

1.1. ANTECEDENTES

La quinua es mencionada con frecuencia como el alimento sagrado de antiguas culturas andinas, parte de las dietas del pasado. Pero sus cualidades han convertido a esta planta sudamericana en un producto cargado de futuro. El grano de quinua es muy apreciado por su calidad nutritiva, ya que contiene una elevada cantidad de proteínas por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales que puede ser comparable con otros alimentos como la leche (Celso Ayala, 2009).

La quinua al ser originaria de los Andes, ésta se encuentra adaptada a condiciones frías y secas del altiplano, este alimento es producido por una planta de gran resistencia que se adapta a diversas condiciones de latitud y altitud hasta unos 4.000 metros, y puede crecer en zonas áridas y semiáridas (Bojanic, A, 2011).

La quinua recibe diferentes nombres que varían entre localidades y de un país a otro, el nombre científico de la quinua es “*Chenopodium quinoa wild*”. y entre sus denominaciones también se la conoce en Bolivia como de trigo de los incas, jupha, en Perú como jiura, en Colombia se la reconoce con los nombres de suba, supha, uba, luba, en Ecuador como ubaque, en Chile como quingua, dahuie (*Chenopodium quinoa*, 2013).

Existen varias clases de quinua, y entre ellas una de las más conocidas es la quinua real. Este vegetal tiene una serie de aplicaciones, pero sin duda su uso más extendido es el de alimento para humanos y animales (*Chenopodium quinoa*, 2013).

La manipulación de sus granos ha dado lugar a una interesante transformación, se puede encontrar diferentes productos elaborados a base de quinua como ser hojuelas, harinas, refrescos en polvo, almidón, entre otros (*Chenopodium quinoa*, 2013).

El refresco de quinua es una nueva opción de bebidas no alcohólicas propuesta, ya que puede aportar al organismo una buena cantidad de nutrientes necesarios para el funcionamiento del mismo.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Los mercados de abastecimiento en la actualidad se encuentran en constante cambio en cuanto a productos nuevos se refiere, debido a las nuevas exigencias de las personas que buscan productos de mejor calidad, que puedan satisfacer sus necesidades. También buscan en los mercados alimentos de fácil preparación, donde no se utilice mucho tiempo para que estén listos para su consumo.

En los mercados de Tarija existe una creciente demanda de diferentes clases de refrescos, analizando que a diferentes personas les agrada consumir estos alimentos; además verificando los diferentes gustos de las personas y salir de lo común en cuanto a sabores se refiere, se hizo necesario realizar una investigación seria y objetiva sobre el refresco de quinua para poder determinar de una forma clara las mejores formas y técnicas que se utilizarán para la elaboración del mismo, para que de este modo se pueda satisfacer las necesidades de una parte importante de los consumidores a quienes no les agrada consumir los refrescos tradicionales.

El presente trabajo tiene la finalidad de aprovechar un alimento rico en nutrientes a través de la elaboración de refresco de quinua que permitirá beneficiar en forma directa a los pobladores de la ciudad de Tarija, dará lugar al mejoramiento de la calidad de vida de los productores y por ende balanceará la dieta de la población disminuyendo la desnutrición de los consumidores.

Este producto al elaborarse a base de quinua es muy nutritivo debido a que actualmente es el grano más conocido que provee del aminoácido esencial necesario para el desarrollo del cuerpo humano. Entre los aminoácidos esenciales presentes se puede mencionar la isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina.

Se espera que personas que antes no consumían quinua lo hagan en forma de refresco, ya que éste tiene un contenido nutritivo alto, lo que lo hace diferente de las demás marcas que se encuentran en el mercado.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El hombre, desde el inicio de los tiempos para calmar su sed utilizaba agua, pero con el pasar del tiempo y con la tecnología que constantemente va cambiando, encuentra en la actualidad en los mercados variada clase de refrescos que utilizan distintas técnicas de procesamiento para hacerlos productos aceptables por los consumidores, que cada día son más exigentes en cuanto a calidad se refiere.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Se podrá elaborar refresco de quinua nutritivo y este tendrá aceptación en los mercados de la ciudad de Tarija?

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

- ♣ Elaborar refresco de quinua utilizando la técnica más adecuada de procesamiento para obtener un producto nutritivo y a la vez novedoso.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las características fisicoquímicas de la materia prima mediante análisis de laboratorio.
- Establecer la técnica más adecuada para el proceso de elaboración del refresco de quinua.
- Aplicar el diseño experimental en la etapa del tostado para determinar las variables en el refresco de quinua.
- Realizar el balance de materia y energía en el proceso.
- Realizar la evaluación sensorial para determinar los atributos del producto.
- Determinar mediante análisis de laboratorio las propiedades nutricionales del producto final.

1.6. HIPÓTESIS

Utilizando un procesamiento adecuado se podrá elaborar refresco de quinua saludable, el cual tendrá de aceptación en el consumidor.

2.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA MATERIA PRIMA

2.1.1. ORIGEN DE LA QUINUA

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) ha sido descrita por primera vez en sus aspectos botánicos por Willdenow en 1778, como una especie nativa de Sudamérica, cuyo centro de origen, según Buskasov se encuentra en los Andes de Bolivia y Perú (Bojanic, A, 2011).

Según Vavilov, la región Andina corresponde a uno de los grandes centros de origen de las especies cultivadas y dentro de ella se encuentran diferentes subcentros (Bojanic, A, 2011).

Según Lescano, en el caso de la quinua se identifican cuatro grandes grupos según las condiciones agroecológicas donde se desarrolla: valles interandinos, altiplano, salares y nivel del mar, los que presentan características botánicas, agronómicas y de adaptación diferentes (Bojanic, A, 2011).

Estudios indican que se hallaron semillas de quinua en las tumbas indígenas de Tarapacá, Calama, Tiltel y Quillagua, demostrando este hecho que su cultivo es de tiempo muy remoto. La quinua es uno de los cultivos más antiguos de la región Andina, con aproximadamente 7000 años de cultivo, en cuya domesticación y conservación han participado grandes culturas como la Tiahuanacota y la Incaica (Bojanic, A, 2011).

La quinua fue ampliamente cultivada en la región Andina por culturas precolombinas y sus granos han sido utilizados en la dieta de los pobladores tanto de valles interandinos, zonas más altas (superiores a 3500 msnm), frías (temperaturas promedio de 12 °C) y áridas (350 mm de precipitación promedio), como en el altiplano. A pesar de ser una especie completamente domesticada, los frutos contienen todavía saponina, por lo que su extracción es necesaria antes de poderlos consumir (Bojanic, A, 2011).

Figura 2.1
Variabilidad de panojas de quinua



Fuente: Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF)

2.1.2. TAXONOMÍA DE LA PLANTA DE QUINUA

La quinua se considera como un pseudocereal, es decir son plantas de hoja ancha a comparación de los cereales que tienen hoja delgada, La quinua es una planta herbácea anual que crece en climas fríos (*Chenopodium quinoa*).

La clasificación taxonómica de la quinua es de la siguiente manera:

Reino: plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Caryophyllales

Familia: Amaranthaceae

Subfamilia: Chenopodioideae

Tribu: Chenopodieae

Género: *Chenopodium*

Especie: *Chenopodium quinoa*

2.1.3. MORFOLOGÍA DE LA PLANTA DE QUINUA

La quinua es una planta anual, dicotiledónea, usualmente herbácea, que alcanza una altura de 0,2 a 3,0 m. Las plantas pueden presentar diversos colores que van desde verde, morado a rojo y colores intermedios entre éstos (Bojanic, A, 2011).

Figura 2.2
Planta de quinua



Fuente: www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/es

2.1.3.1. RAÍZ

La raíz es pivotante, vigorosa, profunda, bastante ramificada y fibrosa, lo cual posiblemente le dé resistencia a la sequía y buena estabilidad a la planta. Se diferencia fácilmente la raíz principal de las secundarias que son en gran número, a pesar de que se asemejan a una gran cabellera. Sus raicillas o pelos absorbentes nacen a distintas alturas y en algunos casos son tenues y muy delgadas; muy excepcionalmente se observa vuelco por efecto de vientos, exceso de humedad y mayormente es por el peso de la panoja (Mujica, A, Libro 03).

Figura 2.3
Raíz de Chenopodium Willd



Fuente: www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/es/

2.1.3.2. TALLO

El tallo principal puede ser ramificado o no, depende del ecotipo, raza, densidad de siembra y de las condiciones del medio en que se cultiven, es de sección circular en la zona cercana a la raíz, transformándose en angular a la altura de las ramas y hojas (Bojanic, A, 2011).

Figura 2.4
Tallo de la planta de quinua



Fuente: Todo sobre la Quinoa: abril 2014

2.1.3.3. HOJAS

Las hojas son de carácter polimórfico en una sola planta; las basales son grandes y pueden ser romboidales o triangulares, mientras que las hojas superiores generalmente alrededor de la panoja son lanceoladas. Su color va desde el verde hasta el rojo, pasando por el amarillo y el violeta, según la naturaleza y la importancia de los pigmentos. Son dentadas en el borde pudiendo tener hasta 43 dientes. Contienen además gránulos en su superficie dándoles la apariencia de estar cubiertas de arenilla. Estos gránulos contienen células ricas en oxalato de calcio y son capaces de retener una película de agua, lo que aumenta la humedad relativa de la atmósfera que rodea a la hoja y, consecuentemente, disminuye la transpiración (Bojanic, A, 2011).

Figura 2.5
Hoja de quinua



Fuente: <http://3.bp.blogspot.com> (A. Miranda)

2.1.3.4. INFLORESCENCIA

La inflorescencia es racimosa y se denomina panoja por tener un eje principal más desarrollado, del cual se originan los ejes secundarios. Existen dos tipos de panojas, la amarantiforme y la glomeruada (Bojanic, A, 2011).

La longitud de la panoja es variable, dependiendo del tipo de quinua, el lugar donde se desarrolla y las condiciones de fertilidad de los suelos, alcanzando de 30 a 80 cm de longitud. 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 (Mujica, A, Libro 03).

Figura 2.6
Panojas de quinua



Fuente: www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/es

2.1.3.5. FLORES

Las flores son muy pequeñas y densas, lo cual hace difícil la emasculación; se ubican en grupos formando glomérulos, son sésiles, de la misma coloración que los sépalos y pueden ser hermafroditas, pistiladas o androestériles. Los estambres, que son cinco, poseen filamentos cortos que sostienen anteras basifijas y se encuentran rodeando el ovario, cuyo estilo se caracteriza por tener 2 ó 3 estigmas plumosos. Las flores permanecen abiertas por un período que varía de 5 a 7 días, y como no se abren simultáneamente, se determinó que el tiempo de duración de la floración está entre 12 a 15 días (Bojanic, A, 2011).

Figura 2.7
Flores de quinua



Fuente: www.ccbolgroup.com

2.1.3.6. FRUTO

La semilla constituye el fruto maduro sin el perigonio, es de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal, presenta tres partes bien definidas que son: episperma, embrión y perisperma. La 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, constituida por un solo estrato de células (Mujica, A, Libro 03).

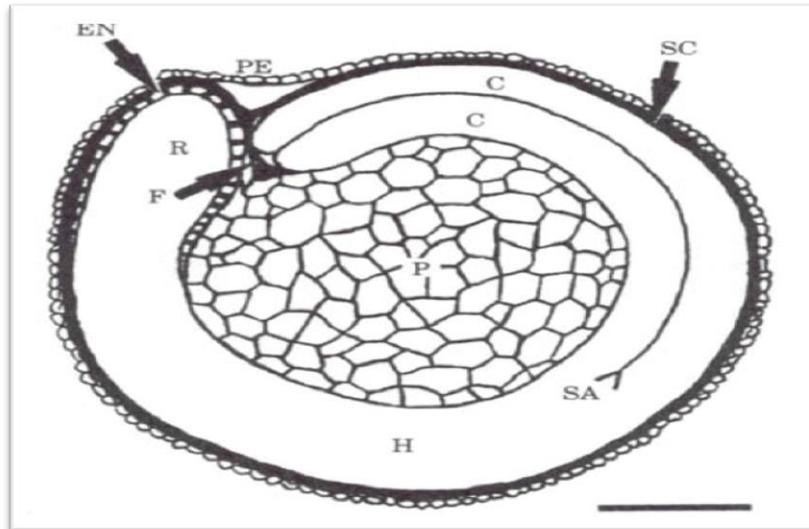
El perisperma es el principal tejido de almacenamiento y está constituido mayormente por los granos de almidón, es de color blanquecino y representa prácticamente el 60% de la superficie de la semilla, sus células son grandes de mayor tamaño que las del endosperma (Mujica, A, libro 03).

Figura 2.8
Granos de quinua



Fuente: Nutrición Archives www.paraserbella.com

Figura 2.9
Sección longitudinal media del grano de quinua
(Chenopodium quinoa Willd.)



Fuente: (Prego et al, 1998).

PE: Pericarpio, SC: Cubierta de la semilla, EN: Endospermo;
C: Cotiledones, H: Hipocotilo; SA: Ápice del meristemo; R:
Radícula, P: Perisperma; F: Funículo.

2.1.4. VARIEDADES DE QUINUA EN BOLIVIA

Las quinuas cultivadas tienen una gran diversidad genética, mostrando variabilidad en la coloración de la planta, inflorescencia y semilla, en los tipos de inflorescencia, y en el contenido de proteína, saponina y betacianina en las hojas, con lo que se obtiene una amplia adaptación a diferentes condiciones agroecológicas (Bojanic, A, 2011).

El banco de germoplasma boliviano, ubicado en Cochabamba, que reúne a 3.100 variedades de granos de quinua, de los cuales 2.800 son originarios del país y el resto son nativos de países vecinos. De esa cantidad, hay 1.007 granos que están siendo estudiados para determinar sus características y luego producir semillas que el mercado precise. Serán materia prima potencial para satisfacer la demanda de industrias de harinas, fideos, bebidas energizantes y cualquier otro producto de quinua que se cree. Los datos registra, que hay 470 variedades de quinua de Potosí,

629 de Oruro, 1.007 de La Paz y otras de Tarija y Chuquisaca, no todas son de la real (Bojanic, A, 2011).

El Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) tiene siete tipos de semillas de quinua inscritas en el Registro Nacional de Variedades, todas son reales, donde están la blanca real puñete, la huallata, la toledo, la pisanck'alla, la blanca dedo, real blanca chojlllo y la pandela (Bojanic, A, 2011).

2.1.4.1. QUINUA REAL VARIEDAD “PUÑETE”

La planta tiene una ramificación corta, con coloración desde verde hasta amarillo palido en la madurez. Tipo de panoja Amarantiforme, la altura promedio de la planta es de 1.10 m, esta variedad ofrece granos de primera clase de tamaño de 2.4 mm (Bojanic, A, 2011).

Figura 2.10
Quinua real variedad “Puñete”



Fuente: (INIAF). N° de registro RV-QU-010-08

2.1.4.2. QUINUA REAL VARIEDAD “PANDELA”

La planta posee ramas cortas, verde hasta la floración, rosada a la madurez, tipo de panoja Amarantiforme, altura promedio de la planta 0.99, tamaño del grano en la maduración de 2.5 mm (Bojanic, A, 2011).

Figura 2.11
Quinua real variedad “Pandela”



Fuente: (INIAF). N° de registro RV-QU-008-08

2.1.4.3. REAL VARIEDAD “BLANCA DEDO”

Planta de ramas cortas, con un color de floración amarillo oscuro en la madurez, tipo de panoja Amarantiforme, altura promedio de la planta de 1 (Bojanic, A, 2011).

Figura 2.12
Quinua real variedad “Blanca dedo”

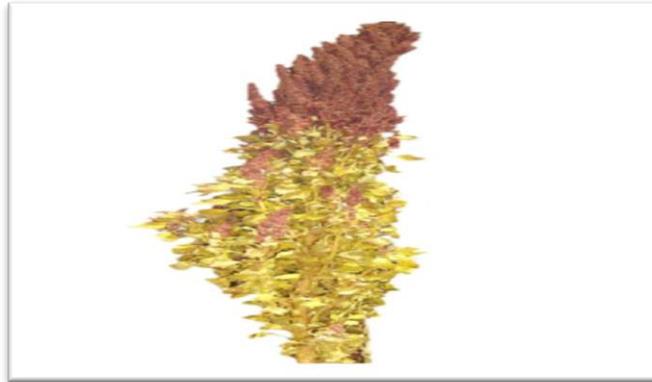


Fuente: (INIAF). N° de registro RV-QU-011-08

2.1.4.4. QUINUA REAL VARIEDAD “PISANCK’ALLA”

La planta presenta una ramificación corta, la coloración de la panoja varía desde verde hasta purpura en la madurez, tipo de panoja Amarantiforme, altura de la planta promedio de 99,5 m, tamaño del grano de 2.2 mm. (Bojanic, A, 2011).

Figura 2.13
Quinua real variedad “Pisanck’alla”



Fuente: (INIAF). N° de registro RV-QU-009-08

2.1.4.5. QUINUA REAL VARIEDAD “HUALLATA”

La planta presenta una coloración desde verde hasta rosada en la madurez, tiene una ramificación corta, tipo de panoja Amarantiforme de color rojo-rosado, altura promedio de la planta de 0.90 m. (Bojanic, A, 2011).

Figura 2.14
Quinua real variedad “Huallata”



Fuente: (INIAF). N° de registro RV-QU-012-08

2.1.4.6. QUINUA REAL VARIEDAD “BLANCA CHOJLLO”

La planta presenta ramificación larga, floración de la planta de color amarillo pálido en la madurez, tipo de panoja Amarantiforme, altura de la planta promedio 0.90 m, tamaño del grano de 2,3 mm. (Bojanic, A, 2011).

Figura 2.15
Quinua real variedad “blanca chojllo”



Fuente: (INIAF). N° de registro RV-QU-013-08

2.1.4.7. QUINUA REAL VARIEDAD “TOLEDO”

Planta con ramificación corta, con una floración de color amarillo pálido, tipo de panoja Amarantiforme, altura promedio de la planta de 1.10 m, tamaño del grano de 2.3 mm (Bojanic, A, 2011).

Figura 2.16
Quinua real variedad “blanca toledo”



Fuente: (INIAF). N° de registro RV-QU-014-08

2.1.5. ÉPOCA DE SIEMBRA DE LA QUINUA

La siembra es una de las actividades de mayor importancia porque de esta labor depende la emergencia de plántulas que tendrá incidencia en la densidad de plantas por superficie cultivada y sobre el rendimiento a obtener (Celso Ayala, 2009).

El cultivo de la quinua se realiza en diferentes épocas, dependiendo del lugar a sembrarse, características de la variedad y humedad del suelo, factores importantes que determinan el tipo de siembra manual o mecánica. El ciclo vegetativo de la planta tiene una duración de 8 meses. La siembra generalmente se la realiza en el mes de septiembre, y la planta llega a su fase de maduración en el mes de abril, para efectuar la cosecha y trilla en los meses de mayo y junio.

Dentro de las variedades más importantes de Quinua Real y cultivadas con fines comerciales y de exportación, se encuentra la variedad Quinua Real “Blanca”, que tiene un diámetro comprendido entre 2.4 y 2.8 milímetros (Celso Ayala, 2009).

2.1.6. EXIGENCIAS CLIMÁTICAS

Tomando en consideración las condiciones donde se desarrolla el cultivo y la amplia variabilidad genética de la que se dispone, la quinua tiene una extraordinaria adaptabilidad a diferentes pisos agroecológicos. Se adapta a diferentes climas desde el desértico hasta climas calurosos y secos. En cuanto a la tolerancia al frío, se encontraron plantas de quinua que toleran hasta -5°C cuando se encuentran en la etapa de formación de grano (Bojanic, A, 2011).

2.1.6.1. TEMPERATURA Y HUMEDAD

El cultivo puede crecer con humedades relativas desde 40% hasta 88% de humedad, y la temperatura adecuada para el cultivo es de 15 a 20°C , pero puede soportar temperaturas desde -4°C hasta 38°C . Es una planta eficiente al uso de agua, es tolerante y resistente a la falta de humedad del suelo, obteniéndose producciones aceptables con precipitaciones de 100 a 200 mm (Bojanic, A, 2011).

2.1.7. PRODUCCIÓN DE QUINUA

2.1.7.1. A NIVEL MUNDIAL

La quinua está distribuida en toda la región andina, desde Colombia (Pasto) hasta el norte de Argentina (Jujuy y Salta) y Chile (Antofagasta), y se ha encontrado un grupo de quinuas de nivel del mar en la Región de Concepción. Su distribución altitudinal varía desde el nivel del mar en Chile hasta los 4000 m.s.n.m. en el altiplano que comparten Perú y Bolivia (Bojanic, A, 2011).

Tabla 2.1
Países productores de quinua

País	Localidad
Colombia	En el departamento de Nariño, en las localidades de Ipiales, Puesres, Contadero, Córdova, San Juan, Mocondino y Pasto.
Ecuador	En las áreas de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Loja, Latacunga, Ambato y Cuenca.
Perú	Se destacan las zonas de Cajamarca, Callejón de Huayllas, Valle del Mantaro, Andahuayllas, Cusco y Puno (altiplano).
Chile	En el altiplano Chileno (Isluga e Iquique) y Concepción. También existen reportes de quinuas cultivadas en la Novena y Décima región.
Argentina	Se cultiva en forma aislada en Jujuy y Salta. El cultivo se amplió también hacia los Valles Calchaquíes de Tucumán.

Fuente: La Quinua, Bojanic, A. (2011)

El segundo país productor después de Bolivia, con una superficie cultivada de 55 000 ha en las que se producen más de 41 000 ton al año, es Perú. En Ecuador, 2000 ha se dedican a la producción de quinua, y en Colombia, más de 1000 ha. (Bojanic, A, 2011).

Sin embargo, producto de más de veinte años de trabajo que se viene desarrollando en países potenciales de Europa, Asia, África, Australia, Norte América y de la región, la producción de la quinua se encuentra en franco proceso de expansión hacia diferentes espacios geográficos del planeta por sus extraordinarias características de adaptación y adaptabilidad (Bojanic, A, 2011).

Figura 2.17
Cultivo de quinua en Sudamérica



Fuente: <http://sappjeci.mma.es:quinua>

Tabla 2.2
Producción mundial de quinua por año

País	Año/Toneladas						
	1691	1970	1980	1990	2000	2010	2014
Bolivia	22.5	7.3	16.3	6.3	28.2	41.1	114.3
Perú	9.2	9.7	8.9	16.1	23.2	36.1	77.4
Ecuador	0.7	0.7	0.5	0.7	0.7	0.9	0.8
Total	32.4	17.7	25.8	23.0	52.6	78.1	192.5
Precio de exportación USD/kg		\$0.080	\$0.492	\$0.854	\$1.254	\$3.029	

Fuente: (FAO)

2.1.7.2. A NIVEL NACIONAL

La quinua puede considerarse como una especie oligocéntrica, con centro de origen de amplia distribución y diversificación múltiple, considerándose las orillas del Lago Titicaca como la zona de mayor diversidad y variación genética. En Bolivia el lugar más importante en la producción de Quinua Real en el país, es el departamento de Potosí, seguidos de los departamentos de La Paz, Oruro y en los valles interandinos de Cochabamba, Chuquisaca y Tarija (Año Internacional de la Quinua, 2013).

Las principales áreas de cultivo que se han desarrollado son:

- La Paz: En las provincias Maco Kapac, Aroma, Gualberto Villarroel y últimamente se está incursionando en la Provincia Pacajes.
- Oruro: La Región de Salinas de Garci Mendoza en la Provincia Ladislao Cabrera y Avaroa.
- Potosí: La Región de Llica, Salar de Uyuni, en la Provincia Daniel Campos, Enrique Valdivieso, Nor Lipez y Antonio Quijaro (Año Internacional de la Quinua, 2013).

Figura 2.18
Departamentos productores de quinua



Fuente: 2013. Año Internacional de la Quinua

Tabla 2.3

Exportaciones de quinua por departamento

Departamento	Año	Toneladas
Potosí	2011-2012	17.992,00
Oruro	2011-2012	14.906,00
La Paz	2011-2012	8.611,00
Cochabamba	2011-2012	161,00
Chuquisaca	2011-2012	40,00

Fuente: Datos IBCE / infografía: (FMG/La Razón)

2.1.7.3. A NIVEL LOCAL

Las familias campesinas de Yunchará, en la provincia Avilés, del departamento de Tarija incursionan en el cultivo de la quinua en un espacio de producción de 40 hectáreas aproximadamente. Las variedades de quinua más cultivadas son: el kello, sajama, pasankalla, negro, morocho y colorado (Jesús Cardozo, 2015).

Figura 2.19
Mapa político del departamento de Tarija



Fuente: Atlas Bolivia CIMA

2.1.8. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA QUINUA

La quinua es considerada un excelente cereal, debido a su alto valor nutritivo, presentando más proteína que cereales como arroz, maíz y trigo. Se caracteriza por suministrar un buen aporte en aminoácidos esenciales, además de contener vitaminas del complejo B, minerales como calcio, fósforo y hierro, contiene también micro elementos como magnesio, zinc y cobre y es fuente de fibras dietéticas. Su alto valor nutricional la convierte en excelentes sustitutos de la carne, lácteos y huevos, además de otros cereales (Martínez, S, 2012).

Tabla 2.4
Comparación Nutricional de la Quinua frente a otros Cereales
(Porción de 100 gramos de grano de quinua)

Componentes	Quinua	Trigo	Arroz	Maiz
Calorias (Kcal)	391,00	309,00	353,00	338,00
Proteínas (g)	14,95	11,50	7,40	9,20
Grasa (g)	8,56	2,00	2,20	3,80
Carbohidratos (g)	63,85	59,40	74,60	65,20
Agua (%)	11,00	13,20	13,00	12,50

Fuente: <<http://www.quinuasaita.com.bo/esp/quinua/quinua2.html>>

2.1.8.1. PROTEÍNAS

La calidad nutricional de un producto depende tanto de la cantidad como de la calidad de sus nutrientes. En general, si se hace una comparación entre la composición de nutrientes de la quinua y los del trigo, arroz y maíz, se puede corroborar que los valores promedios que reportan para la quinua son superiores a los tres cereales en cuanto al contenido de proteína, grasa y ceniza. La proteína de la quinua por su alto valor biológico y la ausencia de colesterol la convierten en un excelente sustituto de la carne, a tal punto que la NASA, agencia espacial de Estados Unidos, la incluye en la dieta básica de los astronautas (Bojanic, A, 2011).

Entre el 16 y el 20% 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 (Bojanic, A, 2011).

2.1.8.2. DIGESTIBILIDAD DE LAS PROTEÍNAS

La digestibilidad de la proteína o biodisponibilidad (digestibilidad verdadera) de los aminoácidos de la quinua varía según la variedad y el tratamiento al que son sometidas. Estudios comparativos (FAO/OMS, 1991), clasificaron los valores de la digestibilidad verdadera de la proteína en tres rangos: digestibilidad alta de 93 a 100 % para los alimentos de origen animal y la proteína aislada de soya; digestibilidad intermedia con valores de 86 a 92 % para el arroz pulido, trigo entero, harina de avena y harina de soya; y digestibilidad baja de 70 a 85 % para diferentes tipos de leguminosas incluyendo frijoles, maíz y lentejas. De acuerdo a esta clasificación, el grano de la quinua se encuentra en la tercera posición, es decir con baja digestibilidad (Bojanic, A, 2011).

2.1.8.3. AMINOÁCIDOS ESENCIALES

Los aminoácidos son las unidades químicas o "bloques de construcción" del cuerpo que forman las proteínas. Las sustancias proteicas construidas gracias a estos 20 aminoácidos forman los músculos, tendones, órganos, glándulas, las uñas y el pelo (Nieves, 2011).

Existen dos tipos principales de aminoácidos que están agrupados según su procedencia y características. Estos grupos son aminoácidos esenciales y aminoácidos no esenciales. Los aminoácidos que se obtienen de los alimentos se llaman "aminoácidos esenciales". Los aminoácidos que puede fabricar nuestro organismo a

partir de otras fuentes, se llaman "aminoácidos no esenciales". La Quinoa contiene 8 aminoácidos esenciales: isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina (Nieves, 2011).

Tabla 2.5
% Aminoácidos (AA) en 100gr de proteínas

Aminoácidos	Quinoa	Trigo	Leche
Isoleucina *	7,0	3,3	4,8
Leucina *	7,3	5,8	7,3
Lisina *	8,4	2,2	5,6
Metionina *	5,5	2,1	2,1
Fenilalanina *	5,3	4,2	3,7
Treonina *	5,7	2,7	3,1
Triptofano *	1,2	1,0	1,0
Valina *	7,6	3,6	4,7
Acido Aspártico	8,6	-	-
Acido Glutámico	16,2	-	-
Cisterina	7,0	-	-
Serina	4,8	-	-
Tirosina	6,7	-	-
Argina	7,4	3,6	2,8
Prolina	3,5	-	-
Glicina	5,2	3,9	2,0
*Aminoácidos esenciales			

Fuente: <http://ccbolgroup.com/quinoa.html#TABLA>

2.1.8.4. GRASAS

Estudios realizados para determinar el contenido de ácidos grasos encontraron que el mayor porcentaje de ácidos grasos presentes en este aceite es el Omega 6 (ácido linoleico), siendo de 50,24%. El Omega 9 (ácido oleico) se encuentra en segundo

lugar, siendo 26,04% para aceite de quinua. Los valores encontrados para el Omega 3 (ácido linolénico) son de 4,77% (Bojanic, A 2011).

2.1.8.5. CARBOHIDRATOS

Los carbohidratos de las semillas de quinua contienen entre un 58 y 68% de almidón y un 5% de azúcares, lo que la convierte en una fuente óptima de energía que se libera en el organismo de forma lenta por su importante cantidad de fibra. En la quinua, el contenido de almidón es de 58,1 a 64,2% (Bojanic, A 2011).

2.1.8.6. MINERALES

La quinua es una buena fuente de hierro, magnesio y zinc si se compara con las recomendaciones relativas al consumo diario de minerales. 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. Las más notables son sus saponinas, que se encuentran en la capa exterior de la semilla de la quinua y normalmente se extraen durante su procesado para eliminar el sabor amargo (Bojanic, A 2011).

Tabla 2.6
Contenido mineral de la quinua en comparación con otros cereales
(mg/100 g materia seca)

Componentes	Quinua	Maíz	Arroz	Trigo
Calcio	148,7	17,1	6,9	50,3
Hierro	13,2	2,1	0,7	3,8
Magnesio	249,6	137,1	73,5	169,4
Fosforo	383,7	292,6	137,8	467,7
Potasio	926,7	377,1	118,3	578,3
Zinc	4,4	2,9	0,6	4,7

Fuente: Koziol (1992)

2.1.8.7. VITAMINAS

La quinua es también una buena fuente de las vitaminas B₂ y ácido fólico en comparación con otros granos, mientras que su contenido en tiamina es similar al de otros granos y el de niacina es en promedio inferior. También contiene cantidades significativas de vitamina E. En general, 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 (Bojanic, A 2011).

Tabla 2.7

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

Vitaminas	Rango (mg)
Vitamina A (carotenos)	0,12 - 0,53
Vitamina E	4,60 - 5,90
Vitamina B ₁ o Tiamina	0,05 - 0,60
Vitamina B ₁	0,20 - 0,46
Niacina	0,16 - 1,60
Ácido ascórbico	0,00 - 8,50

Fuente: Ruales et al.,1992, citado por Ayala et al., 2004.

2.1.8.8. FIBRA

Por lo que respecta a la fibra supone el 6% del peso total del grano y es la que hace que la ingesta de quinua favorezca el tránsito intestinal, regule los niveles de colesterol, estimule el desarrollo de flora bacteriana beneficiosa y ayuda a prevenir el cáncer de colón (Bojanic, A. 2011).

Tabla 2.8

Contenido de fibra (g/100g) de quinua

Muestra	Fibra insoluble	Fibra soluble	FDT
Quinua	5,31	2,49	7,80

Fuente: Repo-Carrasco, 1992. Los cultivos andinos y la Alimentación Infantil

2.1.9. FACTORES ANTINUTRICIONALES DE LA QUINUA

La quinua presenta factores antinutricionales que pueden afectar la biodisponibilidad de ciertos nutrientes esenciales, como proteínas y minerales. Son los siguientes: saponinas, fitatos, taninos e inhibidores de proteasa (Puentes Aguilar, 2006).

2.1.9.1. DEFINICIÓN DE SAPONINA

El término "Saponina" se considera aplicable a dos grupos de glucósidos vegetales uno de ellos compuesto por los glucósidos triterpenoides de reacción ligeramente ácida, y el otro por los esteroides derivados del perhidro 1,2 ciclopentanofenantreno. Tienen como propiedad la de formar una abundante espuma en solución acuosa y son también solubles en alcohol absoluto y otros solventes orgánicos. Por la característica espumante, las saponinas se emplean en la fabricación de cerveza, en la preparación de compuestos para extinguidores de incendios, etc. (Puentes Aguilar, 2006)

2.1.10. USOS DE LA QUINUA

La quinua tiene múltiples usos y se puede emplear casi todas sus partes, para la alimentación humana, animal (forraje y concentrados), ornamental, medicinal, control de plagas y parásitos que afectan a los animales domésticos, se usa a nivel industrial y como ingrediente de cebos tóxicos mezclados con raticidas para controlar ratones y ratas (Mujica A, libro 03).

2.1.10.1. EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA

Los granos de quinua se utilizan previa eliminación del contenido amargo (Saponina) en forma de ensaladas, entradas, guisos, sopas, postres, bebidas, pan, galletas, tortas, etc. Las semillas germinadas son también un alimento exquisito y muy nutritivo, sobre todo para aquellas personas vegetarianas (Mujica A, libro 03).

En la actualidad, se está utilizando como ingrediente para los desayunos, así como hojuelas en reemplazo de las hojuelas de trigo y también en expandidos y extruidos (Mujica A, Libro 03).

2.1.10.2. INDUSTRIAL

Industrialmente se puede extraer alcohol industrial, otros productos como ser saponina, quinoína, ácido quinoico, cartón a partir de la celulosa, almidón de buena calidad, harina, aceite etc. (Mujica A, Libro 03).

2.2. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LOS INSUMOS

2.2.1. AGUA POTABLE

Se llama agua potable al agua que puede consumir o beber sin que exista peligro para la salud. El agua potable no debe contener sustancias o microorganismos que puedan provocar enfermedades o perjudicar nuestra salud. Por eso, el agua antes de ser consumida, es necesario que sea tratada en una planta potabilizadora. También se habla de aguas duras o blandas para determinar la calidad de las mismas. Las primeras tienen alto tenor de sales de calcio y magnesio disueltas. Las blandas son pobres en estas sales (V.G.G, 2003).

- Bicarbonato de calcio y magnesio: Dureza Temporal
- Sulfato y cloruro de calcio y magnesio: Dureza Permanente

Puede haber también nitratos, fosfatos, silicatos, etc. (dureza permanente). El agua debe tener una dureza comprendida entre 60 y 100 mg/l. no siendo conveniente aguas de dureza inferiores a 40 mg/l, por su acción corrosiva (V.G.G, 2003).

Tabla 2.9
Clasificación de las aguas según el valor de la dureza total

Tipo de agua	ppm CaCO ₃
Muy blanda	0 - 15
Blanda	16 - 75
Semidura	76 - 150
Dura	151 - 300
Muy dura	>300

Fuente: monografías.com

Existen diferentes métodos y tecnologías de potabilización, aunque todos ellos constan, de las siguientes etapas:

- a) **FILTRADO.** En esta operación unitaria el agua a tratar es filtrada, se separa los sólidos del componente líquido que contiene el agua, luego está se hace pasar a través de una membrana porosa la cual retiene a los sólidos en su superficie, gracias a una diferencia de presión (V.G.G, 2003).
- b) **PRECLORACIÓN Y FLOCULACIÓN.** Después de un filtrado inicial para retirar los fragmentos sólidos de gran tamaño, se añade cloro (para eliminar los microorganismos del agua) y otros productos químicos para favorecer que las partículas sólidas precipiten formando copos (flóculos) (V.G.G, 2003).
- c) **DECANTACIÓN.** En esta fase se eliminan los flóculos y otras partículas presentes en el agua (V.G.G, 2003).
- d) **FILTRACIÓN.** Se hace pasar el agua por sucesivos filtros para eliminar la arena y otras partículas que aún pudieran quedar, eliminando a la vez la turbidez del agua (V.G.G, 2003).
- e) **CLORACIÓN Y ENVÍO A LA RED.** Para eliminar los microorganismos más resistentes y para la desinfección de las tuberías de la red de distribución (V.G.G, 2003).

2.2.2. AZÚCAR DE CAÑA

El azúcar es una sustancia de características sólidas de color blanco y se encuentra cristalizado, es soluble en agua y se caracteriza por su sabor dulce. El término sacarosa suele utilizarse para nombrar al azúcar común o azúcar de mesa que se utiliza en la preparación de diferentes alimentos. La sacarosa es un glúcido compuesto por una molécula de fructosa y otra de glucosa.

Entre los distintos tipos de azúcar, se tiene el azúcar blanco, azúcar y el azúcar (Pérez porto, 2010).

2.2.3. CANELA

La canela es una especie muy utilizada en la cocina para saborizar muchos de los postres que se comen a diario, también es recomendada para mejorar los problemas de circulación y muy beneficiosa para las personas con diabetes (CS, 2012).

2.2.4. CLAVO DE OLOR

El clavo de olor es una hierba aromática con muchos beneficios medicinales que la hacen apta para usos terapéuticos, además de sus usos culinarios. Uno de los compuestos claves para sus capacidades medicinales es el eugenol, un compuesto que previene la coagulación de la sangre, por lo que el clavo de olor es muy beneficioso para la salud cardiovascular (CS, 2012).

2.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL PRODUCTO

La quinua, es un grano andino cuyo contenido de proteínas, minerales y vitaminas, le da ventajas nutricionales con respecto a otros alimentos. Una forma de incrementar su consumo es mediante la transformación en un alimento de fácil consumo, como es el refresco de quinua. La quinua, a pesar de no ser una fruta, es posible transformarla en refresco, dado que se mantiene sus propiedades nutricionales características de dicho producto.

El refresco de quinua es una nueva opción en cuanto a refrescos se refiere por sus propiedades nutritivas que posee (Soto José, 2010).

2.3.1. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL REFRESCO DE QUINUA

El refresco de quinua puede ser consumida por niños y adultos, por disponer de buen aporte nutritivo en la alimentación; para que de esta manera se pueda prevenir enfermedades causadas por una mala nutrición a la que es expuesta la población debido a una pobre e insuficiente alimentación, ya sea por factores económicos o desconocimiento del valor nutritivo de los alimentos (Pólit, M. 2014).

Tabla 2.10

Valor nutricional del refresco de quinua en 100 ml

Componente	Cantidad
Calorías	182 kcal
Proteína	2,80 g (5,60%)
Grasa	1,30 g (2%)
Carbohidratos	42,22 (14,07%)

Fuente: https://prezi.com/walokwg-6df_/leche-de-quinua/

2.3.2. BENEFICIOS DEL REFRESCO DE QUINUA

La quinua es una semilla integral que proporciona la mayoría de los nutrientes que el cuerpo necesita y es adecuada para todas las personas, sin excepción.

Tabla 2. 11

Beneficios del consumo del refresco de quinua

Nº	BENEFICIOS
1	Es una semilla comestible con valiosos nutrientes
2	Contiene mayor cantidad de fibra
3	Es naturalmente libre de gluten
4	Es alto en proteínas cuando se la compara con la mayoría de los alimentos vegetales, y contiene la mayoría de los aminoácidos esenciales que el cuerpo humano necesita
5	El índice glucémico de la quinua es bajo pero hay que tener en cuenta su alto contenido en carbohidratos
6	La quinua es alta en minerales
7	Estudios realizados mostraron que la quinua puede mejorar la salud metabólica. Esto incluye los niveles de azúcar en sangre y de triglicéridos
8	La quinua es alta en antioxidantes
9	Es fácil de incorporar a la dieta

Fuente: nutricionsinmas.com/11-beneficios-que-la-quinua-le-brinda-al-organismo/

3.1. DESARROLLO DE LA PARTE EXPERIMENTAL

El trabajo experimental del proceso de la elaboración del refresco de quinua, se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio Taller de Alimentos (LTA), dependiente del Departamento de Biotecnología, perteneciente a la Carrera de Ingeniería de Alimentos, ubicada en la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

El presente trabajo fue realizado a escala de laboratorio, el mismo que servirá de base para realizarlo a nivel industrial.

3.2. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS, MATERIA PRIMA E INSUMOS

3.2.1. EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Los equipos e instrumentos usados en la elaboración del refresco de quinua se detallan a continuación:

3.2.1.1. BALANZA ANALÍTICA DIGITAL

La balanza analítica se usó en el pesado de materias primas como así también en el pesado de los insumos. Este equipo se encuentra en las instalaciones del Laboratorio Taller de Alimentos de la Carrera Ingeniería de Alimentos.

Figura 3.1
Balanza analítica digital



Fuente: Elaboración Propia

Especificaciones técnicas

Marca: METTLER TOLEDO

Modelo: PB 1502-S

Precisión: 0.01 g

Potencia: 5 W

Capacidad máxima: 1510 g

Capacidad mínima: 0.5 g

Error: 0.1 g

Industria: Switzerland

3.2.1.2. OLLA TOSTADORA

La olla tostadora se utilizó para el tostado de los granos de quinua, cuenta con aspas para el tostado uniforme de los granos, además posee una entrada de termómetro para la medición de la misma.

Figura 3.2
Olla tostadora



Fuente: Elaboración Propia

Especificaciones técnicas

Material: Acero inoxidable

Capacidad: 2 kg

Diámetro: 24 cm

Altura: 12 cm

Espesor: 2.5 mm

Numero de aspas: 4

Industria: Alemana

3.2.1.3. MOLINO A DISCOS MANUAL

El molino manual de granos se utilizó para la molienda de la quinua tostada, cuenta con una manija rotatoria para efectuar la molienda.

Figura 3.3
Molino a discos manual



Fuente: Elaboración Propia

Especificaciones técnicas

Molino manual para grano toolcraft tc 2541

Molino con tolva baja y disco moledor

Material: hierro

Tolva alta: diámetro 13.5 cm aproximadamente

Pieza ajustadora y accesorios de plástico

Manubrio con mango de madera

Ideal para moler queso, café, cacao, trigo, maíz, entre otros.

3.2.1.4. COCINA INDUSTRIAL

La cocina industrial se utilizó en el tostado de los granos de quinua, cocción de la mezcla, también para la pasteurización del producto. Este equipo se encuentra en las instalaciones del taller de alimentos (LTA), de la carrera ingeniería de alimentos.

Figura 3.4
Cocina industrial



Fuente: Elaboración Propia

Especificaciones técnicas

Marca: METALFER

Material: Acero inoxidable de 1.5 mm de espesor

De 2 hornallas, con quemadores cambiables

Consumo: 1500 Kcal/h

Dimensiones: Alto 90 cm, ancho 80 cm y profundidad de 45 cm

Industria: Boliviana

3.2.2. MATERIALES DE LABORATORIO

Los materiales de laboratorio utilizados en la parte experimental en la elaboración del refresco de quinua, se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 3.1
Descripción del material de laboratorio

Material	Característica	Tipo de material	Cantidad
Termómetro	Escala 0 a 100°C	Alcohol - vidrio	1
Jarras	500 ml/ 1000 ml	Plástico	2
Ollas	Mediana	Acero inoxidable	2
Botella	1 L	Plástico	4
Cuchara	Mediana	Acero inoxidable	1
Vasos	90 ml	Plástico	4
Colador	Mediana	Plástico	1

Fuente: Elaboración Propia

3.2.3. MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

La quinua es adquirida en el mercado campesino, comprada a granel. Los insumos (canela y clavo) de igual manera son comprados del mercado campesino. La materia prima e insumos se muestran a continuación:

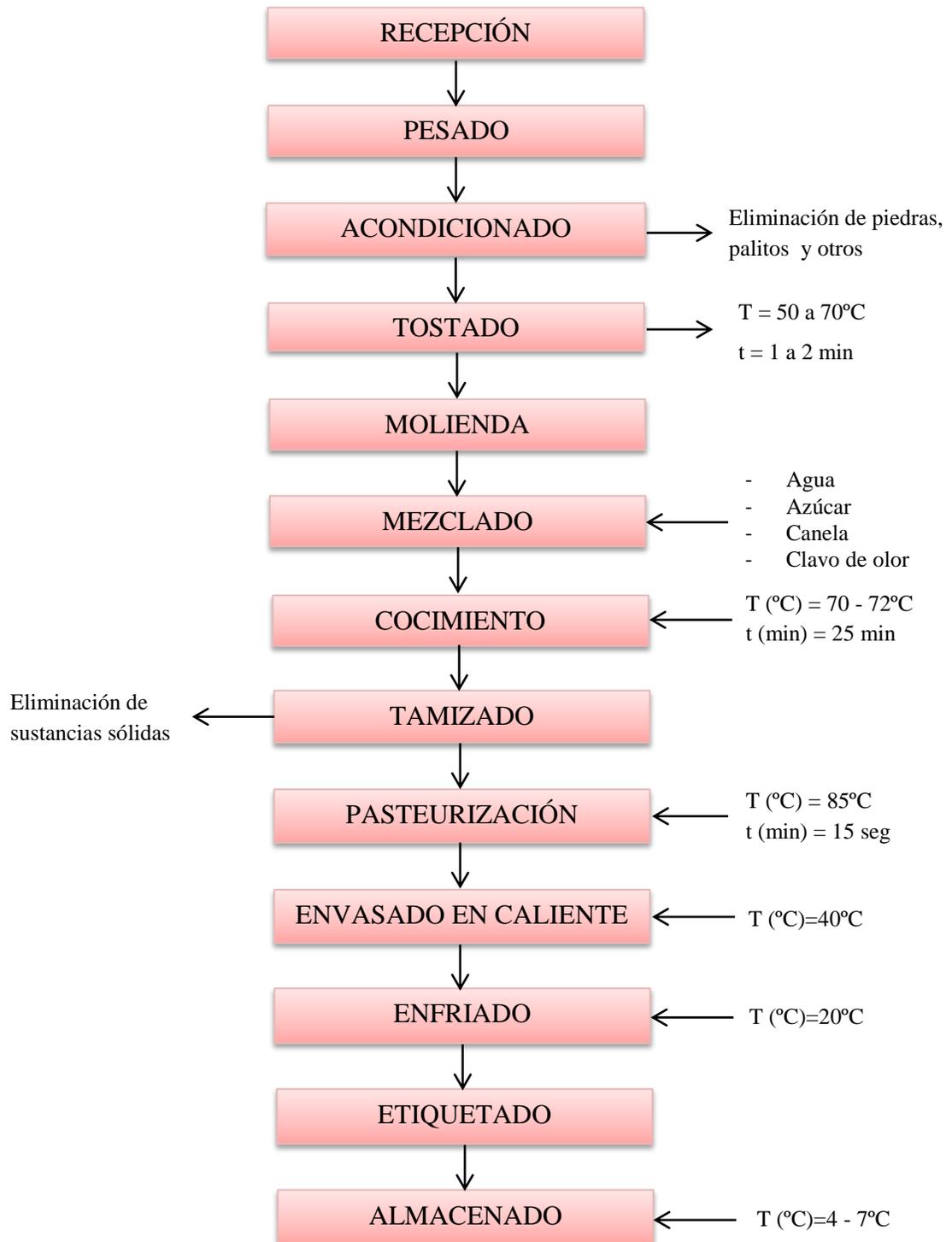
Tabla 3.2
Descripción de materias primas e insumos

Materia prima	Variedad/marca	Procedencia
Quinua	Real blanca	Mercado local
Insumos		
Azúcar	Azúcar blanca de mesa	Bermejo
Agua	Mercado local
Canela	Mercado local
Clavo de olor	Mercado local

Fuente: Elaboración Propia

3.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL REFRESCO DE QUINUA

Figura 3.5
Elaboración del refresco de quinua



Fuente: Elaboración Propia

3.3.1. RECEPCIÓN

La quinua es adquirida del mercado campesino en forma de granel para posteriormente ser procesada.

3.3.2. PESADO

El pesado de la quinua se realizó con una balanza analítica con la finalidad de poder efectuar el balance de materia en el proceso.

3.3.3. ACONDICIONADO

Se efectuó el acondicionado con el objetivo de separar aquellas impurezas como ser piedras, palillos, granos de otro color, entre otros.

3.3.4. TOSTADO

Se procede a tostar los granos de quinua para que el producto a elaborar obtenga el color, olor y sabor adecuado. El tostado se realizó de forma manual utilizando para tal efecto una olla tostadora, usando temperaturas de 50 a 70°C por un lapso de 1 a 2 min.

3.3.5. MOLIENDA

Después de realizar el tostado correspondiente, los granos de quinua son convertidos en harina para que se pueda hacer uso casi en su totalidad los granos. La molienda se realizó en un molino a discos manual.

3.3.6. MEZCLADO

En una olla mediana se procede a mezclar agua caliente, quinua molida, azúcar, canela y clavo de olor, posteriormente esta mezcla se lleva a cocimiento. El cocimiento se lo efectúa a una temperatura de 72°C por un tiempo de 25 minutos. La finalidad del cocimiento es que el producto adquiera las características típicas del refresco.

3.3.7. COCIMIENTO

La mezcla anterior se lleva a cocción por un tiempo de 25 min, a una temperatura de 70 a 72°C.

3.3.8. TAMIZADO

Después del cocimiento de la mezcla, ésta se deja reposar por un tiempo de 5 min con la finalidad que los sólidos presentes en la misma se depositen en el fondo de la olla y se facilite el tamizado, luego se hace un trasvase del líquido de un recipiente a otro con la ayuda de una coladera con perforaciones muy finas o una tela, separando la parte solida de la parte líquida.

3.3.9. PASTEURIZACIÓN

Se realizó la pasteurización al refresco de quinua con la finalidad de eliminar microorganismos que pudieron adquirirse en el tamizado del mismo.

La pasteurización ayudará a conservar el producto por un tiempo más largo, manteniendo las características organolépticas inalterables del refresco de quinua, ésta se llevó a cabo a una temperatura de 85°C por un tiempo de 15 segundos.

3.3.10. ENVASADO EN CALIENTE

Después de la pasteurización se procede a envasar el refresco de quinua en botellas de plástico de 1L, los envases son lavados con agua caliente cuidando que los mismos no se dañen, debido a que el plástico no soporta temperaturas altas.

3.3.11. ENFRIADO

Después de envasar el contenido se enfría rápidamente alrededor de los 20°C, evitando de esta manera el posible crecimiento microbiano.

3.3.12. ETIQUETADO

Una vez enfriado el producto, se procede a etiquetar, el objetivo del etiquetado es dar a conocer la información nutricional, fecha de elaboración y vencimiento del mismo, como así también los ingredientes utilizados para su fabricación.

3.3.13. ALMACENADO

Almacenar el producto en un lugar fresco, seco y oscuro evitando los rayos de sol. Si se desea consumir frío, el mismo puede ser refrigerado de 4 a 7°C.

3.4. METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE RESULTADOS

Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se llevaron a cabo en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo “CEANID” perteneciente a la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

Los parámetros a analizar consistieron en la determinación de las características fisicoquímicas de la materia prima como así también del producto terminado, donde se analizaron una serie de parámetros y métodos utilizados en la determinación de los mismos, los cuales se detallan a continuación:

3.4.1. ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS EN LA MATERIA PRIMA Y PRODUCTO FINAL

Tabla 3.3
Análisis fisicoquímicos

Materia prima	Producto final
Humedad	Humedad
Proteína total (Nx6,25)	Proteína total (Nx6,25)
Materia grasa	Materia grasa
Ceniza	Ceniza
Hidratos de carbono	Hidratos de carbono
Fibra	Fibra
Valor energético	Valor energético

Fuente: Elaboración propia

3.4.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS EN LA MATERIA PRIMA Y PRODUCTO FINAL

Tabla 3.4
Análisis microbiológicos

Materia prima	Producto final
Coliformes totales	Coliformes totales
	Coliformes fecales
	Mohos y levaduras

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.5
Métodos de análisis utilizado

Tipo de análisis	Método de ensayo	Unidad
Humedad	NB 313010:05	%
Proteína total (Nx6,25)	NB/ISO 8968-1:08	%
Materia grasa	NB 313019:06	%
Ceniza	NB 39034:10	%
Hidratos de carbono	Cálculo	%
Fibra	Gravimétrico	%
Valor energético	Cálculo	Kcal/100 g
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g
Coliformes fecales	NB 32005:02	UFC/g
Mohos y levaduras	NB 32006:03	UFC/g

Fuente: Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo “CEANID”

3.5. ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial de alimentos es un método experimental que permite medir, analizar e interpretar las propiedades sensoriales que tiene un alimento, mediante el uso de jueces o personas, que perciben y califican las sensaciones producidas en los alimentos a través de los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (Ramírez E, 2012).

3.5.1. EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL REFRESCO DE QUINUA

Para la realización de la evaluación sensorial inicial del refresco de quinua, se elaboraron ocho muestras, tomando en cuenta distintas dosificaciones de quinua tostada, azúcar y canela para cada muestra a elaborar; posteriormente estas muestras se presentaron a quince jueces no entrenados para su respectiva evaluación sensorial mediante un test de evaluación, tomando como referencia la escala hedónica, calificando los atributos: color, olor y sabor.

3.5.2. EVALUACIÓN SENSORIAL INTERMEDIA PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DEL REFRESCO DE QUINUA

Para determinar la dosificación del refresco de quinua se elaboraron seis muestras con distintas cantidades de quinua, azúcar y canela, luego estas muestras se presentaron a quince jueces no entrenados para su evaluación sensorial mediante un test de evaluación, tomando como referencia la escala hedónica, calificando los atributos: color, olor y sabor.

3.5.3. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA ELEGIR LA MUESTRA FINAL

Para determinar la muestra final, se elaboraron tres muestras, con distintas cantidades de quinua, azúcar y canela; posteriormente estas muestras se presentaron a quince jueces no entrenados para su evaluación sensorial mediante un test de evaluación, tomando como referencia la escala hedónica, calificando los atributos: color, olor y sabor.

3.5.4. EVALUACIÓN SENSORIAL FINAL PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL PRODUCTO TERMINADO

Con el fin de determinar las propiedades organolépticas del producto terminado, se elaboró una muestra para evaluar los atributos color, olor y sabor, esta muestra se presentó a quince jueces no entrenados; quienes, haciendo uso de la escala hedónica, calificaron la muestra presentada.

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Los diseños experimentales son una serie de pruebas en la cuales se inducen cambios deliberados en las variables de entrada a un proceso, de manera que sea posible observar las causas de los cambios en la respuesta de salida (Montgomery, 2004).

El diseño experimental utilizado en este trabajo se muestra en la siguiente ecuación:

Tabla 3.6

Diseño factorial de variables para el tostado de la quinua

Combinación de tratamientos	Efecto factorial				Y _i
	1	A	B	AB	
(1)	+	-	-	+	Y ₁
a	+	+	-	-	Y ₂
b	+	-	+	-	Y ₃
ab	+	+	+	+	Y ₄

Fuente: Elaboración Propia

Dónde: Y_i = porcentaje (%) de humedad

En la tabla 3.7 se puede observar los niveles de variación de los factores (nivel superior y nivel inferior), en la etapa del tostado de los granos de quinua.

Tabla 3.7

Niveles de variación de los factores para el tostado de los granos de quinua

Variables			
Temperatura (°C)		Tiempo (min)	
Nivel inferior	Nivel superior	Nivel inferior	Nivel superior
50	70	1	2

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 3.8 se muestra el arreglo factorial del diseño planteado en el tostado de los granos de quinua.

Tabla 3.8

Matriz de combinación del diseño 2² para el tostado de los granos de quinua

N° de tratamientos	Variables		Combinaciones	
	Temperatura (T)	Tiempo (t)	Replica I	Replica II
1	T ₁	t ₁	T ₁₁ t ₁₁	T ₁₂ t ₁₂
2	T ₂	t ₁	T ₂₁ t ₁₁	T ₂₂ t ₁₂
3	T ₁	t ₂	T ₁₁ t ₂₁	T ₁₂ t ₂₂
4	T ₂	t ₂	T ₂₁ t ₂₁	T ₂₂ t ₂₂

Fuente: Elaboración Propia

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

4.1.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA MATERIA PRIMA

En la tabla 4.1 se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos de los granos de quinua (anexos B), realizados en el laboratorio CEANID, perteneciente a la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

Tabla 4.1
Composición fisicoquímica de la quinua

Parámetros	Unidad	Valor
Humedad	%	10,91
Cenizas	%	2,24
Fibra	%	3,24
Materia grasa	%	6,32
Hidratos de carbono	%	65,88
Proteína total (Nx6.25)	%	11,41
Valor energético	Kcal/100g	366,04

Fuente: CEANID, 2016

Como se puede observar en la tabla 4.1, la quinua posee un contenido de humedad de 10,91%, cenizas 2,24%, fibra 3,24%, materia grasa 6,32%, hidratos de carbono 65,88%, proteína total 11,41% y valor energético de 366,04 Kcal/100g.

4.1.2. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DE LA MATERIA PRIMA

En la tabla 4.2 se muestran los resultados de los análisis microbiológicos de los granos de quinua (anexos B), realizados en el laboratorio CEANID.

Tabla 4.2
Análisis microbiológico de la quinua

Componentes	Método	Unidades	Valor
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g	< 10 (*)
UFC: unidad formadora de colonias (*): no se observa desarrollo de colonias			

Fuente: CEANID, 2016

4.2. EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL REFRESCO DE QUINUA

Para realizar la evaluación sensorial inicial de las propiedades organolépticas del refresco de quinua se elaboraron ocho muestras con distintas cantidades de quinua, azúcar y canela para la determinación de los atributos color, olor y sabor, haciendo uso de un test de escala hedónica, mediante la cual se podrá obtener los valores de las muestras más aceptadas.

4.2.1. EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL PARA DETERMINAR EL ATRIBUTO COLOR EN EL REFRESCO DE QUINUA

La tabla 4.3 muestra los resultados obtenidos de la tabla C.2.1 (anexo C.2), de la evaluación sensorial inicial para determinar el atributo color en el refresco de quinua.

Tabla 4.3
Evaluación sensorial inicial para el atributo color

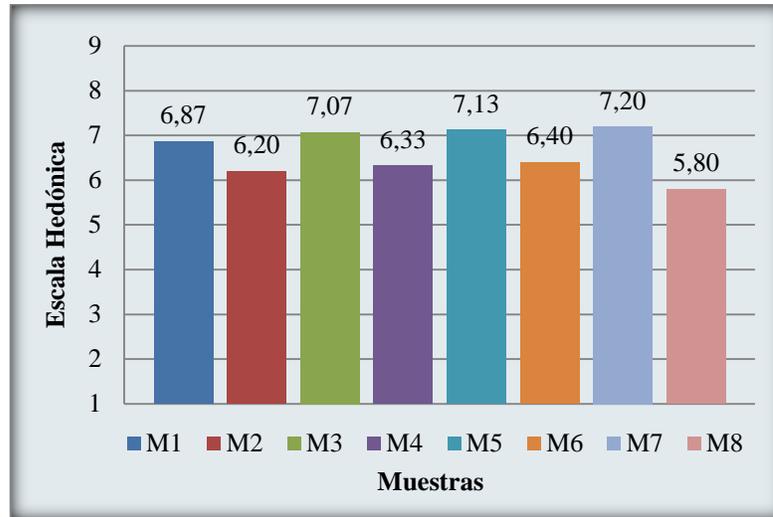
JUECES	MUESTRAS							
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
1	8	6	8	5	4	6	8	7
2	7	5	8	6	9	7	8	7
3	9	8	8	6	9	3	7	2
4	7	6	7	8	6	6	8	6
5	5	7	6	8	8	7	9	6
6	5	7	5	7	9	8	8	6
7	8	3	9	4	7	9	6	7
8	7	6	8	6	7	5	8	6
9	9	6	5	6	4	4	4	6
10	7	8	6	7	5	8	5	6
11	8	8	7	6	9	6	9	6
12	5	6	7	8	9	4	8	4
13	7	4	9	4	9	7	6	7
14	5	5	8	7	6	7	8	6
15	6	8	5	7	6	9	6	5
\bar{x}	6,87	6,20	7,07	6,33	7,13	6,40	7,20	5,80

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4.1, se pueden ver los resultados promedios de la tabla anterior (tabla 4.3), de la evaluación sensorial inicial para determinar el atributo color en el refresco de quinua.

Gráfica 4.1

Evaluación sensorial inicial para el atributo color



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la gráfica 4.1, la muestra con mayor puntuación es la M7 con 7,20, seguida de la muestra M5 con 7,13, la muestra M3 con una puntuación de 7,07, haciendo una comparación con las demás muestras evaluadas; las muestras antes mencionadas tienen mejor aceptación por los jueces.

4.2.1.1. PRUEBA ESTADÍSTICA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL PARA DETERMINAR EL ATRIBUTO COLOR EN EL REFRESCO DE QUINUA

La tabla 4.4, muestra los resultados del análisis de varianza para la evaluación sensorial inicial del atributo color extraído de la tabla C.2.2 (anexo C.2).

Tabla 4.4
Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial del atributo color

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	288,12	119		-	-
Muestras (A)	27,59	7	3,941	1,606	2,105
Jueces (B)	20,00	14	1,428	0,582	1,794
Error (E)	240,53	98	2,454	-	-

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.4 se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,606 < 2,105$), para las muestras; por lo tanto se acepta H_0 y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras para el atributo color con un nivel de significancia de 0.05. Se tomó la muestra M7, como la muestra con mejor puntuación para el atributo color.

4.2.2. EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL PARA DETERMINAR EL ATRIBUTO OLOR EN EL REFRESCO DE QUINUA

La tabla 4.5, muestra los resultados obtenidos de la tabla C.3.1 (anexo C.2), de la evaluación sensorial inicial para determinar el atributo olor en el refresco de quinua.

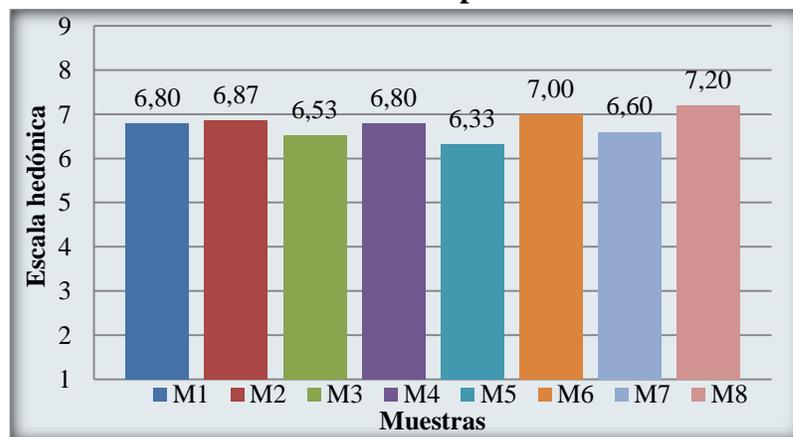
Tabla 4.5
Evaluación sensorial inicial para el atributo olor

JUECES	MUESTRAS							
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
1	7	6	8	6	5	6	7	8
2	5	6	7	8	8	8	7	9
3	8	8	7	8	6	7	6	9
4	8	7	7	6	7	6	5	8
5	6	7	6	8	8	7	9	7
6	6	7	6	7	8	8	7	6
7	6	5	5	7	6	8	7	9
8	9	6	6	8	5	7	7	5
9	6	7	8	7	5	5	5	5
10	8	8	6	7	6	6	5	7
11	8	8	7	6	7	8	8	7
12	5	6	6	7	5	8	4	9
13	7	8	6	6	6	7	7	7
14	7	7	7	4	7	6	8	6
15	6	7	6	7	6	8	7	6
\bar{x}	6,80	6,87	6,53	6,80	6,33	7,00	6,60	7,20

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4.2, se pueden observar los resultados promedios de la tabla 4.5, de la evaluación sensorial inicial para determinar el atributo olor en el refresco de quinua.

Gráfica 4.2
Evaluación sensorial inicial para el atributo olor



Fuente: Elaboración Propia

Como se muestra en la gráfica 4.20, la muestra M8 tiene mejor puntuación con 7,20, seguida de la muestra M6 con 7,00, la muestra M2 con una puntuación de 6,87, haciendo una comparación con las demás muestras evaluadas; las muestras antes mencionadas tienen mejor aceptación por los jueces.

4.2.2.1. PRUEBA ESTADÍSTICA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL PARA DETERMINAR EL ATRIBUTO OLOR EN EL REFRESCO DE QUINUA

La tabla 4.6, muestra los resultados del análisis de varianza para la evaluación sensorial inicial del atributo olor extraído de la tabla C.3.2 (anexo C.3).

Tabla 4.6

Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial del atributo olor

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	151,47	119		-	-
Muestras (A)	7,87	7	1,124	0,876	2,105
Jueces (B)	17,97	14	1,283	1,001	1,794
Error (E)	125,63	98	1,282	-	-

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.6 se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,876 < 2,105$), para las muestras; por lo tanto se acepta H_0 y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras con un nivel de significancia de 0.05 para el atributo olor. Se tomó en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra M8, con una puntuación de 7,20 en la escala hedónica para el atributo olor.

4.2.3. EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL PARA DETERMINAR EL ATRIBUTO SABOR EN EL REFRESCO DE QUINUA

La tabla 4.7, muestra los resultados obtenidos de la tabla C.4.1 (anexo C.4), de la evaluación sensorial inicial para determinar el atributo sabor en el refresco de quinua.

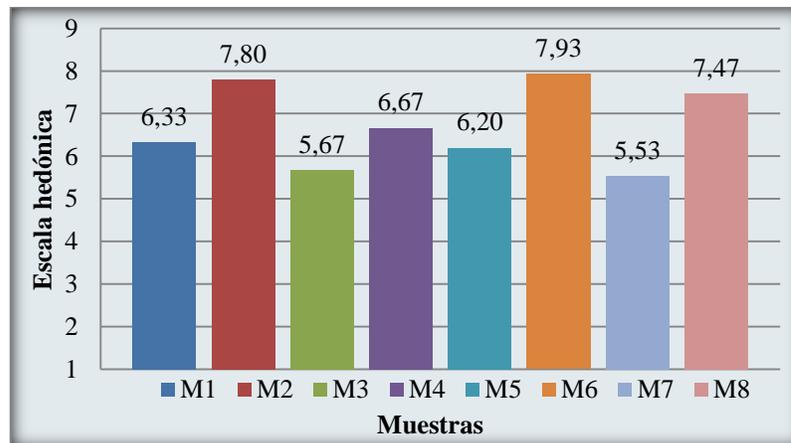
Tabla 4.7
Evaluación sensorial inicial para el atributo sabor

JUECES	MUESTRAS							
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
1	6	8	6	6	5	7	7	9
2	6	4	5	4	9	9	7	9
3	8	9	6	5	4	9	3	6
4	7	9	6	7	5	9	6	8
5	6	7	6	8	7	8	6	6
7	7	8	5	8	8	8	6	8
7	7	8	4	7	6	7	6	8
4	7	8	5	6	5	8	6	8
7	4	8	6	8	4	5	2	7
8	7	8	5	7	5	8	6	5
5	8	7	7	6	7	9	7	8
6	5	8	7	7	7	9	4	8
6	6	9	7	8	7	7	5	8
14	6	8	5	6	7	8	6	8
15	5	8	5	7	7	8	6	6
\bar{x}	6,33	7,80	5,67	6,67	6,20	7,93	5,53	7,47

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4.3, se pueden observar los resultados promedios de la tabla 4.7, de la evaluación sensorial inicial para determinar el atributo sabor en el refresco de quinua.

Gráfica 4.3
Evaluación sensorial inicial para el atributo sabor



Fuente: Elaboración

Como se muestra en la gráfica 4.3, la muestra M6 tiene mejor puntuación con 7,93, seguida de la muestra M2 con 7,80, la muestra M8 con una puntuación de 7,47, haciendo una comparación con las demás muestras evaluadas; las muestras antes mencionadas tienen mejor aceptación por los jueces.

4.2.3.1. PRUEBA ESTADÍSTICA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL PARA DETERMINAR EL ATRIBUTO SABOR EN EL REFRESCO DE QUINUA

La tabla 4.8, muestra los resultados del análisis de varianza para la evaluación sensorial inicial del atributo sabor extraído de la tabla C.4.2 (anexo C.4).

Tabla 4.8
Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial del atributo sabor

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	257,20	119		-	-
Muestras (A)	92,00	7	13,143	9,102	2,105
Jueces (B)	23,70	14	1,693	1,172	1,794
Error (E)	141,50	98	1,444	-	-

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.8 se puede observar que $F_{cal} > F_{tab}$ ($9,102 > 2,105$), para las muestras; por lo tanto se rechaza H_0 y se puede decir que hay diferencia significativa entre las muestras, por lo tanto se debe efectuar la prueba de Duncan.

4.2.3.2. PRUEBA DE DUNCAN DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL PARA EL ATRIBUTO SABOR

En la tabla 4.9 se puede observar los resultados del análisis estadístico de la comparación entre las medias para el atributo sabor, extraído de la tabla 4.5 (anexo C.4) de la prueba de Duncan.

Tabla 4.9

Tabla de comparación entre medias para el atributo sabor

Tratamientos	Análisis de valores			Efectos
M6 - M2	0,13	<	0,870	No existe diferencia significativa
M6 - M8	0,46	<	0,916	No existe diferencia significativa
M6 - M4	1,26	>	1,058	Si existe diferencia significativa
M6 - M1	1,60	>	0,968	Si existe diferencia significativa
M6 - M5	1,73	>	0,985	Si existe diferencia significativa
M6 - M3	2,26	>	0,999	Si existe diferencia significativa
M6 - M7	2,40	>	1,011	Si existe diferencia significativa
M2 - M8	0,33	<	0,870	No existe diferencia significativa
M2 - M4	1,13	>	0,916	Si existe diferencia significativa
M2 - M1	1,47	>	1,058	Si existe diferencia significativa
M2 - M5	1,60	>	0,968	Si existe diferencia significativa
M2 - M3	2,13	>	0,985	Si existe diferencia significativa
M2 - M7	2,40	>	0,999	Si existe diferencia significativa
M8 - M4	0,80	<	0,870	No existe diferencia significativa
M8 - M1	1,14	>	0,916	Si existe diferencia significativa
M8 - M5	1,27	>	1,058	Si existe diferencia significativa
M8 - M3	1,80	>	0,968	Si existe diferencia significativa
M8 - M7	1,94	>	0,985	Si existe diferencia significativa
M4 - M1	0,34	<	0,870	No existe diferencia significativa
M4 - M5	0,47	<	0,916	No existe diferencia significativa
M4 - M3	1,00	<	1,058	No existe diferencia significativa
M4 - M7	1,14	>	0,968	Si existe diferencia significativa
M1 - M5	0,13	<	0,870	No existe diferencia significativa
M1 - M3	0,66	<	0,916	No existe diferencia significativa
M1 - M7	0,80	<	1,058	No existe diferencia significativa
M5 - M3	0,53	<	0,870	No existe diferencia significativa
M5 - M7	0,67	<	0,916	No existe diferencia significativa
M3 - M7	0,14	<	0,870	No existe diferencia significativa

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.9, se puede observar que existe diferencia significativa entre las muestras (M6-M4), (M6-M1), (M6-M5), (M6-M3), (M6-M7), (M2-M4), (M2-M1), (M2-M5), (M2-M3), (M2-M7), (M8-M1), (M8-M5), (M8-M3), (M8-M7), (M4-M7), en comparación con las muestras (M6-M2), (M6-M8), (M2-M8), (M8-M4), (M4-M1), (M4-M5), (M4-M3), (M1-M5), (M1-M3), (M1-M7), (M5-M3), (M5-M7), (M3-M7). Como se puede notar no hay evidencia estadística para un límite de confianza del 95%, sin embargo tomando en cuenta la preferencia de los jueces por las muestras M6 (7,93) y M2 (7,80), se presentan como las muestras con mejor aceptación para el atributo sabor.

4.3. EVALUACIÓN SENSORIAL INTERMEDIA PARA DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN DEL REFRESCO DE QUINUA

Para la evaluación sensorial intermedia se elaboraron seis muestras con diferentes cantidades de quinua y azúcar para determinar los atributos color, olor y sabor, haciendo uso de un test de escala hedónica se podrán obtener los valores de las muestras más aceptadas.

4.3.1. EVALUACIÓN SENSORIAL INTERMEDIA PARA EL ATRIBUTO COLOR EN LA DOSIFICACIÓN DEL REFRESCO DE QUINUA

En la tabla 4.10, se muestran los resultados obtenidos de la tabla C.5.1, extraída del anexo C.5, del atributo color, para determinar la dosificación del refresco de quinua.

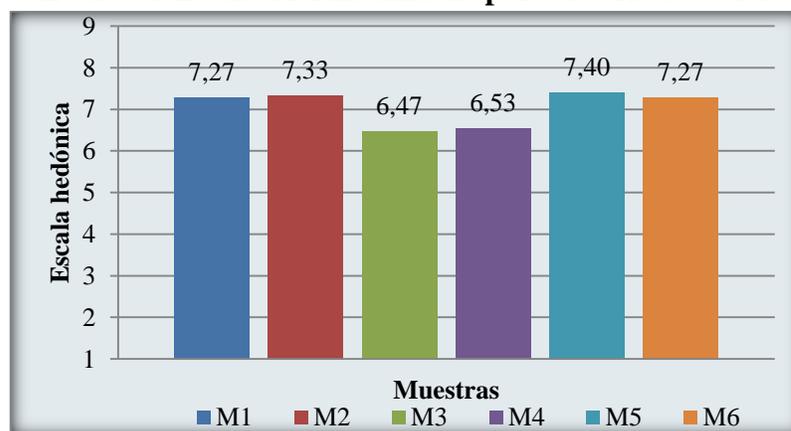
Tabla 4.10
Evaluación sensorial intermedia para el atributo color

JUECES	MUESTRAS					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
1	8	9	7	7	9	8
2	9	7	6	5	8	7
3	8	8	8	7	7	7
4	8	8	6	8	9	9
5	4	8	4	6	7	7
7	6	8	5	5	7	9
7	9	8	6	6	7	8
4	7	6	9	8	8	7
7	8	7	5	5	6	6
8	7	8	6	6	8	7
5	7	6	7	7	8	8
6	7	8	7	7	8	7
6	7	6	8	9	6	6
14	8	7	5	5	6	7
15	6	6	8	7	7	6
\bar{x}	7,27	7,33	6,47	6,53	7,40	7,27

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4.4, se pueden observar los resultados promedios de la tabla 4.10, de la evaluación sensorial intermedia para el atributo color en el refresco de quinua.

Gráfica 4.4
Evaluación sensorial intermedia para el atributo color



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la gráfica 4.4, la muestra con mejor puntuación es la muestra M5 con 7,40, seguida de la muestra M2 con 7,33, la muestra M1 con una puntuación de 7,27, haciendo una comparación con las demás muestras evaluadas; las muestras antes mencionadas tienen mejor aceptación por los jueces para el atributo color.

4.3.1.1. PRUEBA ESTADÍSTICA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL INTERMEDIA PARA DETERMINAR EL ATRIBUTO COLOR EN EL REFRESCO DE QUINUA

La tabla 4.11, muestra los resultados del análisis de varianza para la evaluación sensorial intermedia del atributo color extraído de la tabla C.5.2 (anexo C.5).

Tabla 4.11
Análisis de varianza de la evaluación sensorial intermedia del atributo color

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	125,82	89		-	-
Muestras (A)	13,55	5	2,710	2,320	2,346
Jueces (B)	30,49	14	2,178	1,865	1,836
Error (E)	81,78	70	1,168	-	-

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.11 se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($2,320 < 2,346$), para las muestras; por lo tanto se acepta H_0 y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia del 0.05. Tomando en cuenta la preferencia de los jueces hacia la muestra M5 en la escala hedónica, seleccionando esta muestra como la mejor opción para el atributo color.

4.3.2. EVALUACIÓN SENSORIAL INTERMEDIA PARA EL ATRIBUTO OLOR EN LA DOSIFICACIÓN DEL REFRESCO DE QUINUA

La tabla 4.12, muestra los resultados obtenidos de la tabla C.6.1, extraída del anexo C.6, del atributo olor, para determinar la dosificación del refresco de quinua.

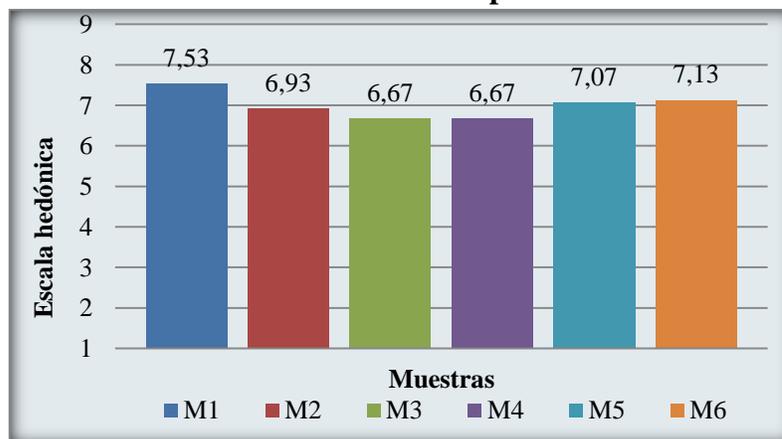
Tabla 4.12
Evaluación sensorial intermedia para el atributo olor

JUECES	MUESTRAS					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
1	9	8	6	6	7	7
2	8	7	7	6	7	8
3	8	8	8	6	6	7
4	9	7	8	8	9	8
5	7	7	7	7	7	6
7	6	7	7	6	8	8
7	8	8	6	6	7	7
4	7	7	8	9	7	6
7	8	7	5	5	6	6
8	7	6	6	6	6	7
5	6	5	7	8	8	7
6	7	7	6	7	7	6
6	9	7	7	8	7	8
14	8	7	5	6	7	8
15	6	6	7	6	7	8
\bar{x}	7,53	6,93	6,67	6,67	7,07	7,13

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4.5, se puede observar los resultados promedios de la tabla 4.12, de la evaluación sensorial intermedia para el atributo olor en el refresco de quinua.

Gráfica 4.5
Evaluación sensorial intermedia para el atributo olor



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la gráfica 4.5, la muestra con mejor puntuación es la muestra M1 con 7,53, seguida de M6 con 7,13, la muestra M5 con una puntuación de 7,07, haciendo una comparación con las demás muestras evaluadas; las muestras antes mencionadas tienen mejor aceptación por los jueces para el atributo olor.

4.3.2.1. PRUEBA ESTADÍSTICA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL INTERMEDIA PARA DETERMINAR EL ATRIBUTO OLOR EN EL REFRESCO DE QUINUA

La tabla 4.13, muestra los resultados del análisis de varianza para la evaluación sensorial intermedia del atributo olor extraído de la tabla C.6.2 (anexo C.6).

Tabla 4.13
Análisis de varianza de la evaluación sensorial intermedia del atributo olor

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	82,00	89		-	-
Muestras (A)	8,00	5	1,600	2,100	2,346
Jueces (B)	20,67	14	1,476	1,937	1,836
Error (E)	53,33	70	0,762	-	-

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.13 se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($2,10 < 2,346$), para las muestras; por lo tanto se acepta H_0 y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia del 0.05. Tomando en cuenta la preferencia de los jueces hacia la muestra M1 en la escala hedónica, seleccionando esta muestra como la mejor opción para el atributo olor.

4.3.3. EVALUACIÓN SENSORIAL INTERMEDIA PARA EL ATRIBUTO SABOR EN LA DOSIFICACIÓN DEL REFRESCO DE QUINUA

La tabla 4.14, muestra los resultados obtenidos de la tabla C.7.1, extraída del anexo C.7, del atributo sabor, para determinar la dosificación del refresco de quinua.

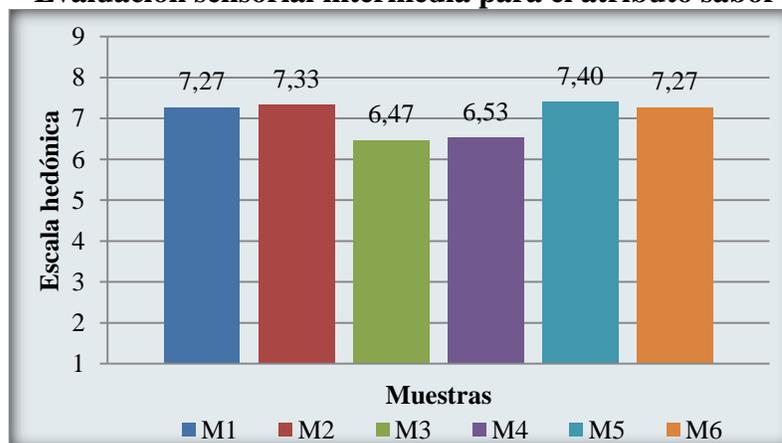
Tabla 4.14
Evaluación sensorial intermedia para el atributo sabor

JUECES	MUESTRAS					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
1	9	8	6	6	8	6
2	7	8	6	7	8	7
3	8	7	6	5	5	5
4	8	8	7	8	7	8
5	6	4	4	9	6	3
7	9	7	6	5	7	8
7	9	7	6	7	8	8
4	7	7	9	8	7	8
7	9	8	6	6	6	6
8	7	6	6	6	6	6
5	9	7	7	6	7	8
6	8	7	7	6	6	7
6	9	7	8	7	7	6
14	9	6	8	5	5	6
15	8	7	6	6	7	6
\bar{x}	8,13	6,93	6,53	6,47	6,67	6,53

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 4.6, se pueden observar los resultados promedios de la tabla 4.14, de la evaluación sensorial intermedia para el atributo sabor en el refresco de quinua.

Gráfica 4.6
Evaluación sensorial intermedia para el atributo sabor



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la gráfica 4.6, la muestra con mejor puntuación es la muestra M1 con 8,13, seguida de la muestra M2 con 6,93, la muestra M5 con una puntuación de 6,67, haciendo una comparación con las demás muestras evaluadas; las muestras antes mencionadas tienen mejor aceptación por los jueces.

4.3.3.1. PRUEBA ESTADÍSTICA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL INTERMEDIA PARA DETERMINAR EL ATRIBUTO SABOR EN EL REFRESCO DE QUINUA

La tabla 4.15, muestra los resultados del análisis de varianza para la evaluación sensorial intermedia del atributo sabor extraído de la tabla C.7.2 (anexo C.7).

Tabla 4.15

Análisis de varianza de la evaluación sensorial intermedia del atributo sabor

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	139,66	89		-	-
Muestras (A)	30,46	5	6,092	5,861	2,346
Jueces (B)	36,49	14	2,606	2,508	1,836
Error (E)	72,71	70	1,039	-	-

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.15 se puede observar que $F_{cal} > F_{tab}$ ($5,861 > 2,346$), para las muestras; por lo tanto se rechaza H_0 y se puede decir que hay diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia del 0.05, por lo cual se debe efectuar la prueba de Duncan.

4.3.3.2. PRUEBA DE DUNCAN DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL INTERMEDIA PARA EL ATRIBUTO SABOR

En la tabla 4.16 se puede observar los resultados del análisis estadístico de la comparación entre las medias para el atributo sabor, extraído de la tabla C.7.5 (anexo C.7) de la prueba de Duncan.

Tabla 4.16

Tabla de comparación entre medias para el atributo sabor

Tratamientos	Análisis de valores			Efectos
M1 - M2	1,20	>	0,742	Si existe diferencia significativa
M1 - M5	1,14	>	0,781	Si existe diferencia significativa
M1 - M3	1,60	>	0,806	Si existe diferencia significativa
M1 - M6	1,60	>	0,825	Si existe diferencia significativa
M1 - M4	1,66	>	0,839	Si existe diferencia significativa
M2 - M5	0,26	<	0,742	No existe diferencia significativa
M2 - M3	0,40	<	0,781	No existe diferencia significativa
M2 - M6	0,40	<	0,806	No existe diferencia significativa
M2 - M4	0,46	<	0,825	No existe diferencia significativa
M5 - M3	0,14	<	0,742	No existe diferencia significativa
M5 - M6	0,14	<	0,781	No existe diferencia significativa
M5 - M4	0,20	<	0,806	No existe diferencia significativa
M3 - M6	0,00	<	0,742	No existe diferencia significativa
M3 - M4	0,06	<	0,781	No existe diferencia significativa
M6 - M4	0,06	<	0,742	No existe diferencia significativa

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.16, se puede observar que existe diferencia significativa entre las muestras (M1-M2), (M1-M5), (M1-M3), (M1-M6), (M1-M4), en comparación con las muestras (M2-M5), (M2-M3), (M2-M6), (M2-M4), (M5-M3), (M5-M6), (M5-M4), (M3-M6), (M3-M4), (M6-M4); se puede notar que no hay evidencia estadística para un límite de confianza del 95%, sin embargo tomando en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra M1 (8,13), como la muestra con mejor aceptación para el atributo sabor.

4.4. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA ELEGIR LA MUESTRA FINAL

Para realizar la evaluación sensorial para elegir la muestra final, se elaboraron tres muestras con diferentes cantidades de quinua y canela, para determinar los atributos color, olor y sabor; utilizando un test de escala hedónica se podrá obtener valores de la muestra más aceptada y de esta manera determinar la composición final del refresco de quinua.

4.4.1. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA ELEGIR LA MUESTRA FINAL

La tabla 4.17, muestra los resultados obtenidos de la tabla C.8.1, extraída del anexo C.8, del atributo color, para elegir la muestra final del refresco de quinua.

Tabla 4.17
Evaluación sensorial final para el atributo color

JUECES	MUESTRAS		
	M1	M2	M3
1	8	8	9
2	6	8	7
3	5	6	6
4	7	9	8
5	8	7	6
6	8	9	8
7	8	7	7
8	5	8	7
9	7	8	8
10	7	6	7
11	7	8	6
12	7	8	7
13	7	9	8
14	7	8	9
15	8	7	6
\bar{x}	7,00	7,73	7,27

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4.7, se pueden observar los resultados promedios de la tabla 4.17, de la evaluación sensorial final para el atributo color en el refresco de quinua.

Gráfica 4.7

Evaluación sensorial final para el atributo color



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la gráfica 4.7, la muestra con mejor puntuación es la muestra M2 con 7,73, seguida de la muestra M3 con 7,27, la muestra M1 con una puntuación de 7,00, la muestra más aceptada por los jueces es la muestra M2 para el atributo color.

4.4.1.1. PRUEBA ESTADÍSTICA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL FINAL PARA DETERMINAR EL ATRIBUTO COLOR EN EL REFRESCO DE QUINUA

La tabla 4.18, muestra los resultados del análisis de varianza para la evaluación sensorial final del atributo color extraído de la tabla C.8.2 (anexo C.8).

Tabla 4.18

Análisis de varianza de la evaluación sensorial final del atributo color

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	46,00	44		-	-
Muestras (A)	4,13	2	2,065	3,010	3,340
Jueces (B)	22,67	14	1,619	2,360	2,064
Error (E)	19,20	28	0,686	-	-

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.18 se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($3,010 < 3,340$), para las muestras; por lo tanto se acepta H_0 y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia del 0.05.

4.4.2. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO OLOR PARA ELEGIR LA MUESTRA FINAL

La tabla 4.19, muestra los resultados obtenidos de la tabla C.9.1, extraída del anexo C.9, del atributo olor, para elegir la muestra final del refresco de quinua.

Tabla 4.19

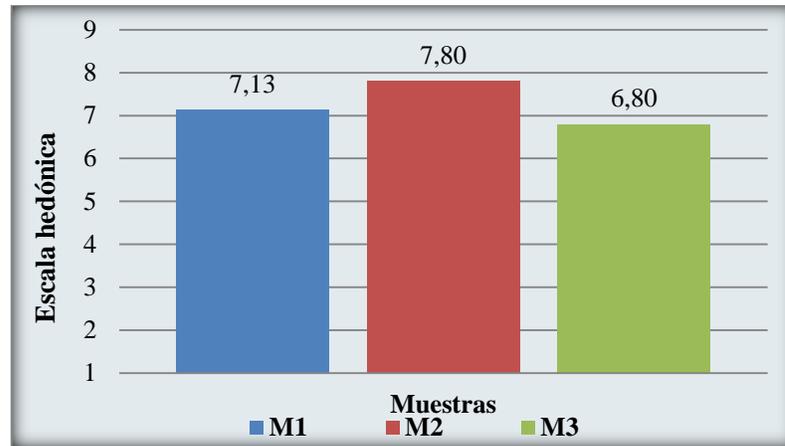
Evaluación sensorial final para el atributo olor

JUECES	MUESTRAS		
	M1	M2	M3
1	7	8	9
2	7	8	7
3	7	7	7
4	6	7	8
5	9	9	8
6	8	7	7
7	7	8	7
8	6	7	6
9	7	8	7
10	6	7	6
11	7	8	5
12	7	8	7
13	7	8	5
14	7	9	8
15	9	8	5
\bar{x}	7,13	7,80	6,80

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4.8, se pueden observar los resultados promedios de la tabla 4.19, de la evaluación sensorial final para el atributo olor en el refresco de quinua.

Gráfica 4.8
Evaluación sensorial final para el atributo olor



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la gráfica 4.8, la muestra con mejor puntuación es la muestra M2 con 7,80, seguida de la muestra M1 con 7,13, la muestra M3 con una puntuación de 6,80, la muestra más aceptada por los jueces es la muestra M2 para el atributo olor.

4.4.2.1. PRUEBA ESTADÍSTICA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL FINAL PARA DETERMINAR EL ATRIBUTO OLOR EN EL REFRESCO DE QUINUA

La tabla 4.20, muestra los resultados del análisis de varianza para la evaluación sensorial final del atributo olor extraído de la tabla C.9.2 (anexo C.9).

Tabla 4.20
Análisis de varianza de la evaluación sensorial final del atributo olor

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	46,31	44		-	-
Muestras (A)	7,78	2	3,890	5,052	3,340
Jueces (B)	16,98	14	1,213	1,575	2,064
Error (E)	21,55	28	0,770	-	-

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.20 se puede observar que $F_{cal} > F_{tab}$ ($5,052 > 3,340$), para las muestras; por lo tanto se rechaza H_0 y se puede decir que hay diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia del 0.05. Por lo tanto se efectúa la prueba de Duncan.

4.4.2.2. PRUEBA DE DUNCAN DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL FINAL PARA EL ATRIBUTO OLOR

En la tabla 4.21 se puede observar los resultados del análisis estadístico de la comparación entre las medias para el atributo olor, extraído de la tabla C.9.5 (anexo C.9) de la prueba de Duncan.

Tabla 4.21

Tabla de comparación entre medias para el atributo olor

Tratamientos	Análisis de valores			Efectos
M2 - M1	0,67	>	0,659	Si existe diferencia significativa
M2 - M3	1,00	>	0,691	Si existe diferencia significativa
M1 - M3	0,33	<	0,659	No existe diferencia significativa

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.21, se puede observar que existe diferencia significativa entre las muestras (M2-M1), (M2-M3), en comparación con la muestra (M1-M3), se puede notar que no hay evidencia estadística para un límite de confianza del 95%, sin embargo tomando en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra M2 (7,80), como la muestra con mejor aceptación para el atributo olor.

4.4.3. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA ELEGIR LA MUESTRA FINAL

La tabla 4.22, muestra los resultados obtenidos de la tabla C.10.1, extraída del anexo C.10, del atributo sabor, para elegir la muestra final del refresco de quinua.

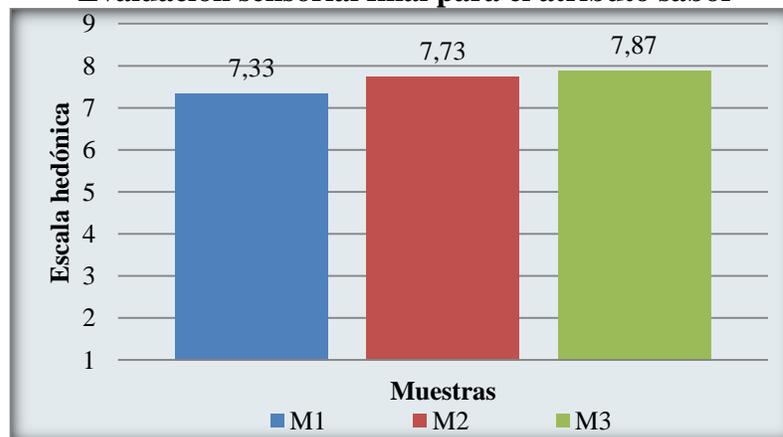
Tabla 4.22
Evaluación sensorial final para el atributo sabor

JUECES	MUESTRAS		
	M1	M2	M3
1	8	9	8
2	6	8	7
3	7	7	8
4	7	9	8
5	8	7	8
6	9	8	8
7	7	8	7
8	7	6	6
9	7	8	8
10	7	6	8
11	8	9	7
12	7	8	8
13	8	7	9
14	7	8	9
15	7	8	9
\bar{x}	7,33	7,73	7,87

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4.9, se pueden observar los resultados promedios de la tabla 4.22, de la evaluación sensorial final para el atributo sabor en el refresco de quinua.

Gráfica 4.9
Evaluación sensorial final para el atributo sabor



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la gráfica 4.9, la muestra con mejor puntuación es la muestra M3 con 7,87, seguida de la muestra M2 con 7,73, la muestra M1 con una puntuación de 7,33, la muestra más aceptada por los jueces es la muestra M3 en el atributo sabor.

4.4.3.1. PRUEBA ESTADÍSTICA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL FINAL PARA DETERMINAR EL ATRIBUTO SABOR EN EL REFRESCO DE QUINUA

La tabla 4.23, muestra los resultados del análisis de varianza para la evaluación sensorial final del atributo sabor extraído de la tabla C.10.2 (anexo C.10).

Tabla 4.23

Análisis de varianza de la evaluación sensorial final del atributo sabor

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	32,31	44		-	-
Muestras (A)	2,31	2	1,155	1,900	3,340
Jueces (B)	12,98	14	0,927	1,525	2,064
Error (E)	17,03	28	0,608	-	-

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.23 se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,90 < 3,340$), para las muestras; por lo tanto se acepta H_0 y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia del 0.05, para el atributo sabor.

4.5. EVALUACIÓN SENSORIAL FINAL PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL PRODUCTO TERMINADO

La tabla 4.24, muestra los resultados obtenidos de la tabla C.11.1, extraída del anexo C.1, de la evaluación sensorial final de las propiedades organolépticas del producto

terminado. Para la misma se utilizó el test de escala hedónica donde evaluaron quince jueces no entrenados los atributos: color, olor y sabor.

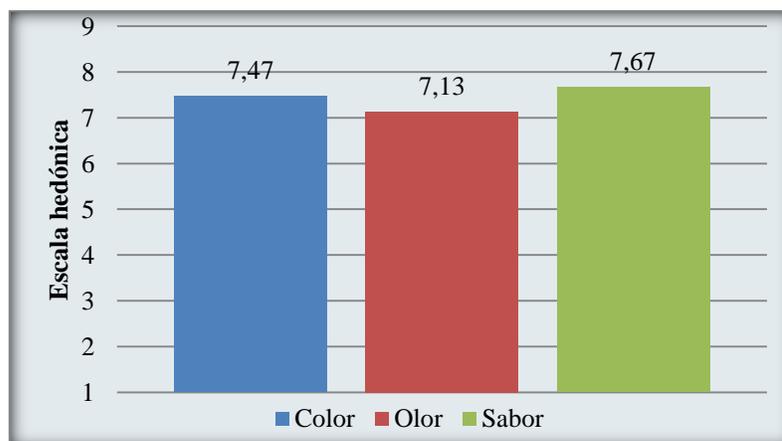
Tabla 4.24
Evaluación sensorial final del producto terminado

JUECES	ATRIBUTOS SENSORIALES		
	COLOR	OLOR	SABOR
1	8	7	8
2	8	7	6
3	7	7	8
4	8	8	8
5	7	8	8
6	7	8	8
7	7	6	6
8	7	6	7
9	7	6	7
10	8	6	7
11	8	7	8
12	6	7	8
13	9	9	8
14	6	7	9
15	9	8	9
\bar{x}	7,47	7,13	7,67

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4.10, se pueden observar los resultados promedios de la tabla 4.24, de la evaluación sensorial final para determinar las propiedades organolépticas del producto terminado.

Gráfica 4.10
Atributos sensoriales del producto terminado



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la gráfica 4.10, el atributo con mejor puntuación es el sabor con 7,67, seguido del atributo color con un puntaje de 7,47 y por último el atributo olor con 7,13 de puntaje en la escala hedónica.

4.5.1. PRUEBA ESTADÍSTICA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL FINAL PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DEL PRODUCTO TERMINADO

La tabla 4.25, muestra los resultados del análisis de varianza para la evaluación sensorial final para determinar las propiedades organolépticas del producto terminado, extraído de la tabla C.11.2 (anexo C.11).

Tabla 4.25

Análisis de varianza de la evaluación sensorial final para determinar las propiedades organolépticas del producto terminado

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	36,98	44		-	-
Muestras (A)	2,18	2	1,090	2,015	3,340
Jueces (B)	19,64	14	1,403	2,593	2,064
Error (E)	15,16	28	0,541	-	-

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.25 se puede observar que $F_{cal} < F_{tab}$ ($2,015 < 3,340$), para las muestras; por lo tanto se acepta H_0 y se puede decir que hay no diferencia significativa entre las muestras para un nivel de significancia del 0.05. Tomando en cuenta la preferencia de los jueces por los atributos sabor y color como los más aceptados.

4.6. DISEÑO FACTORIAL 2^2 EN LA ETAPA DE TOSTADO DE LA QUINUA

En la tabla 4.26, se observa el contenido de humedad del grano de quinua tostado extraída de la tabla D.3 (anexo D.1).

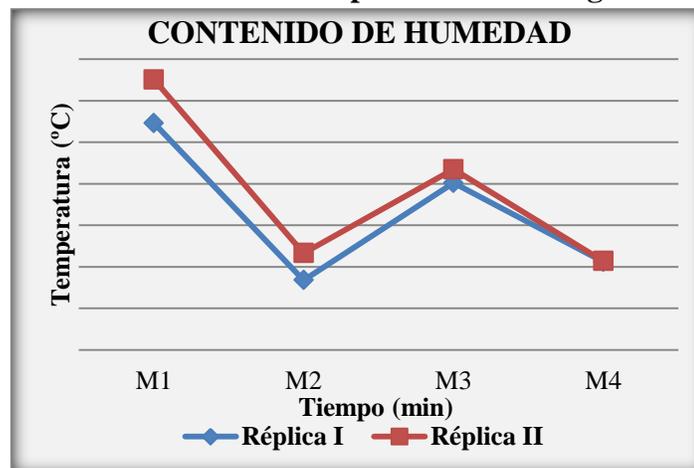
Tabla 4.26
Contenido de humedad en la etapa de tostado del grano de quinua

Muestras	Replicas	
	I	II
M1	5,46	6,51
M2	1,68	2,33
M3	4,02	4,35
M4	2,12	2,14

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4.11, se puede observar el contenido de humedad de la etapa de tostado del grano de quinua para la elaboración del refresco de quinua.

Gráfica 4.11
Contenido de humedad en la etapa de tostado del grano de quinua



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.27, se observa la matriz de resultados de variables en el tostado de la quinua en función de la humedad para un diseño de 2^2 .

Tabla 4.27
Contenido de humedad en la etapa de tostado del grano de quinua

Factor		Combinación de tratamientos	Replicas		Total y_1
T (°C)	t (min)		I	II	
50	1	A bajo, B bajo	5,46	6,51	11,97
70	1	A alto, B bajo	1,68	2,33	4,01
50	2	A bajo, B alto	4,02	4,35	8,37
70	2	A alto, B alto	2,12	2,14	4,26

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.28, se puede observar el análisis de varianza en el tostado de la quinua en función de la humedad para un diseño de 2^2 , extraída de la tabla D.4 (anexo D.1).

Tabla 4.28
Análisis de varianza (ANVA) en el tostado de la quinua para el diseño 2^2

Fuente de variación (FV)	SC	GL	CM	F cal	F tab
(temperatura) A	18,21	1	18,21	88,83	7,709
(tiempo) B	1,40	1	1,40	6,83	7,709
Interacción AB	1,85	1	1,85	9,02	7,709
Error	0,82	4	0,20	-	-
Total	22,28	7	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.28, se puede observar que $F_{cal} > F_{tab}$, para el factor A (temperatura) e interacción AB (temperatura - tiempo); por lo cual se puede decir que la temperatura si influye significativamente en el tostado de la quinua, para un nivel de confianza del 95%.

4.7. CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO TERMINADO

En el producto terminado el análisis efectuado fueron las características fisicoquímicas y microbiológicas del refresco de quinua.

4.7.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL PRODUCTO TERMINADO

En la tabla 4.29, se muestran los resultados del análisis fisicoquímico del producto terminado (anexo B), analizados en el laboratorio CEANID, perteneciente a la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

Tabla 4.29
Características fisicoquímicas del producto terminado

Parámetros	Unidad	Valor
Humedad	%	91,04
Cenizas	%	0,07
Fibra	%	0,57
Materia grasa	%	0,02
Hidratos de carbono	%	8,66
Proteína total (Nx6.25)	%	0,21
Valor energético	Kcal/100g	35,66

Fuente: CEANID, 2016

4.7.2. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL PRODUCTO TERMINADO

En la tabla 4.30, se muestran los resultados del análisis microbiológico del producto terminado (anexo B), analizados en el laboratorio CEANID, perteneciente a la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

Tabla 4.30
Características microbiológicas del producto terminado

Parámetros	Unidad	Valor
Coliformes totales	UFC/ml	< 10 (*)
Coliformes fecales	UFC/ml	< 10 (*)
Mohos y levaduras	UFC/ml	< 10 (*)

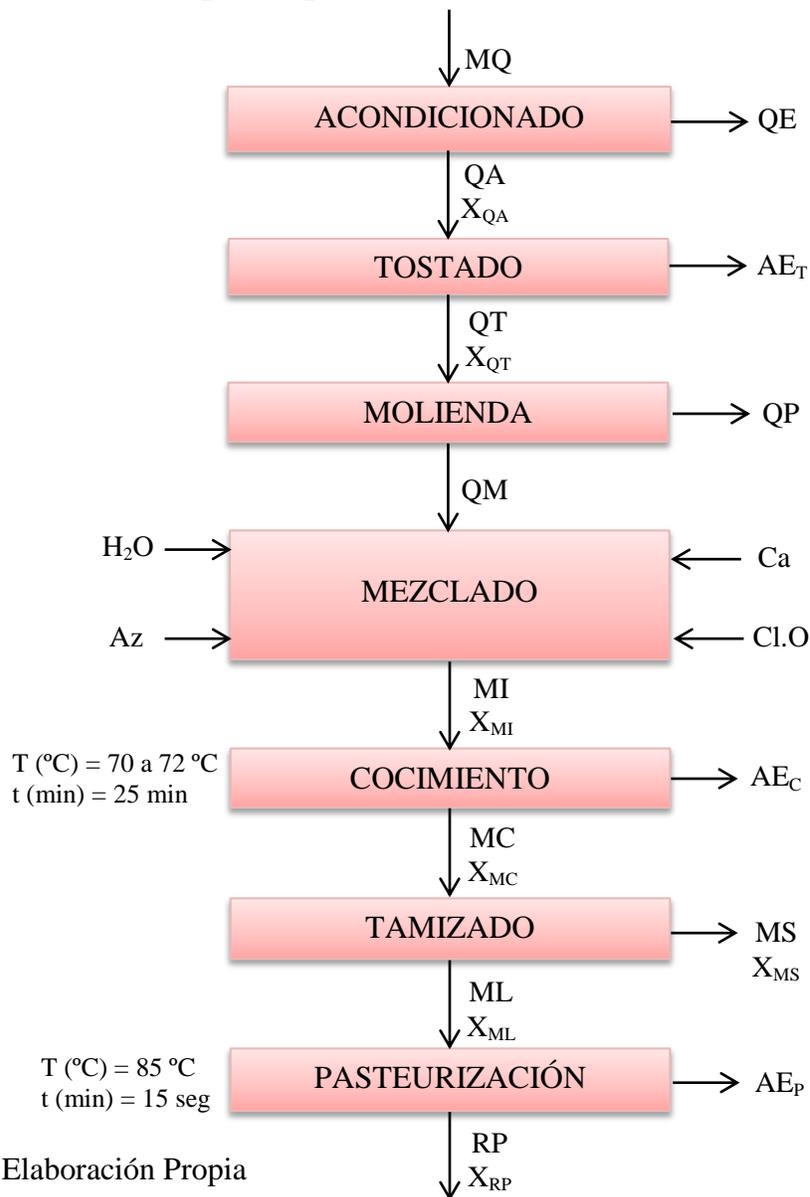
(*): No se observa desarrollo de colonias
UFC: Unidad formadora de colonias

Fuente: CEANID, 2016

4.8. BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL REFRESCO DE QUINUA

El balance de materia se basa en la Ley de la Conservación de la masa enunciada por Lavoisier: “En cada proceso hay exactamente la misma cantidad de sustancia presente antes y después que el proceso haya sucedido. Solo se transforma la materia (MSc. José Luis Rodríguez Núñez, 1994).

Figura 4.12
Balance de materia para el proceso de elaboración del refresco de quinua



Fuente: Elaboración Propia

Dónde:

MQ = Masa de quinua

QA = Quinua acondicionada

QE = Quinua eliminada

X_{QA} = Fracción de humedad del grano (anexo B)

QT = Masa de quinua tostada

AE_T = Agua evaporada en el tostado

X_{QT} = Fracción humedad del grano tostado

QM = Quinua molida

QP = Quinua perdida en la molienda

H_2O = Agua

Az = Azúcar

Ca = Canela

$Cl.O$ = Clavo de olor

MI = Mezcla de ingredientes

X_{MI} = Fracción de humedad de la mezcla

MC = Materia cocida

X_{MC} = Fracción de humedad de la materia cocida

AE_C = Agua evaporada en el cocimiento

ML = Materia líquida

MS = Materia sólida

X_{ML} = Fracción de sólidos de la materia líquida

X_{MS} = Fracción de sólidos de la materia sólida

RP = Refresco pasteurizado

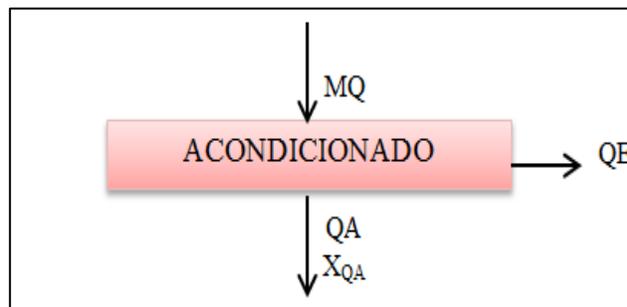
AE_P = Agua evaporada en el pasteurizado

X_{RP} = Fracción de sólidos del refresco pasteurizado, anexo B

4.8.1. BALANCE DE MATERIA GLOBAL EN LA ETAPA DE ACONDICIONADO

Figura 4.13

Balace en la etapa del acondicionado



Fuente: Elaboración Propia

Datos:

$$MQ = 20g$$

$$QA = 19,85g$$

$$QE = ?$$

$$X_{QA} = 10,91\%$$

Dónde:

$MQ =$ Masa de quinua

$QA =$ Quinua acondicionada

$QE =$ Quinua eliminada

$X_{QA} =$ Fracción de humedad del grano (anexo B)

Balance de materia en el acondicionado

$$MQ = QA + QE \quad EC (4.1)$$

$$QE = MQ - QA \quad EC (4.2)$$

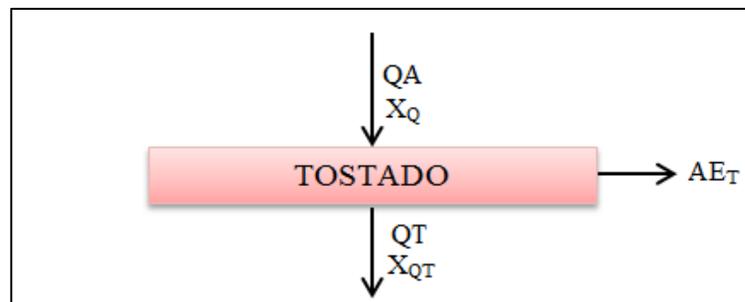
$$QE = (20 - 19,85)g$$

$QE = 0,15g$ quinua eliminada

4.8.2. BALANCE DE MATERIA GLOBAL EN LA ETAPA DEL TOSTADO

Figura 4. 14

Balance en la etapa del tostado de los granos de quinua



Fuente: Elaboración Propia

Datos:

$$QA = 19,85g$$

$$QT = 18,51g$$

$$AE_T = ?$$

$$X_{QT} = 18,51g$$

Dónde:

$QA =$ Quinua acondicionada

$QT =$ Quinua tostada

$AE_T =$ Agua evaporada en el tostado

$X_{QT} =$ Fracción humedad del grano tostado

Balance de materia en el tostado de la quinua

$$QA = QT + AE_T \quad EC (4.3)$$

$$AE_T = QA - QT \quad EC (4.4)$$

$$AE_T = (19,85 - 18,51)g$$

$AE_T = 1,34g$ agua evaporada en el tostado de la quinua

Balance de materia parcial de humedad en el tostado de la quinua

$$QA * X_{QA} = QT * X_{QT} + AE_T * X_{AE} \quad EC (4.5)$$

$$X_{QT} = \frac{QA * X_{QA} - AE_T * X_{AE}}{QT}$$

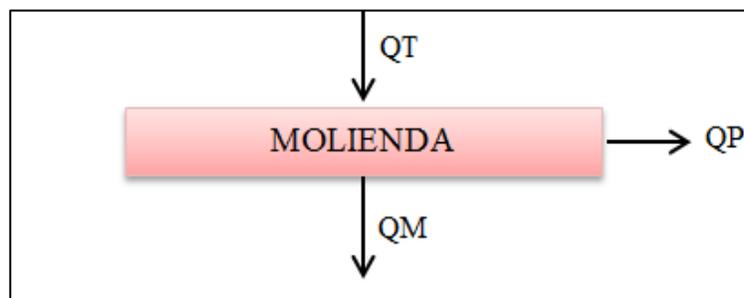
$$X_{QT} = \frac{19,85 * 0,10 - 1,34 * 1}{18,51}$$

$X_{QT} = 0,035$ fracción de humedad del grano tostado

4.8.3. BALANCE DE MATERIA GLOBAL EN LA ETAPA DE MOLIENDA

Figura 4.15

Balance en la etapa de molienda



Fuente: Elaboración Propia

Datos:

$$QT = 18,51g$$

$$QM = 16,97g$$

$$QP = ?$$

Dónde:

$$QT = \text{Quinoa tostada}$$

$$QM = \text{Quinoa molida}$$

$$QP = \text{Quinoa perdida en la molienda}$$

Balance de materia global en la molienda

$$QT = QM + QP \quad EC (4.6)$$

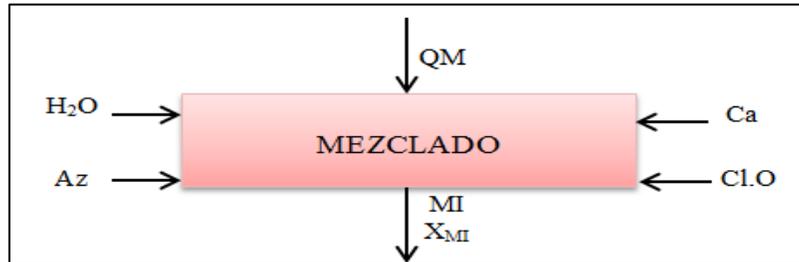
$$QP = QT - QM \quad EC (4.7)$$

$$QP = (18,51 - 16,97)g$$

$QP = 1,54g$ quinua perdida en la molienda

4.8.4. BALANCE DE MATERIA GLOBAL EN LA ETAPA DE MEZCLADO

Figura 4.16
Balance en la etapa de mezclado de ingredientes



Fuente: Elaboración Propia

Datos:

$$QM = 16,97g$$

$$H_2O = 978,52g$$

$$Az = 73g$$

$$Ca = 0,50g$$

$$Cl.O = 0,20g$$

$$MI = ?$$

$$X_{MI} = ?$$

Dónde:

$$QM = \text{Quinoa molida}$$

$$H_2O = \text{Agua}$$

$$Az = \text{Azúcar}$$

$$Ca = \text{Canela}$$

$$Cl.O = \text{Clavo de olor}$$

$$MI = \text{Mezcla de ingredientes}$$

$$X_{MI} = \text{Fracción de humdead de la mezcla}$$

Balance de materia en la mezcla de ingredientes

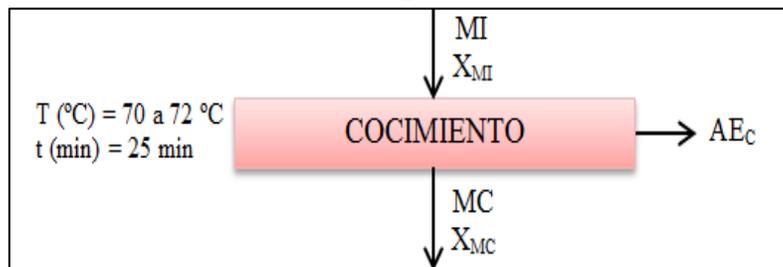
$$QM + H_2O + Az + Ca + Cl.O = MI \quad \text{EC (4.8)}$$

$$MI = (16,97 + 978,52 + 73 + 0,50 + 0,20)g$$

MI = 1069,19g mezcla de ingredientes

4.8.5. BALANCE DE MATERIA GLOBAL EN LA ETAPA DE COCIMIENTO

Figura 4.17
Balance en la etapa de cocimiento



Fuente: Elaboración Propia

Datos:

$$MI = 1069,19g$$

$$MC = 818,98g$$

$$X_{MC} = 0,23$$

$$AE_C = ?$$

$$X_{MI} = ?$$

Dónde:

$MI =$ Mezcla de ingredientes

$MC =$ Materia cocida

$X_{MC} =$ Fracción de humedad de la materia cocida

$AE_C =$ Agua evaporada en el cocimiento

$X_{MI} =$ Fracción de humedad de la mezcla

Balance de materia global en el cocimiento

$$MI = MC + AE_C \quad EC (4.9)$$

$$AE_C = MI - MC \quad EC (4.10)$$

$$AE_C = (1069,19 - 818,98)g$$

$AE_C = 250,21g$ agua evaporada en el cocimiento

Balance de materia parcial de sólidos en el cocimiento

$$MI * X_{MI} = MC * X_{MC} + AE_T * X_{AE} \quad EC (4.11)$$

$$X_{MI} = \frac{MC * X_{MC}}{MI}$$

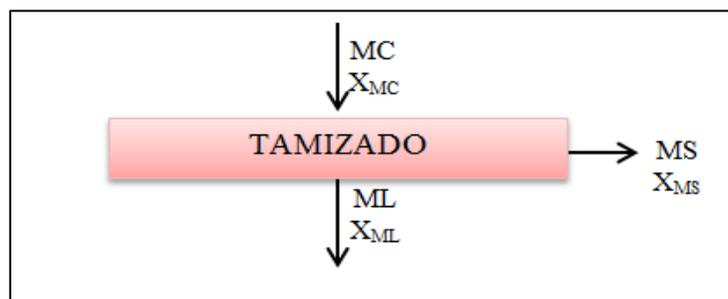
$$X_{MI} = \frac{818,98 * 0,23}{1069,19}$$

$X_{MI} = 0,18$ fracción de sólidos de la mezcla

4.8.6. BALANCE DE MATERIA GLOBAL EN LA ETAPA DE TAMIZADO

Figura 4.18

Balance en la etapa de tamizado



Fuente: Elaboración Propia

Datos:

$MC = 818,98g$

$ML = 669,16g$

$MS = ?$

$X_{ML} = 0,081$

$X_{MS} = 0,92$

$X_{MC} = ?$

Dónde: $MC =$ Materia cocida $ML =$ Materia líquida $MS =$ Materia sólida $X_{ML} =$ Fracción de sólidos de la materia líquida $X_{MS} =$ Fracción de sólidos de la materia sólida $X_{MC} =$ Fracción de sólidos de la materia cocida

Balance de materia global en el tamizado

$$MC = ML + MS \quad EC (4.12)$$

$$MS = MC - ML \quad EC (4.13)$$

$$MS = (818,98 - 669,16)g$$

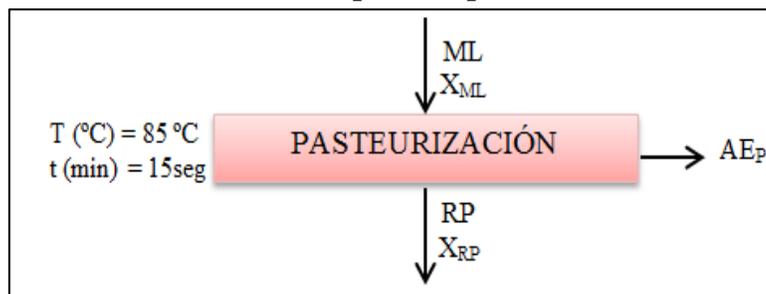
 $MS = 149,82g$ materia sólida

Balance de materia parcial de sólidos en el tamizado

$$MC * X_{MC} = ML * X_{ML} + MS * X_{MS} \quad EC (4.14)$$

$$X_{MC} = \frac{ML * X_{ML} + MS * X_{MS}}{MC}$$

$$X_{MC} = \frac{669,16 * 0,081 + 149,82 * 0,92}{818,98}$$

 $X_{MC} = 0,23$ fracción de sólidos de la materia cocida**4.8.7. BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE PASTEURIZACIÓN****Figura 4.19****Balance en la etapa de la pasteurización****Fuente:** Elaboración Propia

Datos:

$$ML = 669,16g$$

$$RP = 603,99g$$

$$AE_p = ?$$

$$X_{RP} = 0,0896$$

Dónde:

$$ML = \text{Materia líquida}$$

$$RP = \text{Refresco pasteurizado}$$

$$AE_p = \text{Agua evaporada en el pasteurizado}$$

$$X_{RP} = \text{Fracción de sólidos del refresco pasteurizado}$$

Balance de materia global en el pasteurizado

$$ML = RP + AE_p \quad EC (4.15)$$

$$AE_p = ML - RP \quad EC (4.16)$$

$$AE_p = (669,16 - 603,99)g$$

$AE_c = 65,17g$ agua evaporada en la pasteurización

Balance de materia parcial de sólidos en la pasteurización

$$ML * X_{ML} = RP * X_{RP} + AE_p * X_{AE} \quad EC (4.17)$$

$$X_{ML} = \frac{RP * X_{RP}}{ML}$$

$$X_{ML} = \frac{603,99 * 0,0896}{669,16}$$

$X_{ML} = 0,081$ fracción de sólidos del refresco pasteurizado

4.8.8. CANTIDAD TOTAL DE MATERIA SÓLIDA PERDIDA EN EL PROCESO

$$MSP = QE + QP + MS \quad EC (4.18)$$

$$MSP = (0,15 + 1,54 + 149,82)g$$

$MSP = 151,51g$ materia sólida total perdida en el proceso

4.8.9. CANTIDAD TOTAL DE AGUA EVAPORADA PERDIDA EN EL PROCESO

$$AE_{Total} = AE_T + AE_c + AE_p \quad EC (4.19)$$

$$MSP = (1,34 + 250,21 + 65,17)g$$

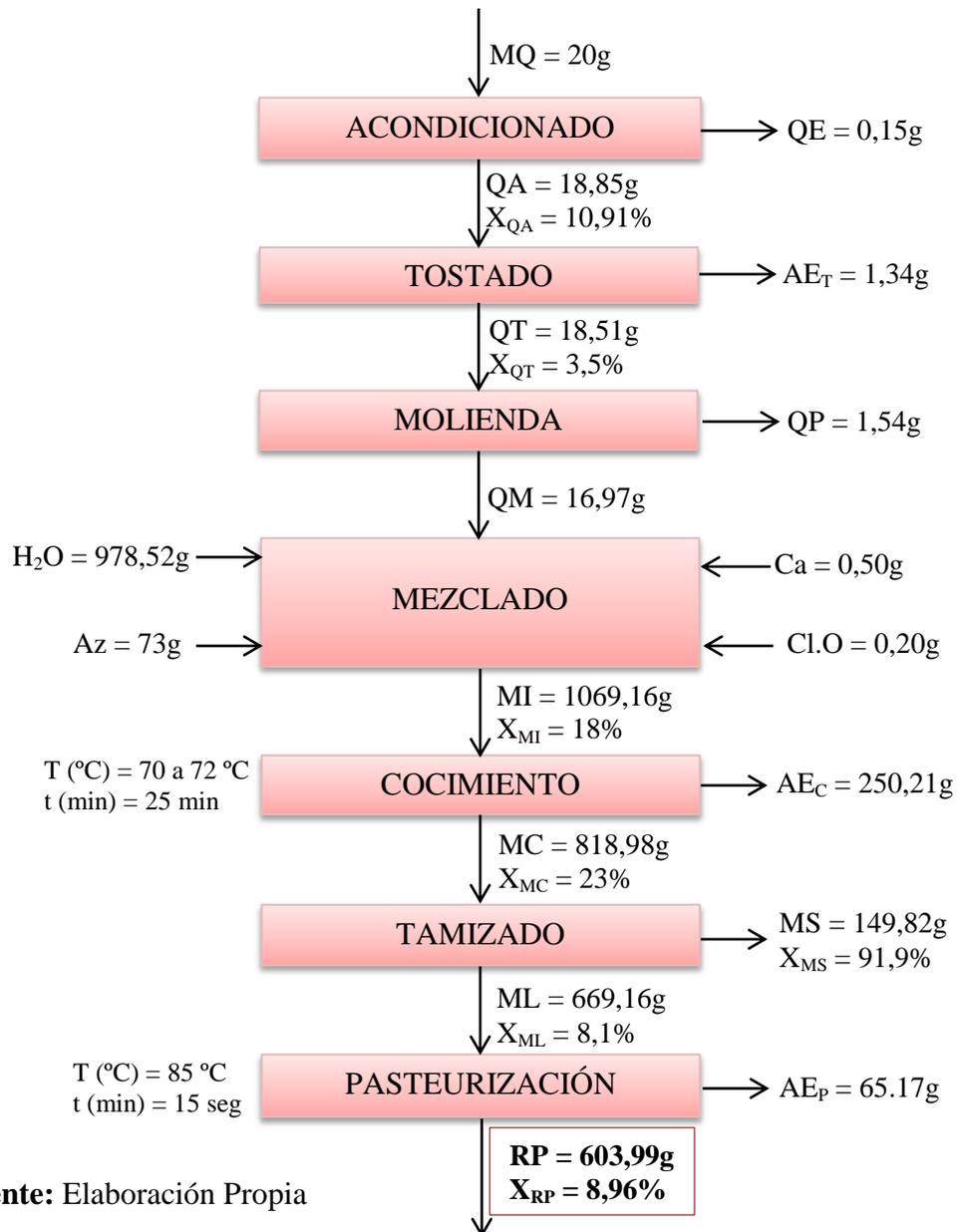
$MSP = 316,72g$ agua evaporada total perdida en el proceso

4.8.10. RESUMEN DEL BALANCE DE MATERIA EN LA ELABORACIÓN DEL REFRESCO DE QUINUA

En la figura 4.20, se puede observar el resumen del balance de materia global y parcial en el proceso de elaboración del refresco de quinua.

Figura 4.20

Resumen del balance de materia en el proceso



4.9. BALANCE DE ENERGÍA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL REFRESCO DE QUINUA

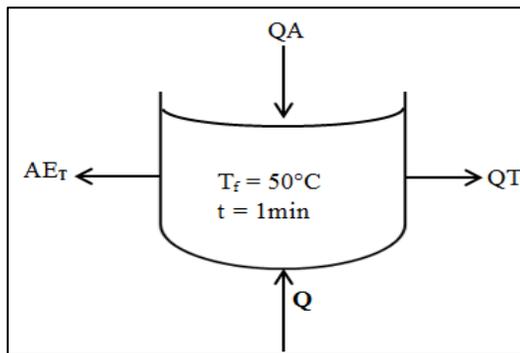
El balance de energía se basa en la Ley de la Conservación de Energía que indica que en un proceso, la energía no se crea, ni se destruye, sólo se transforma (MSc. José Luis Rodríguez Núñez, 1994).

A continuación, se realiza el desarrollo del balance de energía en el proceso:

4.9.1. BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DEL TOSTADO

Figura 4.21

Balance en la etapa del tostado



Fuente: Elaboración Propia

Datos:

$$QA = 19,85g$$

$$QT = 18,51g$$

$$AE_T = 1,34g$$

$$M_{olla} = 553,98g$$

$$Q_1 = ?$$

$$T_i = 20^\circ C$$

$$T_f = 50^\circ C$$

$$\lambda_v = 537 \text{ Kcal/Kg}$$

Dónde:

$$QA = \text{Quinua acondicionada}$$

$$QT = \text{Quinua tostada}$$

$$AE_T = \text{Masa de agua evaporada en el tostado}$$

$$M_{olla} = \text{Masa de la olla}$$

$$Q_1 = \text{Cantidad de calor requerido}$$

$$T_i = \text{Temperatura inicial}$$

$$T_f = \text{Temperatura final}$$

$$\lambda_v = \text{Calor latente de vaporización (Kurt, 2007)}$$

Para calcular en calor requerido en la etapa de tostado, se calcularon los calores que intervienen en la etapa, es decir:

$$Q_1 = Q_{olla} + Q_{QT} + m_v * \lambda_v \quad EC (4.20)$$

Para calcular la cantidad de energía necesaria para la olla, se utilizó la siguiente ecuación (Barderas, 1994), donde $Cp_{olla} = 0,122 \text{ Kcal}/\text{Kg}^\circ\text{C}$ (Kurt, 2007), para la olla de acero inoxidable.

$$Q_{olla} = m_{olla} * Cp_{olla} * (T_f - T_i) \quad EC (4.21)$$

$$Q_{olla} = 0,554\text{Kg} * 0,122 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (50 - 20)^\circ\text{C} \quad Q_{olla} = 2,028 \text{ Kcal}$$

Para calcular el Cp de la quinua tostada, se usó la siguiente ecuación (Torrejón, 2015):

$$Cp = \frac{P}{100} + 0,2 \left(\frac{100 - P}{100} \right) \quad EC (4.22)$$

Dónde:

$P = \text{Contenido de agua en \%}$

Calculando la capacidad calorífica para la quinua tostada, se tiene:

$$P = 3,5\%$$

$$Cp_{QT} = \frac{3,5}{100} + 0,2 \left(\frac{100 - 3,5}{100} \right) \quad Cp_{QT} = 0,228 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}$$

Reemplazando el valor en la (ec 4.21), se tiene:

$$Q_{QT} = 0,0185\text{Kg} * 0,228 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (50 - 20) \quad Q_{QT} = 0,126 \text{ Kcal}$$

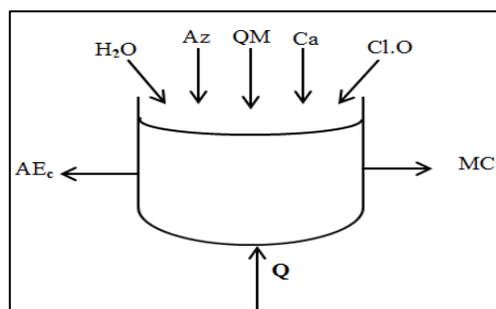
Reemplazando los valores encontrados en la ecuación 4.20, se tiene:

$$Q_1 = (2,028 + 0,126)\text{Kcal} + 0,00134\text{Kg} * 537 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} \quad Q_1 = 3,980 \text{ Kcal}$$

4.9.2. BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DE COCIMIENTO

Figura 4.22

Balance en la etapa de cocimiento



Fuente: Elaboración Propia

Datos:

$$Az = 73g$$

$$H_2O = 978,52g$$

$$QM = 16,97g$$

$$Ca = 0,50g$$

$$Cl.O = 0,20g$$

$$AE_C = 250,21g$$

$$MC = 818,98g$$

$$M_{olla} = 553,98g$$

$$Q_2 = ?$$

$$T_i = 20^\circ C$$

$$T_f = 72^\circ C$$

$$\lambda_V = 537 \text{ Kcal/Kg}$$

Dónde:

$$Az = \text{Masa de azúcar}$$

$$H_2O = m_V = \text{Masa de agua}$$

$$QM = \text{Masa de quinua molida}$$

$$Ca = \text{Masa de canela}$$

$$Cl.O = \text{Masa de clavo de olor}$$

$$AE_C = \text{Masa de agua evaporada en el cocimiento}$$

$$MC = \text{Cantidad de materia cocida}$$

$$MC = \text{Masa de la olla}$$

$$Q_2 = \text{Cantidad de calor requerido}$$

$$T_i = \text{Temperatura inicial}$$

$$T_f = \text{Temperatura final}$$

$$\lambda_V = \text{Calor latente de vaporización (Kurt, 2007)}$$

Para calcular el calor requerido durante la etapa de cocimiento, se calcularon los calores que intervienen en la etapa, es decir:

$$Q_2 = Q_{olla} + Q_{mezcla} + m_V * \lambda_V \quad EC (4.23)$$

Para calcular la cantidad de energía necesaria para la olla, se utilizó siguiente la ecuación donde se $Cp_{olla} = 0,122 \frac{Kcal}{Kg^\circ C}$ (Kurt, 2007), para la olla de acero inoxidable.

$$Q_{olla} = m_{olla} * Cp_{olla} * (T_f - T_i) \quad EC (4.24)$$

$$Q_{olla} = 0,554Kg * 0,122 \frac{Kcal}{Kg^\circ C} * (72 - 20)^\circ C \quad Q_{olla} = 3,514 \text{ Kcal}$$

Para calcular la cantidad de energía de la mezcla, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q_{mezcla} = m_{mezcla} * Cp_{mezcla} * (T_f - T_i) \quad EC (4.25)$$

Según Barderas (1994), para calcular la capacidad calorífica (Cp) de una mezcla, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Cp_m = Cp_{QM} * X_{QM} + Cp_{Az} * X_{Az} + Cp_A * X_A + Cp_{Ca} * X_{Ca} + Cp_C * X_C \quad EC (4.26)$$

Para calcular la capacidad calorífica (Cp) de cada componente presente en la mezcla, se utiliza la siguiente ecuación (Torrejón, 2015):

$$Cp = \frac{P}{100} + 0,2 \left(\frac{100 - P}{100} \right) \left[\frac{Kcal}{Kg^{\circ}C} \right] \quad EC (4.27)$$

Dónde: $P = \text{Contenido de agua en \%}$

Calculando los calores específicos de cada componente (ec 4.27), se tiene:

- Calor específico para la quinua

$$P = 10,91 \% \quad (\text{Ceanid, 1016})$$

$$Cp_{quinua} = \frac{10,91}{100} + 0,2 \left(\frac{100 - 10,91}{100} \right) \quad Cp_{quinua} = 0,287 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C}$$

- Calor específico para el azúcar de mesa

$$P = 0,03 \% \quad (\text{Cadena productiva del azúcar, 2010})$$

$$Cp_{azúcar} = \frac{0,03}{100} + 0,2 \left(\frac{100 - 0,03}{100} \right) \quad Cp_{azúcar} = 0,200 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C}$$

- Calor específico para el agua

$$Cp_{agua} = 1 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C} \quad (\text{Kurt, 2007})$$

- Calor específico para la canela

$$P = 9,55 \% \quad (\text{Dietas.net})$$

$$Cp_{canela} = \frac{9,55}{100} + 0,2 \left(\frac{100 - 9,55}{100} \right) \quad Cp_{canela} = 0,276 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C}$$

- Calor específico para el clavo de olor

$$P = 6,9 \% \quad (\text{Simone Ortega})$$

$$Cp_{clavo} = \frac{6,9}{100} + 0,2 \left(\frac{100 - 6,9}{100} \right) \quad Cp_{clavo} = 0,255 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C}$$

Para calcular las fracciones (X_n) de cada componente de la mezcla, se utiliza la siguiente ecuación (Barderas, 1994):

$$X_n = \frac{m_n}{m_{mezcla}} \quad EC (4.28)$$

Calculando las fracciones de cada componente (ec 4.28), se tiene:

- Fracción de masa de la quinua

$$X_{quinua} = \frac{16,97g}{1069,19g} \quad X_{quinua} = 0,0159$$

- Fracción de masa del azúcar

$$X_{azúcar} = \frac{73g}{1069,19g} \quad X_{azúcar} = 0,068$$

- Fracción de masa del agua

$$X_{agua} = \frac{978,52g}{1069,19g} \quad X_{agua} = 0,915$$

- Fracción de masa de la canela

$$X_{canela} = \frac{0,50g}{1069,19g} \quad X_{canela} = 4,676 \times 10^{-4}$$

- Fracción de masa del clavo de olor

$$X_{clavo} = \frac{0,20g}{1069,19g} \quad X_{clavo} = 1,870 \times 10^{-4}$$

Una vez calculados los calores específicos y fracciones de todos los componentes en la mezcla se puede calcular el Cp_{mezcla} , utilizando la (ec 4.26).

$$Cp_{mezcla} = 0,287 * 0,0159 + 0,200 * 0,068 + 1 * 0,915 + 0,276 * 4,676 \times 10^{-4} + 0,255 * 1,870 \times 10^{-4}$$

$$Cp_{mezcla} = 0,933 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C}$$

Reemplazando los valores encontrados en la ecuación 4.25, se tiene:

$$Q_{mezcla} = 1,069Kg * 0,933 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C} (72 - 20)^{\circ}C \quad Q_{mezcla} = 51,86Kcal$$

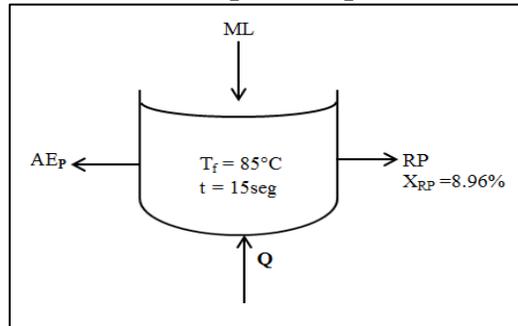
Calculando el calor requerido en la etapa de cocimiento (ec 4.23), se tiene:

$$Q_2 = (3,514 + 51,86)Kcal + 0,250Kg * 537 \frac{Kcal}{Kg}$$

$$Q_2 = 189,624 Kcal \text{ calor requerido en el cocimiento}$$

4.9.3. BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DE PASTEURIZACIÓN

Figura 4.23
Balance en la etapa de la pasteurización



Fuente: Elaboración Propia

Datos:

$$ML = 669,16g$$

$$AE_p = 65,17g$$

$$RP = 603,99g$$

$$X_{RP} = 8,96\%$$

$$Q_3 = ?$$

$$T_i = 35^\circ C$$

$$T_f = 85^\circ C$$

$$t = 15 \text{ seg}$$

$$\lambda_v = 537 \frac{Kcal}{Kg}$$

$$Cp_{mezcla} = 0,933 \frac{Kcal}{Kg^\circ C}$$

Dónde:

ML = Cantidad de materia líquida

AE_p = Masa de agua evaporada en la pasteurización

RP = Cantidad de refresco pasteurizado

X_{RP} = Fracción de sólidos (Ceanid, 2017)

Q_3 = Cantidad de calor requerido

T_i = Temperatura inicial

T_f = Temperatura final

t = Tiempo de pasteurización

λ_v = Calor latente de vaporización (Kurt, 2007)

$Cp_{mezcla} = Cp_{ML}$ = Capacidad calorífica

Para calcular la cantidad energía requerida en la pasteurización, se puede utilizar las ecuaciones 4.23 y 4.24:

$$Q_{olla} = 0,554Kg * 0,122 \frac{Kcal}{Kg^\circ C} * (85 - 35)^\circ C \quad Q_{olla} = 3,379Kcal$$

$$Q_{mezcla} = 0,669Kg * 0,933 \frac{Kcal}{Kg^\circ C} * (85 - 35) \quad Q_{mezcla} = 31,209Kcal$$

$$Q_3 = (3,379 + 31,209)Kcal + 0,065Kg * 537 \frac{Kcal}{Kg^\circ C} \quad Q_3 = 69,493Kcal$$

Cantidad de calor requerido durante todo el proceso de elaboración del refresco de quinua:

$$Q_{total} = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad EC (4.29)$$

$$Q_{total} = (3,980 + 189,624 + 69,493)Kcal \quad Q_{total} = 263,097Kcal$$

5.1. CONCLUSIONES

- De acuerdo al análisis fisicoquímico y microbiológico realizado para la quinua en grano, ésta presentó un contenido de cenizas del 2,24%, fibra 3,24%, materia grasa 6,32%, humedad 10,91%, hidratos de carbono 65,88%, proteína total 11,41%, valor energético 366,04 Kcal/100g y coliformes totales <10 ufc/g para el análisis microbiológico.
- En base a la evaluación sensorial inicial realizada para determinar las propiedades organolépticas del refresco de quinua, se presentaron ocho muestras para su evaluación sensorial respectiva, de las cuales se eligieron a seis muestras con las mejores puntuaciones, dos por cada atributo evaluado, donde las muestras M5 (7,13) y M7 (7,20), fueron las que mejor puntuación obtuvieron para el atributo color. En cuanto al atributo olor, las muestras con puntuaciones más altas fueron M6 (7,00) y M8 (7,20), para el atributo sabor, las muestras M2 (7,80) y M6 (7,93), se destacaron como las mejores.
- Realizada la evaluación sensorial intermedia para determinar la dosificación del refresco de quinua, se presentaron seis muestras de las seleccionadas en la evaluación sensorial inicial, las cuales se evaluaron y se seleccionaron tres, una muestra por cada atributo evaluado, donde la muestra M5 (7,40) fue la que mejor puntuación tuvo para el atributo color, la muestra M1 (7,53) para el atributo olor y la muestra M1 (8,13) para el atributo sabor.
- En la evaluación sensorial para elegir la muestra final, se evaluaron tres muestras de las seleccionadas en la evaluación sensorial intermedia, se obtuvo para el atributo color la muestra con mejor puntuación fue M2 (7,73), para el atributo olor M2 (7,80) y para el atributo sabor la muestra M3 (7,87), de esta manera se eligió M2 como la muestra final y la más representativa para el refresco de quinua.

- En cuanto a la evaluación sensorial final para determinar las propiedades organolépticas del producto terminado, se evaluaron los atributos color, olor y sabor para la muestra final, donde los jueces mostraron preferencia por el atributo sabor (7,67), seguido del atributo color (7,47) y por último el atributo olor (7,13).
- En base al análisis estadístico del diseño factorial 2^2 en la etapa del tostado de los granos de quinua se puede observar que para el factor A (temperatura), $F_{cal} > F_{tab}$ ($86,83 > 7,709$), existe significancia entre factores, en cuanto a factor B (tiempo), $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,56 < 7,709$), entonces se puede decir que no existe influencia estadística de variación. Analizando los factores A y B, viendo la variación estadística entre los mismos, se puede concluir que se tienen cambios bruscos en el contenido de humedad cuando se efectúa el tostado de los granos de quinua.
- Realizando el análisis fisicoquímico del producto terminado, se obtiene un contenido de cenizas del 0,07%, fibra 0,57%, grasa 0,02%, hidratos de carbono 8,66%, humedad 91,04%, proteína total 0,21% y valor energético del 35,66 Kcal en 100g de producto.
- El análisis microbiológico realizado al producto terminado presentó coliformes totales y fecales < 10 ufc/ml, pero el valor de mohos y levaduras analizado dio un valor de $2,0 \times 10^1$, es decir fuera del rango establecido por la Norma Boliviana (< 10 ufc/ml), estos valores altos pudieron deberse a que la muestra presentada para su análisis respectivo no fue analizada en su debido momento, ya que el producto es natural y tiene una vida útil de cinco días, pasado estos días se produce un cambio, motivo por el cual se hizo necesario corroborar los datos mediante un nuevo análisis microbiológico, el cual dio un valor para mohos y levaduras < 10 ufc/ml, tomando este último valor como el adecuado para el parámetro analizado, ya que se encuentra dentro de lo establecido por la Norma Boliviana.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se sugiere la elaboración de refresco de quinua a partir de granos de quinua sin tostar, para realizar una comparación nutricional entre ambos procesos de elaboración.
- Se recomienda realizar un estudio de mercado para saber la aceptación del refresco de quinua, así también su comercialización ya que este producto cuenta con un gran aporte calórico y nutricional.
- Se recomienda realizar un estudio más a profundidad sobre el refresco de quinua y de otros cereales y pseudocereales como el mijo y el coime ya que son alimentos nutritivos y beneficiosos para el organismo.
- Se sugiere que con la torta de quinua sobrante en el tamizado del refresco, se pueda hacer galletas de quinua, para que de esta manera se pueda utilizar en su totalidad este grano.