

## 1.1. ANTECEDENTES

En los últimos años, el consumo de refrescos de origen vegetal ha experimentado un notable crecimiento. La demanda de la población por bebidas alternativas, ha contribuido al desarrollo y comercialización de estos productos en la sociedad. (Donkor et al, 2007; khantisophon et al 2007). Por otra parte, diferentes expertos en el campo de la alimentación destacan las características nutricionales de estos refrescos (su contenido calórico, el perfil de sus grasas, la no presencia de lactosa y su contenido en minerales y vitaminas, entre otros), asociadas a diferentes beneficios para la salud.

Por todo ello, la elaboración de refrescos vegetales ha despertado el interés en la industria alimentaria, siendo cada vez más las empresas que se dedican a este tipo de bebida. En la actualidad estas bebidas se pueden encontrar fácilmente en muchos supermercados, y con una variedad de formatos y marcas industriales.

Entre estos se destacan las bebidas elaboradas a base de soja, arroz, avena, almendras, chufas y nueces.

El refresco a partir de almendra chiquitana es un producto que se destaca por sus características nutricionales, organolépticas, sabor dulce y agradable.

El almendro chiquitano, *Dipteryx alata* (Vogel), es una especie conocida en Bolivia como almendro o Nókümonísh y en Brasil como Barú o Cumarú y su área de distribución es amplia cubriendo territorios de Brasil, Perú, Paraguay y Bolivia. (C. Vennetier, R. Peltier, J. Coimbra BOIS, 2012).

En Bolivia se encuentra principalmente en el Cerrado Chiquitano, caracterizado por sabanas más o menos arboladas con especies resistentes a fuegos de mediana intensidad. El árbol mide generalmente entre 4 y 12 metros de altura.

Su fruto, está constituido por una semilla (la almendra), protegida por un endocarpio leñoso duro, la cáscara, con un mesocarpio carnosos (la pulpa). Estos diversos productos tienen gran variedad de usos, la semilla constituye un ingrediente en la

preparación de varios platos y bebidas tradicionales. Además, el aceite que se extrae de la semilla se usa tradicionalmente como medicina contra la insolación o el resfrío para los niños.

En Bolivia se comercializa mayormente la semilla en forma tostada, bajo el nombre de Almendra Chiquitana, en términos nutricionales, tiene una calidad superior a numerosas otras oleaginosas conocidas en el mercado internacional y ha mostrado una muy buena aceptación para el consumo (C. Vennetier, R. Peltier, J. Coimbra BOIS, 2012).

Particularmente, en la ciudad de Tarija, el consumo de almendra chiquitana es muy reducido, principalmente por la falta de conocimiento sobre la existencia y potencialidad nutritiva como también la poca disponibilidad del producto en el mercado.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

- Bolivia es un país muy privilegiado en cuanto a recursos naturales alimenticios se refiere, ya que posee una diversa gama de ecosistemas, los cuales resguardan un sinfín de productos consumidos por nuestros antecesores. Estos productos que tradicionalmente han sido aprovechados en la naturaleza, pueden ser domesticados y producirse en gran escala.
- Para el ser humano la alimentación representa una acción vinculada con la ingesta de alimentos que tiene como fin, no solo satisfacer el apetito o calmar la sed, sino también suministrarse de nutrientes que el organismo requiere para mantenerse en un buen estado de salud. Mediante la elaboración de refresco a partir almendra chiquitana se desea, aprovechar la producción de este alimento muy nutritivo, contribuyendo a preservar la salud, considerando que es una de las prioridades y preocupaciones en los consumidores al momento de adquirir sus alimentos.
- Entre valores que hacen de la almendra una excelente alternativa productiva es su aporte nutricional sin duda alguna. Las semillas son ricas en proteínas

(26 %), carbohidratos (27 %), y aceites (42 %), entre sus variedades, es la de mayor contenido calórico, materia grasa y protéico. Se estima además, que con el consumo de 100 gr de almendra se estaría cumpliendo con el 50% de lo que el cuerpo requiere diariamente en los minerales más importantes, como el fósforo, hierro, calcio, potasio y zinc.

- Se pretende dar un valor agregado a esta variedad de almendra mejorando la calidad de vida de los productores y al mismo tiempo ofrecer al mercado un producto alternativo en cuanto a novedad se refiere, de sabor, color y aroma agradable, listo para su consumo.

### **1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Debido a que el ser humano cada vez busca más alternativas en cuanto a bebidas saludables, novedosas, y en el mercado aún no existe refresco de almendra chiquitana, surge la necesidad de incorporar un producto que ejerza una acción benéfica sobre la salud del consumidor.

### **1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál será el proceso de transformación aplicado a la semilla de almendra chiquitana para elaborar un refresco de calidad inocua, nutritiva y organoléptica?

### **1.5. OBJETIVOS**

#### **1.5.1. OBJETIVO GENERAL**

Elaborar refresco de almendra chiquitana, mediante un proceso de transformación de la semilla con la finalidad de obtener un producto de calidad inocua, organoléptica y nutritiva.

### **1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar las propiedades físico-químicas y microbiológicas de la materia prima, mediante análisis de laboratorio.
- Determinar la dosificación de ingredientes para la elaboración del refresco.
- Realizar el diseño experimental para determinar las variables del proceso de elaboración del refresco.
- Realizar evaluación sensorial para determinar los atributos del producto.
- Realizar balance de materia y energía a nivel experimental en el proceso.
- Determinar las propiedades físico-químicas y microbiológicas del producto final, que permitan garantizar el producto.

### **1.6. HIPÓTESIS**

La aplicación de un proceso de transformación adecuado en la semilla de almendra chiquitana, permitirá elaborar un refresco de calidad organoléptica, inocua y nutritiva.

## 2.1. ORIGEN DE LA ALMENDRA CHIQUITANA

**FIGURA 2.1**  
**ALMENDRA CHIQUITANA**



Fuente: CIAT

El origen de la almendra Chiquitana es bastante polémico; sin embargo, muchos concuerdan con lo indicado por Rizzini (1963), Torres (2001) y Gottsberger y Silberbauer-Gottsberger (2006), quienes afirman que es una especie que ingresó a las sabanas a partir de los bosques húmedos. Estas afirmaciones, son basadas en características morfológicas y ecológicas de la especie, ya que presenta un tallo recto alcanzando alturas de hasta 20 m, posee una corteza, típica de las especies del cerrado, tiene una buena plasticidad fenotípica que le permite tolerar ambientes boscosos, es la única especie del género que se presenta en una región con dos estaciones climáticas bien marcadas, y finalmente, porque su centro de diversidad está en ambientes boscosos.

El (*Dipteryx alata* Vog.), árbol de la familia de las leguminosas y nativo, ha sido seleccionado puesto que reúne características claves para promover tanto el desarrollo socioeconómico como la conservación del medioambiente.

En Bolivia la especie es conocida como Almendro o Nókümonísh y en Brasil como Barú o Cumarú y su área de distribución es amplia cubriendo territorios de Brasil, Perú, Paraguay y Bolivia. En este último país se encuentra principalmente en el Cerrado Chiquitano, caracterizado por sabanas más o menos arboladas con especies resistentes a fuegos de mediana intensidad. Al ser nativa de la ecorregión, está

naturalmente adaptada al medio ambiente y conocida de parte de la población local. Existen otras especies del mismo género en Bolivia, como *Dipteryx odorata*, o *Dipteryx micrantha*, que tienen usos tradicionales diversos, pero son especies más amazónicas, netamente de bosques húmedos que no se encuentran en la Chiquitania (C. Vennetier, R. Peltier, J. Coimbra, 2012).

Vásquez y Coimbra (1996) y Mostacedo y Uslar (1999), identificaron a más de 150 especies silvestres con frutas comestibles en el departamento de Santa Cruz, las cuales pueden ser utilizadas de diferentes formas; una de estas especies es *Dipteryx alata*, llamada popularmente como almendra Chiquitana.

La especie tiene como producto principal la almendra, que en realidad es la semilla (Jardim et al. 2003), y que es comestible. Esta almendra, se destaca por su alto contenido proteico, que varía entre 24 – 30% (Sano et al. 2004; Takemoto et al. 2001), valor que es igual o superior a otras especies de almendras en el mundo. Sin embargo, también existe una serie de productos y usos obtenidos de otras partes del fruto y la planta, que son ocupados desde el ámbito de la culinaria gastronómica, hasta la farmacéutica (Carrazza y D'Ávila 2010; Flores et al. 2010; Sano et al. 2004).

En los últimos años la almendra Chiquitana ha ingresado al mercado local y nacional debido a que se ha visto la gran abundancia que existe de este recurso en las sabanas del Cerrado del departamento de Santa Cruz (Mamani et al. 2010).

## **2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA PLANTA**

La clasificación taxonómica fue descrita por Julius Rudolph Vogel.

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Fabales
- Familia: Fabaceae
- Subfamilia: Faboideae
- Tribu: Dipteryx eae

- Género: Dipteryx
- Especie: D. Alata Vogel

### **Nombres comunes**

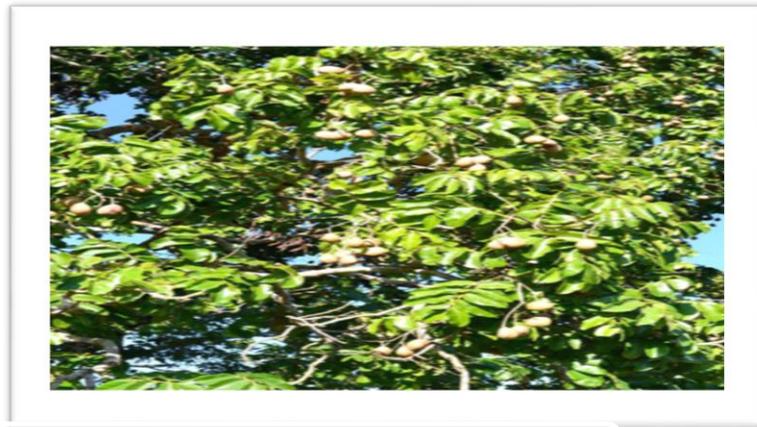
- Español: almendra Chiquitana, almendro
- Chiquitano: nókumonísh

El género *Dipteryx* posee aproximadamente 25 especies, siendo en general de alta importancia económica, ya que la mayoría de estas especies poseen un elevado valor comercial por su madera, tal como es el caso del almendrillo en Bolivia (*Dipteryx odorata* (Aubl) Willd y *D. micrantha* Harms). De todas las especies del género, *D. alata* es la única especie que crece en ambientes de sabanas, en países como Brasil, Bolivia y Paraguay, ya que el resto de las especies son netamente de bosques húmedos (Dirección Universitaria de Investigación, Bolivia 2015) (Daniel Villaruel).

### **2.3. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA**

#### **FIGURA 2.2**

#### **FRUTOS EN ÁRBOL DE ALMENDRA CHIQUITANA**



**Fuente:** Fotos J. Orellana y J. Coimbra, 2012.

Árbol de altura variable, generalmente de entre 4 – 12 m de altura en comunidades de cerrado y hasta 20 m en cerrado de Brasil y bosque chiquitano (poco frecuente a muy raro en esta comunidad vegetal).

Cabe mencionar que el ciclo de crecimiento de un árbol de almendro hasta iniciar la producción toma alrededor de seis años (Carvalho, 1994) y puede sobrevivir y producir durante más de cincuenta años, lo que permite proyectar plantaciones a mediano y largo plazo. Finalmente, el aprovechamiento de los frutos no ocasiona ningún daño al árbol, dado que los frutos caen una vez maduros y se recogen del suelo, lo que representa un punto positivo para la conservación del especie (Dirección Universitaria de Investigación, Bolivia 2015) (Ana Quevedo y Silvia Estévez).

### **2.3.1. CORTEZA**

#### **FIGURA 2.3 CARACTERÍSTICAS DEL FUSTE Y CORTEZA DE LA ALMENDRA CHIQUITANA**

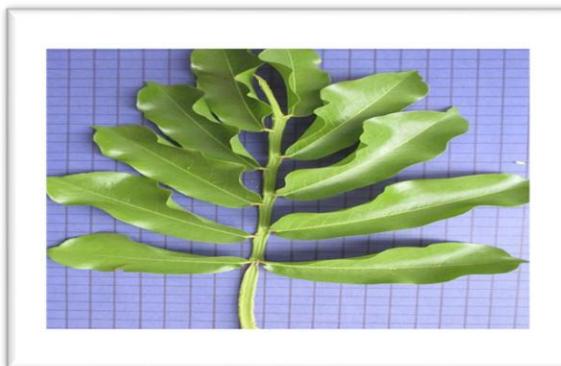


**Fuente:** Fotos J. Orellana y J. Coimbra, 2012.

Corteza externa lisa, de color café blanquecina, presenta placas duras de consistencia leñosa que se desprenden; la corteza interna de color rosada o crema. (Dirección Universitaria de Investigación, Bolivia 2015) (Ana Quevedo y Silvia Estévez).

### 2.3.2. HOJAS

**FIGURA 2.4**  
**DETALLE DE HOJAS E INFLORESCENCIA**  
**DE ALMENDRA CHIQUITANA**



**Fuente:** Fotos J. Orellana y J. Coimbra, 2012.

Hojas alternas, compuestas, pinnadas e imparipinadas, con 7 a 11 folíolos que tienen disposición alterna o subopuesta; una de las características más importantes en la diferenciación de la especie de otras que existen en la región, es que tiene el raquis alado (Dirección Universitaria de Investigación, Bolivia 2015) (Ana Quevedo y Silvia Estévez).

### 2.3.3. FLORES

**FIGURA 2.5**  
**FLORES DEL ÁRBOL DE ALMENDRO**  
**DE LA CHIQUITANÍA**



**Fuente:** Arquive

Hermafroditas, menores de 1 cm de largo, pétalos generalmente de color blanco, cambiando a un lila claro cuando va envejeciendo (Ana Quevedo y Silvia Estévez). Posee un patrón de floración anual y sincrónica (Oliveira y Sigríst 2008), lo cual ocurre en un lapso de 4 a 5 meses, iniciando generalmente en octubre y finalizando en febrero (Dirección Universitaria de Investigación, Bolivia 2015) (Bonifacio Mostacedo y Daniel Villarroel).

#### 2.3.4. FRUTO

**FIGURA 2.6**  
**FRUTOS DE DIPTERYX ALATA**



**Fuente:** Fotos J. Orellana y J. Coimbra, 2012.

Fruto drupa, de forma orbicular; la parte externa del fruto (epicarpio) es de color crema verdusca; la parte interna (mesocarpio) cuando está madura es de color anaranjado; el endocarpio es leñoso, muy duro para partir cuando el fruto está maduro (Jardim et al. 2003; Sano et al. 2004).

En la Chiquitanía la variación está entre 3 a 5.5 cm. Asimismo el peso de los frutos (en peso húmedo) puede variar entre 10 a 50 gr.

Los primeros frutos aparecen a finales de diciembre, y este periodo se prolonga hasta octubre (final de la época seca). La mayoría de los frutos se encuentran en una etapa de crecimiento desde febrero a junio, posterior a este periodo, se inicia su madurez fisiológica, la cual ocurriría generalmente en los meses de agosto y septiembre, época en que los frutos empiezan a caer al suelo. El tiempo de maduración del fruto es

bastante variable, y esto depende mucho de las fluctuaciones climáticas locales. Una buena señal de que la semilla ya maduró fisiológicamente es detectada por su caída, y la pérdida de las hojas del árbol. La caída del fruto al suelo, es considerado como un indicativo de que están listos para producir nuevos individuos, y por lo cual, la semilla se encuentra en su máxima expresión de desarrollo (Carrazza y D'Ávila 2010; Sano et al. 2004).

### 2.3.5. SEMILLA

**FIGURA 2.7**

**SEMILLAS ALMENDRA CHIQUITANA**



**Fuente:** Proyecto de manejo integral de bosques de la Chiquitanía, 2015.

Por otro lado las semillas también varían en grosor y longitud, pero esta variación está en relación al tamaño o peso de los frutos. Mientras más grandes o más pesados los frutos, son más gruesas las semillas.

Las semillas son elípticas, de 1 – 3 cm de largo y 1 – 1.8 cm de ancho (Jardim et al. 2003; Sano et al. 2004).

Estudios previos sobre la producción de frutos de la almendra Chiquitana en Bolivia, calcularon que en la región de la Chiquitanía, la producción es de 200 frutos/árbol, aunque en algunas localidades se registró hasta 1000 frutos/árbol y 1 kg de fruto puede tener hasta 1190 semillas (Ferreira et al. 1998). Así también, se estima que el 90% de los frutos cosechados contienen semillas (Herrera-Flores et al. 2009).

### **2.3.6. VARIETADES DE ALMENDRAS DIPTERYX**

Existen otras especies del mismo género en Bolivia, como *Dipteryx odorata*, o *Dipteryx micrantha*, que tienen usos tradicionales diversos, pero son especies más amazónicas que no se encuentran en la Chiquitania.

#### **2.3.6.1. DIPTERYX ALATA**

Es una Leguminosa Almendro (toda la Chiquitania y Santa Cruz), nokümonish (Chiquitano), barú, cumbarú (Brasil).

Frutos ovalados y aplanados por los lados, cáscara color marrón claro tanto en verde como en maduro. Poseen una capa 4-5 mm de pulpa harinosa y dulce, recubriendo un endocarpio leñoso muy duro que encierra una única semilla. Esta es blanca, recubierta por un tegumento o cascarilla, negra o marrón. (Diego Javier Coimbra Molina, 2012)

#### **2.3.6.2. DIPTERYX ODORATA**

El haba tonka, cumaruna, cumarú, cumbarú, sarrapia, tagua es la semilla de *Dipteryx odorata*, un árbol de legumbres de la familia Fabaceae.

Es natural de la zona tropical de América, en especial Bolivia, Brasil, Guayana, Perú y Venezuela.

Los frutos del árbol contienen una sola semilla que mide 3-4 cm de largo por 1 cm de ancho, es de color negro y arrugado. Tiene una agradable fragancia que evoca la vainilla, la almendra, la canela y el clavo (Wikipedia).

#### **2.3.6.3. DIPTERYX MICRANTHA**

Conocida como shihuahuaco o cumarú, es una especie arbórea de la familia Fabaceae.

Es endémica de Brasil, Bolivia, Ecuador y Perú. Puede alcanzar los 50 m de altura.

Los frutos son drupas de forma ovalada, cuya almendra llamada "haba tonka" contiene un aceite anticoagulante, del que se obtiene la cumarina por extracción en

alcohol, y aceites esenciales que se han utilizado para perfumar el tabaco así como jabones y perfumes.

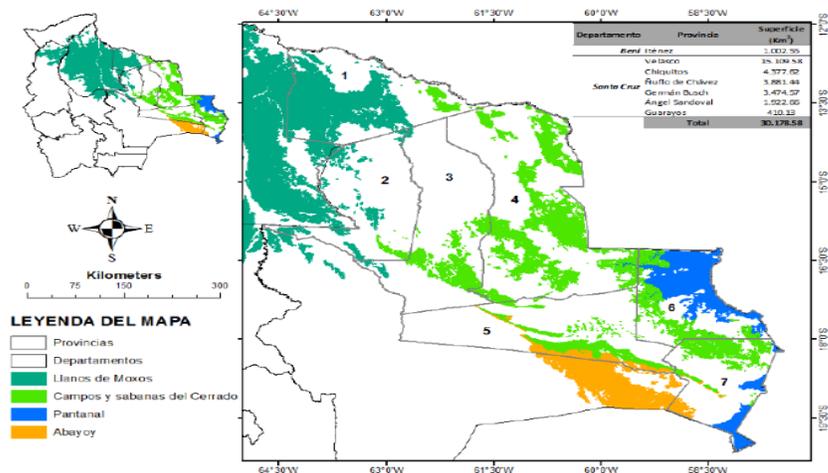
Sus semillas son de color amarillo, péndula, aromática (presencia de curamina), el mesocarpio harinoso y oleoso, la semilla es única. (Kattia Garay Vásquez, 2016)

## 2.4. CULTIVO

La distribución de las especies en general está regida principalmente a factores ambientales, y por la interacciones bióticas con otros organismos (Begon et al. 2006). La almendra Chiquitana está asociada a la vegetación del Cerrado y otros tipos de sabana, tanto en Bolivia como en Brasil y Paraguay. El Cerrado en Brasil abarca poco más de 2 millones de Km<sup>2</sup> (23% de Brasil) (Goodall 1954; Ribeiro y Walter 2008), estando *D. alata* distribuida en una gran parte de toda esta extensión. Ratter et al. (2003) indicaron a esta especie como una de las más frecuentes en todo el bioma Cerrado, esto debido principalmente a su alta adaptabilidad ecológica, la cual le permite tolerar una amplia variabilidad medioambiental.

**FIGURA 2.8**

### MAPA DE DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LA ALMENDRA CHIQUITANA (DIPTERYX ALATA)



**Figura 2.** Delimitación geográfica de los campos y sabanas del Cerrado en Bolivia. 1= Iténez; 2= Guarayos; 3= Nuflo de Cávez; 4= Velazco; 5= Chiquitos; 6= Ángel Sandoval; 7= Germán Busch.

**Fuente:** Fotos J. Orellana y J. Coimbra

El Cerrado propiamente dicho, en Bolivia está distribuido principalmente en el departamento de Santa Cruz (ca. 28.766 km<sup>2</sup>) en la región geográfica denominada como “Chiquitania”, y con una pequeña porción en el departamento del Beni (ca. 1.003 km<sup>2</sup>), abarcando una superficie total de ca. 30.179 km<sup>2</sup> (Figura 2.8). La mayor extensión de campos y sabanas del Cerrado están localizadas en la provincia Velasco (ca. 15.110 km<sup>2</sup>), y la proporción más baja en Guarayos (ca. 410 km<sup>2</sup>).

El Fondo Nacional de Desarrollo Forestal (FONABOSQUE) está implementando las plantaciones de la almendra chiquitana con más de 29 comunidades en los Municipios de Concepción, San Ignacio de Velasco y Lomerío, el establecimiento de almendra chiquitana bajo diferentes sistemas productivos, para mejorar y aumentar el potencial productivo.

La semilla de almendro *Dipteryx Alata* y similares pertenecen a la familia botánica de las leguminosas. Sus semillas comestibles se denominan oleaginosas. Agrícolamente, las plantas de este grupo tienen la ventaja de poder captar nitrógeno del aire y además agregar algo de éste a la tierra, a diferencia de la mayoría de las otras plantas que toman el nitrógeno del suelo y no lo reemplazan. Las leguminosas por lo regular se desarrollan mejor cuando pueden obtener agua al iniciar su crecimiento y luego contar con un período seco y cálido para la maduración. Por lo tanto, lo usual es sembrarlas al final de la época de lluvias para que maduren al principio de la estación seca.

La especie es considerada heliófita, brevicaducifolia (pierde sus hojas brevemente durante la última parte de la estación seca), hermafrodita, con polinización cruzada y de dispersión zoocórica, principalmente realizada por monos, murciélagos, antas (tapir), y ganado vacuno (Sano et al. 2004; Soares 2009).

En un estudio de genética de poblaciones de *D. alata* realizado en Brasil, Soares (2009) determinó una alta heterogeneidad genética intra-poblacional para la especie, indicando que la almendra Chiquitana es alogámica, o sea, que si bien la planta tiene flores hermafroditas, esta generalmente no recibe su propio polen para su

fecundación, por lo cual, para poder reproducirse necesita el polen de otro(s) individuo(s) genéticamente diferentes. Este tipo de reproducción es mucho más ventajosa que otros, ya que permite un mayor flujo e intercambio de información genética intra e inter poblacional, permitiendo soportar los diversos tipos de presión ambiental a la que pueda estar expuesta. Otros estudios indican que en lugares con baja densidad poblacional el tipo de reproducción es mixta (endogámica y alogámica), por la baja cantidad o disponibilidad de árboles para el cruzamiento (Tarazi et al. 2010).

Los frutos al caer al suelo son sujetos al ataque de parásitos, siendo la pulpa (mesocarpo) generalmente la más afectada debido a que posee una mayor concentración de humedad, lo que la torna atractiva para alojar larvas de coleópteros y lepidópteros, y para la proliferación de hongos que llegan a acelerar su proceso de descomposición (Heringer 1971). Sin embargo, la probabilidad del daño al embrión es bajo (10 %), esto debido a la protección rígida de la testa (Sano et al. 2004).

Estudios realizados sobre la polinización de *D. alata*, indican que son polinizadas especialmente por abejas (82 %), principalmente por especies de la familia Apidae (70 %), y Andrenidae (12 %), además de otras especies del orden Lepidoptera (Damasceno 1998).

La ecorregión del Bosque Seco Chiquitano donde se encuentran los árboles de almendro *D. Alata* se extiende sobre Bolivia, Brasil y Paraguay.

La Chiquitania ocupa gran parte de esta ecorregión y pertenece a Santa Cruz.

Al ser nativa de la ecorregión considerada, está naturalmente adaptada al medio ambiente y conocida de parte de la población local.

En Bolivia sus frutos comestibles son actualmente recogidos por comunidades indígenas, y mayormente comercializados a nivel del departamento de Santa Cruz. A pesar de las dificultades a las que se enfrenta este sector, el hecho de valorar la almendra Chiquitana resulta ser una herramienta interesante para el desarrollo socioeconómico.

El inicio de una demanda comercial para la almendra Chiquitana ha inducido comportamientos espontáneos de los productores para proteger esta especie.

Por otro lado, esto incentiva a los pobladores rurales a preservar la integridad de los bosques, este tipo de desarrollo les incita a establecer más plantaciones (C. Vennetier, R. Peltier, J. Coimbra, 2012).

## **2.5. EXIGENCIAS CLIMÁTICAS**

Ante las exigencias climáticas del árbol de almendro *D. Alata* se tiene:

### **2.5.1. CLIMA**

La almendra Chiquitana es una especie que se desarrolla en una variedad de condiciones climáticas, pero con preferencia a ambientes secos y suelos con un pH alto. (Bonifacio Mostacedo, Benjamín Avendaño, Daniel Villarroel y Daniel Espinoza, 2015).

### **2.5.2. TEMPERATURA**

El rango de temperatura encontrado para la distribución de la especie fue 21 – 24°C, siendo la temperatura media óptima de distribución las zonas con 22 – 22.5 °C (Bonifacio Mostacedo, Benjamín Avendaño, Daniel Villarroel y Daniel Espinoza, 2015).

### **2.5.3. PRECIPITACIÓN**

Los reportes de los valores máximos y mínimos de la ocurrencia de *D. alata*, indican que se encuentra desde lugares secos (800 mm/ año al S de San José de Chiquitos, región de Abayoy) hasta relativamente húmedos (1800 mm/año en Buena Vista, Loma Alta, región de los Arenales de Santa Cruz, y San José de Campamento, región de las Sabanas Inundables), existiendo una mayor probabilidad de ocurrencia en regiones con más o menos 1000 mm/año (Bonifacio Mostacedo, Benjamín Avendaño, Daniel Villarroel y Daniel Espinoza, 2015).

#### **2.5.4. ALTITUD**

La almendra Chiquitana se ha encontrado en diferentes altitudes, desde 300 hasta 800 msnm. Sin embargo, el intervalo entre 480 – 500 msnm es donde existiría una mayor probabilidad de encontrar a esta especie (Bonifacio Mostacedo, Benjamín Avendaño, Daniel Villarroel y Daniel Espinoza, 2015).

#### **2.5.5. SUELO**

Como era de esperar esta es una especie que se desarrolla en suelos con un (pH 4-6). (Bonifacio Mostacedo, Benjamín Avendaño, Daniel Villarroel y Daniel Espinoza, 2015).

Se han reportado las diferentes poblaciones de la especie en Bolivia, se estarían desarrollando sobre suelos originados en distintos periodos geológicos, y que pueden ser arenosos, arcillosos y lateríticos, así como profundos hasta poco profundos, pero principalmente, siempre con un buen drenaje (Ibisch et al. 2003; Mamani et al. 2011; Navarro 2011).

### **2.6. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA SEMILLA DE ALMENDRA CHIQUITANA**

Las almendras chiquitanas tienen un valor nutricional excepcional. Comparadas con las demás nueces y almendras, tienen el más alto contenido de proteínas con el menor contenido de aceite. También tienen contenidos relevantes de Calcio, Hierro, Potasio y Zinc. A través del siguiente cuadro se puede apreciar su valor nutritivo que posee la semilla de almendra (Huerta Urbana, 2015).

La tabla 2.1 muestra la composición nutricional de la semillas de almendra chiquitana.

**TABLA 2.1**

**COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA SEMILLA DE ALMENDRA  
CHIQUITANA POR 100 GRAMOS DE PORCIÓN COMESTIBLE**

<b>COMPONENTES</b>	<b>CANTIDAD</b>
Proteína	23,9 g
Total grasa	38,2 g
Grasa saturada	7,18 g
Grasa insaturada	31,02 g
Fibra total	13,40 g
Carbohidratos	15,80 g
Calcio	140 mg
Potasio	827 mg
Fosforo	358 mg
Magnesio	178 mg
Cobre	1,45 mg
Hierro	5,35 mg
Manganeso	4,9 mg
Zinc	4,1 mg
Calorías	502cal

**Fuente:** Dra. Fernanda Granja, 2010.

### **2.6.1. PROTEÍNAS**

La proteína de muy alta calidad con todos los aminoácidos esenciales requeridos tanto en la nutrición humana como animal.

Después del agua las proteínas representan lo más importante del organismo de los animales y vegetales. Durante el proceso digestivo las proteínas ingeridas se rompen

hasta transformarlas en aminoácidos originales de que están compuestos. Después estos aminoácidos son utilizados por el organismo para formar sus propias cadenas proteínicas (Botanical, 1999-2016).

#### **2.6.1.1. DIGESTIBILIDAD DE LAS PROTEÍNAS**

Estudios comparativos (FAO/OMS, 1991), clasificaron los valores de la 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, la semilla de almendra se encuentra en la tercera posición, es decir con baja digestibilidad (Bojanic, A, 2011).

#### **2.6.2. GRASAS**

El tipo de grasas que contiene la almendra chiquitana son: ácidos grasos mono insaturados y polinsaturados y en menor proporción ácidos grasos saturados.

Las grasas realizan varias funciones de importancia en el organismo como ser:

- Función energética. Las grasas al sufrir un proceso de combustión, liberan mayor cantidad de energía por gramo, que la combustión de hidratos de carbono y proteína.
- Funcionan como aislantes térmicos.
- Forman parte de los componentes estructurales de membranas biológicas.
- Aportan vitamina F (ácidos grasos no saturados, tales como el linólico, linoleico y araquidónico) cuya carencia puede provocar trastornos.
- Son precursores de hormonas (sexuales, corticales), ácidos biliares, vitaminas, etc (Botanical, 1999-2016).

### **2.6.3. HIDRATOS DE CARBONO**

La cantidad de hidratos de carbono presente en la almendra chiquitana cumplen importantes funciones en el cuerpo humano como ser:

- Son el fácil combustible energético que necesita el cuerpo humano para desarrollar sus movimientos.
- Contribuyen a un eficaz metabolismo de las grasas, que lo necesitan para quemarse.
- Son antiacidóticos, es decir, su presencia evita la producción de ácidos grasos.
- La flora microbiana necesita los hidratos de carbono para su crecimiento y desarrollo (Botanical, 1999-2016).

### **2.6.4. FIBRA**

La fibra principalmente compuesta por celulosa, la presencia de celulosa en el organismo, es importante para exaltar los movimientos peristálticos (movimientos que sirven para la impulsión o expulsión de las materias o sustancias que perciben órganos provistos de cavidades huecas) (Botanical, 1999-2017).

### **2.6.5. VALOR CALÓRICO**

Debido a su alto contenido graso, es un alimento que brinda al organismo una gran cantidad de energía, en este aspecto es superior a otros alimentos de origen vegetal (Botanical, 1999-2016).

### **2.6.6. POTASIO Y SODIO**

El potasio es un mineral importante que participa en la transmisión nerviosa y la contracción de los músculos incluyendo el corazón, llegando a ser un mineral esencial para mantener la presión arterial y la función normal del corazón. Puede considerarse que su consumo promueve la salud cardiovascular, protegiéndonos de la hipertensión, ya que regula la tensión arterial, y también aterosclerosis.

Junto con el sodio es un mineral muy interesante para el control de los líquidos en el organismo.

Puede ayudar en el control de la hipertensión o prevenir la retención de líquidos (Botanical, 1999-2016).

### **2.6.7. FÓSFORO**

El fosforo nos ayuda a mantener un correcto funcionamiento del sistema nervioso central, las conexiones y el funcionamiento cerebral. Mejora la resistencia física e interfiere en la formación de huesos y dientes en los niños (Botanical, 1999-2016).

### **2.6.8. HIERRO**

Entre otras propiedades, es necesario para la prevención de la anemia (Botanical, 1999-2016).

### **2.6.9. MAGNESIO**

El magnesio es un mineral considerado como un relajante muscular, pues interviene en la contracción y descontracción de los músculos.

Disminuye la ansiedad, el nerviosismo, irritabilidad, etc. Al interferir en el sistema nervioso central y la transmisión de los impulsos eléctricos de los nervios. Ayuda a conciliar el sueño en caso de insomnio y a descansar mejor.

También se recomienda aumentar la ingesta de magnesio en casos de fatiga crónica, personas con problemas de huesos, artritis, osteoporosis (Botanical, 1999-2016).

### **2.6.10. MANGANESO Y COBRE**

Estos dos minerales ayudan a la producción de energía, ya que son cofactores esenciales de una enzima, denominada peróxido dismutasa, que combate radical libre producido en el interior de nuestro cuerpo (Botanical, 1999-2016).

### 2.6.11. ZINC

Interviene en la formación de tejidos musculares, huesos, cabellos, uñas y la retina, regula los niveles de insulina, controla el crecimiento, interviene en desintoxicaciones etílicas, entre otras acciones tan importantes como ayudar a mantener un sistema inmunitario resistente e intervenir en el proceso de madurez sexual, en las gónadas masculinas (Botanical, 1999-2016).

### 2.6.12. AMINOÁCIDOS ESENCIALES

Los aminoácidos presentes en las proteínas de la almendra chiquitana son los que se presentan en la tabla 2.2

**TABLA 2.2**  
**% AMINOÁCIDOS (AA) EN 100g DE PROTEÍNAS EXISTENTES**

<b>AMINOÁCIDOS</b>	<b>CRUDO</b>	<b>TOSTADO</b>
<b>Isoleucina *</b>	3,00	2,79
<b>Leucina *</b>	7,15	7,04
<b>Lisina *</b>	5,65	4,17
<b>Metionina *</b>	0,74	0,84
<b>Fenilalanina *</b>	4,20	4,20
<b>Treonina *</b>	3,04	2,95
<b>Triptofano *</b>	1,26	0,22
<b>Valina *</b>	4,49	4,53
<b>Acido Aspártico</b>	7,47	7,56
<b>Acido Glutámico</b>	19,18	19,30
<b>Alanina</b>	3,64	3,67
<b>Serina</b>	3,03	2,91
<b>Tirosina</b>	2,34	2,10
<b>Argina</b>	7,26	6,99
<b>Prolina</b>	4,17	4,20
<b>Glicina</b>	3,79	3,80
<b>Histidina</b>	2,10	1,95
*Aminoácidos esenciales		

Fuente: Jeito Saudavel, 2014

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 almendra contiene los 8 aminoácidos esenciales: isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina ( Lasala, 2011).

**Isoleucina:** Al igual que la leucina, está directamente relacionada con la reparación de los músculos, huesos y tejido dérmico. Además, participa en la formación de hemoglobina. También se relaciona con el control de la glucemia (Lasala, 2011).

**Leucina:** Se utiliza en la regeneración muscular y ósea. Asimismo controla la glucemia (cantidad de glucosa en sangre) y se relaciona con temas hormonales, concretamente aumenta la cantidad de hormona de crecimiento (Lasala, 2011).

**Lisina:** Participa en la formación de colágeno, elemento fundamental en las articulaciones. Se relaciona también con el metabolismo del calcio y en la formación de anticuerpos por lo que refuerza el sistema inmunitario (Lasala, 2011).

**Metionina:** Posee acción antioxidante y eso implica que previene algunos factores de riesgo cardiovascular. Se utiliza también en el tratamiento de alguna patología mental (Lasala, 2011).

**Fenilalanina:** Participa en la formación de neurotransmisores que estimulan la sinapsis nerviosa. Se relaciona con varios efectos positivos a nivel de mejora del estado de ánimo, la capacidad de concentración y el aprendizaje por su estimulación del sistema nervioso. Asimismo, se está estudiando su posible uso en enfermedades mentales como el párkinson o el alzhéimer (Lasala, 2011).

**Treonina:** Posee gran efecto en la metabolización de las grasas y también colabora en la creación de colágeno (Lasala, 2011).

**Triptófano:** Actúa a nivel nervioso como relajante corporal y facilita la conciliación del sueño. Además, controla la sensación de apetito. Posee determinadas funciones opuestas a las de la fenilalanina. Se utiliza en el tratamiento de la hiperactividad (Lasala, 2011).

**Valina:** Colabora en la reparación y mantenimiento muscular. También se utiliza en la metabolización hepática de algunos nutrientes (Lasal, 2011).

## **2.7. ALMENDRA CHIQUITANA COMO MATERIA PRIMA**

La especie es considerada de gran valor económico debido a la diversidad de productos que pueden ser obtenidos a partir de sus diferentes órganos. Sin embargo en Bolivia el principal potencial económico de *D. alata* se centra primordialmente en el alimenticio, y a partir únicamente de su semilla. Entre las razones por lo cual la semilla se torna atractiva para el consumo humano, es que además de su buen sabor, posee características analépticas (restauradora de fuerza o vigorizante), y diaforéticas (activadora del sentido de sudoración) (Corrêa et al. 2000).

Por otro lado, en la región de Lomerío (Santa Cruz), las comunidades indígenas indican que *D. alata* además de ser utilizada como alimenticia, también es usada como medicinal y fuente de combustible, ya que su madera posee un alto potencial calórico (Centurión y Kraljevic 1996). Así también, en los patios de las casas de los barrios periféricos de las principales ciudades de la Chiquitanía (San Javier, San Ramón, Concepción, San Ignacio, Roboré, y San José), es muy común observar árboles remanentes de almendra Chiquitana, los cuales no son cortados porque son parte importante de su cultura alimenticia.

Los usos actuales y potenciales de la almendra Chiquitana van más allá de los que mencionamos anteriormente. A continuación presentamos y detallamos las categorías

en las que se enmarca *D. alata* en Bolivia y Brasil (Dirección Universitaria de Investigación, Bolivia 2015).

### 2.7.1. USO ALIMENTICIO

Hasta ahora la parte más utilizada como alimento ha sido la semilla, la cual puede llegar a ser consumida de diversas formas (cocida, tostada, acaramelada, salada, como harina, etc.). Sin embargo, en Bolivia se ha estado consumiendo tradicionalmente tostada, o en forma de bebida (comunarios de la Chiquitanía después de tostar las semillas las muelen y hierben en agua, haciendo una bebida que denominan como “chocolate chiquitano” o “chocolate de almendra”), pero sus usos en la culinaria alimenticia es bastante amplio, especialmente en el área de la repostería, puesto que sin problema alguno puede reemplazar a la almendra o castaña (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), y a la castaña de cayú (*Anacardium occidentale* L.).

Algo importante que se recomienda para el consumo de las semillas, es que estas deben ser previamente tostadas antes de ingerirlas debido a que poseen grandes cantidades de inhibidor de tripsina (enzima del cuerpo humano responsable del rompimiento peptídico de los enlaces de las proteínas para que el organismo asimile los aminoácidos), por lo cual al someterlas a altas temperaturas, es durante este proceso las enzimas son inactivadas y la estructura física de la semilla sufre modificaciones favoreciendo, el quebrado, pelado, molienda y refinación.

Las semillas tostadas contienen hasta un 26 % de proteínas y su calidad proteica está cerca del 70 % (Diego Javier Coimbra Molina) (Dirección Universitaria de Investigación, Bolivia 2015)

**TABLA 2.3**  
**SUSTANCIAS ANTI-NUTRICIONALES**

Substancias	Polpa	Semente (amendoa)	
		Crua	Torrada
Taninos (mg/100 g)	3112	0	0
Ácido fitico (%)	0,27	0,16	0,06
Inibidor de tripsina(UTI/mg amostra)	0,67	38,60	0,63

Fuente: [Togashi e Scarbieri \(1994\)](#).

**Fuente:** Togashi Scarbieri, (1994).

### **2.7.2. LA PULPA DEL FRUTO**

La pulpa (mesocarpo) es otra parte del fruto que es muy consumida en Brasil, pero poco o nada en Bolivia. Se la utiliza en forma de harina, mezclándola como suplemento nutricional con diversos tipos de alimentos. La pulpa cuando es extraída de frutos maduros tiene un sabor algo dulce, y con un leve olor a vainilla. Sin embargo, cuando se la extrae de frutos inmaduros, posee un sabor algo amargo (agradable para algunos), debido a la presencia de taninos.

La pulpa, de color castaño, muy dulce, debe consumirse procesado o en la forma de jalea y licor.

El peso promedio de un fruto maduro es de 25 gr (hasta 30,3 gr), de los cuales 7,5 gr corresponde a pulpa, 1,25 gr a la semilla, y 16,25 gr al endocarpio leñoso (testa). (Dirección Universitaria de Investigación, Bolivia 2015)

### **2.7.3. USO FORRAJERO**

Entre las principales actividades que se desarrollan en la región de la Chiquitanía está la ganadera, la cual generalmente ocupa grandes extensiones de terreno substituyendo las sabanas naturales por pasturas introducidas. Sin embargo, en medio de ese paisaje antrópico, es frecuente observar árboles de *D. alata* dejados como remanentes de la vegetación natural (propiedades ganaderas de los alrededores de Concepción, San Javier y San Ramón). Los árboles dejados cumplen una función importante en dicha actividad económica. Por ser un árbol de copa amplia proporciona sombra al ganado por casi todo el año, lo cual resulta importante en el proceso digestivo de los rumiantes, y segundo, porque los frutos y las hojas del árbol son bastante apetecidos y consumidos por el ganado. Así también, estudios bromatológicos de las hojas han reportado la presencia de altos contenidos de Fosforo, Calcio, Manganeso y Zinc. (Dirección Universitaria de Investigación, Bolivia 2015)

#### **2.7.4. USO MADERABLE**

La madera de *D. alata* es frecuentemente utilizada en la Chiquitanía por los pobladores locales, pero no de manera comercial o a gran escala. Por las características morfológicas del fuste (recto y cilíndrico) y su dureza (densidad 1.1 gr/cm<sup>3</sup>) es usada como postes de alambrados, vigas de techos, y pilares de viviendas tradicionales (pauhichis). Sin embargo, pese a tener buenas características maderables, en comunidades como Santiago de Chiquitos y Santo Corazón, los comunarios indican que prefieren no utilizarla para este fin, sino más bien solo como alimenticio y forrajera.

En Brasil, su madera fue bastante explotada en el pasado, llegando a ser utilizada incluso en el ámbito naval. Popularmente fue utilizada para hacer carbón, ya que se ha demostrado que la capacidad calórica de la madera de *D. alata* supera a los encontrados en varias especies de eucaliptos. Sin embargo, en la actualidad, debido a la alta tasa de extracción que sufrió la especie, en muchos estados se ha declarado en peligro, y a nivel internacional es considerada como Vulnerable (VU) según la IUCN. (Dirección Universitaria de Investigación, Bolivia 2015)

#### **2.7.5. USO MEDICINAL**

En el ámbito de la medicina tradicional en la Chiquitanía, se extrae aceite a partir de las semillas para friccionar partes del cuerpo que puedan presentar dolores, así como el pecho y la espalda para combatir la tos. (Dirección Universitaria de Investigación, Bolivia 2015)

#### **2.7.6. USO INDUSTRIAL**

*Dipteryx alata* ha sido sujeto de muchos estudios hasta la actualidad, desde sus componentes químicos, hasta mecanismos industriales de aprovechamiento.

Además de los productos alimenticios tradicionales que son obtenidos del fruto, el aceite llega a ser un insumo muy cotizado, ya que sus características son casi iguales o mejores a las del aceite de oliva. A nivel farmacéutico, se han aislado una serie de

metabolitos secundarios que son utilizados actualmente como reguladores de exceso o falta de pigmentación en la piel. Así también, varias universidades continúan trabajando con pruebas de sus propiedades anticancerígenas a partir de derivados de *D. alata*. En la ciudad de Goiânia (Goiás), se utiliza la harina obtenida de la pulpa y semilla de los frutos como suplemento nutricional en los alimentos elaborados para las meriendas escolares. (Dirección Universitaria de Investigación, Bolivia 2015)

### **2.7.7. OTROS USOS**

Puede usarse también para enriquecer diferentes alimentos como panes, pasteles, helados, acompañar aperitivos, o todavía en dulces, granolas, tabletas de cereales.

El endocarpio leñoso se utiliza para la obtención de carbón (Combustible), ácido piroleñoso y alquitrán (industrial) y también para utilizar en la artesanía (economía informal) (Dirección Universitaria de Investigación, Bolivia 2015).

### **2.8. BENEFICIOS EN LA SALUD**

Estudios han demostrado que el consumo habitual de almendras, tiene numerosos beneficios para la salud, entre los cuales destacan: reducen el riesgo de padecer un infarto y otras enfermedades cardiovasculares, son ricas en grasas saludables, son excelente alimento para el cerebro, aportan importantes cantidades de fibra, proteínas, minerales, vitaminas del grupo B, vitamina E, y entre los minerales destacan hierro, fósforo, magnesio, potasio, zinc y calcio.

- Es frecuente que se extraiga el aceite por cocción para fines medicinales. Sus aceites son en un 80 % insaturados, es muy rico en calcio, ácido oleico grasos (omega -9) y ácido linoleico (omega-6).

Es usado en la alimentación humana de manera variada, así como anti-reumático por sus propiedades.

- Saludables para el sistema cardiovascular. Diferentes estudios científicos han afirmado que consumir regularmente almendras y nueces mejora la salud del sistema cardiovascular protegiendo corazón, arterias y venas.

- Prevención de la osteoporosis. Las almendras ayudan en la prevención de la osteoporosis evitando la degeneración de la materia ósea gracias a las altas cantidades de calcio.
- Fuente de energía. Los frutos secos en general, y las almendras en particular, son fuente de energía de liberación lenta. No es de extrañar que sea uno de los alimentos más consumidos por los deportistas de élite.
- Aliado contra la diabetes. Sin duda es uno de los beneficios más notables de las almendras. La ingesta moderada de este fruto seco ayuda a mantener equilibrados los niveles de azúcar.
- Extra de proteínas. Las almendras son ricas en proteínas. Tienen incluso más proteínas que la carne a igual cantidad de alimento ingerido. Así es como los veganos mantienen estables los niveles de proteínas.
- Aporte de vitaminas. Además de proteínas, las almendras refuerzan los niveles de vitamina E y vitaminas del grupo B.
- Minerales por doquier. Zinc, Magnesio, fósforo, potasio...100 gramos de almendras al día cubren todas las necesidades de minerales que el organismo necesita (Diego Javier Coimbra Molina, 2012).

## **2.9. CLASIFICACIÓN DE BEBIDAS**

En el futuro se prevé que el consumo de bebidas refrescantes se mantenga al alza, a pesar de la difícil situación económica mundial. Aunque de manera paulatina, el crecimiento anual es de un 0,6%. En cuanto a su clasificación, pese a que todas se consideran bebidas refrescantes, se dividen en cuatro grandes grupos.

**La gaseosa**, es una bebida incolora compuesta por agua, anhídrico carbónico, edulcorantes, agentes aromáticos y acidulantes.

**Las bebidas refrescantes aromatizadas**, como la cola o la tónica -algunas de ellas carbonatadas-, contienen agua, edulcorantes, acidulantes, conservadores químicos, pectinas de frutas, gomas, resinas, gelatinas o sal, entre otros.

**Las bebidas refrescantes de extractos de agua** y la adición de extractos de frutas o partes comestibles de distintas plantas.

**Las bebidas refrescantes de zumos de frutas o semillas**, también con agua de base para semillas o la adición de zumo de frutas.

**Las bebidas en polvo**, que son productos deshidratados con bicarbonato sódico a los cuales se añaden agua (Fundación Eroski Consumer).

## **2.10. REFRESCOS DE ORIGEN VEGETAL**

Las bebidas refrescantes son preparadas de agua carbonatada -o no-, a los cuales se añaden ingredientes como azúcar, aromas o zumos de fruta. También se considera como bebida refrescante la elaboración de cerveza sin alcohol u otras con vegetales, pero en cualquier caso, los ingredientes que se utilizan están amparados por normas que aseguran su inocuidad y los procesos a los que se someten cumplen los requisitos de seguridad alimentaria. Su consumo ha experimentado un notable crecimiento en las últimas décadas y, con ello, también su composición, que tras grandes avances en el sector permite que hoy en día la variedad de bebidas sea amplia.

Las bebidas vegetales se han utilizado no sólo debido a las alergias vinculado a ciertos alimentos, sino también por problemas de funcionalidad nutricional. Los últimos años han visto una gran demanda de la población de los alimentos que ofrecen, además de sus funciones básicas, efectos beneficiosos para la salud (Jaekel; Rodríguez; Silva, 2010).

En la actualidad, en los países desarrollados, estos refrescos se consumen en sustitución del agua para calmar la sed, lo que supone un gasto superior, ya que el coste de fabricación de estas bebidas es mucho mayor que el del proceso de potabilización del agua corriente.

Los refrescos vegetales son bebidas que se elaboran a partir de la molturación de diferentes tipos de semillas y/o granos con agua. Antiguamente, la elaboración y consumo de estas bebidas se realizaba de manera regional, por lo que estos productos

se consumían en territorios muy concretos y no se encontraban dentro del mercado de la industria alimentaria. Sus orígenes se relacionan con la valorización de productos autóctonos, debido a sus propiedades nutritivas y organolépticas, así como también con sus efectos beneficiosos para la salud. En la sociedad oriental, el consumo de bebidas vegetales data desde hace más de 2000 años, con la conocida leche de soja, bebida vegetal rica en grasa y proteína al que también se le atribuían propiedades funcionales (Fukushima, 2001).

Cabe tener en cuenta que las bebidas vegetales poseen propiedades nutricionales muy interesantes, debido principalmente a su perfil lipídico (normalmente rico en ácidos grasos mono y poliinsaturados), su balance en grasa y proteína, su contenido en fibra, vitaminas y minerales, así como también la presencia de algunos componentes con propiedades funcionales (compuestos antioxidantes, enzimas digestivas, etc.).

Hasta el momento, son varias las bebidas de origen vegetal que encontramos en el mercado. Entre ellos, destacan los procedentes de cereales arroz o mijo, de los frutos secos almendra, avellana o nuez, de la leguminosa soja o de los tubérculos mandioca y chufa.

Por su composición y origen, estos extractos acuosos son productos complejos, en los que coexisten diferentes componentes en suspensión (gotas de grasas, hidratos de carbono, cuerpos proteicos, partículas sólidas procedentes de la molturación de los granos o semillas, etc.).

Actualmente, el sector de estas bebidas de origen vegetal abre un gran campo de exploración para la industria alimentaria. Aunque el mercado de alguna de estas bebidas está muy consolidado, aún quedan muchas fuentes vegetales para explotar, con propiedades nutritivas y organolépticas muy interesantes (Idolia Codina Torrella, 2014).

## **2.11. CARACTERÍSTICAS DE LOS INSUMOS**

Como en la mayoría de los alimentos y bebidas, la combinación y cantidad de ingredientes determina el sabor de una bebida analcohólica.

Los insumos que forman parte en la elaboración de refresco de almendra chiquitana son los siguientes:

### 2.11.1. AZÚCAR

**FIGURA 2.9**  
**EL AZÚCAR**



**Fuente:** Diario “El Comercio, 2016”

Se denomina azúcar, en el uso más extendido de la palabra, a la sacarosa, cuya fórmula química es  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , también llamada «azúcar común» o «azúcar de mesa».

Sustancia cristalina, generalmente blanca, muy soluble en agua y de sabor muy dulce, que se encuentra en el jugo de muchas plantas y se extrae especialmente de la caña dulce y de la remolacha; se emplea en alimentación como edulcorante nutritivo y generalmente se presenta en polvo de cristales pequeños.

Los azúcares aportan energía al cuerpo. En particular, durante actividad física intensa, los azúcares son la principal fuente de energía. Un gramo de azúcar aporta 4 calorías, como todos los carbohidratos.

Los azúcares se encuentran en alimentos como por ejemplo en las frutas, las bayas, los vegetales o la miel. No existen diferencias nutricionales entre azúcares presentes de manera natural en los alimentos y los que se añaden a los alimentos y bebidas.

Durante la digestión, los azúcares como la sacarosa y la lactosa, se dividen en azúcares sencillos. Los azúcares sencillos entonces viajan por el torrente circulatorio hasta las células. Es ahí donde aportan energía o son almacenados para su uso futuro por el organismo.

Existen diferentes azúcares, los cuales pueden tener distintas funciones en los alimentos y bebidas. Los azúcares más comunes son:

**Sacarosa:** disacárido o azúcar doble, formado en partes iguales por glucosa y fructosa. Este azúcar es conocido comúnmente como azúcar de “mesa” o “blanco” y se encuentra de manera natural en la caña de azúcar y la remolacha azucarera.

**Fructosa:** monosacárido o azúcar simple. En la naturaleza se combina con glucosa para formar sacarosa y es aproximadamente una vez y media más dulce que la sacarosa.

**Lactosa:** disacárido o azúcar doble. En la naturaleza se encuentra en la leche. Es menos dulce que cualquier otro azúcar

**Glucosa:** azúcar simple. En la naturaleza se combina con fructosa para formar sacarosa o con glucosa para formar maltosa, y con galactosa para formar lactosa, el cual es menos dulce que la sacarosa.

El jarabe alto en fructosa (high fructose corn syrup), también conocido como isoglucosa, es una mezcla líquida de aproximadamente la misma parte de glucosa que de fructosa obtenido de trigo o almidón de patata. Tienen aproximadamente el mismo dulzor que la sacarosa. (Wikipedia, 2016).

En la tabla 2.4 se puede ver la composición nutricional del azúcar.

**TABLA 2.4**

**COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL AZÚCAR**

INDICADORES	UNIDADES	VALORES
Calorías	Kcal	399.00
Lípidos	g	0.00
Colesterol	mg	0.00
Sodio	mg	0.30
Carbohidratos	g	99.80
Fibra	g	0.00
Azúcares	g	99.80
Vitamina A	µg	0.00
Vitamina B12	µg	0.00
Hierro	mg	0.29
Calcio	mg	0.60
Vitamina C	mg	0.00
Vitamina B13	mg	0.00

**Fuente:** Wikipedia, 2016

**2.11.2. GOMA XANTHAN**

**FIGURA 2.10**  
**GOMA XANTHAN**



**Fuente:** Tienda Virtual “Viva Sano”, 2016.

La goma xantana, o xantano es un polisacárido natural producido por la fermentación de cultivos puros de la bacteria *Xanthomonas campestris* B-1459.

El aspecto físico del xantano es el de un polvo color crema que se disuelve en agua caliente o fría produciendo soluciones de viscosidad relativamente alta a concentraciones bajas. La viscosidad es alta en un amplio intervalo de concentraciones y las soluciones son estables en un amplio rango de pH, concentración de sales y temperaturas. Estas características son muy favorables para la economía de operaciones donde se la usa como espesante.

El xantano se agrega a los alimentos para controlar la reología del producto final. El polímero produce un gran efecto sobre propiedades como la textura, liberación de aroma y apariencia, que contribuyen a la aceptabilidad del producto para su consumo. Por su carácter pseudoplástico en solución el xantano tiene una sensación menos gomosa en la boca que las gomas con comportamiento newtoniano. También se utiliza como aditivo para añadir elasticidad a las masas hechas de harinas sin gluten en los alimentos especiales para celíacos.

Su comportamiento como antioxidante es mayor que el de otros polisacáridos debido a su gran capacidad de unirse a metales y su comportamiento viscoso (Wikipedia, 2016).

### **2.11.3. AGUA**

**FIGURA 2.11**

**EL AGUA**



**Fuente:** Jason Fernández, 2017

El agua es el mayor ingrediente y representa el 90% o más de las bebidas.

El agua pura se ha descrito tradicionalmente como incolora, inodora e insípida, aunque el agua para el consumo normalmente contiene minerales y sustancias orgánicas en disolución que le pueden aportar sabores y olores más o menos detectables según la concentración de los compuestos y la temperatura del agua.

El agua puede tener un aspecto turbio si contiene partículas en suspensión. La materia orgánica presente en el suelo, como los ácidos húmicos y fúlvicos, también imparte color, así como la presencia de metales, como el hierro. En la ausencia de contaminantes, el agua líquida, sólida o gaseosa apenas absorbe la luz visible (Wikipedia, 2017).

#### **2.11.4. 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 2.5**  
**CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS SEGÚN EL**  
**VALOR DE LA DUREZA TOTAL**

TIPO DE AGUA	ppm CaCO <sub>3</sub>
Muy blanda	0 - 15
Blanda	16 - 75
Semidura	76 - 150
Dura	151 - 300
Muy dura	>300

**Fuente:** monografías, 2016

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

- **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).
- **Pre cloración 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).
- **Decantación.** En esta fase se eliminan los flóculos y otras partículas presentes en el agua (V.G.G, 2003).
- **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).
- **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).

### 2.11.5. CLAVO DE OLOR

**FIGURA 2.12**  
**EL CLAVO DE OLOR**

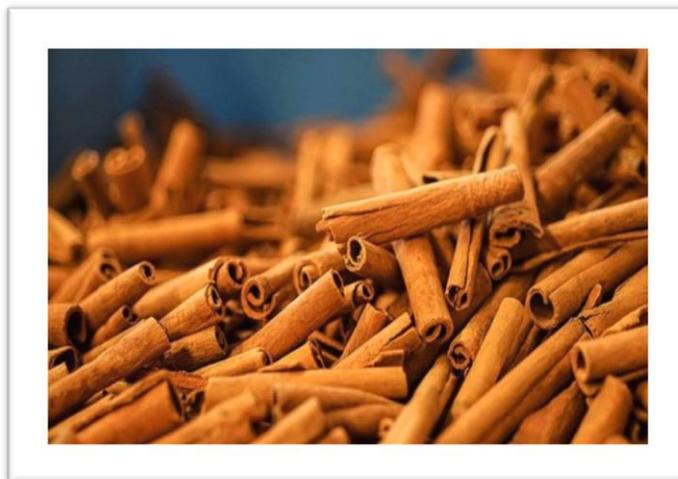


**Fuente:** Buena Salud, 2016

El perfumado clavo de olor, es una hierba aromática originaria de Indonesia con muchos beneficios medicinales y también se utiliza como especia en la preparación de alimentos dulces y salados aportando un aroma fuerte, picante y penetrante, y un sabor intenso y marcado (Entre mujeres 2013).

### 2.11.6. CANELA

**FIGURA 2.13**  
**LA CANELA**



**Fuente:** Sabores Andinos, 2016

No cabe duda de que la canela es una de las especias más conocidas, ya que son muchas las culturas que la han utilizado a través de los siglos.

En su corteza también cuenta con elementos esenciales tales como minerales, vitamina C y B, calcio, hierro, magnesio, sodio, zinc, yodo, potasio o fósforo, entre otros muchos componentes.

En la cocina, está indicada tanto para platos dulces como para los salados. Asimismo, es un fuerte potenciador de sabor en el caso de las bebidas calientes tales como el café o el chocolate. Hoy en día también es habitual que la canela forme parte de la composición de los refrescos de cola o que se utilice para aromatizar ciertos licores, jabones e, incluso, dentífricos (NATALBENS<sup>Supr</sup>, 2016).

## **2.12. EVALUACIÓN 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).

## **2.13. 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:

$$2k \quad (\text{ecuación 2.1})$$

Dónde:

2 = Número de niveles

$k$  = Número de variables

Actualmente los diseños factoriales tienen una amplia utilización en las etapas iniciales del trabajo experimental, cuando posiblemente se tenga que investigar una serie de factores, para lo cual este diseño proporciona el menor número de corridas, con el estudio de  $k$  factores en un diseño, puesto que se tiene dos niveles para cada factor y puede suponerse que la respuesta es aproximadamente lineal con los rangos elegidos para los niveles de los factores (Montgomery, 2004).

### **3.1. DESARROLLO DE LA PARTE EXPERIMENTAL**

El trabajo experimental del proceso de la elaboración del refresco de almendra, se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio Taller de Alimentos (LTA), dependiente del Departamento de Biotecnología, de 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.

### **3.2. MATERIALES Y EQUIPOS**

Para desarrollar la parte experimental del trabajo se utilizó diferentes equipos, instrumentos y materiales.

#### **3.2.1. EQUIPOS DE PROCESO**

- Balanza analítica
- Cocina industrial
- Olla Tostador
- Licuadora Eléctrica
- Refrigerador

#### **3.2.2. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS**

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

##### **3.2.2.1. BALANZA ANALÍTICA DIGITAL**

La balanza analítica (figura 3.1) se utilizó para pesar tanto la materia prima como los insumos para la elaboración del refresco de almendra chiquitana y en la determinación de las características físicas de la almendra.

La balanza analítica tiene las siguientes características.

**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: Switzerlan

### 3.2.2.2. OLLA TOSTADORA

La olla tostadora (figura 3.2) se utilizó para el tostado de los granos de almendra, cuenta con aspas para el tostado uniforme de los granos, además posee una entrada de termómetro.

**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

### **3.2.2.3. COCINA INDUSTRIAL**

La cocina industrial (figura 3.3) se utilizó en el tostado de los granos de almendra, cocción de jarabe y de la mezcla. Este equipo se encuentra en las instalaciones del taller de alimentos (LTA), de la carrera ingeniería de alimentos.

**FIGURA 3.3**

### **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

#### **3.2.2.4. LICUADORA ELÉCTRICA**

La licuadora (figura 3.4) fue utilizada para realizar la operación de molienda húmeda con el objetivo de romper la estructura celular de la almendra y pueda liberar sus componentes que contienen en su estructura.

**FIGURA 3.4**

**LICUADORA PHILIPS**



**Fuente:** Elaboración Propia

#### **Especificaciones técnicas**

Marca: Philips

Modelo: HR 2009/00

Capacidad: 1,5 Lts

Potencia: 400W

Voltaje: 220V

Industria: Argentina

### **3.2.2.5. REFRIGERADOR**

Fue utilizado para refrigerar y almacenar tanto las muestras como el producto final.

**FIGURA 3.5**

### **REFRIGERADOR**



**Fuente:** Elaboración Propia

### **Especificaciones técnicas**

Marca: VENAX

Modelo: VNX-160

Capacidad: 118 L

Potencia: 90 W

Voltaje: 50 HZ

### **3.2.3. MATERIAL DE LABORATORIO**

En la tabla 3.1 se muestra los materiales utilizados en la parte experimental.

**TABLA 3.1**

**MATERIAL UTILIZADO EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN**

<b>MATERIAL</b>	<b>CAPACIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TIPO DE MATERIAL</b>
Olla	5000 ml	3	Acero inoxidable
Cuchara	-----	1	Acero inoxidable
Jarra graduada	1000 ml	4	Plástico
Vaso	500 ml	4	Plástico
Colador	-----	1	Poliamida
Fuente	5000 ml	2	Plástico
Botellas	500 ml	12	Vidrio

**Fuente:** Elaboración Propia

**3.2.4. INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**

- **Termómetro de alcohol**

El termómetro de alcohol se lo depositó en la olla tostadora para verificar la temperatura interna del equipo donde se tostaron las almendras.

Sus características técnicas se describen a continuación:

Marca: SANAILAB

Rango: 0-200°C

Tipo: Termómetro de alcohol

Error: 1°C

- **Refractómetro de bolsillo**

Este instrumento es utilizado para la medición de los sólidos solubles totales del jarabe y del producto final. Sus especificaciones técnicas se detallan a continuación:

Marca: ATAGO

Rango: 0-30 ° Brix

Industria: Japonés

- **Vernier**

Para determinar las propiedades físicas: longitud, diámetro de la almendra se utilizó un vernier con las especificaciones técnicas que se detallan a continuación.

Marca: Pie del Rey

Error: 0.05mm

Industria: Indonesia

### 3.2.5. INSUMOS

**TABLA 3.2**  
**MATERIA PRIMA E INSUMOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DEL PRODUCTO**

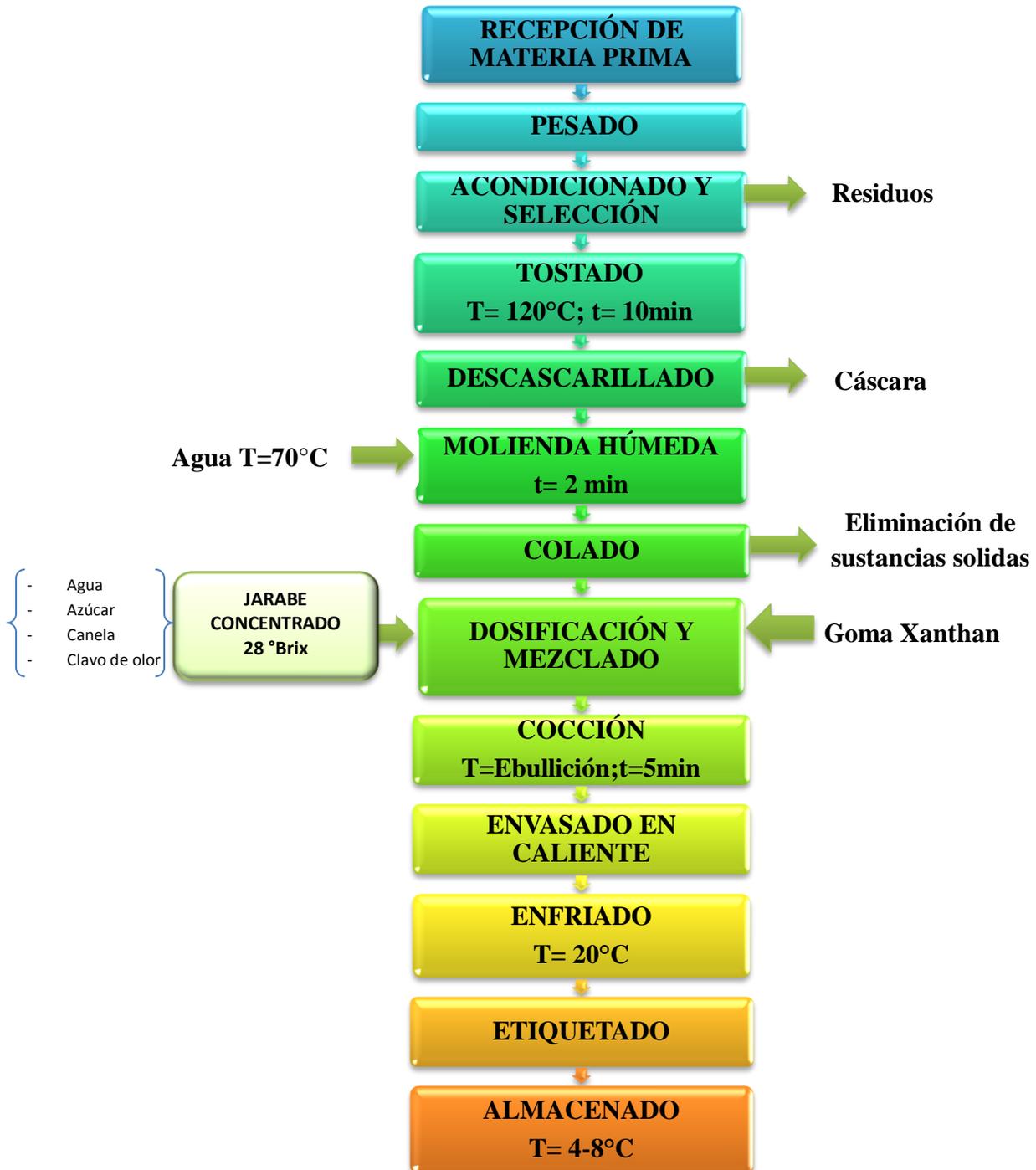
<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ORIGEN</b>
Almendra Chiquitana	Solido	Santa Cruz
<b>INSUMOS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ORIGEN</b>
Azúcar	Solido granulado	Bermejo
Canela	Solido	Bolivia
Clavo de Olor	Solido	Bolivia
Agua	Líquido	Tarija
Goma Xanthan	Solido en polvo	Boliva

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.3. DIAGRAMA DE FLUJO

En la figura 3.6 se muestra el proceso de elaboración del refresco de almendra chiquitana.

**FIGURA 3.6**  
**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL**  
**REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA**



**Fuente:** Elaboración Propia

### **3.3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

Para la elaboración de refresco de almendra chiquitana se realizaron las operaciones que se detallan en los siguientes puntos.

#### **3.3.1.1. RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA**

La almendra es recepcionada como materia prima, para su posterior análisis y transformación. La materia prima proviene del departamento de Santa Cruz.

#### **3.3.1.2. PESADO**

Esta es una de las operaciones que implica la cuantificación del volumen de materia prima que entrara en el proceso y el rendimiento del mismo.

#### **3.3.1.3. ACONDICIONADO Y SELECCIÓN**

Debido a que la almendra chiquitana es comercializada a granel, se realizó una limpieza y selección del grano con el propósito de eliminar el material extraño que contiene la misma (piedras, pajas, suciedad y metales), también eliminar los granos dañados, esta operación se realiza de forma manual.

Al mismo tiempo se realiza una selección por tamaño de las almendras con el objetivo de obtener un tostado homogéneo.

#### **3.3.1.4. TOSTADO**

Se inicia con el calentamiento del equipo tostador de granos, este consiste en una olla tostadora de acero inoxidable adaptada para el proceso. El tostado se lleva a cabo por un tiempo de 10 min y temperatura de 120°C hasta lograr un color rubio y olor característico del tostado.

La finalidad de este proceso es conseguir un sabor característico de tostado agradable en el producto, inactivar los inhibidores de tripsina que pueden cambiar las características del producto, y también reducir los microorganismos presentes en la superficie de la materia prima. Se produce pérdida de agua natural y materiales

incinerados (cenizas) sufre carbonización de materia orgánica, causando un aumento en el contenido de estos componentes.

#### **3.3.1.5. PELADO O DESCASCARILLADO**

El proceso de descascarillado se lleva a cabo de forma manual, donde se separa el grano de almendra tostado de su cáscara.

#### **3.3.1.6. MOLIENDA**

Los granos de almendra se muelen con la adición de agua a una temperatura de 50 °C en una licuadora, por un tiempo de 2 minutos para su posterior mezclados, este proceso se realiza con la finalidad de facilitar la ruptura de la estructura celular y la liberación de los componentes de la semilla de almendra.

#### **3.3.1.7. COLADO**

Se realiza un colado de la mezcla utilizando colador de poliamida de tamaños reducidos con el objetivo de separar todas las sustancias solidas de mayor tamaño y así mejorar el aspecto del producto

#### **3.3.1.8. DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO**

La almendra molida se mezcla con una cantidad determinada de concentración de jarabe el cual contiene agua, especias y azúcar. Y al mismo tiempo se adiciona Goma Xanthan como estabilizante, el tiempo de concentración del jarabe fue de 10 min. Para que adquiera el sabor de los insumos agregados.

#### **3.3.1.9. COCCIÓN**

En este proceso se realiza la cocción de la mezcla a punto de ebullición del agua por un tiempo de 5 min, con la finalidad de eliminar microorganismos que pudieran estar presentes en el refresco.

La cocción ayudará a conservar el producto por un periodo más largo manteniendo las características organolépticas inalterables

#### **3.3.1.10. ENVASADO**

El envasado se realiza en caliente en botellas de vidrio de 500 ml previamente esterilizadas, con la finalidad de prevenir la contaminación microbiana del producto.

#### **3.3.1.11. ENFRIAMIENTO**

El enfriamiento del producto se realiza de manera rápida a temperatura de 20°C, para poder almacenar a bajas temperaturas y evitar el crecimiento microbiano.

#### **3.3.1.12. ETIQUETADO**

Se procede a un etiquetado del producto con la finalidad de brindar la información completa respecto al producto como la fecha de vencimiento y todas las características del mismo.

#### **3.3.1.13. ALMACENADO**

Se realiza el debido almacenado a una temperatura de refrigeración entre 4-8°C.

El producto envasado se debe conservar en las condiciones necesarias para garantizar la calidad del mismo.

### **3.4. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA**

Para la caracterización de la materia prima, se determinaron los parámetros que se presentan a continuación.

#### **3.4.1. DETERMINACIÓN DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA MATERIA PRIMA**

Los parámetros de análisis físicoquímicos y microbiológicos que caracterizan la materia prima se muestra en la tabla 3.3 que fueron realizados en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), dependiente de la facultad de Ciencias y Tecnología.

**TABLA 3.3**  
**PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICO DE LA**  
**ALMENDRA CHIQUITANA**

MATERIA PRIMA
Humedad
Proteína total (Nx6,25)
Materia grasa
Ceniza
Hidratos de carbono
Fibra
Valor energético
Coliformes Totales

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.4.2. METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE RESULTADOS

En la tabla 3.4 se presenta la metodología utilizada para obtener los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la materia prima.

**TABLA 3.4**  
**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

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

Dónde: NB= Norma Boliviana

SM= Standard Methods

UFC=Unidades Formadoras de Colonias

### **3.5. CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES DE PROCESO**

Para realizar la caracterización de las variables del proceso de elaboración de refresco de almendra chiquitana se consideró los siguientes aspectos:

#### **3.5.1. DISEÑO EXPERIMENTAL**

El diseño experimental es una técnica estadística que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental. En un diseño experimental se manipulan deliberadamente una o más variables, vinculadas a las causas, para medir el efecto que tienen en otra variable de interés. El diseño experimental prescribe una serie de pautas relativas, qué variables hay que manipular, de qué manera, cuantas veces hay que repetir el experimento y en qué orden para poder establecer con un grado de confianza predefinido la necesidad de una presunta relación de causa-efecto (Gutierrez, 2008).

##### **3.5.1.1. DISEÑO EXPERIMENTAL APLICADO EN LA ETAPA DEL TOSTADO DE LA SEMILLA DE ALMENDRA CHIQUITANA**

Para caracterizar las variables más significativas en el proceso de elaboración de refresco de almendra chiquitana se utilizó el diseño factorial, según (Montgomery, 1994) el más utilizado es:

$$2^k \quad (\text{ec. 3.1})$$

Dónde:

$K = N^{\circ}$  variables

$2 = N^{\circ}$  niveles

En la etapa de tostado, se tomó en cuenta dos factores: tiempo y temperatura.

El diseño factorial aplicado en la etapa del tostado de la semilla de almendra es:

$$2^2 = 2 \times 2 = 4 \text{ corridas/pruebas} \quad (\text{ec. 3.2})$$

Los niveles de variación de cada factor son los siguientes:

Tiempo (t) = 2 niveles

Temperatura (T) = 2 niveles

Los niveles de variación de las variables se detallan en la tabla 3. 5.

**TABLA 3.5**  
**NIVELES DE VARIACIÓN DE LOS FACTORES PARA EL TOSTADO DE LA SEMILLA DE ALMENDRA.**

<b>VARIABLES</b>			
<b>Tiempo (min)</b>		<b>Temperatura (°C)</b>	
Nivel inferior	Nivel superior	Nivel inferior	Nivel superior
8`	10`	120	130

**Fuente:** Elaboración Propia

t = Tiempo (min)

T= Temperatura (°C)

En la tabla 3.6 se muestra el arreglo factorial del diseño planteado en el tostado de la semilla de almendra.

**TABLA 3.6**  
**MATRIZ DE COMBINACIÓN DE LOS FACTORES DEL DISEÑO 2<sup>2</sup> PARA EL TOSTADO DE LA SEMILLA DE ALMENDRA**

<b>Nº DE TRATAMIENTOS</b>	<b>VARIABLES</b>		<b>COMBINACIONES</b>	
	<b>Tiempo (t)</b>	<b>Temperatura (T)</b>	<b>Replica I</b>	<b>Replica II</b>
1	t <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>	t <sub>11</sub> T <sub>11</sub>	t <sub>12</sub> T <sub>12</sub>
2	t <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	t <sub>21</sub> T <sub>11</sub>	t <sub>22</sub> T <sub>12</sub>
3	t <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	t <sub>11</sub> T <sub>21</sub>	t <sub>12</sub> T <sub>22</sub>
4	t <sub>2</sub>	T <sub>2</sub>	t <sub>21</sub> T <sub>21</sub>	t <sub>22</sub> T <sub>22</sub>

**Fuente:** Elaboración Propia

**t**= Tiempo

**T**= Temperatura

**Y (Variable respuesta)** = Humedad (%)

### **3.5.1.2. DISEÑO EXPERIMENTAL APLICADO EN LA ETAPA DE DOSIFICACIÓN DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA**

Para caracterizar las variables más significativas en el proceso de elaboración de refresco de almendra chiquitana se utilizó el diseño factorial, según (Montgómery, 1994) el más utilizado es:

$$2^k \quad (\text{ec. 3.1})$$

Dónde:

**K** = N° variables

**2** = N° niveles

En la etapa de dosificación se tomó en cuenta dos factores: cantidad de la almendra y el estabilizante.

El diseño factorial aplicado para la etapa de dosificación en la elaboración de refresco de almendra chiquitana es:

$$2^2 = 2 \times 2 = 4 \text{ corridas/pruebas} \quad (\text{ec. 3.3})$$

Los niveles de variación de cada factor son los siguientes:

Almendra (AL) = 2 niveles

Estabilizante (ES) = 2 niveles

En la tabla 3.7 se muestra los niveles de variación de los factores (nivel superior y nivel inferior), en la etapa de dosificación del refresco de almendra.

**TABLA 3.7**  
**NIVELES DE VARIACIÓN DE LOS FACTORES PARA LA DOSIFICACIÓN**  
**DEL REFRESCO DE ALMENDRA**

<b>VARIABLES</b>			
<b>ALMENDRA (g)</b>		<b>ESTABILIZANTE (g)</b>	
Nivel inferior	Nivel superior	Nivel inferior	Nivel superior
80	90	0,8	0,9

**Fuente:** Elaboración Propia

AL= Almendra (g)

ES= Estabilizante (g)

En la tabla 3.8 se muestra el arreglo factorial del diseño planteado para la dosificación del refresco de almendra.

**TABLA 3.8**  
**MATRIZ DE COMBINACIÓN DE LOS FACTORES DEL DISEÑO 2<sup>2</sup> PARA**  
**LA DOSIFICACIÓN DEL REFRESCO DE ALMENDRA**

<b>Nº DE TRATAMIENTOS</b>	<b>VARIABLES</b>		<b>COMBINACIONES</b>	
	<b>ALMENDRA (g)</b>	<b>ESTABILIZANTE (g)</b>	<b>RÉPLICA I</b>	<b>RÉPLICA II</b>
1	AL <sub>1</sub>	ES <sub>1</sub>	AL <sub>11</sub> ES <sub>11</sub>	AL <sub>12</sub> ES <sub>12</sub>
2	AL <sub>2</sub>	ES <sub>1</sub>	AL <sub>21</sub> ES <sub>11</sub>	AL <sub>22</sub> ES <sub>12</sub>
3	AL <sub>1</sub>	ES <sub>2</sub>	AL <sub>11</sub> ES <sub>21</sub>	AL <sub>12</sub> ES <sub>22</sub>
4	AL <sub>2</sub>	ES <sub>2</sub>	AL <sub>21</sub> ES <sub>21</sub>	AL <sub>22</sub> ES <sub>22</sub>

**Fuente:** Elaboración Propia

**AL** =Almendra

**ES**= Estabilizante

**Y (Variable respuesta)** =Materia grasa (%)

### **3.6. ANÁLISIS SENSORIAL**

La evaluación sensorial se trata del análisis normalizado de los alimentos que se realiza con los sentidos. Se suele denominar “normalizado” con el objeto de disminuir la subjetividad que pueden dar la evaluación mediante los sentidos. La evaluación sensorial se emplea en el control de calidad de ciertos productos alimenticios, en la comparación de un nuevo producto que sale al mercado, en la tecnología alimentaria cuando se intenta evaluar un nuevo producto, etc (Enciclopedia libre, 2016).

#### **3.6.1. EVALUACIÓN SENSORIAL PRELIMINAR PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA**

La evaluación sensorial se aplicó a cuatro muestras de refresco de almendra chiquitana para fijar como base de los parámetros en el diseño factorial e identificar el agrado o desagrado mediante el test de escala hedónica con 15 jueces no entrenados, la prueba se realizó en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A).

#### **3.6.2. EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA**

La evaluación sensorial se aplicó a cuatro muestras del refresco de almendra chiquitana elaboradas en función al diseño factorial planteado con 20 jueces no entrenados, valorando los atributos de color, sabor, consistencia y olor. La prueba se realizó en el Laboratorio Taller de Alimentos (LTA).

#### **3.6.3. EVALUACIÓN SENSORIAL FINAL PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA**

La valoración de las dos muestras con mayor puntaje seleccionado de la evaluación sensorial inicial, se realizó mediante el test de escala hedónica con 20 jueces no

entrenados, referente a los atributos color, sabor, consistencia y olor, la prueba se realizó en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A).

### **3.6.4. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL PRODUCTO FINAL**

Para valorar el producto final, se realizó una evaluación sensorial de los atributos color, sabor, consistencia y olor mediante el test de escala hedónica con 15 jueces no entrenados, la prueba se realizó en el Laboratorio Taller de Alimentos (LTA).

### **3.7. CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL**

Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del producto final (refresco de almendra chiquitana) se realizó en el Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo (CEANID), ubicado en el departamento de Tarija.

#### **3.7.1. ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL PRODUCTO FINAL**

En la tabla 3.9 se detalla los parámetros fisicoquímicos, método y unidad, de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados en el CEANID.

**TABLA 3.9  
MÉTODOS DE ANÁLISIS UTILIZADO**

<b>TIPO DE ANÁLISIS</b>	<b>MÉTODO DE ENSAYO</b>	<b>UNIDAD</b>
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”

#### 4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA

Las características de la materia prima se realizaron tomando en cuenta las propiedades físicas y fisicoquímicas de la almendra, las mismas se detallan a continuación.

##### 4.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS DE LA ALMENDRA CHIQUITANA

La determinación de las propiedades físicas de la almendra se realizó utilizando 20 muestras tomadas al azar que se detallan en la tabla 4.1

**TABLA 4.1**  
**PROPIEDADES FÍSICAS DE LA ALMENDRA CHIQUITANA**

N° de muestras	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Peso (g)	Peso comestible (g)	Peso no comestible (g)	Porción comestible (%)	Porción no comestible (%)
1	2,35	1,20	1,64	1,53	0,11	93,29	6,71
2	2,25	0,95	1,19	1,10	0,09	92,44	7,56
3	2,70	1,25	1,71	1,57	0,14	91,81	8,19
4	2,90	1,10	1,89	1,78	0,11	94,18	5,82
5	2,50	1,15	1,61	1,49	0,12	92,55	7,45
6	2,65	1,29	1,74	1,62	0,12	93,10	6,90
7	2,58	1,20	1,42	1,29	0,13	90,85	9,15
8	2,90	1,25	1,66	1,54	0,12	92,77	7,23
9	2,55	1,25	1,59	1,48	0,11	93,08	6,92
10	2,88	1,15	1,91	1,77	0,14	92,67	7,33
11	2,60	1,28	1,45	1,34	0,11	92,41	7,59
12	2,68	1,22	1,43	1,33	0,10	93,01	6,99
13	2,78	1,25	1,65	1,54	0,11	93,33	6,67
14	2,50	1,15	1,73	1,63	0,10	94,22	5,78
15	2,72	1,11	1,52	1,41	0,11	92,76	7,24
16	2,50	1,10	1,42	1,30	0,12	91,55	8,45
17	2,66	1,33	1,56	1,42	0,14	91,03	8,97
18	2,55	1,30	1,71	1,57	0,14	91,81	8,19
19	2,91	1,30	1,85	1,72	0,13	92,97	7,03
20	2,52	1,25	1,59	1,49	0,10	93,71	6,29
<b>Promedio</b>	2,63	1,20	1,61	1,49	0,11	92,68	7,32

**Fuente:** Elaboración Propia

La tabla 4.1 muestra los resultados promedios de las propiedades físicas de la almendra chiquitana; con una longitud de 2,63 cm, diámetro de 1,20 cm y peso promedio de 1,61 g. Contando con una porción comestible de 92,68% y porción no comestible de 7,32%.

#### 4.1.2. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LA ALMENDRA CHIQUITANA

En la tabla 4.2 se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos de las semillas de almendra chiquitana (anexo A), realizados en el Centro de Análisis de Investigación y desarrollo (CEANID), perteneciente a la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

**TABLA 4.2**  
**COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA ALMENDRA CHIQUITANA**

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Humedad	%	2.02
Cenizas	%	3.27
Fibra	%	3.68
Materia grasa	%	43.11
Hidratos de carbono	%	24.29
Proteína total (Nx6.25)	%	23.63
Valor energético	Kcal/100g	579.67

**Fuente:** CEANID, 2017

Como se puede observar en la tabla 4.2, la Almendra presenta un contenido de materia grasa con un valor de 43,11 g en 100 g de porción comestible, seguido por la cantidad hidratos de carbono con un 24,29 g en 100 g de porción comestible y la proteína con un valor de 23,63 g en 100g de porción comestible de almendra, misma que se destaca por un significativo valor en los componentes mencionados.

La tabla 4.2 también muestra el valor de la fibra de 3,68%, cenizas 2,27% y humedad de 2,02% todos estos parámetros en 100 g de almendra chiquitana.

De igual manera, con un valor muy significativo contiene 579,67 Kcal. En 100 g de porción comestible de almendra chiquitana.

#### **4.1.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA ALMENDRA CHIQUITANA**

En la tabla 4.3 se muestran los resultados de los análisis microbiológicos de las semillas de almendra chiquitana (anexo A), realizados en el Centro de Análisis de Investigación y desarrollo (CEANID), perteneciente a la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

**TABLA 4.3**  
**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA ALMENDRA CHIQUITANA**

<b>COMPONENTES</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>VALOR</b>
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g	< 10 (*)
UFC: unidad formadora de colonias (*): no se observa desarrollo de colonias			

**Fuente:** CEANID, 2017

Según la tabla 4.3 se considera que los resultados de análisis microbiológicos para coliformes totales tienen un valor inferior a 10 unidades formadoras de colonia (UFC) por cada gramo de porción comestible de almendra chiquitana.

#### **4.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL**

El diseño experimental tiene como objetivo determinar las variables más significativas en los procesos de elaboración del refresco.

##### **4.2.1. DISEÑO FACTORIAL 2<sup>2</sup> EN LA ETAPA DE TOSTADO DE LA ALMENDRA**

El diseño experimental en esta etapa pretende determinar las variables (Tiempo y Temperatura) de tostado para el proceso de elaboración del refresco de almendra

chiquitana, se tomó en cuenta la tabla 3.6 para el diseño experimental. En cuanto a la variable respuesta se tomó en cuenta el % de Humedad.

La tabla 4.4 muestra el contenido de humedad de la almendra.

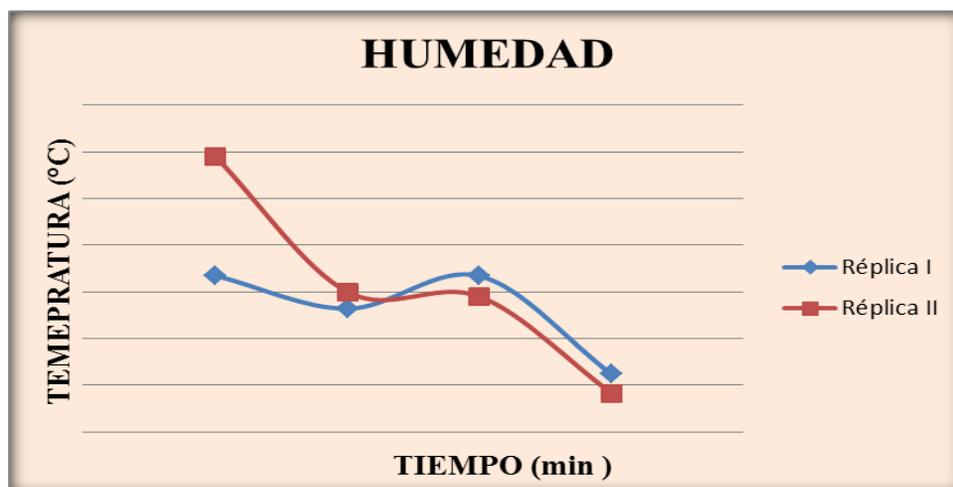
**TABLA 4.4**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD EN LA ETAPA DE TOSTADO**  
**DE LA ALMENDRA CHIQUITANA**

Muestra	Réplica	
	I	II
M1	4.35	5.90
M2	2.64	3.00
M3	2.34	2.90
M4	1.24	0.83

**Fuente:** Elaboración propia

La gráfica 4.1, se puede observar el contenido de humedad en la etapa de tostado de la almendra chiquitana.

**GRÁFICA 4.1**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD EN LA ETAPA DE TOSTADO**  
**DE LA ALMENDRA CHIQUITANA**



**Fuente:** Elaboración propia

La tabla 4.5 indica la matriz de resultados del diseño experimental aplicado en el proceso de tostado de la almendra chiquitana en función de las variables de control tiempo y temperatura, y la variable respuesta el % de humedad.

**TABLA 4.5**  
**MATRIZ DE COMBINACIÓN Y RESULTADOS DE VARIABLES EN**  
**EL TOSTADO DE LA ALMENDRA EN FUNCIÓN DE LA HUMEDAD**

Factor		Combinación de tratamientos	Replicas		Total
t(min)	T (°C)		I	II	$y_1$
8	120	t bajo, T bajo	4.35	5.90	10.25
10	120	t alto, T bajo	2.64	3.00	5.64
8	130	t bajo, T alto	2.34	2.29	4.63
10	130	t alto, T alto	1.24	0.83	2.07

**Fuente:** Elaboración propia

Dónde:

**t=** Tiempo

**T=** Temperatura

**Y=** Humedad (%)

La tabla 4.6 muestra el análisis de varianza del proceso de tostado de almendra chiquitana en función de la humedad para un diseño factorial  $2^2$  de la tabla D.4 (anexo D).

**TABLA 4.6****ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) EN EL TOSTADO DE ALMENDRAS**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrado medio (CM)</b>	<b>F cal</b>	<b>F tab</b>
t(tiempo)	6.42	1	6.42	18.88	7.71
T(temperatura)	10.55	1	10.55	31.03	7.71
Interacción(t,T)	0.53	1	0.53	1.55	7.71
Error	1.36	4	0.34	-	-
Total	18.86	7	-	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

Se observa en la tabla 4.6 que el valor de  $F_{cal} > F_{tab}$ , para el factor tiempo y temperatura, siendo la temperatura el factor con mayor influencia significativa de control ( $31.03 > 7.71$ ), seguida del factor tiempo ( $18.88 > 7.71$ ) para el proceso de tostado de la almendra, por tanto se rechaza la hipótesis planteada para un nivel de confianza de 95%.

#### **4.2.2. DISEÑO FACTORIAL $2^2$ EN LA ETAPA DE DOSIFICACIÓN DEL REFRESCO**

El diseño experimental en esta etapa pretende determinar las variables (cantidad de almendra y estabilizante) en la dosificación para el proceso de elaboración del refresco de almendra chiquitana, se tomó en cuenta la tabla 3.7 para el diseño experimental. En cuanto a la variable respuesta se tomó en cuenta el % de materia grasa.

La tabla 4.7 muestra el contenido de materia grasa de la almendra de almendra chiquitana.

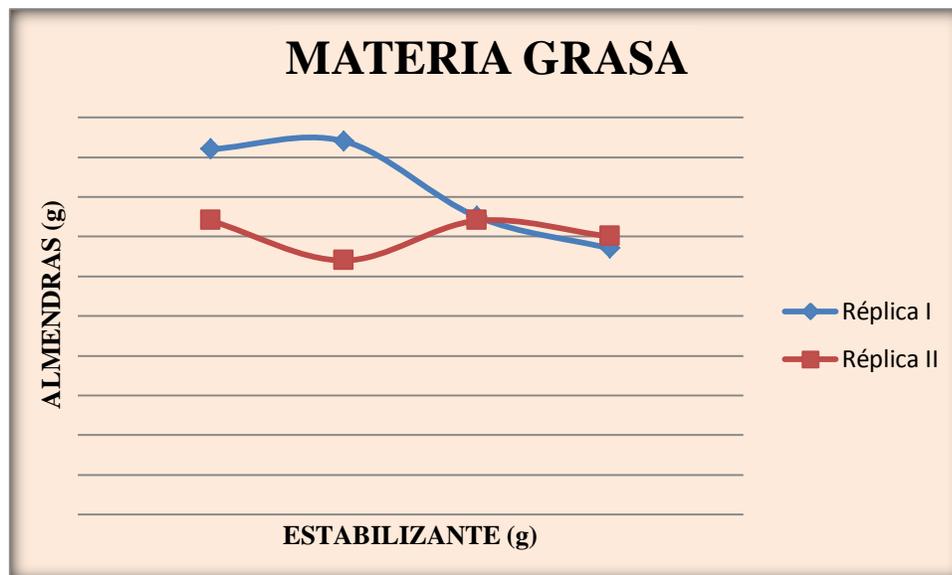
**TABLA 4.7**  
**CONTENIDO MATERIA GRASA EN LA ETAPA DE DOSIFICACIÓN**  
**DE LA ALMENDRA CHIQUITANA**

Muestra	Réplica	
	I	II
M1	0.92	0.74
M2	0.94	0.61
M3	0.75	0.74
M4	0.67	0.70

**Fuente:** Elaboración propia

En la gráfica 4.2, se puede observar el contenido de materia grasa en la etapa de dosificación para el proceso de elaboración de refresco que almendra.

**GRÁFICA 4.2**  
**CONTENIDO DE MATERIA GRASA EN LA ETAPA DE DOSIFICACIÓN**  
**DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA**



**Fuente:** Elaboración propia

La tabla 4.8 indica la matriz de resultados del diseño experimental aplicado en la operación de dosificación del refresco de almendra chiquitana en función de las variables de control (almendra y estabilizante) y la variable respuesta, el % de materia grasa.

**TABLA 4.8**

**MATRIZ DE COMBINACIÓN Y RESULTADOS DE VARIABLES EN LA DOSIFICACIÓN DEL REFRESCO EN FUNCIÓN DE MATERIA GRASA**

FACTOR		COMBINACIÓN DE TRATAMIENTOS	RÉPLICAS		TOTAL $y_1$
AL(g)	ES (g)		I	II	
80	0.80	AL bajo, ES bajo	0.92	0.74	1.66
90	0.80	AL alto, ES bajo	0.94	0.61	1.55
80	0.90	AL bajo, ES alto	0.75	0.74	1.49
90	0.90	AL alto, ES alto	0.67	0.70	1.37

**Fuente:** Elaboración propia

**AL=** Almendra

**ES=** Estabilizante

**Y=**Materia grasa (%)

La tabla 4.9 muestra el análisis de varianza de la operación de dosificación del refresco de almendra chiquitana en función de la materia grasa para un diseño factorial  $2^2$  de la tabla D.6 (anexo D).

**TABLA 4.9**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) EN DOSIFICACIÓN DEL REFRESCO**  
**DE ALMENDRA CHIQUITANA**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrado medio (CM)</b>	<b>F cal</b>	<b>F tab</b>
AL (almendras)	0.006	1	0.006	0.35	7.71
ES(estabilizante)	0.01	1	0.01	0.58	7.71
Interacción( ALES)	0.00	1	0.00	0.00	7.71
Error	0.07	4	0.02	-	-
Total	0.09	7	-	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

Se observa en la tabla 4.9 que  $F_{cal} < F_{tab}$ , en el factor Almendra, el factor Estabilizante y la interacción (AS.ES), por tanto no son significativas para la operación de dosificación en función de la variable respuesta (materia grasa), para un nivel de confianza del 95%.

#### **4.3. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS MUESTRAS PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA**

Se realizó la evaluación sensorial preliminar de los atributos, color, sabor, consistencia y olor al refresco de almendra chiquitana, obtenida con la evaluación sensorial de 15 jueces no entrenados quienes calificaron las muestras de refresco, de acuerdo a la escala hedónica de los atributos sensoriales ya mencionados.

##### **4.3.1. EVALUACIÓN SENSORIAL PRELIMINAR DE LAS MUESTRAS PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA ATRIBUTO COLOR**

La tabla 4.10 muestra los resultados del atributo color obtenido de la tabla C.2.1 extraída del anexo C.

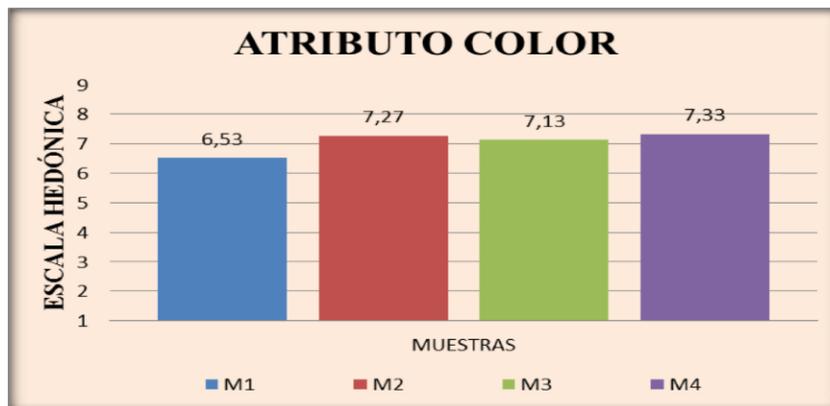
**TABLA 4.10**  
**EVALUACIÓN SENSORIAL PRELIMINAR PARA EL**  
**ATRIBUTO COLOR**

JUECES	MUESTRA (ESCALA HEDÓNICA)			
	M1	M2	M3	M4
1	6	8	7	8
2	8	7	6	7
3	7	6	6	9
4	4	6	9	8
5	7	8	8	7
6	3	6	7	5
7	6	7	7	8
8	7	8	8	9
9	6	7	8	7
10	6	9	7	6
11	8	7	5	6
12	9	7	7	8
13	6	7	8	7
14	7	9	8	8
15	8	7	6	7
$\bar{X}$	6,53	7,27	7,13	7,33

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 4.3 muestra los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo color que fueron extraídos de la tabla 4.10.

**GRAFICO 4.3**



Fuente: Elaboración propia

El gráfico indica que la muestra M4=7.33 obtiene un mayor puntaje en comparación de las muestras M1= 6.53, M2=7.27, M3= 7.13, en la escala hedónica.

#### 4.3.1.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL ATRIBUTO COLOR DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA

La tabla 4.11 muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo color en la evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales del refresco de almendra chiquitana con respecto a los resultados extraídos del anexo C, de la tabla C.2.2.

**TABLA 4.11**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL**  
**PRELIMINAR DEL ATRIBUTO COLOR**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>Fisher calculado (Fcal)</b>	<b>Fisher tabulado (Ftab)</b>
Total	85.73	59	-	-	-
Muestras (A)	6.00	3	2.00	1.63	2.83
Jueces (B)	24.73	14	1.76	1.44	1.94
Error (E)	55.00	42	1.22	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.11 se puede observar que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1.63 < 2.83$ ), para las muestras; por lo tanto se acepta  $H_0$  y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras M1, M2, M3, M4 para un nivel de significancia de 0.05.

Para el caso de los jueces,  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1.44 < 1.94$ ), por tanto no existe diferencia estadística significativa de variación entre los 15 jueces para un nivel de significancia de 0.05.

**4.3.2. EVALUACIÓN SENSORIAL PRELIMINAR DE LAS MUESTRAS PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA ATRIBUTO SABOR**

La tabla 4.12 muestra la evaluación sensorial preliminar para determinar el atributo sabor en la elaboración del refresco de almendra chiquitana.

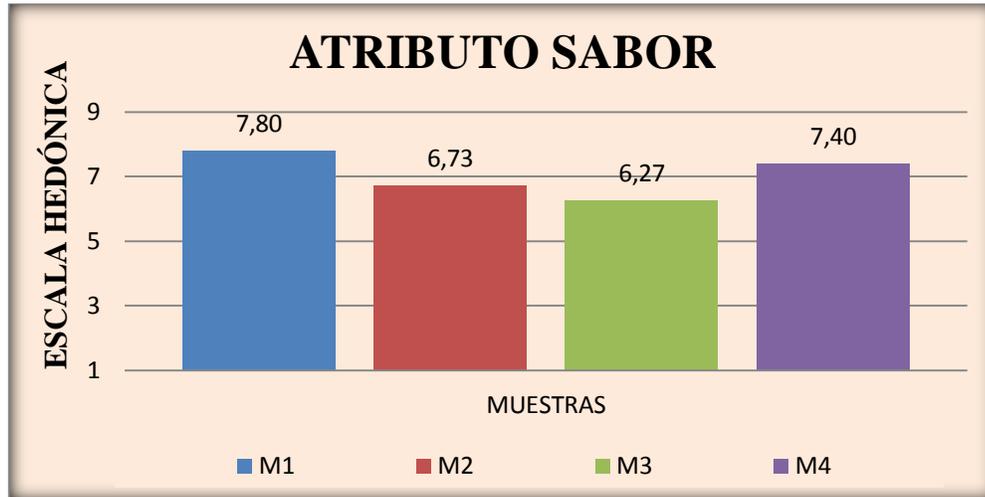
**TABLA 4.12**  
**EVALUACIÓN SENSORIAL PRELIMINAR PARA EL ATRIBUTO SABOR**

<b>JUECES</b>	<b>MUESTRAS( ESCALA HEDÓNICA)</b>			
	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>
<b>1</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>4</b>
<b>7</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>8</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>10</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
<b>11</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>12</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
<b>13</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
<b>14</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>15</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
<b><math>\bar{X}</math></b>	<b>7,80</b>	<b>6,73</b>	<b>6,27</b>	<b>7,40</b>

**Fuente:** Elaboración propia

El gráfico 4.4 muestra los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo color que fueron extraídos de la tabla 4.12.

**GRAFICO 4.4**



**Fuente:** Elaboración propia

El gráfico 4.4 indica que la muestra M1=7.80 obtiene un mayor puntaje en comparación de las muestras M2=6.73, M3=6.27 y M4=7.40, en la escala hedónica.

#### 4.3.2.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL ATRIBUTO SABOR DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA

La tabla 4.13 muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo sabor en la evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales del refresco de almendra chiquitana con respecto a los resultados extraídos del anexo C, de la tabla C.3.2

**TABLA 4.13**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL**  
**PRELIMINAR 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	90.85	59	-	-	-
Muestras (A)	20.98	3	6.99	5.46	2.83
Jueces (B)	11.98	14	0.86	0.67	1.94
Error (E)	57.89	42	1.28	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.13 se puede observar que  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $2.86 > 2.77$ ), para las muestras; por lo tanto se rechaza  $H_0$  y se puede decir que hay diferencia significativa entre las muestras M1, M2, M3, M4 para un nivel de confianza 0.05. Esta condición nos indica que se debe efectuar la prueba de Duncan.

Para el caso de los jueces,  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $0.67 < 1.94$ ), por tanto no existe diferencia estadística significativa de variación entre los 15 jueces para un nivel de confianza 0.05.

#### 4.3.2.2. PRUEBA DE DUNCAN

- ♣ Cálculo del valor de la varianza muestral (Ureña et al. 1999)

$$\frac{S^2}{Y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{n}} = \sqrt{\frac{1.28}{15}} \quad \rightarrow \quad \frac{S^2}{Y} = 0.29$$

Se procede a encontrar los valores de las Amplitudes Estudiantizadas de Duncan y los límites de significancia; con los grados de libertad del error y el nivel de significancia del 0.05, cada número de promedios de ordenamiento.

**TABLA 4.14**  
**VALORES ESTUDIANTIZADOS DE DUNCAN PARA EL ATRIBUTO**  
**SABOR**

Promedio	AES (D)	ALS (D)
2	2.85	0.83
3	3.00	0.87
4	3.09	0.89

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.15 se muestran los valores promedios (tabla 4.12) de las muestras ordenadas de mayor a menor.

**TABLA 4.15**  
**VALORES PROMEDIOS DE LAS MUESTRAS PARA EL ATRIBUTO**  
**SABOR**

M1	M4	M2	M3
7.80	7.40	6.73	6.25

**Fuente:** Elaboración propia

La tabla 4.16 muestra los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan extraídos de la tabla C.3.5 del anexo C.

**TABLA 4.16**  
**TABLA DE COMPARACIÓN ENTRE MEDIAS PARA EL ATRIBUTO**  
**SABOR**

Tratamientos	Análisis de valores			Efectos
M1 – M4	0.40	<	0.83	No existe diferencia significativa
M1 – M2	1.07	>	0.87	Si existe diferencia significativa
M1 – M3	1.54	>	0.89	Si existe diferencia significativa
M4 – M2	0.67	<	0.83	No existe diferencia significativa
M4 – M3	1.14	>	0.87	Si existe diferencia significativa
M2 – M3	0.47	>	0.89	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.16 se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos (M1 – M2), (M1–M3), (M4–M3), (M2-M3) que son significativos en comparación con las muestras (M1–M4), (M4–M2), que no son significativos para un límite de confianza del 95%, pero analizando la muestra con mayor puntaje en la escala hedónica y considerando la preferencia de los jueces se tomó la muestra M1 como la mejor opción.

**4.3.3. EVALUACIÓN SENSORIAL PRELIMINAR DE LAS MUESTRAS PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA ATRIBUTO CONSISTENCIA**

En la tabla 4.17, se muestra los resultados del atributo consistencia obtenida de la tabla C.2.1 extraída del anexo C.

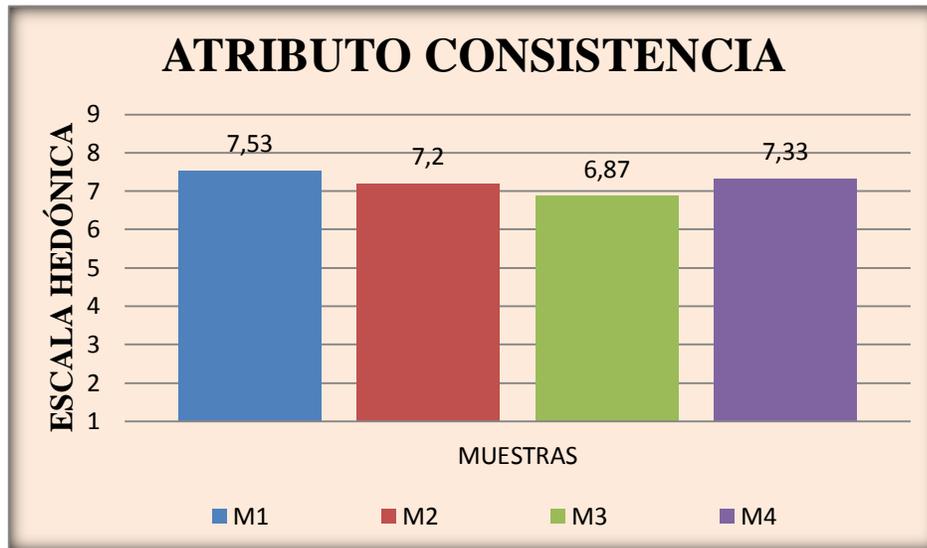
**TABLA 4.17**  
**EVALUACIÓN SENSORIAL PRELIMINAR PARA EL ATRIBUTO CONSISTENCIA**

JUECES	MUESTRAS(ESCALA HEDÓNICA)			
	M1	M2	M3	M4
1	7	7	6	7
2	9	8	8	8
3	9	6	5	9
4	8	7	6	6
5	8	8	8	9
6	3	7	6	6
7	6	7	8	6
8	9	8	7	8
9	7	6	6	8
10	8	8	9	7
11	7	5	7	7
12	9	7	7	8
13	6	8	7	7
14	9	8	8	8
15	8	8	5	6
$\bar{X}$	7,53	7,20	6,87	7,33

**Fuente:** Elaboración propia

La figura 4.5 muestra los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo color que fueron extraídos de la tabla 4.17.

**GRÁFICO 4.5**



**Fuente:** Elaboración propia

En la gráfica se observa que la muestra M1 = 7.53 obtiene un mayor puntaje en comparación de las muestras M2 = 7.20, M3 = 6.87, M4 = 7.33, en la escala hedónica.

#### **4.3.3.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL ATRIBUTO CONSISTENCIA DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA**

La tabla 4.18 muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo consistencia en la evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales del refresco de almendra chiquitana con respecto a los resultados extraídos del anexo C, de la tabla C.4.2.

**TABLA 4.18**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL**  
**PRELIMINAR DEL ATRIBUTO CONSISTENCIA**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>Fisher calculado (Fcal)</b>	<b>Fisher tabulado (Ftab)</b>
Total	88.73	59	-	-	-
Muestras (A)	3.53	3	1.18	1.11	2.83
Jueces (B)	37.23	14	2.65	2.50	1.94
Error €	47.97	42	1.06	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.18 se puede observar que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1.11 < 2.83$ ), para las muestras; por lo tanto se acepta  $H_p$  y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras M1, M2, M3, M4 para un nivel de significancia de 0.05.

Para el caso de los jueces,  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $2.50 > 1.94$ ), por tanto existe diferencia Estadística significativa de variación entre los 15 jueces para un nivel de significancia de 0.05.

#### **4.3.4. EVALUACIÓN SENSORIAL PRELIMINAR DE LAS MUESTRAS PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA ATRIBUTO OLOR**

La tabla 4.19 muestra los resultados del atributo olor obtenido de la tabla C.5.1 del anexo C.

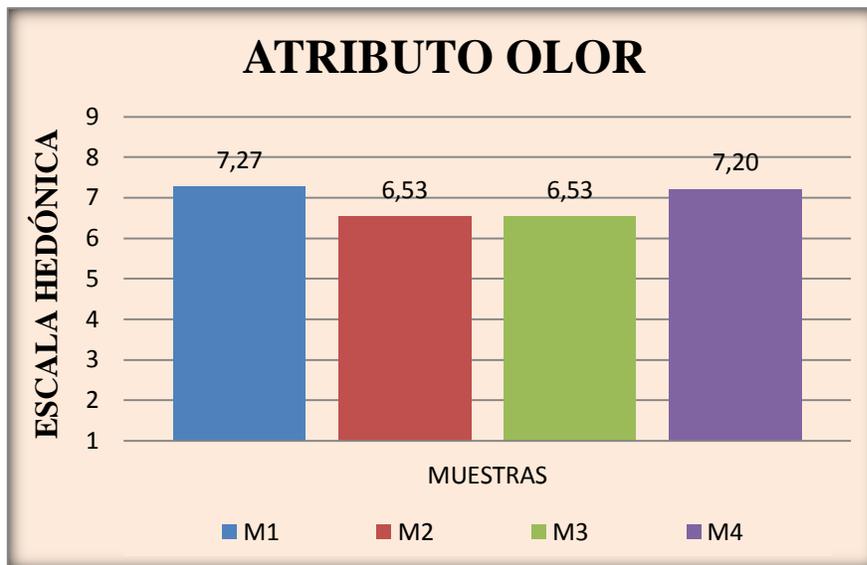
**TABLA 4.19**  
**EVALUACIÓN SENSORIAL PRELIMINAR PARA EL**  
**ATRIBUTO OLOR**

<b>JUECES</b>	<b>MUESTRAS (ESCALA HEDÓNICA)</b>			
	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>
<b>1</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>5</b>
<b>7</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>9</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>10</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>6</b>
<b>11</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>12</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>13</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>7</b>
<b>14</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
<b>15</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>X̄</b>	<b>7,27</b>	<b>6,53</b>	<b>6,53</b>	<b>7,20</b>

**Fuente:** Elaboración propia

El gráfico 4.6 muestra los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo olor que fueron extraídos de la tabla 4.19.

**GRÁFICO 4.6**



**Fuente:** Elaboración propia

El gráfico indica que la muestra M1=7.27 obtiene un mayor puntaje en comparación de las muestras M2= 6.53, M3=6.53 y M4= 7.20, en la escala hedónica.

#### **4.3.4.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL ATRIBUTO OLOR DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA**

La tabla 4.20 muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo consistencia en la evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales del refresco de almendra chiquitana con respecto a los resultados extraídos del anexo C, de la tabla C.5.2.

**TABLA 4.20****ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL  
PRELIMINAR DEL ATRIBUTO OLOR**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>Fisher calculado (Fcal)</b>	<b>Fisher tabulado (Ftab)</b>
Total	68.18	59	-	-	-
Muestras (A)	7.38	3	2.46	2.76	2.83
Jueces (B)	20.93	14	1.49	1.67	1.94
Error €	39.87	42	0.89	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.20 se puede observar que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $2.76 < 2.83$ ), para las muestras; por lo tanto se acepta  $H_0$  y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras M1, M2, M3, M4 para un nivel de significancia de 0.05.

Para el caso de los jueces,  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1.67 < 1.94$ ), por tanto no existe diferencia Estadística significativa de variación entre los 15 jueces para un nivel de significancia de 0.05.

**4.4. EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL DE LAS MUESTRAS PARA  
DETERMINAR LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL REFRESCO DE  
ALMENDRA CHIQUITANA**

Se realizó la evaluación sensorial inicial de los atributos, color, sabor, consistencia y olor para el refresco de almendra chiquitana, elaboradas en función al diseño experimental planteado, con la evaluación sensorial de 20 jueces no entrenados quienes calificaron las muestras de refresco, de acuerdo a la escala hedónica de los atributos sensoriales ya mencionados.

**4.4.1. EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL DE LAS MUESTRAS PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA ATRIBUTO COLOR**

La tabla 4.21 muestra los resultados del atributo color obtenido de la tabla C.6.1 del anexo C.

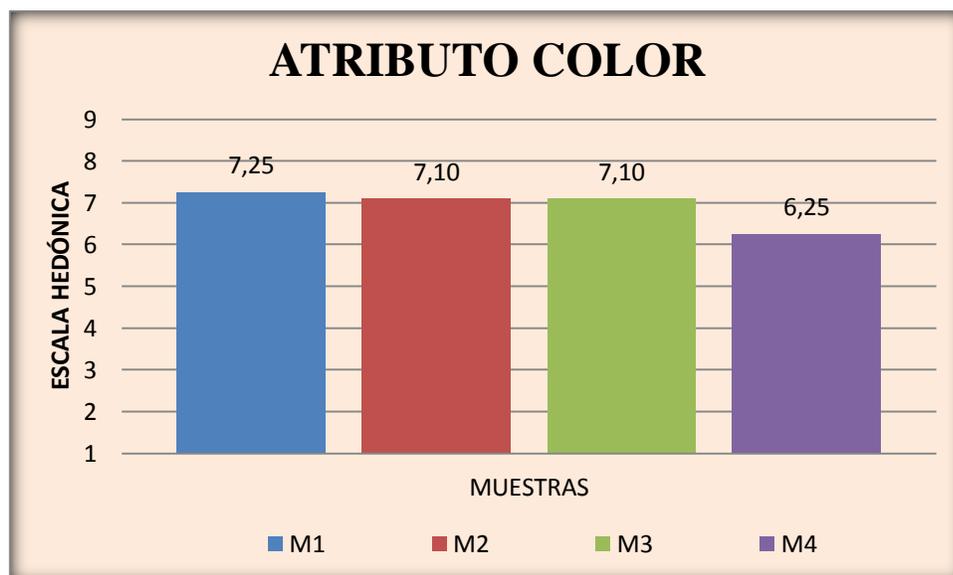
**TABLA 4.21**  
**EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL PARA EL ATRIBUTO COLOR**

JUECES	MUESTRA (ESCALA HEDÓNICA)			
	M1	M2	M3	M4
1	7	7	7	8
2	6	9	7	3
3	8	7	7	4
4	8	7	7	8
5	9	6	8	7
6	8	8	9	8
7	8	7	7	6
8	8	7	6	5
9	7	8	7	9
10	7	5	6	9
11	7	6	6	7
12	7	8	7	8
13	7	8	7	6
14	7	7	7	8
15	7	8	9	6
16	8	7	6	5
17	8	7	8	4
18	7	8	8	7
19	7	7	6	6
20	4	5	7	1
$\bar{X}$	7,25	7,1	7,1	6,25

**Fuente:** Elaboración propia

El gráfico 4.7 muestra los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo color que fueron extraídos de la tabla 4.21

**GRÁFICO 4.7**



**Fuente:** Elaboración propia

El gráfico indica que la muestra M1= 7.25 obtiene un mayor puntaje en comparación con las muestras M2= 7.10, M3= 7.10, M4= 6.25 en la escala hedónica.

#### **4.4.1.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL ATRIBUTO COLOR DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA**

La tabla 4.22 muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo color en la evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales del refresco de almendra chiquitana con respecto a los resultados extraídos del anexo C, de la tabla C.6.2.

**TABLA 4.22****ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL  
DEL ATRIBUTO COLOR**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>Fisher calculado (Fcal)</b>	<b>Fisher tabulado (Ftab)</b>
Total	151.55	79	-	-	-
Muestras (A)	12.45	3	4.15	2.86	2.77
Jueces (B)	51.55	19	2.71	1.86	1.77
Error (E)	87.55	57	1.45	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.8 se puede observar que  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $2.86 > 2.77$ ), para las muestras; por lo tanto se rechaza  $H_0$  y se puede decir que hay diferencia significativa entre las muestras M1, M2, M3, M4 para un nivel de significancia de 0.05, esta condición indica que se debe efectuar la prueba de Duncan.

Para el caso de los jueces,  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $1.86 > 1.77$ ), por tanto existe diferencia estadística significativa de variación entre los 20 jueces para un nivel de significancia de 0.05.

**4.4.1.2. PRUEBA DE DUNCAN**

La tabla 4.23 muestra los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan extraído del anexo C de la tabla C.6.5.

**TABLA 4.23**

**TABLA DE COMPARACIÓN ENTRE MEDIAS PARA EL ATRIBUTO COLOR**

<b>Tratamientos</b>	<b>Análisis de valores</b>			<b>Efectos</b>
M1 - M2	0.15	<	0.76	No existe diferencia significativa
M1 - M3	0.15	<	0.80	No existe diferencia significativa
M1 - M4	1.00	>	0.83	Si existe diferencia significativa
M2 - M3	0.00	<	0.76	No existe diferencia significativa
M2 - M4	0.85	>	0.80	Si existe diferencia significativa
M3 - M4	0.85	>	0.83	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.23 se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos (M1 - M4), (M2 - M4), (M3 - M4) que son significativos en comparación con las muestras (M1 - M2), (M1 - M3), (M2 - M3) que no son significativos para un límite de confianza del 95%, pero analizando la muestra con mayor puntaje en la escala hedónica, se tomó la muestra M1 como la mejor opción en cuanto al atributo color.

**4.4.2. EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL DE LAS MUESTRAS PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA ATRIBUTO SABOR**

En la tabla 4.24, se muestra los resultados del atributo sabor obtenido de la tabla C.7.1 extraída del anexo C.

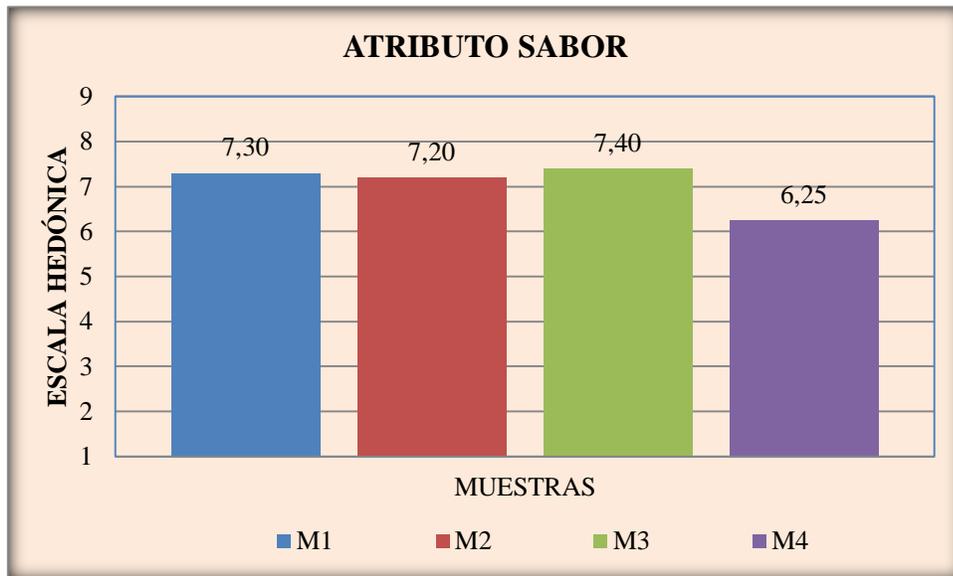
**TABLA 4.24**  
**EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL PARA EL ATRIBUTO SABOR**

JUECES	MUESTRA (ESCALA HEDÓNICA)			
	M1	M2	M3	M4
1	8	7	7	7
2	7	6	8	4
3	9	8	7	6
4	6	6	8	6
5	8	6	6	7
6	8	7	7	8
7	7	8	7	7
8	8	7	7	6
9	8	7	9	7
10	6	8	8	8
11	7	7	8	7
12	8	6	6	7
13	8	8	9	6
14	9	7	8	6
15	7	7	8	8
16	7	9	7	6
17	7	7	8	6
18	8	9	8	5
19	7	8	7	6
20	3	6	5	2
$\bar{X}$	7,30	7,20	7,40	6,25

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 4.8 se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo sabor que fueron extraídos de la tabla 4.24.

**GRÁFICO 4.8**



**Fuente:** Elaboración propia

En el gráfico se observa que la muestra M3 = 7.40 obtiene un mayor puntaje en comparación de las muestras M2 = 7.20, M1 = 7.30, M4 = 6.25, en la escala hedónica.

#### **4.4.2.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL ATRIBUTO SABOR DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA**

La tabla 4.25 muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo sabor en la evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales del refresco de almendra chiquitana con respecto a los resultados extraídos del anexo C de la tabla C.7.2.

**TABLA 4.25**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL  
DEL ATRIBUTO SABOR**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>Fisher calculado (Fcal)</b>	<b>Fisher tabulado (Ftab)</b>
Total	122.88	79	-	-	-
Muestras (A)	16.94	3	5.64	6.19	2.77
Jueces (B)	51.13	19	2.69	2.95	1.77
Error (E)	54.81	57	0.91	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.25 se puede observar que  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $6.19 > 2.77$ ), para las muestras; por lo tanto se rechaza  $H_0$  y se puede decir que hay diferencia significativa entre las muestras M1, M2, M3, M4 para un nivel de significancia de 0.05 esta condición indica que se debe efectuar la prueba de Duncan.

Para el caso de los jueces,  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $2.95 > 1.77$ ), por tanto existe diferencia estadística significativa de variación entre los 20 jueces para un nivel de significancia de 0.05.

**4.4.2.2. PRUEBA DE DUNCAN**

La tabla 4.26 muestra los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan extraído del anexo C de la tabla C.7.5.

**TABLA 4.26**  
**TABLA DE COMPARACIÓN ENTRE MEDIAS PARA EL ATRIBUTO**  
**SABOR**

Tratamientos	Análisis de valores			Efectos
M3 – M1	0.10	<	0.59	No existe diferencia significativa
M3 – M2	0.20	<	0.62	No existe diferencia significativa
M3 - M4	1.15	>	0.64	Si existe diferencia significativa
M1 – M2	0.10	<	0.59	No existe diferencia significativa
M1 – M4	1.05	>	0.62	Si existe diferencia significativa
M2 – M4	0.95	>	0.64	Si existe diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.26 se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos (M3 – M4), (M1 – M4), (M2 – M4) que son significativos en comparación con las muestras (M3 – M1), (M3 – M2), (M1 – M2) que no son significativos para un límite de confianza del 95%, pero analizando la muestra con mayor puntaje en la escala hedónica, se tomó la muestra M3 como la mejor opción en cuanto al atributo sabor.

#### **4.4.3. EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL DE LAS MUESTRAS PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA ATRIBUTO CONSISTENCIA**

La tabla 4.27, muestra los resultados del atributo consistencia obtenida de la tabla C.8.1 extraída del anexo C.

**TABLA 4.27**

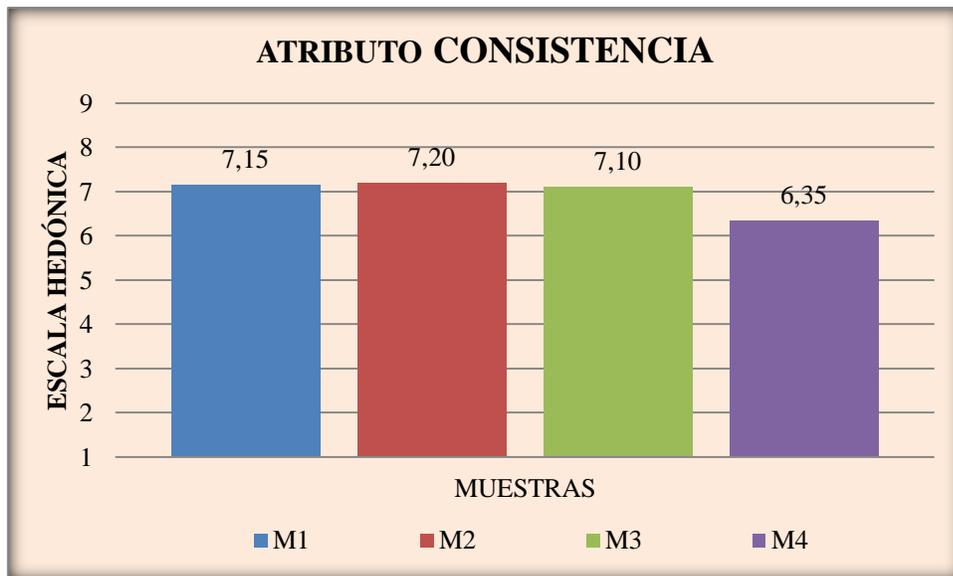
**EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL PARA EL ATRIBUTO  
CONSISTENCIA**

JUECES	MUESTRAS (ESCALA HEDÓNICA)			
	M1	M2	M3	M4
1	7	7	6	7
2	4	7	6	8
3	9	7	6	4
4	8	7	6	6
5	9	6	6	8
6	8	8	8	7
7	7	8	7	6
8	7	7	6	4
9	8	7	9	7
10	7	8	9	8
11	6	6	6	7
12	8	7	6	6
13	7	8	7	6
14	7	8	8	6
15	8	7	7	8
16	7	8	7	7
17	6	6	7	5
18	7	8	8	8
19	6	7	8	6
20	7	7	9	3
̄X	7,15	7,20	7,10	6,35

**Fuente:** Elaboración propia

La figura 4.9 muestra los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo consistencia que fueron extraídos de la tabla 4.27.

**GRÁFICO 4.9**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura se observa que la muestra M2 = 7.20 obtiene un mayor puntaje en comparación de las muestras M1 = 7.15, M3 = 7.10, M4 = 6.35, en la escala hedónica.

#### **4.4.3.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL ATRIBUTO CONSISTENCIA DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA**

La tabla 4.28 muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo consistencia en la evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales del refresco de almendra chiquitana con respecto a los resultados extraídos del anexo C de la tabla C.8.2.

**TABLA 4.28**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL  
DEL ATRIBUTO CONSISTENCIA**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>Fisher calculado (Fcal)</b>	<b>Fisher tabulado (Ftab)</b>
Total	107.80	79	-	-	-
Muestras (A)	9.70	3	3.23	2.76	2.77
Jueces (B)	27.80	19	1.46	1.24	1.77
Error (E)	70.30	57	1.17	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.28 se puede observar que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $2.76 < 2.77$ ), para las muestras; por lo tanto se acepta  $H_p$  y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras M1, M2, M3, M4 para un nivel de significancia de 0.05.

Para el caso de los jueces,  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1.24 < 1.77$ ), por tanto no existe diferencia estadística significativa de variación entre los 20 jueces para un nivel de significancia de 0.05.

**4.4.4. EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL DE LAS MUESTRAS PARA  
DETERMINAR LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL REFRESCO  
DE ALMENDRA CHIQUITANA ATRIBUTO OLOR**

En la tabla 4.29, se muestra los resultados del atributo olor obtenido de la tabla C.9.1 extraída del anexo C.

**TABLA 4.29**

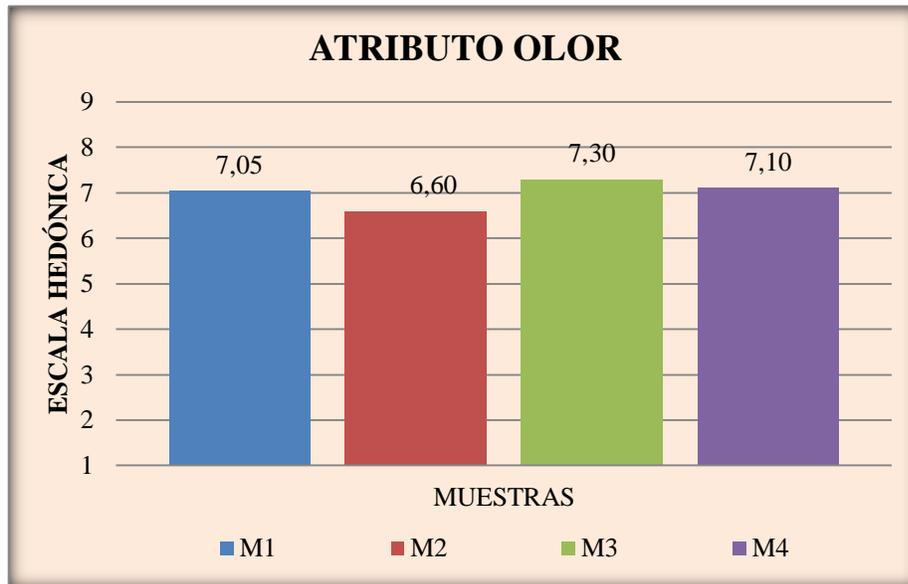
**EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL PARA EL ATRIBUTO OLOR**

JUECES	MUESTRA (ESCALA HEDÓNICA)			
	M1	M2	M3	M4
1	6	6	6	8
2	6	8	9	7
3	9	7	7	5
4	6	6	8	8
5	8	7	7	8
6	8	7	8	9
7	6	6	7	8
8	7	6	6	5
9	8	7	7	9
10	6	6	7	8
11	7	6	6	7
12	8	7	7	8
13	9	7	8	6
14	8	7	7	9
15	7	7	8	7
16	7	9	7	7
17	5	5	6	5
18	7	8	8	8
19	6	7	8	6
20	7	3	9	4
$\bar{X}$	7,05	6,60	7,30	7,10

**Fuente:** Elaboración propia

La figura 4.10 muestra los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo aroma que fueron extraídos de la tabla 4.29.

**GRÁFICO 4.10**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura se observa que la muestra M3 = 7.30 obtiene un mayor puntaje en comparación de las muestras M2 = 6.60, M1 = 7.05, M4 = 7.10, en la escala hedónica.

#### **4.4.4.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL ATRIBUTO OLOR DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA**

La tabla 4.30 muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo olor en la evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales del refresco de almendra chiquitana con respecto a los resultados extraídos del anexo C de la tabla C.9.2.

**TABLA 4.30**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL INICIAL**  
**DEL ATRIBUTO OLOR**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>Fisher calculado (Fcal)</b>	<b>Fisher tabulado (Ftab)</b>
Total	114.99	79	-	-	-
Muestras (A)	5.24	3	1.75	1.45	2.77
Jueces (B)	41.24	19	2.17	1.80	1.77
Error (E)	68.51	57	1.20	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.30 se puede observar que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1.45 < 2.77$ ), para las muestras; por lo tanto se acepta  $H_0$  y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras M1, M2, M3, M4 para un nivel de significancia de 0.05.

Para el caso de los jueces,  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $1.80 > 1.77$ ), por tanto existe diferencia estadística significativa de variación entre los 20 jueces para un nivel de significancia de 0.05.

#### **4.5. EVALUACIÓN SENSORIAL PARA ELEGIR LA MUESTRA FINAL**

Se realizó una evaluación sensorial de los atributos, color, sabor, consistencia y olor a las dos muestras M1 y M3 con el puntaje más alto, seleccionadas de la evaluación sensorial inicial, para determinar la composición de la muestra final, con 20 jueces no entrenados que calificaron las dos muestras, de acuerdo a la escala hedónica, los atributos sensoriales ya mencionados.

#### 4.5.1. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA ELEGIR LA MUESTRA FINAL

La tabla 4.31, muestra los resultados del atributo color obtenido de la tabla C.10.1 extraída del anexo C.

**TABLA 4.31**

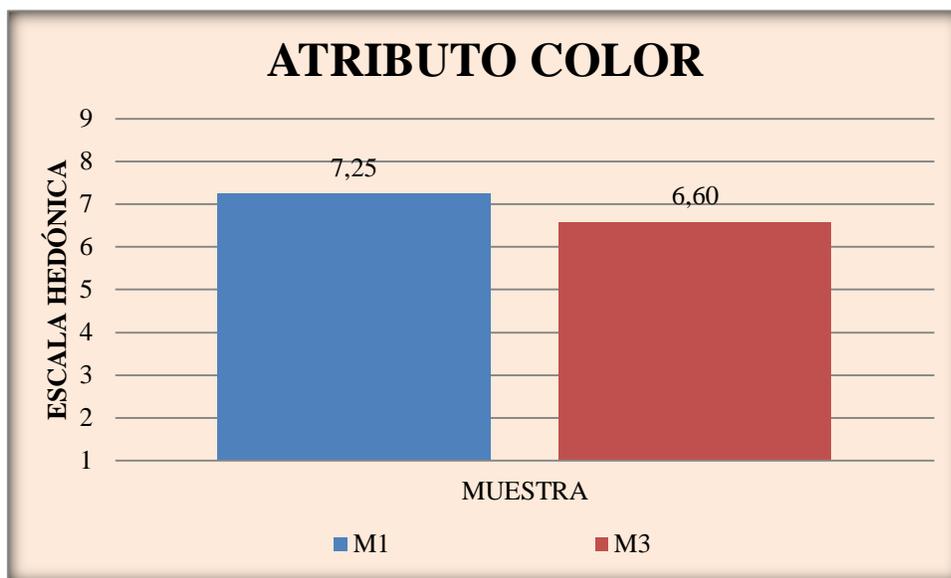
#### EVALUACIÓN SENSORIAL FINAL PARA EL ATRIBUTO COLOR

JUECES	MUESTRA (ESCALA HEDÓNICA)	
	M1	M3
1	8	5
2	9	8
3	6	7
4	5	8
5	5	8
6	7	8
7	8	6
8	8	6
9	9	7
10	8	7
11	7	5
12	7	6
13	8	7
14	8	6
15	8	8
16	9	6
17	6	7
18	7	7
19	5	4
20	7	6
$\bar{X}$	7,25	6,60

**Fuente:** Elaboración propia

La figura 4.11 muestra los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo color que fueron extraídos de la tabla 4.17.

**GRÁFICO 4.11**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura se observa que la muestra M1= 7.25 obtiene un mayor puntaje en comparación de la muestra M3= 6.60, en la escala hedónica.

#### **4.5.1.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL ATRIBUTO COLOR DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA**

En la tabla 4.32 se muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo color en la evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales del refresco de almendra chiquitana con respecto a los resultados extraídos del anexo C de la tabla C.10.2.

**TABLA 4.32**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL FINAL  
PARA ATRIBUTO COLOR**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>Fisher calculado (Fcal)</b>	<b>Fisher tabulado (Ftab)</b>
Total	60.78	39	-	-	-
Muestras (A)	4.23	1	4.23	2.83	4.38
Jueces (B)	28.28	19	1.49	1.00	2.16
Error (E)	28.27	19	1.49	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.32 se puede observar que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $2.83 < 4.38$ ), para las muestras; por lo tanto se acepta  $H_0$  y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras M1, M2 para un nivel de significancia de 0.05.

Para el caso de los jueces,  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1.00 < 2.16$ ), por tanto no existe diferencia estadística significativa de variación entre los 20 jueces para un nivel de significancia de 0.05.

**4.5.2. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA  
ELEGIR LA MUESTRA FINAL**

En la tabla 4.33, se muestra los resultados del atributo sabor obtenido de la tabla C.11.1 extraída del anexo C.

**TABLA 4.33**

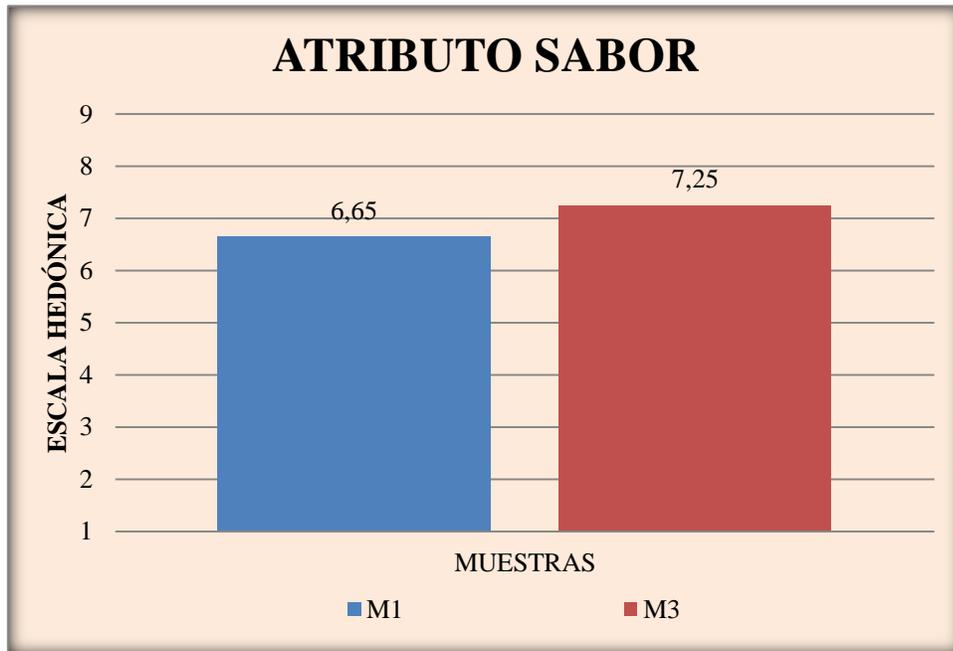
**EVALUACIÓN SENSORIAL FINAL PARA EL ATRIBUTO  
SABOR**

JUECES	MUESTRA (ESCALA HEDÓNICA)	
	M1	M3
1	7	5
2	8	9
3	7	6
4	6	7
5	6	8
6	7	8
7	5	7
8	8	7
9	8	6
10	7	8
11	6	7
12	7	8
13	7	8
14	7	6
15	7	8
16	6	8
17	7	8
18	3	6
19	6	8
20	8	7
$\bar{X}$	6,65	7,25

**Fuente:** Elaboración propia

La figura 4.12 muestra los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo sabor que fueron extraídos de la tabla 4.33.

**GRÁFICO 4.12**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura se observa que la muestra M3= 7.25 obtiene un mayor puntaje en comparación de la muestra M1= 6.65, en la escala hedónica.

#### **4.5.2.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL ATRIBUTO SABOR DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA**

La tabla 4.34 muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo sabor en la evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales del refresco de almendra chiquitana con respecto a los resultados extraídos del anexo C de la tabla C.11.2.

**TABLA 4.34****ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL FINAL  
PARA EL ATRIBUTO SABOR**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>Fisher calculado (Fcal)</b>	<b>Fisher tabulado (Ftab)</b>
Total	49.90	39	-	-	-
Muestras (A)	3.60	1	3.60	3.71	4.38
Jueces (B)	26.90	19	1.41	1.45	2.16
Error (E)	19.40	19	0.97	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.34 se puede observar que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $3.71 < 4.38$ ), para las muestras; por lo tanto se acepta  $H_0$  y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras M1, M2 para un nivel de significancia de 0.05.

Para el caso de los jueces,  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1.45 < 2.16$ ), por tanto no existe diferencia estadística significativa de variación entre los 20 jueces para un nivel de significancia de 0.05.

**4.5.3. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO CONSISTENCIA  
PARA ELEGIR LA MUESTRA FINAL**

La tabla 4.35, muestra los resultados del atributo consistencia obtenida de la tabla C.12.1 extraída del anexo C.

**TABLA 4.35**  
**EVALUACIÓN SENSORIAL FINAL PARA EL ATRIBUTO**  
**CONSISTENCIA**

JUECES	MUESTRA (ESCALA HEDÓNICA)	
	M1	M2
1	5	5
2	9	9
3	7	7
4	6	7
5	7	7
6	6	8
7	7	6
8	8	8
9	9	9
10	7	8
11	6	5
12	8	9
13	7	8
14	6	7
15	7	8
16	7	6
17	7	8
18	6	6
19	7	8
20	7	7
$\bar{X}$	6,95	7,30

**Fuente:** Elaboración propia

La figura 4.13 muestra los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo consistencia que fueron extraídos de la tabla 4.35.

**GRÁFICO 4.13**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura se observa que la muestra M3= 7.30 obtiene un mayor puntaje en comparación de la muestra M1= 6.95, en la escala hedónica.

#### **4.5.3.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL ATRIBUTO CONSISTENCIA DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA**

La tabla 4.36 muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo consistencia en la evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales del refresco de almendra chiquitana con respecto a los resultados extraídos del anexo C de la tabla C.12.2.

**TABLA 4.36**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL FINAL  
PARA EL ATRIBUTO CONSISTENCIA**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>Fisher calculado (Fcal)</b>	<b>Fisher tabulado (Ftab)</b>
Total	40.38	39	-	-	-
Muestras (A)	1.23	1	1.23	3.72	4.38
Jueces (B)	40.88	19	2.15	6.51	2.16
Error (E)	6.27	19	0.33	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.36 se puede observar que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $3.72 < 4.38$ ), para las muestras; por lo tanto se acepta  $H_0$  y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras M1, M2 para un nivel de significancia de 0.05.

Para el caso de los jueces,  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $6.51 > 2.16$ ), por tanto existe diferencia estadística significativa de variación entre los 20 jueces para un nivel de significancia de 0.05.

**4.5.4. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO OLOR PARA ELEGIR LA MUESTRA FINAL**

La tabla 4.37, muestra los resultados del atributo aroma obtenida de la tabla C.13.1 extraída del anexo C.

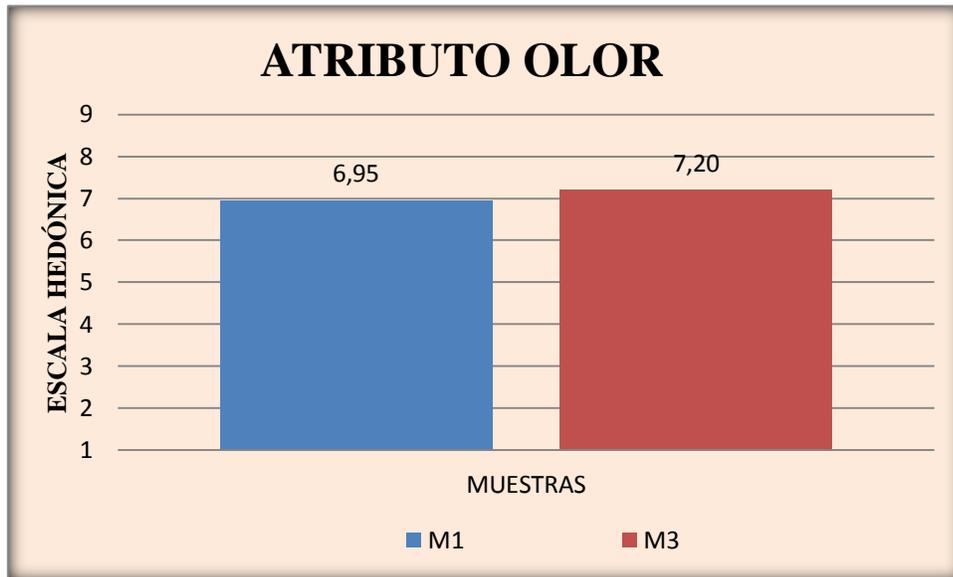
**TABLA 4.37****EVALUACIÓN SENSORIAL FINAL PARA EL ATRIBUTO  
OLOR**

<b>JUECES</b>	<b>MUESTRA (ESCALA HEDÓNICA)</b>	
	<b>M1</b>	<b>M3</b>
1	8	6
2	9	8
3	7	6
4	6	7
5	6	8
6	6	7
7	8	6
8	7	9
9	7	9
10	8	7
11	7	6
12	8	7
13	7	8
14	6	8
15	7	8
16	9	5
17	5	7
18	6	7
19	5	7
20	7	8
$\bar{X}$	6,95	7,20

**Fuente:** Elaboración propia

La figura 4.13 muestra los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo aroma que fueron extraídos de la tabla 4.37.

**GRÁFICO 4.14**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura se observa que la muestra MM3= 7.20 obtiene un mayor puntaje en comparación de la muestra M1= 6.95, en la escala hedónica.

#### **4.5.4.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL ATRIBUTO OLOR DEL REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA**

La tabla 4.38 muestra el análisis de varianza (ANVA) del atributo olor en la evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales del refresco de almendra chiquitana con respecto a los resultados extraídos del anexo C de la tabla C.13.2.

**TABLA 4.38**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL FINAL  
PARA EL ATRIBUTO OLOR**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>Fisher calculado (Fcal)</b>	<b>Fisher tabulado (Ftab)</b>
Total	46.78	39	-	-	-
Muestras (A)	0.63	1	0.63	0.41	4.38
Jueces (B)	17.28	19	0.90	0.59	2.16
Error (E)	28.87	19	1.51	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.38 se puede observar que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $0.41 < 4.38$ ), para las muestras; por lo tanto se acepta  $H_0$  y se puede decir que no hay diferencia significativa entre las muestras M1, M2 para un nivel de significancia de 0.05.

Para el caso de los jueces,  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $0.59 < 2.16$ ), por tanto no existe diferencia estadística significativa de variación entre los 20 jueces para un nivel de significancia de 0.05.

#### **4.6. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO FINAL**

Se realizó una evaluación sensorial de los atributos color, sabor, consistencia y olor al refresco de almendra chiquitana con 15 jueces no entrenados que calificaron el producto final, de acuerdo a la escala hedónica, los atributos sensoriales ya mencionados.

La tabla 4.39, muestra los resultados de los atributos obtenido de la tabla C.14.1 extraída del anexo C.

**TABLA 4.39**

**EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS  
SENSORIALES DEL PRODUCTO FINAL**

JUECES	MUESTRA (ESCALA HEDÓNICA)			
	COLOR	SABOR	CONSISTENCIA	OLOR
1	7	8	6	7
2	5	7	6	7
3	4	6	6	8
4	6	7	8	8
5	7	8	7	9
6	9	9	9	8
7	8	8	9	8
8	7	8	7	8
9	6	7	5	8
10	7	7	7	7
11	7	8	7	7
12	8	8	7	8
13	7	5	8	6
14	6	7	8	5
15	8	8	8	7
$\bar{X}$	6,80	7,40	7,20	7,40

**Fuente:** Elaboración propia

La figura 4.14 muestra los resultados promedios de la evaluación sensorial de los atributos de la muestra final que fueron extraídos de la tabla 4.39.

**GRÁFICO 4.15**



**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.6.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LOS ATRIBUTOS DEL PRODUCTO FINAL

La tabla 4.40 muestra el análisis de varianza (ANVA) de los atributos en la evaluación sensorial del producto final, con respecto a los resultados extraídos del anexo C de la tabla C.14.2

**TABLA 4.40**

#### ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LOS ATRIBUTOS PARA DETERMINAR EL PRODUCTO FINAL

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	71.60	59	-	-	-
Muestras (A)	3,60	3	1.20	1.48	2.83
Jueces (B)	33.60	14	2.40	2.96	1.24
Error (E)	34.40	42	0.81	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.40 se puede observar que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1.48 < 2.83$ ), para las muestras; por lo tanto se acepta  $H_0$  y se puede decir que no hay diferencia significativa entre los atributos de la muestra para un nivel de significancia de 0.05.

Para el caso de los jueces,  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $2.96 > 1.24$ ), por tanto existe diferencia estadística significativa de variación entre los 20 jueces para un nivel de significancia de 0.05.

#### **4.7. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL PRODUCTO TERMINADO**

En la tabla 4.41, se muestran los resultados del análisis fisicoquímico del producto terminado (anexo A), analizados en el laboratorio CEANID, perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**TABLA 4.41**

#### **CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL PRODUCTO TERMINADO**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
Humedad	%	89.56
Cenizas	%	0.09
Fibra	%	0.06
Materia grasa	%	0.55
Hidratos de carbono	%	9.35
Proteína total (Nx6.25)	%	0.39
Valor energético	Kcal/100g	43.91

**Fuente:** CEANID, 2017

#### **4.8. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL PRODUCTO TERMINADO**

En la tabla 4.42, se muestran los resultados del análisis microbiológico del producto terminado (anexo A), analizados en el laboratorio CEANID, perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**TABLA 4.42**

#### **CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL PRODUCTO TERMINADO**

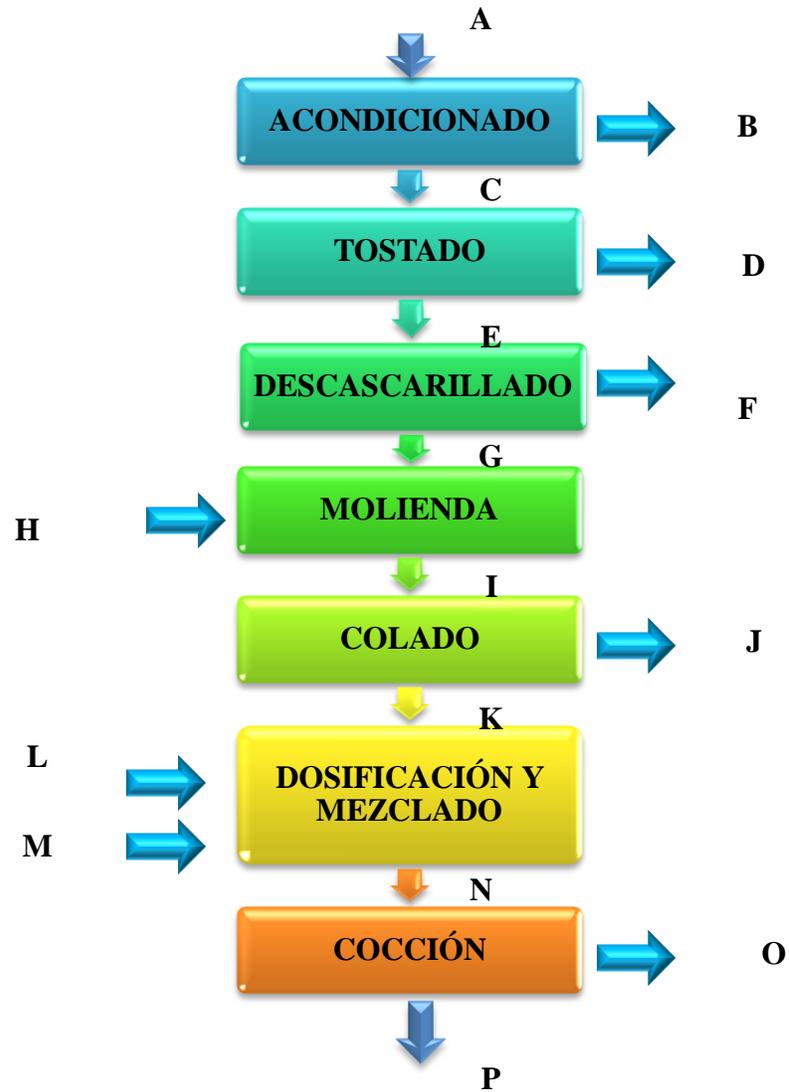
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
Coliformes totales	UFC/ml	< 10 (*)
Coliformes fecales	UFC/ml	< 10 (*)
Mohos y levaduras	UFC/ml	< 10 (*)
(*) : No se observa desarrollo de colonias UFC: Unidad formadora de colonias		

**Fuente:** CEANID, 2017

#### **4.9. BALANCE DE MATERIA**

El balance de materia nos permite obtener la cantidad de materia prima e insumos que entran y salen en el proceso de elaboración de un producto.

**FIGURA 4.1**  
**BALANCE DE MATERIA PARA LA ELABORACIÓN DE REFRESCO DE**  
**ALMENDRA CHIQUITANA**



**Fuente:** Elaboración propia

*A = Almendra cruda*

*F = Cáscaras*

*K = Mezcla tamizada*

*B = Almendra eliminada*

*G = Almendra pelada*

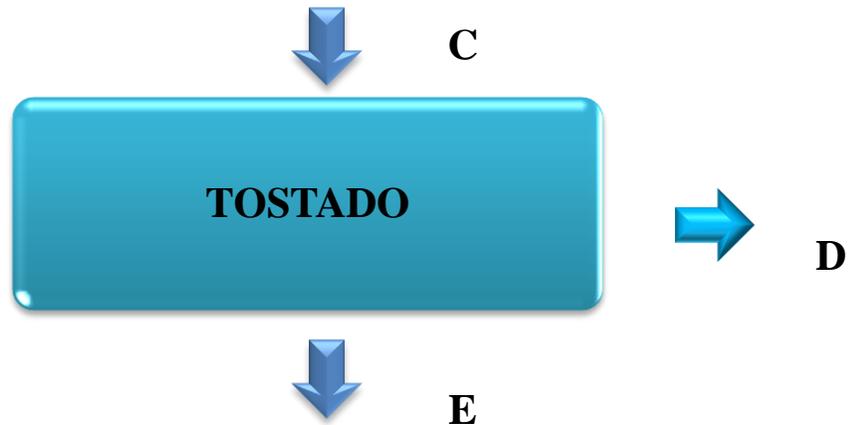
*L = Jarabe*

$C = \text{Almendra acondicionada}$      $H = \text{Agua}$      $M = \text{Goma X.}$   
 $D = \text{Agua evaporada}$      $I = \text{Mezcla}_{aa}$      $N = \text{Refresco de almendra}$   
 $E = \text{Almendra tostada}$      $J = \text{Torta}$      $O = \text{Agua evaporada}$   
 $aa = (\text{Agua} + \text{almendra})$      $P = \text{Refresco de Almendra cocida}$

#### 4.9.1. BALANCE DE MATERIA PARA LA ETAPA DE TOSTADO

FIGURA 4.2

Balance de materia en la etapa de tostado



**Fuente:** Elaboración propia

**Datos:**

$$C = 80g$$

$$D = ? g$$

$$E = 75.59g$$

**Dónde:**

$$C = \text{Almendra acondicionada}$$

$$D = \text{Agua evaporada}$$

$$E = \text{Almendra tostada}$$

Balance de materia en el tostado de la almendra

$$C = D + E \quad EC (4.1)$$

$$D = C - E \quad EC (4.2)$$

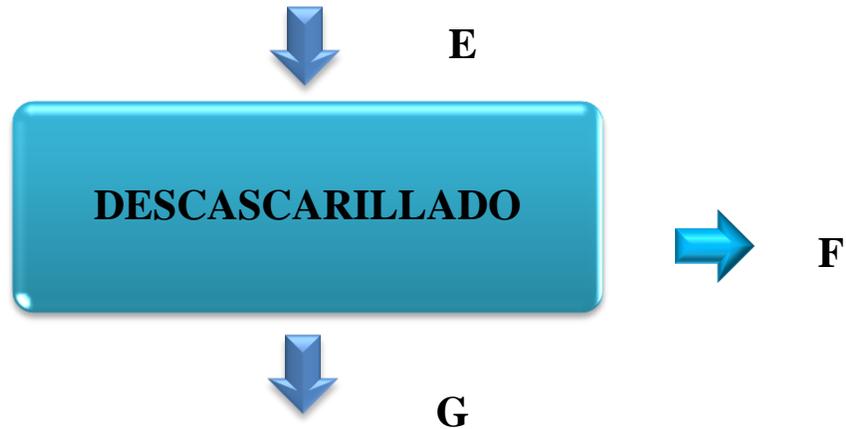
$$D = (80 - 75.59)g$$

**$D = 4.410g$  agua evaporada en el tostado de la almendra**

#### 4.9.2. BALANCE DE MATERIA PARA LA ETAPA DE DESCASCARILLADO

FIGURA 4.3

Balance de materia en la etapa de descascarillado



**Fuente:** Elaboración propia

*Datos:*

$$E = 75.59g$$

$$F = ?g$$

$$G = 68.64g$$

*Dónde:*

$$E = \text{Almendra tostada}$$

$$F = \text{Cáscaras}$$

$$G = \text{Almendra pelada}$$

Balance de materia en el descascarillado de la almendra

$$E = F + G$$

EC (4.3)

$$F = E - G$$

EC (4.4)

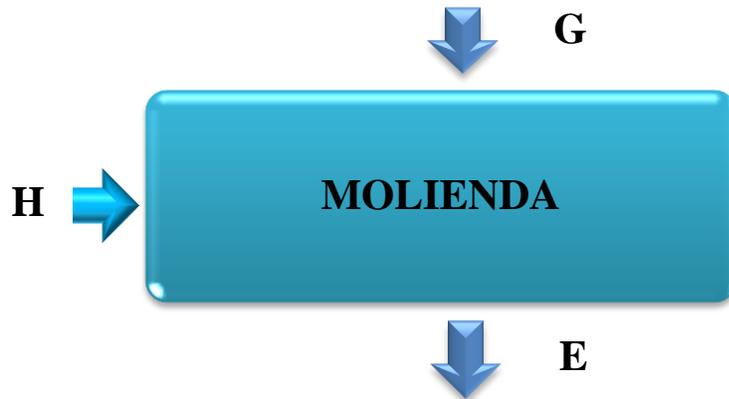
$$F = (75.59 - 68.64)g$$

$$F = 6.95g \text{ Cáscaras de almendra}$$

### 4.9.3. BALANCE DE MATERIA PARA LA ETAPA DE MOLIENDA

FIGURA 4.4

Balance de materia en la etapa de molienda



Fuente: Elaboración propia

*Datos:*

$$G = 68.64g$$

$$H = 984.58g$$

$$I = ?g$$

*Dónde:*

$$G = \text{Almendra pelada}$$

$$H = \text{Agua}$$

$$I = \text{Mezcla aa}$$

Balance de materia en la molienda

$$G + H = I$$

EC (4.5)

$$I = G + H$$

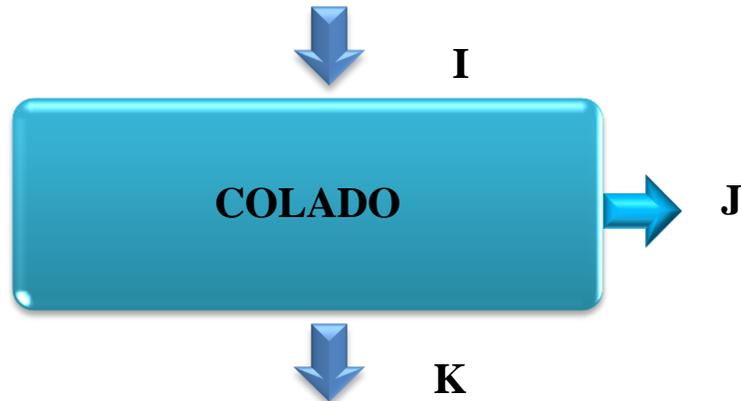
EC (4.6)

$$I = (68.64 + 984.58)g$$

***I = 1053.22g Mezcla de agua y almendra***

#### 4.9.4. BALANCE DE MATERIA PARA LA ETAPA DE COLADO

**FIGURA 4.5**  
**Balance de materia en la etapa de colado**



**Fuente:** Elaboración propia

*Datos:*

$$I = 1053.22g$$

$$J = ?g$$

$$K = 825.47g$$

*Dónde:*

$$I = \text{Mezcla aa}$$

$$J = \text{Torta}$$

$$K = \text{Mezcla tamizada}$$

Balance de materia en el tamizado de la mezcla

$$I = J + K$$

EC (4.7)

$$J = I - K$$

EC (4.8)

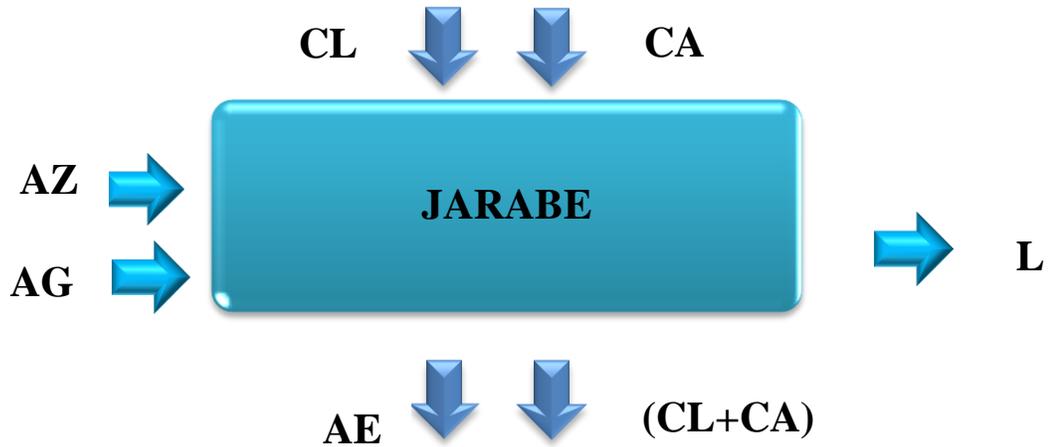
$$J = (1053.22 - 825.47)g$$

$$J = 227.75g \text{ Torta de almendra}$$

#### 4.9.5. BALANCE DE MATERIA PARA ELABORACIÓN DE JARABE

FIGURA 4.6

Balance de materia en la elaboración de jarabe



Fuente: Elaboración propia

*Datos:*

$AE = ?$

$L = 413g$

$AZ = 80g$

$AG = 501.59g$

$CL = 0.25g$

$CA = 1.00g$

$(CL + CA) = 5.25g$

*Donde:*

$AE = \text{Agua evaporada}$

$L = \text{Jarabe}$

$AZ = \text{Azúcar}$

$AG = \text{Agua}$

$CL = \text{Clavo de olor}$

$CA = \text{Canela}$

$(CL + CA) = \text{Clavo de olor y canela}$

Balance de materia para la elaboración del jarabe

$$AE = AZ + AG + CL + CA - L - (CL + CA) \quad EC (4.9)$$

$$AE = AZ + AG + CL + CA - L - (CL + CA) \quad EC (4.10)$$

$$AE = 80g + 501.59g + 0.25g + 1.00g - 413g - 5.25g$$

**$AE = 164.59g$  agua evaporada en el jarabe**

#### 4.9.6. BALANCE DE MATERIA PARA LA ETAPA DE DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO

FIGURA 4.7

Balance de materia en la etapa de dosificación y mezclado



*Datos:*

$$K = 825.47g$$

$$L = 413g$$

$$M = 0.80g$$

$$N = ?$$

*Dónde:*

$$K = \text{Mezcla tamizada}$$

$$L = \text{Jarabe}$$

$$M = \text{Goma Xanthan}$$

$$N = \text{Refresco de almendra}$$

Balance de materia en la dosificación y mezclado

$$K + L + M = N$$

EC (4.11)

$$N = K + L + M$$

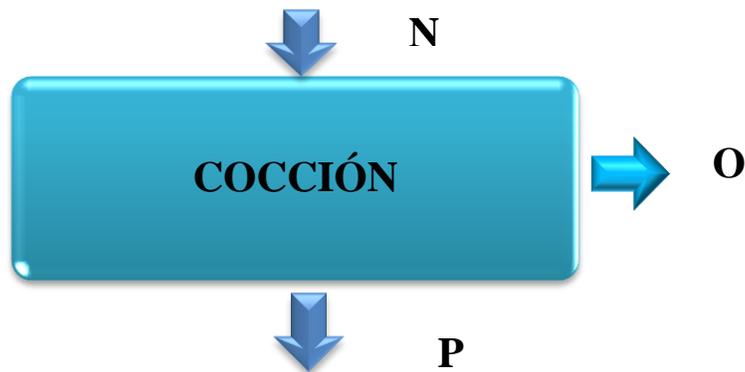
EC (4.12)

$$N = (825.47 + 413 + 0.80)g$$

$$N = 1239.27g \text{ refresco de almendra}$$

#### 4.9.7. BALANCE DE MATERIA PARA LA ETAPA DE COCCIÓN

**FIGURA 4.8**  
**Balance de materia en la etapa de cocción**



**Fuente:** Elaboración propia

*Datos:*

$$N = 1239.27g$$

$$O = ? g$$

$$P = 1147.30g$$

*Dónde:*

$$N = \text{Refresco de almendra}$$

$$O = \text{Agua evaporada}$$

$$P = \text{Refresco de almendra cocida}$$

Balance de materia en el cocimiento del refresco

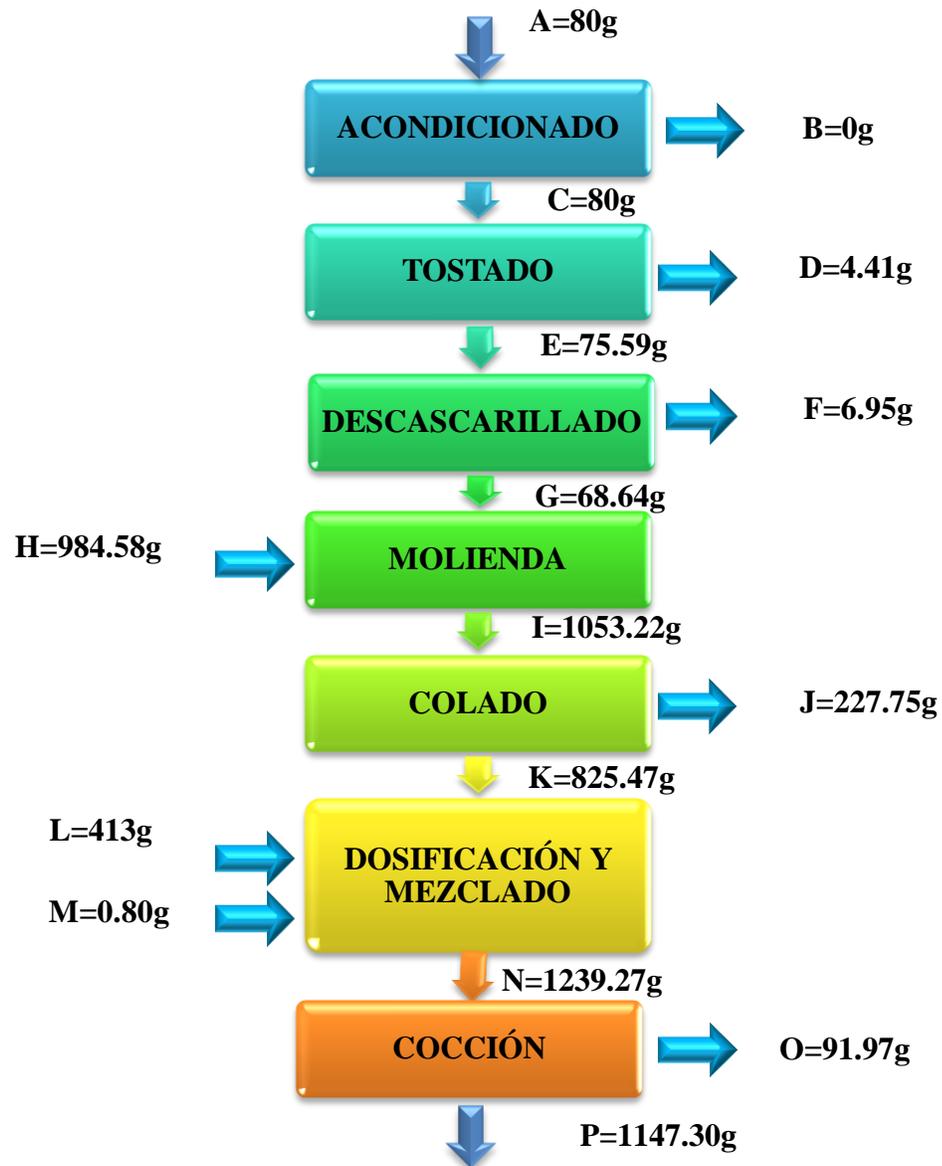
$$N = O + P \quad EC (4.13)$$

$$O = N - P \quad EC (4.14)$$

$$O = (1239.27 - 1147.30)g$$

**$O = 91.97g$  Agua evaporada en la cocción**

**FIGURA 4.9**  
**RESUMEN DEL BALANCE DE MATERIA PARA LA ELABORACIÓN DE**  
**REFRESCO DE ALMENDRA CHIQUITANA**



**Fuente:** Elaboración propia

<i>A = Almendra cruda</i>	<i>F = Cáscaras</i>	<i>K = Mezcla colada</i>
<i>B = Almendra eliminada</i>	<i>G = Almendra pelada</i>	<i>L =Jarabe</i>
<i>C = Almendra acondicionada</i>	<i>H = Agua</i>	<i>M =Goma X.</i>
<i>D = Agua evaporada</i>	<i>I = Mezcla<sub>aa</sub></i>	<i>N = Refresco de almendra</i>
<i>E = Almendra tostada</i>	<i>J =Torta</i>	<i>O =Agua evaporada</i>
<i>aa = (Agua+almendra)</i>	<i>P = Refresco de Almendra cocida</i>	

#### **4.10. BALANCE DE ENERGÍA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL REFRESCO DE ALMENDRA**

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, solo se transforma (MSc. José Luis Rodríguez Núñez).

A continuación, la determinación del calor ganado y cedido en los diferentes procesos se calculan a partir de la fórmula siguiente, citada en (Barderas, 1994).

$$Q_T = Q_g + Q_c \quad EC (4.15)$$

$$Q = m * C_p * \Delta T \quad EC (4.16)$$

$$Q = m_v * \lambda_v \quad EC (4.17)$$

*Dónde:*

*Q<sub>T</sub> = Calor total*      *C<sub>p</sub> = Calor específico*

*Q<sub>g</sub> = Calor ganado*      *ΔT = Diferencia de temperatura*

*Q<sub>c</sub> = Calor cedido*      *λ = Calor latente de vaporización*

*m = Masa*

#### 4.10.1. BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DE TOSTADO

*Datos:*

$$C = 80g$$

$$mv = 4.41g$$

$$E = 75.59g$$

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

$$Q_1 = ?$$

$$T_i = 20^\circ C$$

$$T_f = 120^\circ C$$

$$\lambda_V = 526.4 \text{ Kcal/Kg}$$

*Dónde:*

$$C = \text{Almendra acondicionada}$$

$$mv = \text{Agua evaporada}$$

$$E = \text{Almendra tostada}$$

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

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

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

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

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

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

$$Q_1 = Q_{olla} + Q_E + m_V * \lambda_V \quad EC (4.18)$$

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

$$Q_{olla} = m_{olla} * Cp_{olla} * (T_f - T_i) \quad EC (4.19)$$

$$Q_{olla} = 0.554 \text{ Kg} * 0.122 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ C} * (120 - 20)^\circ C \quad Q_{olla} = 6.758 \text{ Kcal}$$

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

$$Cp = \frac{P}{100} + 0.2 \left( \frac{100 - P}{100} \right) \quad EC (4.20)$$

*Dónde:*

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

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

$$P = 2.02\%$$

$$Cp_E = \frac{2.02}{100} + 0.2 \left( \frac{100 - 2.02}{100} \right)$$

$$Cp_E = 0.216 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C}$$

Reemplazando el valor en la (ec 4.16), se tiene:

$$Q_E = 0.075Kg * 0.216 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C} * (120 - 20)$$

$$Q_E = 1.663 Kcal$$

Reemplazando los valores encontrados en la ecuación 4.18, se tiene:

$$Q_1 = (6.758 + 0.216)Kcal + 0,00441Kg * 526 \frac{Kcal}{Kg}$$

$$Q_1 = 9.290 Kcal$$

#### 4.10.2. BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DE COCCIÓN DEL AGUA

Datos:

Dónde:

$$Q_2 = ? Kcal$$

$Q^2 =$  Cantidades de calor requerido

$$m_{H2O} = 1200g$$

$m_{H2O} =$  Masa de agua

$$m_{Olla} = 554 g$$

$m_{Olla} =$  Masa de la olla

$$m_V = 0.384$$

$m_V =$  Masa de vapor

$$T_i = 20^{\circ}C$$

$T_i =$  Temperatura inicial

$$T_f = 93^{\circ}C$$

$T_f =$  Temperatura final

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

$t =$  Tiempo de pasteurización

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

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

$$Cp_{agua} = 1.00 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C}$$

$Cp_{agua} =$  Capacidad calorífica del agua

$$Cp_{olla} = 0.122 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C}$$

$Cp_{olla} =$  Capacidad calorífica de la olla

Para calcular la cantidad energía requerida en la pasteurización, se puede utilizar las ecuaciones 4.18 y 4.19:

$$Q_{olla} = 0,554Kg * 0,122 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C} * (93 - 20)^{\circ}C$$

$$Q_{olla} = 4.933Kcal$$

$$Q_{agua} = 1.20Kg * 1.00 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C} * (93 - 20)^{\circ}C$$

$$Q_{agua} = 22.800Kcal$$

$$Q_2 = (4.993 + 22.800)Kcal + 0.834Kg * 537 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C} \quad Q_2 = 298.74Kcal$$

#### 4.10.3. BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DE COCCIÓN DEL JARABE

*Datos:*

$$Az = 80g$$

$$mv = 501.54g$$

$$L = 413g$$

$$Ca = 1.00g$$

$$Cl.O = 0.25g$$

$$AE = \lambda = 0.165g$$

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

$$Q_3 = ?$$

$$T_i = 20^{\circ}C$$

$$T_f = 93^{\circ}C$$

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

*Dónde:*

$$Az = \text{Masa de azúcar}$$

$$m_v = \text{Masa de agua}$$

$$L = \text{Masa de Jarabe}$$

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

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

$$AE = \lambda = \text{Masa de agua evaporada}$$

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

$$Q_3 = \text{Cantidad de calor requerido}$$

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

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

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

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

$$Q_3 = Q_{olla} + Q_{mezcla} + m_v * \lambda_v \quad EC (4.22)$$

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.

$$Q_{olla} = m_{olla} * Cp_{olla} * (T_f - T_i) \quad EC (4.23)$$

$$Q_{olla} = 0,554Kg * 0,122 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C} * (93 - 20)^{\circ}C$$

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

$$Q_L = m_L * Cp_L * (T_f - T_i) \quad EC (4.24)$$

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

$$Cp_m = Cp_{Az} * X_{Az} + Cp_A * X_A + Cp_{Ca} * X_{Ca} + Cp_C * X_C \quad EC (4.25)$$

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

$$Cp = \frac{P}{100} + 0,2 \left( \frac{100 - P}{100} \right) \left[ \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C} \right] \quad EC (4.26)$$

Dónde:  $P =$  Contenido de agua en %

Calculando los calores específicos de cada componente (ec 4.26), se tiene:

- 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):

$$X_n = \frac{m_n}{m_{mezcla}} \quad EC (4.27)$$

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

- Fracción de masa del azúcar

$$X_{azúcar} = \frac{80g}{413g} \quad X_{azúcar} = 0.193$$

- Fracción de masa del agua

$$X_{agua} = \frac{501.54g}{413g} \quad X_{agua} = 1.214$$

- Fracción de masa de la canela

$$X_{canela} = \frac{1.00g}{413g} \quad X_{canela} = 0.002$$

- Fracción de masa del clavo de olor

$$X_{clavo} = \frac{0,25g}{413g} \quad X_{clavo} = 0.0006$$

Una vez calculados los calores específicos y fracciones de todos los componentes en la mezcla se puede calcular el  $Cp_{jarabe}$ , utilizando la (ec 4.25).

$$Cp_L = 0.200 * 0.193 + 1.00 * 1.214 + 0.276 * 0.002 + 0.225 * 0.0006 =$$

$$Cp_L = 1.25 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C}$$

Reemplazando los valores encontrados en la ecuación 4.24, se tiene:

$$Q_L = 0.413Kg * 1.25 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C} (93 - 20)^{\circ}C \quad Q_L = 37.686Kcal$$

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

$$Q_3 = (4.933 + 37.686)Kcal + 0.165Kg * 537 \frac{Kcal}{Kg}$$

$$Q_3 = 131.224 Kcal \text{ calor requerido en el cocimiento del jarabe}$$

#### 4.10.4. BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DE COCCIÓN DEL REFRESCO

*Datos:*

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

$$O = AE = 91.97g$$

$$P = 1147.30g$$

$$Q_4 = ?$$

$$T_i = 35^{\circ}C$$

$$T_f = 93^{\circ}C$$

$$t = 5min$$

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

$$Cp_{mezcla} = 0.919 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C}$$

$$Cp_{olla} = 0.122 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C}$$

*Dónde:*

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

$$O = AE = \text{Masa de agua evaporada en la cocción}$$

$$P = \text{Cantidad de refresco}$$

$$Q_4 = \text{Cantidad de calor requerido}$$

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

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

$$t = \text{T tiempo de cocción}$$

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

$$Cp_{mezcla} = \text{Capacidad calorífica de la mezcla}$$

$$Cp_{olla} = \text{Capacidad calorífica de la olla}$$

Para calcular la capacidad calorífica (Cp) de la mezcla, se utiliza la ecuación (4.26) (Torrejón, 2015):

$$Cp = \frac{89.56}{100} + 0,2 \left( \frac{100 - 89.56}{100} \right) \left[ \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C} \right] \quad Cp_{mezcla} = 0.916 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C}$$

Dónde:  $P = 89.98$  Contenido de agua en %

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

$$Q_{olla} = 0.554Kg * 0.122 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C} * (93 - 35)^{\circ}C \quad Q_{olla} = 3.920Kcal$$

$$Q_{mezcla} = 1.239Kg * 0.919 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C} * (93 - 35) \quad Q_{mezcla} = 66.041Kcal$$

$$Q_4 = (3.920 + 66.041)Kcal + 0,091Kg * 537 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C} \quad Q_4 = 118.720Kcal$$

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

$$Q_{total} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \quad EC (4.28)$$

$$Q_{total} = (9.290 + 298.74 + 131.224 + 118.720)Kcal \quad \mathbf{Q_{total} = 557.974Kcal}$$

#### **4.10.5. BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DE MOLIENDA DE LA ALMENDRA**

Para calcular la energía eléctrica que se genera durante la molienda, se utilizará la siguiente ecuación:

$$E = P * t \quad EC(4.29)$$

Dónde:

P = Potencia de la licuadora

E = Energía potencial

t = 120 seg

Reemplazando los datos en la ecuación, se tiene:

$$E = 400 \frac{J}{seg} * 120seg * \frac{1Kcal}{4186J}$$

***E = 11.46 Kcal Energía requerida durante la etapa de molienda***

## 5.1. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo de investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

- De acuerdo a las propiedades físicas determinadas en la semilla de almendra chiquitana procedente de la ciudad de Santa Cruz, se pudo establecer la longitud promedio de 2.63 cm, diámetro promedio 1.20 cm, peso promedio 1.61g, porción comestible 92.68% y porción no comestible 7.32% en peso.
- Los análisis fisicoquímico y microbiológico realizados para la semilla de almendras, presento como resultado un contenido de cenizas del 3.27%, fibra 3.68%, materia grasa 43.11%, humedad 2.02%, hidratos de carbono 24.29%, proteína total 23.63%, valor energético 579.67 Kcal/100g y Coliformes totales <10 ufc/g para el análisis microbiológico.
- El análisis estadístico del diseño factorial  $2^2$  aplicado en la etapa del tostado de las almendras indica que para el factor T (temperatura),  $F_{cal} > F_{tab}$  (31.029 > 7,709) y factor t (tiempo),  $F_{cal} > F_{tab}$  (18.882 > 7.709), son variables significativas debido a que influyen directamente en el porcentaje de humedad, y no así en la interacción (t,T) para un límite de confianza del 95%. En los factores tiempo y temperatura, analizando la variación estadística entre los mismos se puede concluir que se tiene cambios bruscos en el contenido de humedad cuando se efectúa el tostado de las almendras chiquitanas.
- El diseño experimental realizado en la dosificación de la cantidad de almendra (AL) y estabilizante (ES), se puede observar que entre los factores AL (almendra)  $F_{cal} < F_{tab}$  (0.300 <7.709), factor ES (estabilizante),  $F_{cal} < F_{tab}$  (0.500 < 7,709) y de la interacción AL-ES  $F_{cal} < F_{tab}$  (0.000 <7.709), ningún factor tiene influencia significativa en el proceso de elaboración en relación al contenido de materia grasa que contiene el producto.

- De acuerdo con los resultados de la evaluación sensorial preliminar, realizada para establecer parámetros en el diseño experimental y determinar las propiedades organolépticas del refresco de almendra chiquitana, se presentó cuatro muestras para su evaluación sensorial respectiva, donde las muestras con mayor puntaje promedio fueron M4 (7.33) para el color, M1 (7.80) el sabor, M1 (7.53) para la consistencia y M1 (7.27) el atributo olor. Realizando los análisis estadísticos se pudo observar que en el atributo sabor si existe diferencia estadística significativa de variación entre las muestras para un nivel de significancia de 0.05.
  
- En cuanto a la evaluación sensorial inicial realizada para determinar las propiedades organolépticas del refresco de almendra chiquitana, se presentó cuatro muestras para su evaluación sensorial en función al diseño factorial aplicado, donde las muestras con mayor puntaje promedio fueron M1 (7.25) para el color, M3 (7.40) el sabor, M2 (7.20) para la consistencia y M3 (7.30) el atributo olor. De esta manera se escogió la muestra M1 (7.25) y M3 (7.30) siendo las más representativas entre los atributos ya mencionados. Realizando los análisis estadísticos se pudo observar que en los atributos color y sabor si existe diferencia estadística significativa de variación entre las muestras para un nivel de significancia de 0.05.
  
- En la evaluación sensorial para elegir la muestra final, se evaluaron las dos muestras seleccionadas con mayor promedio en la evaluación sensorial inicial, para el atributo color la muestra con mejor puntuación promedio fue M1 (7.25), para el atributo sabor M3 (7.25), para el atributo consistencia M3 (7.30) y para el atributo olor la muestra M3 (7.20), de esta manera se eligió M3 como la muestra final y la más representativa para el refresco de almendra chiquitana.

- Para caracterizar las propiedades organolépticas del producto final, se valoró los atributos color, sabor, consistencia y olor, mediante 15 jueces no entrenados que mostraron preferencia por el atributo sabor (7.40), seguido del atributo olor (7.40), un puntaje de (7.20) para el atributo consistencia y por último el atributo color con un puntaje promedio de (6.80) en la escala hedónica, lo cual muestra ser un producto aceptable para los consumidores.
- Los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos del producto final dieron como resultado: contenido de cenizas del 0.09%, fibra 0.06 %, grasa 0.55 %, hidratos de carbono 9.35%, humedad 89.56 %, proteína total 0.39 % y valor energético del 43.91Kcal en 100g de producto.
- Los análisis microbiológicos para el refresco de almendra chiquitana, presentaron un valor inferior <10 unidades formadoras de colonias, para el recuento de coliformes totales, coliformes fecales, mohos y levaduras respectivamente, parámetros que se ajustan con la norma correspondiente para un producto de calidad.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio más a profundidad acerca de la almendra chiquitana y los productos que se pueden obtener mediante la transformación de su semilla, ya que es un alimento nutritivo y beneficioso para el organismo.
- Utilizar la formulación final propuesta en la presente investigación para otras semillas oleaginosas que tengan las mismas características de la almendra chiquitana, es decir que cuente con un gran aporte nutricional. Así también se puede realizar algún tipo de combinación como: almendra chiquitana y avena, almendra chiquitana y quinua, etc.
- Se sugiere que con la torta de almendra sobrante en el tamizado del refresco, se pueda hacer galletas de almendra chiquitana, de esta manera se pueda utilizar en su totalidad la materia prima.
- Investigar sobre la adición de insumos que contribuyan al contenido proteico de este producto manteniendo una calidad organoléptica óptima.

