

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Chacater, (2015), de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Ecuador), menciona que con su investigación realizada se obtuvo un nuevo producto en el ámbito de la gastronomía a base de la algarroba como materia prima alternativa. Se extrajo la harina de algarroba mediante procedimientos de secado, tostado y pulverizado de las vainas, así se obtuvo un producto de características similares al polvo de cacao: color café marrón, harina de textura fina y un olor característico que posee el chocolate.

Un estudio realizado por Loza, (2016), de la Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía Carrera de Ingeniería Agronómica, que se llevó a cabo en el municipio Mecapaca, Segunda Sección Municipal de la Provincia Murillo del Departamento La Paz, indica que el objetivo de estudio fue conocer y evaluar las estrategias de uso y manejo del género *Prosopis* (algarrobo T'hajo) en el municipio de Mecapaca, de esta forma conocer si las comunidades participantes, realizan algún tipo de explotación de este recurso como alimento humano. Además, identificando las especies existentes y seleccionándolas para la transformación en sub productos como la algarrobina, y harina de vainas de algarrobo.

Guerra, et al, (2018), menciona que la Universidad de Piura, luego de realizar varios proyectos de investigación, ha propuesto técnicas de reforestación de zonas áridas con algarrobo y la industrialización de la algarroba como una manera de impulsar económicamente la región noroeste de Perú, favoreciendo así la conservación de los bosques secos de esta región. Actualmente, hay estudios de caracterización químico-nutricional del fruto y sus partes, además de tecnologías para producir nuevos derivados alimenticios (como: harinas, polvo soluble, sucedáneo de café, alcohol y proteína unicelular) (Nora Grados, Walter Ruiz, Gaston Cruz, Cesar Diaz, Jose Puicon, 2000)

Según El País (2019), menciona que, en el chaco del departamento de Tarija, los indígenas posicionaron dos actividades entre ellas el algarrobo, teniendo como objetivo

el aprovechamiento del fruto y la obtención de harina del algarrobo, esto con la coordinación de instituciones de Argentina que tienen grandes avances en el tema en la provincia de Formosa.

Considerando las características indicadas, se pretende realizar un trabajo de investigación para obtener un producto novedoso con características similares al cacao usando como sustituto la algarroba y dando un valor agregado a este fruto altamente benéfico que existe en la ciudad de Tarija y sobre todo en la región del chaco, de la misma forma motivar a las demás personas que sigan realizando proyectos de transformación para el consumo humano con la finalidad de incrementar la producción de algarrobo.

1.2 Justificación

- Debido a la considerable cantidad de algarrobo que existe en el departamento de Tarija y sobre todo en la provincia del Chaco (Yacuiba y Villamontes), se propone dar un valor agregado al fruto de la algarroba, por ser una fuente importante de energía, transformando en este caso en un ganache tipo chocolate, con la finalidad de incentivar una producción futura y beneficiosa para los campesinos en el sector de producción de esta materia prima.
- El algarrobo es una planta totalmente silvestre dado a que en su desarrollo no necesita la intervención de la mano del hombre para la producción de la algarroba, por tanto, esta vaina es totalmente natural para el consumo humano y completamente saludable por ser libre de contaminantes químicos tales como pesticidas, fertilizantes que son dañinos para la salud.
- La algarroba es un fruto altamente beneficioso, el cual tiene varios usos en la industria alimentaria, siendo rica en proteínas, calcio, hierro, fibra dietética y sobre todo en sacarosa y azúcares naturales. Los mismos serán aprovechados

para transformar en un producto con alto valor energético y nutritivo para la población en general.

- En el departamento de Tarija existe un alto consumo de distintas variedades de dulces entre ellas el chocolate; es por esta razón que con el presente trabajo se desea dar una alternativa de consumo de chocolate; elaborando ganache tipo chocolate a partir de algarroba, el cual reducirá el consumo de cacao y evitará la ingesta de toxinas como las aflatoxinas y ocratoxinas contenidas en el cacao.
- Al elaborar ganache tipo chocolate a partir de algarroba para su consumo directo, también se podrá emplear en la elaboración de diferentes productos de repostería como ser: alfajores, hojarascas, para relleno y cobertura de tortas, etc.

1.3 Objetivos

Los objetivos para el presente trabajo de investigación son los siguientes:

1.3.1 Objetivo general

Elaborar ganache tipo chocolate a partir de algarroba de la variedad "*Prosopis Alba Griseb*", mediante el método de concentración por evaporación, con el fin de obtener un producto nutritivo e inocuo para la población del departamento de Tarija.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar los parámetros físicos y fisicoquímicos de la materia prima, con el fin de identificar sus beneficios nutricionales.
- Hacer un análisis microbiológico de la materia prima, con el fin de garantizar la inocuidad de la misma.

- Realizar análisis fisicoquímico de la algarrobina, con el fin de identificar su composición nutricional que aportará al producto final.
- Determinar la dosificación adecuada de materia prima e insumos que se utilizaran en el proceso de elaboración para obtener las muestras preliminares con el fin de obtener un producto aceptable por los consumidores.
- Elaborar un diseño experimental con el fin de establecer las variables del proceso.
- Realizar un análisis organoléptico y fisicoquímico del producto terminado, con la finalidad de determinar las propiedades y calidad nutricional.
- Analizar los parámetros microbiológicos del producto terminado, con el fin de garantizar la inocuidad de la misma.
- Desarrollar el balance de materia y energía del proceso de elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba, con el fin de conocer el rendimiento en el proceso, y el gasto de energía a nivel experimental.

1.4 Variable independiente y dependiente

Variable independiente (VI): Concentración por evaporación de alimentos.

Variable dependiente (VD): Ganache tipo chocolate.

1.5 Planteamiento de problema

En el departamento de Tarija no existe un consumo considerable de la algarroba como tal, por lo cual es importante incentivar el aprovechamiento de las propiedades funcionales, tanto para en el consumo humano y en la medicina natural.

En Tarija, el consumo de chocolate en diferentes subproductos a partir de cacao es bastante elevado, por lo cual se asume una gran ingesta de ciertas toxinas como las aflatoxinas y ocratoxina que contiene el cacao, causando daños posteriores a la salud, por lo tanto, una opción es el consumo de algarroba como un sustituto al cacao en su consumo como chocolate.

1.6 Formulación de problema

¿Cuál será la concentración por evaporación a ser aplicada en la elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba de la variedad "*Prosopis Alba Griseb*", para obtener un producto nutritivo e inocuo para la población del departamento de Tarija?

1.7 Hipótesis

La concentración por evaporación a ser aplicada en la elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba de la variedad "*Prosopis Alba Griseb*", permitirá obtener un producto nutritivo e inocuo para la población del departamento de Tarija.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Métodos para el proceso de elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba

Los métodos de proceso para la elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba de la variedad “Prosopis Alba Griseb” son los siguientes:

2.1.1.1 Concentración por ebullición

Según Agro (2014), afirma que, la evaporación también llamada concentración por ebullición, consiste en la eliminación en forma de vapor de parte del agua presente en los alimentos con el objeto de obtener un producto “concentrado”. La evaporación puede realizarse como una operación intermedia en un proceso de elaboración o bien en estadios finales para obtener nuevos productos. Los objetivos perseguidos al realizar este proceso pueden ser diversos:

- 1-Mejorar la conservación de los alimentos.
- 2-Generar cambios deseables en el color, sabor o textura de los alimentos.
- 3-Reducir el volumen generando productos más fácilmente manejables, reduciendo el espacio requerido para el envasado, almacenamiento y transporte.

2.1.1.2 Reacción de Maillard

La reacción de Maillard es un complejo conjunto de reacciones químicas producidas entre las proteínas y azúcares presentes en los alimentos cuando éstos se calientan, técnicamente la reacción de Maillard es la *glicación no enzimática de las proteínas*, es decir, una modificación proteínica que se produce por el cambio químico de los aminoácidos que las constituyen. Se define también como una especie de

caramelización de los alimentos y como la reacción que proporciona el color tostado de la carne durante el proceso de cocción (VelSid, 2010).

La reacción de Maillard es responsable, por tanto, del color y el sabor de los alimentos durante las diferentes formas de cocción, el proceso se inicia cuando se produce la reacción entre una molécula de hidrato de carbono y un aminoácido, sea libre o parte de una cadena proteínica, el resultado es una nueva estructura cuya inestabilidad experimenta nuevos cambios y derivando en cientos de compuestos diferentes. Paralelamente se produce una reacción que otorga la coloración parda y un complejo matiz de sabores provenientes de los múltiples compuestos (VelSid, 2010).

2.1.1.3 Chocolate de algarrobo como sustituto al chocolate de cacao

El cacao es muy rico. Sin embargo, consumir chocolate en exceso no es bueno para nuestra salud. Muchas personas le buscan un sustituto si padecen diabetes o sobrepeso. La algarroba, una alternativa saludable que puede reducir nuestra ansiedad por lo dulce (Papa, 2018).

El reemplazo del chocolate (como se lo conoce habitualmente) es uno de los ingredientes estrella de la pastelería saludable. Se usa en galletas, budines, tartas y todo lo que se nos ocurra (Papa, 2018. Pág. 1).

La algarroba tiene un 50% de azúcar natural. Además, es rica en calcio, fósforo, hierro y potasio. Con un sabor muy característico y propio (que para algunos no se asemeja al chocolate), tiene muchas ventajas. Por ejemplo, no contiene cafeína y es un potente antioxidante que aporta vitaminas A, B y D (Papa, 2018).

La algarroba es dulce de forma natural y no contiene ningún tipo de aditivo o químico. Usada desde la antigüedad como bebida (el popular “arropo” hervido), es alcalina para el organismo, a diferencia del chocolate que es ácido (Papa, 2018).

Puede ser una excelente opción para los niños pequeños o los ancianos, también para los diabéticos y para aquellos que hacen dieta para bajar de peso. Al usar algarroba estamos añadiendo menos azúcar al cuerpo (Papa, 2018. Pág. 1).

La algarroba no contiene cafeína ni ácido oxálico (que impide la absorción de calcio y hierro). Suma menos grasas y azúcares, es menos calórica que el chocolate y resulta apta para personas celíacas. Es muy rica en proteínas, fibras, minerales y vitaminas esenciales, además de antioxidantes y otras propiedades que hacen que se considere un potente antiséptico, antialérgico y antibacteriano natural. No es extraño que, una vez molida, empiece a considerarse la candidata más idónea para relevar tanto al café como al chocolate en repostería, especialmente en flanes, bizcochos y natillas (Benito, 2019).

Sin embargo, debido a la intensidad de su sabor que obliga a su mezcla con otros ingredientes, Andreu y Lozano aclaran que la ración de consumo de algarroba no alcanza estas cantidades nutricionales. A modo de ejemplo, si la receta de un pan con harina de algarroba utiliza 425 gramos de harina de trigo y 75 gramos de harina de algarroba, en cada porción (50 gramos) de pan tendríamos un aporte de 26 miligramos de calcio (Benito, 2019).

2.1.1.4 Viscosidad

La viscosidad es una medida de la resistencia de un fluido a ser deformado por un esfuerzo de cizallamiento. Es normalmente conocido como comportamiento de fluidez o resistencia a la caída. La viscosidad se describe como resistencia interna de un fluido a circular o fluir y sin embargo debe ser una medida del rozamiento o fricción del fluido. La viscosidad finalmente es la llave, en el papel que juega, en la etapa de proceso. Para ciertos líquidos la viscosidad es constante y solo depende de la temperatura y presión (Denis, 2017).

2.2 Marco teórico

2.2.1 Algarrobo

“Los algarrobos son aquellos árboles que pertenecen al género *Prosopis*, de la familia de las fabáceas. Se trata de especies que suelen medir cerca de diez metros y que tienen la algarroba como fruto” (Perez y Gardey, 2017. Pág. 1).

Todas las especies de *Prosopis* son leguminosas arbóreas o arbustivas que presentan gran resistencia a la sequía y a la salinidad, y tienen alta capacidad de fijar nitrógeno. Sus frutos son legumbres con alto contenido de proteínas e hidratos de carbono, que varían en tamaño, color y características químicas, según la especie. Esto hace que su cultivo sea recomendado con una doble finalidad: detener el avance de la desertificación y erosión del suelo en zonas áridas y semiáridas, y utilizar sus frutos para alimentación humana y animal en países en desarrollo (Fagg y Stewart, 1994).

2.2.1.1 Descripción botánica de la planta de algarrobo “*Prosopis Alba Griseb*”

La descripción de la planta de algarrobo “*prosopis alba griseb*” se detalla a continuación:

2.2.1.1.1 Árbol de algarrobo

“Árbol corpulento y alto, de hasta 18 m de altura en la madurez. La copa es globosa, redondeada, su forma recuerda a una sombrilla gigante, superando a veces los 10 m de diámetro” (Bisbiseos, 2011. Pág. 2).



Fuente: Municipio de San Jacinto (Tarija)
Figura 2.1 Árbol de algarrobo blanco

2.2.1.1.2 Inflorescencias y flores del algarrobo

Las flores son muy pequeñas, perfumadas, muy visitadas por las abejas, y se reúnen en espigas cilíndricas amarillo-verdosas, péndulas de 4 a 12 cm de longitud reunidas en grupos de hasta ocho. Son muy delicadas y temen las heladas tardías y las lluvias impiden la polinización (Bisbiseos, 2011).



Fuente: Municipio de San Jacinto (Tarija)
Figura 2.2 Flor del árbol de algarrobo blanco

2.2.1.1.3 Hojas del algarrobo

Caducas, de color verde claro brillante durante la brotación primaveral, más oscuro y opaco en otoño. Bipinaticompuesta: del eje central, de 1 a 8 cm. de largo, nacen de 1 a 3 pares de ejes laterales, de entre 6 y 10 cm. de longitud. De estos últimos nacen de 25

a 36 pares de hojitas o foliolulos de 0,5 a 1,5 cm de longitud y 1 a 2 mm de ancho. La distancia entre los foliolulos es menor o igual que el ancho de los mismos (Bisbiseos, 2011).



Fuente: Municipio de San Jacinto (Tarija)

Figura 2.3 Hojas del árbol de algarrobo blanco

2.2.1.1.4 Fruto (Algarroba)

Vaina o chaucha chata, de 12-25 cm. de largo y 12-18 mm de ancho. Las caras laterales con las marcas transversales de las semillas en relieve, color pajiza-amarillenta, carnosa, dulce, helicoidal, con artejos o “carocitos” rectangulares que encierran las semillas, similares a porotitos duros de color marrón claro. Se pueden cosechar las frutas a partir de diciembre y hasta marzo en la parte más sureña de la región chaqueña (Bisbiseos, 2011).



Fuente: Municipio de San Jacinto (Tarija)
Figura 2.4 Fruto de algarrobo (algarroba)

2.2.1.1.5 Fenología del algarrobo

“Florece de septiembre a noviembre, y fructifica de diciembre a febrero. Al norte adelantado un mes con respecto al sur” (Bisbiseos, 2011. Pág. 3).

2.2.1.1.6 Producción de algarrobo

Un árbol adulto puede producir hasta 100 kg de vainas, pero la producción de frutos no se da todos los años por distintos factores, por lo tanto, podemos decir que en promedio es de 20 kg de vainas por año (Bisbiseos, 2011).

2.2.2 Materias primas para la elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba de la variedad “Prosopis Alba Griseb”

Las materias primas para la elaboración de ganache de chocolate a partir de algarroba de la variedad “prosopis alba griseb” son las siguientes:

2.2.2.1 Algarroba

“El algarrobo blanco -cuyo nombre científico es prosopis alba- es una especie leñosa de suma importancia por sus múltiples usos y aplicaciones, que justifican su aprovechamiento en forma integral a perpetuidad” (Galetti y Esparrach, 2010).

“Los frutos, llamado algarrobas, son vainas blanco-amarillentas de unos 20 cm de largo, con semillas color castaño; muy apetecidas por los animales, especialmente en años de sequía, que precisamente son los más fructíferos de los algarrobos” (Galetti y Esparrach, 2010. Pag. 1).

En el fruto del algarrobo blanco, la pulpa representa alrededor del 60% del fruto y está compuesta mayoritariamente de azúcares (más de 50%) y fibras insolubles en menor proporción (alrededor de 30%). Su composición química presenta aproximadamente 25 a 28% de glucosa, 11 a 17% de almidón, 7 a 11% de proteínas, hierro, calcio, bajo tenor graso y buena digestibilidad. El 10% aproximadamente del peso corresponde a la semilla. Esta contiene entre 30 y 32% de proteína bruta y un 2 a 7% de aceites, con altos valores de linoleico (42 al 48%) seguido por oleico (25 a 27%). Estas características lo hacen muy utilizables tanto en la alimentación humana como animal. (Ochoa, 1998).

2.2.2.1.1 Composición química y valoración nutricional de la algarroba

En cuanto a la composición química y valoración nutricional de la algarroba se detallan en el cuadro 2.1.

Cuadro 2.1

Composición química y valor nutricional de la algarroba

Componentes	Valor (%)
Humedad	4,0
Cenizas	3,4
Proteínas	7,4
Materia grasa	1,8
Fibra	21,2
Hidratos de carbono	62,2
Ácidos grasos saturados	0,4
Ácidos grasos mono insaturados	0,4
Ácidos grasos polinsaturados	0,5
sodio	6.0
Almidon y ácidos grasos trans	No se detecta

Fuente: INTI, 2006

2.2.2.1.2 Usos de la algarroba como alimento

La algarroba, a partir de la cual se elabora un producto similar y sustitutivo del chocolate. Pero de este fruto no sólo se obtiene este singular producto, sino que también se aprovecha para conseguir piensos para el ganado, aditivos espesantes como la goma *garrofín* o E-410, licores o galletas entre otros (Xavi, 2007).

2.2.2.1.3 Beneficios nutricionales de la algarroba

“El algarrobo es muy rico en proteínas y contiene vitaminas esenciales, también tiene antioxidantes y taninos que contienen ácido gálico, el cual es un potente antiséptico, antialérgico y antibacteriano natural” (Ecocosas, 2018. Pág. 2).

La pulpa amarilla contenida en las vainas tiene un sabor a chocolate y puede usarse como sustituto del cacao, con una ingesta de calorías menor. Consiste en 40% de azúcares, 35% de almidón, 7% de proteínas y, en menor medida, taninos y minerales como calcio y magnesio. Las propiedades espesantes de la pulpa están relacionadas con la presencia de un azúcar llamado galactomanano, es decir, un conjunto de azúcares que a veces se usa para reemplazar el almidón (Ecocosas, 2018).

La algarroba es rica en fibra insoluble, posee una gran cantidad de vitamina E y Tiamina (Vitamina B), riboflavina (vitamina B2), niacina (vitamina B3), alfa-tocoferol (vitamina E) y ergocalciferol (Vitamina D2), rica en potasio y magnesio, libre de gluten y cafeína (Ecocosas, 2018).

2.2.2.1.4 La algarroba como sustituto del chocolate

La algarroba es una alternativa saludable al chocolate. No requiere azúcar porque naturalmente ya es de sabor dulce (50% de hidratos de carbono, sacarosa, glucosa y fructosa), de ahí que también se la emplee para mejorar el aroma y el sabor de numerosos productos alimenticios. Es una buena fuente de vitaminas del grupo B como

la B1 o tiamina, la B2 o riboflavina, la B3 o niacina y de pro-vitamina A o beta-caroteno. De sus minerales sobresalen el potasio, el fósforo, el magnesio, el calcio, el silicio y el hierro (Xavi, 2007).

A diferencia del chocolate, posee un menor contenido de grasa, tan sólo un 2%. También contiene una cantidad nada desdeñable de proteínas, entre un 8 y un 10%. Las semillas de algarroba son muy ricas en mucílagos, un tipo de fibra soluble que facilita la digestión y alivia las molestias digestivas. En concreto, los mucílagos (sustancia viscosa) ejercen una acción favorable contra la inflamación de la mucosa digestiva, lo que beneficia a quienes tienen gastritis, dispepsia (digestión pesada), pirosis o ardor, diarrea y otras afecciones digestivas similares. En caso de diarrea, hay quien recomienda ingerir una cucharada de algarroba en polvo en una taza de líquido, preferiblemente agua (Xavi, 2007).

Las vainas de algarroba son alargadas (llegan a medir 20 centímetros de largo) y adquieren un color marrón cuando están maduras. Éstas se desecan, se tuestan y se pulverizan para dar lugar a un producto alternativo al chocolate. Su sabor y color se asemejan mucho al del cacao, con distintas tonalidades según el grado de tostado (Xavi, 2007).

2.2.2.2 Algarrobina

“La algarrobina es un producto que proviene de la algarroba, la cual es el fruto maduro del algarrobo y que es muy usada en la gastronomía , especialmente en la preparación de jugos, cócteles y postres” (Peru.com, 2018. Pag. 1).

2.2.2.2.1 Propiedades de la algarrobina

La algarrobina es un producto muy apreciado en la gastronomía, sobre todo en Hispano América. Lugar donde es considerado como un gran alimento energético por sus propiedades vitamínicas y proteicas. Esto se debe a que la algarroba no sólo es

comestible, sino que también es rica en sacarosa (casi 40% más de otros azúcares naturales) y sólo un 10% de proteínas. Es rica en taninos, este es un poderoso antioxidante natural. Además, la algarrobina contiene hierro, calcio, phosphorous, magnesio y potasio junto con las vitaminas A, B1, B2, y D. Y aunque este producto tiene un sabor ligeramente diferente que el chocolate, tiene sólo un tercio de sus calorías (un total de 1595 calorías por libra). Se podría decir que es prácticamente libre de grasa, es rica en pectina, es no alergénico, tiene abundantes proteínas y no tiene ácido oxálico, que interfiere con la absorción de calcio (Junny, 2019).

2.2.2.2.2 Beneficios de la algarrobina

Este alimento ofrece muchos beneficios como los que mencionamos a continuación:

2.2.2.2.2.1 Problemas Digestivos

La algarrobina contiene taninos que al consumirlo produce un efecto de secado en el tracto digestivo. Lo cual permite hacer frente a las toxinas y prevenir el crecimiento de bacterias dañinas en el intestino. Los azúcares ayudan a tratar la diarrea en niños de manera segura y eficaz (Junny, 2019).

2.2.2.2.2.2 Asma

“Uno de los beneficios de la algarroba se ubica en la resina, recomendado para los tratamientos del asma” (Junny, 2019. Pág. 2).

2.2.2.2.2.3 Anemia

“Gracias a las proteínas que contiene la algarrobina y a sus propiedades energizantes ayuda a prevenir la anemia” (Junny, 2019. Pág. 2).

2.2.2.2.2.4 Menopausia

Gracias a sus propiedades previene la ansiedad, el nerviosismo y la depresión (Junny, 2019. Pag.2).

2.2.2.2.2.5 Vigoriza el corazón

“El algarrobo contiene polifenoles, que son antioxidantes conocidos para reducir el riesgo de enfermedades del corazón” (Junny, 2019. Pág. 2).

2.2.2.2.2.6 Colesterol alto

“Las investigaciones muestran que la adición de alimentos ricos en polifenoles tales como algarrobo a su dieta puede ayudar a reducir el colesterol alto” (Junny, 2019. Pág. 2).

2.2.2.2.2.7 Presión arterial alta

“La algarroba es naturalmente alto en fibra y no tiene cafeína, que es ideal para las personas con Presión arterial alta” (Junny, 2019. Pág. 2).

2.2.2.2.2.8 Salud de piel y los ojos

“Los altos niveles de vitaminas, como las vitaminas A y B-2, son buenas para la piel y la salud de los ojos” (Junny, 2019. Pág. 2).

2.2.2.2.2.9 Fortalece los huesos

“Gracias a su fuente natural de calcio” (Junny, 2019. Pág. 2).

2.2.2.2.2.10 Limpia la garganta

“La masticación de las vainas de algarroba ayuda a los cantantes a mantener sus cuerdas vocales sanas, además de ayudarle a calmar y limpiar su garganta” (Junny, 2019. Pág. 2).

2.2.3 El chocolate

Es un alimento que se obtiene mezclando azúcar con dos productos de la semilla del fruto del cacao: la pasta y la manteca. Diversos son sus tipos y formas de presentación. A partir de mezclas con otros ingredientes, surgen variedades como: el chocolate en tabletas, de cobertura, a la taza, en polvo, con leche, blanco y relleno, todos de excelente sabor (Betancourt, 2015).

2.2.3 Tipos de chocolate

Los tipos de chocolate se detallan a continuación:

2.2.3.1 Chocolate para taza

“Están destinados al consumo familiar de bebidas o desayunos, porque sirven para disolverse en leche. Este tipo de chocolate tiene gran concentración de azúcar y poca manteca de cacao” (Diego et al, 2013. Pág. 33).

2.2.3.2 Baños de repostería o baños de chocolate

Son aquellos en los cuales se sustituyó la manteca de cacao, parcial o totalmente, por otra materia grasa, generalmente un aceite vegetal hidrogenado, el cual determina el precio del baño de repostería para el consumo. Por su composición es que son más fluidos al fundirlos, y cuando endurecen son más duros. No necesita templado, se funde y está listo para ser usado. Se utiliza en la confección de bombones que se producen en grandes cantidades, en chocolatería de climas cálidos, para baños de alfajores y galletitas (Diego et al, 2013).

2.2.3.3 Chocolates de postre o chocolates pâtisseries

“Existen en algunos países y contienen un gran porcentaje de cacao, generalmente entre un 60% y un 70%, por ello se usan sobretodo en mousses, tortas y rellenos” (Diego et al, 2013. Pág. 33).

2.2.3.4 Chocolates cobertura o coberturas de chocolates

Son los que realmente se usan en la mayoría de las preparaciones de pastelería y bombonería, porque tienen un alto contenido en manteca de cacao, por ello se funden fácilmente, toman mejor las formas de los moldes y se sostienen en las cremas y mousses sin tener la necesidad de agregar gelatina (Diego et al, 2013).

2.2.4 Ganache de chocolate

El ganache es una crema básica en pastelería elaborada con chocolate y nata o crema de leche. En general expertos de la historia gastronómica afirman que esta crema se creó en 1850. Sin embargo, hay quien afirma que se creó en Suiza mientras que otros otorgan la creación a la Patisserie Siravdin en Paris (Okdiario, 2016).

Los ingredientes básicos son el chocolate, (negro, con leche o también blanco) y la nata líquida. Se le podía añadir además mantequilla y azúcar en ocasiones, además de extracto de vainilla, almendra o licores para aromatizar (Okdiario, 2016. Pág. 2).

La ganache puede ser más o menos oscura, blanda o consistente, dependiendo de la proporción de chocolate y nata que se emplee en su elaboración. Se puede hacer también con chocolate blanco. Se pueden añadir aromas como la vainilla, prealineé, moka....etc. o licores (Dulcinenca, 2012).

2.2.4.1 Aplicaciones del ganache de chocolate

El ganache básico se elabora con igual proporción de crema de leche o nata y chocolate, este preparado ha tenido como fin ser el relleno o la cobertura de tartas y bombones, proporcionando un cremoso sabor a cacao con miles de opciones aromatizantes (VelSid,2008).

Las combinaciones que se quieran adoptar al básico ganache son infinitas, incluso en la proporción de crema de leche y cacao, siempre dependerá de la aplicación que se le quiera dar. Se puede utilizar chocolate con mayor proporción de cacao o menor, incluso

con chocolate blanco, lo importante es que sea un chocolate de calidad. También se puede agregar mantequilla para hacerlo más firme, untuoso y darle brillo (VelSid,2008).

2.2.5 Insumos para la elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba de la variedad “Prosopis Alba Griseb”

Los insumos para la elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba de la variedad “prosopis alba griseb” son las siguientes:

2.2.5.1 Crema vegetal

La nata vegetal, crema vegetal o mix vegetal como su nombre indica es una nata cuyas grasas son de origen vegetal. Este producto es un gran aliado en repostería ya que tiene una mejor consistencia que la nata tradicional de origen animal y se mantiene más tiempo firme y estable (Mykaramelli 2020).

Se puede utilizar la nata vegetal para relleno de bollería, hojaldres, bizcochos, elaborar helados, con ella también se puede decorar y cubrir tartas, incluso se puede utilizar para hacer ganache de chocolate y tartas frías en sustitución de la nata común. También puede ser utilizarla con manga pastelera para decoración de tartas y pasteles (Mykaramelli 2020).

La nata vegetal se conserva muy bien a temperatura ambiente, cosa que la nata «normal» no consigue y necesita estar siempre refrigerada. Además de esto, tiene una gran estabilidad y no baja, se puede congelar perfectamente y admite todo tipo de saborizantes, colorantes y aromas (Wiktorial, 2015).

2.2.5.2 Crema de leche de vaca

La crema de leche o nata es una sustancia de consistencia grasa y tonalidad blanca o amarillenta que se encuentra de forma emulsionada en la leche recién ordeñada o cruda,

es decir, en estado natural y que no ha pasado por ningún proceso artificial que elimine elementos grasos (Vale, 2016).

2.2.5.3 Margarina

La margarina se suele elaborar a partir de la hidrogenación de aceites vegetales, un proceso industrial que permite convertir un aceite vegetal en una sustancia sólida, estable y untada. El resto de ingredientes son emulgentes, conservantes, aditivos, agua y sal. Existe la margarina vegetal, con un 100% de aceites vegetales (maíz, girasol, soja, oliva...) y la margarina mixta, que se mezcla con leche de vaca o alguna grasa animal, siendo más saludable al 100% vegetal (Ruiz, 2011).

2.2.5.4 Goma xantana

“La goma xántica es un polisacárido lineal de alto peso molecular producido por la cepa de la bacteria *Xanthomonas campestris*, diseñado particularmente para uso en productos alimenticios, farmacéuticos y cosméticos” (Calcaneo, 2013. Pág. 1).

“Este producto funciona como un coloide hidrófilo que espesa, suspende y estabiliza emulsiones y otros sistemas basados en agua. Por su extraordinaria combinación de propiedades su gama de aplicaciones es verdaderamente extraordinaria” (Calcaneo, 2013. Pág. 1).

2.2.5.5 Colorantes para alimentos

“Los colorantes para alimentos son un tipo de aditivos que proporcionan color a los alimentos (en su mayoría bebidas). En la actualidad la industria alimentaria emplea los colorantes alimentarios con el objeto de modificar las preferencias del consumidor” (Farbe, 2015. Pág. 1).

“El color es uno de los principales atributos para la preferencia de un alimento” (Farbe, 2015. Pág. 1).

2.2.5.6 Aromas alimentarios

Los aromas utilizados en la industria de la alimentación son ingredientes que aportan sabor y olor y que se añaden en cantidades pequeñas para conseguir un efecto organoléptico en concreto (Conasi, 2019. Pág. 2).

El olor representa entre un 80-90% del sentido del gusto, y el sabor de un alimento viene determinado mayoritariamente por los químicos volátiles que contiene. Son los aromas alimentarios o aromatizantes los que, en alimentos procesados, aportan gran parte de la gracia al producto y están presentes en muchísimos de ellos (Conasi, 2019).

2.2.5.7 Sal

Según (Amisac 2015. Pág. 1), “afirma que la sal es fundamental para resaltar y potenciar de forma natural el sabor de los alimentos. Además de esta cualidad organoléptica, la sal tiene otras propiedades”:

- Como conservante ha sido fundamental para el desarrollo humano a lo largo de la historia, ya que permitía la preservación de los alimentos.
- Actúa como aglutinante de otros ingredientes en procesos alimentarios.
- Funciona como sustancia que permite controlar los procesos de fermentación de determinados alimentos.
- Se utiliza para dar textura y color a los alimentos, haciéndolos más agradables al tacto y visualmente más atractivos y apetitosos.
- Es un agente deshidratador y ablandador de materias primas alimentarias.

2.2.5.8 Agua

El agua juega un rol muy importante en el procesamiento de alimentos. La industria de alimentos la utiliza en diversas etapas del proceso: como elemento de transferencia de calor (para calentar o enfriar), como elemento para la limpieza o como componente del propio producto. Según ello, se puede consumir en el proceso o bien puede ser desechada y vertido como agua residual, luego de ser utilizada (Renapra, 2016).

La actividad de agua (a_w) es la cantidad de agua libre en el alimento, es decir, el agua disponible para el crecimiento de microorganismos y para que se puedan llevar a cabo diferentes reacciones químicas. Tiene un valor máximo de 1 y un valor mínimo de 0. Cuanto menor sea este valor, mejor se conservará el producto. La actividad de agua está relacionada con la textura de los alimentos: a una mayor actividad, la textura es mucho más jugosa y tierna; sin embargo, el producto se altera de forma más fácil y se debe tener más cuidado (Consumer, 2008).

A medida que la actividad de agua disminuye, la textura se endurece y el producto se seca más rápido. Por el contrario, los alimentos cuya actividad de agua es baja por naturaleza son más crujientes y se rompen con facilidad. En este caso, si la actividad de agua aumenta, se reblandecen y dan lugar a productos poco atractivos. En ambos casos, el parámetro de la actividad de agua del alimento es un factor determinante para la seguridad del mismo y permite determinar su capacidad de conservación junto con la capacidad de propagación de los microorganismos (Consumer, 2008).

2.2.5.9 Glucosa

La glucosa líquida o jarabe de glucosa es un líquido viscoso derivado de la glucosa. Esta es un monosacárido o una forma de azúcar que se encuentra en las frutas y en la miel. La glucosa líquida es una mezcla de maltosa, dextrinas y dextrosa, soluble en glicerina y agua, también es ligeramente soluble en alcohol (Quiminet, 2011).

2.3 Marco Legal

Este capítulo describe normas de comparación con el producto elaborado, para lo cual se indica en la tabla 2.1.

Tabla 2.1

Composición (% calculado en relación con el extracto seco del producto)

Producto	Manteca de cacao	Extracto seco desgrasado de cacao	Total de extracto de cacao	Materia grasa de leche	Extracto seco magro de leche	Materia grasa total	Azúcares
Chocolate	+8	+14	+35				
Chocolate no endocorado	+50						
Chocolate para revestimiento	+31	+2,5	+35				
Chocolate dulce	+18	+12	+30				
Chocolate con leche para revestimiento		+2,5	+25	+3,5	+10,5	+31	<=55
Chocolate con leche desnatada para revestimiento		+2,5	+2,5	<=0,5	+14	+31	<=55
Chocolate de crema		+2,5	+25	+7	+3-<=14	+25	<=55
Chocolate de grano	+12	+14	+32				
Chocolate con escamas							
Chocolate con leche en grano		+2,5	+20	+3,5	+10,5	+12	<=66
Chocolate con leche en escamas							

Fuente: NSR, 2000

En la tabla 2.1 se observa la composición (% calculado en relación con el extracto seco del producto) según la Norma Para El Chocolate correspondiente a la norma CODEX STAN 87-1981, la cual nos permite tener una base científica de las composiciones de productos del chocolate.

CAPÍTULO III
DISEÑO EXPERIMENTAL

3.1 Desarrollo de la parte experimental

La parte experimental del presente trabajo de investigación “Elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba de la variedad *Prosopis Alba Griseb*”, se realiza en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A); dependiente de la Carrera de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

3.2 Equipos de proceso, instrumentos, material de laboratorio y utensilios

Para el proceso de elaboración de la parte experimental del ganache tipo chocolate, se utiliza diferentes equipos, utensilios de cocina e instrumentos del Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A); como ser:


3.2.1 Equipos de proceso

Los equipos utilizados en el presente trabajo de investigación se describen a continuación:

3.2.1.1 Cocina industrial

Se utiliza la cocina industrial del laboratorio Taller de Alimentos (LTA). Este equipo funciona como fuente de suministro de calor necesario para realizar la disolución de la algarroba, concentración del jugo extraído y de los componentes del ganache tipo chocolate.

En la figura 3.1 se muestran las características generales de la cocina industrial.

	Numero de hornallas	2
	Consumo	1500 Kcal/h
	Material	Acero inoxidable
	Industria	Boliviana


Fuente: LTA, 2020

Figura 3.1 Cocina industrial

3.2.1.2 Viscosímetro

El viscosímetro del Laboratorio de Operaciones Unitarias del Departamento de Procesos Industriales Biotecnológicos, es utilizado para medir la viscosidad del ganache tipo chocolate a partir de algarroba, en la etapa del diseño experimental.

En la figura 3.2 se muestra las características generales del viscosímetro utilizado para el desarrollo del diseño experimental en la medición de viscosidades.

	Marca	Raypa
	Red eléctrica	100-240 V
	Numero de velocidades	19
	Precisión	0,5 %
	Humedad relativa	<80%

Fuente: LOU, 2020

Figura 3.2 Viscosímetro

3.2.2 Instrumentos de laboratorio

Los instrumentos y material de laboratorio utilizados en el proceso de elaboración de ganache tipo chocolate se detallan a continuación:

3.2.2.1 Balanza digital

La balanza del laboratorio Taller de Alimentos (LTA) es usado para determinar las proporciones de materia prima e insumos, que se van a utilizar durante el proceso de elaboración.

En la figura 3.3 se muestran las características generales de la balanza digital.

	Marca	Mettler Toledo
	Capacidad máxima	1510 g
	Capacidad mínima	0,5 g
	Potencia	5 W
	Error	0,1
	Industria	Suiza


Fuente: LTA, 2020

Figura 3.3 Balanza digital

3.2.2.2 Refractómetro

Se utiliza para medir los sólidos solubles (°Brix) durante el proceso de elaboración de la algarrobina para que cumpla los parámetros adecuados.

En la figura 3.4 se muestra las características generales del refractómetro.

	Rango de medición	0-90
	Margen de error	$\pm 0.1 \%$
	Industria	Indu
	Estilo	Sugar refractometer

Fuente: LTA, 2020

Figura 3.4 Refractómetro

3.2.3 Material de laboratorio

El material de laboratorio que se utiliza durante el desarrollo del presente trabajo, se detalla en la tabla 3.1.

Tabla 3.1

Material de laboratorio

Materiales	Cantidad	Tamaño	Tipo
Piseta	1	Mediano	Plástico
Probetas	2	Pequeño	Vidrio
Termómetro de Hg	2	Normal	Vidrio
Varillas	2	Normal	Vidrio
Espátula	1	Mediano	Metálico
Vasos de precipitación	3	Mediano	Vidrio
Vidrio reloj	4	Normal	Vidrio

Fuente: Elaboración propia

3.2.4 Utensilios de cocina

Los utensilios de cocina que fueron necesarios para la elaboración del ganache tipo chocolate, se detalla en la tabla 3.2.

Tabla 3.2

Utensilios de cocina

Utensilios	Cantidad	Tamaño	Tipo
Fuentes	4	Mediano	Acero inoxidable
Jarras	3	Mediano	Plástico
Cuchillos	1	Mediano	Acero inoxidable
Cucharas	3	Grande	Acero inoxidable
Ollas	2	Mediano	Acero inoxidable
Frascos	8	Mediano	Vidrio
Cuchara	1	Grande	Madera
Coladores	2	Grande	Plástico

Fuente: Elaboración propia

3.3 Reactivos e insumos alimentarios

Los reactivos e insumos alimentarios que fueron necesarios para la elaboración del ganache tipo chocolate a partir de algarroba, se detallan a continuación:

3.3.1 Reactivos químicos de grado alimenticio

Los reactivos químicos que fueron necesarios para la elaboración del producto se muestran en la tabla 3.3.

Tabla 3.3

Reactivos químicos de grado alimenticio

Reactivo	Estado	Procedencia	Marca
Goma xantana	Sólido	Bolivia	Ingredientes Esenciales

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Insumos alimentarios

Los insumos alimentarios que se utilizarán en el proceso, se detallan en la tabla 3.4.

Tabla 3.4

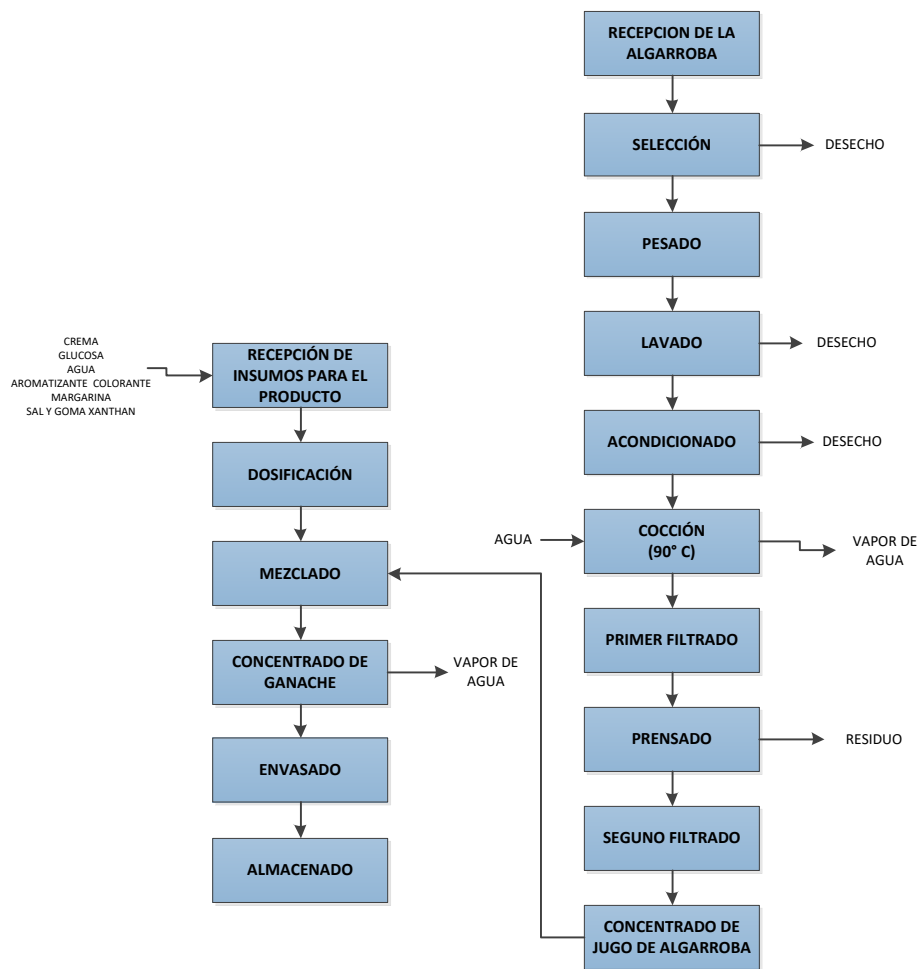
Insumos Alimentarios

Ingredientes	Estado	Procedencia	Marca
Agua	Líquido	Bolivia	----
Esencia de chocolate	Líquido	Bolivia	Ingredientes Esenciales
Glucosa	Líquido	Bolivia	---
Crema de leche	Líquido	Bolivia	PIL-Tarija
Colorante artificial	Líquido	Argentina	Fleibor
Margarina	Sólido	Bolivia	Regia
Crema vegetal	Líquido	Italia	Decor UP

Fuente: Elaboración propia

3.4 Diagrama de bloques del proceso para la elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba

En la figura 3.5, se muestra el diagrama de bloques modificado para la elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.5 Proceso de elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba

3.4.1 Descripción del diagrama de bloques para elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba

El proceso de elaboración para el ganache tipo chocolate a partir de algarroba se detalla a continuación:

3.4.1.1 Recepción

La materia prima (algarroba) utilizada en la elaboración del producto es proveniente de la zona del Valle y San Jacinto del departamento de Tarija.

3.4.1.2 Selección

Proceso que permite eliminar partículas extrañas (orgánicas e inorgánicas), para obtener las vainas con características organolépticas aceptables.

3.4.1.3 Pesado

El pesado de la algarroba se realiza para determinar el rendimiento final del proceso.

3.4.1.4 Lavado

En esta etapa se procede a lavar las vainas con agua potable. Esto con la finalidad de eliminar las impurezas adheridas en la superficie, como ser polvo, tierra, y otras partículas extrañas.

3.4.1.5 Acondicionamiento

Se realiza el partido de las vainas de forma manual. La finalidad de esta etapa es darle mayor área de transferencia al proceso de lixiviación. Es decir, a la extracción de la materia soluble de una mezcla mediante la acción de un disolvente líquido.

3.4.1.6 Cocción

La cocción de las vainas de algarroba se realiza por medio de agua caliente a una temperatura aproximada de 90° C para extraer los azúcares. El tiempo de cocción depende de la cantidad de la materia prima a ser utilizada.

3.4.1.7 Primer filtrado

Se hace el primer filtrado después de la cocción. Esto se realiza con el fin de separar las vainas partidas para que sean prensadas. Este filtrado se realiza por medio de un colador, y así se obtiene un jugo libre de impurezas.

3.4.1.8 Prensado

Se realiza el prensado de las vainas partidas por medio de una tela de ceda de forma manual para poder extraer mayor cantidad de jugo, y así aumentar el rendimiento del proceso.

3.4.1.9 Segundo filtrado

El segundo filtrado se lo realiza al jugo obtenido en la primera filtración más el jugo del prensado, con el fin de eliminar algunas impurezas que pudiese tener.

3.4.1.10 Concentrado del jugo de algarroba

En esta etapa se realiza la concentración de los azúcares provenientes de la algarroba. Para lo cual se lleva a cabo mediante una agitación constante y control de temperatura, con el fin de evitar que se queme tales azúcares y así obtener la algarrobina.

3.4.1.11 Recepción de insumos para el producto (ganache)

En esta etapa se realiza la recepción de los demás componentes del producto (ganache), de manera inocuo y garantizada para su uso posterior.

3.4.1.12 Dosificación

Se realiza la dosificación adecuada de materia prima (algarrobina) e insumos necesarios como ser: margarina, glucosa, esencias, colorante, crema, agua, sal y goma xanthan, para obtener un producto aceptable para el consumidor.

3.4.1.13 Mezclado

Se realiza el mezclado de los componentes previamente dosificados de manera gradual (algarrobina e insumos), con el fin de obtener el producto con todas las características deseadas.

3.4.1.14 Concentrado de ganache

La concentración se lleva a cabo paralelamente con un mezclado constante y una temperatura de 80 a 90° C en baño María, hasta obtener la consistencia deseada.

3.4.1.15 Envasado

Terminada la concentración, se pasa a envasar en caliente y en envases esterilizados para evitar la contaminación microbiana y de esta manera preservar la vida útil del producto.

3.4.1.16 Almacenado

El producto envasado se pasó rápidamente a refrigeración, para evitar la formación de cristales en la superficie y de esta manera brindar un almacenamiento adecuado al producto.

3.5 Metodología para la obtención de resultados

La metodología para la obtención de resultados para el trabajo de investigación se detalla a continuación:

3.5.1 Análisis de la materia prima

Para realizar el análisis de la materia prima, se consideran tres aspectos importantes como: físico, fisicoquímico y microbiológicos de la algarroba.

3.5.1.2 Análisis físico de la algarroba “*Prosopis Alba Griseb*”.

Los parámetros a considerar para realizar el análisis físico se detallan en el siguiente cuadro 3.1.

Cuadro 3.1

Análisis físico de la algarroba

Parámetro	Unidades
Peso	(g)
Diámetro	(cm)
Altura	(cm)
Ancho	(cm)
Porción comestible	(g)
Porción no comestible	(g)

Fuente: Elaboración propia

3.5.1.3 Análisis fisicoquímico de la algarroba

Los datos del análisis fisicoquímico de la algarroba se obtienen del Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID), laboratorio dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, los parámetros tomados en cuenta se muestran en la tabla 3.5.

Tabla 3.5

Análisis fisicoquímico de la algarroba

Parámetros	Métodos	Unidades
Humedad	NB 103-75	(%)
Proteínas	NB 028-88	(%)
Fibra	Manual CEANID	(%)
Materia grasa	NB 466-81	(%)
Cenizas	-----	(%)
Hidratos de carbono	Cálculo	(%)
Azúcares totales	NB 38033:06	(%)
Valor energético	Cálculo	Kca/100g
Calcio	Absorción atómica	mg/100 g
Fosforo	SM 4500-P-D	mg/100 g
Magnesio	SM 3500 –Mg B	mg/100 g
Potasio total	Absorción atómica	mg/100 g

Fuente: CEANID, 2019

3.5.1.4 Análisis microbiológico de la algarroba

Los datos del análisis microbiológico de la algarroba se obtienen del Laboratorio CEANID (Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo) dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, los parámetros analizados se muestran en la tabla 3.6.

Tabla 3.6

Análisis microbiológico de la algarroba

Parámetros	Métodos	Unidades
Coliformes fecales	NB 32005:02	UFC/g
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g

Fuente: CEANID, 2019

3.5.2 Análisis de la algarrobina

Para realizar análisis de la algarrobina, se considera una característica importante como ser, su composición fisicoquímica.

3.5.2.1 Análisis fisicoquímico de la algarrobina

El análisis fisicoquímico de la algarrobina se realiza en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID) dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, y en el laboratorio de aguas, suelos, alimentos y Monitoreo (RIMH), las mismas se detallan en la tabla 3.7.

Tabla 3.7*Análisis fisicoquímico de la algarrobina*

Parámetros	Métodos	Unidades
Humedad	NB 103-75	(%)
Proteínas	NB 028-88	(%)
Fibra	Manual CEANID	(%)
Materia grasa	NB 466-81	(%)
Cenizas	-----	(%)
Hidratos de carbono	Cálculo	(%)
Valor energético	Cálculo	Kcal/100g
Azucares totales	NB 38033:06	(%)
Calcio	Absorción atómica	mg/100 g
Magnesio	SM 3500 –Mg B	mg/100 g
Potasio total	Absorción atómica	mg/100 g

Fuente: CEANID Y RIMH, 2019

3.6 Análisis organoléptico de las muestras preliminares

El análisis sensorial es el examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos humanos. Dicho de otro modo, es la evaluación de la apariencia, olor, aroma, textura y sabor de un alimento o materia prima. Este tipo de análisis comprende un conjunto de técnicas para la medida precisa de las respuestas humanas a los alimentos y minimiza los potenciales efectos de desviación que la identidad de la marca y otras informaciones pueden ejercer sobre el juicio del consumidor. Es decir, intenta aislar las propiedades sensoriales u organolépticas de los alimentos o productos en sí mismos y aporta información muy útil para su desarrollo o mejora, para la comunidad científica del área de alimentos y para los directivos de empresas (García, 2007).

Anteriormente, el análisis sensorial se consideraba como un método marginal para la medición de la calidad de los alimentos. Sin embargo, su desarrollo histórico ha permitido que en la actualidad la aplicación de este análisis en la industria alimentaria sea reconocida como una de las formas más importantes de asegurar la aceptación del producto por parte del consumidor (García, 2007).

Tabla 3.8

Evaluación Sensorial

Evaluación Sensorial	Grupos O Muestras	Atributos	Jueces	Test
Muestras preliminares 1	“GC1, GC2 y GC3”	Color, olor, sabor, textura y apariencia	25 jueces no entrenados	Test 1
Muestras preliminares 2	“CV1, CV2 y CV3”			Test 2
Muestras ideales 1	“GC2 y GC3”			Test 3
Muestras ideales 2	“CV2 y CV3”			Test 4
Muestras seleccionadas	“GC2 y CV3”			Test 5
Muestra ganadora	“GC2”			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.8 se observa las muestras en 5 grupos o test a ser evaluadas con 25 jueces no entrenados elegidos al azar.

3.7 Caracterización de las variables de proceso de elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba

Para realizar la caracterización de las variables del proceso de elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba, se toma en cuenta los siguientes aspectos:

La tabla 3.9, muestra la matriz del diseño experimental a ser aplicado en la etapa de concentrado de ganache, conformado por tres variables: Cantidad de algarrobina, temperatura y cantidad de crema.

Tabla 3.9

Diseño factorial de la matriz de variables para la etapa de concentrado de ganache

Combinación de tratamientos	Factores			Interacciones				Total	
	X	Y	Z	XY	XZ	YZ	XY Z	Y _i	Y _i
(1)	-	-	-	+	+	+	-	Y ₁	Y ₁
a	+	-	-	-	-	+	+	Y ₂	Y ₂
b	-	+	-	-	+	-	+	Y ₃	Y ₃
ab	+	+	-	+	-	-	-	Y ₄	Y ₄
c	-	-	+	+	-	-	+	Y ₅	Y ₅
ac	+	-	+	-	+	-	-	Y ₆	Y ₆
bc	-	+	+	-	-	+	-	Y ₇	Y ₇
abc	+	+	+	+	+	+	+	Y ₈	Y ₈

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Y_i= Viscosidad = Variable respuesta

En la tabla 3.10, se muestran los niveles de variación de los factores (nivel superior y nivel inferior), a ser aplicado en la etapa de concentración, conformado por tres variables: temperatura, cantidad de algarrobina y cantidad de crema.

Tabla 3.10

Niveles de variación de los factores en la concentración

Variables		Nivel Superior	Nivel Inferior
Cantidad de algarrobina	(A)	16% (-)	13% (+)
Temperatura	(B)	90°C (-)	80°C (+)
Cantidad de crema	(C)	60% (-)	55% (+)

Fuente: Elaboración propia

3.8 Análisis del producto terminado

En el análisis del producto, se toma en cuenta el análisis organoléptico, análisis fisicoquímico y microbiológico.

3.8.1 Análisis organoléptico del producto terminado

En la evaluación sensorial del producto terminado, se toma en cuenta los atributos color, olor, sabor, apariencia y textura, se realiza mediante un panel de 25 jueces no entrenados y un test de escala hedónica.

Rango de puntuación

- 1) Me disgusta mucho
- 2) Me disgusta moderadamente
- 3) Me disgusta ligeramente
- 4) Ni me gusta ni me disgusta
- 5) Me gusta ligeramente
- 6) Me gusta moderadamente
- 7) Me gusta mucho

3.8.2 Análisis fisicoquímico del producto terminado

Los datos del análisis fisicoquímico del producto terminado, se obtiene del Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), laboratorio dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho; donde los parámetros controlados se detallan en la tabla 3.11.

Tabla 3.11*Análisis fisicoquímico del producto terminado*

Parámetros	Métodos	Unidades
Humedad	NB 103-75	(%)
Proteínas	NB 028-88	(%)
Fibra	Manual CEANID	(%)
Azúcares totales	Cálculo	(%)
Materia grasa	NB 466-81	(%)
Cenizas	-----	(%)
Azucars totales	NB 38033:06	(%)
Valor energético	Cálculo	Kcal/100g
Calcio	Absorción atómica	mg/100 g
Magnesio	SM 3500 –Mg B	mg/100 g
Potasio total	Absorción atómica	mg/100 g

Fuente: CEANID, 2019

3.8.3 Análisis microbiológico del producto terminado

El análisis microbiológico del producto terminado (tabla 3.12), se realiza en el Laboratorio CEANID (Centro de Análisis Investigación y Desarrollo); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, para determinar los coliformes fecales y coliformes totales.

Tabla 3.12*Análisis microbiológico del producto terminado*

Parámetros	Métodos	Unidades
Coliformes fecales	NB 32005:02	UFC/g
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV
CÁLCULOS Y RESULTADOS

4.1 Análisis de la materia prima

El análisis de la materia prima se realiza tomando en cuenta las propiedades físicas, fisicoquímicas y microbiológicas de la algarroba.

4.1.1 Análisis físicos de la algarroba

Los resultados obtenidos del análisis físico de la algarroba proveniente del Valle de Tarija (municipio de Uriondo), se muestran en la tabla 4.1. El análisis se realiza con 25 muestras de vainas de algarroba en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A); de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

Tabla 4.1

Análisis físico de la algarroba

Muestra	Peso (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	P.C. (g)	P.N.C. (g)
1	6,92	19,90	1,39	0,50	6,86	0,06
2	8,17	19,51	1,47	0,73	8,12	0,05
3	4,95	17,49	1,19	0,53	4,91	0,04
4	5,42	16,50	1,18	0,64	5,32	0,10
5	5,95	18,32	1,18	0,51	5,90	0,05
6	7,67	21,50	1,32	0,47	7,59	0,08
7	8,03	23,20	1,27	0,60	7,98	0,05
8	7,06	20,40	1,22	0,51	6,96	0,10
9	6,45	19,80	1,17	0,63	6,38	0,07
10	5,35	16,60	1,19	0,55	5,28	0,07
11	6,91	19,60	1,30	0,75	6,80	0,11
12	8,64	24,80	1,16	0,64	8,53	0,11
13	6,35	18,20	1,16	0,61	6,27	0,08
14	11,78	22,70	1,68	0,77	11,73	0,05
15	6,52	19,70	1,27	0,61	6,46	0,06
16	6,97	20,40	1,19	0,62	6,90	0,07
17	8,47	23,20	1,45	0,59	8,39	0,08
18	8,14	19,30	1,39	0,57	8,07	0,07
19	6,59	22,20	1,33	0,59	6,48	0,11
20	8,35	20,40	1,42	0,59	8,29	0,06
21	5,79	19,10	1,23	0,57	5,69	0,10
22	6,83	18,40	1,34	0,71	6,73	0,10
23	5,70	16,60	1,25	0,62	5,63	0,07
24	5,50	16,50	1,16	0,66	5,41	0,09
25	6,33	19,60	1,30	0,59	6,23	0,10
Total	174,84	493,92	32,21	15,16	172,91	1,93
Promedio	6,99	19,76	1,29	0,61	6,92	0,08

Fuente: Elaboración propia

Donde:

P.C= Porción comestible

P.N.C= Porción no comestible

En la tabla 4.1, se puede observar las características físicas de la algarroba que tienen un valor promedio de: peso 6,99 g; largo 19,76 cm; ancho 1,29 cm; alto 0,61 cm; P.C. 6,92 g y P.N.C 0,08 g. en muestra de 25 vainas de algarroba.

4.1.2 Análisis fisicoquímico de la algarroba

Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la algarroba, se muestran en la tabla 4.2. El análisis fue realizado en 100 gramos de muestras de algarroba en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID) dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 4.2

Análisis fisicoquímico de la algarroba

Parámetros	Valor	Unidades
Humedad	7,07	(%)
Proteína total Nx6,25	8,91	(%)
Fibra	12,90	(%)
Materia grasa	1,80	(%)
Cenizas	2,95	(%)
Hidratos de carbono	66,37	(%)
Valor energético	317,32	Kcal/100g
Azúcares totales	35,61	(%)
Calcio	147,00	mg/100 g
Fosforo	105,00	mg/100 g
Magnesio	50,80	mg/100 g
Potasio total	666,00	mg/100 g

Fuente: CEANID, 2019

En la tabla 4.2, se puede observar que la algarroba contiene: humedad 7,07%; proteína 8,91%; fibra 12,90%; grasa 1,80%; cenizas 2,95%; hidratos de carbono 66,37%; valor

energético 317 kcal/100g; azúcares totales 35,61%; calcio 147 mg/100g; fósforo 105 mg/100g; magnesio 50,8 mg/100g; potasio total 666mg/100g.

4.1.3 Análisis microbiológicos de la algarroba

Los resultados obtenidos del análisis microbiológico de la algarroba, se muestran en la tabla 4.3. El análisis fue realizado en 100 gramos de muestras de algarroba en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID) dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 4.3

Análisis microbiológico de la algarroba

Parámetros	Valor	Unidades
Coliformes fecales	$< 1,0 \times 10^1$ (*)	UFC/g
Coliformes totales	$< 1,0 \times 10^1$ (*)	UFC/g

Fuente: CEANID, 2019

Como se puede observar en la tabla 4.3 se muestran los resultados del análisis microbiológico de la algarroba, los resultados indican que para coliformes fecales contiene $< 1,0 \times 10^1$ UFC/g y para coliformes totales $< 1,0 \times 10^1$, por lo tanto no existe un valor considerable de carga microbiana en la materia prima que pueda perjudicar el proceso.

4.2 Análisis de la algarrobina

El análisis de algarrobina, se consideró un aspecto importante como: fisicoquímico de la algarrobina.

4.2.1 Análisis fisicoquímicos de la algarrobina

El resultado del análisis fisicoquímico de la algarrobina se obtiene del Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID) dependiente de la Universidad

Autónoma Juan Misael Saracho, y del Laboratorio de Aguas, Suelos, Alimentos y Monitoreo (RIMH), las mismas se detallan en la tabla 4.4.

Tabla 4.4

Análisis fisicoquímico de la algarrobina

Parámetros	Valor	Unidades
Humedad	61,81	(%)
Proteínas	4,46	(%)
Fibra	n.d.	(%)
Materia grasa	0,52	(%)
Cenizas	4,36	(%)
Hidratos de carbono	28,85	(%)
Valor energético	269,76	Kcal/100g
Azúcares totales	51,00	(%)
Calcio	10000,00	mg/100 g
Magnesio	1990,00	mg/100 g
Potasio total	900,00	mg/100 g

Fuente: CEANID Y RIMH, 2019

En la tabla 4.4 se muestra los resultados del análisis fisicoquímico de la algarrobina con valores de: humedad 61,81%; proteínas 4,46%; fibra n.d; grasa 0,52%; ceniza 4,36%; hidratos de carbono 28,85%; valor energético 269,85%; azúcares totales 51%; calcio 10000 mg/100g; magnesio 1990 mg/100g y potasio 900 mg/100g.

4.3 Caracterización de las variables de proceso de elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba

Para realizar la caracterización de las variables del proceso de elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba, se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

4.3.1 Variación de dosificación porcentual en el ganache tipo chocolate para el primer grupo

En la tabla 4.5 se muestra la variación de crema vegetal y crema de leche para la elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba en el primer grupo (test 1) con un total de tres muestras.

Tabla 4.5

Variación de dosificación porcentual de crema vegetal y crema de leche en el ganache tipo chocolate para el primer grupo

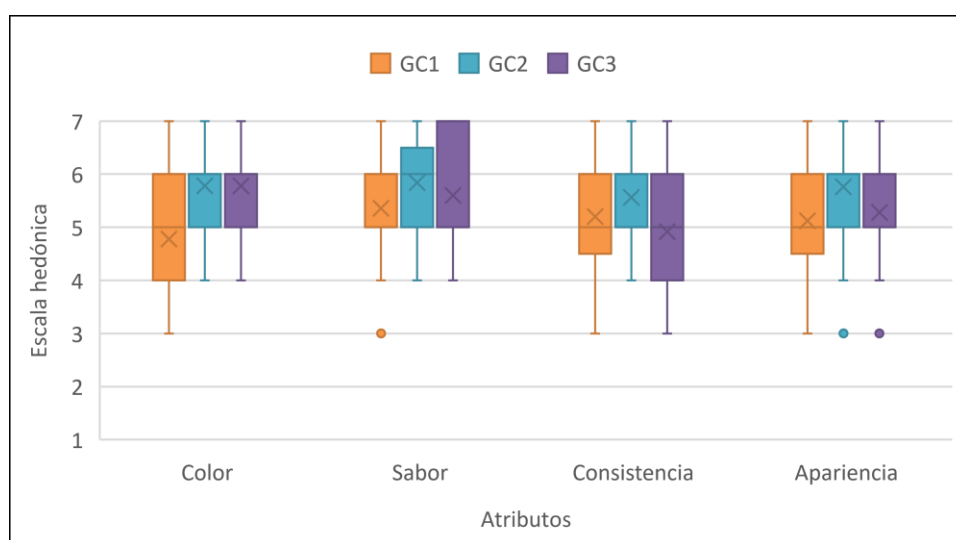
Muestras	Crema de leche (%)	Crema vegetal (%)	Insumos (%)
GC1	60	0	40
GC2	42	18	
GC3	36	24	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos establecidos en la tabla 4.5 se procede a realizar una evaluación sensorial utilizando un test de escala hedónica; con veinticinco jueces escogidos al azar para evaluar los atributos de: color, olor, sabor, consistencia y apariencia, con una escala hedónica de 1 a 7 puntos.

4.3.1.1 Diagrama caja y bigote en la formulación del ganache tipo chocolate para el primer grupo

En la figura 4.1 se muestra los resultados del diagrama de caja y bigote para la formulación del ganache tipo chocolate del primer grupo, tomando en cuenta los atributos de: color, olor, sabor, consistencia y apariencia de las muestras evaluadas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.1 Diagrama caja y bigote en la formulación del ganache tipo chocolate para el primer grupo

Según la figura 4.1, observamos que la mediana de puntuaciones con mayor relevancia es de 6 en el atributo sabor de la muestra GC2 en comparación a las demás muestras. Por lo tanto, indica que el 50% de los jueces que evaluaron dieron una puntuación de 6 o menos; seguida de la muestra GC3 del mismo atributo con una mediana de 5, que indica que el 50% de los jueces que evaluaron dieron una puntuación de 5 o menos.

4.3.1.2 Estadístico Tukey en la formulación de ganache tipo chocolate del primer grupo para el atributo color

En la tabla 4.6 se muestran los resultados del estadístico de Tukey para el atributo color.

Tabla 4.6

Prueba de Tukey para el atributo color del primer grupo

Tratamientos	Análisis de valor			Efectos
GC3-GC1	1,60	>	0,62	Si hay diferencia
GC3-GC2	0,12	<	0,62	No hay diferencia
GC2-GC1	1,48	>	0,62	Si hay diferencia

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.6 se observa que existe evidencia estadística entre los tratamientos GC3-GC1 y GC2-GC1, que tienen significancia. Sin embargo, para los tratamientos GC3-GC2 no existe diferencia significativa para $p < 0,05$.

Se considera como mejor opción en cuanto a color del primer grupo a la muestra GC3, que tiene mayor puntuación según preferencia de los jueces.

4.3.2 Variación de dosificación porcentual en el ganache tipo chocolate para el segundo grupo

En la tabla 4.7 se muestra la variación de crema vegetal y crema de leche para la elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba en el segundo grupo (test 2) con un total de tres muestras.

Tabla 4.7

Variación de dosificación porcentual en el ganache tipo chocolate para el segundo grupo

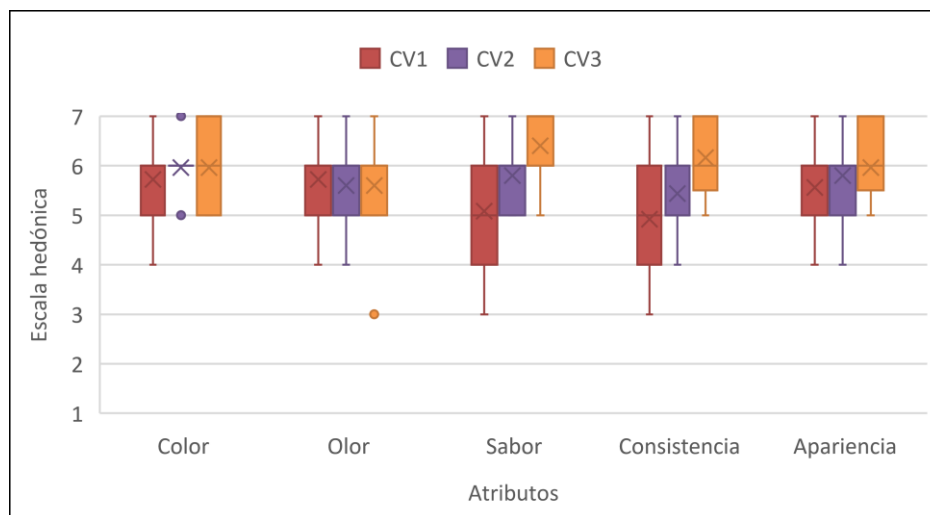
Muestras	Crema de leche (%)	Crema vegetal (%)	Insumos (%)
CV1	0	60	40
CV2	21	39	
CV3	30	30	

Fuente: Elaboración propia

Según datos establecidos que se observan en la tabla 4.7, se procede a realizar una evaluación sensorial utilizando un test de escala hedónica con veinticinco jueces escogidos al azar, para la evaluación de: color, olor, sabor, consistencia y apariencia.

4.3.2.1 Diagrama caja y bigote en la formulación del ganache tipo chocolate para el segundo grupo

La figura 4.2 muestra los resultados evaluados por los jueces en el diagrama de caja y bigote en la formulación para el ganache tipo chocolate del segundo grupo para los atributos de: color, olor, sabor, consistencia y apariencia de las muestras evaluadas, con una escala hedónica de 1 a 7 puntos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.2 Diagrama caja y bigote en la formulación del ganache tipo chocolate para el segundo grupo

Como se puede observar en la figura 4.2, vemos que la muestra CV3 del atributo sabor tiene una mediana de puntuaciones mayor en relación a las demás muestras de 7; por lo tanto, indica que el 50% de los jueces que evaluaron dieron una puntuación de 7 o menos; seguida por la muestra CV2 del mismo atributo con una mediana de 6, indica que el 50% de los jueces que evaluaron dieron una puntuación de 6 o menos.

4.3.2.2 Estadístico Tukey en la formulación de ganache tipo chocolate del segundo grupo para el atributo sabor

En la tabla 4.8, se muestran los resultados del estadístico de Tukey para el atributo sabor.

Tabla 4.8

Prueba de Tukey para el atributo sabor del segundo grupo

Tratamientos	Análisis de valor			Efectos
CV3-CV1	1,32	>	0,58	Si hay diferencia
CV3-CV2	0,60	>	0,58	Si hay diferencia
CV2-CV1	0,72	>	0,58	Si hay diferencia

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 4.8 se observa que existe evidencia estadística entre los tratamientos CV3-CV1, CV3-CV2 y CV2-CV1, que son significativos para $p < 0,05$.

La mejor opción en cuanto a sabor del segundo grupo es la muestra CV3 con mayor puntuación según preferencia de los jueces.

4.3.2.3 Estadístico Tukey en la formulación de ganache tipo chocolate del segundo grupo para el atributo consistencia

En la tabla 4.9, se muestran los resultados del estadístico de Tukey para el atributo consistencia.

Tabla 4.9***Prueba de Tukey para el atributo consistencia del segundo grupo***

Tratamientos	Análisis de valor			Efectos
CV3-CV1	1,26	>	0,86	Si hay diferencia
CV3-CV2	0,72	<	0,86	No hay diferencia
CV2-CV1	0,52	<	0,86	No hay diferencia

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.9 observamos que existe evidencia estadística entre los tratamientos CV3-CV1, que son significativos y no así para las muestras CV3-CV2 y CV2-CV1, que no tienen diferencia significativa para $p < 0,05$.

De acuerdo a la mayor puntuación según preferencia de los jueces, se tomó como mejor opción en cuanto a consistencia del segundo grupo a la muestra CV3

4.3.3 Muestras elegidas para el tercer grupo

En la tabla 4.10 se observa las muestras elegidas según los jueces formados por las muestras ganadoras del primer grupo (test 1): GC2 Y GC3 que conforman el tercer grupo (test 3).

Tabla 4.10***Muestras elegidas para el tercer grupo***

Muestras	Crema de leche (%)	Crema vegetal (%)	Insumos (%)
GC2	42	18	40
GC3	36	24	

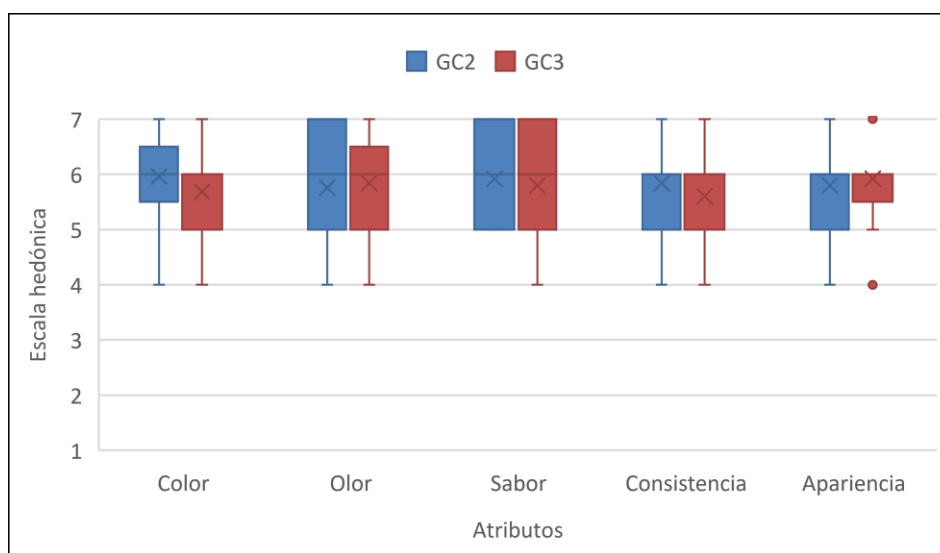
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos establecidos que se observan en la tabla 4.10 se procede a realizar una evaluación sensorial utilizando un test de escala hedónica; con veinticinco

jueces escogidos al azar que evaluaron los atributos de: color, olor, sabor, consistencia y apariencia.

4.3.3.1 Diagrama caja y bigote de las muestras elegidas para el tercer grupo

En la figura 4.3 se muestra los resultados del diagrama de caja y bigote para las muestras elegidas del tercer grupo para los atributos de: color, olor, sabor, consistencia y apariencia de las muestras evaluadas, con una escala hedónica de 1 a 7 puntos.



Fuente: Elaboración propia

Figura: 4.3 Diagrama caja y bigote de las muestras elegidas para el tercer grupo

En la figura 4.3, observamos que la muestra GC2 del atributo color tiene una mediana de puntuaciones mayor de 6 en relación a las demás muestras; por lo tanto, indica que el 50% de los jueces que evaluaron dieron una puntuación de 6 o menos, seguida por la muestra GC3 del mismo atributo con una mediana de 6, que indica que el 50% de los jueces que evaluaron dieron una puntuación de 6 o menos.

4.3.4 Muestras elegidas para el cuarto grupo

En la tabla 4.11 se observa las muestras elegidas según los jueces formados por las muestras ganadoras del segundo grupo (test 2): CV2 y CV3 para integrar el cuarto grupo (test 4).

Tabla 4.11*Muestras elegidas para el cuarto grupo*

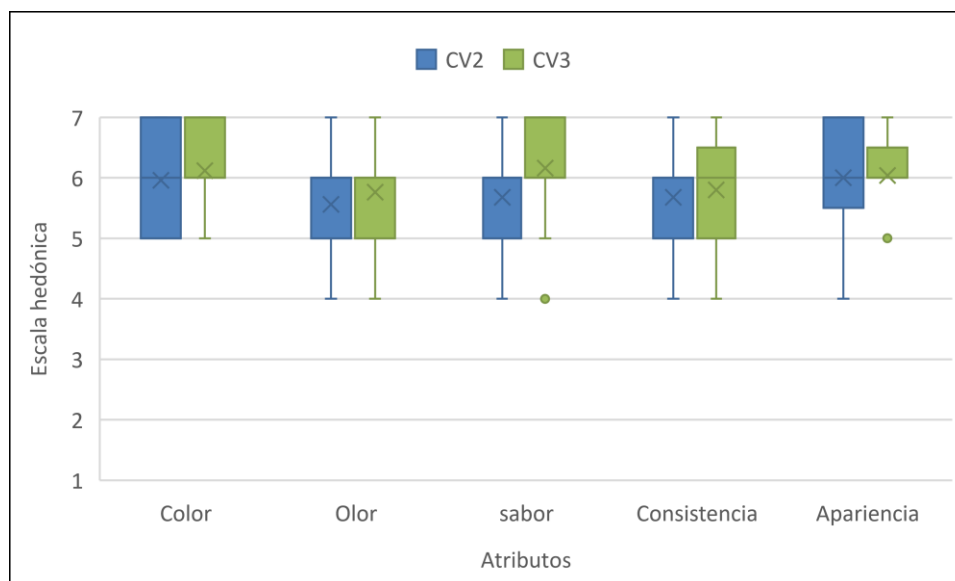
Muestras	Crema de leche (%)	Crema vegetal (%)	Insumos (%)
CV2	21	39	40
CV3	30	30	

Fuente: Elaboración propia

Según los datos establecidos que se observan en la tabla 4.11 se procedió a realizar una evaluación sensorial utilizando un test de escala hedónica; con veinticinco jueces escogidos al azar que evaluaron los atributos de: color, olor, sabor, consistencia y apariencia.

4.3.4.1 Diagrama caja y bigote de las muestras elegidas para el cuarto grupo

En la figura 4.4 se muestra los resultados del diagrama de caja y bigote de las muestras elegidas para el cuarto grupo para los atributos de: color, olor, sabor, consistencia y apariencia de las muestras evaluadas, con una escala hedónica de 1 a 7 puntos.



Fuente: Elaboración propia

Figura: 4.4 Diagrama caja y bigote de las muestras elegidas para el cuarto grupo

En la figura 4.4 se observa que la muestra con mayor relevancia del cuarto grupo es la CV3 con una mediana de puntuaciones de 6 del atributo sabor, por lo tanto, indica que el 50% de los jueces que evaluaron dieron una puntuación de 6 o menos, seguida por la muestra CV2 del mismo atributo con una mediana de 6, que indica que el 50% de los jueces que evaluaron dieron una puntuación de 6 o menos.

4.3.4.2 Estadístico Tukey para las muestras elegidas del cuarto grupo para el atributo sabor

En la tabla 4.12, se muestran los resultados del estadístico de Tukey para el atributo sabor.

Tabla 4.12

Prueba de Tukey para el atributo sabor del cuarto grupo

Tratamientos	Análisis de valor			Efectos
CV3-CV2	0.48	>	0,41	Si hay diferencia

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.12 se observa que existe evidencia estadística entre los tratamientos CV3-CV2, que son significativos para $p < 0,05$. La mejor opción en cuanto a sabor del cuarto grupo es la muestra CV3 con mayor puntuación según preferencia de los jueces.

4.3.5 Muestras elegidas para el quinto grupo

En la tabla 4.13 se observa las muestras ganadoras según evaluación del tercer y cuarto grupo (test 3 y tes4) por jueces elegidos al azar, en el cual las muestras ganadoras fueron GC2 del test 3 y CV3 del test 4, para el quinto grupo (test 5) con un total de dos muestras.

Tabla 4.13*Muestras elegidas para el quinto grupo*

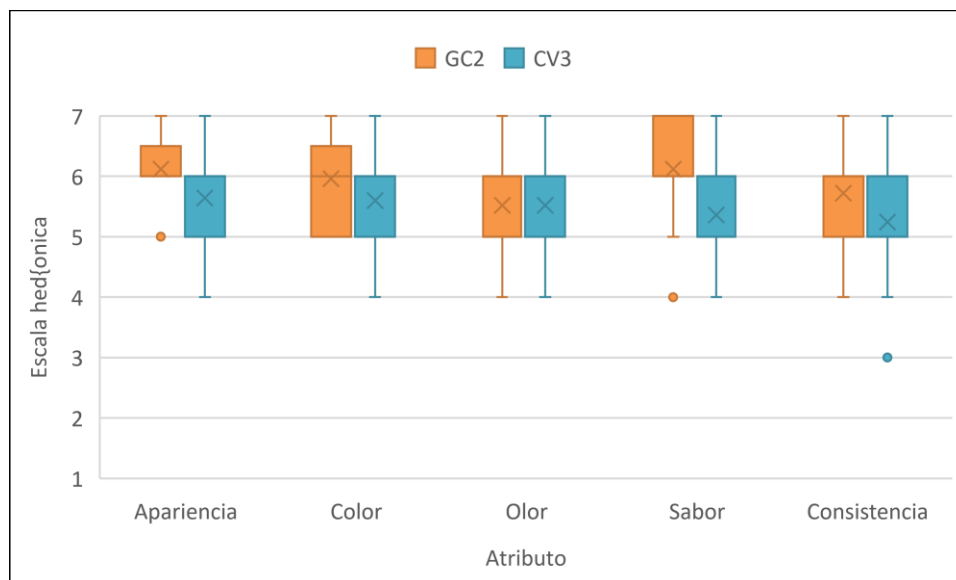
Muestras	Crema de leche (%)	Crema vegetal (%)	Insumos (%)
CV3	30	30	40
GC2	42	18	

Fuente: Elaboración propia

Según datos establecidos que se observan en la tabla 4.13 se procede a realizar una evaluación sensorial utilizando un test de escala hedónica; con veinticinco jueces escogidos al azar que evaluaron los atributos de: color, olor, sabor, consistencia y apariencia.

4.3.5.1 Diagrama caja y bigote de las muestras elegidas para el quinto grupo

En la figura 4.5 se muestra los resultados del diagrama de caja y bigote de las muestras elegidas para el quinto grupo para los atributos de: color, olor, sabor, consistencia y apariencia de las muestras evaluadas, con una escala hedónica de 1 a 7 puntos.



Fuente: Elaboración propia

Figura: 4.5 Diagrama caja y bigote de las muestras elegidas para el quinto grupo

En la figura 4.5, observamos que las muestras GC2 del atributo sabor y apariencia tienen una misma mediana mayor de 6 en relación a las demás muestras; por lo tanto, indica que el 50% de los jueces que evaluaron dieron una puntuación de 6 o menos, sin embargo, también se tiene a la muestra CV3 del atributo apariencia con una mediana de 6, en la cual indica que el 50 % de los jueces que evaluaron dieron una puntuación de 6 o menos.

4.3.5.2 Estadístico Tukey de las muestras elegidas para el quinto grupo para el atributo apariencia

En la tabla 4.14, se muestran los resultados del estadístico de Tukey para el atributo apariencia.

Tabla 4.14

Prueba de Tukey para el atributo apariencia del quinto grupo

Tratamientos	Análisis de valor			Efectos
GC2-CV3	0.48	>	0,38	Si hay diferencia

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.14 se observa que existe evidencia estadística entre los tratamientos GC2-CV3, que son significativos para $p < 0,05$. Se considera como mejor opción en cuanto a apariencia del quinto grupo a la muestra GC2 con mayor puntuación según preferencia de los jueces.

4.3.5.3 Estadístico Tukey de las muestras ganadoras para el quinto grupo para el atributo olor

En la tabla 4.15, se muestran los resultados del estadístico de Tukey para el atributo olor.

Tabla 4.15*Prueba de Tukey para el atributo olor del quinto grupo*

Tratamientos	Análisis de valor			Efectos
GC2-CV3	0.76	>	0,40	Si hay diferencia

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.15 se observa que existe evidencia estadística entre los tratamientos GC2-CV3, que son significativos para $p < 0,05$. Se toma como mejor opción en cuanto a olor del quinto grupo a la muestra GC2 con mayor puntuación según preferencia de los jueces.

4.3.5.4 Estadístico Tukey de las muestras ganadoras para el quinto grupo para el atributo consistencia

En la tabla 4.16, se muestran los resultados del estadístico de Tukey para el atributo consistencia.

Tabla 4.16*Prueba de Tukey para el atributo consistencia del quinto grupo*

Tratamientos	Análisis de valor			Efectos
GC2-CV3	0.48	>	0,40	Si hay diferencia

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.16 se observa que existe evidencia estadística entre los tratamientos GC2-CV3, que son significativos para $p < 0,05$. Se toma como mejor opción en cuanto a consistencia del quinto grupo a la muestra GC2 con mayor puntuación según preferencia de los jueces.

Se tiene como producto final a la GC2 como muestra ganadora.

4.4 Análisis de la variable respuesta del diseño experimental para la elaboración del ganache tipo chocolate en la etapa de concentrado de ganache de la muestra ganadora

Para la determinación de la variable respuesta se tomó como parámetro a la viscosidad en la etapa de concentración final de la muestra ganadora; para lo cual se realizó las mediciones en el Laboratorio de Operaciones Unitarias dependiente del Departamento de Procesos Industriales Biotecnológicos y Ambientales de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho; según variación de factores establecidos: cantidad de algarrobina (%), temperatura (°C) y cantidad de crema (%), con un diseño factorial de 2^3 .

Tabla 4.17

Variación de los factores de las muestras del diseño factorial (2^3) de la muestra ganadora

Muestras	Cantidad de crema (%)	Temperatura (°C)	Cantidad de algarrobina (%)
GD1	60	90	16
GD2	55	90	16
GD3	60	80	16
GD4	55	80	16
GD5	60	90	13
GD6	55	90	13
GD7	60	80	13
GD8	55	80	13

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4,17 se muestra la variación de los factores de las muestras del diseño factorial (2^3) de la muestra ganadora.

4.4.1 Análisis de varianza (ANOVA) de la muestra ganadora para el diseño 2³ en la etapa de concentrado de ganche

En la tabla 4.18 se muestra el análisis de varianza realizada con los datos de viscosidad expresada en mPas con dos replicas obtenidas en el LOU.

Tabla 4.18

Análisis de varianza (ANOVA) en el producto final para el diseño 2³

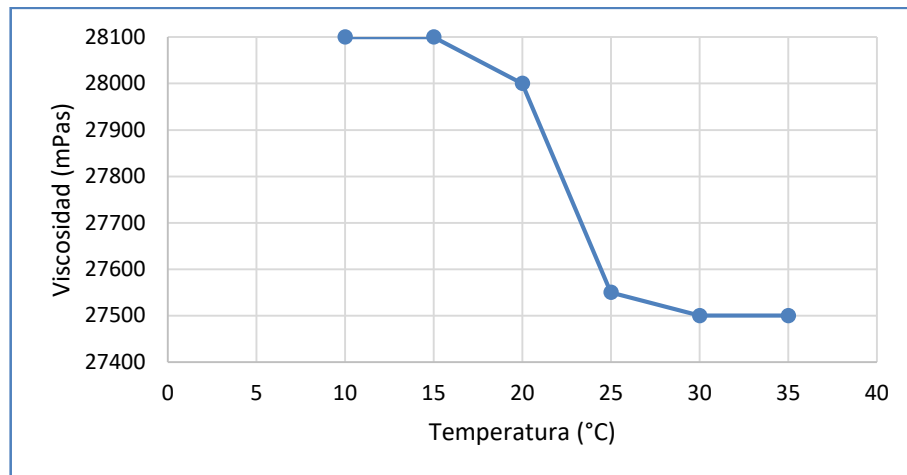
Fuente de Variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrado medio (CM)	F cal	F tab
A	1146,67	1	1146,67	$5,73 \times 10^{-3}$	5,32
B	35,61	1	35,61	$1,78 \times 10^{-4}$	5,32
C	1321,48	1	1321,48	$6,61 \times 10^{-3}$	5,32
AB	110,88	1	110,88	$5,54 \times 10^{-4}$	5,32
AC	0,18	1	0,18	$8,99 \times 10^{-7}$	5,32
BC	138,30	1	138,30	$6,91 \times 10^{-4}$	5,32
ABC	156,00	1	156,00	$7,79 \times 10^{-4}$	5,32
Error	200024,28	8		---	---
Total	202933,40	15	---	---	---

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.18 vemos que para todos los casos de variación $F_{cal} < F_{tab}$. Por lo tanto, cualquier combinación de las variables elegidas no tendrán significancia en la etapa de concentración final, para los límites de confianza de 95%.

4.4.2 Análisis de viscosidad para la muestra GD1

En la se figura 4.6 se muestra la medición de la viscosidad de la muestra GD1 a diferentes valores de temperatura. Se utiliza el usillo R7 para mediciones de viscosidades altas.



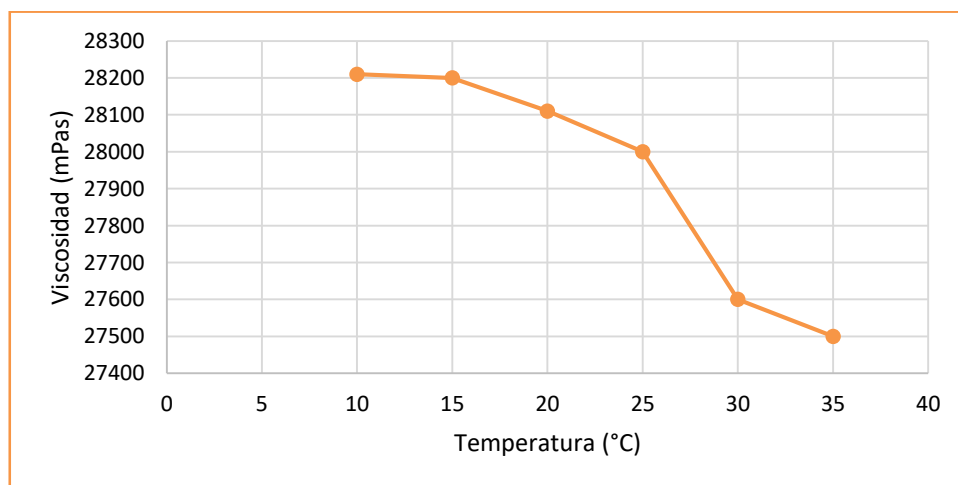
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.6 Viscosidad versus temperatura para la muestra GD1

En la figura 4.6, se observa que a medida que se eleva la temperatura, la viscosidad va disminuyendo, debido a un cambio de tamaño en las moléculas provocando mayor fluidez del ganache.

4.4.3 Análisis de viscosidad para la muestra GD2

En la se figura 4.7 se muestra la medición de la viscosidad de la muestra GD2 a diferentes valores de temperatura. Se utiliza el usillo R7 para mediciones de viscosidades altas.



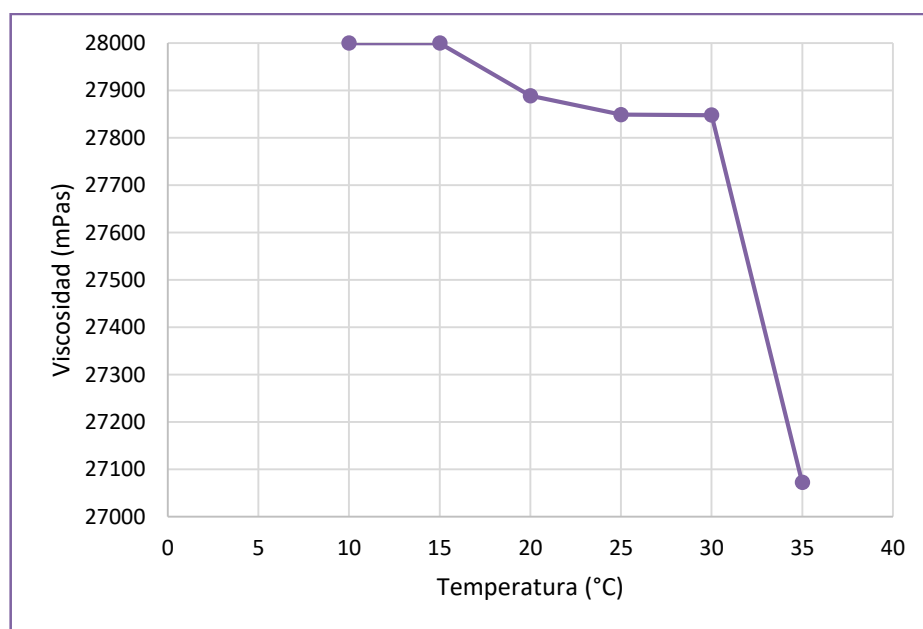
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.7 Viscosidad versus temperatura para la muestra GD2

En la figura 4.7, se observa que a medida que se va elevando la temperatura, la viscosidad va disminuyendo, debido a un cambio de tamaño en las moléculas provocando mayor fluidez del producto. También observamos que la muestra GD2 tiene una cantidad menor de crema con relación a la muestra GD1, lo cual nos indica que, a menor cantidad de crema, mayor es la viscosidad en la medición inicial.

4.4.4 Análisis de viscosidad para la muestra GD3

En la se figura 4.8 se muestra la medición de la viscosidad de la muestra GD3 a diferentes valores de temperatura. Se utiliza el usillo R7 para mediciones de viscosidades altas.



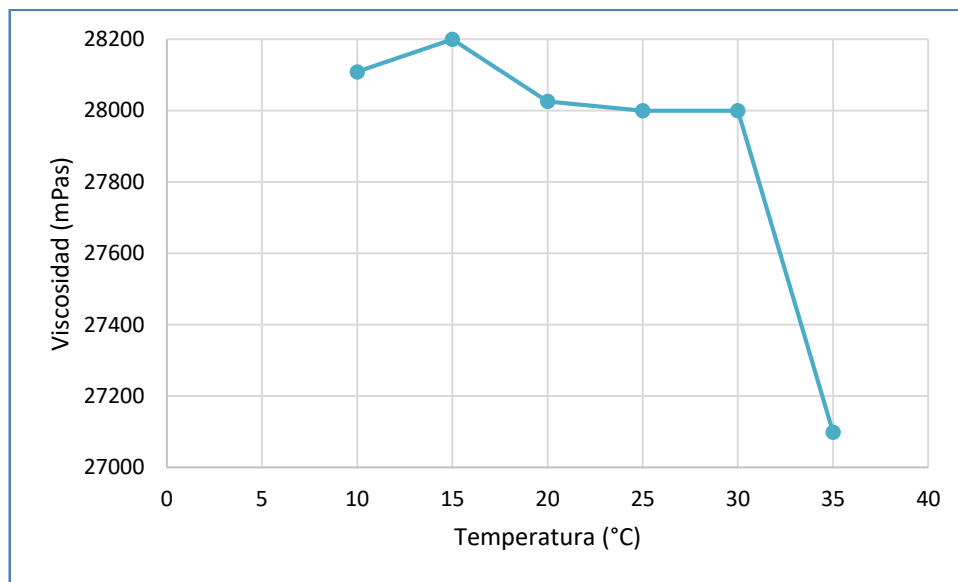
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.8 Viscosidad versus temperatura para la muestra GD3

Según la figura 4.8, se observa que a medida que se va aumentando la temperatura, la viscosidad va disminuyendo, debido a un cambio de tamaño en las moléculas provocando mayor fluidez del ganache.

4.4.5 Análisis de viscosidad para la muestra GD4

En la se figura 4.9 se muestra la medición de la viscosidad de la muestra GD4 a diferentes valores de temperatura. Se utiliza el usillo R7 para mediciones de viscosidades altas.



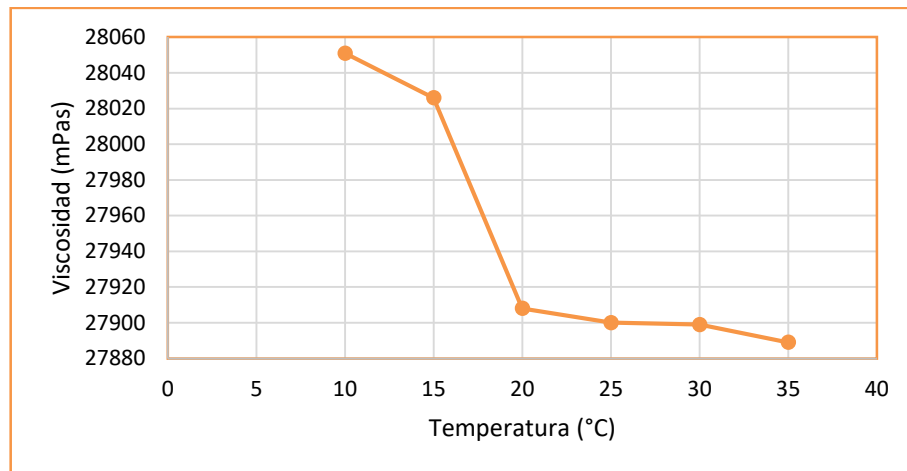
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.9 Viscosidad versus temperatura para la muestra GD4

En la figura 4.9, se observa que a medida que se va elevando la temperatura, la viscosidad va disminuyendo, debido a un cambio de tamaño en las moléculas provocando mayor fluidez del producto. También observamos que la muestra GD4 con relación a la muestra GD3, debido a su variación de cantidad de crema no muestra una diferencia considerable en los resultados de viscosidad.

4.4.6 Análisis de viscosidad para la muestra GD5

En la se figura 4.10 se muestra la medición de la viscosidad de la muestra GD5 a diferentes valores de temperatura. Se utiliza el usillo R7 para mediciones de viscosidades altas.



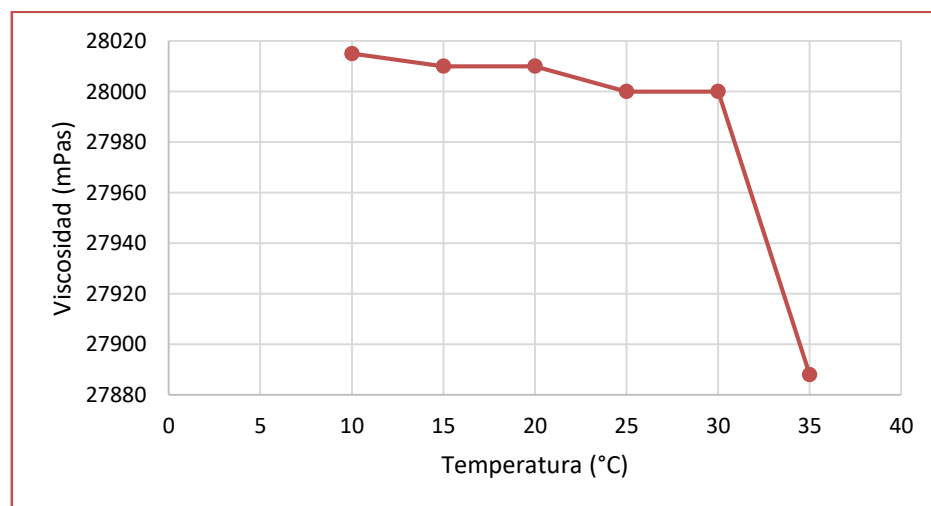
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.10 Viscosidad versus temperatura para la muestra GD5

En la figura 4.10, se observa que a medida que se va elevando la temperatura, la viscosidad va disminuyendo, debido a un cambio de tamaño en las moléculas provocando mayor fluidez del ganache.

4.4.7 Análisis de viscosidad para la muestra GD6

En la se figura 4.11 se muestra la medición de la viscosidad de la muestra GD6 a diferentes valores de temperatura. Se utiliza el usillo R7 para mediciones de viscosidades altas.



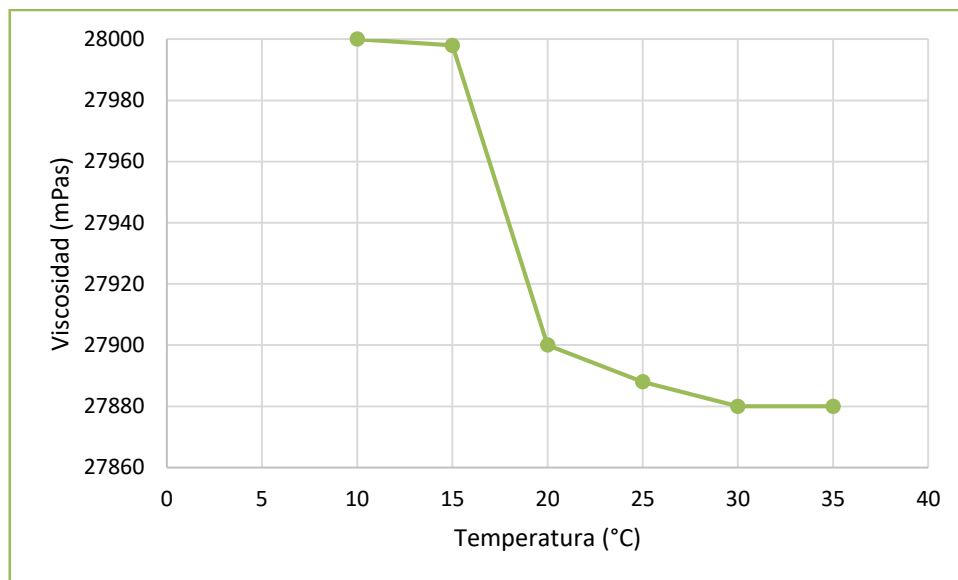
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.11 Viscosidad versus temperatura para la muestra GD6

En la figura 4.11, se observa que a medida que se va elevando la temperatura, la viscosidad va disminuyendo, debido a un cambio de tamaño en las moléculas provocando mayor fluidez del producto. También se observa que en un mismo porcentaje de algarrobina y una variación de crema las muestras GD6 y GD5 no tienen una variación considerable en cuanto a los resultados de la viscosidad.

4.4.8 Análisis de viscosidad para la muestra GD7

En la se figura 4.12 se muestra la medición de la viscosidad de la muestra GD7 a diferentes valores de temperatura. Se utiliza el usillo R7 para mediciones de viscosidades altas.



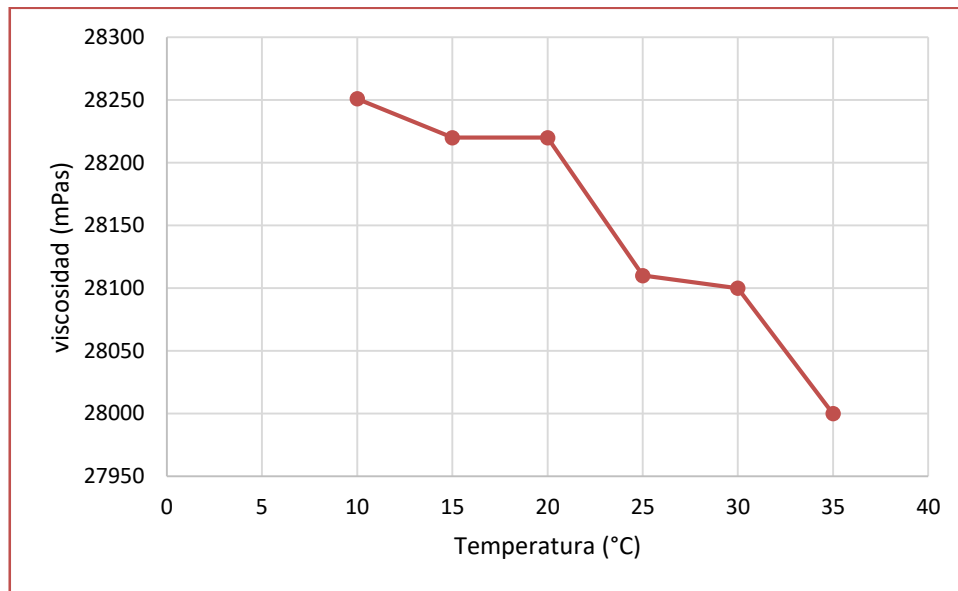
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.12 Viscosidad versus temperatura para la muestra GD7

En la figura 4.12, se observa que a medida que se va elevando la temperatura, la viscosidad va disminuyendo, debido a un cambio de tamaño en las moléculas provocando mayor fluidez del ganache.

4.4.9 Análisis de viscosidad para la muestra GD8

En la se figura 4.13 se muestra la medición de la viscosidad de la muestra GD8 a diferentes valores de temperatura. Se utiliza el usillo R7 para mediciones de viscosidades altas.



Fuente: Elaboración propia

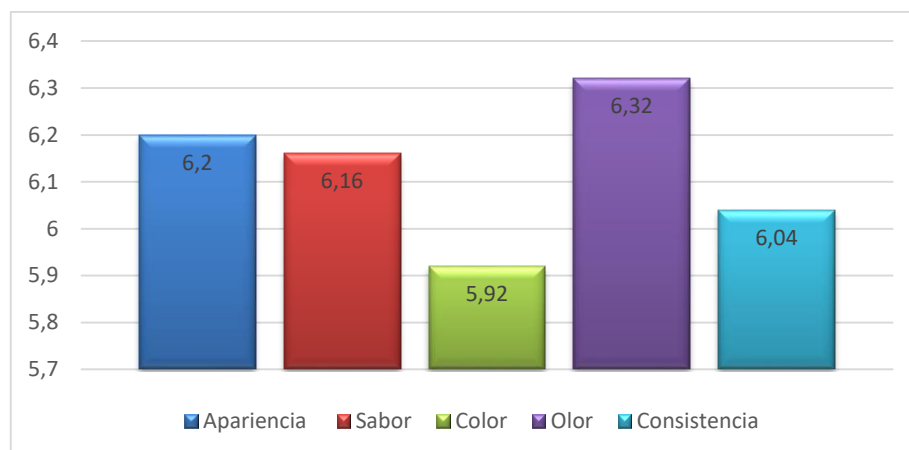
Figura 4.13 Viscosidad versus temperatura para la muestra GD8

En la figura 4.13, se observa que a medida que vamos elevando la temperatura, la viscosidad va disminuyendo, debido a un cambio de tamaño en las moléculas provocando mayor fluidez del producto. También se observa que la muestra GD8 con una menor cantidad de crema en relación a la muestra GD7, tiene una viscosidad mayor por influencia de la temperatura de proceso.

4.5 Análisis organoléptico del producto terminado

Se realizó la evaluación sensorial (tests6) del producto terminado, tomando en cuenta los atributos: color, olor, sabor, apariencia y consistencia, con una escala hedónica de 1 a 7 puntos. Esto se realizó mediante un panel de 25 jueces no entrenados.

En la figura 4.14 se muestra los resultados evaluados por los jueces en el diagrama de barras del producto terminado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.14 Diagrama de barras del producto terminado

En la figura 4.14, observamos que el atributo olor tiene una media mayor en la relación a los demás atributos con 6,32; luego esta apariencia con 6,2; sabor 6,16; consistencia 6,04 y color con 5,92.

4.6 Análisis fisicoquímico del producto terminado

Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del ganache tipo chocolate a partir de algarroba, se muestran en la tabla 4.19. El análisis se realiza en 100 gramos de muestras de algarroba en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID) dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 4.19

Análisis fisicoquímico del producto terminado

Parámetros	Valor	Unidades
Humedad	13,64	(%)
Proteína total Nx6,25	2,36	(%)
Fibra	n.d.	(%)
Materia grasa	34,14	(%)
Cenizas	1,18	(%)
Hidratos de carbono	48,63	(%)
Valor energético	511,22	Kcal/100g
Azúcares totales	26,48	(%)
Calcio	56,10	mg/100 g
Magnesio	11,70	mg/100 g
Potasio total	383,50	mg/100 g

Fuente: CEANID, 2020

En la tabla 4.19, se puede observar que el ganache tipo chocolate a partir de algarroba contiene: humedad 13,64%; proteína 2,36%; azúcares totales 26,48%; grasa 34,14%; cenizas 1,18%; hidratos de carbono 48,63%; valor energético 511,22 kcal/100g; calcio 56,1 mg/100g; magnesio 11,7 mg/100g; potasio total 383,5 mg/100g.

4.7 Análisis microbiológico del producto terminado

En la tabla 4.20 se muestran los resultados obtenidos del análisis microbiológico del ganache tipo chocolate a partir de algarroba. El análisis fue realizado en 100 gramos de muestras de algarroba en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID) dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 4.20

Análisis microbiológico del producto terminado

Parámetros	Valor	Unidades
Coliformes fecales	$< 1,0 \times 10^1$ (*)	UFC/g
Coliformes totales	$< 1,0 \times 10^1$ (*)	UFC/g

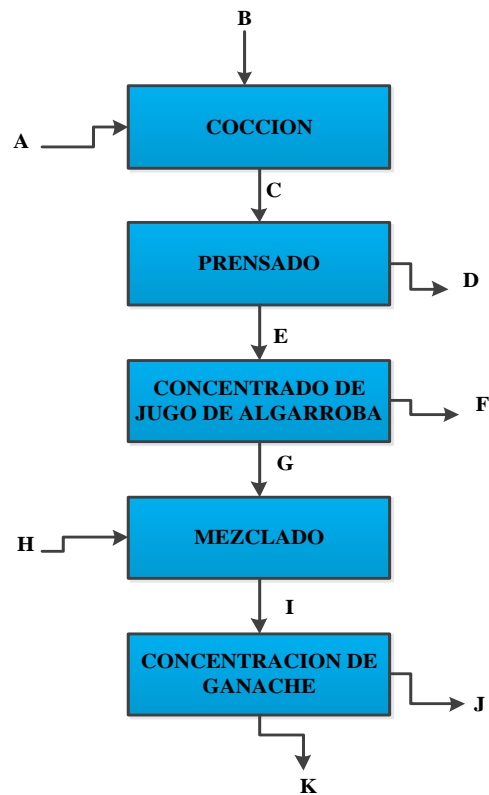
Fuente: CEANID, 2020

Como se puede observar en la tabla 4.20 se muestran los resultados del análisis microbiológico del ganache tipo chocolate a partir de algarroba, en lo cual indica que para coliformes fecales contiene $< 1,0 \times 10^1$ UFC/g y para coliformes totales $< 1,0 \times 10^1$, por lo tanto no existe un valor considerable de carga microbiana en el producto que pueda perjudicar al consumidor.

4.8 Balance de materia para el proceso de elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba

El balance de materia para el proceso de elaboración de ganache tipo chocolate, fue realizado en base a los datos medidos durante el proceso.

En la figura 4,15 se muestra el diagrama de bloques establecido para el balance de materia para la elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.15 Diagrama de bloques para el balance de materia del proceso de elaboración de ganache tipo chocolate

Donde:

A= Materia prima (algarroba)

B= Cantidad de agua agregada

C= Algarroba cocida más agua

D= Cantidad de residuo

E= Jugo de algarroba

F= Cantidad de agua evaporada

G= Cantidad de algarrobina

H= Cantidad de insumos agregados

I= Cantidad de algarrobina más insumos

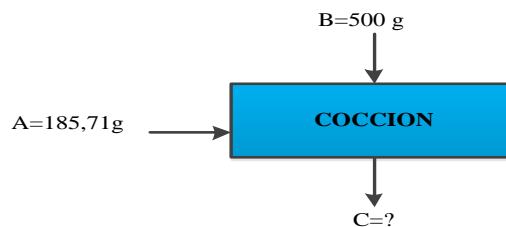
J= Cantidad de vapor de agua

K= Cantidad de ganache tipo chocolate

Nota: todos los datos estarán expresados en gramos (g).

4.8.1 Balance de materia en la etapa de cocción de la algarroba

El bloque que representa a la etapa de cocción de la algarroba, se muestra en la figura 4.16; en la cual se inició con una cantidad de 185,71 g de materia prima (algarroba).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.16 Etapa de cocción de la algarroba

Balance global en la etapa de cocción de materia prima:

$$A + B = C \quad \text{Ec. 4.1}$$

De la ecuación 4.1 se obtiene:

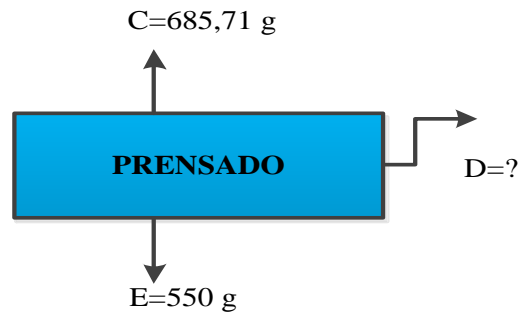
$$C = A + B$$

$$C = 185,71 \text{ g} + 500 \text{ g}$$

$$C = 685,71 \text{ g de cantidad de algarroba más agua}$$

4.8.2 Balance de materia en la etapa de prensado

En la figura 4.17 se muestra el bloque que representa a la etapa de prensado de la algarroba más agua, en la cual se tiene el valor determinado en la anterior etapa de 685,71 g y para el jugo de algarroba se tiene un valor de 550g según medición.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.17 Etapa de prensado

Balance global para la etapa de prensado:

$$C = E + D \quad \text{Ec. 4.2}$$

Despejando D de la ecuación 4.2 para determinar el valor de residuo:

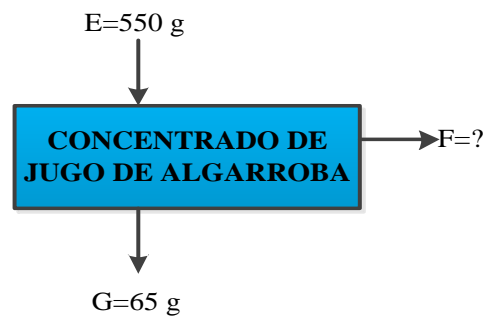
$$D = C - E$$

$$D = 685,71 \text{ g} - 550 \text{ g}$$

$$D = 135,71 \text{ g de residuo}$$

4.8.3 Balance de materia en la etapa de concentrado del jugo de algarroba

En la figura 4.18 se muestra el bloque de la etapa de concentrado del jugo de algarroba, en el cual se tiene el valor medido de 550 g y el valor de la algarrobina de 65 g, para determinación de la cantidad de agua evaporada durante la etapa de concentración.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.18 Etapa de concentrado de jugo de algarroba

El balance global para esta etapa de concentración es el siguiente:

$$E = F + G \quad \text{Ec. 4.3}$$

Despejando de la ecuación 4.3, F, tenemos:

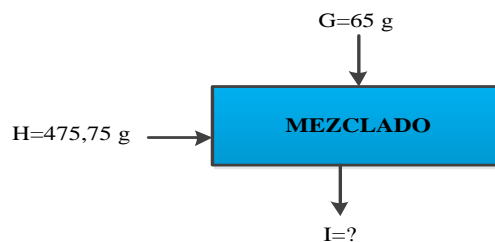
$$F = E - G$$

$$F = 550 \text{ g} - 65 \text{ g}$$

$$F = 485 \text{ g de agua evaporada}$$

4.8.4 Balance de materia en la etapa de mezclado de algarrobina más insumos

El bloque de la etapa de mezclado de algarrobina más insumos, se muestra en la figura 4.19, en el cual se tiene un valor total de insumos de 475,75 g para determinación del total mezclado.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.19 Etapa de mezclado

El balance global para esta etapa de mezclado se muestra a continuación:

$$H + G = I \quad \text{Ec. 4.4}$$

De la ecuación 4.4, tenemos:

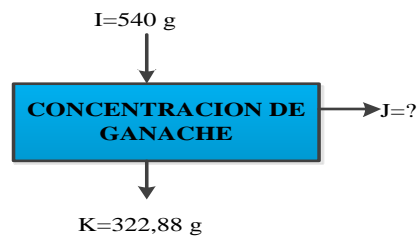
$$I = H + G$$

$$I = 475,75 \text{ g} + 65 \text{ g}$$

$$I = 540,75 \text{ g de mezcla total}$$

4.8.5 Balance de materia en la etapa de concentrado de ganache

El bloque de la etapa de mezclado de concentrado de ganache, se muestra en la figura 4.20, en el cual se tiene la cantidad de 322,88 g de ganache, para la determinación de la cantidad de vapor de agua.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.20 Etapa de concentrado de ganache

El balance global para esta etapa de concentrado de ganache es el siguiente:

$$I = J + K \quad \text{Ec. 4.5}$$

Despejando J de la ecuación 4.5, tenemos:

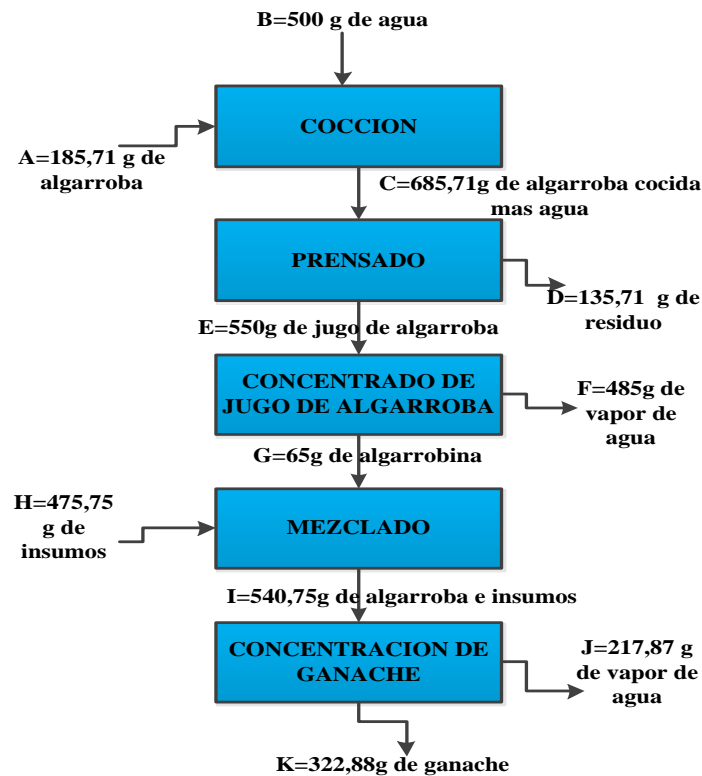
$$J = I - K$$

$$J = 540,75 \text{ g} - 322,88 \text{ g}$$

$$J = 217,87 \text{ g de agua evaporada}$$

4.8.6 Resumen general del balance de materia en el proceso de elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba

En la figura 4.21 se muestra el resumen general del balance de materia en el proceso de elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba para obtener 322,88 g de producto a partir de 185,71 g de algarroba



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.21 Resumen general del balance de materia en el proceso de elaboración de ganache tipo chocolate

4.8.7 Rendimiento de la materia prima (algarroba) en la obtención de algarrobina

El rendimiento de la materia prima en la obtención de algarrobina se determina a partir de la cantidad inicial de algarroba en función a la cantidad de algarrobina obtenida, según la ecuación 4.6.

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{\text{cantidad de algarrobina (g)}}{\text{cantidad de algarroba (g)}} * 100 \quad \text{Ec. 4.6}$$

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{65\text{g}}{185,71\text{ g}} * 100$$

$$\% \text{Rendimiento} = 35 \%$$

4.8.8 Rendimiento en el proceso de elaboración de ganache tipo chocolate

El rendimiento en el proceso de elaboración de ganache tipo chocolate se determina a partir del producto obtenido en función a la materia prima e insumos, según la ecuación 4.7

$$\%Rendimiento\ del\ proceso = \frac{cantidad\ de\ ganache\ obtenido\ (g)}{cantidad\ de\ materia\ prima\ e\ insumos\ (g)} * 100 \quad Ec.4.7$$

$$\%Rendimiento\ del\ proceso = \frac{322,88\ g}{185,71\ g + 475,5\ g} * 100$$

$$\%Rendimiento\ del\ proceso = 48,83\ \%$$

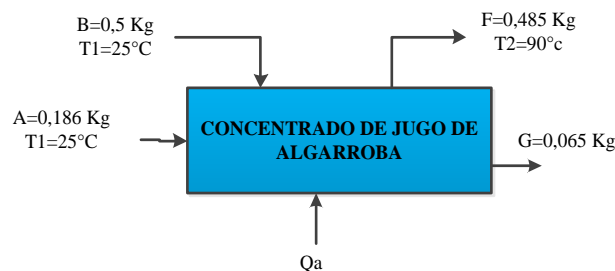
4.9 Balance de energía para el proceso de elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba

Para la realización del balance de energía se toma en cuenta dos etapas con gasto energético:

4.9.1 Balance de energía en la etapa de concentrado de jugo de algarroba

El balance de energía en la etapa de concentrado de jugo de algarroba se realizó tomando en cuenta las temperaturas de inicio y fin y las cantidades de masa obtenidas en el balance de materia.

En la figura 4,22 se muestra el balance de energía en la etapa de concentrado de jugo de algarroba con una temperatura de inicio de 25°C y una final de 90°C.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.22 Balance de energía en la etapa de concentrado de jugo de algarroba

Para la determinación de la cantidad de energía necesaria, se considera las ecuaciones (Valiente,1994):

$$Q_G = -Q_C \quad \text{Ec. 4.8}$$

$$Q_G = M * C_p * (T_2 - T_1) \quad \text{Ec. 4.9}$$

$$Q_C = M * C_p * (T_2 - T_1) + M_v * \lambda \quad \text{Ec. 4.10}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 \dots Q_n \quad \text{Ec. 4.11}$$

Según la ecuación 4.11 tenemos:

$$Q_T = Q_{\text{olla}} + Q_{\text{algarroba}} + Q_{\text{agua}} + M_v * \lambda$$

Determinación de calor necesario para la olla de acero inoxidable:

Según la ecuación 4.9 tenemos Q de la olla de acero inoxidable

$$Q_{\text{olla}} = M_{\text{olla}} * C_{p_{\text{olla}}} * (T_2 - T_1)$$

Donde:

Q_{olla} =Calor requerido para la olla

M_{olla} = Masa de la olla

$C_{p_{\text{olla}}}$ = Calor específico de la olla

T₂= Temperatura final

T₁= Temperatura inicial

Datos:

$M_{\text{olla}} = 0,520 \text{ Kg}$

$C_{p_{\text{olla}}} = 0,12 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C}$

$$T_2 = 90 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_1 = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Remplazando tenemos:

$$Q_{\text{olla}} = 0,520 \text{ Kg} * 0,12 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} \text{ } ^\circ\text{C} * (90 \text{ } ^\circ\text{C} - 25 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$Q_{\text{olla}} = 4,056 \text{ Kcal}$$

Determinación de calor para la algarroba:

$$Q_{\text{algarroba}} = M_{\text{algarroba}} * C_{p_{\text{algarroba}}} * (T_2 - T_1)$$

Para determinar el Cp de la algarroba se toma en cuenta la siguiente ecuación:

$$C_{p_{\text{algarroba}}} = m_a C_a + m_c C_c + m_p C_p + m_g C_g + m_z C_z \quad \text{Ec.4.12}$$

Donde:

m_a = Fracción de masa de agua

m_c = Fracción de masa de carbohidratos

m_p = Fracción de masa de proteína

m_g = Fracción de masa de grasa

m_z = Fracción de masa de ceniza

C_a = Calor específico del agua

C_c = Calor específico de carbohidratos

C_p = Calor específico de proteínas

C_g = Calor específico de grasa

C_z = Calor específico de ceniza

Los datos de los calores específicos se muestran en la tabla 4.21.

Tabla 4.21

Calores específicos

Componente	Unidades	Calor específico 1	Calor específico 2	Promedio calor específico
Agua	KJ / Kg°C	4,18	4,18	4,18
Carbohidrato	KJ / Kg°C	1,40	1,22	1,31
Proteína	KJ / Kg°C	1,60	1,90	1,75
Grasa	KJ / Kg°C	1,70	1,90	1,80
Ceniza	KJ / Kg°C	0,80	-	0,80

Fuente: Rahman, 1993

Los datos de la fracción másica de los componentes de la algarroba se detallan en el cuadro 4.1, según análisis obtenidos de CEANID.

Cuadro 4.1

Fracción másica de los componentes de la algarroba

Componente	Fracción másica
Agua	0,071
Carbohidrato	0,664
Proteína	0,089
Grasa	0,018
Ceniza	0,029

Fuente: Elaboración propia

Según la ecuación 4.12 tenemos:

$$C_{p_{\text{algarroba}}} = 0,071 * 4,18 \text{KJ} / \text{Kg}^\circ\text{C} + 0,664 * 1,31 \text{KJ} / \text{Kg}^\circ\text{C} + 0,089 * 1,75 \text{KJ} / \text{Kg}^\circ\text{C} + 0,018 * 1,8 \text{KJ} / \text{Kg}^\circ\text{C} + 0,029 * 0,8 \text{KJ} / \text{Kg}^\circ\text{C}$$

$$C_{p_{\text{algarroba}}} = 1,377 \text{KJ} / \text{Kg}^\circ\text{C}$$

Reemplazando tenemos:

$$Q_{\text{algarroba}} = 0,186 * 1,377 \text{KJ} / \text{Kg}^\circ\text{C} * (90 - 25)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{algarroba}} = 16,65 \text{ KJ} = 3,982 \text{ Kcal}$$

Determinación de calor para el agua:

$$Q_{\text{agua}} = M_{\text{agua}} * C_{p_{\text{agua}}} * (T_2 - T_1)$$

$$Q_{\text{agua}} = 0,50 \text{ Kg} * 1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} * ^\circ\text{C}} * (90 - 25)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{agua}} = 32,5 \text{ Kcal}$$

Determinación de calor latente para el agua:

$$Q_{L.\text{agua}} = Mv * \lambda$$

$$Q_{L.\text{agua}} = 0,485 \text{ Kg} * 0,58 \text{ Kcal/Kg}$$

$$Q_{L.\text{agua}} = 0,281 \text{ Kcal}$$

Calor total requerido para la etapa de concentración de jugo de algarroba, según la ecuación 4.11:

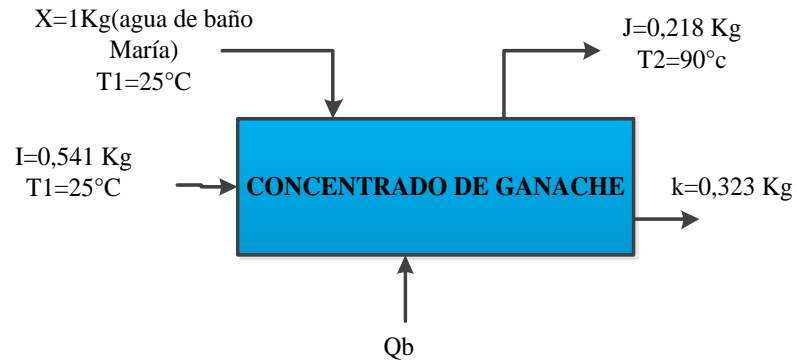
$$Q_T = (4,056 + 3,983 + 32,5 + 0,281) \text{ Kcal}$$

$$Q_T = 40,82 \text{ Kcal para el concentrado de jugo de algarroba}$$

4.9.2 Balance de energía en la etapa de concentrado de ganache

Para la realización del balance de energía en la etapa de concentrado de ganache se tomó en cuenta las temperaturas de inicio y fin y las cantidades de masa obtenidas en el balance de materia.

En la figura 4,23 se muestra el balance de energía en la etapa de concentrado de ganache con una temperatura de inicio de 25°C y una final de 90°C.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.23. Balance de energía en la etapa de concentrado de ganache

Para la determinación de la cantidad de energía necesaria de la etapa de concentrado de ganache se toma en cuenta la ecuación 4.11:

$$Q_T = Q_{\text{olla}} + Q_{\text{ganache}} + Q_{\text{agua}} + Mv * \lambda$$

Determinación de calor necesario para la olla de acero inoxidable:

Según la ecuación 4.9 tenemos Q de la olla de acero inoxidable

$$Q_{\text{olla}} = M_{\text{olla}} * C_{p\text{olla}} * (T_2 - T_1)$$

$$Q_{\text{olla}} = 1,04 \text{ Kg} * 0,12 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} * ^\circ\text{C}} * (90 - 25)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{olla}} = 8.11 \text{ Kcal}$$

Determinación de calor para el ganache:

$$Q_{\text{ganache}} = M_{\text{ganache}} * C_{p\text{ganache}} * (T_2 - T_1)$$

Para determinar el Cp del ganache se toma en cuenta la ecuación 4.11:

$$C_{p\text{algarroba}} = m_a C_a + m_c C_c + m_p C_p + m_g C_g + m_z C_z$$

Los calores específicos se muestran en la tabla 4.22.

Los datos de la fracción másica de los componentes del ganache se detallan en el cuadro 4.2, según análisis obtenidos de CEANID.

Cuadro 4.2

Fracción másica de los componentes del ganache

Componente	Fracción másica
Agua	0,137
Carbohidrato	0,486
Proteína	0,024
Grasa	0,341
Ceniza	0,012

Fuente: Elaboración propia

Según la ecuación 4.12 tenemos:

$$C_{p_{\text{ganache}}} = 0,137 * 4,18 \text{KJ} / \text{Kg}^{\circ}\text{C} + 0,486 * 1,31 \text{KJ} / \text{Kg}^{\circ}\text{C} + 0,024 * 1,75 \text{KJ} / \text{Kg}^{\circ}\text{C} + 0,341 * 1,8 \text{KJ} / \text{Kg}^{\circ}\text{C} + 0,012 * 0,8 \text{KJ} / \text{Kg}^{\circ}\text{C}$$

$$C_{p_{\text{algarroba}}} = 11,873 \text{KJ} / \text{Kg}^{\circ}\text{C}$$

Reemplazando tenemos:

$$Q_{\text{ganache}} = 0,541 * 1,873 \text{KJ} / \text{Kg}^{\circ}\text{C} * (90 - 25)^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\text{algarroba}} = 39,31 \text{KJ} = 9,40 \text{Kcal}$$

Determinación de calor necesario para el agua:

$$Q_{\text{agua}} = M_{\text{agua}} * C_{p_{\text{agua}}} * (T_2 - T_1)$$

$$Q_{\text{agua}} = 1 \text{Kg} * 1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} * ^{\circ}\text{C}} * (90 - 25)^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\text{agua}} = 65 \text{Kcal}$$

Determinación de calor latente para el agua:

$$Q_{L.agua} = Mv * \lambda$$

$$Q_{L.agua} = 0,218 \text{ Kg} * 0,58 \text{ Kcal/Kg}$$

$$Q_{L.agua} = 0,126 \text{ Kcal}$$

Calor total requerido para la etapa de concentración de la algarrobina, según la ecuación 4.11:

$$Q_T = (8,112 + 9,40 + 65 + 0,126) \text{ Kcal}$$

$$Q_T = 82,64 \text{ Kcal para la concentración del ganache}$$

La energía necesaria para el proceso de elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba es la suma de la energía necesaria de la etapa de concentración de jugo de algarroba y del ganache:

$$Q_{\text{Total requerida}} = 40,82 \text{ Kcal} + 82,64 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{Total requerida}} = 123,46 \text{ Kcal para } 322,88 \text{ g de producto}$$

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El presente trabajo de investigación; elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba, llega a las siguientes conclusiones:

- ✓ El análisis físico de la materia prima, con 25 muestras de vainas de algarroba; indican los resultados promedio de: el peso con 6,99 g; el largo con 19,76 cm; el ancho con 1,29 cm; alto con 0,61 cm; la porción comestible con 6,92 g y la porción no comestible con 0,08 g. concluyendo así que la algarroba es un alimento bastante aprovechable por su gran cantidad de porción comestible.
- ✓ La composición fisicoquímica de la materia prima (algarroba) realizado en el laboratorio CEANID, muestra los resultados de: humedad 7,07%; proteína 8,91%; fibra 12,90%; azúcares totales 35,61%; grasa 1,80%; cenizas 2,95%; hidratos de carbono 66,37%; valor energético 317 kcal/100g; azúcares totales 35,61%; calcio 147 mg/100g; fósforo 105 mg/100g; magnesio 50,8 mg/100g y potasio total 666mg/100g. Se demostró de esta manera que la materia prima nos aporta gran cantidad de azúcares aprovechados para la elaboración del ganache tipo chocolate.
- ✓ Los resultados obtenidos del análisis microbiológico de la materia prima, muestra un valor $< 1,0 \times 10^6$ UFC/g en cuanto a coliformes totales y fecales. Por lo tanto, se puede establecer que la materia prima no contiene carga microbiana que afecte al producto obtenido.
- ✓ La composición fisicoquímica de la algarrobina muestra los resultados de: humedad 61,81%; proteínas 4,46%; fibra n.d; grasa 0,52%; ceniza 4,36%; hidratos de carbono 28,85%; valor energético 269,85%; azúcares totales 51%; calcio 10000 mg/100g; magnesio 1990 mg/100g y potasio 900 mg/100g. De tal manera se puede demostrar el contenido considerable de minerales como aporte nutricional de la algarrobina.

- ✓ Se realiza una dosificación adecuada mediante evaluación sensorial de los atributos: color, olor, sabor, apariencia y consistencia, realizada según variabilidad de cantidad de crema de leche y vegetal, con 25 jueces elegidos al azar. Según el diagrama caja y bigote se tiene para el test 1, la mediana con mayor relevancia a la muestra GC2 del atributo sabor con 5,84; para el test 2, a la muestra CV3 del atributo sabor con una mediana de 6,4; para el test 3, a la muestra GC2 del atributo color con una mediana de 5,96; para el test 4, a la CV3 con 6,16 del atributo sabor y para el test 5, a las muestras GC2 del atributo sabor y apariencia con 6,12.

- ✓ Aplicado el diseño factorial 2^3 en la etapa de concentrado de ganache tipo chocolate, con las variables de: Temperatura (A), cantidad de crema (B), cantidad de algarrobina (C) y las interacciones: Temperatura-cantidad de crema (AB), temperatura-cantidad de algarrobina (AC), cantidad de crema-cantidad de algarrobina (BC) y temperatura-cantidad de algarrobina-cantidad de crema (ABC), se puede apreciar que no existe diferencia estadística significativa en relación a la viscosidad del proceso de concentración del producto.

- ✓ En el análisis organoléptico del producto terminado se obtiene los resultados según preferencia de los jueces: el atributo olor con promedio de 6,32; apariencia con 6,2; sabor con 6,16; consistencia con 6,04 y color con 5,92; dando conformidad y aceptabilidad del producto, según puntuación para una escala hedónica de 1 a 7 puntos.

- ✓ Según los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del producto terminado se tiene: humedad 13,64%; proteína 2,36%; azúcares totales 26,48%; grasa 34,14%; cenizas 1,18%; hidratos de carbono 48,63%; valor energético 511,22 kcal/100g; calcio 56,1 mg/100g; magnesio 11,7 mg/100g; potasio total 383,5 mg/100g.

- ✓ De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis microbiológico del producto terminado, vemos que para coliformes fecales contiene $<1,0 \times 10^1$ UFC/g y para coliformes totales $< 1,0 \times 10^1$, por lo tanto no existe un valor considerable de carga microbiana en el producto que pueda perjudicar al consumidor.

- ✓ El rendimiento del proceso de elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba según el balance de materia realizado, es de 48,83 % y con respecto de la algarroba para obtención de algarrobina el rendimiento es de 35%.

- ✓ De acuerdo al balance de energía, se determina que la cantidad de calor necesaria para producir 322,88g de producto es de 123,46 Kcal.

5.2 Recomendaciones

- ✓ Realizar un estudio de pre-factibilidad para la elaboración de ganache tipo chocolate a partir de algarroba, para poder definir su mercado, costos de producción y hacer la comparación y análisis con respecto al cacao.

- ✓ Se recomienda realizar más estudios sobre el fruto del algarrobo y visualizar la posibilidad de su explotación industrial en la elaboración de diferentes productos nutritivos para la población en general; de la misma manera dar una alternativa de producción e ingresos para los productores de la región.

- ✓ Se recomienda realizar análisis sobre los suelos de diferentes áreas de producción de algarrobo, para determinar si existe alguna influencia que podrían tener los suelos sobre la composición nutricional del fruto.

- ✓ Realizar iniciativas para el cultivo de algarrobo, ya que actualmente es una planta que se produce en forma silvestre en lugares cálidos del departamento de Tarija.