

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA



**“ELABORACIÓN DE CAMELOS
DE MIEL DE ABEJA PRODUCIDA EN EL VALLE CENTRAL
DE TARIJA”**

Por:

ABIGAIL KARINA VILLARROEL FERNÁNDEZ

Proyecto de grado, Modalidad “Investigación Aplicada” presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Química.

Julio de 2017

TARIJA-BOLIVIA

RESUMEN

Actualmente, la necesidad de otorgar al consumidor distintas opciones de consumo y la falta de elaboración de subproductos de la materia prima principal Miel de Abeja, cabe pensar en entregar un producto de calidad y que es de gran consumo en la población de Tarija en general, por esta razón se realizó el proyecto de Elaboración de Caramelos de Miel de Abeja Producida en el Valle Central de Tarija.

Las distintas mieles empleadas en el siguiente trabajo fueron recolectadas de las Comunidades colindantes como ser: Sella (Muestra 1), Chocloca (Muestra 2) y Valle de la Concepción (Muestra 3), con las cuales verificando sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de acuerdo a Normas Bolivianas del Sector Miel, se procedió a realizar una sola mezcla uniforme, la que se utilizó para realizar el caramelo (Muestra final), de esta forma se quiso trabajar con distintos tipos de miel y no así con sólo una.

Los factores tomados en cuenta dentro de los análisis fisicoquímicos realizados en Laboratorio "CEANID" fueron; Humedad con 17.9%, Azúcares reductores 69.23%, pH 3.95, Cenizas 0.40%, Densidad relativa 1.42, Contenido de Sacarosa 3.96, Sólidos insolubles 0.27%. Los análisis microbiológicos realizados a la Muestra Final utilizada arrojaron los datos siguientes; Bacterias aerobias mesofilas ufc/g $1,0 \times 10^2$, Coliformes totales ufc/g <10 (*), Mohos y levaduras ufc/g <10 (*), Salmonella P/A/25 g Ausencia.

Con los cuales se verificaron la calidad de la miel de abeja empleada durante el proceso.

Para el diseño experimental de elaboración de caramelos duros, se planteó un diseño factorial de 2^3 de dos niveles y tres variables, con dosificaciones principales de variación de Sacarosa y Glucosa, además de Miel de abeja; con términos no variables como un tiempo de cocción de 20 min aproximadamente a temperatura inicial de 45 a 50 °C hasta una temperatura máxima de 150 °C.

Variable respuesta tomada en cuenta cómo % Humedad de 0.81 de acuerdo a Normas consultadas, principalmente por tener una conservación y evitar pegajosidad al producto final.

Realizando el análisis sensorial previamente según modelo Escala Hedónica ejecutado a 9 jueces no entrenados, con aspectos tomados en cuenta como Olor, Color, Sabor y Textura, dando como ganador la muestra denominada muestra 6, con dosificaciones de Sacarosa 86 g, Glucosa 62 g, Miel de abeja 44 g y Agua 8 g.

Se realizó además una comparación del producto obtenido (“Caramelo de Miel de Abeja CMA”), con un producto de gran consumo que se encuentra comercializado dentro del mercado Tarijeño denominado “(LRO)”, realizando análisis fisicoquímicos de acuerdo a Normas en “Laboratorio CEANID” como; Azúcares reductores= (23,43% CMA) (23,92% LRO), Humedad = (0,81% CMA) (0,29% LRO) y Proteínas (0,86% CMA) (1,015% LRO), dando como resultados valores aproximados a los encontrados al producto final elaborado.

Por lo cual se cree que el producto final elaborado es de calidad aceptable y recomendable para su producción y comercialización.

1. ANTECEDENTES

1.1 Historia de la miel de abeja

Los científicos creen que la miel forma parte de la dieta humana desde hace dos o tres millones de años. En los tiempos en que conseguir alimento implicaba riesgo y suerte, descubrir un escondrijo con panales de miel era un regalo. Junto a su notable dulzor, la miel era una comida inigualable en valor energético.

Existen diversas referencias históricas a esta sustancia. Además de las citas bíblicas, muchos otros pueblos, como los antiguos egipcios o los griegos, por ejemplo, se refería a la miel como un producto sagrado, llegando a servir como forma de pagar los impuestos. En excavaciones egipcias con más de 3000 años fueron encontradas muestras de miel perfectamente conservadas en vasijas ligeramente tapadas.

También existen registros prehistóricos en pinturas rupestres de la utilización de la miel. (Apicultura en el mundo, (2009)).

1.2 Historia de los caramelos

Desde la Antigüedad y debido a la necesidad del ser humano de encontrar alimentos ligeros y que proporcionen energía para sus largos viajes ya se hacían dulces a base de sustancias como la miel, el jengibre, el regaliz o la lactosa ya que no se conocía el azúcar como actualmente.

El caramelo se inventó en 1820. Estados Unidos comenzó con la producción industrial de caramelos en 1850, pero hasta 1930 se aplicó en España. A partir de 1960, las nuevas tecnologías se empezaron a imponer en la fabricación.

Los caramelos clásicos son: el chicle, que surge de la costumbre que tenían en la antigüedad de masticar cosas diferentes a los alimentos. Tenía dos propiedades: mayor elasticidad y capacidad para retener el sabor. Esto permitió que salieran al

mercado chicles con distintos sabores. Otro clásico son las pastillas Juanola, creadas por el farmacéutico Manuel Juanola, eran unas pastillas romboides que mezclaban regaliz, mentol y eucalipto para calmar la tos. Los caramelos Solano son otro ejemplo de caramelo clásico, creados con leche y una parte de café, este remedio triunfó entre los acatarrados de Logroño.

Todos estos tipos de caramelos o dulces tienen un distinto sabor y en su mayoría es agradable para el paladar. (Paniagua L. (2006)).

1.3 Identificación del Producto

1.3.1 Caramelos de miel de abeja

Los caramelos duros se elaboran partiendo de una mezcla de azúcar, agua y glucosa. Luego la mezcla se la somete a elevadas temperaturas para su concentración y eliminación de agua. Una vez concentrada la mezcla se agregan colorantes, saborizantes y ácidos para finalmente troquelar, enfriar y envolver el producto. (Calderón, Susana. (2010)).

Los caramelos de miel de abeja son de especial demanda en el mercado medicinal, puesto que las propiedades beneficiosas son considerables. Son exclusivamente utilizados para mejorar malestares que se presentan en las vías respiratorias, debido a su elevado contenido en hidratos de carbono hace que la miel inhiba el crecimiento de microorganismos patógenos, además la presencia de diferentes enzimas en la composición refuerza la actividad antibiótica y activa el sistema inmunitario.

1.4 Tipos de Caramelos y Procesos de Elaboración

1.4.1 Caramelos Duros

Los productos de confitería al ser elaborados a base de azúcar pueden presentarse en diferentes estados: cauchoso, vítreo o cristalino. Los caramelos duros se encuentran

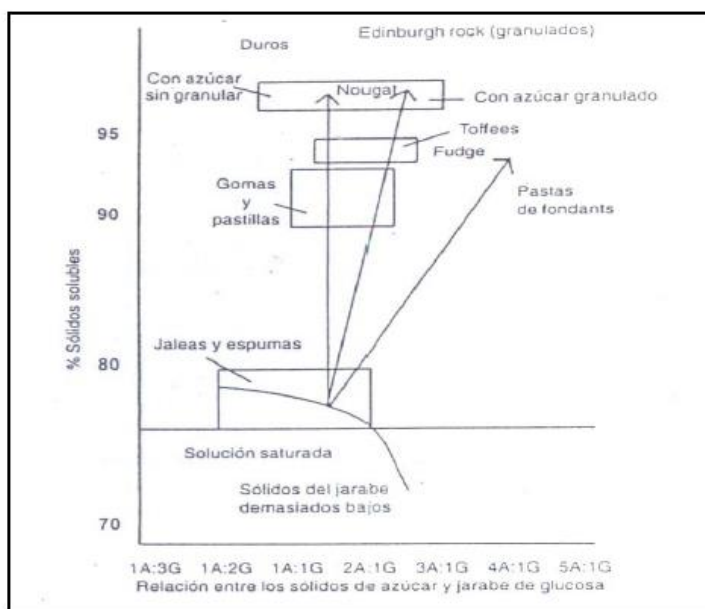
en el estado vítreo. Si algunas de las condiciones del proceso varían como la temperatura o el contenido de humedad en el producto esto provocaría un cambio del estado vítreo al estado cauchoso; es decir habría transición de fases provocando cambios fisicoquímicos importantes.

La temperatura a la cual se da la transición en la región amorfa entre los estados vítreos y cauchoso se denomina temperatura vítrea de transición (T_g). Esta transición es una propiedad única de la porción amorfa de un sólido, la porción cristalina permanece cristalina durante la transición vítrea. Las estructuras amorfas poseen una temperatura vítrea de transición (T_g) baja, por lo que se encuentran en un estado estable. Por encima de la temperatura vítrea de transición el estado es cauchoso o en caso de confites es fluido o líquido. Si el producto se encuentra por encima del (T_g) ciertas propiedades se verán afectadas; la más importante será que la movilidad del agua se incrementará, su viscosidad bajará y por lo tanto el producto empezará a desarrollar una pegajosidad no característica del mismo. (Cedeño, M. Cornejo, F. (2009)).

1.4.1.1 Composición de caramelos duros

Dentro de los caramelos duros se incluyen todos aquellos dulces que posean un porcentaje de glucosa suficiente para estabilizar al caramelo. Lo más importante al momento de realizar la formulación de los caramelos duros es la relación entre el azúcar y la glucosa. Mediante el siguiente gráfico se puede observar las distintas relaciones que existen entre glucosa y el azúcar para los diferentes productos de confitería y como los caramelos duros tiene mayor cantidad de glucosa en su composición.

Figura 1. **COMPOSICIÓN DE SACAROSA Y GLUCOSA EN CAMELOS**



Fuente: Cedeño M. Cornejo, F. (2009).

La cantidad de agua a utilizar va a depender de la temperatura a la que se piensa llegar. Los caramelos duros son en general productos estables por tener bajo contenido de agua. Es importante no obtener un producto demasiado higroscópico que produciría un caramelo muy poco estable y pegajoso. (Cedeño M. Cornejo, F. (2009))

1.4.1.2 Factores a tomar en cuenta durante el proceso de caramelización

1.4.1.2.1 Humedad en el proceso

El contenido de humedad del caramelo duro, y en general de todos los alimentos, determina gran parte de su comportamiento.

Desde el punto de vista de la conservación de alimentos, se corrobora el que a mayor

cantidad de agua en un alimento es susceptible de favorecer el crecimiento de bacterias, mohos y levaduras, y desde luego, a producir reacciones químicas y reacciones enzimáticas en forma indeseable.

Como los jarabes de azúcar son soluciones saturadas, constantemente incrementan su concentración durante el cocimiento y como consecuencia, aumenta progresivamente el punto de ebullición.

Conforme avanza la temperatura los jarabes se espesan, las burbujas que producen son cada vez más chicas y como consecuencia, se modifican las propiedades ecológicas. La viscosidad se transforma en consistencia y la consistencia en textura. La forma estable la determina el punto de cocción del jarabe.

La forma de cristalización de los azúcares depende del contenido de humedad y éste de la cantidad de agua que se evapore durante la cocción. (Paniagua L. (2006))

1.4.1.2.2 Granulación

Causada por un balance incorrecto de azúcares, por una mala disolución de azúcares, por envolver caramelos calientes o por continuar agitando una vez llegado al punto final del proceso.

1.4.1.2.3 Pegajosidad

Los caramelos se pueden volver pegajosos por distintas razones:

- La cocción del proceso es demasiado lenta.
- Condiciones de almacenamiento inadecuadas.
- Uso de aromatizantes naturales demasiados ácidos.

1.4.2 Caramelos Suaves

Los caramelos suaves son elaborados básicamente de azúcar, glucosa, leche condensada y grasa. A estos caramelos se los conoce también en ciertos países como toffes. Este tipo de caramelo es masticable y no necesita refrigeración durante el almacenamiento para su elaboración se disuelven todos los sólidos en agua y luego se agregan los productos lácteos y las grasas. La emulsión obtenida es llevada a cocción hasta alcanzar la temperatura de ebullición deseada, luego se enfría la masa, se coloca el moldeado para darle la forma al caramelo suave y finalmente envolverlo. (Calderón, Susana. (2010))

1.4.3 Pastillas de Goma

Estos son los productos que tienen en su composición algún agente de colágeno de naturaleza animal o vegetal. Son de aspecto cristalino, transparente y estable. Dentro de los agentes gelatinizantes utilizados para estos productos están: la goma arábiga, gelatina, pectina o almidones modificados. (Calderón, Susana. (2010))

2. JUSTIFICACIÓN

En el departamento de Tarija la producción de miel de abeja va en ascenso, aunque aspectos como el cambio climático afecten en gran manera la cantidad de producción. En algunos casos se llegó a la producción de miel de 11 mil kilos aproximadamente en 2014, y de tan solo 3500 kilos en ocasiones anteriores. La miel comercializada en el departamento viene de diversos espacios geográficos del mismo, como ser de Chiquiacá y Salinas pertenecientes a la provincia O'Connor, Padcaya y Bermejo pertenecientes a la provincia Arce, San Lorenzo (Méndez), entre otros.

Este tipo de materia prima es utilizada en diversos aspectos, como medicina, alimento o en cosmética.

De esta forma se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos que justifican el proyecto a realizarse.

2.1 Aspecto económico-social

El constante crecimiento de la producción de miel de abeja en el Departamento de Tarija y la falta de producción de diversos subproductos en la región, puesto que la mayoría son importados. Con la elaboración de una alternativa de consumo buena para la población como caramelos ayudará a darle un valor agregado a tan importante materia prima que es la miel de abeja. Además de otorgarle a los productores de miel una opción que ayudará a diversificar su producción.

La investigación realizada entregará oportunidades de trabajo a productores, y seguridad alimentaria a consumidores, además de una competitividad que permitirá dar un sello de calidad a productos que cumplan con las reglas necesarias.

2.2 Aspecto ambiental

Es importante destacar que en la producción de miel de abeja se trata de conservar un ambiente limpio y libre de contaminantes como, pesticidas o herbicidas, que puedan afectar la flora o fauna del lugar, este es un aspecto beneficioso para el ecosistema, además de permitir un acopio de materia prima de mayor calidad, que ayude a producir caramelos con propiedades garantizadas.

El producto final a elaborar; caramelos de miel está relacionado principalmente con tecnología ambiental amigable, que no genera residuos dañinos, además de no llevar en su composición elementos químicos perjudiciales, para la salud como para el ambiente.

2.3 Aspectos del mercado para el producto a obtener

Existe un mercado amplio para el producto final a elaborar, utilizado con mayor énfasis en la rama medicinal, terapéutica, aprovechando todos los beneficios para la salud que pueda otorgar, como también su valor nutricional.

En épocas donde las enfermedades respiratorias aumentan, este tipo de producto es requerido por la población, acrecentando el consumo y ventas. Épocas en las cuales es de importancia contar con productos como caramelos medicinales que sean accesibles y porque no realizados en el mismo departamento. Ayudando a fomentar la producción nacional de calidad, cubriendo el mercado interno del departamento y colaborando de igual forma al sector productivo.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Elaborar caramelos de miel de abeja producida en el Valle Central de Tarija.

3.2 Objetivos Específicos

- a. Caracterizar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la materia prima; miel de abeja, para la elaboración de caramelos.
- b. Adaptar el proceso de producción de caramelos de miel de abeja.
- c. Formular la fase experimental para el proceso de elaboración de caramelos de miel de abeja producida en el Valle Central de Tarija.
- d. Realizar el balance de materia y energía para la elaboración de caramelos de miel de abeja.
- e. Realizar la caracterización fisicoquímica del producto final; caramelos de miel de abeja.
- f. Realizar la evaluación sensorial de los caramelos de miel de abeja.
- g. Analizar, presentar y valorar resultados obtenidos del proceso de elaboración de caramelos de miel de abeja producida en el Valle Central de Tarija.

CAPÍTULO I

Marco Teórico

1. Generalidades de la miel de abeja

1.1 Apicultura

La apicultura es una rama de la zootecnia que representa una gran fuente de riqueza por los múltiples beneficios que se pueden obtener a través de la explotación artesanal o industrial. Además de proporcionarnos miel como producto principal, con la apicultura también se puede producir polen, cera, jalea real, propóleos. (FAUTAPO. (2014))

1.2 Tipos de abejas

Las abejas se clasifican por vivir en grupos llamados colonias. Una colonia de abejas, está compuesta por: una reina, los zánganos y miles de obreras.

TABLA I-1

TIPOS DE ABEJAS

REINA	Es la madre de la familia y su misión es poner huevos. Es de vital importancia para el mantenimiento de un enjambre.
OBRERAS	Las obreras tienen la función de limpiar y defender la colonia. Además se encargan de traer miel y el polen de las flores y plantas para alimentar a la reina y las crías.
ZÁNGANOS	Los zánganos son los machos de la colonia. Nacen en primavera y desaparecen al llegar el otoño. Su función es fecundar a las reinas.

Fuente: CECASEM, (2013).

Figura I-1: TIPOS DE ABEJAS



Fuente: BioEnciclopedia. (Noviembre, 2013).

1.3 Miel de abeja

La miel es la sustancia natural dulce producida por la abeja *Apis Mellifera*, a partir del néctar de las flores y de otras secreciones extra florales que las abejas liban, transportan, transforman, combinan con otras sustancias, deshidratan, concentran y almacenan en panales. (Dr. Ulloa, Dr. Mondragón Pedro, (2010))

Constituye uno de los alimentos más primitivos que el hombre aprovecho para nutrirse. Su composición es compleja y los carbohidratos representan la mayor proporción, dentro de los que destacan la Levulosa (fructosa) y la Dextrosa (glucosa), pero contiene una gran variedad de sustancias menores dentro de los que destacan las enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, antioxidantes, vitaminas y minerales. (Dr. Ulloa, Dr. Mondragón Pedro, (2010)).

Debido a su alto valor energético y facilidad de digestión es un alimento valioso para adultos mayores y niños mayores a un año.

La miel posee múltiples cualidades: su poder curativo, antiséptico, fortificante, calmante, laxante, diurético y bactericida hacen de este alimento un diamante en bruto. Posee un destacado efecto antibiótico y cicatrizante, por lo que se ha utilizado durante siglos en el tratamiento de heridas, quemaduras o úlceras.

La miel no debe contener aditivos, sustancias inorgánicas u orgánicas extrañas a su composición, es decir todo aquello que no cumple la definición antes citada, no puede denominarse miel. (SENASICA, (2008))

Figura I-2: **MIEL DE ABEJA**



Fuente: BioEnciclopedia. (Noviembre 2013).

1.4 Clasificación de la miel de abeja

- La miel de abeja se clasifica, según su origen, en dos tipos:

TABLA I-2

CLASIFICACIÓN DE MIEL DE ABEJA SEGÚN SU ORIGEN

Miel de Flores	La miel que procede principalmente del néctar de flores, su color varia casi de incoloro a amarillo y pardo amarillento y posee un contenido de azúcar invertido superior o igual a 70% excepto la miel de trébol (trifolium) cuyo contenido de azúcar invertido es superior a 65%.
Miel de mielada o ligamaza	La miel que procede principalmente de plantas caducas (miel de hojas) o de exudaciones de plantas, especialmente coníferas, de color variable entre pardo claro y casi negro, tiene un olor resinoso particular y el contenido de azúcar es igual o superior a 60%.

Fuente: INN. (1968^a). Chile.

- Según el método de extracción utilizado la miel se puede clasificar en:

TABLA I-3
**CLASIFICACIÓN DE MIEL DE ABEJA SEGÚN SU MÉTODO DE
 EXTRACCIÓN**

Miel centrifugada	Producto que se obtiene por la centrifugación de los panales no incubados.
Miel de presión	Producto que se obtiene por la compresión de los panales no incubados.
Miel sobrecalentada	Producto que ha sido calentado a una temperatura superior a los 45°C para su extracción.
Miel prensada	Producto obtenido mediante el prensado de los panales sin larvas, con o sin aplicación de calor moderado.
Miel líquida	Producto obtenido libre de cristales visibles que no han sido sometidos a proceso alguno de calentamiento.
Miel cristalizada	Es el producto sólidamente granulado o cristalizado con total independencia del tipo de granulo o cristal.
Miel licuada	Es el producto resultante de someter la miel cristalizada, a la acción de temperaturas adecuadas, hasta que quede libre de cristales visibles, no caramelizados.

Fuente: INN. (1968^a). Chile.

1.5 Composición de la miel de abeja

Los componentes más usuales de la miel de abejas son:

TABLA I-4
COMPOSICIÓN DE LA MIEL DE ABEJA

Componentes de la Miel de Abeja	Rango general %	Promedio %
Agua	14 - 23 %	17.2%
Fructosa	28-44 %	38%
Glucosa	22-40 %	31%
Sacarosa	0.2-7 %	1%
Maltosa	2-16 %	7.5%
Otros azúcares	0.1-8 %	5%
Proteínas y aminoácidos	0.2-2 %	
Vitaminas, enzimas, hormonas, ácidos orgánicos y otros	0.5-1 %	
Minerales	0.5-1.5 %	
Cenizas	0.2-1.0 %	

Fuente: Gutiérrez, G., Rodríguez, A., y Vit, P. (2008).

La falta de humedad es una condición fundamental para la conservación de la miel. Mientras el porcentaje de humedad permanezca por debajo de 18 % nada podrá crecer en ella. Por encima de ese valor pueden aparecer procesos fermentativos. (Gutiérrez, G., Rodríguez, A., y Vit, P. (2008))

El contenido en minerales es muy pequeño. Los más frecuentes son calcio, cobre, hierro, magnesio, manganeso, zinc, fósforo y potasio. Están presentes también alrededor de la mitad de los aminoácidos existentes, ácidos orgánicos (ácido acético,

ácido cítrico, entre otros) y vitaminas del complejo B, vitamina C, D y E. La miel posee también una variedad considerable de antioxidantes (flavonoides y fenólicos).

1.6 Mercado (Internacional y Nacional) de producción de miel de abeja

La producción de miel de abeja en el mundo con el pasar de los años va en ascenso.

A nivel mundial Bolivia ocupa el puesto número 87 de un total de 145 países productores de miel de abeja. En América latina solo supera a países como Venezuela y Honduras. (Borja, Wara. (2010))

TABLA I-5

PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE MIEL DE ABEJA A NIVEL MUNDIAL GESTIÓN 2015 (Ton)

PUESTO	PAIS	2015 (ton)
1	CHINA	446.000
2	TURQUIA	88.188
3	ARGENTINA	75.530
4	UCRANIA	70.139
5	ESTADOS UNIDOS	66.720
6	RUSIA	64.898
7	INDIA	61.000
8	MEXICO	58.602
9	IRAN	48.000
10	ETIOPIA	45.905

Fuente: Statista. (2017).

Esta estadística presenta el ranking de los principales países productores de miel de abeja a nivel mundial en 2015, en millones de toneladas. En ese año, Turquía ocupó la segunda posición con un volumen de producción de aproximadamente 88.200 millones de toneladas. (Statista. (2017))

1.7 Disponibilidad de materia prima (miel de abeja)

En Bolivia, los principales centros de producción se encuentran en los departamentos de Cochabamba, Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija. (Diagnóstico Nacional de Producción de Miel. FAO (2011))

TABLA I-6

RENDIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE MIEL DE ABEJA EN BOLIVIA (2011)

Departamento	Apicultores	Colmenas	Miel (Kilogramos)
La Paz	4254	21270	15314
Cochabamba	4321	21605	15555
Santa Cruz	5722	28610	20599
Chuquisaca	5981	29905	21531
Tarija	3998	19990	14392
Potosí	302	1510	10872
Beni	270	1350	9720
Pando	120	600	4320
TOTALES	24968	124840	898848

Fuente: Diagnóstico Nacional de la Producción de Miel. FAO, (2011).

Actualmente la producción de miel de abeja en la región de Tarija, se encuentra creciendo. Un estudio muestra el incremento de producción de miel e ingresos de manera sostenida desde el año 2008.

La reserva de Tariquía se constituye en una importante opción para la producción de miel y sus derivados, y una de las pocas opciones económicas que conservan el ecosistema y la calidad ambiental para los habitantes de las comunidades que se encuentran en su interior o los bordes de sus 2.468 kilómetros cuadrados de extensión.

La Asociación de Apicultores de la Reserva de Tariquía (AART) fue creada hace 10 años y aglutina a 63 familias de productores de miel, de 23 comunidades como Chiquiaca y Salinas de la provincia O'Connor, Padcaya primera sección y Emborozú sector perteneciente a Bermejo segunda sección de la Provincia Arce.

Existen registros de otras regiones productoras de miel de abeja en Tarija como Yacuiba, Carapari, Villa Montes, Uriondo, Yunchara y San Lorenzo.

**CUADRO I-1:
PROMEDIO DE PRODUCCIÓN DEPARTAMENTAL 2012**

Por época de producción	3.75 kg*caja	
Promedio de producción departamental	22.4 kg*caja	
Consumo promedio en Provincia Cercado	kg*persona/año	0.07

Fuente: Czerwenka, J. Galarza, E., Huanca, J. (2012).

Dependiendo de la situación climática se percibe una variación de producción de miel de abeja, este tipo de situación hizo que en algunos años la producción de miel en el departamento llegue hasta 12 mil kilos, pero también se tuvo producciones bajas de solo 3500 kilos de miel de abeja. (Czerwenka, J. Galarza, E., Huanca, J. (2012))

Para la comercialización, un 50 por ciento de la producción de miel se comercializa en la ciudad de Tarija y el otro porcentaje es enviado a otras ciudades del país.

1.8 Valor nutricional de la miel de abeja

La miel tiene muchas propiedades terapéuticas según (Havsteen, BH. (2002)). Se puede usar externamente debido a sus propiedades antimicrobianas y antisépticas. Así, la miel ayuda a cicatrizar y a prevenir infecciones en heridas o quemaduras superficiales. También es utilizada en cosmética (cremas, mascarillas de limpieza facial, tónicos, etcétera) debido a sus cualidades astringentes y suavizantes.

- **Energético:** Debido a su contenido de azúcares simples, de asimilación rápida, la miel es altamente calórica (cerca de 3.4 kcal/g), por lo que es útil como fuente de energía rápida.
- **Cicatrizante:** Las abejas añaden además una enzima llamada glucosa oxidasa. Cuando la miel es aplicada sobre las heridas esta enzima produce la liberación local de peróxido de hidrógeno.
- **Resfríos, tos, dolor de garganta:** Es usada para el alivio sintomático del resfriado.

Estudios en personas de entre 2 y 18 años con infecciones en las vías respiratorias demostraron que es capaz de aliviar las membranas irritadas en la parte posterior de la garganta y que tiene efectos antioxidantes y antivirales. Además, un informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS) la considera segura, fuera del período de la lactancia, para aliviar la tos.

Su dulzura y textura de jarabe calmarían el dolor de garganta, pero también influirían su contenido antioxidante y su efecto antimicrobiano. Para niños menores de un año no es recomendable porque existe el peligro del desarrollo del botulismo. Este último riesgo se hace ínfimo en niños más grandes.

1.9 Normas Bolivianas de calidad para la miel de abeja

De acuerdo a normas de higiene y buenas prácticas en el manejo y procesamiento de la miel de abejas, estas están estrictamente codificadas desde la NB 38023 hasta la NB 38038, necesarias para la presentación de la miel de abeja.

TABLA I-7
REQUISITOS FISICOQUÍMICOS

REQUISITOS	UNIDAD	MIN	MAX	MÉTODO DE ENSAYO
Azúcar reductor (calculado como azúcar invertido)	%	65.0		NB 38033
Contenido de humedad	%		20.0	NB 38027
Contenido aparente de sacarosa	%		5.0	NB 38033
Contenido de sólidos insolubles en agua	%		0.3	NB 38029
Contenido de sustancias minerales (cenizas)	%		0.6	NB 38025
Acidez libre	mEq/kg		40.6	NB 38026
Actividad diastásica	ND/min	3.0		NB 38032
Contenido de hidroximetilfurfural (HMF)	mg/kg		40.0	NB 38031
Densidad relativa a 27 °C/27°C		1.37		NB 38034
pH		3.9		NB 38028

Fuente: IBNORCA (2007). Normas técnicas y guías de implementación de normas del sector Miel.

TABLA I-8
REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS

MICROORGANISMOS	LOTES MAYORES O IGUALES A 100.000 KG	LOTES MENORES A 10.000 KG
Aerobias mesófilas UFC/g	n=5 c=2 m=10 M=10 ⁴	Máximo 1x10 ⁴
Coliformes totales UFC/g	n=5 c=0 m=0	Ausencia
Salmonella spp-Shigella spp UFC/25 g	n=10 c=0 m=0	ausencia
Hongos y levaduras UFC/g	n=5 c=2 m=10 M=10 ⁴	Máximo 1x10 ²
Clostridium sulfito Reductores UFC/g	n=10 c=0 m=0	Ausencia

Fuente: IBNORCA, (2007). Normas técnicas y guías de implementación de normas del sector Miel.

Nota: los significados de las letras son los siguientes:

c : es el número de unidades de muestras rechazables. Cuando se encuentra en número superior a “c” se rechaza.

m : es el criterio microbiológico que, en un programa de dos clases, se separa la calidad aceptable de la rechazable, o en uno de tres clases, separa la calidad aceptable de la aceptable provisoriamente. El general “m” representa un nivel aceptable y los valores por encima de él son aceptables provisoriamente o inaceptables.

M : es el criterio microbiológico que, en un programa de las tres clases, separa la calidad aceptable provisoriamente de la rechazable. Los valores iguales o superiores a “M” no son aceptables.

n : es el número de unidades de muestra de un lote de alimento que deben analizarse para satisfacer las exigencias de un determinado programa de muestreo.

UFC : unidades formadoras de colonias.

1.10 Requisitos para Caramelos duros o macizos

En el caso de los caramelos también es necesario conocer de acuerdo a normas, los parámetros de calidad. En este caso las normas de calidad para la comercialización del caramelo macizo está relacionado con:

TABLA I-9
REQUISITOS PARA CAMELOS DUROS O MACIZOS

REQUISITO	CONTENIDO MÁXIMO %
Humedad	2.0
Sacarosa	90.0
Azúcares reductores	23.0

Fuente: INEN, (2012).

El problema principal es lograr elaborar caramelos que estén dentro de los parámetros de calidad requeridos por norma. Esto también está limitado al tipo de materia prima que se utilizará en el proceso de elaboración, además de que su larga vida útil se debe a que microorganismos no pueden crecer en productos donde se alcanzaron

temperaturas de aproximadamente 150 °C y por lo tanto con una baja actividad de agua.

Para preparar un producto final apto para el consumidor, es necesario cumplir las normativas persistentes y mencionadas anteriormente.

1.11 Tecnología en Bolivia, para elaboración de caramelos de miel de abeja

La fábrica chuquisaqueña “Apicultura y Tecnología, Apitel Mi Abejita”, comenzó a trabajar en la ciudad de Camargo en forma artesanal, diez años después tuvo un crecimiento importante y se ha expandido a todo el país, siendo líder en ventas. Mi Abejita se consolidó primero en Cochabamba, luego Tarija, Santa Cruz y La Paz.

La industrialización un largo proceso que comienza con la producción o compra de miel de abeja en Camargo, Aiquile, Monteagudo y Tarija, que pretende trabajar en sociedad ayudando a gente del campo principalmente, cosechando la miel de abeja y derivados, como propóleo.

En Sucre, la fábrica cuenta con varias áreas; en producción de pastillas, de sacheteado, de máquinas, donde se encuentran las compresoras. También dos sectores de envasados; una donde se da la forma al producto terminado de propóleo en gotas, al propóleo en spray “Propomenta” y al jarabe “Propomiel” (a base de miel, propóleo, eucalipto y Hedera elix, que es un expectorante natural). En la otra, el proceso de automatización del embolsado.

La fábrica está sometida a diferentes controles sanitarios y cuenta con un doble registro del Sedes y de la unidad de Medicamentos y Tecnología en Salud (Unimed), dependiente del Ministerio de Salud. Sus productos no contienen químicos, espesantes ni estirantes.

La fábrica Apitel Mi Abejita no tiene un área de almacenamiento puesto que realizan sus productos a pedidos, para que salga un pedido fresco, es decir producto pedido

producto vendido. Sin embargo, según época del año, producen entre 50.000 y 200.000 pastillas, 20.000 a 50.000 propóleo, 25.000 a 50.000 sprays, 1.000 a 2.000 kg de sachet de sabores diferentes.

Al tener un carácter preventivo para la salud, especialmente contra resfríos y para mantener elevadas las defensas del organismo, los productos de Apitel Mi abejita se comercializan solo en Farmacias.

Los productos de la fábrica “Apitel Mi abejita” producen; caramelos en cuatro variedades, entre las que destacan las infantiles y las de coca. Todos llevan miel y propóleo, contiene entre 12 a 15 unidades. (Correo del Sur, (2016))

Variedades como ser:

- Miel, propóleo, wira wira y eucalipto.
- Miel, propóleo, eucalipto y frutilla.
- Miel, propóleo, eucalipto y naranja.
- Miel, propóleo, wira wira y menta
- Miel, propóleo y coca, llamada Cocamiel.

CAPÍTULO II

Parte Experimental

2.1 Descripción del método de investigación

El caramelo duro cuando se calienta se produce un cambio de fase que da lugar mediante la fusión a un jarabe espeso, comienza a adquirir un color ligeramente ámbar y el sabor dulce inicial se enriquece y progresivamente el color se transforma en marrón oscuro, al mismo tiempo que se desarrolla un aroma agradable al olfato. (Delgadillo, O. (2016))

Los productos de confitería se clasifican en no cristalinos si el azúcar no es un cristal y cristalinos si el azúcar se encuentra cristalizada. Los caramelos duros tienen estructuras amorfas o no cristalinas. Los productos con estructura amorfa se pueden formar por distintas maneras; la primera por una disminución de temperatura por debajo del punto de fusión y la segunda forma sometiendo al producto a una evaporación del agua que contiene.

La elaboración de caramelos duros constituye un proceso de producción sencillo pero delicado, en el cual se deben considerar distintos aspectos como: una correcta formulación, el tiempo de cocción aplicado, el empaque apropiado para evitar que el caramelo sufra cambios de textura. Es importante no obtener un producto demasiado higroscópico que produciría un caramelo muy poco estable y pegajoso. (Cedeño, M. Cornejo, F. (2009))

La producción constante de miel de abeja en el Departamento de Tarija y un aprovechamiento bajo de una materia prima tan beneficiosa con propiedades antimicrobianas y antisépticas, que se maneja en mayor proporción desde el productor al consumidor, con muy pocos productores que le dan el valor agregado que merece a dicha materia prima, por lo cual se realiza el siguiente trabajo de

investigación a escala laboratorio, con la elaboración de caramelos de miel de abeja producida en el Valle Central de Tarija.

Por lo cual además de entregar un producto con altos valores nutricionales, que siguen la normativa de buenas prácticas de laboratorio, Normativas Bolivianas fisicoquímicas y microbiológicas del sector miel para la materia prima principal y la adaptación de Normativas fisicoquímicas para comercialización de un caramelo duro, se desea convertir a este tipo de producto en una alternativa de consumo con garantías.

La parte experimental presentado para el desarrollo del trabajo, comprende en primera parte la selección de materia prima (miel de abeja) adecuada que cumplan con los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos, base con la cual se iniciara el proceso; además de la selección del tipo de agua, sacarosa, glucosa necesarias durante el proceso.

El paso siguiente es la disolución por calentamiento de todos los materiales necesarios para el proceso de caramelización de acuerdo a las variables manejadas dentro del diseño experimental, para después proceder al enfriamiento, desmoldado, envoltura y empaque del producto final.

Por último realizar análisis sensoriales a escala hedónica de las muestras obtenidas, para en base a la muestra de caramelo más aceptada realizar los análisis fisicoquímicos para comprobar la calidad del producto final elaborado.

2.2 Descripción de Materias Primas

2.2.1 Miel de abeja

La función principal de la miel de abeja como ingrediente del producto el proporcionar el sabor y aroma al caramelo y adicionalmente aporta con azúcares en

su composición. Se recomienda que el uso de miel de abeja como ingrediente en productos de confitería no exceda el 22%, por lo que un alto contenido de miel causaría pegajosidad en el producto y acorta la vida útil. (Silva, Christian. (2011))

La miel de abeja utilizada (Muestra Final), es el resultado de una mezcla uniforme de tres productos (Muestra 1) Sella, (Muestra 2) Chocloca y (Muestra 3) Valle de la concepción, se realizó este proceso con la finalidad de dar un mejor aprovechamiento a las mieles recolectadas.

Figura II-1: MIEL DE ABEJA TRABAJADA



Fuente: Elaboración propia.

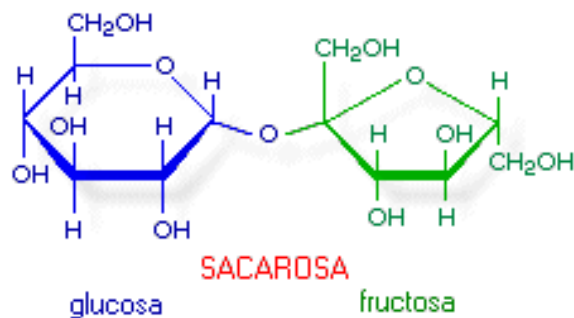
2.2.2 Azúcar (sacarosa)

Se denomina coloquialmente azúcar a la sacarosa, también llamado azúcar común o azúcar de mesa. La sacarosa es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa, que se obtiene principalmente de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera.

Es un producto de sabor dulce y de forma cristalina. Para la elaboración del caramelo se puede emplear dos clases de azúcar: de remolacha y de caña de azúcar, las cuales siendo químicamente puras no presentan diferencia alguna.

El azúcar es el ingrediente de mayor cantidad en la formulación, es responsable del dulzor del producto, su balance adecuado con la glucosa es lo que determina la formación correcta del caramelo macizo. (Badui, D.S. (1999))

Figura II-2: SACAROSA



Fuente: Badui D.S. (1999).

2.2.3 Agua destilada.

El agua es el disolvente que ayuda a incorporar la glucosa y el azúcar.

El agua destilada, es aquella que como todo tipo de agua su composición se basa en la unidad de moléculas H_2O , solo que se le han eliminado las impurezas e iones mediante la destilación.

El agua forma parte importante del cuerpo humano y no podemos prescindir de ella, si la podemos ingerir destilada es la mejor forma de hacerlo, pues el agua destilada carece de elementos perniciosos para nuestra salud. (Martínez, M. (2009, diciembre 8))

2.2.4 Glucosa

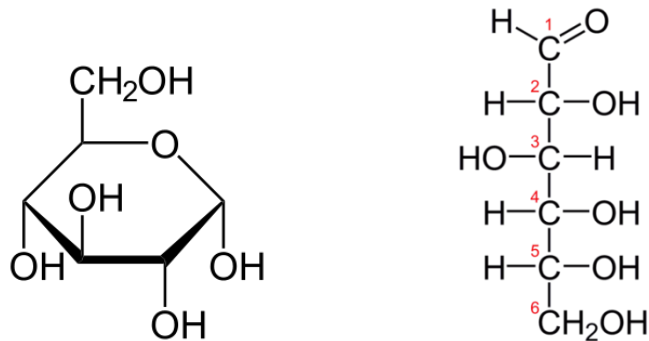
La glucosa o dextrosa es un carbohidrato o glúcido que está relacionada con la

cantidad de azúcar que el organismo es capaz de absorber a partir de los alimentos y transformar en energía. Es una forma de azúcar que se encuentra libre en frutas y en la miel. (El Mundo, (2016))

Su poder edulcorante puede variar desde un 30% a un 60% del dulzor de la sacarosa dependiendo del grado de conversión, la glucosa es una parte importante dentro del proceso de caramelización, sus funciones son evitar la cristalización de la sacarosa, evitan la decoloración del producto además de que sirve como agente higroscópico y regulador de la humedad, textura consistencia y dulzor. (Badui, D. S. (1999))

Dentro del proceso de elaboración se puede utilizar un producto en polvo o líquido.

Figura II-3: **GLUCOSA**



Fuente: El Mundo, (2016).

2.3 Materiales utilizados durante el proceso de elaboración y obtención del producto final

2.3.1 Recipiente de vidrio

Un vaso precipitado tiene forma cilíndrica y posee fondo plano. Para los vasos hechos de vidrio se utiliza un tipo de material mucho más resistente que el convencional llamado pyrex. Posee componentes de teflón y otros materiales resistentes a la corrosión y trabajan a altas temperaturas. (Lab. Químico, TP. (2010))

2.3.2 Balanza analítica digital

Instrumento más usado por el químico, ya que mediante la misma es posible conocer con exactitud: la masa de matriz destinada a análisis, las masas de sustancias para preparar soluciones de concentración exacta, la masa de precipitados en el análisis gravimétrico.

La balanza analítica permite pesar masas con una sensibilidad de 0.1 miligramos y en algunos casos 0.01 miligramos, es decir es capaz de pesar sustancias reportando valores hasta la cuarta o quinta cifra decimal. (EcuRed, (2015))

2.3.3 Termómetro

El termómetro es un instrumento utilizado para medir la temperatura con alto nivel de exactitud. Puede ser parcial o inmerso en la sustancia que se está midiendo.

Los termómetros están generalmente fabricados de mercurio Hg, ya que este se dilata cuando está sujeta al calor y ello nos permite medir su dilatación en una escala graduada de temperatura (la escala puede ser Celsius o Fahrenheit). El mercurio es una sustancia líquida dentro del rango de temperaturas de -38.9°C a 356.7°C . Cuando el mercurio en el interior del termómetro recibe calor, éste experimenta una dilatación que hace que recorra el tubo del termómetro en el que está contenido. (Lab. Químico, TP. (2010))

2.3.4 Papel aluminio

El papel aluminio, son hojas delgadas de aluminio de un grosor inferior a 0.2 mm. Así la hoja de metal es sumamente flexible y puede ser doblada o cubrir objetos con mucha facilidad.

El uso más habitual de este papel es para envolver alimentos, puesto que este material se puede recoger perfectamente sin quemarse después de que dicho material haya soportado temperaturas muy elevadas, además proporcionan un aumento de su vida consumo, de esta manera se puede ver empleado en diversos productos sensibles. (Alufoil, (2016))

2.3.5 Papel celofán

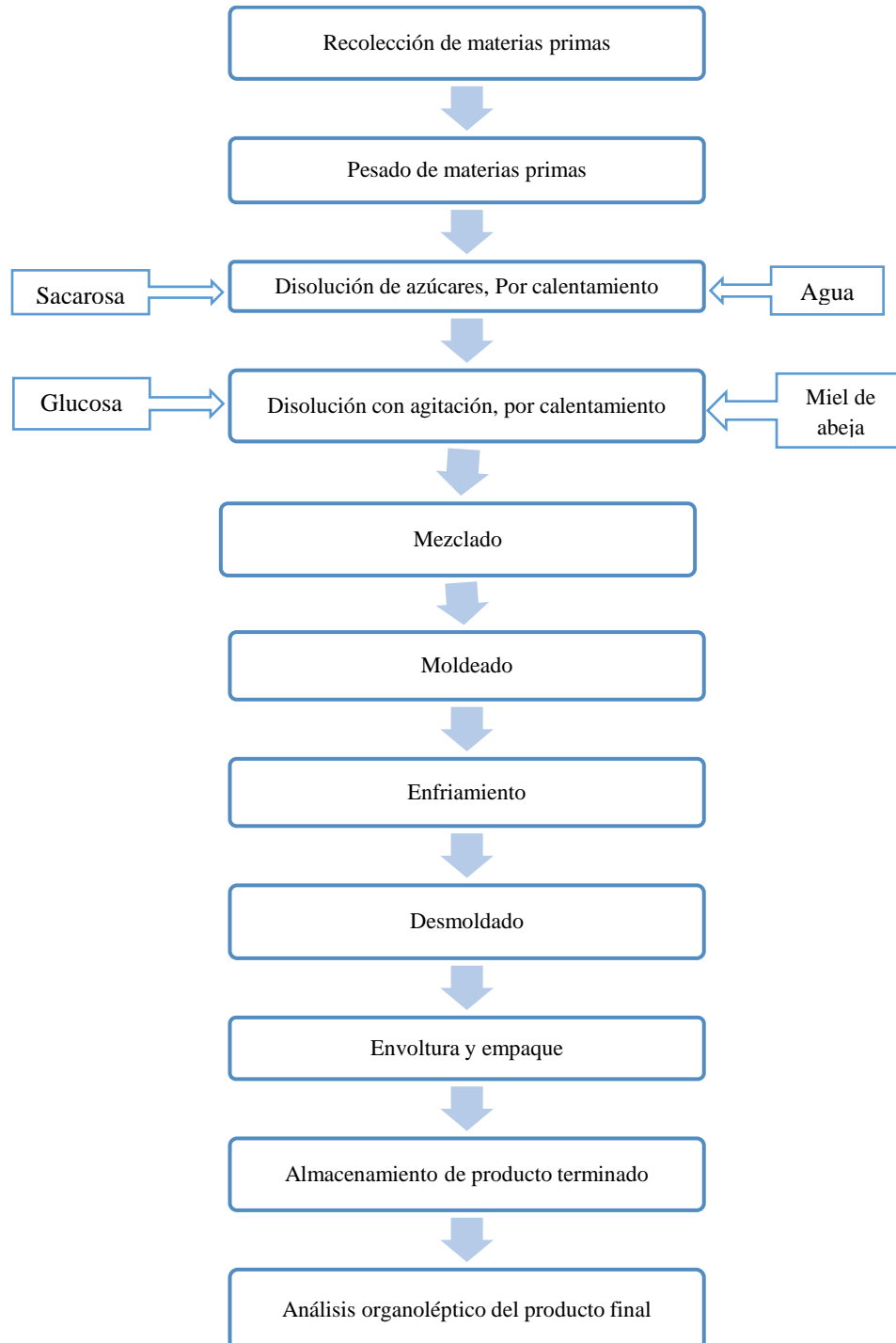
El celofán es un polímero natural derivado de la celulosa. Tiene aspecto de una película fina, transparente, flexible y resistente a esfuerzos de tracción, pero muy fácil de cortar.

Se utiliza principalmente como envoltorio para alimentos, también tiene usos industriales. (Alufoil, (2016))

2.3.6 Diagrama de Bloques

El diagrama de bloques presentado es un conjunto de operaciones secuenciales necesarias para la obtención del producto final elaborado Caramelos de miel de abeja. A continuación se presenta el diagrama de bloques (Figura II-4):

Figura II-4:

DIAGRAMA DE BLOQUES DE ELABORACIÓN DE CAMELOS DE MIEL DE ABEJA

Fuente: Elaboración propia.

2.3.7 Descripción del Proceso de elaboración de caramelos de miel de abeja

2.3.7.1 Recolección de materias primas

Una vez realizados los análisis fisicoquímicos y microbiológicos (Ver Anexo 3) comprobando la calidad de la materia prima principal la miel de abeja, se procede a almacenarla de forma adecuada para el siguiente uso, al igual que los ingredientes necesarios como ser glucosa, sacarosa y agua destilada.

2.3.7.2 Pesado de materias primas

En el proceso de elaboración de caramelos de miel de abeja se tiene el pesado de los ingredientes como ser; agua, sacarosa, glucosa y miel de abeja, esto para tener listas las cantidades necesarias a agregar durante el proceso.

Figura II-5: **PESADO DE MATERIAS PRIMAS**



Fuente: Elaboración propia.

2.3.7.3 Disolución de azúcares, por calentamiento

Teniendo las materias primas pesadas, se procede a añadir (agua y azúcar) en un recipiente de vidrio y se lleva a fuego lento aproximadamente a 50°C, para evitar que

la solución se queme, se utiliza el agua.

Se deja que la solución hierva hasta que se forme un medio blanquecino o transparente, alrededor de 7 minutos. Se realiza una agitación constante para homogeneizar la solución.

Figura II-6: **DISOLUCIÓN DE AZÚCARES, POR CALENTAMIENTO**



Fuente: Elaboración propia.

2.3.7.4 Disolución con agitación, por calentamiento

Se continúa con la solución anterior, en este paso se añade la cantidad pesada de glucosa, hasta que se forme una masa viscosa, dejando alrededor de 5 minutos, agitando continuamente. Por consiguiente se tiene la masa lista para adicionar la miel de abeja mientras se continúa agitando y verificando la temperatura. Se mezclan todos los ingredientes con la miel que cubre de forma homogénea la masa, este procedimiento se realiza durante 8 minutos más a una temperatura aproximada de 150°C.

Figura II-7: **DISOLUCIÓN CON AGITACIÓN, POR CALENTAMIENTO**

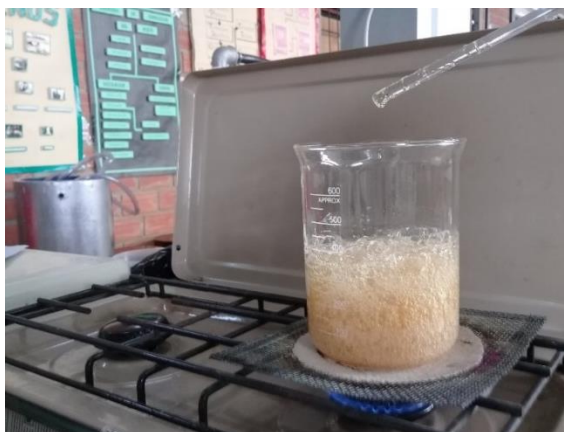


Fuente: Elaboración propia.

2.3.7.5 Mezclado

Continua la mezcla hasta obtener la masa final de color agradable, con la consistencia del caramelo es decir un jarabe espeso. Todo este proceso se logra en alrededor de 20 minutos.

Figura II-8: **MEZCLADO**



Fuente: Elaboración propia.

2.3.7.6 Moldeado

La masa de caramelo obtenido se vierte en caliente a los moldes de aluminio previamente preparados, para dar forma definida al caramelo.

Figura II-9: **MOLDEADO**



Fuente: Elaboración propia.

2.3.7.7 Enfriamiento

El enfriamiento se realiza durante 40 minutos aproximadamente a una temperatura de 30°C la cual va disminuyendo de forma progresiva hasta obtener el producto macizo.

2.3.7.8 Desmoldado

Una vez enfriado el caramelo, se procede a desmoldar, obteniendo el producto final.

2.3.7.9 Envoltura y empaque

Teniendo los caramelos enfriados, se procede a colocarlos en una envoltura común como ser bolsas de celofán, para una mejor conservación.

Figura II-10: ENVOLTURA Y EMPAQUE



Fuente: Elaboración propia.

2.3.7.10 Almacenamiento de producto terminado

El producto final se almacena con la cobertura antes colocada, conservando en lugar limpio fresco y seco.

2.3.7.11 Análisis organoléptico del producto final

El análisis sensorial es realizado para conocer las propiedades del producto final, además de conocer la aceptación del público para el producto, donde se comprueba en base a esto que se encuentre dentro de la normativa de alimentos.

Figura II-11: ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO



Fuente: Elaboración propia.

2.4 Diseño Factorial

El término “experimento factorial” o “arreglo factorial” se refiere a la constitución de los tratamientos que se quieren comparar.

Los diseños factoriales 2^k son una clase especial de los diseños factoriales en los que se tienen k factores de interés a dos niveles cada uno. Son especialmente útiles en las etapas iniciales de la investigación para determinar, de un gran número de factores candidatos, cuales son los que realmente influyen sobre la variable respuesta.

Se llaman diseños factoriales 2^k porque se quiere investigar la forma como influyen k factores sobre una variable respuesta y en cada factor se consideran dos niveles solamente. La réplica completa de un diseño de este tipo requiere $2 \times 2 \times \dots \times 2 = 2^k$ observaciones y recibe el nombre de diseño factorial 2^k .

Los niveles de cada factor pueden ser cualitativos o cuantitativos y se denotan como Alto y Bajo o mas (+) y menos (-). (Diseños Factoriales, (2008))

2.4.1 Diseño factorial en etapa de dosificación de materias primas

La influencia de la cantidad o dosificación de materias primas como Glucosa,

Sacarosa y Miel de abeja, es importante si deseamos obtener un producto final de calidad en referencia al control principal de la humedad presente en el caramelo. Por esta razón el diseño factorial tomada en cuenta es de la siguiente forma:

Diseño factoriales 2^3

Ecuación (2.1)

Se tienen tres factores de interés A, B y C a dos niveles cada uno. Las ocho corridas o tratamientos o pruebas del diseño 2^3 .

2.4.2 Variables tomadas en cuenta para el diseño factorial

Los datos o valores presentados fueron evaluados de acuerdo a referencias bibliográficas consultadas. Siendo los factores principales de la elaboración de un caramelo duro los factores de Sacarosa y Glucosa; al ser un caramelo duro de miel de abeja se tomó como otro factor importante a tomar en cuenta la materia prima Miel de Abeja.

TABLA II- 1
**FACTORES Y NIVELES DE VARIACIÓN EN ETAPA DE DOSIFICACIÓN
DE MATERIAS PRIMAS (Gramos)**

	Factor	Nivel inferior (g)	Nivel superior (g)
A	Sacarosa	81 (-)	86 (+)
B	Glucosa	62 (-)	64 (+)
C	Miel de abeja	42 (-)	44 (+)

Fuente: Elaboración propia

2.4.3 Diseño experimental en etapa de dosificación de materias primas

La Tabla II-2, refleja el diseño experimental preparado en etapas de dosificaciones.

TABLA II-2
**DISEÑO FACTORIAL EN ETAPA DE DOSIFICACIÓN DE MATERIAS
 PRIMAS**

N°	VARIABLES			VARIABLE RESPUESTA VR
	A	B	C	
1	-1	-1	-1	Y ₁
2	1	-1	-1	Y ₂
3	-1	1	-1	Y ₃
4	1	1	-1	Y ₄
5	-1	-1	1	Y ₅
6	1	-1	1	Y ₆
7	-1	1	1	Y ₇
8	1	1	1	Y ₈
9	-1	-1	-1	Y ₉
10	1	-1	-1	Y ₁₀
11	-1	1	-1	Y ₁₁
12	1	1	-1	Y ₁₂
13	-1	-1	1	Y ₁₃
14	1	-1	1	Y ₁₄
15	-1	1	1	Y ₁₅
16	1	1	1	Y ₁₆

Fuente: Elaboración propia

2.4.4 Variable respuesta

Variable respuesta tomada, como la cantidad de Humedad presente en el producto

final elaborado, puesto que se desea obtener un producto con tiempo de conservación mayor y esto va ligado a la cantidad de agua presente en el mismo, expresado en porcentaje % Humedad.

2.4.5 Aplicación de modelo matemático en etapa de dosificación de materias primas para la elaboración de caramelos

De acuerdo al diseño matemático realizado 2^3 , se emplearon distintas cantidades de materias primas durante la elaboración de caramelos de miel de abeja en ocho muestras, por tanto se desarrollaron las siguientes interacciones y cantidades en las etapas de dosificación de materias primas.

TABLA II-3
**APLICACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO EN ETAPA DE
DOSIFICACIÓN DE MATERIAS PRIMAS**

Muestra	Cantidades			
	(A) Sacarosa (g)	(B) Glucosa (g)	(C) Miel de abeja (g)	Agua (g)
M1	81	62	42	15
M2	86	62	42	10
M3	81	64	42	13
M4	86	64	42	8
M5	81	62	44	13
M6	86	62	44	8
M7	81	64	44	11
M8	86	64	44	6

Fuente: Elaboración propia

2.4.6 Resultados del diseño experimental en la etapa de dosificación de materias primas

Los resultados obtenidos se dieron en base al diseño experimental planteado de acuerdo a las distintas dosificaciones tomadas en cuenta para las ocho muestras elaboradas.

TABLA II-4
RESULTADOS DE DISEÑO EXPERIMENTAL EN ETAPA DE
DOSIFICACIÓN DE MATERIAS PRIMAS

N°	FACTORES			MUESTRA	REPLICA
	A (g)	B (g)	C (g)	% HUMEDAD	% HUMEDAD
1	81	62	42	1.27	1.25
2	86	62	42	0.85	0.92
3	81	64	42	0.91	0.88
4	86	64	42	1.22	1.21
5	81	62	44	0.85	0.83
6	86	62	44	0.77	0.85
7	81	64	44	1.04	1.04
8	86	64	44	1.43	1.40

Fuente: Elaboración propia

Obteniendo resultados de Tabla II-2, se derivó en la realización de análisis estadísticos correspondientes al diseño experimental.

2.4.7 Análisis de Varianza univariante para el diseño factorial en etapa de dosificaciones de materias primas

En la figura II-12, se representa el análisis estadístico de acuerdo al diseño factorial

presentado durante el proceso de dosificaciones de materias primas.

Figura II-12: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL DISEÑO FACTORIAL EN ETAPA DE DOSIFICACIONES DE MATERIAS PRIMAS

Análisis de varianza univariante

[Conjunto_de_datos0]

Factores inter-sujetos		N
Sacarosa	-1,00	8
	1,00	8
Glucosa	-1,00	8
	1,00	8
Miel	-1,00	8
	1,00	8

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Humedad

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,694 ^a	6	,116	37,133	,000
Intersección	17,472	1	17,472	5611,119	,000
Sacarosa	,021	1	,021	6,752	,029
Glucosa	,148	1	,148	47,601	,000
Miel	,006	1	,006	1,806	,212
Sacarosa * Glucosa	,302	1	,302	97,145	,000
Sacarosa * Miel	,040	1	,040	12,846	,006
Glucosa * Miel	,176	1	,176	56,649	,000
Error	,028	9	,003		
Total	18,194	16			
Total corregida	,722	15			

a. R cuadrado = ,961 (R cuadrado corregida = ,935)

Fuente: Obtenido del tratamiento de datos spss 17.0

Los resultados obtenidos de acuerdo a los factores tomados como ser Sacarosa, Glucosa y Miel de abeja; con interacciones Sacarosa-Glucosa, Sacarosa- Miel de abeja, Glucosa-Miel de abeja, derivan en resultados donde se verifica que las dosificaciones de miel de abeja empleadas no afectan el proceso de elaboración de caramelos y la variable respuesta propuesta como Humedad.

2.5 Escala Hedónica y Prueba sensorial

El uso de la escala hedónica permite, aparte de medir preferencias, medir estados psicológicos del consumidor. El método utiliza la medida de la reacción humana como elemento indirecto para evaluar el producto.

Es una de las técnicas más usadas para la medición de la posible aceptación de un producto en el mercado, se le pide al consumidor que mida el nivel de agrado o desagrado con respecto al producto a través de una escala verbal - numérica que se encuentra explicado en un cuestionario.

La escala tradicional americana tiene 9 puntos (Tabla II-5). El número de puntos es impar para que el punto central sea un punto neutral, que generalmente corresponde a “no me gusta ni me disgusta”. (UNAD, (2008))

TABLA II-5
ESCALA DE 9 PUNTOS UTILIZADA PARA ANÁLISIS SENSORIAL

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	me disgusta extremadamente	6	me gusta levemente
2	me disgusta mucho	7	me gusta moderadamente
3	me disgusta moderadamente	8	me gusta mucho
4	me disgusta levemente	9	me gusta extremadamente
5	no me gusta ni me disgusta		

Fuente: UNAD, (2008)

Los parámetros utilizados para la prueba sensorial son: Olor, Color, Sabor y Textura.

2.6 Elección de la Muestra de Caramelos de miel de abeja

Las muestras realizadas de acuerdo al diseño experimental para la elaboración de caramelos de miel de abeja fueron de cantidad 8 muestras. De las cuales se realizó el

análisis sensorial correspondiente mediante la escala llamada Hedónica, realizada por 9 jueces no entrenados que evaluaron los atributos olor, color, sabor y textura, de cada modelo.

2.7 Evaluación sensorial de Atributo Olor para selección de modelo de caramelo de miel de abeja

De acuerdo a datos de Tabla II-6, dentro de la escala hedónica realizada en atributo olor para selección de este carácter entre de las 8 muestras obtenidas, la denominada M6 o (muestra 6) refiere la mayor aceptación por jueces con un valor promedio de 7.89, frente al de menor valor siendo la muestra 8 con promedio de 4.56.

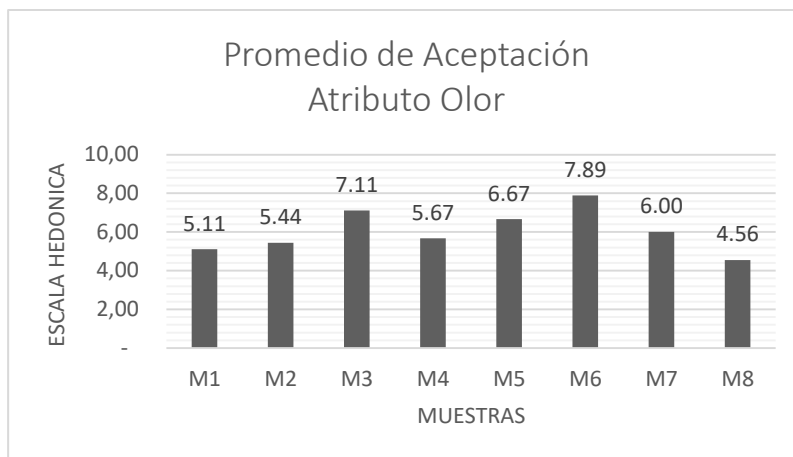
TABLA II-6
EVALUACIÓN SENSORIAL ATRIBUTO OLOR

ATRIBUTO OLOR								
Evaludador	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Ev 1	6	7	6	7	6	7	7	7
Ev 2	6	7	7	8	7	8	6	3
Ev 3	6	2	8	6	8	9	8	5
Ev 4	6	8	8	6	7	8	7	5
Ev 5	2	2	8	3	7	8	2	2
Ev 6	6	7	8	6	7	8	7	5
Ev 7	5	4	8	7	7	8	6	5
Ev 8	5	6	4	2	4	8	4	4
Ev 9	4	6	7	6	7	7	7	5
Promedio	5.11	5.44	7.11	5.67	6.67	7.89	6.00	4.56

Fuente: Elaboración propia

El Gráfico II-1, refleja la aceptación del atributo olor de acuerdo a los datos obtenidos de los promedios alcanzados en Tabla II-6.

GRÁFICO II-1:
PROMEDIO DE ACEPTACIÓN ATRIBUTO OLOR



Fuente: Elaboración propia

TABLA II-7
ANOVA PRUEBA OLOR

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Olor					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gL	Media cuadratica	F	Sig
Modelo corregido	80.000	7	11.429	4.303	0.001
Interseccion	2592.000	1	2592.000	975.812	0.000
Muestra	80.000	7	11.429	4.303	0.001
Error	170.000	64	2.656		
Total	2842.000	72			
Total corregida	250.000	71			

a.R cuadrado= 0.320 (R cuadrado corregida= 0.246)

Fuente: Obtenido del tratamiento de datos spss 17.0

De acuerdo a datos de Tabla II-7, existe evidencias de diferencias significativas de muestras M1,M2,M4,M8, frente a muestras M3,M5,M6 y M7, para estas últimas con valores menores a 0.025 para un nivel de confianza de 95%, tomando en cuenta el favoritismo de jueces por la Muestra 6, como mejor opción.

2.8 Evaluación sensorial del Atributo Color para selección de modelo de caramelo de miel de abeja

De acuerdo a datos de Tabla II-8, dentro de la escala hedónica realizada en atributo color para selección de este carácter entre las 8 muestras obtenidas, la denominada M2 o (muestra 2) refiere la mayor aceptación por jueces con un valor promedio de 8.00, frente al de menor valor promedio siendo la muestra 8 con 5.11.

TABLA II-8

EVALUACIÓN SENSORIAL ATRIBUTO COLOR

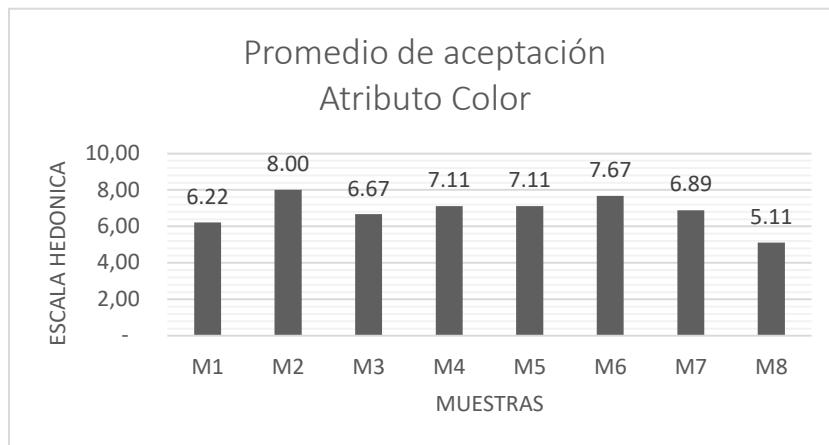
ATRIBUTO COLOR								
Evaluador	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Ev 1	7	8	7	7	8	8	7	8
Ev 2	5	8	6	9	6	7	6	4
Ev 3	5	9	7	7	7	9	9	6
Ev 4	5	8	8	6	6	7	7	5
Ev 5	8	8	6	6	8	8	6	4
Ev 6	6	8	7	7	7	8	8	5
Ev 7	7	8	7	6	7	8	7	6
Ev 8	8	8	7	8	7	6	6	3
Ev 9	5	7	5	8	8	8	6	5
Promedio	6.22	8.00	6.67	7.11	7.11	7.67	6.89	5.11

Fuente: Elaboración propia

El gráfico II-2, refleja la aceptación de atributo color obtenido de acuerdo a datos alcanzados en tabla II-8.

GRÁFICO II-2:

PROMEDIO DE ACEPTACIÓN ATRIBUTO COLOR



Fuente: Elaboración propia

TABLA II-9

ANOVA PRUEBA COLOR

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Color					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gL	Media cuadratica	F	Sig
Modelo corregido	50.208	7	7.173	6.840	0.001
Interseccion	3375.681	1	3375.681	3219.192	0.000
Muestra	50.208	7	7.173	6.840	0.001
Error	67.111	64	1.049		
Total	3493.000	72			
Total corregida	117.319	71			

a.R cuadrado= 0.428 (R cuadrado corregida= 0.365)

Fuente: Obtenido del tratamiento de datos spss 17.0

De acuerdo a Tabla II-9, existe evidencia de diferencias significativas de muestras M1, M3, M7 y M8, frente a muestras M2, M4, M5 y M6, para estas últimas con valores menores a 0.025 para un nivel de confianza de 95%, tomando en cuenta el favoritismo de jueces para Muestra 2, como mejor opción.

2.9 Evaluación sensorial de Atributo Sabor para selección de modelo de caramelo de miel de abeja

De acuerdo a datos de Tabla II-10, dentro de la escala hedónica realizada en atributo sabor para selección de este carácter entre las 8 muestras obtenidas, la denominada M6 o (muestra 6) refiere la mayor aceptación por jueces con un valor de 8.22, frente al de menor valor promedio siendo la muestra 1 con 4.78.

TABLA II-10

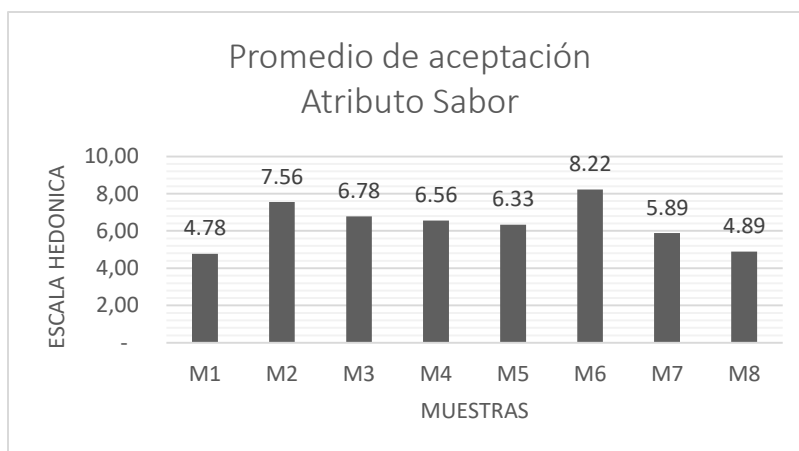
EVALUACIÓN SENSORIAL DE ATRIBUTO SABOR

ATRIBUTO SABOR								
Evaludador	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Ev 1	7	8	7	8	8	7	7	7
Ev 2	4	8	6	8	5	9	4	4
Ev 3	4	8	6	5	6	8	6	3
Ev 4	5	8	9	7	5	8	6	5
Ev 5	4	8	6	4	8	8	4	2
Ev 6	5	8	6	7	6	9	6	6
Ev 7	5	8	6	6	5	8	5	5
Ev 8	4	6	8	6	6	8	8	7
Ev 9	5	6	7	8	8	9	7	5
Promedio	4.78	7.56	6.78	6.56	6.33	8.22	5.89	4.89

Fuente: Elaboración propia

El gráfico II-3, refleja la aceptación del atributo sabor de acuerdo a valores promedios obtenidos de Tabla II-10.

GRÁFICO II-3:
PROMEDIO DE ACEPTACIÓN ATRIBUTO SABOR



Fuente: Elaboración propia

TABLA II-11
ANOVA PRUEBA SABOR

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Sabor					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gL	Media cuadrática	F	Sig
Modelo corregido	89.986	7	12.855	8.670	0.000
Intersección	2926.125	1	2926.125	1973.593	0.000
Muestra	89.986	7	12.855	8.670	0.000
Error	94.889	64	1.483		
Total	3111.000	72			
Total corregida	184.875	71			

a.R cuadrado= 0.487 (R cuadrado corregida= 0.431)

Fuente: Obtenido del tratamiento de datos spss 17.0

De acuerdo a Tabla II-11, existen evidencias de diferencias significativas de muestras M1, M4, M5, M7 y M8, frente a muestras M2, M3, M6, para estos últimos con

valores menores a 0.025 para un nivel de confianza de 95%, tomando en cuenta el favoritismo de jueces para Muestra 6 como mejor opción dentro de la prueba sabor.

2.10 Evaluación sensorial de Atributo Textura para selección de modelo de caramelo de miel de abeja

De acuerdo a datos de Tabla II-12, dentro de la escala hedónica realizada en atributo textura para la selección entre las 8 muestras obtenidas, la denominada M6 o (muestra 6) refiere la mayor aceptación por jueces con un valor de 7.67, frente al de menor valor promedio siendo la muestra 1 con 4.44.

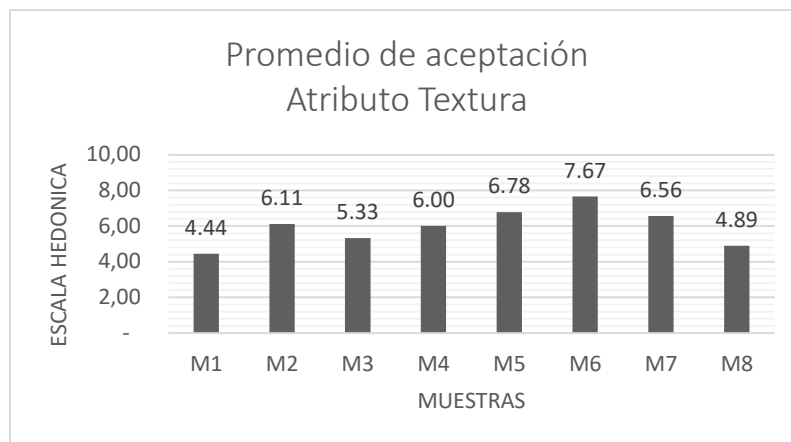
TABLA II-12
EVALUACIÓN SENSORIAL DE ATRIBUTO TEXTURA

ATRIBUTO TEXTURA								
Evaluador	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Ev 1	7	8	5	7	8	8	7	6
Ev 2	1	6	2	7	8	8	7	4
Ev 3	6	8	7	6	7	8	7	6
Ev 4	4	7	8	5	6	7	7	5
Ev 5	4	4	4	4	6	8	5	6
Ev 6	5	7	5	6	6	8	7	3
Ev 7	5	7	6	7	7	8	7	5
Ev 8	3	3	4	4	5	6	5	4
Ev 9	5	5	7	8	8	8	7	5
Promedio	4.44	6.11	5.33	6.00	6.78	7.67	6.56	4.89

Fuente: Elaboración propia

El gráfico II-4, refleja los picos de aceptación promedio para atributo textura encontrada de acuerdo a datos alcanzados en tabla II-12.

GRÁFICO II-4:
PROMEDIO DE ACEPTACIÓN ATRIBUTO TEXTURA



Fuente: Elaboración propia

TABLA II-13
ANOVA PRUEBA TEXTURA

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Textura					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gL	Media cuadratica	F	Sig
Modelo corregido	70.167	7	10.024	5.268	0.000
Interseccion	2568.056	1	2568.056	1349.635	0.000
Muestra	70.167	7	10.024	5.268	0.000
Error	121.778	64	1.903		
Total	2760.000	72			
Total corregida	191.944	71			
a.R cuadrado= 0.366 (R cuadrado corregida= 0.296)					

Fuente: Obtenido del tratamiento de datos spss 17.0

De acuerdo a Tabla II-13, existe evidencia de diferencias significativas de muestras M1, M2, M3, M4 y M8 frente a muestras M5, M6 y M7, para estos últimos con valores menores a 0.025 con un nivel de confianza de 95%, tomando en cuenta el favoritismo de jueces por Muestra 6 como mejor opción.

2.11 Balance de materia durante el proceso de elaboración de caramelos de miel de abeja

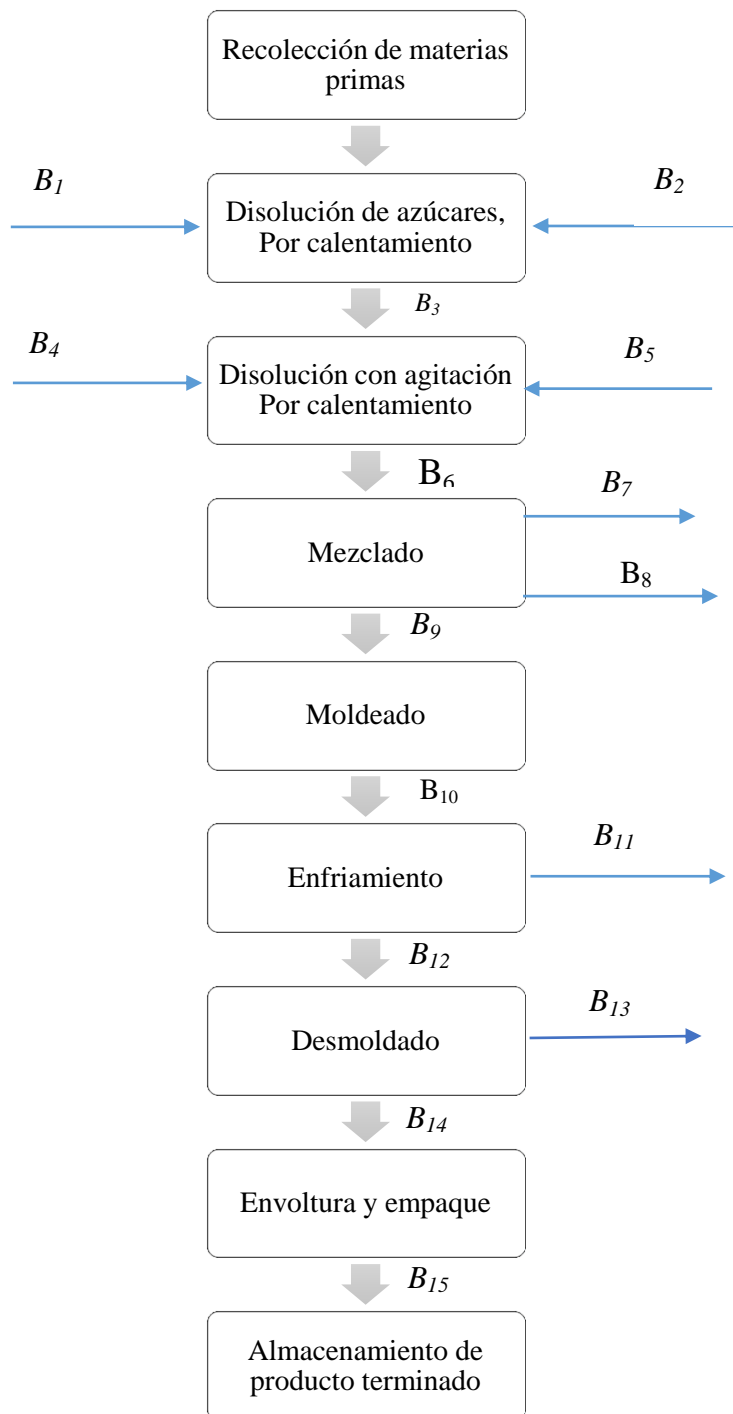
Dentro del proceso de elaboración de caramelos de miel de abeja se desarrollaron una serie de balances de materia como se refleja en el diagrama de bloques (Figura II-13).

En primera instancia se realizó la base de cálculo para obtención de masa espesa de 200 gramos de solución con una cantidad principal de Sacarosa de 86 gramos; Glucosa de 62 gramos; Miel de abeja de 44 gramos y Agua 8 gramos durante un tiempo de 20 minutos, que de acuerdo al proceso de calentamiento existe evaporación del producto existiendo pérdidas, y pérdidas de masa en la etapa de moldeado, por esta razón se realizan los balances de materia para comprobar la cantidad final del producto obtenido.

El balance de energía se da principalmente en el recipiente contenedor de la masa espesa el cual es calentado.

Figura II-13

**DIAGRAMA DE BLOQUES DE BALANCE DE MATERIA DE PROCESO DE
ELABORACIÓN DE CAMELOS DE MIEL DE ABEJA**



Fuente: Elaboración propia

La tabla II-14, muestra las especificaciones de las corrientes del diagrama de proceso.

TABLA II-14
CORRIENTES DE PROCESO

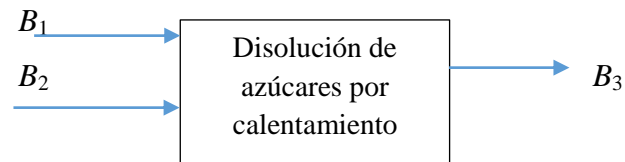
CORRIENTES DE PROCESOS	
CORRIENTE	ESPECIFICACIONES
B_1	Cantidad de sacarosa
B_2	Cantidad de agua
B_3	Cantidad de masa espesa 1
B_4	Cantidad de glucosa
B_5	Cantidad de miel de abeja
B_6	Cantidad de masa espesa 2
B_7	Cantidad de evaporación de agua
B_8	Cantidad de masa perdida
B_9	Cantidad de masa espesa
B_{10}	Cantidad de masa espesa
B_{11}	Cantidad de perdida de agua
B_{12}	Cantidad de masa dura
B_{13}	Cantidad de masa dura resultante
B_{14}	Cantidad de producto resultante

Fuente: Elaboración propia

2.11.1. Balance de materia en etapa de disolución de azúcares, por calentamiento

En primera etapa de disolución, se presentó el siguiente balance de materia, de acuerdo a (Figura II-14).

Figura II-14: **BALANCE DE MATERIA EN ETAPA DE DISOLUCIÓN DE AZÚCARES POR CALENTAMIENTO**



Balace general en el proceso:

$$B_1 + B_2 = B_3$$

Ecuación (2.2)

Donde:

B_1 = masa azúcar 86 g

B_2 = masa agua 8 g

B_3 = cantidad de masa espesa en g

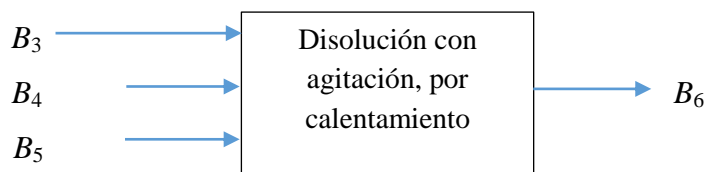
$$B_3 = 86 \text{ g} + 8 \text{ g} = 94 \text{ g}$$

El primer balance de materia presentado dio como resultado, $B_3 = 94$ gramos de masa espesa.

2.11.2. Balance de materia en etapa de disolución con agitación, por calentamiento

El balance de materia en la etapa 2, se presenta de acuerdo a (Figura II-15).

Figura II-15: **BALANCE DE MATERIA EN ETAPA DE DISOLUCIÓN CON AGITACIÓN, POR CALENTAMIENTO**



Balance general en proceso:

$$B_3 + B_4 + B_5 = B_6$$

Ecuación (2.3)

Donde:

B_3 = cantidad de masa espesa 94 g

B_4 = cantidad de glucosa 62 g

B_5 = cantidad de miel de abeja 44 g

B_6 = cantidad masa espesa en g

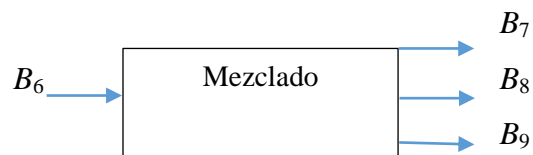
$$B_6 = 94 \text{ g} + 62 \text{ g} + 44 \text{ g} = 200 \text{ g}$$

Como resultado de la segunda etapa de proceso dio como resultado $B_6 = 200$ gramos de masa espesa.

2.11.3. Balance de materia en etapa de mezclado

El balance de materia en la etapa 3 de mezclado se presentó de acuerdo a (figura II-16).

Figura II-16: **BALANCE DE MATERIA EN ETAPA DE MEZCLADO**



Balance general durante el proceso:

$$B_6 = B_7 + B_8 + B_9$$

Ecuación (2.4)

Donde:

B_6 = cantidad de masa espesa 200 g

B_7 = cantidad de agua evaporada

$$B_7 = 200 \text{ g} - 197.895 \text{ g} = 2.105 \text{ g}$$

197.895 g peso de vaso con masa espesa residual

$$B_8 = 210.709 \text{ g} - 196.101 \text{ g} = 14.608 \text{ g}$$

B_8 = cantidad de masa perdida

210.709 g peso de vaso con residuo de caramelo

196.101 g peso del vaso precipitado + varilla

B_9 = cantidad de masa espesa

$$B_9 = B_6 - B_7 - B_8$$

Ecuación (2.5)

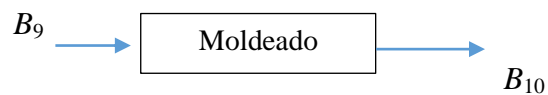
$$B_9 = 200 \text{ g} - 2.105 \text{ g} - 14.608 \text{ g} = 183.287 \text{ g}$$

Como resultado de etapa 3 de mezclado de la solución, dio un valor de $B_9 = 183.287$ gramos de masa espesa.

2.11.4. Balance de materia en etapa de moldeado

El balance de materia en la etapa de mezclado está de acuerdo a (Figura II-17).

Figura II-17: **BALANCE DE MATERIA EN ETAPA DE MOLDEADO**



Balance general del proceso:

$$B_9 = B_{10}$$

Ecuación (2.6)

Donde:

B_9 = cantidad de masa espesa 183.287 g

B_{10} = cantidad de masa espesa 183.287 g

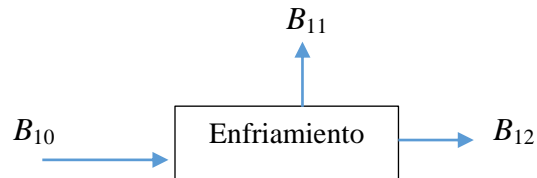
$$183.287 \text{ g} = 183.287 \text{ g}$$

Como resultado de la etapa de mezclado dio $B_{10}=183.287$ gramos de masa espesa.

2.11.5. Balance de materia en etapa de enfriamiento

El balance de materia en la etapa de enfriamiento va de acuerdo a (Figura II-18)

Figura II-18: **BALANCE DE MATERIA EN ETAPA DE ENFRIAMIENTO**



Donde:

B_{10} = cantidad de masa espesa 183.287 g

B_{11} = cantidad de masa de agua evaporada

B_{12} = cantidad de masa dura 182.287 g

$$B_{10} = B_{11} + B_{12}$$

Ecuación (2.7)

Despejando B_{11} de Ecuación (2.7).

$$B_{11} = B_{10} - B_{12}$$

Ecuación (2.8)

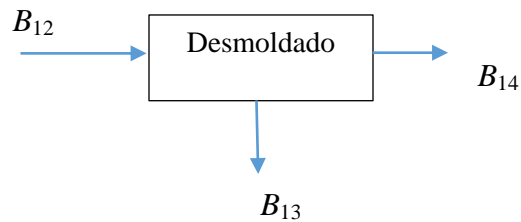
$$B_{11} = 183.287 \text{ g} - 182.287 \text{ g} = 1.00 \text{ g}$$

En etapa de enfriamiento quedó como resultado la masa de agua evaporada $B_{11} = 1.00$ gramos.

2.11.6 Balance de materia en etapa de desmoldado

El balance de materia en etapa de desmoldado está de acuerdo a (Figura II-19).

Figura II-19: **BALANCE DE MATERIA EN ETAPA DE DESMOLDADO**



Balance general durante el proceso:

$$B_{12} = B_{13} + B_{14}$$

Ecuación (2.9)

Donde:

B_{12} = cantidad de masa dura 182.287 g

B_{13} = cantidad de masa perdida

B_{14} = cantidad de masa dura resultante 170.893 g

Despejando B_{13} de Ecuación (2.9).

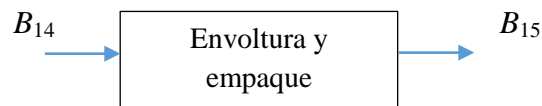
$$B_{13} = 182.287 \text{ g} - 170.893 \text{ g} = 12.894 \text{ g}$$

En etapa de desmoldado el resultado obtenido $B_{13} = 12.894$ gramos de masa perdida.

2.11.7 Balance de materia en etapa de envoltura y empaque

El balance de materia durante la etapa de envoltura y empaque está de acuerdo a (Figura II-20).

Figura II-20: **BALANCE DE MATERIA EN ETAPA DE ENVOLTURA Y EMPAQUE**



Balance general durante el proceso:

$$B_{14} = B_{15}$$

Ecuación (2.10)

Donde:

B_{14} = cantidad de masa dura resultante 170.893 g

B_{15} = cantidad de masa de caramelo + envoltura = 170.894 g

$$170.893 \text{ g} + 1 \times 10^{-3} = 170.894 \text{ g}$$

Los resultados durante la etapa de envoltura y empaque fueron de $B_{15} = 170.894$ gramos de masa dura o caramelo obtenido.

2.11.8 Cantidad en unidades de producto final obtenido

La cantidad por unidad de producto obtenido va de acuerdo a la cantidad de masa dura logrado en el proceso final.

La cantidad de masa dura o caramelo de producto final es de 170.894 gramos.

La cantidad aproximada de caramelos hechos en moldes fue de 26, con pesos distintos desde 4.70 gramos, 4.90 gramos, 5.33 gramos, 5.42 gramos, hasta 7.69 gramos.

Por esta razón se desea tener una cantidad más exacta de pesos por unidad de caramelo para la cantidad de producto obtenido. Siguiendo de esta forma la Ecuación (2.11).

$$C_1 * C_2 = B_{15}$$

Ecuación (2.11)

Donde:

C_1 = número de unidades de caramelos

C_2 = peso aproximado requerido por envase, en gramos

B_{15} = peso de masa dura final obtenida, 170.894 gramos

El valor C_2 se obtuvo un promedio de la suma de los 5 valores de los pesos de caramelos obtenidos del moldeado durante el proceso.

TABLA II-15
PROMEDIO PESO CARAMELOS

N°	Pesos (g)
1	4.70
2	4.9
3	5.33
4	5.42
5	7.69
Promedio	5.61

Fuente: Elaboración propia

El valor promedio encontrado en Tabla II-15, para C_2 es de 5.61 gramos, de acuerdo a este valor se trabajará con una cuantía de 5.00 gramos.

Despejando C_1 de Ecuación (2.11), se tiene:

$$C_1 = \frac{B_{15}}{C_2}$$

Ecuación (2.12)

$$C_1 = \frac{170.894 \text{ gramos}}{5.00 \text{ gramos}} = 34.17$$

El número de unidades de caramelos que se obtienen de una base de masa dura de 170.89 gramos es de 34.17.

2.12 Balance de energía durante el proceso de elaboración de caramelos de miel de abeja

En el siguiente acápite se realiza el balance de energía que es necesario dentro del proceso de calentamiento de la mezcla de materias primas, para la posterior obtención del caramelo.

El proceso inicia con la disolución de materias primas en el material de vidrio por calentamiento de forma directa, utilizando GLP como combustible. La mezcla se bate de forma manual donde es importante que se recorra todo el recipiente, para que el calor que se recibe sea uniforme en toda la superficie. En esta etapa se controla simultáneamente la temperatura y tiempo de cocción.

$$Q_{mezcla} = Q_{miel} + Q_{sacarosa} + Q_{glucosa} + \Delta h_{vap} * m_{agua}$$

Ecuación (2.13)

Δh_{vap} = entalpia de vaporización, expresado en, J/g

Ecuación de calor:

$$Q = m \times C_p \times \Delta T$$

Ecuación (2.14)

Donde:

Q = calor necesario en el proceso, expresado en joule.

m = masa utilizada, expresado en gramos (g)

C_p = calor específico del componente, expresado en $\frac{J}{g \cdot ^\circ C}$

ΔT = diferencial de temperaturas utilizadas, expresado en $^\circ C$

- Q en miel

$$Q_{miel} = m_{miel} * c_{p_{miel}} * (T_f - T_i)$$

Ecuación (2.15)

$m_{miel} = 44$ g

$$cp_{miel} = 2.26 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$T_f = 150^\circ\text{C}$$

$$T_i = 50^\circ\text{C}$$

$$Q_{miel} = 44 \text{ g} * 2.26 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} * (100)^\circ\text{C}$$

$$Q_{miel} = 9944 \text{ J}$$

- Q en sacarosa

$$Q_{sacarosa} = m_{sac} * cp_{sac} * (T_f - T_i)$$

Ecuación (2.16)

$$m_{sac} = 86 \text{ g}$$

$$cp_{sac} = 0.30 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C} * 4.1868 \text{ J/1 cal} = 1.25604 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$T_f = 150^\circ\text{C}$$

$$T_i = 50^\circ\text{C}$$

$$Q_{sacarosa} = 86 \text{ g} * 1.25604 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} * (100)^\circ\text{C}$$

$$Q_{sacarosa} = 10801.944 \text{ J}$$

- Q en glucosa

$$Q_{glucosa} = m_{gluc} * cp_{gluc} * (T_f - T_i)$$

Ecuación (2.17)

$$m_{gluc} = 62 \text{ g}$$

$$cp_{gluc} = 1.210177 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$T_f = 150^\circ\text{C}$$

$$T_i = 50^\circ\text{C}$$

$$Q_{glucosa} = 62 \text{ g} * 1.210177 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{K}} * (100)^\circ\text{C}$$

$$Q_{glucosa} = 7503.097 \text{ J}$$

En ecuación (2.13) reemplazamos valores, para obtención de Q_{mezcla}

$$\Delta h_{vap} = 2257 \text{ J/g}$$

$$m_{agua} = 8 \text{ g}$$

$$Q_{mezcla} = 9944 \text{ J} + 10801.944 \text{ J} + 7503.097 \text{ J} + 2257 \frac{\text{J}}{\text{g}} * 8 \text{ g}$$

$$Q_{mezcla} = 46305.041 \text{ J} = 46.305 \text{ KJ}$$

La potencia de la hornalla de gas:

Tiempo de acondicionamiento = 20 minutos = 0.33 hora

$$Q_{mezcla} = \text{Potencia} * \text{Tiempo}$$

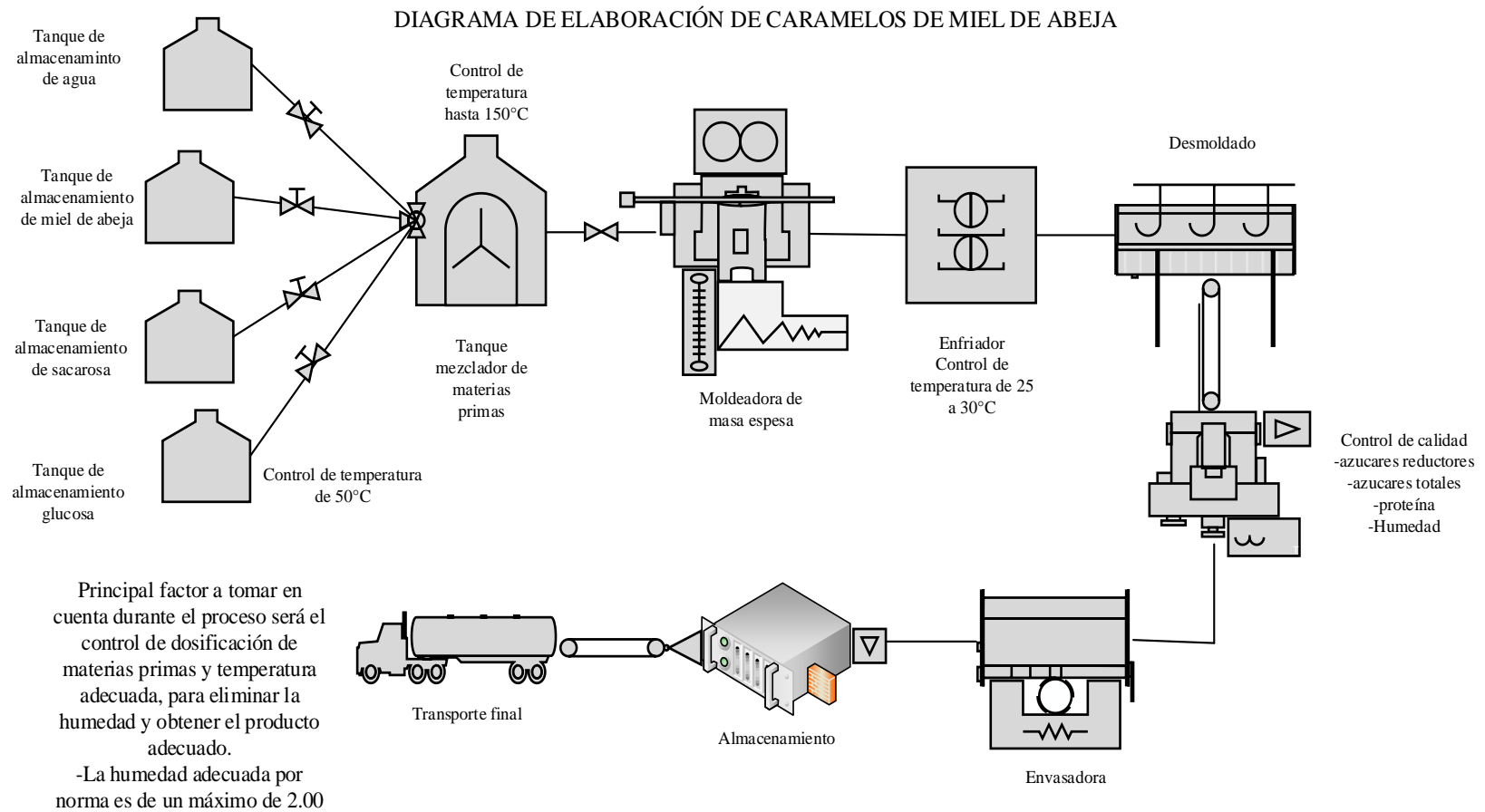
Ecuación (2.18)

$$\text{Potencia} = \frac{Q_{mezcla}}{\text{Tiempo}}$$

$$P = \frac{46.305 \text{ KJ}}{0.33 \text{ hr}}$$

$$P = 140.318 \frac{\text{KJ}}{\text{hr}}$$

2.13 Diagrama de flujo de proceso Propuesto de Elaboración de caramelos de miel de abeja producida en el Valle Central de Tarija



2.14 Diseño de tanque agitador con chaqueta de vapor

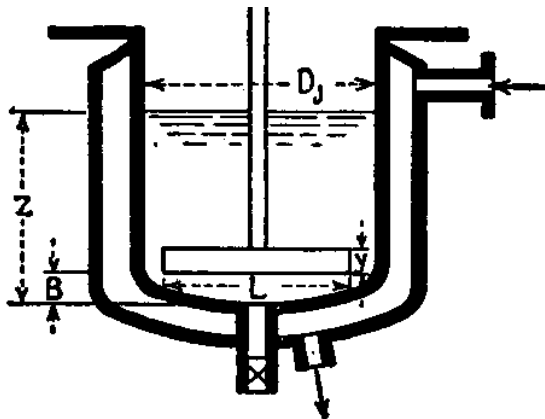
Intercambiadores de calor de serpentín y chaqueta:

Son cambiadores de calor sencillos, empleados para calentamiento o enfriamiento, se usan mucho como parte de los alambiques, los reactores y las ollas de cocción. Los cambiadores de calor de serpentín y de chaqueta están por lo general provistos de equipo de agitación para mejorar coeficientes. (Valiente, (2013))

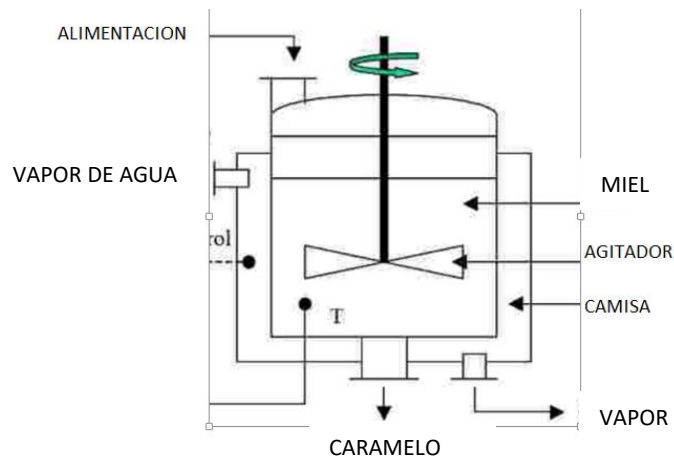
Las dimensiones esenciales para el cálculo son, altura de la porción húmeda del recipiente, diámetro del recipiente, longitud de la paleta del agitador, y la altura desde el fondo de la paleta hasta el fondo del recipiente. (Kern, Donald. (1999). *Procesos de Transferencia de Calor*)

La ecuación de Fourier del diseño es: $Q = U \times A \times \Delta T$

Figura II-21: TANQUE AGITADOR



Fuente: Kern, Donald. (1999). *Procesos de Transferencia de Calor*.



El volumen está de acuerdo a la cantidad de materia prima disponible en el mercado del Departamento de Tarija, al año.

La demanda potencial está representada de acuerdo a valores tomados del número de habitantes existentes en el departamento de Tarija y el consumo promedio del producto principal, miel de abeja.

Consumo promedio de miel de abeja 0.07 kg*persona/año

Departamento de Tarija 534.687 número de habitantes registrado en Censo 2011, datos INE (Instituto Nacional de Estadística).

Consumo de miel de abeja en el departamento

$$0.07 \frac{kg}{año} \times 534.687 = 37.42809 \frac{kg}{año}$$

Cantidad de materia prima necesaria año / día

$$37.42809 \frac{kg}{año} \times 0.10 = 3.742809 \frac{kg}{año}$$

Total de días trabajados al año 260 días

$$\frac{3.742809}{260 \text{ dias}} = 0.1846 \frac{kg}{dia}$$

Capacidad de planta de acuerdo a la cantidad de materia prima 5614.21 kg, en toneladas

$$\frac{5614.21 \text{ kg}}{1000} = 5.614 \frac{ton}{año}$$

Volumen a tomar en cuenta de miel para el tanque es de:

$$V = \frac{5614.21 \text{ kg}}{año} \times \frac{1 \text{ año}}{260 \text{ dias}} \times \frac{1 \text{ dia}}{8 \text{ hrs}} = 2.699 \frac{kg}{hr}$$

En este caso se tomó un volumen de 10 litros aproximadamente para el diseño del tanque agitador, debido a que el volumen encontrado en principio es bajo y se desea diseñar un recipiente que sea a nivel industrial, expectante a elevar los niveles de producción a futuro, por lo tanto la capacidad del tanque será en base a un volumen de 10 litros.

DATOS:

Capacidad del tanque:

$$V = \frac{10 \text{ lt}}{1000 \text{ m}^3} = 0.01 \text{ m}^3$$

Tiempo de residencia de 20 a 30 minutos.

- **Caudal de fluido**

$$C = Qx\left(\frac{Tr}{60}\right)$$

$$Q = \frac{C \times 60}{Tr}$$

$$Q = \frac{0.01 \text{ m}^3 \times 60}{30} = 0.02 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}}$$

- **Diámetro del tanque**

De acuerdo a la bibliografía (Dimensionamiento de equipos) consultada se tiene:

Por defecto la relación L/D_t será 3

$$C = \frac{\pi}{4} \times D_t^2 \times L$$

Reemplazando $L = 3 \times D_t$

$$C = \frac{\pi}{4} D_t^2 \times 3 \times D_t$$

Despejando y reemplazando datos D_t (diámetro del tanque) será:

$$D_t = \sqrt[3]{\frac{Q}{\frac{3 \times \pi}{4}}} = \sqrt[3]{\frac{0.02}{\frac{3 \times \pi}{4}}} = 0.204 \text{ m}$$

Reemplazando para la altura del fluido (L)

$$L = 3 \times D_t$$

$$L = 3 \times 0.204 \text{ m} = 0.612 \text{ m}$$

- **Altura del tanque H**

$$H = L + hd$$

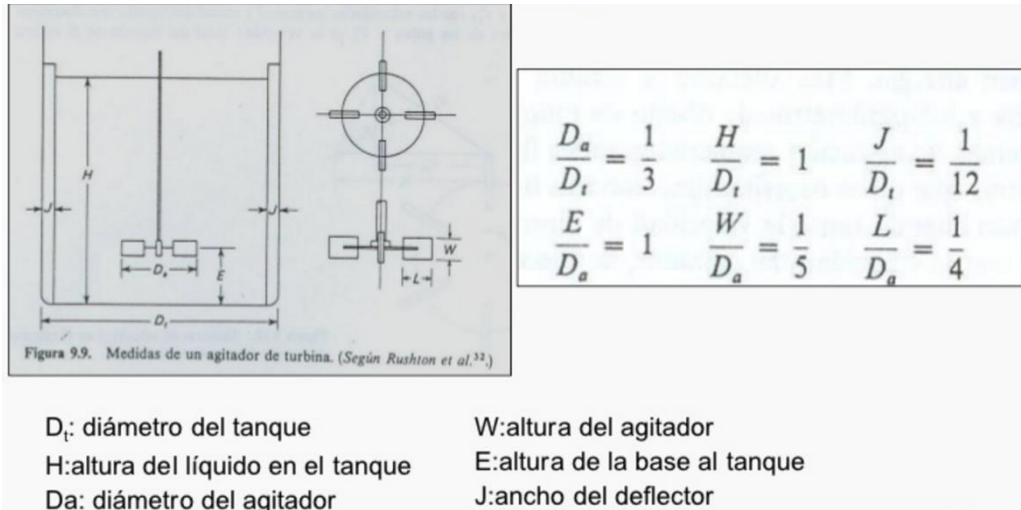
De tabla en (Dimensionamiento de los Equipos. (2009)) $hd = 0.3 \text{ pie} = 0.091 \text{ m}$ ($hd =$ altura para la separación de vapor en ft)

$$H = 0.612 \text{ m} + 0.091 \text{ m} = 0.703 \text{ m}$$

El espesor del tanque por norma será: $\Delta x = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$

- **Diseño de agitador**

Figura II-22: **DISEÑO DE AGITADOR**



Fuente: Dimensionamiento de los Equipos. (2009).

De acuerdo a datos:

$$D_t = 0.204 \text{ m}$$

$$\text{Altura del fluido } L = 0.612 \text{ m}$$

Despejando de fórmulas se tiene:

Diámetro del agitador

$$D_a = \frac{1}{3} D_t$$

$$D_a = \frac{1}{3} \times 0.204 \text{ m} = 0.068 \text{ m}$$

Altura de la base del tanque

$$\frac{E}{D_a} = 1$$

$$E = 0.068 \text{ m}$$

Ancho del deflector

$$\frac{J}{D_t} = \frac{1}{12}$$

$$J = \frac{D_t}{12} = \frac{0.204 \text{ m}}{12} = 0.017 \text{ m}$$

Ancho del agitador

$$\frac{L}{Da} = \frac{1}{4}$$

$$L = \frac{Da}{4} = \frac{0.068 \text{ m}}{4} = 0.017 \text{ m}$$

Altura del agitador

$$\frac{W}{Da} = \frac{1}{5}$$

$$W = \frac{Da}{5} = \frac{0.068 \text{ m}}{5} = 0.0136 \text{ m}$$

Los agitadores industriales de paletas giran a una velocidad comprendida entre 20 y 150 rpm.

- **Cálculos de la camisa de vapor**

Chaquetas o camisas de calentamiento: consiste en un tanque con doble fondo por el que pasa el agua o el vapor de calentamiento.

Comúnmente los recipientes se hacen de acero inoxidable o con recubierta vidriada que resiste a la corrosión. El tamaño de la chaqueta de vapor dependerá del tamaño del recipiente.

Como el tanque es cilíndrico se calcula el área del cilindro

$$A_t = \pi \times 0.204 \text{ m} \times 0.703 \text{ m} = 0.45 \text{ m}^2$$

Coefficiente global de transferencia de calor

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_i} + \frac{\Delta x}{k} + \frac{1}{h_e}$$

Ecuación (2.19)

Donde:

$$h_i = \text{coeficiente de convección de la miel} = 345.15 \frac{W}{m^2 \times ^\circ k}$$

$$\Delta x = \text{espesor de la pared del tanque} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$h_e = \text{coeficiente de convección del aire exterior} = 10 \frac{W}{m^2 \times ^\circ k}$$

$$k = \text{coeficiente de conducción del acero} = 50 \frac{W}{m \times ^\circ k}$$

Reemplazando datos, para luego despejar U , de Ecuación (2.19)

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{345.15} + \frac{5 \times 10^{-3}}{50} + \frac{1}{10} =$$

$$U = 9.708 \frac{W}{m^2 \times ^\circ k}$$

- **Calor cedido**

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

Ecuación (2.20)

Datos:

$$T_{\text{inicial de miel}} = 50^\circ C + 273.15^\circ k = 323.15^\circ k$$

$$T_{final\ de\ miel} = 150^{\circ}C + 273.15^{\circ}k = 423.15^{\circ}k$$

$$A = 0.45\ m^2$$

$$U = 9.708\ \frac{W}{m^2 \times ^{\circ}k}$$

Reemplazando datos en Ecuación (2.20)

$$Q = 9.708\ \frac{W}{m^2 \times ^{\circ}k} \times 0.45\ m^2 \times (423.15 - 323.15)^{\circ}k$$

$$Q = 436.86\ W$$

Temperatura de vapor requerida

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{Q}{U \times A}$$

$$\Delta T = \frac{436.86\ W}{9.708\ \frac{W}{m^2 \times ^{\circ}k} \times 0.45\ m^2} = 100^{\circ}k$$

Puesto que la mezcla trabaja a $150^{\circ}C + 273.15^{\circ}k = 423.15^{\circ}k$, la temperatura de vapor debe ser a:

$$T = 423.15^{\circ}k + 100^{\circ}k = 523.15^{\circ}k$$

Fuente: Kern, Donald. (1999). *Procesos de Transferencia de Calor*.

Diámetro de la camisa de calentamiento

Datos:

$$v_{volumen\ del\ cilindro} = 0.01\ m^3$$

$$H = 0.703\ m$$

$$D_t = 0.204 \text{ m}$$

$$V = \frac{\pi}{4} H (D_{\text{diametro de la camisa}}^2 - D_t^2)$$

$$D_{\text{diametro de la camisa}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.01 \text{ m}^3}{\pi \times 0.703 \text{ m}} + (0.204 \text{ m})^2}$$

$$D_{\text{diametro de la camisa}} = 0.244 \text{ m}$$

Fuente: Dimensionamiento de los Equipos. (2009).

CAPÍTULO III

Resultados y Discusión

3.1 Procedimientos y técnicas empleados en obtención de resultados

3.1.1 Análisis de calidad de materia prima

Los análisis necesarios para determinar la calidad de la miel de abeja utilizada para los ensayos correspondientes, fueron obtenidos en el Laboratorio “CEANID” “Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo”, dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, quienes realizan ensayos de acuerdo a la normativa especificada NB 38023-38038 para el Sector Miel. (Ver Anexo 3).

TABLA III-1

COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DE MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS

COMPONENTE	UNIDAD	RANGO GENERAL	VALORES OBTENIDOS		
			MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Densidad relativa		1.37	1.42	1.42	1.39
Acidez libre	mEq/kg	40.6	38.81	37.12	33.76
Cenizas	%	0.6	0.26	0.29	0.48
Humedad	%	20.0	18.3	18.2	19.5
Azúcares Reductores	%	65.0	70.01	68.88	68.47
Contenido aparente de sacarosa	%	5.0	5.15	3.53	2.7
pH		3.9	3.99	3.70	3.94
Sólidos Insolubles	%	0.3	0.29	0.28	0.27

Fuente: CEANID, (2017).

Las distintas mieles empleadas en el siguiente trabajo fueron recolectadas de las Provincias colindantes como ser: Sella (Muestra 1), Chocloca (Muestra 2) y Valle de

la Concepción (Muestra 3), con las cuales verificando sus propiedades fisicoquímicas se procedió a realizar una sola mezcla uniforme, mezclando en porcentajes iguales de 33.3% cada una, para una base de 900 gramos de miel de abeja, la que se utilizó para realizar el caramelo (Muestra final).

TABLA III-2
COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DE MUESTRA FINAL UTILIZADA

COMPONENTE	UNIDAD	RANGO GENERAL	VALORES OBTENIDOS
			MUESTRA FINAL
Densidad relativa		1.37	1.42
Acidez libre	mEq/kg	40.6	36.77
Cenizas	%	0.6	0.40
Humedad	%	20.0	17.9
Azúcares Reductores	%	65.0	69.23
Contenido aparente de sacarosa	%	5.0	3.96
pH		3.9	3.95
Sólidos Insolubles	%	0.3	0.27

Fuente: CEANID, (2017).

La muestra utilizada en el proceso de elaboración de caramelos de miel de abeja es la muestra denominada Muestra Final, obtenida de la mezcla principal de la Muestra 1, Muestra 2 y Muestra 3, se realizó este tipo de proceso debido a que se quiso obtener una óptima solución final y verificando que aún se encuentra dentro de los parámetros requeridos se utilizó dicha solución. (Ver Anexo 3)

TABLA III-3
REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS DE MUESTRA FINAL A UTILIZAR

MICROORGANISMOS	RANGOS GENERALES	VALOR OBTENIDO
Aerobias mesófilas UFC/g	max 1 x 10 ⁴	1.0 x 10 ²
Salmonella	Ausencia	Ausencia
Mohos y levaduras UFC/g	max 1 x 10 ²	< 10 (*)
Coliformes Totales UFC/g	Ausencia	< 10 (*)

Fuente: CEANID, (2017).

(*) = no se observa desarrollo de colonias

<: Menor que

Los análisis microbiológicos fueron realizados a la muestra final utilizada para la verificación de requisitos de acuerdo a norma. (Ver Anexo 3)

3.1.2 Análisis estadístico del diseño experimental

Para el tratamiento estadístico de los datos del diseño factorial tomados en cuenta, se utilizó el programa SPSS STATISTICS 17.0 (Statistical Package for the Social Sciences).

Mediante el análisis de Varianza Univariante, se determinará la influencia de los factores tales como; dosificación de Sacarosa (A), Glucosa (B), Miel de abeja (C), sobre la variable respuesta Humedad expresado en porcentaje.

En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos del proceso de dosificación de materias primas, que fueron introducidos al SPSS. De acuerdo al diseño factorial elegido de 2^3 con dos réplicas.

TABLA III-4
DATOS PARA EL CÁLCULO DE ANÁLISIS DE VARIANZA

N° de ensayo	A	B	C	Variable respuesta 1 VR1 humedad	Variable respuesta 2 réplica VR2
1	-1	-1	-1	1.27	1.16
2	1	-1	-1	0.85	0.93
3	-1	1	-1	0.91	0.91
4	1	1	-1	1.22	1.12
5	-1	-1	1	0.85	0.92
6	1	-1	1	0.77	0.80
7	-1	1	1	1.04	1.01
8	1	1	1	1.43	1.49
9	-1	-1	-1	1.25	1.17
10	1	-1	-1	0.92	0.89
11	-1	1	-1	0.88	0.93
12	1	1	-1	1.21	1.13
13	-1	-1	1	0.83	0.93
14	1	-1	1	0.85	0.75
15	-1	1	1	1.04	1.01
16	1	1	1	1.4	1.51

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla III-5 muestra factores o variables introducidas al programa para su análisis.

TABLA III-5
FACTORES INTER-SUJETOS

		N
Sacarosa	-1.00	8
	1.00	8
Glucosa	-1.00	8
	1.00	8
Miel	-1.00	8
	1.00	8

Fuente: Obtenido del tratamiento de datos spss 17.0

El análisis de varianza se ve reflejado en la Tabla III-6, además de la significancia de las variables tomadas en cuenta.

TABLA III-6
ANÁLISIS DE VARIANZA

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
variable dependiente: Humedad					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	Grados de libertad (gl)	Media cuadrática	F	Sig
Modelo corregido	0.694	6	0.116	37.133	0.000
Intersección	17.472	1	17.472	5611.119	0.000
Sacarosa	0.021	1	0.021	6.752	0.029
Glucosa	0.148	1	0.148	47.601	0.000
Miel	0.006	1	0.006	1.806	0.212
Sacarosa*Glucosa	0.302	1	0.302	97.145	0.000
Sacarosa*Miel	0.04	1	0.04	12.846	0.006
Glucosa*Miel	0.176	1	0.176	56.649	0.000
Error	0.028	9	0.003		
Total	18.194	16			
Total corregida	0.722	15			
a. R cuadrado= 0.961 (R cuadrado corregida= 0.935)					

Fuente: Obtenido del tratamiento de datos spss 17.0

De acuerdo a la Tabla III-6 de análisis de varianza, se observa que las variables; Sacarosa, Glucosa, Miel de abeja y las interacciones; Sacarosa*Glucosa, Sacarosa*Miel, Glucosa*Miel. Son factores que no influyen dentro de la humedad, puesto que la significancia es menor a 0.025 considerando una confiabilidad del 95%.

3.1.2.1 Análisis de Regresión del conjunto de datos

En la siguiente tabla se muestran las variables introducidas de los datos respecto al modelo.

TABLA III-7
VARIABLES INTRODUCIDAS/ELIMINADAS

Variables introducidas/eliminadas			
Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Modelo
1	GluMiel		Introducir
	SacMiel		
	SacGlu		
	Glucosa		
	Sacarosa ^a		

a. Todas las variables solicitadas introducidas

Fuente: Obtenido del tratamiento de datos spss 17.0

TABLA III-8
RESUMEN DEL MODELO

Resumen del modelo ^b				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error tip de la estimación
1	0.976 ^a	0.953	0.93	0.05801

a. Variables predictoras: (constante), GluMiel, SacMiel, SacGlu, Glucosa, Sacarosa.

b. Variable dependiente: Humedad.

Fuente: Obtenido del tratamiento de datos spss 17.0

La siguiente tabla muestra la variabilidad de los datos respecto al modelo empleado.

TABLA III-9
ANOVA

ANOVA ^b					
Modelo	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Sig
1 Regresión	0.688	5	0.138	40.9	0.000 ^a
Residual	0.034	10	0.003		
Total	0.722	15			

a. Variables predictoras: (constante), GluMiel,SacMiel,SacGlu, Glucosa, Sacarosa

b. Variable dependiente: Humedad

Fuente: Obtenido del tratamiento de datos spss 17.0

TABLA III-10
COEFICIENTES

Coeficientes ^a							
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig	Intervalo de confianza de 95.0% para B	
	B	Error tip.	Beta			Límite inferior	Límite superior
1 (constante)	1.045	0.015		72.058	0.000	1.013	1.077
Sacarosa	0.036	0.015	0.171	2.500	0.031	0.004	0.069
Glucosa	0.096	0.015	0.453	6.637	0.000	0.064	0.129
SacGlu	0.137	0.015	0.647	9.481	0.000	0.105	0.17
SacMiel	0.05	0.015	0.235	3.448	0.006	0.018	0.082
GluMiel	0.105	0.015	0.494	7.24	0.000	0.073	0.137

a. Variable dependiente: Humedad

Fuente: Obtenido del tratamiento de datos spss 17.0

Ecuación de regresión

$$\% \text{ Humedad} = 1.045 + 0.036 \text{ Sacarosa} + 0.096 \text{ Glucosa} + 0.137 \text{ SacGlu} + 0.05 \text{ SacMiel} + 0.105 \text{ GluMiel}$$

3.1.2.2 Variable Observada vs Variable Calculada

En la Tabla III-11, se consideran las variables respuesta encontradas durante el proceso de dosificaciones en la elaboración de caramelos, frente a los valores obtenidos de acuerdo al modelo matemático encontrado en programa SPSS 17.0.

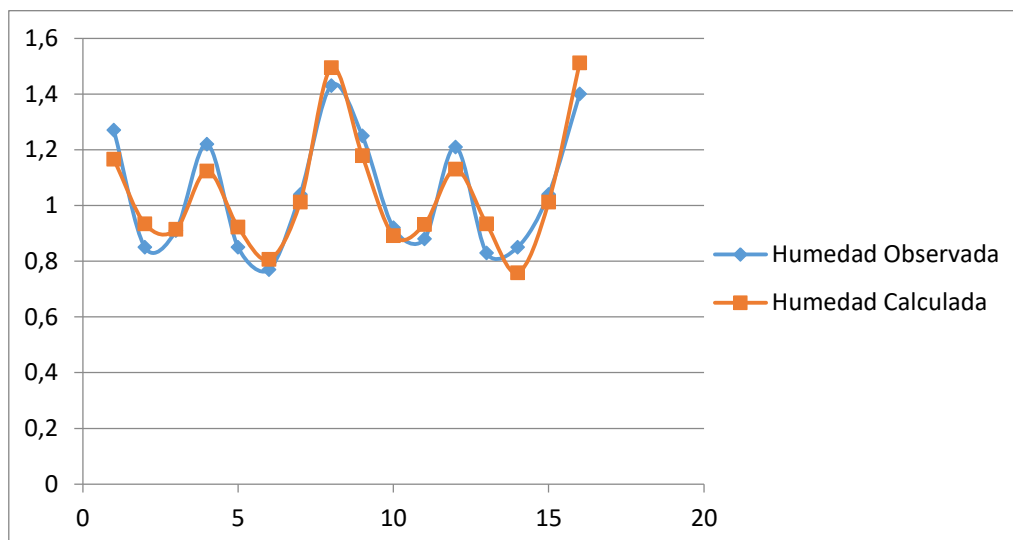
TABLA III-11

DATOS EXPERIMENTALES EMPLEADOS

N° de ensayo	A	B	C	Variable respuesta 1 VR1	Variable respuesta según spss
1	-1	-1	-1	1.27	1.16
2	1	-1	-1	0.85	0.93
3	-1	1	-1	0.91	0.91
4	1	1	-1	1.22	1.12
5	-1	-1	1	0.85	0.92
6	1	-1	1	0.77	0.80
7	-1	1	1	1.04	1.01
8	1	1	1	1.43	1.4
9	-1	-1	-1	1.25	1.17
10	1	-1	-1	0.92	0.89
11	-1	1	-1	0.88	0.93
12	1	1	-1	1.21	1.13
13	-1	-1	1	0.83	0.93
14	1	-1	1	0.85	0.75
15	-1	1	1	1.04	1.01
16	1	1	1	1.4	1.51

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO III-1
VARIABLE OBSERVADA VS VARIABLE CALCULADA



Fuente: Elaboración propia.

Respecto a los datos observados en el Grafico III-1, se determina que los valores encontrados de variable respuesta Humedad en el proceso de elaboración de caramelos, frente a los presentados de acuerdo al programa spss, se encuentran pequeñas variaciones sin embargo se demuestra que la ecuación es válida para un grado de exactitud del 95% demostrando los niveles de significancia menores a 0.025, por lo cual estos se encuentran dentro de los rangos aceptables, y las conjeturas antes planteadas son aprobadas.

3.1.3 Análisis Físicoquímicos en pruebas experimentales

Se establecieron parámetros a evaluar dentro de los análisis denominados físicoquímicos, entre los que se encuentran: humedad, azúcares reductores y proteínas. Para conocer los alcances y propiedades del producto final elaborado.

3.1.3.1 Determinación de humedad

La determinación de humedad se basa en la evaporación del agua contenida en la muestra analizada mediante calentamiento en una estufa regulada a 105 °C durante 4 horas. La pérdida de peso de la muestra determinará la humedad del producto final.

3.1.3.2 Determinación de azúcares reductores

La determinación de los azúcares reductores nos ayuda a definir el porcentaje de glucosa presente en la muestra final del caramelo para luego poder mediante un balance de componentes establecer el porcentaje de sacarosa presente en nuestro producto. (Cedeño, M., Cornejo, F. (2009))

3.1.3.3 Determinación de proteína

Las proteínas además de su significado nutritivo juegan un papel importante en las propiedades organolépticas de los alimentos. Las proteínas ejercen una influencia controladora en la textura de los alimentos provenientes de fuentes animales.

Las proteínas puras poseen poco sabor. Durante el proceso de calentamiento (ebullición) las cadenas laterales de los aminoácidos se degradan o interactúan con otros componentes de los alimentos, para conferir sabores típicos. El calentamiento excesivo puede, por otro lado, reducir el valor nutritivo.

3.1.4 Datos obtenidos de muestra patrón

El caramelo duro “La Reina Obrera” es uno de los productos con mayor aceptación en el mercado local (Tarija), además de ser elaborado en la región cuenta con un registro sanitario para su distribución de acuerdo a R.S. SENASAG.

La composición o dosificaciones de materias primas empleadas para la elaboración del producto mencionado, no se encuentran especificadas dentro del empaque o recipiente contenedor del producto final. Por lo cual se realizaron los análisis fisicoquímicos como Azúcares totales y reductores, cantidad de Humedad y Proteínas, detallados en (Anexo 3), en el Laboratorio “CEANID”, perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, con la finalidad de poder conocer con mayor precisión las propiedades con las que cuenta un producto ya comercializado como es el de La Reina Obrera.

Figura III-1: MUESTRAS PATRÓN



Fuente: Elaboración propia.

Figura III-2: MUESTRAS DE CAMELOS “LA REINA OBRERA”



Fuente: Elaboración propia.

El producto “La Reina Obrera”, tiene por contenido final 15 bolsas de caramelos con un peso aproximado de cada caramelo de 3.713 gramos, con un peso neto de 61.223 gramos, todo el producto comercializado.

TABLA III-12

VALORES OBTENIDOS DE PRODUCTO COMERCIAL

Componente	Valor obtenido
Humedad	0.29
Azúcares reductores	23.0
Azúcares totales	44.70
Proteína	1.01

Fuente: Elaboración propia.

3.1.5 Análisis de calidad del producto obtenido

El control de calidad del producto final se verificará de acuerdo a análisis fisicoquímicos realizados en el Laboratorio CEANID. Tomando en cuenta principalmente la cantidad de humedad del producto final, para que este tenga una

duración aún mayor de conservación, además de evitar la pegajosidad del producto final.

Los valores obtenidos del producto se verifican de acuerdo a la siguiente Tabla III-13 y en resultados (Ver Anexo 3).

TABLA III-13
REQUISITOS FISICOQUÍMICOS DE PRODUCTO FINAL

COMPONENTE	VALOR OBTENIDO
Humedad	0.81 %
Azúcares reductores	23.43 %
Azúcares totales	46.04 %
Proteína	0.86 %

Fuente: Elaboración propia.

3.1.6 Datos comparativos del producto obtenido con producto comercializado

La (Tabla III-14) comparativa, representa los valores obtenidos de los análisis fisicoquímicos realizados del producto obtenido con el producto comercializado.

TABLA III-14
DATOS COMPARATIVOS DE REQUISITOS FISICOQUÍMICOS

COMPONENTE	PRODUCTO OBTENIDO	PRODUCTO COMERCIAL
Humedad	0.81 %	0.29 %
Azúcares reductores	23.43 %	23.0 %
Azúcares totales	46.04 %	44.70 %
Proteínas	0.86 %	1.01 %

Fuente: Elaboración propia.

Realizando las comparaciones necesarias, se encuentran variaciones dentro de todos los requisitos encontrados, sin embargo estos se encuentran dentro de los valores normativos, por tanto se cree que el producto final elaborado es de buena calidad y con propiedades garantizadas para ser comercializado.

Según (Rodríguez Cardozo, Paola. (2014)) la flora microbiana no se encuentra presente en un producto que fue sometido a altas temperaturas como es el caso del caramelo, que alcanzó una temperatura superior a las 130 °C, el cual tuvo una disminución progresiva de la cantidad de agua en su contenido.

CAPÍTULO IV

Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones

Las conclusiones dadas, van de acuerdo a los objetivos planteados en el presente trabajo, por tanto se tiene los siguientes aspectos:

- La materia prima utilizada miel de abeja denominada (Muestra Final), es el resultado de una mezcla de distintas mieles analizadas como ser: Muestra 1- Sella, Muestra 2- Chocloca y Muestra 3- Valle de la Concepción. Las cuales verificando sus propiedades fisicoquímicas se realizó una mezcla uniforme que por ende cumple con los requisitos fisicoquímicos de acuerdo a Norma Boliviana para el Sector Miel, realizados en el Laboratorio CEANID como ser; Humedad con 17.9%, Azúcares reductores 69.23%, pH 3.95, Cenizas 0.40%, Densidad relativa 1.42, Contenido de Sacarosa 3.96, Sólidos insolubles 0.27%.

Los análisis microbiológicos realizados a la Muestra Final utilizada arrojaron los datos siguientes; Bacterias aerobias mesofilas ufc/g 1.0×10^2 , Coliformes totales ufc/g <10 (*), Mohos y levaduras ufc/g <10 (*), Salmonella P/A/25 g Ausencia, que también fueron realizados en el Laboratorio CEANID, con esto se verificó que se podía utilizar la muestra denominada Muestra Final, para la elaboración de caramelos de miel de abeja.

- El proceso de elaboración de caramelos de miel de abeja producida en el Valle Central de Tarija fue adaptado a las posibilidades de ejecución del proyecto, el cual fue realizado en el Laboratorio de Operaciones Unitarias (LOU), pertenecientes a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, además de proponerse un diseño empírico de Tanque Agitador con Camisa de Vapor, equipo necesario a nivel industrial para la elaboración de Caramelos duros, con la finalidad de dar un aporte tecnológico al proyecto presentado.

- Las dosificaciones recomendables para el proceso son; Sacarosa 86 gramos, Glucosa 62 gramos, Miel de abeja 44 gramos, Agua 8 gramos, obteniendo un porcentaje de Humedad promedio de 0.81%, con un tiempo de cocción de 20 minutos y a una temperatura de 145°C. Sin embargo para dosificaciones de Sacarosa 86 gramos, Glucosa 64 gramos, Miel de abeja 44 gramos, Agua 11 gramos se tiene un porcentaje de Humedad Promedio de 1.41%, con tiempo de cocción de 20 minutos y a temperatura de 150°C, también se encuentran dentro de los requisitos de acuerdo a bibliografía de un máximo de 2%, pero en caso de evitar la corta conservación del producto final es que desea tener un porcentaje de humedad aún menor, conservando todas las propiedades del producto.
- De acuerdo a los balances de materia realizados se obtuvo una cantidad final de masa dura o caramelo de 170.894 gramos, evidenciándose un porcentaje de pérdidas del 14.6% durante el proceso de elaboración ya que la base de cálculo en la que fue realizado fue de 200 gramos.
- Para el producto final obtenido caramelos de miel se realizó un análisis fisicoquímico, el cual cumple con los requisitos citados de acuerdo a bibliografía (Tabla III-13), con valores de porcentaje de Humedad de 0.81%, porcentaje de Azúcares reductores de 23.43 %, porcentaje de Proteínas 0.86 %.

Se realizó una comparación del producto obtenido con un producto que ya se encuentra en el mercado, dando como resultado un porcentaje de Azúcares Reductores de 23.92%, Proteína 1.015%, Humedad de 0.29%, los cuales se encuentran también dentro de los rangos de aceptación según Normas.

Con los datos obtenidos se verifica que los valores de producto obtenido se encuentran en correlación a los valores del producto comercializado, por lo que se entiende que el producto realizado es de calidad aceptable y recomendable.

- El análisis sensorial del producto final, a 9 jueces no entrenados de acuerdo a denominada Escala Hedónica, las muestras analizadas fueron las M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8 de las cuales de acuerdo a su escala la ganadora fue la Muestra denominada (M6), con valor de sacarosa de 86 gramos, glucosa 62 gramos, miel de abeja 44 gramos, agua 8 gramos, que en atributo olor obtuvo el valor promedio ganador de 7.89, en atributo color con 7.67, atributo sabor con 8.22 y atributo textura con 7.67, demostrando niveles de variación menores de 0.025, para un nivel de confianza del 95%.

4.2 Recomendaciones

- Existe un tiempo en el que el producto se encuentra en estantería hasta su posterior compra y consumo, esta es la razón por la cual se recomienda un estudio más detallado de la degradación del producto final respecto al tiempo de conservación del mismo, con el fin de entregar datos aproximados de la vida útil del producto final.
- De acuerdo a un análisis realizado en el mercado se determinó la existencia del caramelo de miel de abeja con algunos otros productos que son añadidos, por lo que se recomienda valorar la posibilidad para futuros estudios el poder enriquecer el caramelo, para seguir entregando al producto final propiedades favorables ya que es el factor principal por el cual se realizó el presente trabajo, el entregar al consumidor un producto además de garantizado, ser favorable para la salud.
- De acuerdo a resultados obtenidos en el presente trabajo, realizado para el caramelo producido, con el existente en el mercado, donde se demuestra que se obtuvo un caramelo con condiciones similares a las existentes, se recomienda que con el fin de diversificar la producción se pueda implementar el proyecto en principio a una escala semi industrial.

- Al existir una perspectiva de diversificar la producción, se recomienda realizar una ampliación de la producción de miel de abeja por parte de los apicultores del Departamento de Tarija, con el fin de tener mayor cantidad de materia prima y pueda implementarse con mayor facilidad el proyecto presentado en primera instancia a pequeña escala, para así abastecer el mercado interno del departamento.

BIBLIOGRAFIA

[1] Alufoil, (2016). *European Aluminium Foil Association*. Fecha de consulta: diciembre de 2016, en <http://www.alufoil.org>.

[2] Apicultura en el Mundo, (2009). Universidad de Córdoba, España. Disponible en: <http://www.wikipedia.org/wiki/miel>. Fecha de consulta: junio de 2016.

[3] Badui, D. S. (1999). *Química de los Alimentos*. Edit. Pearson Educación. 3ª. Edic. México. D. F. p. 45-47, 409, 418-419, 446-449. Fecha de consulta: enero de 2017.

[4] BioEnciclopedia. (Noviembre, 2013). *Miel de abeja*. Derechos reservados 2015 Bioenciclopedia. Disponible en: www.bioenciclopedia.com/tag/miel/ . Fecha de consulta: enero 2017.

[5] Borja, Wara. (2010). *Factores Críticos de Mercado Miel*. Centro de Programación Agropecuario Campesino. Fecha de consulta: abril de 2016.

[6] Calderón, Susana. (2010). *Elaboración de caramelos duros*, en: <https://es.scribd.com/doc/181936758/elaboracion-de-caramelos-duros>. Fecha de consulta: mayo 2016.

[7] CEANID (2017). Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo.

[8] CECASEM, (2013). *Proceso de cultivo de abejas y Producción de miel*. Fecha de consulta: abril de 2016.

[9] Cedeño, M. Cornejo, F. (2009). *Determinación de la Temperatura Vítreo de Transición en Caramelos Duros*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Fecha de consulta: enero de 2017.

[10] Correo del Sur, (2016). *Mieles Mi abejita producción en Sucre*. Fecha de consulta: 31 de marzo de 2017, de <http://correodelsur.com/capitales/20160202.mieles-mi-abejita-produccion-de-sucre>.

[11] Czerwenka, J. Galarza, E. Huanca, J.A. Pérez, C. Berzaín, A. Ferreira. (2012), *Manejo apícola en la reserva nacional de flora y fauna Tariquía*. Experiencias de la Cooperación Alemana con Cooperación MAPZA-BIAP. Fecha de consulta: julio de 2016.

[12] Delgadillo, O. (2016). *Caramelizacion*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química. Química de Alimentos. Fecha de consulta: enero de 2017.

[13] Diagnostico Nacional de la Producción de miel. FAO. (2011), *Crianza de Abejas (apicultura y meliponicultura)*. "Fondo del Programa de Cooperación Técnica". Fecha de consulta: mayo de 2016.

[14] Dimensionamiento de los Equipos. (2009). *Capitulo3*. Fecha de consulta: noviembre de 2016.

[15] Diseños Factoriales, (2008). Disponible en: <http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201020/Capitulo6.pdf> . Fecha de consulta: septiembre de 2016.

[16] Dr. Ulloa José, Dr. Mondragón Pedro, QFB Rodríguez Rogelio, QFB Reséndiz Juan. M en C. Rosas Pedro. (2010). "*La Miel de Abeja y su importancia*". Revista fuente año 2, N° 4, Septiembre 2010. Fecha de consulta: junio de 2016.

[17] EcuRed, (2015). *Conocimiento con todos y para todos*. Fecha de consulta: febrero de 2017, de http://www.ecured.cu/Balanza_analitica

- [18] El Mundo, (2016). *Glucosa*. Fecha de consulta: noviembre de 2016, disponible en <http://www.dmedicina.com>
- [19] FAUTAPO. (2014). *Producción de miel de abeja*. Fundación Educación para el Desarrollo. Cooperación Suiza en Bolivia. Formación técnica profesional. Fecha de consulta: junio de 2016.
- [20] Gutiérrez, G., Rodríguez, A. y Vit, P. (2008). *Miel de abejas: Una fuente de antioxidantes*, en: Fuerza Farmacéutica, Año 12. Vol. I Enero 2008. Fecha de consulta: julio 2016.
- [21] Havsteen, BH. (2002). “*The biochemistry and significance of flavonoids*”. *Pharmacology and therapeutics* 96,6 7-2002. Fecha de consulta: abril de 2016.
- [22] IBNORCA (2007). *Normas técnicas y guías de implementación de normas del sector Miel*. Normas Bolivianas de Calidad. Fecha de consulta: mayo de 2016.
- [23] INEN, (2012). *Productos de confitería, caramelos, pastillas, grageas, gomitas y turrone. Requisitos*. Norma Técnica Ecuatoriana. Primera Edición. Fecha de consulta: febrero 2017.
- [24] INN. (1968^a). Chile. *Instituto Nacional de Normalización*. Fecha de consulta: mayo de 2016.
- [25] Kern, Donald. (1999). *Procesos de Transferencia de Calor*. Trigésima Primera Reimpresión México, 1999. Compañía editorial Continental, S.A. MEXICO. Fecha de consulta: noviembre de 2016.
- [26] Lab. Químico. TP, (2010). Laboratorio Químico. Fecha de consulta: enero de 2016, de <http://www.tplaboratorioquimico.com>
- [27] Martínez, M. (2009, diciembre 8). *Agua Destilada*. Fecha de consulta 7 de febrero de 2017. Disponible en: <http://www.aguapuraysana.com>

[28] Paniagua L. (2006). *Modelización del mejor ajuste de isoterma de sorción, para la miel y el caramelo duro, elaborado en Industria Procesadora de Guatemala, S.A. (NIASA)*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Tesis (Ingeniero Químico). Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería. Fecha de consulta: marzo 2016.

[29] Rodríguez Cardozo, Paola. (2014). *Elaboración de Caramelos de miel de abeja*. Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, Tesis (Ingeniero de Alimentos). Facultad de Ciencias y Tecnología. Fecha de consulta marzo 2017.

[30] SENASICA, (2008). *Manual de buenas Practicas de Producción de Miel*. Servicio nacional de sanidad, inocuidad y calidad agroalimentaria Universidad Autónoma de México. Fecha de consulta: agosto de 2016.

[31] Statista. (2017). *Ranking de los principales países productores de miel a nivel mundial en 2015 (en millones de toneladas)*. Fecha de consulta: junio de 2017. Disponible en: <http://es.statista.com/estadisticas/612365/principales-paises-productores-de-miel-a-nivel-mundial-en-2015>.

[32] Silva, Christian. (2011). *Capítulo 1. Fabricación de turrón en chocolate*. Fecha de consulta: marzo de 2017.

[33] UNAD, (2008). *Escala Hedónica*. Fecha de consulta: febrero de 2017, en [http://detateca.unad.edu.co/contenidos/401552/capitulo 8/832escala henica.html](http://detateca.unad.edu.co/contenidos/401552/capitulo%208/832escala%20henica.html).

[34] Valiente. (2013). *Ingeniería del Calor*. Capitulo III 'Cambiadores de Calor de Serpentes y Chaqueta'. Fecha de consulta: noviembre de 2016.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Alufoil, (2016). *European Aluminium Foil Association*. Fecha de consulta: diciembre de 2016, en <http://www.alufoil.org>.
- [2] Apicultura en el Mundo, (2009). Universidad de Córdoba, España. Disponible en: <http://www.wikipedia.org/wiki/miel>. Fecha de consulta: junio de 2016.
- [3] Badui, D. S. (1999). *Química de los Alimentos*. Edit. Pearson Educación. 3ª. Edic. México. D. F. p. 45-47, 409, 418-419, 446-449. Fecha de consulta: enero de 2017.
- [4] BioEnciclopedia. (Noviembre, 2013). *Miel de abeja*. Derechos reservados 2015 Bioenciclopedia. Disponible en: www.bioenciclopedia.com/tag/miel/ . Fecha de consulta: enero 2017.
- [5] Borja, Wara. (2010). *Factores Críticos de Mercado Miel*. Centro de Programación Agropecuario Campesino. Fecha de consulta: abril de 2016.
- [6] Calderón, Susana. (2010). *Elaboración de caramelos duros*, en: <https://es.scribd.com/doc/181936758/elaboracion-de-caramelos-duros>. Fecha de consulta: mayo 2016.
- [7] CEANID (2017). Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo.
- [8] CECASEM, (2013). *Proceso de cultivo de abejas y Producción de miel*. Fecha de consulta: abril de 2016.
- [9] Cedeño, M. Cornejo, F. (2009). *Determinación de la Temperatura Vítreo de Transición en Caramelos Duros*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Fecha de consulta: enero de 2017.
- [10] Correo del Sur, (2016). *Mieles Mi abejita producción en Sucre*. Fecha de consulta: 31 de marzo de 2017, de <http://correodelsur.com/capitales/20160202.mieles-mi-abejita-produccion-de-sucre>.

- [11] Czerwenka, J. Galarza, E. Huanca, J.A. Pérez, C. Berzaín, A. Ferreira. (2012), *Manejo apícola en la reserva nacional de flora y fauna Tariquía*. Experiencias de la Cooperación Alemana con Cooperación MAPZA-BIAP. Fecha de consulta: julio de 2016.
- [12] Delgadillo, O. (2016). *Caramelizacion*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química. Química de Alimentos. Fecha de consulta: enero de 2017.
- [13] Diagnostico Nacional de la Producción de miel. FAO. (2011), *Crianza de Abejas (apicultura y meliponicultura)*. "Fondo del Programa de Cooperación Técnica". Fecha de consulta: mayo de 2016.
- [14] Dimensionamiento de los Equipos. (2009). *Capitulo3*. Fecha de consulta: noviembre de 2016.
- [15] Diseños Factoriales, (2008). Disponible en:
<http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201020/Capitulo6.pdf> . Fecha de consulta: septiembre de 2016.
- [16] Dr. Ulloa José, Dr. Mondragón Pedro, QFB Rodríguez Rogelio, QFB Reséndiz Juan. M en C. Rosas Pedro. (2010). "*La Miel de Abeja y su importancia*". Revista fuente año 2, N° 4, Septiembre 2010. Fecha de consulta: junio de 2016.
- [17] EcuRed, (2015). *Conocimiento con todos y para todos*. Fecha de consulta: febrero de 2017, de http://www.ecured.cu/Balanza_analitica
- [18] El Mundo, (2016). *Glucosa*. Fecha de consulta: noviembre de 2016, disponible en <http://www.dmedicina.com>
- [19] FAUTAPO. (2014). *Producción de miel de abeja*. Fundación Educación para el Desarrollo. Cooperación Suiza en Bolivia. Formación técnica profesional. Fecha de consulta: junio de 2016.

[20] Gutiérrez, G., Rodríguez, A. y Vit, P. (2008). *Miel de abejas: Una fuente de antioxidantes*, en: Fuerza Farmacéutica, Año 12. Vol. I Enero 2008. Fecha de consulta: julio 2016.

[21] Havsteen, BH. (2002). “*The biochemistry and significance of flavonoids*”. Pharmacology and therapeutics 96,6 7-2002. Fecha de consulta: abril de 2016.

[22] IBNORCA (2007). *Normas técnicas y guías de implementación de normas del sector Miel*. Normas Bolivianas de Calidad. Fecha de consulta: mayo de 2016.

[23] INEN, (2012). *Productos de confitería, caramelos, pastillas, gaceas, gomitas y turrone. Requisitos*. Norma Técnica Ecuatoriana. Primera Edición. Fecha de consulta: febrero 2017.

[24] INN. (1968^a). Chile. *Instituto Nacional de Normalización*. Fecha de consulta: mayo de 2016.

[25] Kern, Donald. (1999). *Procesos de Transferencia de Calor*. Trigésima Primera Reimpresión México, 1999. Compañía editorial Continental, S.A. MEXICO. Fecha de consulta: noviembre de 2016.

[26] Lab. Químico. TP, (2010). Laboratorio Químico. Fecha de consulta: enero de 2016, de <http://www.tplaboratorioquimico.com>

[27] Martínez, M. (2009, diciembre 8). *Agua Destilada*. Fecha de consulta 7 de febrero de 2017. Disponible en: <http://www.aguapuraysana.com>

[28] Paniagua L. (2006). *Modelización del mejor ajuste de isoterma de sorción, para la miel y el caramelo duro, elaborado en Industria Procesadora de Guatemala, S.A. (NIASA)*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Tesis (Ingeniero Químico). Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería. Fecha de consulta: marzo 2016.

[29] Rodríguez Cardozo, Paola. (2014). *Elaboración de Caramelos de miel de abeja*. Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, Tesis (Ingeniero de Alimentos).Facultad de Ciencias y Tecnología. Fecha de consulta marzo 2017.

[30] SENASICA, (2008). *Manual de buenas Practicas de Producción de Miel*. Servicio nacional de sanidad, inocuidad y calidad agroalimentaria Universidad Autónoma de México. Fecha de consulta: agosto de 2016.

[31] Statista. (2017). *Ranking de los principales países productores de miel a nivel mundial en 2015 (en millones de toneladas)*. Fecha de consulta: junio de 2017. Disponible en: <http://es.statista.com/estadisticas/612365/principales-paises-productores-de-miel-a-nivel-mundial-en-2015>.

[32] Silva, Christian. (2011). *Capítulo 1. Fabricación de turrón en chocolate*. Fecha de consulta: marzo de 2017.

[33] UNAD, (2008). *Escala Hedónica*. Fecha de consulta: febrero de 2017, en [http://detateca.unad.edu.co/contenidos/401552/capitulo 8/832escala henica.html](http://detateca.unad.edu.co/contenidos/401552/capitulo%208/832escala%20henica.html)

[34] Valiente. (2013). *Ingeniería del Calor*. Capitulo III *‘Cambiadores de Calor de Serpentes y Chaqueta’*. Fecha de consulta: noviembre de 2016.