UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

"COMPARACIÓN NUTRICIONAL DE HARINAS DE QUINUA: EXTRUIDA, INSUFLADA Y SOMETIDA A COCCIÓN, PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA EN POLVO"

Presentada por:

ROCÍO DEL PILAR GALINDO LUJÁN

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Lima - Perú

2018

La UNALM es la titular de los derechos patrimoniales de la presente tesis (Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual de la UNALM)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

"COMPARACIÓN NUTRICIONAL DE HARINAS DE QUINUA: EXTRUIDA, INSUFLADA Y SOMETIDA A COCCIÓN, PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA EN POLVO"

Presentada por:

ROCÍO DEL PILAR GALINDO LUJÁN

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

_____
M. Sc. Walter F. Salas Valerio
PRESIDENTE

_____
Dr. David Campos Gutiérrez
MIEMBRO

_____
Dra. Ana Aguilar Galvez
MIEMBRO

_____
Dr. Américo Guevara Pérez
ASESOR

_____
Mg. Sc. Jenny Valdez Arana
CO-ASESORA

Lima – Perú
2018

DEDICATORIA

A **Dios,** por protegerme, guiarme en mi camino y bendecirme con mi hermosa familia.

A mis padres **Maricela y Silvestre,** por brindarme su amor, fortaleza y confianza en todo momento**.** Siempre disciplinados, nunca se alejan de los desafíos, no importa cuán grande sea, abordan los obstáculos como una oportunidad de crecimiento**.** Los respeto mucho y aspiro replicar su ejemplo.

A **Alfredo,** por aceptarme tal como soy a pesar de mis errores, y acompañarme en mi camino de la vida. Gracias por inspirarme a querer conquistar el mundo, pues siempre me dan energías para afrontar los retos

...Ese tipo eres tú

AGRADECIMIENTO

- Al Dr. Américo Guevara Pérez y la Ing. Jenny Váldez Arana, por apoyarme con su tiempo, orientación y dedicación para la realización de la presente investigación.
- Al ing. Fredy Quispe Jacobo, por su guía, orientación y financiamiento parcial a través del Concytec.
- A La Molina Calidad Total Laboratorios, por facilitarme los recursos necesarios para la ejecución de la tesis.
- Al Sr. Mauro Ayala Espinoza, responsable del Bioterio del LENA por su orientación y profesionalismo
- A la familia Donaires Romero, por el apoyo brindando durante mis primeras etapas en la vida universitaria. Nunca los olvidaré.
- A la familia Carhuapoma, por el apoyo brindando durante mis estudios académicos en Lima.
- Al teacher Franco Alarcón, por su motivación, profesionalismo y apoyo incondicional.
- A mis amigos molineros, por haber compartido todos estos años juntos.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN 1

II. REVISIÓN DE LITERATURA 3

2.1. QUINUA 3

2.1.1. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA 3

2.1.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA Y AGRONÓMICA 4

2.1.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA 8

2.1.4. VITAMINAS 12

2.1.5. MINERALES 13

2.2. ESTEVIA 19

2.2.1. GENERALIDADES 19

2.2.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA 19

2.2.3. ESTEVIÓSIDO 19

2.3. MAÍZ MORADO 20

2.3.1. GENERALIDADES 20

2.3.2. EXTRACTO DE MAÍZ MORADO 21

2.3.3. PROPIEDADES FUNCIONALES 21

2.4. EXTRUSIÓN DE LOS ALIMENTOS 22

2.4.1. DEFINICIÓN 22

2.4.2. ELEMENTOS DEL EXTRUSOR 22

2.4.3. FENÓMENOS OCURRIDOS DURANTE LA COCCIÓN-EXTRUSIÓN 22

2.5. INSUFLADO DE LOS ALIMENTOS 22

2.5.1. DEFINICIÓN 22

2.5.2. ELEMENTOS DE LA MAQUINA EXPANSORA 23

2.5.3. FENÓMENOS OCURRIDOS DURANTE EL INSUFLADO 23

2.6. ELABORACIÓN DE BEBIDAS EN POLVO 23

2.6.1. GENERALIDADES 23

2.6.2. INGREDIENTES EN LA ELABORACIÓN DE BEBIDAS EN POLVO 24

III. MATERIALES Y MÉTODOS 27

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN 27

3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS 27
3.2.1. MATERIA PRIMA 27
3.2.2. INSUMOS 27
3.3. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS 28
3.3.1. EQUIPOS 28
3.3.2. MATERIALES 28
3.3.3. REACTIVOS 28
3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS 29
3.4.1. HUMEDAD 29
3.4.2. FIBRA CRUDA 29
3.4.3. CENIZAS 29
3.4.4. PROTEÍNAS 29
3.4.5. GRASA 30
3.4.6. CARBOHIDRATOS 30
3.4.7. ENERGÍA TOTAL 30
3.4.8. VISCOSIDAD 30
3.4.9. MINERALES 30
3.4.10. RELACIÓN DE PROTEÍNA NETA (NPR) 31
3.4.11. VALOR BIOLÓGICO (VB) 31
3.4.12. DIGESTIBILIDAD APARENTE (DA) 31
3.4.13. EVALUACIÓN SENSORIAL 31
3.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL 32
3.5.1. PROCESO DE OBTENCIÓN DE HARINAS DE QUINUA EXTRUIDA 32
3.5.2. PROCESO DE OBTENCIÓN DE HARINA DE QUINUA INSUFLADA 33
3.5.3. PROCESO DE OBTENCIÓN DE HARINA DE QUINUA SOMETIDA A COCCIÓN 33
3.5.4. PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA BEBIDA EN POLVO 33
3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL 34
3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO 35
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 37
4.1 COMPARACIÓN NUTRICIONAL DE HARINAS DE QUINUA ESCARIFICADA, EXTRUIDA, INSUFLADA Y COCIDA EN AGUA 37
4.1.1. CONTENIDO DE GRASA 37
4.1.2. CONTENIDO CENIZA 37

4.1.3. CONTENIDO DE PROTEÍNA 38
4.1.4. FIBRA CRUDA 38
4.1.5. CONTENIDO DE HUMEDAD 39
4.2. MINERALES 39
4.3. EVALUACIÓN BIOLÓGICA 41
4.4. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA BEBIDA E POLVO 44
4.5. CARACTERIZACIÓN DE LA MEJOR FORMULACIÓN 48
V. CONCLUSIONES 51
VI. RECOMENDACIONES 52
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 53
VIII. ANEXOS 62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Composición proximal de la quinua (g/100 g de porción comestible)..... 9
Cuadro 2: Perfiles de aminoácidos esenciales de quinua cruda, arroz, maíz amarillo, y patrones sugeridos de requerimientos para adultos (g / 100 g de proteína). 10
Cuadro 3: Ácidos grasos de quinua cruda, harina de quinua, arroz y soja (g / 100 g de porción comestible)..... 12
Cuadro 4: Contenido en vitaminas de la quinua frente a otros alimentos, mg/100 g peso seco 12
Cuadro 5: Contenido de vitaminas en el grano de quinua (mg/100 g de materia seca) 13
Cuadro 6: Contenido proximal e inorgánico de quinua, amaranto, maíz morado y arroz 14
Cuadro 7: Contribución de cereales andinos para la ingesta diaria de minerales priorizados en los adultos, expresado en por ciento (valor nutritivo obtenido por cada 100 g de alimento) / ingestas dietéticas de referencia. 16
Cuadro 8: Contenido químico proximal (g/100 g, bs.) de las harinas de quinua escarificada, extruida, insuflada y cocida en agua 38
Cuadro 9: Contenido de minerales (mg/100 g, bs.) de las harinas de quinua escarificada, extruida, insuflada y cocida en agua 40
Cuadro 10: Ración balanceada para cada tipo de harina de quinua 42
Cuadro 11: Resultados de evaluación biológica de las harinas de quinua escarificada, extruida, insuflada y cocida en agua..... 43
Cuadro 12: Compuestos nutricionales de la mezcla en polvo (bh.) 48
Cuadro 13: Datos de nutrición de la mezcla en polvo..... 49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: planta de quinua de la variedad pasankalla. 5
Figura 2: Sección longitudinal del grano de quinua. 7
Figura 3: Corte transversal del grano de quinua. 8
Figura 4: Glicósidos de la estevia (esteviósido y rebaudiósido A) 20
Figura 5: Flujo de operaciones para la obtención de quinua extruida, insuflada y cocida en agua. 32
Figura 6: Flujo de operaciones para la obtención de una bebida en polvo a base de quinua, edulcorante de estevia en polvo y extracto atomizado de maíz morado. 34
Figura 7: Esquema experimental para la comparación nutricional de las harinas de quinua extruida, insuflada y cocida en agua, y la elaboración de la bebida en polvo. 36
Figura 8: Porcentaje de jueces que prefieren cada tratamiento para los atributos de sabor, color, olor y consistencia. 45
Figura 9: Porcentaje de grado de satisfacción para el sabor. 45
Figura 10: Porcentaje de grado de satisfacción para el color. 46
Figura 11: Porcentaje de grado de satisfacción para el olor. 47
Figura 12: Porcentaje de grado de satisfacción para la aceptabilidad general. 47

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: FICHA TÉCNICA DE GOMA XANTANA 62
ANEXO 2: FICHA TÉCNICA DE ÁCIDO CÍTRICO 63
ANEXO 3: FICHA TÉCNICA DE ANTOCIANINA DE MAÍZ MORADO 64
ANEXO 4: FICHA TÉCNICA DE EDULCORANTE ESTEVIA 65
ANEXO 5: FICHA TÉCNICA DE MALTODEXTRINA 67
ANEXO 6: FICHA TÉCNICA DE SABORIZANTE DE CANELA 68
ANEXO 7: FICHA TÉCNICA DE SABORIZANTE DE MANZANA 69
ANEXO 8: FICHA TÉCNICA DE LECITINA DE SOYA 70
ANEXO 9: FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA PRUEBA DEL GRADO DE SATISFACCIÓN CON ESCALA HEDÓNICA 72
ANEXO 10: FORMATO DE EVALUACIÓN PRUEBA DE PREFERENCIA AMPLIADA 73
ANEXO 11: ANÁLISIS ESTADISTICO-NPR DE LAS HARINAS DE QUINUA ESCARIFICADA, EXTRUIDA, INSUFLADA Y COCIDA EN AGUA 74
ANEXO 12: ANÁLISIS ESTADISTICO-VALOR BIOLOGÍCO DE LAS HARINAS DE QUINUA ESCARIFICADA, EXTRUIDA, INSUFLADA Y COCIDA EN AGUA 75
ANEXO 13: ANÁLISIS ESTADÍSTICO-DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LAS HARINAS DE QUINUA ESCARIFICADA, EXTRUIDA, INSUFLADA Y COCIDA EN AGUA 76
ANEXO 14: ANÁLISIS ESTADISTICO-PRUEBA DE PREFERENCIA AMPLIADA DE BEBIDA EN POLVO 77
ANEXO 15: JAULAS METÁLICAS INDIVIDUALES 78
ANEXO 16: JAULAS METABÓLICAS INDIVIDUALES 79
ANEXO 17: EXTRUSOR DE DOBLE TORNILLO 80
ANEXO 18: RECONSTITUCIÓN EN AGUA LAS HARINAS DE QUINUA EXTRUIDA, INSUFLADA, COCIDA EN AGUA Y BEBIDA A BASE DE QUINUA EXTRUIDA 81

RESUMEN

Las harinas de quinua extruidas, insufladas y cocidas en agua, fueron evaluadas con respecto al contenido de proteína, grasa, ceniza, fibra cruda, carbohidratos, minerales (fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio zinc, cobre, manganeso y hierro), ensayos biológicos (relación de eficiencia de proteína (NPR), digestibilidad aparente y valor biológico). No se encontró diferencias en proteínas, ceniza, minerales, NPR, valor biológico y digestibilidad aparente, entre las muestras extruidas y cocidas; pero si en el contenido de grasa, fibra cruda, humedad y carbohidratos. La insuflada presentó los menores porcentajes en proteína, minerales, (NPR), digestibilidad aparente y valor biológico. Para preparar la bebida se seleccionó a la harina extruida, dado a que sobresalió en NPR , digestibilidad aparente y valor biológico; de las cuatro formulaciones realizadas (0.5 y 1.5 por ciento de goma xantana, 0.5 y 1 por ciento de estevia), la muestra con mayor aceptabilidad fue la que contenía 0.5 porciento de goma xantana y 1 por ciento de estevia, la que reportó: 72.98, 5.29, 10.58, 2.67 y 1.64 g/100 g de carbohidratos, grasa, proteína, ceniza, fibra cruda, respectivamente; 320.00, 850.00, 95.00, 140.00, 40.00, 1.40, 0.40, 0.70 y 7.80 mg/100 g de fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, zinc, cobre, manganeso y fierro, respectivamente; 2.77, 73.52 y 59.33 de NPR, valor biológico y digestibilidad aparente, respectivamente.

Palabras clave: *Chenopodium quinoa*, valor biológico, digestibilidad, NPR, minerales, bebida en polvo.

ABSTRACT

The extruded quinoa flours, insufflated and cooked in water, were evaluated based on the content of protein, fat, ash, crude fiber, carbohydrates, minerals (phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sodium zinc, copper, manganese and iron), biological tests (protein efficiency ratio (NPR), apparent digestibility and biological value). The evaluation found no differences in proteins, ash, minerals, NPR, biological value and apparent digestibility, between the extruded and cooked samples; but in the content of fat, raw fiber, moisture and carbohydrates, differences were found. The insufflated quinoa presented the lowest percentages in protein, minerals, (NPR), apparent digestibility and biological value. To prepare the drink, the extruded flour was selected, given that it excelled in NPR, apparent digestibility and biological value; of the four formulations made (0.5 and 1.5 percent of xanthan gum, 0.5 and 1 percent of stevia), the sample with the highest acceptability was the one which contained 0.5 percent of xanthan gum and 1 percent stevia, which reported: 72.98, 5.29, 10.58, 2.67 and 1.64 g / 100 g of carbohydrates, fat, protein, ash, crude fiber, respectively; 320.00, 850.00, 95.00, 140.00, 40.00, 1.40, 0.40, 0.70 and 7.80 mg / 100 g of phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sodium, zinc, copper, manganese and iron, respectively; 2.77, 73.52 and 59.33 of NPR, biological value and apparent digestibility, respectively.

Key words: *Chenopodium quinoa*, biological value, digestibility, NPR, minerals, drink powder.

I. INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es un uno de los alimentos de origen vegetal más nutritivo a nivel mundial debido a su cantidad y calidad de proteína (10.4-17 por ciento) (Reyes *et al*., 2006). Su importancia radica en la calidad de su proteína, pues posee una composición balanceada de aminoácidos esenciales parecida a la composición en aminoácido de la caseína (FAO, 2011). Además, sus altas concentraciones de calcio, fósforo, hierro, potasio, zinc, vitaminas E y del complejo B, como así también los bajos niveles de factores anti nutricionales, hacen de este grano un producto de interés en la elaboración de nuevos alimentos (FAO, 2011).

La quinua puede ser sometida a diferentes procesamientos para lo cual será necesario utilizar métodos apropiados de procesamiento que incluye el uso de equipos. La extrusión, al aplicar altas temperaturas, presiones y tiempos cortos reducen las pérdidas nutricionales del alimento, respecto a otros métodos térmicos. Así mismo, el insuflado y la cocción son tecnologías disponibles y que se aplican en nuestro medio; sin embargo, se desconoce en qué magnitud influye cada uno de estos tratamientos sobre el valor nutricional de la quinua.

Por otro lado, cada día los consumidores son conscientes de incluir en su dieta alimentos saludables, por este motivo el uso de sacarosa y edulcorantes sintéticos está siendo reemplazado por la estevia (*Estevia rebaudiana* sp), que es un edulcorante natural, así mismo los consumidores buscan que los alimentos contengan otros componentes que contribuyan con su salud, bajo esta perspectiva el maíz morado (*Zea mays* L), ha despertado gran interés para la industria alimentaria debido a su alto contenido de antocianinas, los cuales imparten colores atractivos y una potente capacidad antioxidante (Aguilera *et al*., 2011).

Por lo expuesto, el presente trabajo expone la investigación científica que consiste en la obtención de harinas de quinua extruidas, insufladas y cocidas en agua y su aplicación en la elaboración de una bebida en polvo; con este propósito se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar la influencia del proceso de extrusión, insuflado y cocción en agua sobre el valor biológico (VB), relación de proteína neta (NPR), digestibilidad aparente (DA) y contenido de minerales (fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, zinc, cobre, manganeso y hierro) en las harina procesadas.
- Determinar la influencia de goma xantana y estevia en la aceptabilidad de la bebida en polvo.
- Caracterizar al producto obtenido en: contenido de minerales y químico proximal, valor biológico (VB), relación de proteína neta (NPR), digestibilidad aparente (DA).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. QUINUA

La quinua es una planta herbácea anual, dicotiledónea de amplia dispersión geográfica, con características peculiares en su morfología, coloración y comportamiento en diferentes zonas agroecológicas donde se cultiva. Presenta enorme variación y plasticidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales y se cultiva desde el nivel del mar hasta 4000 msnm; muy tolerante a factores climáticos adversos como sequía, heladas, salinidad de suelos entre otros que afectan al cultivo (Apaza *et al.,* 2013).

Según la FAO (2011), la clasificación botánica de esta especie es la siguiente:

- Reino: Vegetal
- División: Fanerógamas
- Clase: Dicotiledóneas
- Sub-Clase: Angiospermas
- Orden: Centrospernales
- Familia: Chenopodiáceas
- Género: *Chenopodium quinoa* Willd.
- Nombre Vulgar: Quinua

2.1.1. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Según MINAGRI (2017), la producción de quinua se concentra fundamentalmente en los departamentos de Puno (44.4 por ciento), Ayacucho (21 por ciento), Apurímac (8.1 por ciento), Arequipa (7.8 por ciento), Cuzco (5 por ciento) y Junín (4.8 por ciento).En el Mercado Mayorista de Lima Metropolitana se comercializan las variedades de quinua Blanca, Roja y Negra, destacando la quinua Blanca por su mayor demanda en el mercado nacional.

Los Estados Unidos y la Unión Europea se han convertido en los principales compradores de quinua al representar en promedio el 75% del total exportado por Perú al mundo, a pesar que en este año haya descendido a 73% por la presencia de pequeños mercados muy activos, como Canadá, Australia, Brasil, Chile, Hong Kong, Taiwán, entre otros MINAGRI (2017).

2.1.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA Y AGRONÓMICA

El periodo vegetativo de la quinua varía desde los 90 hasta los 240 días, crece con precipitaciones desde 200 a 2600 mm anuales, se adapta a suelos ácidos de pH 4.5 hasta alcalinos con pH de 9.0, sus semillas germinan hasta con 56 mmhos/cm de concentración salina, se adapta a diferentes tipos de suelos desde los arenosos hasta los arcillosos, la coloración de la planta es también variable con los genotipos y etapas fenológicas, desde el verde hasta el rojo, pasando por el púrpura oscuro, amarillento, anaranjado, granate y demás gamas que se pueden diferenciar Apaza *et al.* (2013). En la Figura 1 se muestra una planta de quinua donde se puede apreciar la inflorescencia.

Las características agromorfológicas de la quinua según Apaza *et al.* (2013) se describe a continuación:

- **Planta**

  Es erguida, alcanza alturas variables desde 0.60 a 3.00 m, dependiendo del tipo de quinua, los genotipos, de la fertilidad de los suelos y las condiciones ambientales donde crece.

- **Raíz**

  Es pivotante, vigorosa, profunda, puede alcanzar hasta 1.80 cm de profundidad, bastante ramificada y fibrosa, lo cual le confiere resistencia a la sequía y buena estabilidad a la planta.

- **Tallo**

  Es cilíndrico en el cuello de la planta y angulosos a partir de las ramificaciones, de coloración variable desde el verde al rojo, muchas veces presenta estrías y también axilas pigmentadas de color, verde rojo o púrpura.

- **Hojas**

  Las hojas son alternas y están formadas por peciolo y lámina, los peciolos son largos, finos y acanalados en su parte superior y de longitud variable dentro de la misma planta. La lámina en la misma planta puede tener forma romboidal, triangular o lanceolada, plana u ondulada, algo gruesa, carnosa y tierna, cubierta por cristales de oxalato de calcio, de colores rojo, púrpura o cristalino, tanto en el haz como en el envés. La coloración de la hoja es muy variable va del verde al rojo con diferentes tonalidades.

Figura 1: Planta de quinua de la variedad pasankalla.

FUENTE: Apaza *et al.* (2013)

Inflorescencia

Es una panoja típica, constituida por un eje central y ramificaciones secundarias, terciarias y pedicelos que sostienen a los glomérulos. El eje principal está más desarrollado que los secundarios, ésta puede ser laxa (amarantiforme) o compacta (glomerulada), existiendo formas intermedias entre ambas. 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.

- **Flores**

  Son pequeñas, con tamaño máximo de 3 mm, incompletas, sésiles y desprovistas de pétalos, pueden ser hermafroditas, pistiladas (femeninas) y androestériles, tienen 10por ciento de polinización cruzada.

- **Fruto**

  Es un aquenio, tiene forma cilíndrica- lenticular, levemente ensanchado hacia el centro.

  Está constituido por el perigonio que envuelve a la semilla por completo, y contiene una sola semilla, de coloración variable, la cual se desprende con facilidad a la madurez.

- **Semilla**

  Constituye el fruto maduro sin el perigonio, es de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal, presentando tres partes bien definidas que son:

  - Episperma: está constituida por cuatro capas, una externa de superficie rugosa, quebradiza, la cual se desprende fácilmente al frotarla, en ella se ubica la saponina que le da el sabor amargo al grano y cuya adherencia a la semilla es variable con los genotipos, 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; citado por Mujica *et al*., 2001).

  - Embrión: está formado por dos cotiledones y la radícula y constituye el 30 por ciento del volumen total de la semilla, el cual envuelve al perisperma como un

anillo, con una curvatura de 320º, es de color amarillo, mide 3.54 mm de longitud y 0.36 mm de ancho.

- Perisperma: es el principal tejido de almacenamiento y está constituido principalmente por granos de almidón, es de color blanquecino y representa prácticamente el 60 por ciento de la superficie de la semilla.

En las Figuras 2 y 3 se muestra la sección longitudinal y transversal del grano de quinua, respectivamente.

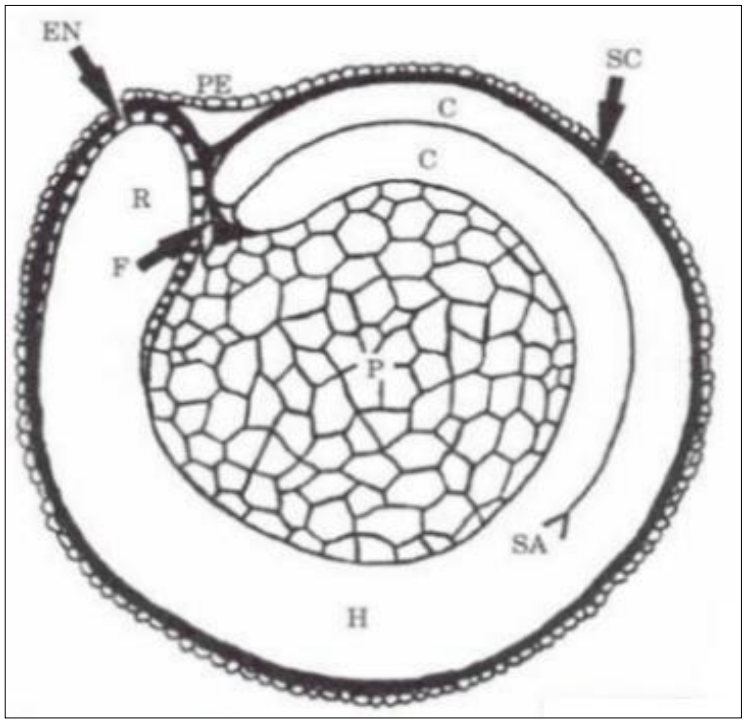


Figura 2: Sección longitudinal del grano de quinua.

PE: PERICARPIO, SC: CUBIERTA DE LA SEMILLA, EN: ENDOSPERMA; C: COTILEDONES, H: HIPOCOTILO; SA: ÁPICE DEL MERISTEMO; R: RADÍCULA, P: PERISPERMA; F: FUNÍCULO

FUENTE: Prego *et al*.; citado por Mujica *et al.* (2001)

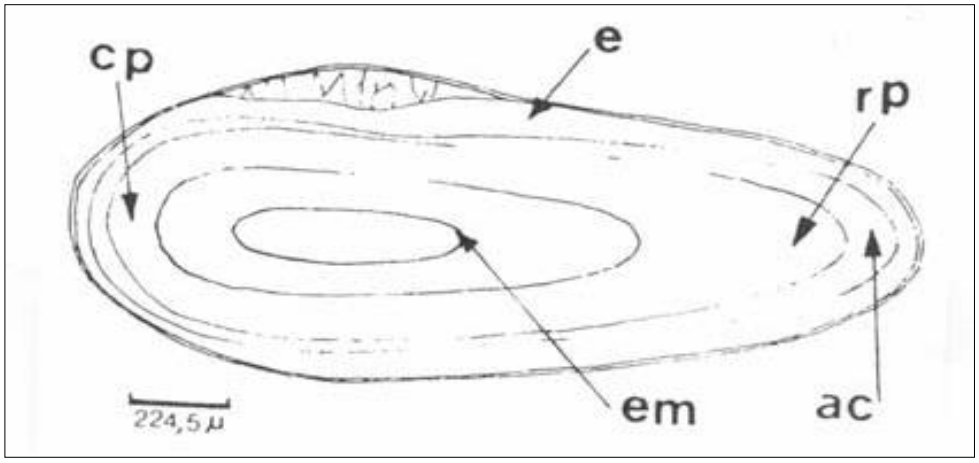


Figura 3: Corte transversal del grano de quinua.

E (ENDOSPERMA); AC (CÁMARA DE AIRE); CP (POLO COTILEDONAL); RP (POLO RADICULAR) Y EM (EMBRIÓN).

FUENTE: Gallardo *et al*.; citado por Mujica *et al*. (2001)

2.1.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA

- **Proteína**

El contenido de proteínas en la materia seca de las semillas de quinua varía entre 13.8 por ciento y 16.5 por ciento; Sin embargo, se informa como un 15 por ciento en promedio. El contenido total de proteínas de la quinua es mayor que el del arroz, la cebada, el maíz, el centeno y el sorgo, y está cerca del trigo (USDA; citado por Navruz-Varli y Sanlier, 2016). La mayoría de las proteínas almacenadas en la quinua está compuesta de albuminas (35 por ciento) y globulinas (37 por ciento), contiene concentraciones bajas de prolaminas, y estos porcentajes pueden variar en diferentes especies (Abugoch, 2009). En el Cuadro 1 se muestra la composición proximal de la quinua (g/100 g de porción comestible).

- **Aminoácidos**

Según la FAO (2011), entre el 16 y el 20 por ciento del peso de una semilla de quinua lo constituyen proteínas de alto valor biológico, entre ellas todos los aminoácidos, incluidos los esenciales, es decir, los que el organismo es incapaz de fabricar y por tanto requiere ingerirlos con la alimentación. Los valores del contenido de aminoácidos en la proteína de los granos de quinua cubren los requerimientos de aminoácidos recomendados para niños en edad preescolar, escolar y adultos. En el Cuadro 2 se observa el contenido de aminoácidos esenciales de quinua cruda, arroz,

maíz amarillo, y patrones sugeridos de requerimientos para adultos (g / 100 g de proteína). Cien gramos de quinua contienen casi el quíntuple de lisina, más del doble de isoleucina, metionina, fenilalanina, treonina y valina, y cantidades muy superiores de leucina (todos ellos aminoácidos esenciales junto con el triptófano) en comparación con 100 gramos de trigo. Además supera a éste, en algunos casos por el triple, en las cantidades de histidina, arginina, alanina y glicina además de contener aminoácidos no presentes en el trigo como la prolina, el ácido aspártico, el ácido glutámico, la cisteína, la serina y la tirosina (todos ellos aminoácidos no esenciales.

Cuadro 1: Composición proximal de la quinua (g/100 g de porción comestible)

Nutrientes	**Quinua cruda[a] min-max, (n)**	**Quinua sin cocer[b]**	**Maíz amarillo[b]**	**Trigo duro blanco[b]**	**Arroz crudo blanco pulido[c]**
Energía (kJ)[d]	1505 1399–1609 (n=34)	1493	1531	1436	1501
Energía(kcal)[d]	357 333–381 (n=34)	340	354	340	354
Humedad	10.1 8.2–13.1 (n=64)	13.3	10.4	9.6	11.7
Proteína	13.1 9.1–15.7 (n=37)	14.1	9.4	11.3	6.8
Ácido grasos	5.7 4.0–7.6 (n=37)	6.1	4.7	1.7	0.7
Carbohidratos disponibles[e]	59.9 48.5–69.8 (n=34)	57.2	67	63.7	79.7
Fibra dietaria total	11.7 8.8–14.1 (n=7)	7	7.3	12.2	0.6
Fibra cruda	3.3 1.0–9.2 (n=23)	NA	NA	NA	NA
Ceniza	3.3 2.0–7.7 (n=37)	2.4	1.2	1.5	0.5

NA: no disponible.
[a] Un BioFoodComp2.1, donde n representa el número de puntos de datos.
[b] Base de datos de nutrientes USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Investigación Agrícola, 2013).
[c] Fuente de datos ASEAN Tabla de composición de alimentos (Instituto de Nutrición, Universidad de Mahidol, 2014).
[d] Energía calculada de acuerdo con las directrices FA (FAO / INFOODS, 2012).
[e] Calculado como 100- (humedad + proteína + grasa + ceniza + fibra + alcohol).
FUENTE: Nowak *et al.* (2016)

- **Hidratos de carbono y fibra**

  El principal componente de carbohidratos de la quinua es el almidón, y constituye el 52-69 por ciento de la misma. Su fibra dietética total es cercana a la de los productos de grano (7-9.7 por ciento), mientras que su contenido de fibra soluble se sabe que está en la banda del 1.3-6.1 por ciento. La quinua contiene azúcar en un 3 por ciento, en su mayor parte contiene maltosa, D-galactosa y D-ribosa, además de bajos niveles de fructosa y glucosa (Abugoch, 2009). Debido a su perfecta estabilidad congelación-descongelación, bajo punto de gelificación y resistencia a bajas temperaturas de almacenamiento, la quinua es un espesante ideal para salsas, sopas y harinas. Por otra parte, su resistencia a la retrogradación hace posible utilizar la quinua en otras aplicaciones y obtener una textura cremosa y lisa similar a la de las grasas (Abugoch, 2009).

Cuadro 2: Perfiles de aminoácidos esenciales de quinua cruda, arroz, maíz amarillo, y patrones sugeridos de requerimientos para adultos (g / 100 g de proteína)

Aminoácidos	Quinua cruda[a] media min–max (n)	Quinua sin cocer[b]	Arroz crudo de grano pequeño[b]	Maíz amarillo[b]	Requerimientos para adultos[c]
His	2.71.4–5.4 (n=41)	2.9	2.4	3	1.5
Ile	3.10.8–7.4 (n=42)	3.6	4.3	3.6	3
Leu	62.3–9.4 (n=42)	5.9	8.3	12.3	5.9
Lys	4.82.4–7.8 (n=42)	5.4	3.6	2.8	4.5
Met	1.90.3–9.1 (n=41)	2.2	2.4	2.1	1.6
Cys	1.40.1–2.7 (n=11)	1.4	2	1.8	0.6
Phe+Tyr	6.32.7–10.3 (n=41)	6.1	8.7	9	3.8
Thr	3.72.1–8.9 (n=42)	3	3.6	3.8	2.3
Trp	0.90.6–1.9 (n=27)	1.2	1.2	0.7	0.6
Val	3.70.8–6.1 (n=42)	4.2	6.1	5.1	3.9

n: número de puntos de datos.

[a] Valores derivados de los siguientes artículos: Becker y Hanners (1990), Coulter y Lorenz (1991), Dini *et al*. (1992), Dini *et al*. (2005), Escuredo, González Martín, Wells Moncada, Fischer y Hernández Hierro (2014), González, Konishi, Bruno, Valoy y Prado (2012), Koziol (1992), Miranda *et al.* (2012), Stikic *et al.* (2012), White *et al.* (1955), Ruales y Nair (1992), Wright *et al.* (2002).

[b] Adaptado de la base de datos de nutrientes del USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Investigación Agrícola, 2013).

[c] Adaptado de la OMS / FAO / UNU (2007)

FUENTE: Nowak *et al.* (2016)

El contenido de amilosa en el almidón de quinua varía entre el 3 el 22 por ciento, que es menor en cantidad que el del trigo y el maíz, superior al de algunos tipos de cebada y similar al de los tipos básicos de arroz. En comparación con el almidón de trigo y cebada, el almidón de quinua tiene una viscosidad máxima, una mayor capacidad de absorción de agua y una mayor capacidad de hinchamiento. Además, tiene una estabilidad maravillosa incluso en procesos de congelación y retrogradación (Tang *et al*., 2002).

- **Lípidos**

La quinua contiene entre 4.46 a 9.50 por ciento, en 92 evaluaciones realizadas para diversas variedades de quinua con un promedio de 7.16 por ciento. Según la FAO (2013), la quinua contiene más grasa (6.3 g) por cada 100 g de peso seco en comparación con los frijoles (1.1 g), el maíz (4.7 g), el arroz (2.2 g) y el trigo (2.3 g).

La FAO (2011), afirma que el Omega 9 (ácido oleico) se encuentra en segundo lugar, siendo 26.04 por ciento para aceite de quinua. Los valores encontrados para el Omega 3 (ácido linolénico) son de 4.77 por ciento, seguido del ácido palmítico con 9.59 por ciento. Encontraron también ácidos grasos en pequeña proporción, como el ácido esteárico y el eicosapentaenoico.

Wood *et al.*; citado por la FAO (2011), encontraron que el 11 por ciento de los ácidos grasos totales de la quinua eran saturados, siendo el ácido palmítico el predominante. Los ácidos linoleico, oleico y alfa-linolénico eran los ácidos insaturados predominantes con concentraciones de 52.3, 23.0 y 8.1 por ciento de ácidos grasos totales, respectivamente. Ellos encontraron también aproximadamente 2 por ciento de ácido erúcico. El Cuadro 3 muestra el contenido de áácidos grasos de quinua cruda, harina de quinua, arroz y soja (g / 100 g de porción comestible)

Otros investigadores Przybylski *et al*.; citado por la FAO (2011), encontraron que el ácido linoleico era el principal ácido graso (56 por ciento) en la quinua, seguido por el ácido oleico (21.1 por ciento), el ácido palmítico (9.6 por ciento) y el ácido linolénico (6.7 por ciento). Según estos autores, el 11.5 por ciento de los ácidos

grasos totales de la quinua son saturados.

Cuadro 3: Ácidos grasos de quinua cruda, harina de quinua, arroz y soja (g / 100 g de porción comestible)

	Ácido mirístico (C14:0)	Ácido palmítico (C16: 0)	Ácido esteárico (C18:0)	Ácido oleico (C18:1)	Ácido linoleico (C18:2)	´Ácido linolénico (C18:3)
Quinua cruda (n=1)	0.015	0.008	0.046	1.604	4.256	0.509
Harina de quinua (n=3)	0.011	0.486	0.039	1.402	3.156	0.401
Arroz blanco, crudo y de grano corto	0.003	0.125	0.01	0.159	0.114	0.024
Soya cruda y de semillas maduras	0.055	2.116	0.712	4.348	9.925	1.33

N: número de puntos de datos.

Un BioFoodComp2.1.

B Los datos provienen de la base de datos de nutrientes del USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Investigación Agrícola, 2013).

FUENTE: Nowak *et al.* (2016)

2.1.4. VITAMINAS

La quinua es también una buena fuente de las vitaminas B2 (riboflavina) y ácido fólico en comparación con otros granos, su contenido en tiamina es similar al de otros granos y el de niacina es en promedio inferior, como se muestra en el Cuadro 4. También contiene cantidades significativas de vitamina E, aunque esta cantidad parece disminuir después de procesarse y cocinarse. El contenido en vitaminas de la quinua no se ve afectado por la eliminación de sus saponinas, ya que las vitaminas no se encuentran en el pericarpio de la semilla (Koziol; citado por la FAO, 2013).

Cuadro 4: Contenido en vitaminas de la quinua frente a otros alimentos, mg/100 g peso seco

	Quinua	**Maíz**	**Arroz**	**Trigo**
Tiamina	0.2-0.4	0.42	0.06	0.45-0.49
Riboflavina	0.2-0.3	0.1	0.06	0.17
Ácido fólico	0.0781	0.026	0.020	0.078
Niacina	0.5-0.7	1.8	1.9	5.5

FUENTE: FAO (2013)

Además, en el Cuadro 5 se muestra el contenido de vitaminas de los granos de quinua. La vitamina A, que es importante para la visión, diferenciación celular, el desarrollo embrionario, la respuesta inmune, el gusto, el oído, el apetito y el desarrollo, está presente en el grano de quinua en el intervalo de 0.12 a 0.53 mg/100 g de materia seca (Olso; citado por Ayala *et al*., 2004). La vitamina E tiene propiedades antioxidantes y previene la peroxidación de los lípidos, contribuyendo así a mantener la estabilidad de las estructuras de la membrana celular y la protección del sistema nervioso, muscular y de la retina de la oxidación. Las necesidades diarias son del orden de 2,7 mg / día y para niños de 7 a 12 meses de los 10 mg / día de ácido alfa-tocoferol o sus equivalentes (FAO/OMS; citado por Ayala *et al.,* 2004).

Cuadro 5: Contenido de vitaminas en el grano de quinua (mg/100 g de materia seca)

Vitaminas	Rango
Vitamina A (carotenos)	0.12-0.53
Vitamina E	4.60-5.90
Tiamina	0.05-0.60
Riboflavina	0.20-0.46
Niacina	0.16-1.60
Ácido ascórbico	0.00-8.5

FUENTE: Ruales *et al*., citado por Ayala *et al.* (2004)

2.1.5. MINERALES

En promedio, la quinua es una mejor fuente de minerales en relación con la mayoría de los granos presentados en el Cuadro 6. Según la FAO (2013), la quinua es una buena fuente de hierro, magnesio y zinc si se compara con las recomendaciones relativas al consumo diario de minerales. La falta de hierro suele ser una de las deficiencias nutricionales más comunes. Sin embargo, la quinua, del mismo modo que todos los alimentos vegetales, contiene algunos componentes no nutritivos que pueden reducir el contenido y la absorción de sustancias minerales.

Cuadro 6: Contenido proximal e inorgánico de quinua, amaranto, maíz morado y arroz

Parámetro	Quinoa *(Chenopodium quinoa)* (Jujuy-Argentina)	Amaranto *(Amaranthus caudatus)* (Jujuy-Argentina)	Maíz morado (*Zea mays* L.) (Jujuy-Argentina)	Arroz *(Oriza sativa)* (Ribatejo-Portugal)
próximal	g/100 g	g/100 g	g/100 g	g/100 g
Humedad	11.30 ± 0.05	10.50 ± 0.04	10.00 ± 0.03	13.10 ± 0.03
ceniza	2.01 ± 0.02	2.89 ± 0.01	1.71 ± 0.02	0.42 ± 0.05
proteína	12.10 ± 0.3	13.4 ± 0.2	9.10 ± 0.1	7.10 ± 0.3
grasa	6.31 ± 0.11	6.43 ± 0.09	1.80 ± 0.02	0.60 ± 0.02
fibra	10.40 ± 0.60	11.30 ± 0.5	11.20 ± 0.4	1.50 ± 0.1
almidón	57.20 ± 0.6	55.30 ± 0.7	57.70 ± 0.6	76.80 ± 0.8
La amilosa	19.70 ± 0.5	23.70 ± 0.5	27.10 ± 0.5	29.20 ± 0.6
rastro elementos	ug/l00 g			
molibdeno	22.8 ± 0.68	<LoQ	n.d.	30.4 ± 0.34
estroncio	160 ± 11.3	<LoQ	119 ± 7.4	15.1 ± 0.57
cobalto	<I.oQ	<LoQ	<LoQ	<LoQ
litio	7.95 ± 0.58	<LoQ	9.48 ± 0.21	<LoQ
vanadio	6.66 ± 0.62	7.19 ± 0.22	9.01 ± 0.42	n.d.
níquel	16.3 ± 0.72	16.4 ± 3.7	8.50 ± 0.39	<LoQ
selenio	<LoQ	<LoQ	2.91 ± 0.16	<LoQ
Minerales	mg/l00g			
cobre	0.59 ± 0.03	0.51 ± 0.01	0.16 ± 0.004	0.12 ± 0.001
manganeso	1.95 ± 0.10	1.51 ± 0.05	0.57 ± 0.01	0.83 ± 0.02
hierro	5.46 ± 0.02	9.62 ± 0.12	2.78 ± 0.31	0.22 ± 0.01
zinc	2.93 ± 0.07	5.55 ± 0.36	2.54 ± 0.03	0.95 ± 0.03
magnesio	197 ± 8.1	231 ± 6.9	118 ± 0.83	27 ± 0.09
calcio	44 ± 1.7	165 ± 9.3	<LoQ	<LoQ
fósforo	468 ± 15	527 ±13	291 ± 3.6	107 ± 2.4
sodio	<LoQ	<LoQ	<LoQ	<LoQ
Potasio	664 ± 16	530 ± 20	458 ± 3.5	91 ± 3.1

n.d.: no determinado
LoQ: Límite de cuantificación
FUENTE: Nascimento *et al.* (2014)

Nascimento *et al.* (2013), afirman que la humedad de estos cereales evaluados varía entre 10.00 g/100 g (maíz morado) y 11.30 g/100 g (quinua) y 13.10 g/100 g (arroz). El contenido de proteínas de los grano andinos (> 12 g / 100 g) son mucho más altos que los de arroz, lo que indica que tanto la quinua y el amaranto constituyen una rica fuente de proteínas.

Konishi *et al*. (2004) afirman que los tratamientos como el descascarado, lavado o pulido que puede causar la pérdida de varios minerales; como el fósforo, el magnesio y potasio se encuentran en los tejidos embrionarios, mientras que el calcio y el potasio también se encuentran en pericarpio y semilla abrigo. El uso de procesos abrasivos bien puede explicar estos eventual pérdidas y por lo tanto los contenidos más bajos especialmente en el caso de los nivel de calcio.

Los aportes de la ingesta de minerales expresados en por ciento de DRI (ingestas dietéticas de referencia), con base en 100 g de cereales se muestran en el Cuadro 7, teniendo en cuenta la edad a partir de 19 años hasta mayor a 50 años. La contribución de DRI varía entre el 2 por ciento (potasio en arroz) y 120 por ciento (de hierro en el amaranto) (Nascimento *et al.*, 2013).

Como se observa en el Cuadro 7, el consumo de la quinua y el amaranto podría cubrir las necesidades nutricionales más altos que los de arroz. Esto tiene una gran importancia para las personas que tienen la enfermedad celíaca ya que casi todos los cereales sin gluten tienen un contenido deficiente de calcio, magnesio y hierro (Álvarez *et al*., 2010)

Nascimento *et al.* (2013) indica que los granos andinos pueden ser una rica fuente de minerales y trazas elementos para la población total. Sin embargo son necesarios estudios para esclarecer la biodisponibilidad de hierro presente en estos productos. El calcio, el magnesio y el hierro son los minerales que son deficientes en productos sin gluten y en la dieta libre de gluten. El alto grado de calcio contenidos en las semillas de amaranto puede ser de especial relevancia para celíacos sujetos debido a la bien conocida la prevalencia de osteopenia y osteoporosis entre los pacientes celíacos

Cuadro 7: Contribución de cereales andinos para la ingesta diaria de minerales priorizados en los adultos, expresado en por ciento (valor nutritivo obtenido por cada 100 g de alimento) / ingestas dietéticas de referencia

Edad	Grupo de cereales	DRl Ca	Cu	Fe	Mg	Mn	P	Zn	K
		1000 (mg/d)	900 (ug/d)	8 mg/d)	420 (mg/d)	2.3 (mg/d)	700 (mg/d)	11 (mg/d)	4.7 (g/d)
19-50	Arroz	n.d.	13	3	6	36	15	9	2
	El maíz Morado	n.d.	18	38	28	25	42	24	10
	Quinua	4	66	69	47	85	67	26	14
	Amaranto	17	. 57	120	55	66	75	51	11
		1200 (mg/d)	900 (>tg/d)	8 (mg/d)	420/320[a] (mg/d)	2.3/1.8 [a] (mg/d)	700 (mg/d)	11/8[a] (mg/d)	4.7 (g/d)
>50	Arroz	n.d.	13	3	6/8 [a]	36/46 [a]	15	9/13 [a]	2
	El maíz Morado	n.d.	18	38	28/37 [a]	25/32 [a]	42	24/33 [a]	10
	Quinua	4	66	69	47/62 [a]	85/108[a]	67	26/36 [a]	14
	Amaranto	14	57	120	55/72 [a]	66/84 [a]	75	51/70 [a]	11

DRI: Ingestas dietéticas de referencia.

[a] Mujer.

FUENTE: Nascimento *et al.* (2014)

- **Calcio**

  La FAO (2011) menciona que el calcio contiene más del cuádruple que el maíz, casi el triple que el arroz y mucho más que el trigo, por lo que su ingesta ayuda a evitar la descalcificación y la osteoporosis. El calcio es responsable de muchas funciones estructurales de los tejidos duros y blandos del organismo, así como de la regulación de la transmisión neuromuscular de estímulos químicos y eléctricos, la secreción celular y la coagulación sanguínea. Por esta razón el calcio es un componente esencial de la alimentación. El aporte diario recomendado de calcio es de 400 mg/día para niños de 6 a 12 meses a 1300 mg/día para adultos y se cubre con un consumo medio en alimentos de 800 a 1000 mg/día. La quinua aporta de 114 a 228 mg/día, con un promedio ponderado de 104 mg/100 g de porción comestible. Así mismo, Ruales y Nair (1992), indican que el contenido de calcio en la quinua se encuentra entre 46 a 340 mg/100 g de materia seca.

- **Fósforo**

  El fósforo participa conjuntamente con el calcio en la constitución del tejido óseo y dental. En las células forma parte de los fosfolípidos, las fosfoproteínas y los ácidos nucleicos; es responsable del almacenamiento de la energía celular como enlaces de fosfato de alta energía (ATP, GTP, CTP, fosfocreatina), es regulador alostérico de muchas enzimas y participa en los sistemas tampón fisiológico. El cociente Ca/P de la quinua es 0.33, lo que significa que hay un exceso de fósforo en relación al calcio (el cociente debe ser no menor de 1.2, ni mayor de 2.0) (Reyes 2006).

- **Hierro**

  El hierro es el componente principal de la hemoglobina y la mioglobina. El hierro también es esencial en los alimentos, pues forma parte de los pigmentos y de una serie de enzimas: peroxidasas, catalasas, hidrolasas y enzimas flavínicas. Las necesidades dependen de la edad y el sexo y son del orden 1 a 2.8 mg/día. Las oscilaciones del aporte diario dependen de la biodisponibilidad del hierro que es función de la forma como se encuentra en los alimentos: forma hemínica (carnes) cuya tasa de absorción es de 20 a 30 por ciento; la forma no hemínica (cereales, leche y hortalizas) con una tasa de absorción de 1 a 1.5 por ciento, y de la composición total de la dieta (Reyes 2006).

- **Magnesio**

  El magnesio en la quinua se encuentra en cantidades bastante superiores también al trigo, arroz y maíz. Un hombre adulto de 70 kg de peso contiene aproximadamente 20 a 28 g de magnesio y el aporte recomendado es del orden 300 a 350 mg/día en el adulto. El magnesio es un componente y activador de muchas enzimas, especialmente aquellas que transforman fosfatos ricos en energía, además, es un estabilizador de los ácidos nucleicos y de las membranas (FAO, 2011).

- **Zinc**

  Casi dobla la cantidad contenida en el trigo y cuadruplica la del maíz, no conteniendo el arroz este mineral). El contenido de zinc en el hombre adulto de 70 kg de peso es de 2 a 4 g. El zinc actúa en la síntesis y degradación de carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Si el aporte de zinc proveniente de los alimentos es aprovechable en un 20 por ciento, se recomienda un consumo de 8.3 mg/día (niños menores de 1 año), 8.4 y 11.3 mg/día (preescolares y escolares), 15.5 y 19.5 mg/día (adolescentes) y 14 mg/día (adultos) (FAO, 2011). Por lo tanto, es suficiente un aporte en la alimentación de 6 a 20 mg/día y en este sentido, la quinua aporta 4.8 mg/100 g de materia seca. Sin embargo, estas cifras pueden variar entre 2.1 a 6.1 mg/ 100 g de materia seca Ruales y Nair (1992).

- **Potasio**

  La quinua posee el doble que el trigo, el cuádruple que el maíz y ocho veces más que el arroz (FAO, 2011).

- **Manganeso**

  Sólo el trigo supera en este mineral a la quinua mientras el arroz posee la mitad y el maíz la cuarta parte (FAO, 2011).

2.2. ESTEVIA

2.2.1. GENERALIDADES

Según Jarma *et al*. (2005), la *stevia rebaudiana* Bertoni es uno de los 154 miembros del género stevia. El componente edulcorante de sus hojas es debido a los glucósidos dipterpeno. Los principales glucósidos de esteviol son: esteviósido, rebaudiósido A, rebaudiósido C y dulcósido A. La estevia rebaudiana bertoni produce en las hojas un edulcorante natural bajo en calorías, cuyo poder edulcorante es 300 veces mayor que la sacarosa.

2.2.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA

Las hojas de *stevia rebaudiana* Bertoni contienen una mezcla compleja de diterpenos labdánicos, triterpenos, estigmasterol, taninos, aceites volátiles y ocho glicósidos diterpénicos dulces: esteviósido, esteviolviósido, rebaudiósido A, B, C, D, E y dulcósido A. En la Figura 4 se muestra los principales glicósidos de la estevia (esteviósido y rebaudiósido A). De estos glicósidos, las hojas contienen básicamente esteviósido y rebaudiósido A, siendo éste último mucho más dulce y con menor sabor amargo que el esteviósido; sin embargo, es esteviósido se encuentra en mayor proporción y es más estable que los demás glicósidos, además de ser el segundo con mayor poder edulcorante. El rebaudiósido E es casi tan dulce como el esteviósido, el rebaudiósido D es casi tan dulce como el esteviósido y están en mucho menor proporción (todos suman el 1 por ciento) (Cramer – lkan; citado por Pasquel *et al.,* 2000).

2.2.3. ESTEVIÓSIDO

El esteviósido es un polvo cristalino blanco que se extrae de las hojas de estevia. No tiene calorías, y es hasta 300 veces más dulce que el azúcar, además sus hojas pueden utilizarse en su estado natural, gracias a su poder edulcorante, y solo son necesarias cantidades pequeñas del producto. Por otra parte, el esteviósido puede ser utilizado totalmente por los diabéticos, ya que eleva los niveles de glucosas en la sangre, no aporta calorías al ser metabolizado, es antiácido y carditínico; no produce caries, pues no es fermentado por las bacterias orales (Blandle; citado por Jarma, 2005).

Los componentes edulcorantes de las hojas de estevia son glucósidos diterpenos sintetizados, al menos en estados iniciales, usando las misma ruta del ácido giberélico, con la diferencia de que en la estevia el kaureno (precursor de dichas hormonas) es convertido a esteviol en el retículo endoplasmático (Geuns, 2003).

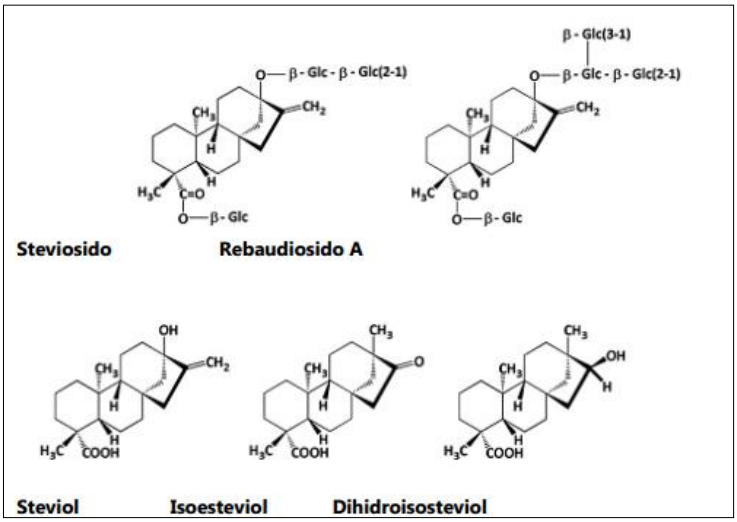


Figura 4: Glicósidos de la estevia (esteviósido y rebaudiósido A)

FUENTE: Chatsudthipong, y Muanprasat (2009).

2.3. MAÍZ MORADO

2.3.1. GENERALIDADES

El maíz morado es una variedad de maíz que posee la coronta y los granos de color morado y es originario del altiplano andino (Bolivia y Perú). Contiene diferentes tipos de antocianinas, siendo la cianidina-3-ß-glucósido, su pigmento mayoritario el cual es un importante antioxidante (Cuevas *et al*., 2008).

Según Gorriti *et al*. (2009), el maíz morado es una variedad pigmentada del *Zea mays* L, cuyos granos y corontas presentas color morado. Presenta compuestos tales como un dimero de cianidina, derivados mono y di-glicosidados decianidina, derivados mono y diglicosidados de cianidina, pelargonidina, peonidina y otros fenólicos. Las características estructurales de las antocianinas, su relativa estabilidad en medio acuoso según el pH, con la presencias de estructuras tales como el catión flavilium, una bases quinoidal, una pseudo

base carbinol y una chalcona, determinan una mayor estabilidad frente a cambios de pH, temperatura y exposición a la luz, debido a proceso de copigmentación y asociación intermolecular e intramolecular que se desarrollan en el medio, convirtiendo a estos medios en fuente potenciales de colorantes naturales, sustancias activas de alimentos funcionales, nutracéuticos y medicamentos.

Las antocianinas del maíz morado son más estables que la enocianina de la uva, a la luz, al calor y principalmente a los cambios de pH. A un pH entre 3 y 3.5 permanecen de un color rojo amarillento, mientras que la enocianina se torna azulada en esa condición (Gorriti *et al*., 2009).

2.3.2. EXTRACTO DE MAÍZ MORADO

Las antocianinas son el miembro más reconocido del grupo de los flavonoides. El efecto vaso protector de los flavonoides ha sido atribuido especialmente al pigmento antocianina el cual según Lila *et al*.; citado por Arroyo *et al*. (2008), han demostrado ser un potente antioxidante y un capturador excepcionalmente potente de radicales libres de oxígeno, los cuales tienen un rol crítico en la patogénesis de la enfermedad cardiovascular.

Algunos estudios han sugerido otros mecanismos de acción como responsables de los efectos benéficos de las antocianinas. En el estudio de Xu *et al.* (2004); citado por Arroyo *et al*. (2008) se manifiesta que la cianidina-3-glicosido (un pigmento de las antocianinas) induce la expresión de la sintasa de óxido nítrico endotelial y un aumento de la liberación de óxido nítrico, por lo que a través de este mecanismo, se sugiere una prevención de arteriosclerosis como efecto benéfico a largo plazo de los flavonoides. En el trabajo de Osada *et al*. (2006); citado por Arroyo *et al*. (2008) también se hace referencia a otros efectos benéficos de la procianida (miembro del grupo de las antocianinas) atribuyéndosele efectos antiinflamatorios y vasodialatadores.

2.3.3. PROPIEDADES FUNCIONALES

Arroyo *et al*. (2007) demostraron que el consumo crónico de maíz morado en la forma de extracto hidroalcohólico atomizado produce una reducción de los niveles de colesterol total pero no demostró en forma evidente su efecto positivo sobre los triglicéridos y el colesterol

HDL. Su actividad hipolipemiante del extracto se podría relacionar con su alto contenido en flavonoides, glicósidos y compuestos fenólicos; metabolitos secundarios encontrados en el extracto de *Zea mays* L.

2.4. EXTRUSIÓN DE LOS ALIMENTOS

2.4.1. DEFINICIÓN

La extrusión de alimentos es un método de cocción de alta temperatura en corto tiempo (HTS) utilizando como medio de reestructurar material alimenticio con contenido de almidón y/o proteínas y de esta formar elaborar diferentes tipos de alimentos texturizados (Vargas, 2009).

2.4.2. ELEMENTOS DEL EXTRUSOR

Un extrusor es una máquina para moldear materiales por el proceso de cambios de presión y calor, un extrusor de alimentos, consiste en un tornillo de Arquímedes con las aletas helicoidales adheridas a sus alrededor, con rotación corta, en una estrecha armadura cilíndrica encamisada (Unido, 2006).

2.4.3. FENÓMENOS OCURRIDOS DURANTE LA COCCIÓN-EXTRUSIÓN

El producto sufre una expansión y las cadenas proteicas así como las de almidón son modificadas, aumentando la superficie y haciéndose más atacable por los enzimas, con lo que el producto se hace más digestible (Valls, 1993).

2.5. INSUFLADO DE LOS ALIMENTOS

2.5.1. DEFINICIÓN

Operación por el cual ciertos granos, como algunas variedades de maíz, cuando son calentados se expanden y desarrollan características típicas de apariencia, aroma y textura que le dan una alta aceptabilidad entre los consumidores (Flores *et al*., 2017)

2.5.2. ELEMENTOS DE LA MAQUINA EXPANSORA

A través de un cañón de hierro de doble camisa fundido, comúnmente conocido con el nombre de tostadora de insuflar, que tiene una forma esférica de naturaleza sólida y maciza cuya capacidad varía desde las 2 libras hasta las 5 libras de carga. El manejo es manual de accionamiento mecánico. Existen cañones industriales de hasta 9 libras por carga con accionamiento también manual, pero que cuentan con un motor para que haga girar, además éste está provisto de una tapa de material termoestable inocuo y con un manómetro de aceite (Alcócer, 2009).

El cañón consiste en una cámara hermética con tapa y manómetro, las tapas de los cañones artesanales son de plomo con un alto peligro de toxicidad, ya que por cada 5 cargas se debe rellenar la tapa con plomo. Además de que está provisto de un soplote a gas para calentar el cañón (Alcócer, 2009).

2.5.3. FENÓMENOS OCURRIDOS DURANTE EL INSUFLADO

El proceso de insuflado, se fundamenta en la vaporización explosiva del agua interna de los granos de quinua. El expandido de la quinua abarca los siguientes pasos: hidratación o acondicionamiento del grano, precalentamiento, alimentación, calentamiento, expandido recepción, selección, endulzado y envasado (Alcócer, 2009).

2.6. ELABORACIÓN DE BEBIDAS EN POLVO

2.6.1. GENERALIDADES

Se puede definir a las bebidas en polvo de manera general como una mezcla de micro y macro ingredientes balanceados de tal forma que al disolverse en un líquido, proporcione sabor, color, textura y turbidez si así se requiere. Todo esto, contenido en presentaciones convenientes que permiten usarlos en el lugar y momento que el consumidor así lo desee permitiéndole disfrutar de una bebida a su gusto (Ciurlizza, 2009).

Zavala y Finkenthal; citados por Ciurlizza (2009) mencionan que las bebidas en polvo tienen una serie de ventajas respecto a las bebidas listas para tomar, como son:

- Sus presentaciones permiten almacenarlo en un espacio pequeño, ya sea en el hogar o incluso en los anaqueles de los supermercados y tiendas de conveniencia.
- Son fáciles de llevar y preparar.
- Permiten al consumidor ajustar el producto en cuanto a nivel de dulzor se refiere, obteniendo un producto único, enteramente a su gusto.

Actualmente existen bebidas instantáneas en polvo elaboradas a base de azúcar, edulcorantes no nutritivos o mezcla de ambos, lo cual permite al consumidor decidirse por el producto que mejor se adapte a sus necesidades dietéticas o de salud, ya sea personal o familiar.

2.6.2. INGREDIENTES EN LA ELABORACIÓN DE BEBIDAS EN POLVO

a. Sacarosa: La sacarosa, azúcar de mesa o azúcar de caña, es un disacárido de glucosa y fructosa. La sacarosa, o azúcar común, es un disacárido formado por alfa-glucopiranosa y beta-fructofuranosa. Su nombre químico es alfa-D-Glucopiranosil-(1→2)-beta-D-fructofuranósido, mientras que su fórmula es $C_{12}H_{22}O_{11}$. La sacarosa es el edulcorante más utilizado en el mundo industrializado que generalmente se extrae de la caña de azúcar, de la remolacha o del maíz y entonces es purificada y cristalizada (Sabini y Luis, 2012).

b. Emulsionantes: Una emulsión consiste en la dispersión de una fase, constituida por gotitas extremadamente pequeñas, en otra con la que no es miscible. Las emulsiones son en principio inestables, y con el tiempo las gotitas de la fase dispersa tienden a reagruparse, separándose de la otra fase. Es lo que sucede por ejemplo cuando se deja en reposo una mezcla previamente agitada de aceite y agua. Para que este fenómeno de separación no tenga lugar, y la emulsión se mantenga estable durante un período muy largo de tiempo se utilizan una serie de substancias conocidas como emulsionantes, que se sitúan en la capa límite entre las gotitas y la fase homogénea. Las propiedades de cada agente emulsionante son diferentes, y en general las mezclas se comportan mejor que los componentes individuales. Como ejemplo de emulsiones alimentarias puede citarse la leche, que es una emulsión natural de grasa en agua, la mantequilla, la margarina, la mayoría de las salsas y las masas empleadas en repostería, entre otras (Sabini y Luis, 2012).

Ejemplos de emulsionantes:

- E-322 Lecitina
- E-442 Fosfatidos de amonio, emulsionante YN, lecitina YN
- E-480 Acido estearil-2-láctico
- E-481Estearoil 2 lactilato de sodio
- E-482 Estearoil 2 lactilato de calcio

c. Colorantes: El color es uno de los principales atributos para la preferencia de un alimento. Loscolorantes alimentarios son un tipo de aditivos alimentarios que proporcionan color a los alimentos, si están presentes en los alimentos se consideran naturales y si por el contrario se añaden a los alimentos durante su preprocesado mediante la intervención humana se denominan artificiales. Suelen causar su efecto colorante en los alimentos en pequeñas cantidades (apenas concentraciones de centenas de ppm). En la actualidad la industria alimentaria emplea los colorantes alimentarios con el objeto de modificar las preferencias del consumidor (Jérome, 2012).

- **Colorantes naturales**

  Existen colorantes naturales, obtenidos a partir de los pigmentos vegetales como son los carotenoides y las xantofilas, o la curcumina (E 100), la riboflavina (E 101), las clorofilas (E 140) y el ácido carmínico o cochinilla (E 120) (Jérome, 2012).

d. Saborizantes: Los saborizantes son preparados de sustancias que contienen los principios sápido-aromáticos, extraídos de la naturaleza (vegetal) o sustancias artificiales, de uso permitido en términos legales, capaces de actuar sobre los sentidos del gusto y del olfato, ya sea para reforzar el propio (inherente del alimento) o transmitiéndole un sabor y/o aroma determinado, con el fin de hacerlo más apetitoso pero no necesariamente con este fin. Suelen ser productos en estado líquido, en polvo o pasta, que pueden definirse, en otros términos a los ya mencionados, como concentrados de sustancias (Sabini y Luis, 2012).

- **Naturales:** son obtenidos de fuentes naturales y por lo general son de uso exclusivamente alimenticio por métodos físicos tales como extracción, destilación y concentración.
- **Sintéticos:** elaborados químicos que reproducen las características de los encontrados en la naturaleza.
- **Artificiales:** obtenidos mediante procesos químicos, que aún no se han identificado productos similares en la naturaleza. Suelen ser clasificados como inocuos para la salud.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La investigación se realizó en: laboratorio de Fisicoquímica y Planta Piloto de la Facultad de Industrias Alimentarias. La evaluación biológica en el laboratorio del bioterio de la facultad de Zootecnia. Las pruebas de aceptabilidad de la bebida en la sala de cabina del laboratorio de Calidad Total; instalaciones pertenecientes a la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS

3.2.1. MATERIA PRIMA

Se trabajó con materia prima proveniente de la estación experimental del INIA de la región de Arequipa. La variedad seleccionada de quinua es la Pasankalla.

3.2.2. INSUMOS

- Goma xantana de grado alimentario: la ficha técnica se muestra en el en Anexo 1.
- Ácido cítrico de grado alimentario: la ficha técnica se muestra en el en Anexo 2.
- Antocianina natural de maíz morado: la ficha técnica se muestra en el en Anexo 3.
- Estevia como edulcorante natural: la ficha técnica se muestra en el en Anexo 4.
- Maltodextrina de grado alimentario: la ficha técnica se muestra en el en Anexo 5
- Saborizante de canela de grado alimentario: la ficha técnica se muestra en el en Anexo 6.
- Saborizante manzana de grado alimentario: la ficha técnica se muestra en el en Anexo 7.
- Lecitina de soya de grado alimentario: la ficha técnica se muestra en el en Anexo 8.

3.3. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

3.3.1. EQUIPOS

- Extrusor (IMBRAMAQ, PQ DRX-50, Brasil)
- Expansora (Elefante, Japan)
- Secador de bandejas (REDSA, Perú)
- Escarificadora (s/m, Perú)
- Balanza analítica (Sartorius, BP2105, Alemania)
- Estufa (memmert, FGMM0027UFE500, Alemania)
- Manto de calentamiento (GLAS COL, RX3002A, USA)
- Mufla (NABER, España)
- Viscosímetro Brookfield (ARSA, DV-II+PRO, USA)
- Selladora (samwin, SF 200S, China)
- Licuadora (Oster, 4655-053, México)
- Agitador vórtex (Thermo SCIENTIFIC, USA)
- Espectrofotómetro UV-Vis (SPEKOL 1500, Alemania)
- Refrigeradora (Daevoo Electronics, FR-146R/RS, China)

3.3.2. MATERIALES

- Vasos descartables de polietileno
- Envases laminados
- Ollas, bolsas de polietileno, pinzas, magnetos, crisoles.
- Papel filtro Whatman n° 1.
- Materiales de vidrio: baguetas, fiolas, matraces Erlenmeyer, pipetas, placas petri, probetas, tubos de ensayo, vasos de precipitado, bureta, entre otros.

3.3.3. REACTIVOS

- Ácido sulfúrico (p. a. J. T. Baker, México)
- Hidróxido de sodio (p. a. Merk, Alemania)
- Éter de petróleo (p. a. Merk, Alemania)
- Sulfato de cobre (p.a. J. T. Baker, USA)
- Sulfato de potasio (p. a. J. T. Baker, USA)
- Alcohol etílico rectificado 96 ° (Suministros Científicos, Perú)

- Reactivo 2,2 difenil-1-picrylhydrazyl (p. a. Sigma)
- Carbonato de sodio (p. a. Fisher scientific, USA)
- Reactivo de Folin-Ciocalteau (p. a. Merck, Alemania)

3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS

A las tres harinas de quinua escarificada (con fines de comparación), cocida en agua, insuflada, extruida y a la bebida en polvo se les realizó los siguientes análisis:

3.4.1. HUMEDAD

Se empleó el método 205.002 (NTP, 1979). Consiste en la determinación de la pérdida de masa experimentada por la muestra cuando es sometida a la acción de la temperatura. El producto previamente molido se secó a 130 ± 2 ºC bajo presión atmosférica normal durante una hora o hasta alcanzar peso constante.

3.4.2. FIBRA CRUDA

Se utilizó el método 205.003 (NTP, 1980). Consiste en someter al residuo proveniente de la extracción de grasa de la muestra, a una hidrolisis ácida y alcalina. El filtrado se seca en una estufa y se pesa. Se lleva a ignición en una mufla hasta destrucción de la materia orgánica y se vuelve a pesar. La diferencia de ambas pesadas, da el contenido de fibra cruda.

3.4.3. CENIZAS

Se determinó mediante método 205.004 (NTP, 1979). Al producto previamente molido se calcina en una mufla a 600 °C hasta obtener cenizas de color blanco y masa constante.

3.4.4. PROTEÍNAS

Se llevó a cabo mediante el método 205.005 (NTP, 1979). Se basa en la determinación indirecta del contenido de proteínas a través del dosaje del contenido de nitrógeno de la muestra. El nitrógeno contenido en la muestra es sometido a digestión con ácido sulfúrico concentrado en presencia de un catalizador y transformados en sulfato de amonio. El residuo se deja enfriar y se diluye con agua. Al agregar hidróxido de sodio se desprende el amoniaco presente por medio de un proceso de destilación y se recibe en una solución valorada de ácido sulfúrico. El contenido de nitrógeno se determina valorando el exceso de ácido, con

solución de hidróxido de sodio o potasio.

3.4.5. GRASA

Se llevó a cabo por el método 205.006 (NTP, 1980). A la muestra molida y homogeneizada se extrajo la grasa mediante la acción de un solvente, éste se evaporó y se determinó la masa del extracto seco resultante.

3.4.6. CARBOHIDRATOS

El contenido de carbohidratos se obtuvo por diferencia de acuerdo a Collazos *et al.* (1993)

3.4.7. ENERGÍA TOTAL

Se realizó de acuerdo a Collazos *at al.* (1993). Se basa en el cálculo del aporte calórico de los macronutrientes (hidratos de carbono, lípidos y proteínas) ya que básicamente éstos son los que van a proporcionar energía al cuerpo al ser absorbidos.

3.4.8. VISCOSIDAD

Se determinó mediante el viscosímetro rotacional de Brookfield modelo DV-II+PRO, siguiendo la metodología propuesta por Gassem y Frank (1991**).** Se fundamenta en la medida de medida de la resistencia a la deformación de un fluido.

3.4.9. MINERALES

Se empleó el método descrito por AOAC (2012). Se basa en la destrucción de la materia orgánica por vía seca hasta lograr la digestión del alimento para posteriormente solvatar los residuos con ácido nítrico diluido para la posterior determinación del analito por espectrofotometría de absorción atómica con llama.

La determinación de fósforo se basa en la reacción del fosfato inorgánico en medio ácido con el molibdato(MoO_4^{2-}) para dar fosfomolibdato ($[PO_412MoO_3]^{3-}$), que es reducido por el ácido ascórbico a azul de molibdeno, desarrollándose el color en medio arsenito/citrato. El arsenito/citrato se combina con el exceso de molibdato impidiendo su reacción posterior con el fosfato liberado de los ésteres lábiles. El color obtenido se mide entre 620 y 650 nm.

3.4.10. RELACIÓN DE PROTEÍNA NETA (NPR)

Se empleó el método descrito por Campbell (1963) quienes obtuvieron el NPR mediante diferencia de ganancia de pesos entre el grupo experimental alimentado con proteína y el grupo control alimentado con una dieta exenta de proteína y dividido por la proteína consumida.

Para llevarlo a cabo se emplearon 6 ratas machos, albinas de la raza Holtzman, de 21 días de edad, recién destetados, con peso promedio de 42 g; las que fueron mantenidos en jaulas metálicas individuales (Anexo 15), con temperatura constante (22 ± 2 °C) e iluminación controlada, recibiendo agua *ad libitum* durante todo el experimento. Para la evaluación de las harinas se adaptaron a las necesidades y requerimientos nutricionales de la rata según Sotelo *et al.* (2006). La evaluación tuvo una duración de 18 días incluyendo 3 días de acostumbramiento a sus respectivas jaulas y a la dieta. Para la evaluación de la orina y heces se consideraron 3 grupos de 6 ratas para cada tratamiento. Se registró diariamente los pesos totales de cada grupo de alimento.

3.4.11. VALOR BIOLÓGICO (VB)

Se empleó el método descrito por Mitchell (1924). Es el porcentaje de nitrógeno absorbido que es retenido por el animal. Constituye la proporción de la proteína de alimento que puede ser utilizada por el animal para sintetizar substancias orgánicas y tejidos corporales. Para ello se hace una prueba de balance de nitrógeno (medición de nitrógeno en alimento, heces y orina). La evaluación biológica se realizó durante 6 días en jaulas metabólicas individuales, las que se muestran en el Anexo 16.

3.4.12. DIGESTIBILIDAD APARENTE (DA)

Se llevó a cabo mediante el método descrito por Mitchell (1924). Definida como la fracción de nitrógeno el cual es absorbido. Se determina mediante la diferencia entre la cantidad de nitrógeno ingerido y el excretado expresado como una proporción del nitrógeno ingerido.

3.4.13. EVALUACIÓN SENSORIAL

Para decidir sobre la mejor bebida se realizó la prueba de Grado de Satisfacción y de Preferencia Ampliada (Anexo 9 y 10), para tal efecto se recurrió a 50 jueces seminternados

según recomendación de Anzaldúa (1994). La muestra fue diluida, para tal efecto se pesaron porciones de 20 g de bebida en polvo y se reconstituyó con 240 ml de agua de agua hervida y fría según referencia de Rivera *et al.* (2008).

3.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

En la Figura 5 se presenta el proceso seguido para la obtención de harina quinua extruida, insuflada y cocida en agua. A continuación se describe cada una de las etapas:

3.5.1. PROCESO DE OBTENCIÓN DE HARINAS DE QUINUA EXTRUIDA

- **a. Extrusión.** La operación se realizó en un extrusor tipo tornillo doble, sistema de acondicionamiento de los granos al ingreso a la zona de alimentación del cañón, proporcionando la humedad necesaria al producto.
- **b. Enfriado.** La quinua extruida fue recepcionada en bandejas, en este proceso el producto se enfrió a temperatura ambiente además de eliminarse parte del agua.
- **c. Molienda. S**e realizó mediante un molino de discos con un tamaño de malla 0.5 mm.
- **d. Envasado.** El envasado se realizó en bolsas de polietileno haciendo uso de una en selladora manual.
- **e. Almacenamiento.** El almacenamiento se realizó a 20 °C.

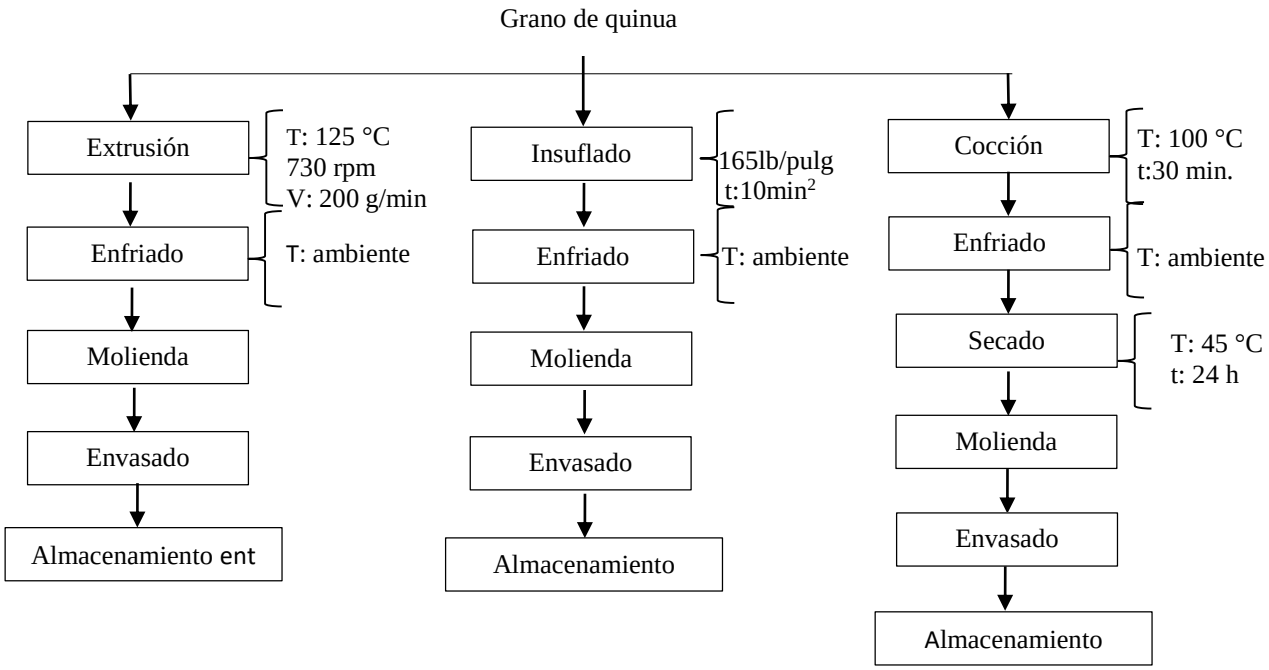


Figura 5: Flujo de operaciones para la obtención de quinua extruida, insuflada y sometida a cocción.

3.5.2. PROCESO DE OBTENCIÓN DE HARINA DE QUINUA INSUFLADA

a. Insuflado. El proceso de insuflado se realizó según la recomendación de COMPASUR (2009), quien aconseja que, después del transporte de la materia prima hacia el cañón el cual se cerró herméticamente, el grano debe ser sometido a un calentamiento por el lapso de diez minutos en la que el manómetro marca una presión de 165 lb/pulg^2.

b. Enfriado. Se realizó tal como se indica en el ítem 3.5.1: b

c. Molienda. Se hizo tal como se indica en el ítem 3.5.1: c

d. Envasado. Se llevó a cabo tal como se indica en el ítem 3.5.1: d

e. Almacenamiento. Se realizó tal como se indica en el ítem 3.5.1: e

3.5.3. PROCESO DE OBTENCIÓN DE HARINA DE QUINUA SOMETIDA A COCCIÓN

a. Cocción en agua. Luego del escarificado, según evaluaciones experimentales preliminares, los granos fueron sometidos a cocción a una temperatura de 100 °C por 30 minutos. El proceso se realizó en una olla de acero inoxidable y cocina industrial.

b. Enfriado. El enfriado se realizó a temperatura ambiente, dejando reposar la quinua cocida en la olla.

c. Secado. Se procedió al secado de los granos cocidos en un secador de bandejas, para reducir el contenido de humedad hasta 10por ciento, a una temperatura de 45 °C.

d. Molienda. Se llevó a cabo tal como se indica en el ítem 3.5.1: c

e. Envasado. Se llevó a cabo tal como se indica en el ítem 3.5.1: d

f. Almacenamiento. Se realizó tal como se indica en el ítem 3.5.1: e

3.5.4. PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA BEBIDA EN POLVO

Las cuatro harinas (quinua escarificada, extruida, insuflada y cocida en agua) fueron sometidas a evaluación de su valor biológico, relación de proteína neta y digestibilidad aparente. La harina que mostró el mejor valor nutricional, se destinó para la obtención de la bebida en polvo y cuyas etapas se presenta en la Figura 6:

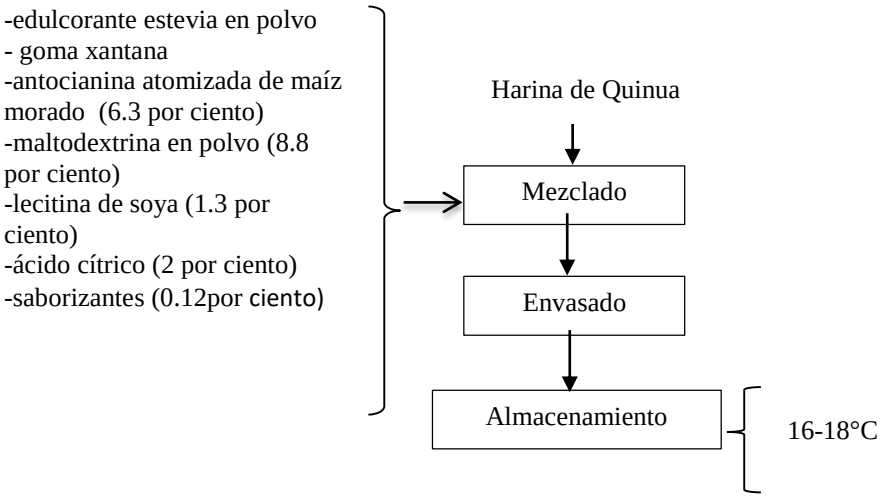


Figura 6: Flujo de operaciones para la obtención de una bebida en polvo a base de quinua, edulcorante de estevia en polvo y extracto atomizado de maíz morado.

a. **Mezclado de la harina con los insumos.** Los insumos requeridos para el proceso fueron pesados según la dosificación obtenida previamente por ensayos de formulación y sometidos a un mezclado con la finalidad de obtener una mezcla homogénea.
b. **Envasado y sellado de la harina.** El envasado se realizó en una envasadora manual según el gramaje determinado (20 g).
c. **Almacenamiento.** El almacenamiento se realizó a temperaturas por debajo de 18 °C.

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

En la Figura 7 se presenta el esquema experimental de la comparación nutricional de harinas de quinua: extruida, insuflada y sometida a cocción, para la elaboración de una bebida en polvo. Las harinas de quinua escarificada, cocida, insuflada y extruida fueron sometidas a los siguientes análisis: evaluación biológica en ratas (NPR, VB, Da), minerales, análisis químico proximal y energía total.

La muestra que obtuvo mayor valor nutricional (NPR, VB, Da), fue seleccionada para continuar con la investigación. En esta se realizaron cuatro formulaciones, combinando dos concentraciones de goma xantana (0.5 por ciento y 1.5 por ciento) y dos concentraciones de

estevia (0.5 por ciento y 1 por ciento), como edulcorante. El producto obtenido fue valuado sensorialmente (ítem 3.4.13) y los reportes estadísticamente (ítem 3.7). En la formulación que presentó mejores características sensoriales se realizó los siguientes ensayos: evaluación biológica en ratas: NPR, VB, Da; minerales, análisis químico proximal, viscosidad y energía total.

3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la evaluación biológica se realizaron análisis de varianza (ANVA) a un nivel de significancia de 0.05. Se utilizó la prueba de Tukey para identificar los mejores tratamientos. Para los datos que no hayan cumplido con las pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas, se realizaron análisis de varianza no paramétrica de Kruskal-Wallis (Porras *et al.,* 2013).

En el segundo experimento de la investigación el diseño estadístico empleado para los análisis de la evaluación sensorial de los tratamientos fue la prueba no paramétrica de Friedman a un nivel de significancia de 0.05 (Porras *et al.,* 2013).

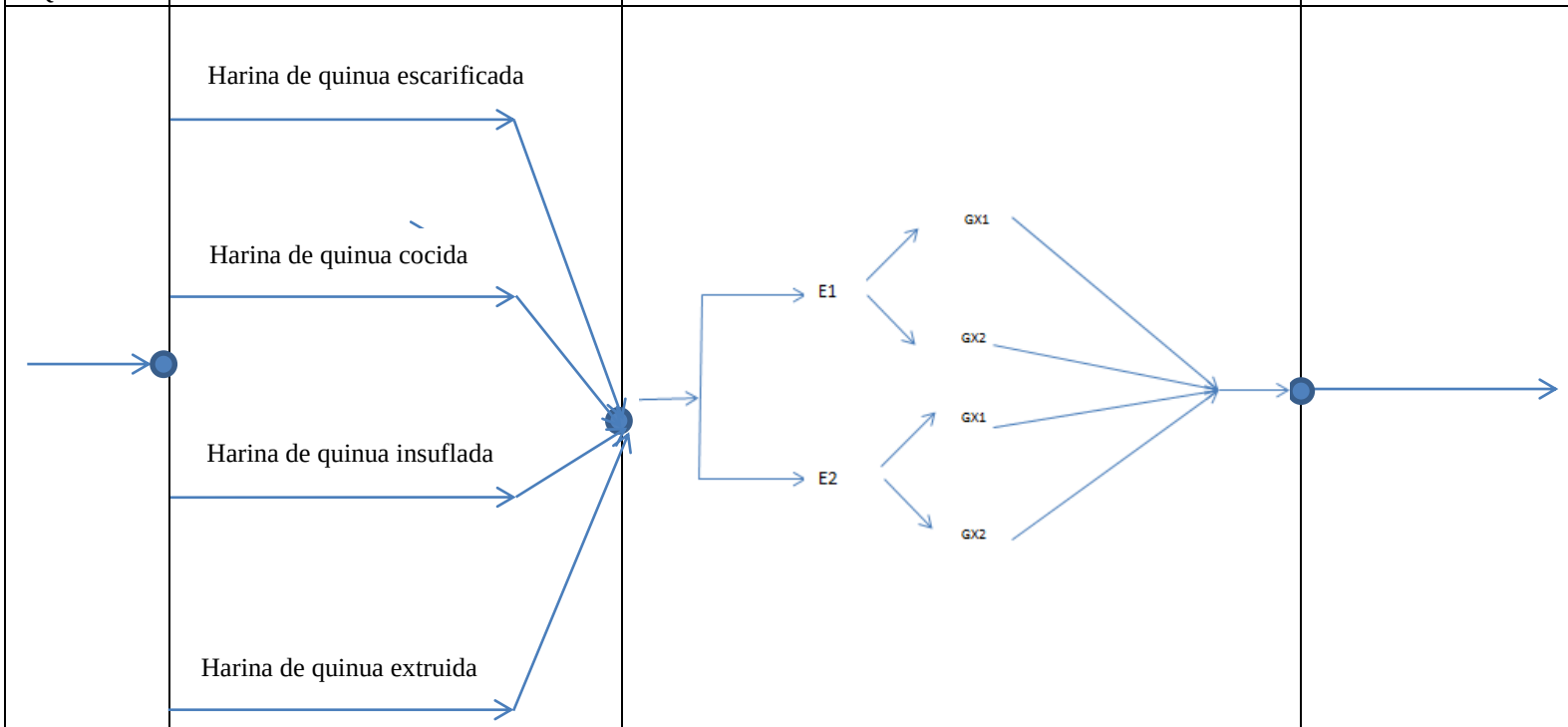
QUINUA	HARINAS	BEBIDAS	CARACTERIZACION
			
	Evaluación biológica en ratas (NPR, VB, Da), evaluación de minerales, análisis químico proximal y energía total.	Evaluación sensorial de en un total cuatro combinaciones que resulta dos niveles (2X2) en cada factor : FACTOR1 → E: edulcorante de estevia 0.5 y 1 % FACTOR 2 → GX: Goma xantana 0.5 y 1.5 %	En la mezcla pulverulenta se realizará: evaluación biológica en ratas (NPR, VB, Da), evaluación de minerales, análisis químico proximal y energía total

Figura 7: Esquema experimental para la comparación nutricional de las harinas de quinua extruida, insuflada y sometida a cocción, y la elaboración de la bebida en polvo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 COMPARACIÓN NUTRICIONAL DE HARINAS DE QUINUA ESCARIFICADA, EXTRUIDA, INSUFLADA Y COCIDA EN AGUA

En el Cuadro 8 se muestra el contenido químico proximal en base seca de las harinas de quinua escarificada, extruida, insuflada y cocida en agua.

4.1.1. CONTENIDO DE GRASA

El contenido de grasa expresado como porcentaje en base seca, disminuyó en la quinua cocida, extruida e insuflada respecto a la quinua escarificada. El valor obtenido en la quinua escarificada se encontró dentro del rango reportado por la FAO (2013), quien encontró 4.46 a 9.50 por ciento, en 92 evaluaciones realizadas para diversas variedades de quinua. Los cambios que sufre el contenido de grasa, pueden darse por diferentes mecanismos, como son la oxidación, la isomerización o hidrogenación (Bjiirckt y Asp, 1983), originados durante el procesamiento. Por otro lado, los monoglicéridos y ácidos grasos libres forman complejos con amilosa durante la extrusión y cocción, dificultando su extracción con disolventes orgánicos (Gui and Ryu, 2014). Para el caso de la quinua insuflada esta disminución podría deberse a la volatilización de algunos ácidos grasos debido a la alta temperatura (Luna, 2005).

4.1.2. CONTENIDO CENIZA

En ceniza no se observó una mayor variación entre las harinas de quinua extruida y cocida; sin embargo, experimentaron una reducción en comparación a la quinua escarificada, posiblemente se deba a los minerales que, durante la extrusión, participan en diferentes interacciones con distintos elementos y algunos nutrientes como las proteínas y la fibra dietética (Cerón *et al*., 2016). La harina de quinua insuflada disminuyó (30.10 por ciento) respecto a la escarificada (Anexo 12); probablemente debido al cambio brusco de presión que ocasionó la pérdida de la cubierta de la semilla (Figura 3) que es donde se concentra una importante cantidad de minerales (Nascimento *et al*., 2014).

Cuadro 8: Contenido químico proximal (g/100 g, bs.) de las harinas de quinua escarificada, extruida, insuflada y sometida a cocción

Análisis	Harina de quinua escarificada	Harina de quinua extruida	Harina de quinua insuflada	Harina de quinua cocida en agua
Humedad	12.32	7.31	9.29	9.49
Grasa	7.47	4.67	4.43	6.79
Ceniza	2.79	2.61	1.95	2.69
Proteína	13.89	14.19	9.91	13.65
Fibra cruda	3.10	1.47	2.10	2.40
Carbohidratos	75.85	78.53	83.71	76.86
Energía (kcal/100 g)	426.18	412.94	414.34	423.19

4.1.3. CONTENIDO DE PROTEÍNA

Con respecto a la proteína, no se encontró diferencias entre las harinas de quinua escarificada, cocida y extruida (Anexo 13). La harina de quinua insuflada disminuyó en un 28.65 por ciento respecto a la quinua escarificada, probablemente debido al intenso y prolongado tratamiento térmico que produjo la pérdida de nitrógeno por el sobrecalentamiento. Al respecto, Fennema *et al*. (2010) menciona que los alimentos sometidos a tratamientos térmicos y mecánicos intensos, conducen a la formación de enlaces cruzados covalentes isopeptídicos, reacción de Maillard, oxidación de aminoácidos y una desaminación, afectando así el valor nutricional y el contenido de nitrógeno total.

4.1.4. FIBRA CRUDA

El contenido de fibra cruda disminuyó en todos los tratamientos con respecto a la escarificada. La quinua insuflada disminuyó en 32.25 por ciento, probablemente debido al incremento de la presión del proceso de expandido que elimina la episperma (que envuelven al grano) que contiene el mayor porcentaje de fibra soluble en insoluble (Figura 2 y 3). La quinua cocida disminuyó en un 22.58 por ciento, y la quinua extruida en un 52.58 por ciento; esta reducción posiblemente se presenta porque la alta presión, la temperatura elevada y la cizalla fragmenta moléculas más grandes de hidratos complejos de carbono en moléculas más pequeñas que son solubles en agua; así mismo los fragmentos de fibra se unen para formar complejos grandes con otros compuestos y participan en la reacción de Maillard (Cerón *et al*., 2016).

4.1.5. CONTENIDO DE HUMEDAD

Las muestras experimentaron diferentes comportamientos en humedad. El menor contenido de agua correspondió a la harina de quinua extruida 7,31 por ciento, seguida por la insuflada 9.29 por ciento, cocida 9.49 y escarificada 12,32 por ciento.

4.2. MINERALES

En el Cuadro 9 se reportan los contenidos de minerales realizado en harina escarificada, extruida, insuflada y cocida en agua. Las muestras escarificada, extruida y cocida en agua, reportaron un alto contenido de fósforo, que podrían contribuir a cubrir las necesidades de fosfato cuyos requerimientos están en el orden de 500 a 700 mg/día para niños de 4 a 8 años y hombres mayores a 19 años, respectivamente. Los valores encontrados se encuentran dentro de los reportados por Ruales *et al.*; citado por Reyes (2006) quienes encontraron de 145 a 540 mg/100 g en base seca. No se encontró diferencias entre las muestras de quinua escarificada, extruida y cocida; pero si en quinua insuflada (Cuadro 9).

La disminución del contenido de fósforo para el caso de la quinua insuflada, se podría deber al desprendimiento de corteza externa del grano que causan la pérdida de varios minerales, como el fósforo, el magnesio y potasio que se encuentran en los tejidos embrionarios; mientras que el calcio y el potasio también se encuentran en pericarpio y corteza de la semilla (Konishi *et al*., 2004).

Las harinas de quinua escarificada, extruida, insuflada y cocida en agua mostraron un importante aporte de potasio y en bajas proporciones sodio. Al respecto FAO (2011), menciona que la quinua contiene el doble de potasio que el trigo, el cuádruple que el maíz y ocho veces más que el arroz; sin embargo los valores encontrados en esta investigación fueron inferiores a los reportados 907 mg / 100 g ms por Kozioł; citado por Nowak *et al.* (2016)

Respecto al magnesio, se determinó que los valores oscilan entre 165.73 mg/100 g en base seca para quinua cocida en agua, hasta 99.22 mg/100 g en base seca para quinua insuflada, esta última reportó una pérdida de 40 por ciento respecto a la quinua escarificada. Al respecto FAO (2011) encontró 270 mg/100 g en base seca, Ruales y Nair (1992) 170 a 230 mg/100

g de materia seca, y Kozioł; citado Nowak *et al.* (2016) 362 mg / 100 g en base seca. La muestra sometida a proceso de insuflado es diferente a las otras, y es posible se deba a pérdida de la corteza externa del grano por efecto del proceso.

Cuadro 9: Contenido de minerales (mg/100 g, bs.) de las harinas de quinua escarificada, extruida, insuflada y cocida en agua

Minerales (mg/ 100 g)	Quinua escarificada	Quinua extruida	Quinua insuflada	Quinua cocida en agua
P	387.78	356.04	198.43	375.65
K	741.34	739.05	540.17	734.72
Ca	45.62	43.16	22.04	66.29
Mg	165.38	167.23	99.22	165.73
Na	34.22	32.37	22.05	33.15
Zn	1.48	1.62	1.32	1.22
Cu	0.57	0.54	0.44	0.66
Mn	0.80	0.86	0.33	0.88
Fe	6.62	7.82	4.63	6.57

Los contenido de zinc en las harinas de quinua escarificada, extruida, insuflada y cocida en agua, fueron menores a los reportados 4.8 mg/100 g y 2.1 a 6.1 mg/ 100 g de materia seca para la quinua cruda reportados por FAO (2011) y Ruales y Nair (1992), respectivamente. Las diferencias posiblemente se deben a la variedad y labores culturales con la que se trabajó. No encontró diferencias en las muestras evaluadas.

Respecto al cobre los valores encontrados fueron similares a los reportados por Mota *et al*. (2016), quienes determinaron para la quinua cruda 0.502 y para cocida 0.461 mg/100 g en base seca. No encontró diferencias en las muestras evaluadas.

El contenido de manganeso en harinas de quinua escarificada y harina de quinua cocida fueron 0.80 mg/ 100 g y 0.88 mg/ 100 g en base seca, respectivamente, siendo valores inferiores a los determinados por Mota, *et al*. (2016), quienes reportaron para la quinua cruda 1.89 y 1.91 para la quinua cocida en agua.

Respecto al contenido de hierro, la harina obtenida por escarificado indicó 6.62 mg/100g, las muestras extruidas incrementaron este contenido en 18.13 por ciento y las insufladas se redujeron en 30 por ciento. Al respecto Barriga (2008), atribuye este incremento a la migración del hierro del equipo hacia el alimento donde influye la temperatura, tiempo y área de contacto. Los valores obtenidos en las harinas fueron inferiores al contenido promedio 12 mg/ 100 g en base seca y 9.47 mg / 100 g en base seca, presentado por Reyes y Koziol; citados Nowak *et al*. (2016), respectivamente.

Los contenidos de calcio en las muestras variaron desde 22.04 quinua insuflada hasta 66.29 quinua cocida en agua; reportando la extruida 43.16 y la escarificada 45.62 mg/100g. El mayor porcentaje de este mineral encontrado en la muestra cocida, es posible se deba al aporte del agua durante la cocción. Los valores indicados, se encuentran dentro del rango 46 a 340 mg/100 g en base seca, reportado por Ruales y Nair (1992). Reyes (2006) al analizar 19 variedades de quinua encontró el mayor porcentaje de calcio en la variedad de quinua rosada de puno con 124 mg/100 g y la menor cantidad en la variedad Pasankalla (Bolivia) con 47 mg/100g. Las pérdidas, para el caso de la insuflada pudo haberse debido al desprendimiento de la corteza del grano durante el proceso de expandido, ya que el calcio se localiza en las capas superficiales de las semillas (Bonamino *et al*., 2009) Al respecto, Konishi *et al*. (2004) afirman que el uso de procesos abrasivos bien puede explicar estas pérdidas y por lo tanto los contenidos más bajos de calcio

4.3. EVALUACIÓN BIOLÓGICA

En el Cuadro 10 se muestran las raciones balanceadas para cada harina de quinua obtenida, las que fueron elaboradas siguiendo las recomendaciones de Sotelo *et al.* (2006). Es importante destacar que la harina de quinua insuflada, que obtuvo el menor porcentaje de proteína, limitó el cálculo calórico a 380 Kcal/ 100 g y 8 por ciento de proteína.

Cuadro 10: Ración balanceada para cada tipo de harina de quinua

Ingredientes (g)	Quinua escarificada	Quinua extruida	Quinua insuflada	Quinua cocida en agua
harina	64.86	60.72	63.92	87.87
sales minerales	4.00	4.00	4.00	4.00
vitaminas	5.00	5.00	5.00	5.00
grasa	5.15	3.80	3.70	3.12
fibra	4.79	5.36	4.11	0.01
maicena	16.20	21.12	19.27	0.00
total	100.00	100.00	100.00	100.00

El Cuadro 11 muestra los resultados de evaluación biológica de las harinas de quinua escarificada, extruida, insuflada y cocida en agua.

Respecto a NPR, la evaluación estadística encontró diferencias significativas entre la quinua escarificada y las demás, siendo similares la extruida y la cocida. Con referencia a los valores determinados, resultados similares reportaron Mendoza y Bressani (2014), quienes encontraron valores de 2.19 y 2.35 para granos de *Amarantus cruentus y caudatos*, respectivamente, y de 3.04 a 3.59 para los extruidos. La harina de quinua insuflada disminuyó drásticamente en un 73.87 por ciento, probablemente debido al bajo consumo del alimento por los animales. Así mismo Imeri *et al*.; citados por Bressani (1999), mostraron valores de NPR de 3.28 para granos de *Amaranthus caudatus* sometidos a cocción; Sood (2007) reportó 1.87 para el grano de *Chenopodium* (Bathua) y Gutiérrez *et al*. (2008) 3.07 y 2.47 para el extruido de maíz y para harina de maíz, respectivamente; valores que se encuentran dentro del rango determinados en esta investigación.

Sobre el valor biológico, la evaluación estadística no encontró diferencias significativas para harina escarificada, comparada con la extruida y cocida en agua, siendo diferente este valor en harina insuflada (Anexo 12). La extruida y la cocida incrementaron el valor biológico en 2.64 y 8.47 por ciento, respecto a la escarificada, respectivamente. Valores similares 64.69 por ciento fueron reportador por Sood (2007), para *Chenopodium* (Bathua). Así mismo, Pedersen *et al.* (1987) encontraron valores altos para granos de *Amaranthus* 85 a 86.5 por ciento y para los insuflados desde 83 a 87.6 por ciento, debido a la materia prima y

posiblemente al proceso seguido para la obtención de harina.

Cuadro 11: Resultados de evaluación biológica de las harinas de quinua escarificada, extruida, insuflada y cocida en agua

Evaluación biológica	Quinua escarificada	Quinua extruida	Quinua insuflada	Quinua cocida
NPR	2.22 ± 0.33 [b]	2.95 ± 0.41 [a]	0.58 ± 0.24 [c]	2.78 ± 0.18 [a]
Valor biológico (%)	67.56 ± 4.26 [a]	69.35 ± 6.94 [a]	57.13 ± 5.72 [b]	73.28 ± 3.47 [a]
Digestibilidad aparente (%)	70.84 ± 4.06 [a]	74.01 ± 2.69 [a]	39.66 ± 3.60 [b]	69.87 ± 1.57 [a]

[1]Promedio de seis repeticiones ± DS.
[2]Los valores medios que presentan letras diferentes dentro de la misma fila muestran diferencias significativas cuando se someten a la prueba de Tukey ($p<0.05$)

En lo que respecta a la digestibilidad aparente, las muestras escarificada, extruida y cocida fueron similares siendo diferente la insuflada (Anexo 13). Al comparar estos valores con lo reportado para caseína 96.3 por ciento por FAO (1981), se puede afirmar que la digestibilidad de la harina escarificada, extruida y cocida son inferiores, sin embargo son superiores a los indicados por Brassani (1991), quien determinó 59.8, 51.4 y 52.9 por ciento para frejoles blancos, negros y rojos, respectivamente. Por su lado, García (1979) encontró valores superiores de digestibilidad aparente en la quinua, 85.57 y 84.72 por ciento para quinua sin lavar y lavada, respectivamente. Sood (2007) reportó valores de 70.47 por ciento para *Chenopodium Bathua* y Gutiérrez *et al*. (2008) encontró valores para el extruido de maíz 78.4 por ciento.

La harina extruida incrementó su digestibilidad aparente en 4.47 por ciento, respecto a la escarificada. La mejora de la digestibilidad de las proteínas después del proceso de extrusión podría atribuirse a la reducción o eliminación de diferentes factores antinutricionales. El ácido fítico, el inhibidor de la tripsina y los taninos y polifenoles condensados interactúan con la proteína para formar complejos. Esta interacción aumentó el grado de entrecruzamiento, disminuyendo la solubilidad de las proteínas y haciendo que los complejos proteicos sean menos susceptibles al ataque proteolítico que la misma proteína sola (Reddy *et al.,* 1985).

La digestibilidad de la harina de quinua insuflada disminuyó en un 44.01 por ciento, lo cual podría deberse al aumento de la severidad del tratamiento térmico que produce una disminución de la digestibilidad de proteínas (Bjiirckt y Asp, 1983), así mismo se determinó que el valor obtenido está por debajo de lo reportado 78.7 y 76 por ciento, por Bressani (1989) para el grano *Amaranthus Caudatus* y para el insuflado, respectivamente.

Las diferencias encontradas en esta investigación respecto a los reportados por los autores antes indicados, probablemente se deban a la formulación de la ración donde se trabajó en función al menor porcentaje de proteína encontrado (harina insuflada). Además, la digestibilidad aparente, el valor biológico y el NPR de la quinua insuflada fue menor que los demás procesos tecnológicos, esto demuestra que la cocción prolongada podría ocasionar una disminución del valor nutricional de la proteína (Rojas y Villanueva, 2007).

Por las razones expuestas, para continuar con la investigación se eligió a la harina obtenida por extrusión dado a su mayor contenido de NPR y digestibilidad.

4.4. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA BEBIDA E POLVO

En la Figura 8 se muestra los resultados de la prueba de preferencia ampliada para los atributos de sabor, color, olor y consistencia. Los cuatro tratamientos mostraron un *p valor* > 0.05, no encontrando diferencias significativas en las formulaciones (Anexo 14) El análisis descriptivo asignó un menor porcentaje para los atributos sabor, olor y consistencia, para la muestra que contenía 0.5 por ciento de goma xantana y 1 por ciento de estevia; concluyendo que esta formulación tiene la mayor preferencia por los jueces.

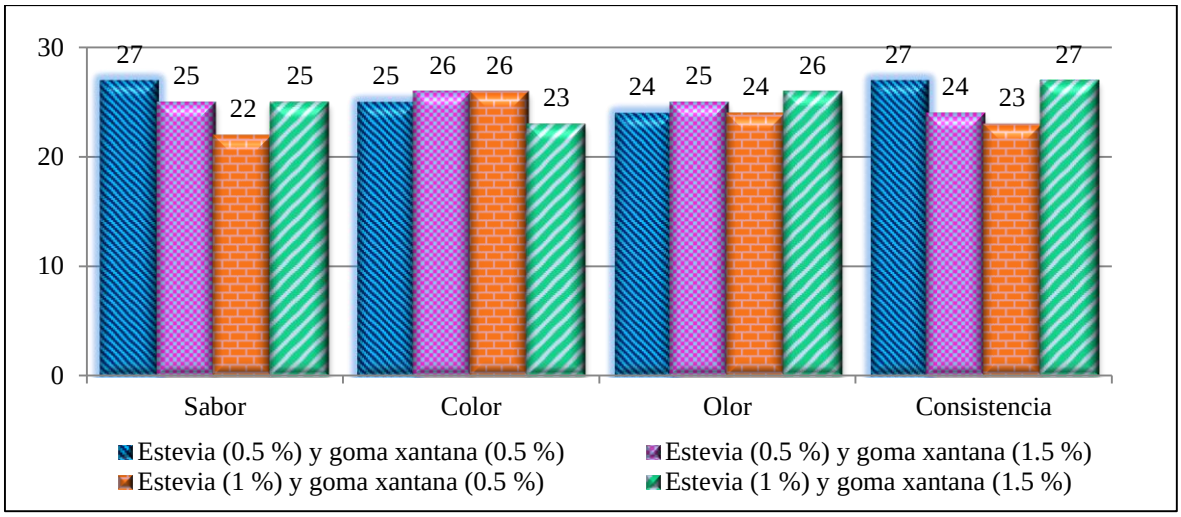


Figura 8: Porcentaje de jueces que prefieren cada tratamiento para los atributos de sabor, color, olor y consistencia.

En la Figura 9 se muestran los porcentajes de grado de satisfacción para el sabor. El mayor puntaje 35.3 por ciento lo obtuvo la formulación con 1 por ciento de estevia y 0.5 por ciento de goma xantana, correspondiendo a la escala "me gusta ligeramente"; seguida por la formulación que contenía 1 por ciento de estevia y 1.5 por ciento de goma xantana a la que 29.4 por ciento de los jueces calificaron como "me gusta bastante"; la formulación que contenía 0.5 por ciento de estevia y 0.5 por ciento goma xantana fue calificada como "me disgusta ligeramente" (25 por ciento de jueces). Ningún juez otorgó a las formulaciones la calificación me "disgusta mucho" y "me disgusta extremadamente". En función a los resultados obtenidos, se puede concluir que los jueces mostraron mayor disposición a la aceptabilidad del producto.

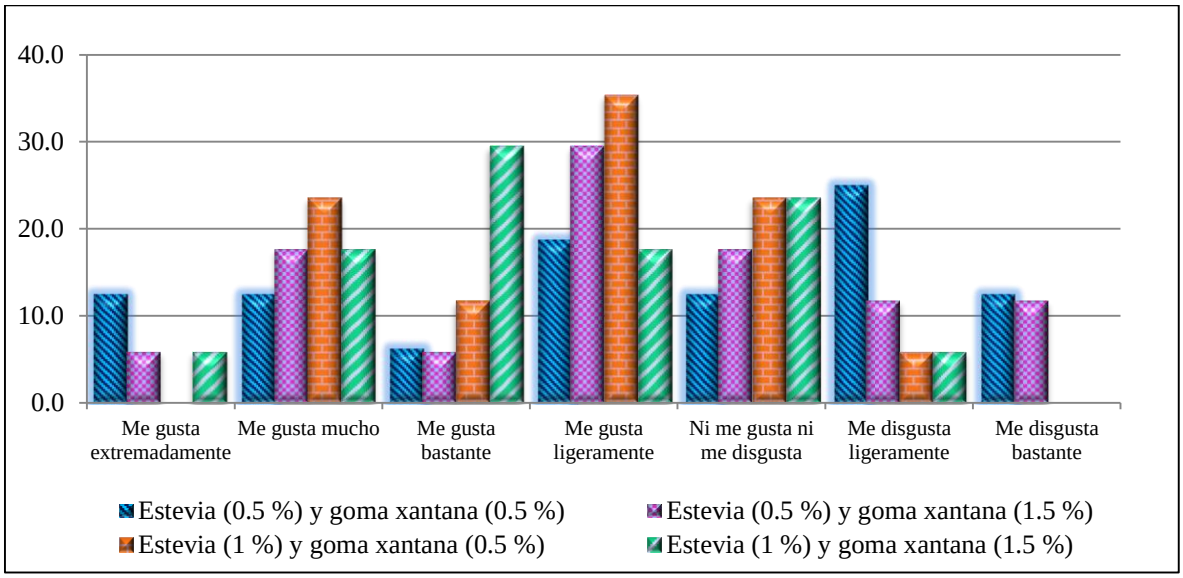


Figura 9: Porcentaje de grado de satisfacción para el sabor.

En la Figura 10 se reportan los resultados del porcentaje de grado de satisfacción para el color. Las formulaciones con 0.5 y 0.5; 0.5 y 1.5, porciento de estevia y goma xantana, respectivamente, fueron calificadas por 35.3 por ciento de jueces con la escala "me gusta ligeramente". El 23.5 por ciento de jueces calificaron como “me gusta bastante” a la formulación con 1 por ciento de estevia y 0.5 por ciento de goma xantana. La menor aceptabilidad fue otorgada a la formulación 0.5 por ciento de estevia y 1.5 por ciento de goma xantana calificándola como “me disgusta bastante” (5.9 por ciento de jueces).

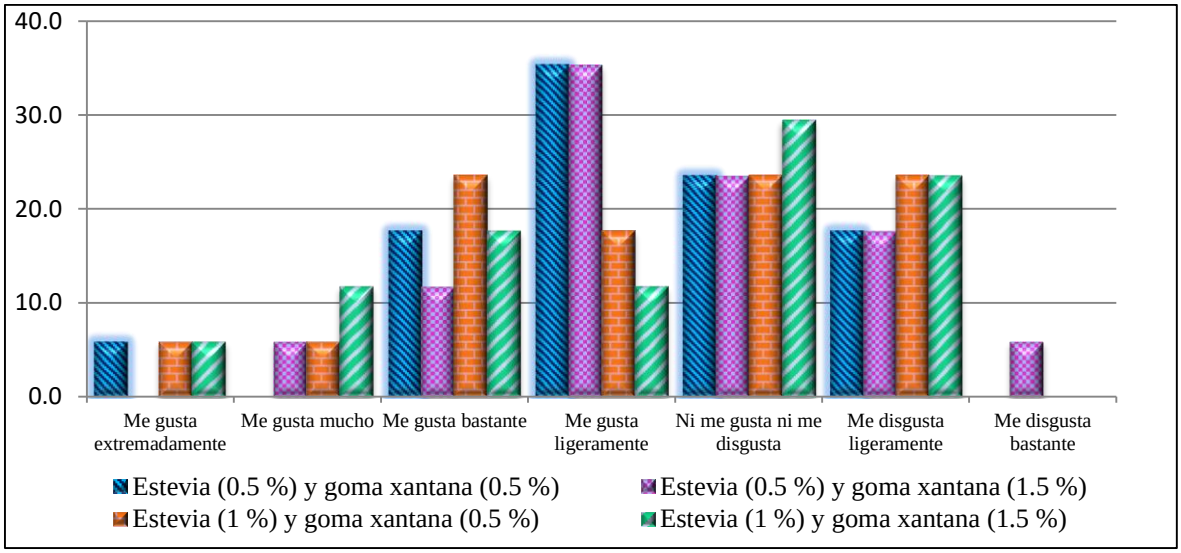


Figura 10: Porcentaje de grado de satisfacción para el color.

La Figura 11 muestra el porcentaje de grado de satisfacción para el olor. El 41.2 por ciento de los jueces calificaron como “me disgusta ligeramente” a la muestra que contenía 1 por ciento de estevia y 0.5 por ciento de goma xantana; 23.5 por ciento de los jueces calificaron como “me gusta bastante” a la muestra que contenía 1 porciento de estevia y 1.5 por ciento de goma xantana.

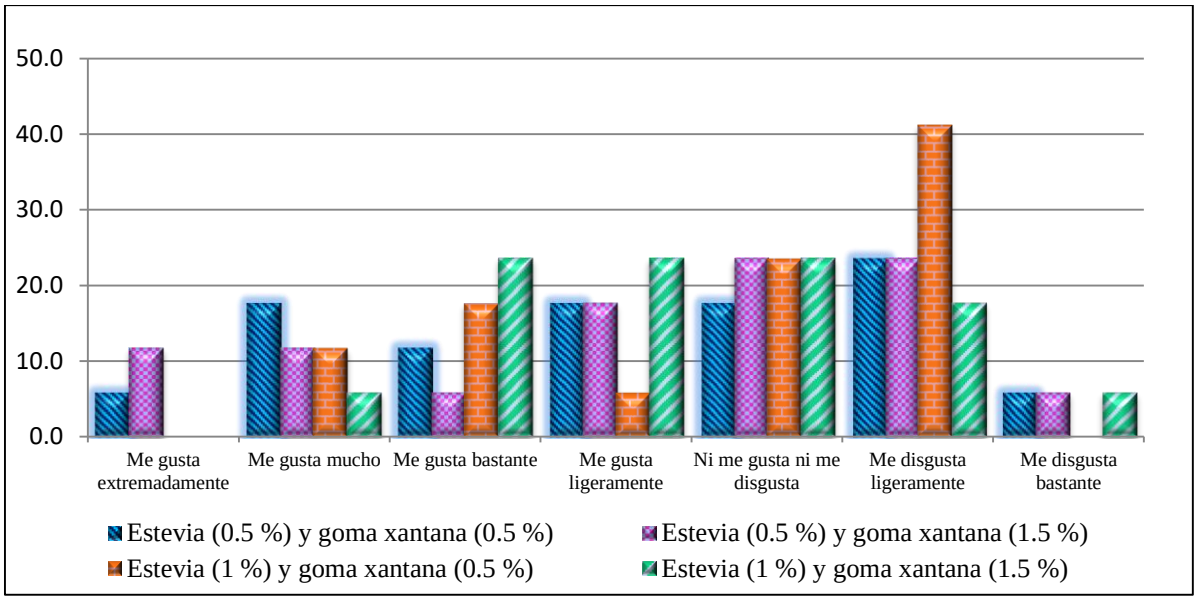


Figura 11: Porcentaje de grado de satisfacción para el olor.

La Figura 12 muestra el porcentaje de grado de satisfacción para la aceptabilidad general. El 41.1 y 37 por ciento de los jueces calificaron como "me gusta ligeramente", a las muestras que contenía 1 por ciento de estevia y 0.5 por ciento de goma xantana, 1 por ciento de estevia y 1.5 por ciento de goma xantana, respectivamente. El 35.3 por ciento de los jueces calificaron como "me gusta bastante a la formulación con 1 por ciento de estevia y 0.5 por ciento de goma xantana.

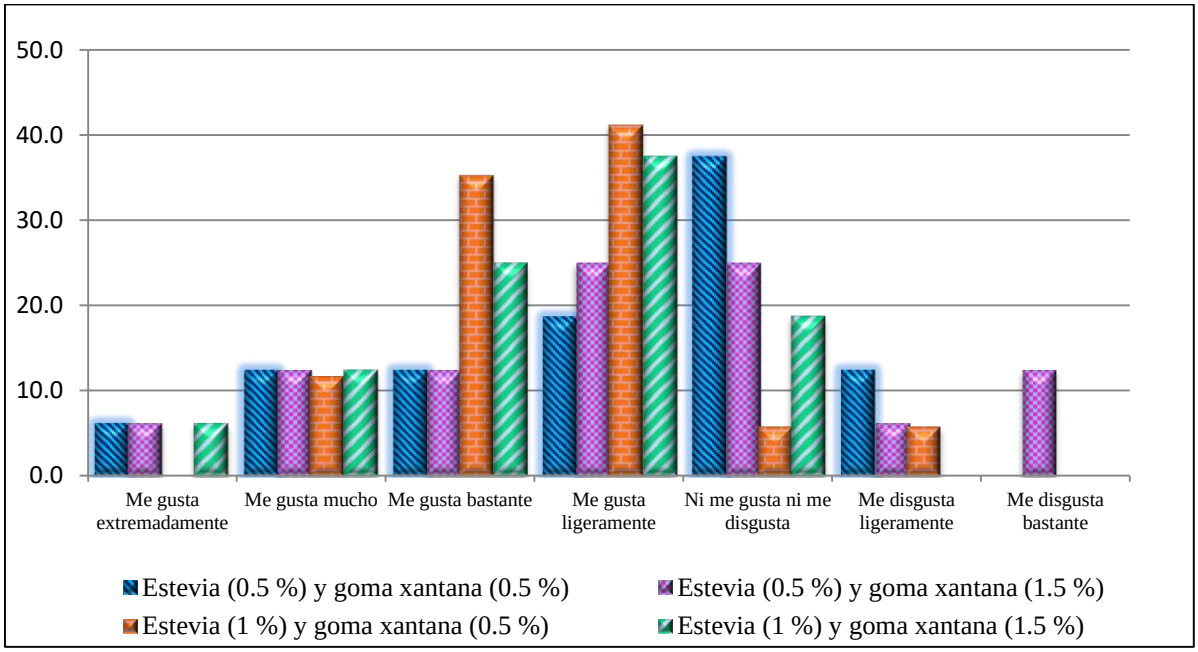


Figura 12: Porcentaje de grado de satisfacción para la aceptabilidad general.

Teniendo en cuanta los resultados obtenidos en la evaluación sensorial, para continuar con la investigación, se eligió a la muestra que contenía 0.5 por ciento de goma xantana y 1 por ciento de estevia, por contar con la mayor preferencia para el atributo sabor. Al respecto Carpenter *et al*. (2002) indican que el sabor juega un papel importante en la aceptabilidad de los alimentos ya que proporciona una idea general de la aceptación o rechazo del producto en evaluación.

4.5. CARACTERIZACIÓN DE LA MEJOR FORMULACIÓN

El Cuadro 12 muestra la caracterización nutricional de bebida en polvo seleccionada en función a su mejor aceptación. El contenido de humedad fue 8.48 por ciento, cenizas totales 2.7 por ciento, carbohidratos 72.98 por ciento, grasa 5.28 por ciento y energía 381.80 Kcal/100 g. Los ensayos biológicos encontraron valores NPR, digestibilidad aparente y valor biológico: 2.77, 59.33 y 73.52, respectivamente. El análisis de minerales como fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio zinc, cobre, manganeso y hierro, reportó valores de, 320.00, 850.00, 95.00, 140.00, 40.00, 1.40, 0.40, 0.70 y 0.80 mg/100 g, respectivamente.

Cuadro 12: Compuestos nutricionales de la mezcla en polvo (bh.)

proximal	(g/100 g)
Humedad	8.48
Carbohidratos	72.98
Grasa	5.29
Proteína	10.58
Ceniza	2.67
Fibra cruda	1.64
Energía Kcal/100 g	381.80
minerales	(mg/100 g)
P	320.00
K	850.00
Ca	95.00
Mg	140.00
Na	40.00
Zn	1.40
Cu	0.40
Mn	0.70
Fe	7.80
Evaluación biológica	
NPR	2.77
Valor biológico	73.52
Digestibilidad aparente	59.33

El Cuadro 13 muestra los datos de nutrición de la mezcla en polvo para preparar la bebida. El contenido de grasa encontrado por porción de 20 g fue de 1 g, que hace al producto se le otorgue una denominación de "bajo de grasa". Al respecto la NTP-CODEX CAC/GL 23 (2012), establece como requerimiento para el uso de dicho término al producto que tenga menos a 1.5 g por 100 mL.

Respecto a la proteína, la porción de bebida en polvo reportó 2 g de este nutriente que según la FDA (2015) cubriría un 4 por ciento del valor diarior; La NTP-CODEX CAC/GL 23 (2012) afirma que un producto alimenticio para que sea considerado "alto en proteínas", debe presentar 5 por ciento del Valor Diario por 100 ml.

El contenido de sodio de una porción de la bebida en polvo contiene 0.008 g, por lo que se podría afirmar que es un producto alimenticio "muy bajo en sodio". Al respecto la NTP-CODEX CAC/GL 23 (2012) señala que la condición para recibir esta declaración, el producto debe tener no más de 0.04 g por 100 g.

Cuadro 13: Datos de nutrición de la mezcla en polvo

Datos de Nutrición **Una porción de 20 g contiene**	
Calorías 76.36	Calorías de grasa 9.51
Grasa total 1 g	**% Valor diario***
Sodio 8 mg	**0**
Potasio 170 mg	**5**
Carbohidratos total 15 g	**9**
Proteínas 2 g	**4**
Calcio 19 mg	**2**
Hierro 1.6 mg	**9**
Fósforo 64 mg	**6.4**
Magnesio 28 mg	**7**
Zinc 0.3 mg	**2**
Cobre 0.1 mg	**4**
Los porcentajes de Valores Diarios (%V.D) están basados en una dieta de 2000 calorías	

* Food and Drug Administration (2015).

El producto al ser disuelto en agua presentó una viscosidad aparente de 50.00 ± 3.11 mPa.s cuya viscosidad influyó en la estabilidad de la suspensión, minimizando la velocidad de sedimentación, evitando la formación de agregados durante su disolución en agua.

V. CONCLUSIONES

- La quinua de la variedad Pasankalla, al ser sometida a procesos de extrusión, insuflado y cocción experimentó disminuciones en su composición en cenizas, grasa y fibra cruda. La proteína no varió al ser sometida a extrusión 14.19 g/100g y cocción 13.65 g/100g, pero si en el insuflado 9.92 g/100g. Respecto al contenido de minerales, la extrusión y cocción reportaron valores similares para fósforo, potasio, magnesio, sodio, zinc, cobre y manganeso; sin embargo el proceso de insuflado ocasionó una disminución en el contenido de fósforo, potasio, magnesio, calcio, manganeso y hierro, en comparación a la harina de quinua escarificada.

- En relación a la evaluación biológica, se encontraron valores de 2.95, 0.58 y 2.78 para NPR; 69.35, 57.13 y 73.28 para valor biológico; 74.01, 36.66 y 69.87 de digestibilidad aparente, para harinas de quinua sometida al proceso de extrusión, insuflado y sometida a cocción, respectivamente. Las muestras insufladas presentaron una disminución respecto a la escarificada en toda la evaluación.

- La evaluación sensorial calificó como la mejor muestra a la bebida en polvo que contenía 0.5 por ciento de goma xantana y 1 por ciento de estevia. El mayor porcentaje de jueces lo calificaron dentro de la escala “me gusta ligeramente”.

- Se obtuvo una bebida en polvo baja en: grasa (1 g/por porción de 20 g), sodio (8 mg/por porción de 20 g), carbohidratos (representa el 9 por ciento del valor diario); y de mucho interés en proteínas (20 g aporta el 4 por ciento del requerimiento diario) y minerales como: calcio, hierro, fósforo, magnesio, zinc y cobre con 19, 1.6, 64, 28, 0.3, 0.1 mg; cubriendo el 2, 9, 6.4, 7, 2 y 4 por ciento del valor de referencia del nutriente, respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar pruebas biológicas donde se pueda acondicionar la muestra antes de suministrar a los animales, a fin de que estos se sientan atraídos para consumirlos.

- Realizar un estudio de vida en anaquel del producto para determinar el tiempo de vida útil.

- Implementar a nivel industrial el proceso productivo utilizando los parámetros establecidos en esta investigación.

- Realizar investigaciones para lograr la instantaneidad de la bebida con la finalidad de mejorar su aceptación.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abugoch, J. 2009. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional and functional properties. Adv. Food Nutr. Res. 58(1):1-31.

Aguilera, M.; Ortíz, M.; Chew, G.; Meza, J. 2011. Propiedades funcionales de las antocianinas (en línea). Consultado 17 mar. 2014. Disponible en http://www.biotecnia.uson.mx/revistas/articulos/16-BIO-11-DPA-06.pdf.

Alcócer, E. 2009. Procesos agroindustriales para 10 productos de quinua (en línea). Consultada 10 abr. 2014. Disponible en http://www.infoquinua.bo/filepublicacion/Procepor ciento20Agroindustriales.pdf**.**

Álvarez, A.; Wijngaard, A.; Arendt, B.; Gallagher, A. 2010. Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. Food Chemistry 119:770–778.

Anzaldúa, M. 1994. Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza, España, Acribia.

AOAC (Association of Oficial Analytical Chemists). 2012. Official Methods and Analysis. 19 ed. Washington D.C., United States.

Apaza, V.; Cáceres, G.; Estrada, R.; Pinedo, R. 2013. Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. 1 ed. Perú. 17-19 p.

Arroyo, J.; Raez, E.; Rodríguez, M.; Chumpitaz, V.; Burga, J.; De la Cruz, W.; Valencia. 2008. Actividad antihipertensiva y antioxidante del extracto hidroalcohólico atomizado de Maíz morado (*Zea mays* L) en ratas (en línea). Consultado 17 mar. 2014. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-6342008000200007.

Arroyo, J.; Raez, E.; Rodríguez, M.; Chumpitaz, V.; Burga, J.; De la Cruz, W.; Valencia, J. 2007. Reducción del colesterol y aumento de la capacidad antioxidante por el consumo crónico de maíz morado (*Zea mays* L.) en ratas hipercolesterolémicas (en línea). Rev. Perú. Med. Exp. Salud Publica 24(2):157-162.

Ayala, G., Ortega, L. y Morón, C. 2004. Valor nutritivo y usos de la quinua. In: A. Mujica, S. Jacobsen, J. Izquierdo y JP. Marathee (eds). Quinua: Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. FAO. UNA. CIP. Santiago, Chile. p. 215-253.

Barriga, D. 2008. Determinación in vitro del uso de la barras de hierro de construcción como posible intervención en la deficiencia de hierro. Tesis Mg.Sc. Lima, UNALM.

Bjiirckt, I.; Asp, N. 1983. The Effects of Extrusion Cooking on Nutritional Value - A Literature Review. Journal of Food Engineering 2: 28 l-308.

Bonamino, M.; Carreño, V.; Cervilla, N. 2009. Elaboración de sopas a partir de la molienda de semillas de quinoa. Red de Revistas Científicas de América Latina 12(23):119-129.

Bressani, R. 1989. The proteins of grain amaranth. Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP). Food Reviews International 5(1):13-38.

Campbell, A. 1963. Method for determination of PER & NPR. In: Food and Nutrition Board. Committee on Protein Quality. Evaluation of protein quality. Washington D.C. p. 31-32.

Carpenter, R; Lyon, D; Hasdell, T. 2002. Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos. Zaragoza, España, Acribia. 224 p.

Cerón, C.; Guerra, L.; Legarda, J.; Enríquez, M.; Pismag, Y. 2016. Effect of extrusion on the physicochemical characteristics of quinoa flour (*Chenopodium quinoa* Willd). Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial 14(2):92-99.

Chatsudthipong, V.; Muanprasat, C. 2009. El estevióside y sus compuestos relacionados: Los beneficios terapéuticos más allá de la dulzura (en línea). Consultado 10 abr. 2014. Disponible en http://www.stevigran.es/articulos/articulo1.pdf.

Ciurlizza, S. 2009. Diseño y desarrollo de una bebida proteica baja en calorías a base de soya (*Glycinemax* l), cacao (*Theobroma cacao* L) e inulina. Tesis Mg.Sc. Lima, UNALM. 190 p.

Collazos, C.H.; White, P.; White, H.; Viñas, E.; Alvistur, E.; Urquieta, R.; Vásquez, J.; Días, C.; Quiroz A.; Roca A.; Hegsted, D.; Bradfield, B.; Herrera, N.; Faching A.; Robles, N.; Hernández, E.; Arias, M. 1993. Tablas peruanas de composición de alimentos (en línea). Consultado 17 mar. 2014. Disponible en http://www.bvs.ins.gob.pe/insprint/CENAN/tablas_composicion_alimentos.pdf.

COMPASUR (Programa Complejo Productivo Altiplano Sur). 2009. Procesos agroindustriales para diez productos de quinua. Bolivia (en línea). Consultado 10 abr. 2014. Disponible en http://www.infoquinua.bo/filepublicacion/Procepor ciento20Agroindustriales.

Cuevas, E.; Antezana, A.; Winterhalter, P. 2008. Análisis y caracterización de antocianinas en diferentes variedades de maíz (*Zea mays*) boliviano (en línea). Lima, Perú. Consultado 10 abr. 2014. Disponible en http://educon.javeriana.edu.co/lagrotech/images/elyana_cuevas.pdf.

FAO. 2013. Valor nutricional de la quinua (en línea). Consultado 17 mar. 2014. Disponible en http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/nutritional-value/es/.

FAO. 2011. La Quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial (en línea). Consultado 17 mar. 2014. Disponible en http://www.fao.org/fileadmin/templates/aiq2013/res/es/cultivo_quinua_es.pdf.

FAO. 1981. Amino-acid content of foods and biological data on proteins (en línea). Consultado 17 nov. 2016. Disponible en http://www.fao.org/docrep/005/AC854T/AC854T00.htm.

Fennema, O.; Damodran, S.; Parkin, K. 2010. Química de Alimentos, 3 ed. Zaragoza, España, Acribia.

Flores, A.; Curia, A.; Canepare, C. Fornés, D. 2017. Evaluación de la extensión de la vida útil del amaranto (en línea). Consultada 10 abr. 2014. Disponible en http://www.inti.gob.ar/tecnointi/CD/info/pdf/801.pdf.

FDA. 2015. Food and Drug Administration (en línea). Consultado 10 dic. 2016. Disponible en http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/LabelingNutrition/ucm247936.htm.

Gassem, A.; Frank, F. 1991. Physical properties of yogurt made milktreated with proteolytic enzymes. Journal Dairy Science 74:1503-1511.

García, A. 1979. Influencia del lavado en la utilización de la proteína del grano de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) por la rata. Tesis ing. Lima, Perú, UNALM.

Gorriti, A.; Quispe, F.; Arroyo, F.; Córdova, A.; Jurado, B.; Santiago, I.; Geuns, M. 2003. Stevioside. Phytochemistry 64:913-921.

Gui, Y.; Ryu, G. 2014. Effects of extrusion cooking on physicochemical properties of white and red ginseng (powder). J Ginseng Res 38:146-153.

Gutiérrez, R.; Ayala, A.; Milán, J.; López, J.; Garzón, J.; López, J.A. 2008. Technological and Nutritional Properties of Flours and Tortillas from Nixtamalized and Extruded Quality Protein Maize (*Zea mays* L.). Cereal Chemistry 85(6):808-816.

Jarma, A.; Rengifo, T.; Araméndiz, T. 2005. Physiological aspects of estevia (*Estevia rebaudiana* Bertoni) in the Colombian Caribbean: I. Effects of attendant radiation on leaf area and biomass distribution antocianinas. Agronomía Colombiana 23(2):207-216.

Jérome, H. 2012. La lista de los aditivos alimentarios aceptables. Madrid, España, Biospheric Ediciones.

Konishi, Y.; Hirano, S.; Tsuboi, H.; Wada, M. 2004. Distribution of minerals in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) seeds. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry 68:231–234.

Luna, G. 2005. Efecto del proceso de cocción extrusión en la fracción indigestible, capacidad antioxidante, polifenoles totales, fitatos y algunas propiedades funcionales en 3 variedades de cañihua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*). Tesis Mg.Sc. Lima, Perú, UNALM.

Mendoza, C.; Bressani, R. 2014. Nutritional and functional characteristics of extrusión-cooked amaranth flour. Cereal chemistry 64(4): 218-222.

Mitchell, H. 1924. A method for determining the biological value of protein. J. Biol. Chem. 58:873.

MINAGRI (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO). 2017. Análisis Económico de la Producción Nacional de la Quinua (en línea). Lima, Perú. Consultado 5 abr. 2018. Disponible en http://minagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis-2017.

Mota, C.; Nascimento, A.A.; Santos, A.M.; Delgado, I.; Coelho, A.I.; Regoa, A.; Matos, A.; Torres, D.; Castanheira, A.I. 2016. The effect of cooking methods on the mineral content of quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranth *(Amaranthus* sp.) and buckwheat (*Fagopyrum esculentum*). *Journal of Food Composition and Analysis* 49:57–64.

Mujica, J.; Izquierdo, J.; Marathee, J. 2001. Capítulo 1. Origen y descripción de la quinua (en línea). Consultado 17 mar. 2014. Disponible en http://www.condesan.org/publicacion/Libro03/cap1.htm.

Nascimento, A.; Mot, C.; Coelho, I.; Gueifão, S.; Santos, M.; Matos, A.; Gimenez, A.; Lobo, M.; Samman, N.; Castanheira, I. 2014. Characterisation of nutrient profile of quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranth (*Amaranthus caudatus*), and purple corn (*Zea mays* L.) consumed in the North of Argentina: Proximates, minerals and trace elements. Food Chemistry 148: 420-426.

Navruz-Varli, D.; Sanlier, N. 2016. Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). Journal of Cereal Science 69:371–376.

Nowak, V.; Du, D.; Charrondiere, R. 2016. Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.).Food Chemistry 193:47–54.

NTP 205.002. 1979. Norma Técnica Peruana. Determinación de humedad. Determinación de humedad. Lima, Perú.

NTP 205.003. 1980. Norma Técnica Peruana. Determinación de fibra cruda. Lima, Perú.

NTP 205.004. 1979. Norma Técnica Peruana. Determinación de cenizas. Revisada el 2011. Lima, Perú.

NTP 205.005. 1979. Norma Técnica Peruana. Determinación de proteínas. Revisada el 2011. Lima, Perú.

NTP 205.006. 1980. Norma Técnica Peruana. Determinación de grasa. Lima, Perú.

NTP-CODEX CAC/GL 23. 2012. Etiquetado. Uso de declaraciones nutricionales y saludables. Lima, Perú.

Pasquel, A.; Meireles, M.; Marques, M.; Petenate, A. 2000. Extraction of estevia glycosides with co2 + water, co2 + ethanol, and co2 + water + ethano. São Paulo. Braz. J. Chem. Eng. 17(3):271-282.

Pedersen, B.; Kalinowski, L.; Eggum, B. 1987. The nutritive value of amaranth grain *(Amaranthus caudatus*). Plant Foods for Human Nutrition 36:309-324.

Porras, J.; Angeles, H.; Chue, J.; Febres, G.; Vega, E. y López de Castilla, C. 2013. Libro de texto del curso de Métodos Estadísticos para la Investigación I. Departamento de Estadística e Informática de la Universidad Nacional Agraria La Molina. 4 ed. Lima, Perú.

Reddy, N.R.; Pierson, M. D.; Sathe, S. K.; Salunkhe, D.K. 1985. Dry bean tannins: a review of nutritional implications. Journal of American Oil Chemistry Society 62:541-549.

Reyes, E; Ávila, D.; Guevara, J. 2006. Componente nutricional de diferentes variedades de quinua de la región andina (en línea). Consultado 17 mar. 2014. Disponible en http://www.unilibre.edu.co/revistaavances/avances-5/r5_art10.pdf.

Rivera, I.; Muñoz, O.; Rosas, M.; Aguilar, C.; Popkin, B.; Willett, W. 2008. Consumo de bebidas para una vida saludable: recomendaciones para la población mexicana. Salud Pública Mex 50:173-195.

Rojas, G.; Villanueva, M. 2007. Efecto del tratamiento térmico de la extrusión sobre la calidad proteica del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) del tipo panamito. An cient. UNALM 68(3).

Ruales, J.; Nair, B. 1992. Effect of processing on the digestibility of protein and availability of starch in quinoa (*Chenopodium quinoa* willd) seeds. Department of Applied Nutrition, University of Lund, Sweeden. Quito, Ecuador. 23 p.

Sabini, F.; Luis, E. 2012. Aditivos Alimentarios Autorizados - Otra terrible Triple A. En FUTUROS: Contra una visión autoindulgente del desastre planetario. Ciccus. Buenos Aires, Argentina.

Sood, P. 2007. Physico-chemical, nutritional, biological quality evaluation and value addition of *chenopodium* (bathua) cultivars. Thesis Dr. fhil and Sc, India, Chaudhary Sarwan Kumar Himachal Pradesh Krishi Vishvavidyalaya.

Sotelo, A.; Ayala, M.; Curi, K. 2006. Manual de evaluación biológica de los animales-bioterio. Universidad Nacional Agraria La Molina. 25 p.

Tang, H.; Watanabe, K.; Mitsunaga, T. 2002. Characterization of storage starches from quinoa, barley and adzuki seeds. Carbohydr. Polym. 49(1):13-22

Taype. E. 2009. Extracción de antocianinas de las corontas de *Zea Mays* L. "maíz antocianinas" (en línea). Consultado 17 mar. 2014. Disponible en http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/ciencia/v12_n2/pdf/a03v12n2.pdf.

UNIDO. 2006. Granos en el área altoandina de Bolivia, Ecuador Perú (en línea). Consultada 10 abr. 2014. Disponible en http://quinua.pe/wp content/uploads/2014/01/4_Unido-Quinoa-study.pdf.

Valls, A. 1993. El proceso de extrusión en cereales y habas de soja - efecto de la extrusión sobre la utilización de nutrientes (en línea). Consultado 10 abr. 2014. Disponible en http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/ExtrusiporcientoC3por cientoB3n_y_su_efecto.pdf.

Vargas, E. 2009. Procesos agroindustriales para 10 productos de quinua (en línea). Consultado 10 abr. 2014. Disponible en http://www.infoquinua.bo/filepublicacion/Procepor ciento20Agroindustriales.pdf.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: FICHA TÉCNICA DE GOMA XANTANA

Amuco Inc.

SPECIFICATIONS

DATE : DEC.18, 2013
ORDER NO : 7-57772
PRODUCT : XANTHAN GUM 200 MESH
STANDARD : FCCIV

ITEMS	STANDARD
Appearance	Cream-white
Particle Size (mesh)	80/120/200
Loss on Drying	≤13%
PH (1% KCL)	6.0-8.0
Viscosity (1% KCL, cps)	≥1200cps
Shearing Ratio	≥6.0
Ashes (%)	≤13
Pyruvic Acid (%)	≥1.5
V_1:V_2	1.02-1.45
Assay	91%-108%
Total Nitrogen	≤1.5%
Total Heavy Metals	≤10ppm
As	≤3ppm
Pb	≤5ppm
Total Plate Count	≤2000cfu/g
Moulds/Yeasts	≤100cfu/g
Staphylococcus	Negative
Salmonella	Negative
Coliform	Negative

ANEXO 2: FICHA TÉCNICA DE ÁCIDO CÍTRICO

בס״ד

Orthodox Union
Letter of Certification

Union of Orthodox Jewish Congregations of America
איחוד קהילות האורתודוקסים באמריקה

July 31, 2015

This is to certify that the following product(s) prepared by

RZBC (Juxian) Co., Ltd., No. 209 Laiyang Rd,(W.side of Chengyang N.Rd.),Juxian Eco Z., Rizhao, Shandong, - 276500 P.R. CHINA

at the following facilitie(s) are under the supervision of the Kashruth Division of the Orthodox Union and are kosher as indicated below.

RZBC (Juxian) Co., Ltd., Rizhao, Shandong, P.R. CHINA

Product / Brand	UKD-ID	Status	Certification Requirements
Citric Acid Anhydrous • RZBC #78504827-3	OUV3-D09A3B2	Pareve	Ⓤ Symbol required.
Citric Acid Monohydrate • RZBC #78504827-3	OUV3-7D28DFC	Pareve	Ⓤ Symbol required.
Tricalcium Citrate • RZBC #78504827-3	OUV3-EA8644C	Pareve	Ⓤ Symbol required.
Tripotassium Citrate • RZBC #78504827-3	OUV3-2666A0D	Pareve	Ⓤ Symbol required.
Trisodium Citrate • RZBC #78504827-3	OUV3-63EA278	Pareve	Ⓤ Symbol required.

Placing the OU logo on products not listed above constitutes an unauthorized use of the OU symbol, which is a federally registered trademark.

Menachem Genack

This certification is valid through 07/31/2016

Rabbi Menachem Genack, *Rabbinic Administrator, CEO*

Page 1 of 1

Eleven Broadway - New York, NY 10004 - (212) 613-8382 - Fax: (212) 613-0654 - Email: KosherLetter@ou.org - www.oukosher.org

ANEXO 3: FICHA TÉCNICA DE ANTOCIANINA DE MAÍZ MORADO

ZANACEUTICA E.I.R.L.
Marcos Farfan 3181
Independencia, Lima-28
Lima, PERU
info@zana.com.pe
www.zana.com.pe

TECHNICAL DATA SHEET

PURPLE CORN / MAÍZ MORADO - *Zea mays*
Spray-dried extract

PRODUCT CODE	**ZANA-MZFX12**
COMPOSITION	
Scientific name	*Zea mays* – purple variety
Common name	Purple corn, Maíz morado
Used part	Cobs of Peruvian purple variety of *Zea mays*. Non GMO.
Carrier	Maltodextrin. Non-GMO
DESCRIPTION	
Main active ingredient	Anthocyanins and Polyphenols
Aspect	Fine powder
Color	Dark purple
Taste and odor	Characteristic flavor and odor
Type of extraction	Hydro-alcoholic (water + ethanol from sugar cane). Spray-dried.
Concentration	12:1 12kg dried purple corn / 1kg spray-dried extract. Carrier 1%
PHYSICAL AND CHEMICAL SPECIFICATIONS	
Antnocyanins	Minimum 10% [1]
Polyphenols	Minimum 15% [1]
Moisture	Maximum 7%
Solubility	95% soluble in water. Hygroscopic
Screen (granulometry)	80 mesh
Heavy metals	< 1 ug/Kg
MICROBIOLOGICAL ANALYSIS	
Total viable aerobic count	< $3x10^3$ ufc/g
Yeasts and moulds	< $3x10^2$ ufc/g
Coliforms	Absent/10g
EXPIRATION	2 years
PACKAGING	5Kg Tri-layered Pet/Al/Pol bags in hard corrugated paper boxes

1 Method: HPLC on post-acid hydrolyzed sample by method adapted from Krawczyk, U., Petri, G., "Application of RP-HPLC and spectrophotometry in standardization of bilberry anthocyanoside extract". Expressed as Cyanidin-3-glucoside (C3G) Atlas Bioscience Inc. Tucson, AZ, USA.

Kosher certified K

ANEXO 4: FICHA TÉCNICA DE EDULCORANTE ESTEVIA

ESTEVIAMONT CUPS 37195 Formato : PT-HT-01
Fecha : 18/08/2015
Hoja Técnica 37195 Versión : 02
Aprobado por : ID/ EG

Descripción y composición: Edulcorante en polvo compuesto por glicósidos de steviol (SIN 960) proveniente de estevia y maltodextrina (SIN 1400) como vehículo.

Este producto se elabora mediante una mezcla simple de ingredientes, agitación, tamizado y envasado en la línea de Mezclas en Polvo.

Alérgenos: No contiene.

Marco regulatorio:
Los ingredientes y/o aditivos y/o saborizantes y/o colorantes usados en el producto cuentan con status de aprobación GRAS y/o FDA y/o JECFA y/o CODEX *Alimentarius* y/o FEMA (*FEMA: Flavors and Extracts Manufacturers Association*) para su uso en alimentos.

Requisitos de calidad:

Sensoriales:

Apariencia	:	Polvo fino
Color	:	Blanco

Físico-Químicas:

Densidad aparente	:	0,64 ± 0,20 g/ml
Pérdida en el secado	:	No mayor al 10% @ 80°C
Solubilidad	:	Se dispersa fácilmente en agua, insoluble en alcohol y glicol de propileno.
Metales pesados*	:	Plomo < 2 ppm Arsénico <1 ppm

Microbiológicas

Aerobios mesófilos*	:	< 2000 UFC/g
	:	< 200 UFC/g

Recuento de mohos y levaduras*

E. coli* : Ausente en 25 g

*Analizado de acuerdo a nuestro plan de monitoreo interno.

Perfil de sabor: Dulzor similar al azúcar sin retrogusto amargo.

Aplicaciones, modo de empleo y dosis: Se emplea como edulcorante para sustituciones parciales y totales de azúcar. Producto de grado alimenticio para uso industrial. No consumir de manera directa. La dosificación recomendada varía de acuerdo al nivel de sustitución, acidez y tipo de producto.

Poder edulcorante:

Para café y bebidas en general : 1 g equivale a 5 g de sacarosa.

Estabilidad: La estabilidad depende del manejo y la conservación del producto se garantiza un período mínimo de 12 meses.

Almacenamiento y distribución: Recomendamos almacenar y distribuir este producto en su envase original, herméticamente cerrado, en ambiente fresco, seco y alejado de la luz.

Presentación: Bolsas de polietileno por 5 kg y 20 kg y cajas de cartón por 25 kg y 50 kg (Peso Neto).

La información consignada en el presente documento de Frutarom no constituye una garantía adicional que no sea la conformidad de las especificaciones actuales del producto. Cualquier legislación referente a su uso, debe ser observada por el cliente para garantizar que el etiquetado cumple con la legislación, estándares y regulaciones locales.
Todas las recomendaciones relativas al producto, se basan en la experiencia de Frutarom Peru y el cliente deberá determinar si nuestras sugerencias se adecúan a su aplicación.
Esta hoja de especificaciones anula y sustituye a todas las versiones anteriores.

Av. Los Rosales 280, Santa Anita, Lima - Perú Telf.: +511 4193000 www.frutarom.com

ANEXO 5: FICHA TÉCNICA DE MALTODEXTRINA

Meelunie BV., Viñoly Tower, 18th floor, Claude Debussylaan 40 , 1082 MD Amsterdam
P.O. Box 10102, 1001 EC Amsterdam, The Netherlands, tel. +31 20 53 06 530 fax +31 20 53 06 555, meelunie.com

PRODUCT DATA SHEET

MALTODEXTRIN 10-12 DE
(code MA-84)

Appearance	: fine white powder
Flavour & odour	: mild sweet, odourless
Moisture	: max. 5 %
Dextrose Equivalent	: 10-12
Ash	: max. 0,3 %
pH	: 4,5 – 6,5
Higher sugars	: 76 – 89 %

Carbohydrate composition

Dextrose	: 3 %
Maltose	: 4 - 8 %
Triose	: 7 - 11 %

Microbiological

Total Bacteria	: max. 60 cfu per gram
Yeast & Moulds	: absent in 1 gram
Coliforms	: < 10 cfu per gram
E. coli	: absent in 1 gram
Salmonella	: absent in 25 gram

The information given is based on laboratory and field experience. It is set in good faith for guidance only. Our products are sold without any warranty whatsoever whether expressed or implied. Users should conduct their own tests in order to determine for themselves the suitability of our products for their particular purposes

ANEXO 6: FICHA TÉCNICA DE SABORIZANTE DE CANELA

frutaroma

Las Camelias 790 of 703
San Isidro
Lima 27, Perú
Teléfonos y fax:
(51-1) 421-9953
(51-1) 421 9978
email: ventas@frutaroma.com.pe
Web: www.frutaroma.com.pe

CERTIFICADO DE CALIDAD

PRODUCTO : SABOR CANELA P41901-PX

ESTADO FISICO : Polvo

COLOR : Blanco a amarillo

AROMA Y SABOR : canela dulce, caracteristico.

SOLUBILIDAD : Hidrosoluble

DURACIÓN : 18 meses

COMPOSICIÓN : Maltodextrina y saborizante Idéntico Natural elaborado con ingredientes FEMA y GRAS.

ALMACENAMIENTO Y MANIPULACION : Almacenar en su envase original sellado, en un lugar seco, fresco y ventilado. Mantener a temperatura ambiente (15-30 °C) y protegido de la luz solar

Análisis	Condiciones	Valor Obtenido	Rango Inferior	Rango Superior
% humedad	105°C, 2-5gr, 3min	4,003	0	6,000
Granulometria (60 mesh)	%	80,000	80,000	100,000
Evaluación sensorial		Comparable a patrón		

LOTE : 13058113 ELABORACIÓN: 07-10-2013 VENCIMIENTO: 07-04-2015

Ruben Escobar Gonzalez
Jefe Control de Calidad

* Los procedimientos de muestreo utilizados en el control de este producto se basan en NCH44 of 2007.

El presente documento certifica la aptitud para consumo y uso humano, así como también la calidad alimenticia del producto. Este producto ha sido elaborado con ingredientes presentes en los listados autorizados por FEMA GRAS para saborizantes. Los ingredientes utilizados en la elaboración de este producto estan autorizados por la legislación chilena DS977/96 y cumplen las especificaciones establecidas para aditivos alimentarios (CODEX a través del JECFA)
Cramer S.A.C.I. es una empresa certificada ISO 9001:2008, FSSC22000, ISO14001:2004, ISO18001:2007 por Bureau Veritas.
La información entregada en este documento es obtenida a través de ensayos realizados en nuestros laboratorios.
Debido a que la aplicación exacta de nuestro producto es desconocida, sugerimos a nuestros clientes realizar evaluaciones en sus condiciones de formula y proceso.

Fecha Impresión : 8 de Abril del 2014, 09:32 hrs.
(Res. S.S.M: 16705 del 08/07/02). Fono 7573700 (ref.v.3)

ANEXO 7: FICHA TÉCNICA DE SABORIZANTE DE MANZANA

Las Camelias 790 of 703
San Isidro
Lima 27, Perú
Teléfonos y fax
(51-1) 421-9953
(51-1) 421 9978
email: ventas@frutaroma.com.pe
Web: www.frutaroma.com.pe

frutaroma

CERTIFICADO DE CALIDAD

PRODUCTO	: SABOR MANZANA P41903-PX
ESTADO FISICO	: Polvo
COLOR	: Blanco crema
AROMA Y SABOR	: Manzana variedad roja (Fuji) y dulce, característico.
SOLUBILIDAD	: Hidrosoluble
DURACIÓN	: 18 meses
COMPOSICIÓN	: Saborizante Idéntico Natural encapsulado en hidratos de carbono, preparado con materias primas presentes en los Estados oficiales; FEMA (Flavor AND Extract Manufacturing Association) y GRAS (Generally Recognized as Safe).
ALMACENAMIENTO Y MANIPULACION	: Almacenar en su envase original sellado, en un lugar seco, fresco y ventilado. Mantener a temperatura ambiente (15-30 °C) y protegido de la luz solar

Análisis	Condiciones	Valor Obtenido	Rango Inferior	Rango Superior
% humedad	105°C, 2gr, 3min	4,030	0	6,000
Granulometria (60 mesh)	% pasa	80,000	80,000	100,000
Evaluación sensorial		Comparable a patrón		

LOTE : 14015971 ELABORACION: 04-03-2014 VENCIMIENTO: 04-09-2015

Ruben Escobar Gonzalez
Jefe Control de Calidad

* Los procedimientos de muestreo utilizados en el control de este producto se basan en NCH44 of 2007.

El presente documento certifica la aptitud para consumo y uso humano, así como también la calidad alimenticia del producto. Este producto ha sido elaborado con ingredientes presentes en los listados autorizados por FEMA GRAS para saborizantes. Los ingredientes utilizados en la elaboración de este producto están autorizados por la legislación chilena DS977/96 y cumplen las especificaciones establecidas para aditivos alimentarios (CODEX a través del JECFA)
Cramer S.A.C.I. es una empresa certificada ISO 9001:2008, FSSC22000, ISO14001:2004, ISO18001:2007 por Bureau Veritas.
La información entregada en este documento es obtenida a través de ensayos realizados en nuestros laboratorios.
Debido a que la aplicación exacta de nuestro producto es desconocida, sugerimos a nuestros clientes realizar evaluaciones en sus condiciones de fórmula y proc

Fecha Impresión : 8 de Abril del 2014, 09:30 hrs.
(Res. S.S.M: 16705 del 08/07/02). Folio 7573709 (ref...4)

ANEXO 8: FICHA TÉCNICA DE LECITINA DE SOYA

	ESPECIFICACION TECNICA	Código	Página
sl natural SRL	**LECITINA DE SOJA FLUÍDA**	**ET.CAL - 21** Revisión: **05**	1 de 2
Fecha Emisión: 13/05/2013		Fecha Vigencia: 21/05/2013	

Autor	Virginia López	Laboratorista		13/05/2013
Revisión	María Marta Zanardi	Responsable de Calidad		15/05/2013
Aprobación	Luciano Peirone	Gerente de Planta		16/05/2013

1. DESCRIPCIÓN.

Es una mezcla compleja de fosfátidos insolubles en acetona compuesta en su mayor parte por fosfatidil colina, fosfatidil etanolamina y fosfatidil inositol, combinados con otras sustancias tales como triglicéridos, ácidos grasos y carbohidratos.

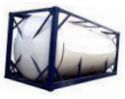
2. ESPECIFICACIÓN DEL PRODUCTO

- ✓ Aspecto: fluido de coloración ámbar
- ✓ Color: 12 máximo. Gardner test
- ✓ Humedad: ……. 1% (máx)
- ✓ Insoluble en Acetona (IA): …….. 62% (min.)
- ✓ Índice de Peróxidos: …… 5 meq/kg (máx.)
- ✓ Índice de Acidez:…….. 30mg KOH/g. (máx.)
- ✓ Insoluble en Hexano: …….. 0,30 % (máx.)
- ✓ Viscosidad (máx) ……. 120 poises/ 25ºC

3. CARACTERISTICAS MICROBIOLOGICAS

- Recuento de bacterias aerobias: 1000 UFC/gr Máx.
- Coliformes Totales: <10 UFC /gr.
- Salmonellas: Ausencia en 25 grs
- Recuento de hongos y Levaduras: 100 UFC/ gr. Máx.

4. PRESENTACIÓN

A GRANEL EN CAMIONES	
TAMBORES METÁLICOS SANITARIOS / PLÁSTICOS	
BULK CONTAINER DE 1000 KG.	
FLEXITANKS	
ISOTANKS	

	ESPECIFICACION TECNICA		
sl natural SRL	**LECITINA DE SOJA FLUÍDA**	Código **ET.CAL - 21** Revisión: **05**	Página 2 de 2
Fecha Emisión: 13/05/2013		Fecha Vigencia: 21/05/2013	

5. <u>CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO</u>: A temperatura ambiente, almacenar en lugar cerrado y seco protegido de polución ambiental, sin quitarle las tapas correspondientes y sin exponer al sol. A temperaturas menores de 15° C tiende a incrementar su viscosidad.

6. <u>DECLARACIÓN DE ALÉRGENOS Y ADITIVOS</u>.

Producto 100% de Soja.
Producto 100% Natural, elaborado sin el agregado de aditivos sintéticos. Puede contener ácidos grasos vegetales agregados.

7. <u>VIDA ÚTIL</u>: 18 meses, en envase cerrado, manteniendo condiciones de almacenamiento.

8. <u>APLICACIONES</u>: En todas las industrias donde la emulsión juega un papel importante como ser:

- ✓ Alimenticias: panificación, quesería, confituras, fabricación de fideos y pastas, grasas y aceites, aderezos, productos instantáneos, chocolates, margarinas, alimentos balanceados, etc.
- ✓ No alimenticias: adhesivos, absorbentes, cosméticas, farmacéuticas, colorantes, tinturas, fertilizantes, pieles, cueros, recubrimientos y pinturas, pesticidas, textiles, etc.

9. <u>ANEXOS</u>: Se adjunta hoja de seguridad del producto.

ANEXO 9: FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA PRUEBA DEL GRADO DE SATISFACCIÓN CON ESCALA HEDÓNICA

NOMBRES Y APELLIDOS:……	FECHA:…./…./…..
	HORA:……...

Ud. evaluará dos fórmulas de bebida a base de quinua en cuanto a los atributos de color, olor y sabor y su aceptabilidad general en el orden indicado. Marque en la escala, con un aspa, el renglón que corresponda a la calificación para cada muestra. No se olvide de enjuagar su paladar entre muestra y muestra.

ESCALA		**MUESTRA :……**				**MUESTRA: ……**			
		C	**O**	**S**	**AG**	**C**	**O**	**S**	**AG**
1	Me gusta extremadamente								
2	Me gusta mucho								
3	Me gusta bastante								
4	Me gusta ligeramente								
5	Ni me gusta ni me disgusta								
6	Me disgusta ligeramente								
7	Me disgusta bastante								
8	Me disgusta mucho								
9	Me disgusta extremadamente								

C: color O: olor S: sabor AG: aceptabilidad general

OBSERVACIONES:

……

…….

¡Muchas gracias por su participación!

ANEXO 10: FORMATO DE EVALUACIÓN PRUEBA DE PREFERENCIA AMPLIADA

NOMBRES Y APELLIDOS:……	FECHA:…./…./…..
	HORA:……...

Ud. evaluará dos fórmulas de bebida a base de quinua en cuanto a los atributos de sabor, color, olor y consistencia. Evalúe las muestras, en el orden indicado y ordénelas de acuerdo a su preferencia en cuanto al sabor, colocando en primer lugar (1) la que prefiera más hasta llegar al último lugar (4) donde colocará la que prefiera menos. No se olvide de enjuagar su paladar entre muestra y muestra.

CÓDIGO	ORDEN DE PREFERENCIA EN CUANTO AL SABOR

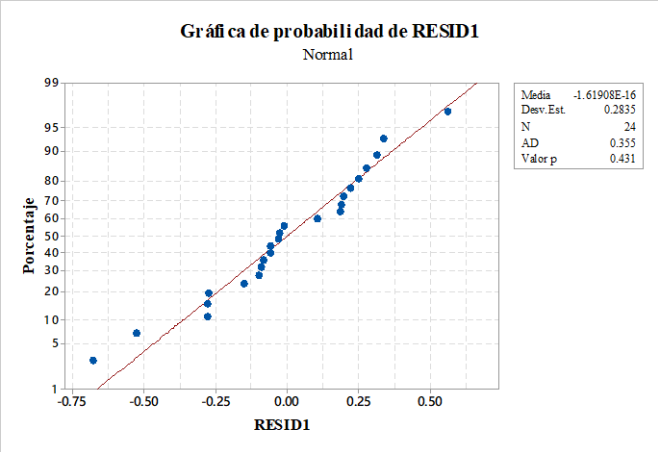
OBSERVACIONES:

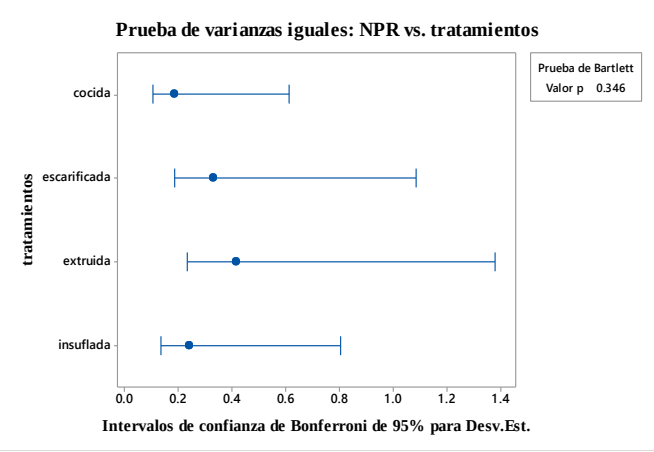
_____

_____

¡Muchas gracias por su participación!

ANEXO 11: ANÁLISIS ESTADISTICO-NPR DE LAS HARINAS DE QUINUA ESCARIFICADA, EXTRUIDA, INSUFLADA Y COCIDA EN AGUA





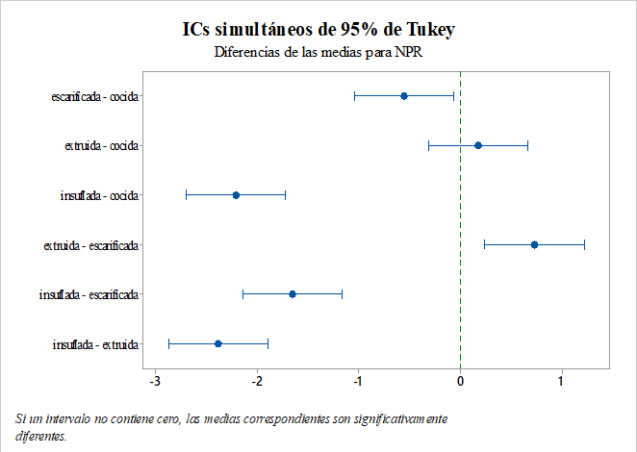
Análisis de Varianza

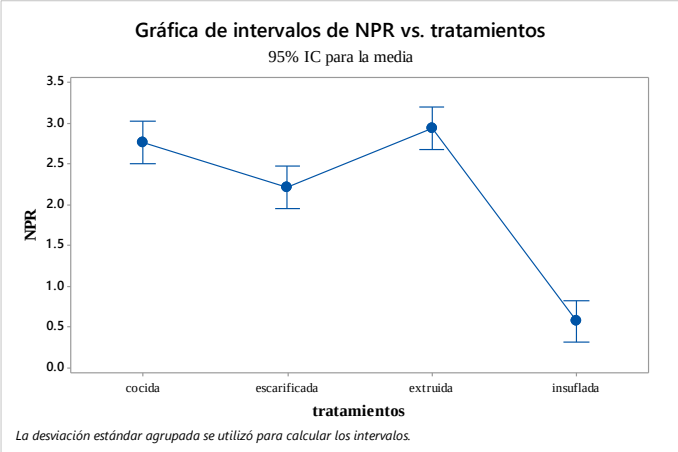
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
tratamientos	3	21.112	7.03744	76.15	0.000
Error	20	1.848	0.09242		
Total	23	22.961			

Comparaciones en parejas de Tukey

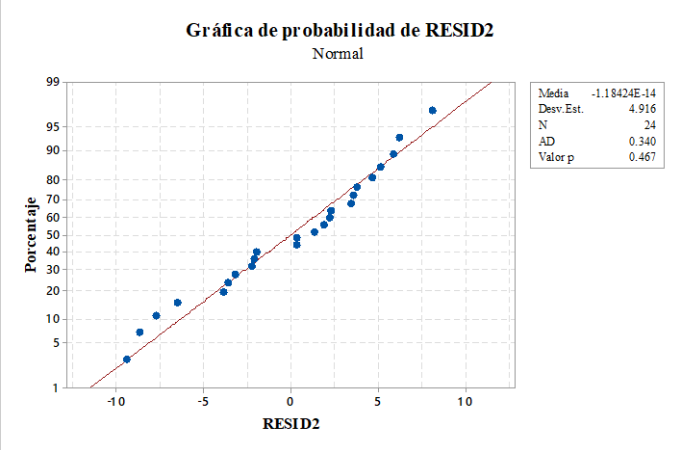
Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95por ciento

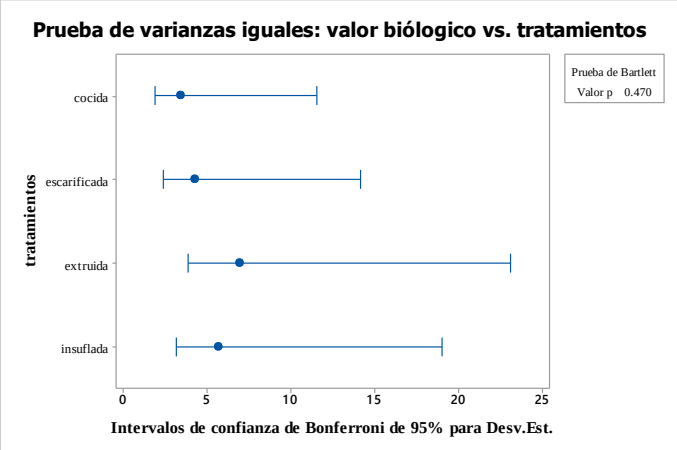
tratamientos	N	Media	Agrupación
extruida	6	2.951	A
cocida	6	2.7769	A
escarificada	6	2.223	B
insuflada	6	0.5752	C





ANEXO 12: ANÁLISIS ESTADISTICO-VALOR BIOLOGÍCO DE LAS HARINAS DE QUINUA ESCARIFICADA, EXTRUIDA, INSUFLADA Y COCIDA EN AGUA





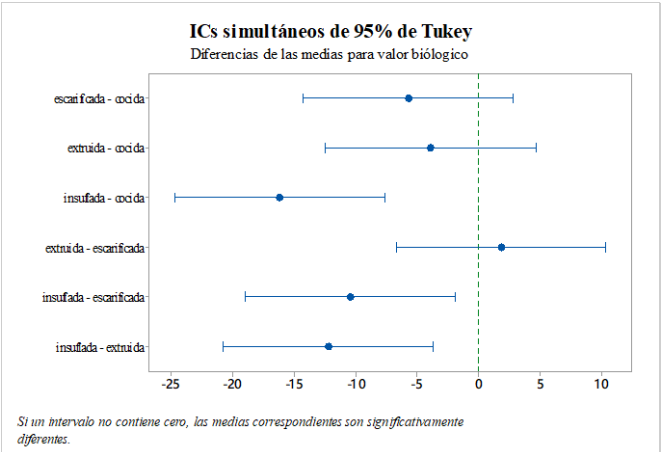
Análisis de Varianza

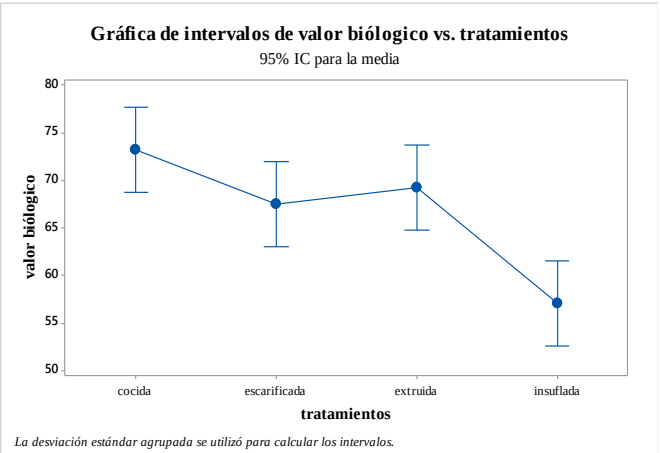
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
tratamientos	3	855.5	285.16	10.26	0.000
Error	20	555.8	27.79		
Total	23	1411.2			

Comparaciones en parejas de Tukey

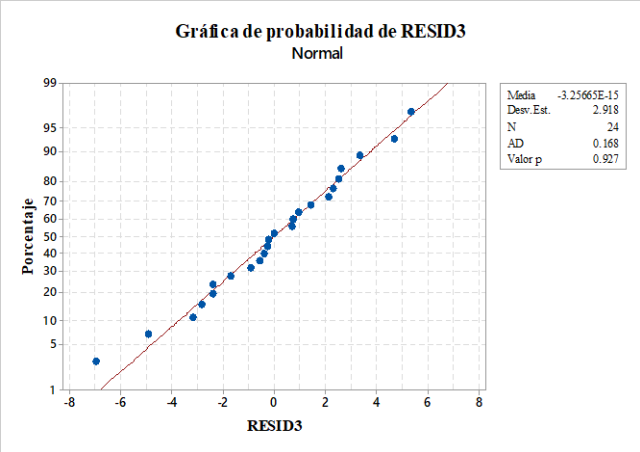
Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95por ciento

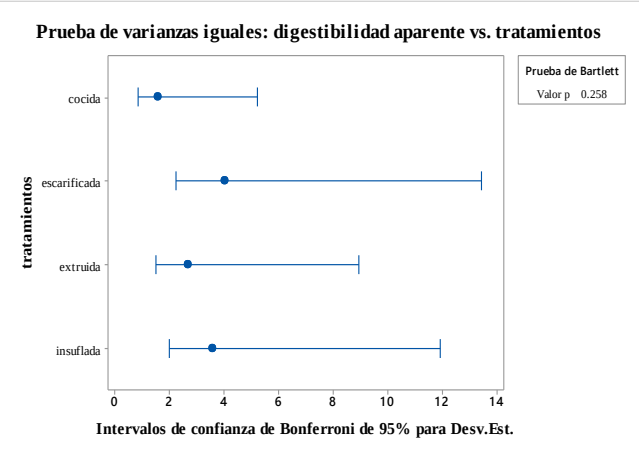
tratamientos	N	Media	Agrupación
cocida	6	73.28	A
extruida	6	69.35	A
escarificada	6	67.56	A
insuflada	6	57.13	B





ANEXO 13: ANÁLISIS ESTADÍSTICO-DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LAS HARINAS DE QUINUA ESCARIFICADA, EXTRUIDA, INSUFLADA Y COCIDA EN AGUA





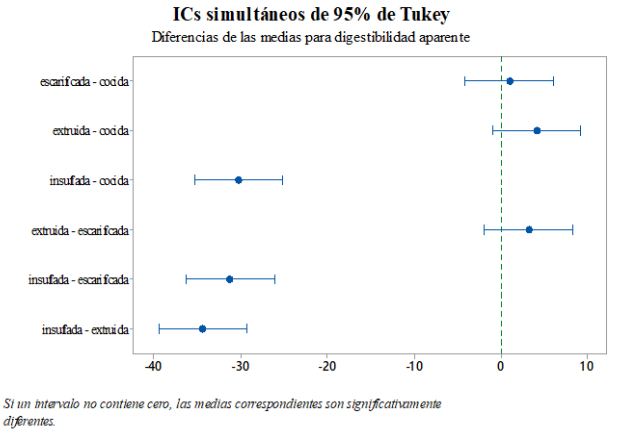
Análisis de Varianza

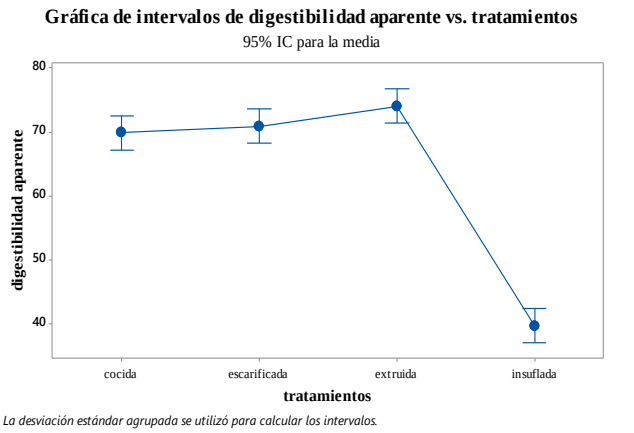
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
tratamientos	3	4639.5	1546.49	157.93	0.000
Error	20	195.9	9.79		
Total	23	4835.3			

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95por ciento

tratamientos	N	Media	Agrupación
extruida	6	74.01	A
escarificada	6	70.84	A
cocida	6	69.868	A
insuflada	6	39.66	B





ANEXO 14: ANÁLISIS ESTADISTICO-PRUEBA DE PREFERENCIA AMPLIADA DE BEBIDA EN POLVO

Prueba de Friedman: puntaje consistencia vs. tratamiento bloqueado por jueces

S = 3.85 GL = 3 P = 0.278
S = 4.27 GL = 3 P = 0.234 (ajustados para los vínculos)

tratamiento	N	Mediana Est.	Suma de clasificaciones
estevia (0.5 %) y goma xantana (0.5%)	50	3.0000	133.5
estevia (0.5 %) y goma xantana (1.5 %)	50	2.2500	120.5
estevia (1 %) y goma xantana (0.5 %)	50	2.0000	112.5
estevia (1 %) y goma xantana (1.5 %)	50	2.7500	133.5

Mediana principal = 2.5000

Prueba de Friedman: puntaje de sabor vs. bloqueado por jueces

S = 2.90 GL = 3 P = 0.407
S = 3.24 GL = 3 P = 0.356 (ajustados para los vínculos)

tratamiento	N	Mediana Est.	Suma de clasificaciones
estevia (0.5 %) y goma xantana (0.5%)	46	2.7500	123.5
estevia (0.5 %) y goma xantana (1.5 %)	46	2.6250	116.5
estevia (1 %) y goma xantana (0.5 %)	46	1.8750	103.0
estevia (1 %) y goma xantana (1.5 %)	46	2.7500	117.0

Mediana principal = 2.5000

Prueba de Friedman: puntaje olor vs. tratamiento bloqueado por jueces

S = 0.50 GL = 3 P = 0.920
S = 0.61 GL = 3 P = 0.895 (ajustados para los vínculos)

tratamiento	N	Mediana Est.	Suma de clasificaciones
estevia (0.5 %) y goma xantana (0.5%)	49	2.5000	119.5
estevia (0.5 %) y goma xantana (1.5 %)	49	2.5000	124.0
estevia (1 %) y goma xantana (0.5 %)	49	2.5000	119.5
estevia (1 %) y goma xantana (1.5 %)	49	2.5000	127.0

Mediana principal = 2.5000

Prueba de Friedman: puntaje color vs. tratamiento bloqueado por jueces

S = 0.59 GL = 3 P = 0.898
S = 0.72 GL = 3 P = 0.869 (ajustados para los vínculos)

tratamiento	N	Mediana Est.	Suma de clasificaciones
estevia (0.5 %) y goma xantana (0.5%)	46	2.5000	115.0
estevia (0.5 %) y goma xantana (1.5 %)	46	2.5000	117.5
estevia (1 %) y goma xantana (0.5 %)	46	2.5000	118.0
estevia (1 %) y goma xantana (1.5 %)	46	2.5000	109.5

Mediana principal = 2.5000

ANEXO 15: JAULAS METÁLICAS INDIVIDUALES

ANEXO 16: JAULAS METABÓLICAS INDIVIDUALES

ANEXO 17: EXTRUSOR DE DOBLE TORNILLO

ANEXO 18: RECONSTITUCIÓN EN AGUA LAS HARINAS DE QUINUA EXTRUIDA, INSUFLADA, COCIDA EN AGUA Y BEBIDA A BASE DE QUINUA EXTRUIDA

[1]Harina de quinua insuflada
[2]Bebida cacera de quinua
[3]Harina de quinua extruida
[4]Bebida en polvo reconstituida en agua
[5]Harina de quinua cocida en agua