



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTILÁN**

**“DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA CENTRIFUGACIÓN
Y ENVASADO DE MIEL DE ABEJA FLORAL
EN OZUMBA, ESTADO DE MÉXICO”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERA EN ALIMENTOS**

**P R E S E N T A N:
HEIDY IMELDA GARCÍA TAPIA
ISIS CONSUELO SANLUCAR CHIRINOS**

**ASESOR:
DRA. LAURA PATRICIA MARTÍNEZ PADILLA**

CUAUTILÁN IZCALLI, EDO. DE MEX. 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

ISIS

A Mis papás:

Porque en cada paso avanzado ustedes han sido la gasolina, sin gasolina no se llega a ninguna parte, esto es un logro nuestro.

A Fer y Meli:

Por ayudarme a reír, por ayudarme con todos los trámites necesarios, por ser siempre mi inspiración y mis ganas para continuar.

A Hei:

Por compartir esto conmigo, pero sobre todo por tu apoyo y amistad incondicional.

A Yaz:

Por estar; por tantos cafés tomados y tantas horas platicadas, por tantas enseñanzas y sobre todo por la solidaridad.

A Sandra:

Por tu sinceridad, por ayudarme en esas materias en esos días tan difíciles, y por tantos y tan buenos momentos juntas.

A la Dra. Paty:

Por compartir con nosotros su tiempo y conocimiento, por su apoyo y paciencia durante las asesorías.

A todos mis profesores:

Por haber compartido conmigo sus conocimientos.

A los sinodales:

Por tomarse el tiempo para leer y apoyar en este trabajo.

A mi Gloriosa Universidad:

Por haberme abierto sus puertas y darme el honor de haber pasado dentro de sus instalaciones los mejores años de mi vida.

HEIDY

A Dios:

Agradezco primero a Dios por haberme permitido llegar hasta aquí y cumplir unas de las metas más importantes de mi vida, por darme la oportunidad de conocer a todas las personas que a continuación menciono y gracias a que me dio a la familia más hermosa del universo fue posible terminar esta Tesis.

A mi abuelita, Maria Luisa:

Le doy gracias por haberme dado a la mama más maravillosa del mundo que me dio la vida y que gracias a ello estoy aquí cumpliendo esta meta.

A mi Mami Chelito:

Gracias por ser mi guía y apoyarme durante toda la carrera, por todo el amor que he recibido toda mi vida, por enseñarme a ser fuerte ante cualquier obstáculo que se me presente, por todos los consejos que me han formado, sin usted no hubiera logrado terminar mis estudios profesionales, es la mejor mama del mundo la adoro con toda mi alma, gracias por todo mami.

A mis hermanos:

Gracias por todo el apoyo que me brindaron siempre y por confiar en mi, estoy muy orgullosa de tenerlos como hermanos los quiero mucho.

A mi Asesora Dra. Paty:

Gracias Doctora por sus observaciones críticas y su cuidadosa lectura de las versiones de este trabajo, por todo el tiempo que nos dedico aún sin importar lo agotada que estaba, por su amistad y cariño estoy muy agradecida.

A mis Maestros:

Gracias por la semilla que sembraron en mí de enseñanza y conocimiento que me dieron todas las armas para enfrentar cualquier obstáculo que se me presente en el ámbito laboral, por toda su entrega y paciencia lograron mi formación dando como resultado la terminación de este trabajo.

A mi Universidad:

Por darme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente estaré eternamente agradecida.

A mis amigas y amigos:

Por estar conmigo en todo momento, por su apoyo y consejos. Isis y Sandy gracias por todos esos momentos agradables que pasamos juntas.

A mi jurado selecto:

Gracias por tomarse el tiempo para revisar este trabajo, por los consejos, correcciones y en general por toda la contribución realizada que hizo que lográramos realizar esta tesis, en especial gracias al Maestro Carlos Alberto Morales Rojas por su valiosa colaboración en este trabajo.

Gracias a todas las personas que colaboraron de alguna u otra forma para que se llevara a cabo la realización de esta tesis.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

ATN: L. A. ARACELI HERRERA HERNANDEZ
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la Tesis :

"Diseño de un Proceso Industrial para la Centrifugación y Envasado de
Miel de Abeja Floral en Ozumba, Estado de México".

que presenta la pasante: Heidy Imelda García Tapia
con número de cuenta: 9957498-7 para obtener el título de :
Ingeniera en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 15 de Enero de 2007.

PRESIDENTE	IBQ. Fernando Beristain	
VOCAL	Dra. Laura Patricia Martínez Padilla	
SECRETARIO	MC. Virginia Agustina Delgado Reyes	
PRIMER SUPLENTE	MC. Carlos Alberto Morales Rojas	
SEGUNDO SUPLENTE	MC. Enrique Martínez Manrique	



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

**DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE**

**ATN: L. A. ARACELI HERRERA HERNANDEZ
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán**

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la Tesis :

"Diseño de un Proceso Industrial para la Centrifugación y Envasado
de Miel de Abeja Floral en Ozumba, Estado de México "

que presenta la pasante: Isis Consuelo Sanlucar Chirinos
con número de cuenta: 99515807 para obtener el título de :
Ingeniera en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

**ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 15 de Enero de 2007.

PRESIDENTE IBQ. Fernando Beristain

VOCAL Dra. Laura Patricia Martínez Padilla

SECRETARIO MC. Virginia Agustina Delgado Reyes

PRIMER SUPLENTE MC. Carlos Alberto Morales Rojas

SEGUNDO SUPLENTE MC. Enrique Martínez Manrique

ÍNDICE

	Página
Resumen	3
1 Introducción	4
2 Objetivos	6
3 Generalidades	7
3.1 Características de la colonia y la colmena	7
3.2 Productos	9
3.2.1 Definición de miel	10
3.3 Clasificación de la miel de abeja	14
3.4 Características físicas, químicas, fisicoquímicas y microbiológicas de la miel	15
3.4.1 Características físicas	15
3.4.2 Características químicas	19
3.4.3 Características fisicoquímicas	19
3.4.4 Características Microbiológicas	21
3.5 Cosecha de miel	22
3.6 Alteraciones que puede sufrir la miel	23
4 Proceso industrial de centrifugación y envasado de miel de abeja	24
4.1 Diagrama de bloques	25
4.2 Descripción del proceso industrial para la centrifugación y envasado de miel de abeja	26
4.3 Determinación de tiempos de proceso	34
4.4 Balance de materia	36
4.5 Balance de energía	37
4.6 Cálculos para la selección del diámetro de tubería	38

4.7 Cálculos para la selección del sistema de bombeo	39
4.8 Diagrama de flujo del proceso industrial para la centrifugación y envasado de miel de abeja	48
4.9 Dimensionamiento Interno de almacén de materia prima	49
4.10 Dimensionamiento Interno de almacén de producto terminado	50
4.11 Lay Out	52
4.12 Listado de costos de tubería y accesorios para el proceso industrial de centrifugación y envasado de miel de abeja	53
4.13 Listado de costos de equipo y utensilios para el proceso industrial de centrifugación y envasado de miel de abeja	54
4.14 Retorno de la inversión	55
4.15 Etiquetado de miel	58
5 Recomendaciones de BPM para la centrifugación y envasado de miel de abeja	60
6 Conclusiones	80
7 Anexos	81
8 Referencias	84

RESUMEN

En el siguiente trabajo se presenta el diseño de un proceso industrial para la centrifugación y envasado de miel de abeja, como propuesta para unos pequeños productores de Ozumba, Estado de México.

En la primera parte se revisó bibliográficamente la información general de la miel de abeja, tales como usos y subproductos de la miel, propiedades físicas, químicas, fisicoquímicas y microbiológicas.

Algunas de estas propiedades se utilizaron en la segunda parte del trabajo, donde se diseñó el proceso industrial para la centrifugación y envasado de miel de abeja, se definió el diagrama de bloques, diagrama de flujo del proceso, se determinó el equipo a utilizar en cada una de las etapas del mismo así como su distribución en la planta, se propusieron características sobre el diseño de construcción, materiales necesarios y se calculó la inversión inicial total del proyecto. Se presentan las características que debe reunir la etiqueta del producto, al final de este trabajo se resumieron las propuestas de buenas prácticas de manufactura.

1. INTRODUCCIÓN

En nuestro país la apicultura tiene un alto valor social y económico, de esta actividad dependen aproximadamente 40 mil productores, quienes en conjunto cuentan con más de 2 millones de colmenas y permite que México se ubique como el sexto país productor y el tercer país exportador de miel en el mundo. La apicultura nacional registra una recuperación importante y sostenida durante los últimos cinco años, con un incremento en la producción de miel equivalente al 3% anual en promedio. La apicultura es una actividad que ha representado un papel fundamental dentro del sector pecuario del país, tanto por la generación de empleos como por constituir la tercera fuente captadora de divisas del subsector ganadero (SAGARPA, 2002; Vélez, 2003; Trujillo, 2002).

La producción de miel en el año 2004 fue de 58,153 toneladas, siendo los principales estados productores, en orden de importancia: Yucatán, Campeche, Veracruz, Jalisco y Guerrero (SAGARPA y SIAP, 2004).

En México se distinguen cinco regiones apícolas, Región Norte, Costa del Pacífico, Golfo, Centro o Altiplano y Sureste o Península, donde participan alrededor de 40,000 apicultores (SAGARPA, 2002).

En México se identifican un sin número de tipos de explotaciones apícolas, las cuales se pueden agrupar en tres grandes estratos, diferenciados por el nivel de tecnología empleada, siendo, el tecnificado, semitecnificado y el rústico (Trujillo, 2002).

El tecnificado concentra a productores con técnicas de producción avanzadas y a los dedicados a la polinización. Genera aproximadamente el 30% de la producción de miel, principalmente del tipo monofloral de cítricos, destinados a la exportación en su mayoría.

El semitecnificado muestra cada vez más la incorporación de tecnologías, su aporte a la producción nacional se estima aproximadamente del 50% principalmente con mieles de diferentes tipos y calidades, destinados mayoritariamente a la exportación.

El estrato rústico, se encuentra compuesto por pobladores del medio rural que cuentan con un número pequeño de colmenas. La producción obtenida es aproximadamente el 20% de la producción nacional, se compone de diversos tipos de

miel, la cual se destina principalmente al abasto de mercados regionales y al autoabastecimiento.

El consumo de miel en México ha experimentado un cambio significativo en los últimos años, en donde las campañas de promoción de su consumo han coincidido con una corriente de consumo de alimentos naturales, lo que ha conllevado a que cada vez más se demande este edulcorante y que una mayor cantidad de la producción nacional se destine al mercado interno.

Su consumo mayoritario se da en forma directa con aproximadamente tres cuartas partes del producto comercializado en el interior del país y una cuarta parte es absorbida por el sector industrial, incluida como materia prima en líneas de producción de confitería, panadería, yogurt y cereales (SAGARPA y SIAP, 2004).

El intercambio comercial de miel a nivel mundial absorbe aproximadamente un 26 % de la producción, determinándose también su concentración en pocos países, tanto a nivel de importación como el de exportación de tal forma que siete países adquieren el 73 % del volumen total comercializado, en tanto que seis naciones son responsables del 74 % de las exportaciones mundiales. Los principales países productores de miel de abeja son, China, EUA, Argentina, Turquía, Ucrania, México, India y Rusia (SAGARPA, 2002; Lastra, 2002).

La creciente demanda de alimentos y la necesidad de incrementar su producción como respuesta a los requerimientos del mercado nacional y sobre todo el internacional hace necesario impulsar el desarrollo de la producción apícola en México incorporando nuevas tecnologías para establecer un sistema de reducción de riesgos en las diferentes etapas de producción y manufactura, con la finalidad de asegurar su condición sanitaria. La miel en sus procesos productivos, extracción y envasado están expuestos a diferentes contaminantes debido a que la tecnología no es adecuada. En este trabajo se realiza una propuesta de procesamiento industrial para la centrifugación y envasado de miel de abeja para pequeños productores de miel en Ozumba, Estado de México, mediante la aplicación adecuada de la ingeniería basada en una revisión teórica, de propiedades físicas, químicas y/o fisicoquímicas que se requirieron para diseñar el proceso; se resumieron las propuestas de buenas prácticas de manufactura, determinándose las características necesarias que debe reunir el proceso, tomando en cuenta equipo e instalaciones y así obtener un producto de calidad para exportación.

Actualmente las disposiciones internacionales en materia de calidad e inocuidad alimentaria propuesta por la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización mundial de la Salud (OMS), a través del Codex Alimentarius y la Unión Europea, recomienda la aplicación de estrategias orientadas a lograr mejores alimentos sin riesgos para la población (FAO, 2002; SE y SAGARPA, 2002; Trujillo, 2002). Por ello se plantearon los siguientes objetivos:

2. OBJETIVOS

Objetivo general.

Diseñar un proceso industrial para la centrifugación y envasado de miel de abeja floral, mediante la aplicación adecuada de la ingeniería basada en una revisión teórica y propuestas de buenas prácticas de manufactura, para determinar las características necesarias que deben reunir el proceso, equipo e instalaciones y así obtener un producto de calidad para exportación.

Objetivos particulares.

1. Analizar la información de la miel de abeja, propiedades físicas, químicas y equipo utilizado en la producción, mediante una revisión teórica para determinar el diseño de un proceso industrial para la centrifugación y envasado de miel de abeja.
2. Realizar la selección de los equipos y determinar los costos, mediante los balances de materia y de energía para diseñar el proceso industrial para la centrifugación y envasado de miel de abeja y determinar la inversión inicial total del proyecto.
3. Proponer buenas prácticas de manufactura en las etapas para el proceso de centrifugación y envasado de miel de abeja, para asegurar su condición sanitaria y así obtener un producto de calidad para exportación.

3. GENERALIDADES

La producción mexicana de miel se concentra en las entidades del sureste: Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán, esta última tiene el liderazgo nacional (SAGARPA y SIAP, 2004).

La miel ha sido utilizada a lo largo de muchas décadas, en la cultura maya la miel fue utilizada para preparar el “balche”, bebida compuesta por miel, corteza de balche y agua, que se ingería en las festividades religiosas. En 1549, los españoles exigieron a los indígenas miel y cera como tributo. La cera que reunían los comercializadores hispanos se comercializaba desde los puertos de Sisal, Yucatán y Campeche hacia el puerto de Veracruz y otros puntos del imperio español (SAGARPA y SIAP, 2004).

Las abejas son insectos del orden de los himenopteros, pertenecientes al género *apis*, y especie *melifera*. Las abejas viven en grandes sociedades llamadas colonias, perfectamente organizadas, donde cada individuo realiza una función determinada de acuerdo a su edad y desarrollo físico, ver anexo pág. 81, (imagen No. 1), (SAGARPA, 2001).

3.1 **Características de la colonia y la colmena (SAGARPA, 2001).**

Dentro de la colonia se observan tres categorías de individuos:

- **La reina:** su tarea más importante es poner huevos.
- **Los zánganos:** son los machos de la colmena, su función es fecundar a la reina.
- **Las obreras:** se encargan de efectuar los trabajos dentro y fuera de la colmena, los cuales realizan de acuerdo con la edad y el desarrollo glandular, ver anexo pág. 81, (imagen No. 2).

En la apicultura la colonia es introducida en una caja construida por el hombre llamada *colmena*, lo que permite criar abejas de manera racional para beneficio económico del hombre

La colmena es el lugar donde habita una colonia o familia de abejas, ver anexo pág. 81, (imagen No. 3). Existen diferentes tipos de colmenas, en el país se

utiliza la colmena tipo Jumbo, ver anexo pág. 81, (imagen No. 4) y Langstroth, que constan de:

- **Techo:** sirve para cubrir la colmena y protegerla de la intemperie. Se encuentra cubierto de una lámina de chapa galvanizada.
- **Tapa:** sirve para cerrar la colmena. Debe ser resistente para facilitar su remoción y revisiones periódicas.
- **Alza:** son cajas con sus correspondientes panales, se colocan sobre la cámara de cría para que las abejas almacenen miel. Si la colmena es fuerte la cámara de cría está llena, la reina subirá a la primera alza en busca de espacio donde depositar los huevos. El alza tipo Jumbo tiene ocho bastidores, en el caso de la Langstroth la cámara de cría se usa a manera de alza.
- **Piso:** es donde se asienta la cámara de cría. En su parte libre denominada piquera es por donde las abejas entran y salen de la colmena. En épocas de poca floración esta abertura se debe reducir para evitar que otras abejas entren a robar la miel, así como otras plagas.
- **Cámaras de cría:** es el primer cuerpo de la colmena y contiene los panales centrales con crías y los laterales con miel y polen. La cámara de cría tiene diez bastidores.
- **Bastidores o panales:** consisten de cuadros que se colocan dentro de la cámara de cría y las alzas. Quedan suspendidos en un rebaje hecho de las partes superior e interna de las paredes frontal y posterior de cada caja. Dentro de los bastidores se chocan alambres horizontales por unos orificios que tienen las piezas laterales del bastidor, se les pasa corriente eléctrica calentándose e incrustándose las láminas de cera. Estas láminas forman la guía del panal y las abejas construyen sus celdas a ambos lados de ellas.

3.2 Productos (SAGARPA, 2001).

Todos los productos originarios de la colmena tienen un beneficio económico, alimenticio y medicinal para el hombre. Estos productos son:

- **Cera:** es un producto que producen las abejas a través de sus glándulas cereras entre 13 y 18 días de edad. La utilizan para construir los panales sobre los cuales la reina depositará los huevos y las abejas almacenarán la miel y el polen. También la ocupan para sellar las celdillas con larvas hasta el momento de nacer. La materia prima para producir la cera es la miel.

Es una sustancia de composición muy compleja con un elevado número de átomos de carbono. Es segregada en forma líquida solidificándose a la temperatura interior de la colonia en forma de escamas. Es de bajo peso pero resiste tracciones o pesos relativamente grandes. La cera actualmente tiene poca importancia como aprovechamiento apícola. Existen dos tipos de cera:

Cera de opérculos, de elevada calidad y precio.

Cera vieja, de menor precio, procede de los panales viejos por reciclado. Se forman unos lingotes y se cambian por cera estampada.

- **Jalea Real:** es una sustancia que las abejas jóvenes segregan entre su 4º y 12º día de edad para alimentar a las larvas durante sus tres primeros días y a la reina durante toda su vida. Las materias primas necesarias para su elaboración son el polen, la miel y el agua, las cuales al ser consumidas por las abejas se transforman en jalea real por la acción de las glándulas hipofaríngeas. La jalea es rica en vitamina B. La jalea real es fundamentalmente un alimento proteico (12 %), aunque también es rica en azúcares (9%), vitaminas, etc. En la producción de jalea real se deben tener cuidados especiales, un control de tiempos y visitas continuas a las colonias, así como una climatología adecuada.

La jalea real obtenida se almacena en frascos oscuros y debe permanecer siempre en el frigorífico, siendo consumida en pequeñas cantidades. Se puede obtener una producción de 500 g/colonia.

La jalea real tiene una actividad antiinflamatoria y regeneradora, presenta efectos hipercolesterolémicos, vasodilatadores y antiinflamatorios.

- **Propóleo:** resina que las abejas recogen del tronco de algunos árboles. Es un producto muy importante para la colmena, ya que a través de él se aseguran el

calor y mantienen una perfecta higiene. Se usa como cicatrizante, bactericida y funguicida. El propóleo se recolecta colocando en la parte superior de la colonia, por debajo de la tapa una malla de plástico con un espacio de 3 mm. Como las abejas no pueden pasar, tienden a cerrar el hueco. Cuando la malla está propolizada se conserva a temperatura de refrigeración durante un tiempo, se saca y se enrolla. La producción media alcanza los 50 g/ colonia y año.

- **Polen:** aunque no es un producto elaborado por las abejas, es muy importante para el crecimiento y la reproducción de la colonia, ya que gracias a él obtienen los elementos necesarios para formar los músculos, órganos vitales, alas, pelos, y reponer los tejidos desgastados. Es rico en proteínas, lípidos, vitaminas y minerales.

- **Veneno:** es producido por el propio cuerpo de la abeja obrera y lo utiliza exclusivamente como arma de defensa contra todo aquello que amenaza el funcionamiento de la colonia. Se utiliza para atender reumas, artritis, dolor de huesos, etc.

- **Miel:** es el producto más importante de la colonia.

3.2.1 Definición de miel

La miel es la sustancia dulce natural producida por abejas obreras a partir del néctar de las flores o de secreciones de partes vivas de las plantas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de plantas, que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, almacenan y dejan en el panal para que madure y añeje (CODEX STAN 12-1981).

La preparación de la miel se inicia en la planta, de las cuales las abejas obtienen el néctar con su boca y lo guardan en su buche donde se mezcla con la enzima invertasa para llevarlo a la colmena, una vez en la colmena lo traspasan a una abeja obrera almacenista que también lo almacena en el buche aumentando la concentración de invertasa hasta 20 veces. Como en el interior de la colmena la temperatura es elevada se produce una concentración natural del néctar. Este traspaso del néctar finaliza cuando la última obrera almacenista lo deposita en una celdilla. La transformación de néctar a miel implica una reducción en el contenido de humedad de un 70-92% a un 18-20%; además de la reducción del contenido de humedad, el paso de

néctar a miel incluye un proceso químico en el que se reduce la sacarosa, transformándose en fructosa y glucosa mediante la acción de la enzima invertasa.

La miel es una mezcla compleja de agua, azúcares, enzimas, cera y lípidos junto con cantidades mínimas de minerales, aminoácidos, ácidos orgánicos, vitaminas, cenizas, polen y propóleo (Ambrose y Tew, 1992). La composición de la miel se muestra en el cuadro siguiente según la NMX-F-036-1997-NORMEX.

Cuadro 1: Composición de la miel en 100 g.

Parámetro	Cantidad
<i>Humedad</i>	20% máximo
<i>Carbohidratos totales</i>	82.4 %
d-fructosa = Levulosa	38.5 g
d- glucosa = Dextrosa	31.0 g
Maltosa	7.20 g
Sacarosa	1.5 g
<i>Proteínas, aminoácidos y vitaminas</i>	0.50%
Grasas	0%
Riboflavina	<0.06mg
Niacina	<0.36mg
Ácido pantoténico	<0.11mg
Piridoxina (B6)	<0.32mg
Ácido ascórbico	2.2-2.4mg
<i>Minerales</i>	0.6% máximo
Calcio	4.4-9.20mg
Cobre	0.003-0.10mg
Fierro	0.06-1.5mg
Magnesio	1.2-3.50mg
Manganeso	0.02-0.4mg
Fósforo	1.9-6.30mg
Potasio	13.2-16.8mg
Sodio	0.0-7.6mg
Zinc	0.03-0.4mg

Fuente: NMX-F-036-1997-NORMEX.

Agua: el contenido de agua es una de las características más importantes porque influye en el peso específico, viscosidad, sabor y condiciona la conservación, palatabilidad, solubilidad y en consecuencia el valor comercial. Cuando el contenido de agua es mayor al 18% la miel puede fermentar, cambiar el olor, el sabor y la apariencia tiende a cristalizar. Cuando la humedad está por debajo del 15% la miel tiene una

viscosidad demasiado elevada lo que impide un buen manejo, además de cristalizar en una masa excesivamente dura.

Glúcidos: los azúcares representan del 80 al 82% del total. Muchos de los azúcares no se encuentran en el néctar, pero son formados durante la maduración y almacenamiento por el efecto de las enzimas de las abejas y los ácidos de la miel. Los azúcares predominantes son glucosa y fructuosa (del 85 al 95% de los azúcares totales), y da a la miel su dulzura, valor energético, y características físicas.

La d-fructosa es la principal responsable de la higroscopicidad de la miel. Es más soluble que la d-glucosa; la granulación de la miel es simplemente la separación de los cristales hidratados de dextrosa sólida de la solución sobresaturada que es la miel. Un atributo importante que tiene mayor influencia sobre su estado y propiedades físicas es la preponderancia de la glucosa sobre la fructosa. La relación de estos dos azúcares es una característica del tipo floral de miel. El contenido de sacarosa y maltosa generalmente es inferior al 3% (Ambrose y Tew, 1992).

Ácidos: debido a su gran dulzura, la acidez de la miel no es evidente al paladar. Los ácidos, sin embargo, contribuyen al complejo sabor de la miel.

Todas las mieles tienen reacción ácida (pH medio de 3.9) debido a la presencia de ácidos orgánicos (algunos volátiles), ácidos inorgánicos (clorhídrico y fosfórico), etc. El componente más importante es el ácido glucónico que se forma a partir de la glucosa por acción enzimática. El ácido glucónico presente en todas las mieles se origina en gran medida de la actividad de la glucosa oxidasa, la cual agregan las abejas durante la maduración, con alguna contribución de acción bacteriana. La considerable variación en la cantidad de este ácido en mieles quizás refleja el tiempo requerido para que el néctar sea convertido completamente en miel bajo diferentes condiciones ambientales, fuerza de la colonia, y concentración de azúcar del néctar. Los ácidos son contribuyentes del aroma (Ambrose y Tew, 1992).

Proteínas: existen pequeñas cantidades de proteínas en la miel, además de las enzimas encontradas en ella. Al igual que todos los constituyentes, su concentración varía en gran medida entre los diferentes tipos de miel. Su presencia está ligada, al menos en parte, a los granos de polen que se encuentran en la miel. El contenido de nitrógeno en mieles centrifugadas es cercano al 0.4% que corresponde al 0.26% de proteína.

Sales minerales: su contenido es muy bajo (0.1-0.2%) y varía con relación al origen botánico y a las técnicas de extracción. El elemento dominante es el potasio seguido de cloro, azufre, sodio, calcio, fósforo, magnesio, manganeso, silicio, hierro y cobre. En general las mieles oscuras son más ricas en minerales que las mieles claras.

Vitaminas: se ha mostrado que la miel contiene pequeñas y variables cantidades de al menos seis vitaminas, riboflavina, ácido pantoténico, niacina, tiamina, piridoxina, ácido ascórbico. Las cantidades muy bajas de estos materiales en la miel no son nutricionalmente significativos; se ha calculado que la miel contiene únicamente 6% de niacina y 3% de la tiamina. Las vitaminas provienen esencialmente del polen.

Enzimas: las enzimas en la miel son agregadas, casi totalmente por las abejas, aunque pueden estar presentes algunas enzimas de plantas. Las enzimas presentes en la miel son:

Invertasa: esta enzima es producida por las glándulas hipofaríngeas de la abeja melífera, cuya secreción se añade al néctar recolectado por las abejas. Con la enzima invertasa se puede detectar daños causados a la calidad de la miel por calentamiento o almacenamiento durante un período prolongado de tiempo. La invertasa transforma la sacarosa en fructosa y glucosa.

Esta enzima continúa su actividad después de la extracción, reduciendo lentamente el contenido de sacarosa. La miel extraída recientemente es, algunas veces, inaceptable en el mercado internacional debido a su alto contenido de sacarosa. Almacenándola por unas cuantas semanas o meses a 24-30°C, la invertasa de la miel natural continuará su acción, reduciendo eventualmente el contenido de sacarosa a niveles aceptables (Karabournio, 2001).

Glucosa oxidasa: esta enzima también es agregada por las abejas al néctar. Durante la maduración del néctar, la enzima oxida pequeñas cantidades de glucosa a gluconolactona, la cual se equilibra con ácido glucónico, el ácido principal de la miel. La acidez así formada contribuye a la estabilidad de la maduración del néctar contra la fermentación; en la reacción es producida una molécula de peróxido de hidrógeno por cada molécula de glucosa oxidada. Este peróxido también ayuda a estabilizar la maduración del néctar contra la contaminación.

Se ha mostrado que casi toda la actividad antibacteriana se debe a la producción de peróxido de hidrógeno.

Amilasa: esta enzima, que destruye el almidón, también es agregada al néctar por las abejas durante la maduración. En contraste con las dos anteriores, su función no es conocida, puesto que no se sabe que los néctares tengan almidones. Igual que todas las enzimas, la amilasa es inhibida o destruida por el calor, y puesto que es relativamente fácil de medir, se ha usado por muchos años para estimar el grado de calentamiento al cual ha sido expuesta la miel; aunque existen muchas dificultades con esta técnica. Primero, la amilasa de mieles frescas varía considerablemente. Segundo, se ha demostrado que no sólo el calor, sino también el almacenamiento prolongado, pueden disminuir el nivel de amilasa.

Otras enzimas: existen menores cantidades de otras enzimas en la miel, menos estudiadas: catalasa, la cual destruye el peróxido de hidrógeno y una ácido fosfatasa la cual remueve fosfato de fosfatos orgánicos (Ambrose y Tew, 1992).

3.3 Clasificación de la miel de abeja

Según el CODEX STAN 12-1981, la clasificación de la miel puede ser:

Según su origen:

Miel de flores o miel de néctar: es la miel que procede principalmente de los néctares de las flores.

Miel de mielada: es la miel que procede principalmente de secreciones de las partes vivas de las plantas o de excreciones que los insectos succionadores de plantas dejan sobre partes vivas de las plantas. Su color varía de pardo muy claro o verdoso a pardo oscuro.

Según el método de elaboración:

Miel centrifugada: es la miel obtenida mediante la centrifugación de los panales desoperculados, sin larvas.

Miel prensada: es la miel obtenida mediante la compresión de los panales, sin larvas, con o sin la aplicación de calor moderado.

Miel escurrida: es la miel obtenida mediante el drenaje de los panales desoperculados sin larvas.

Según su presentación:

Miel: la miel en estado líquido o cristalizado o una mezcla de ambas.

Miel en panal: la miel almacenada por las abejas en panales recién construidos, sin larvas y vendida en panales enteros cerrados o secciones de tales panales.

Miel con trozos de panal: la miel que contiene uno o más trozos de panal de miel.

Miel cristalizada o granulada: la miel que ha experimentado un proceso natural de solidificación como consecuencia de la cristalización de la glucosa.

Miel cremosa (o montada): es la miel que tiene una estructura cristalina fina que puede haber sido sometida a un proceso físico que le confiera esa estructura y que le haga fácil de untar.

3.4 Características físicas, químicas, fisicoquímicas y microbiológicas de la miel

3.4.1 Características físicas

Aroma y sabor

El sabor de las mieles de color claro es más suave que las de color oscuro. Aunque el aroma y el sabor son las características más importantes de la miel desde el punto de vista de los consumidores, se sabe relativamente poco acerca de éstos. El sabor y el aroma de la miel son particularmente vulnerables al calor y almacenamiento inapropiado. Además de la pérdida de aromas volátiles, el calor excesivo puede cambiar algunos sabores e inducir sabores desfavorables debido a su efecto sobre azúcares, ácidos, y materiales proteicos. La miel puede ser calentada para retrasar la granulación y evitar la fermentación sin dañar el sabor si se cuida la duración y cantidad de calor.

Se ha encontrado que la miel contiene sustancias orgánicas relativamente volátiles. Se cree que el sabor de la miel se debe a los azúcares, ácido glucónico y prolina (Ambrose y Tew, 1992).

Color

El color en la miel líquida varía de claro e incoloro (como agua) a ámbar oscuro o negro. Los diferentes colores son básicamente todos los matices de amarillo ámbar como diferentes diluciones o concentraciones de azúcar caramelizada, que ha sido tradicionalmente utilizada como un estándar de color. El color varía con el origen botánico, edad y condiciones de almacenamiento, pero la transparencia o claridad depende de la cantidad de partículas suspendidas como polen. Una vez cristalizada la miel se vuelve más clara en color debido a que los cristales de glucosa son blancos (MERCOSUR, 2005).

El aspecto más importante del color de la miel está en su valor para el comercio y la determinación de su uso final. Las mieles más oscuras son más frecuentemente para uso industrial, mientras las más claras son vendidas para consumo directo.

Es probable que los polifenoles de la miel se oxiden por el aire a materiales oscuros. Se ha considerado que el color de la miel consiste de melanoidina de la reacción de ácido carbonílico y pigmentos flavonoides extraídos del polen por el néctar. El efecto del ambiente ácido sobre los azúcares (caramelización) y la reacción de materiales fenólicos con hierro, ya sea natural o de los contenedores o equipo de proceso, también contribuyen al color (Ambrose y Tew, 1992).

Viscosidad

Las características de viscosidad pueden estar regidas por la longitud de la cadena molecular de azúcares presentes en la miel. La viscosidad también es dependiente de la temperatura (Sabato, 2004).

La miel recién extraída es un líquido viscoso. Su viscosidad depende de una gran variedad de sustancias y por lo tanto varía con su composición y particularmente con su contenido de agua. La viscosidad es un parámetro técnico importante durante el procesamiento de miel, debido a que reduce el flujo de miel durante la extracción, bombeo, reposo filtración, mezclado y embotellado. Elevar la temperatura de la miel disminuye su viscosidad, lo que es explotado ampliamente durante el procesamiento industrial (FAO, 2002).

En el Cuadro 2, se presentan valores de viscosidad de diferentes mieles obtenidas experimentalmente.

Cuadro 2: Viscosidad de la miel

PARÁMETRO	MIEL 1 Miel comercial "Carlota"	MIEL 2 Miel de la región de Ozumba, Méx. Producción 2004	MIEL 3 Miel de la región de Ozumba, Méx. Producción 2005	MIEL 4 Miel a granel
Temperatura (°C)	Viscosidad (Pa s)	Viscosidad (Pa s)	Viscosidad (Pa s)	Viscosidad (Pa s)
20	6.5	11.10	13.30	22.80
36	No determinada	1.70	2.07	3.98
70	No determinada	0.14	0.16	0.28

Fuente: Guajardo y col., 2005.

Densidad

La densidad de la miel es mayor que la del agua, pero también depende del contenido de agua de la miel. Debido a la variación en la densidad, algunas veces, es posible observar distintas estratificaciones de miel en grandes tanques de almacenamiento. La miel con alto contenido de agua (menos densa) se flota por encima de la más densa, miel más seca. Esta separación inconveniente puede ser evitada por un mezclado más vigoroso (FAO, 2002).

En el Cuadro 3, se presentan valores de densidad de diferentes mieles obtenidas experimentalmente.

Cuadro 3: Densidad de la miel

PARÁMETRO	MIEL 1 Miel comercial "Carlota"	MIEL 2 Miel de la región de Ozumba, Méx. Producción 2004	MIEL 3 Miel de la región de Ozumba, Méx. Producción 2005	MIEL 4 Miel a granel
Temperatura (°C)	Densidad (kg/m ³)	Densidad (kg/m ³)	Densidad (kg/m ³)	Densidad (kg/m ³)
20	1407.0	1415.2	1411.6	1421.5
36	1400.6	1413.6	1404.5	1415.1
70	1378.2	1391.9	1377.6	1392.6
80	1369.9	1385.4	1363.3	1387.4

Fuente: Guajardo y col., 2005.

Higroscopicidad

El carácter fuertemente higroscópico de la miel es importante tanto en el procesamiento como en su uso final. En productos finales que contienen miel esta tendencia de absorber y mantener humedad es frecuentemente un efecto deseado, por ejemplo, en panadería. Durante el procesamiento o almacenamiento, sin embargo, la misma higroscopicidad se vuelve problemática, causando dificultades en la conservación y almacenamiento debido al excesivo contenido de agua (FAO, 2002).

Puesto que la higroscopicidad de la miel depende en gran grado de la concentración de azúcar, ésta varía en los diferentes tipos de miel (Ambrose y Tew, 1992).

Cristalización

La cristalización es otra característica importante de la comercialización de miel, aunque no para la determinación de precios. La mayoría de las mieles cristaliza a temperaturas de almacenamiento normales. Esto se debe al hecho de que la miel es una solución de azúcar sobresaturada (FAO, 2002).

La cristalización es el resultado de la formación de cristales de azúcar monohidratada, los cuales varían en número, forma, dimensión y calidad con las condiciones de almacenamiento y composición de la miel. La temperatura es importante, puesto que por encima de 25°C y debajo de 5°C virtualmente no ocurre la cristalización. Alrededor de 14°C es la temperatura óptima para la cristalización rápida, pero también la presencia de partículas sólidas (granos de polen) y la agitación lenta da como resultado una cristalización más rápida. Usualmente la cristalización lenta produce cristales más grandes y más irregulares.

Durante la cristalización el agua es liberada. En consecuencia, el contenido de agua de la fase líquida se incrementa, fomentando el riesgo de fermentación. Así, la miel parcialmente cristalizada puede presentar problemas de conservación, por lo que la cristalización completa es frecuentemente inducida de manera deliberada. Además que la miel parcialmente cristalizada o relicuada no es una presentación atractiva para la venta (FAO, 2002).

La textura de granulación de la miel es uno de los principales factores de la calidad de la miel.

3.4.2 Características químicas

Hidroximetilfurfural (HMF)

La miel recién extraída contiene muy pequeña cantidad de HMF, en cambio, si se almacena la miel a elevadas temperaturas o bien se calienta, se transforma en HMF por degradación de los azúcares contenidos en la miel, principalmente a partir de la deshidratación de la fructuosa y de la glucosa en medio ácido formándose un aldehído (Bianchi, 1990).

3.4.3 Características fisicoquímicas

La miel es extraída del panal en una dispersión acuosa de material que cubre un amplio intervalo de tamaño de partículas, de iones inorgánicos y sacáridos y otros materiales orgánicos en solución verdadera, macromoléculas de proteínas y polisacáridos dispersos coloidalmente, esporas de mohos y levaduras, y las partículas más grandes son granos de polen (Crane, 1990).

Aunque la miel es superficialmente un jarabe y un promedio del 84% de sus sólidos son glucosa (dextrosa) y fructosa (levulosa), sus propiedades (viscosidad, índice de refracción, densidad) difieren un tanto de aquellas soluciones de azúcar invertido con el mismo contenido de agua. Estas propiedades varían de manera regular con el contenido de humedad (Crane, 1990).

Tensión superficial

Es la baja tensión superficial de la miel lo que la hace un excelente humectante en cosméticos. La tensión superficial varía con el origen de la miel y es probablemente debido a sustancias coloidales. Junto con una alta viscosidad, es responsable de las características de formación de espuma de la miel (FAO, 2002).

Las propiedades fisicoquímicas de la miel de acuerdo con la NMX-F-036-1997-NORMEX se muestran en el Cuadro 4.

Propiedades térmicas

Para el diseño de plantas de procesamiento de miel sus propiedades térmicas tienen que ser tomadas en cuenta. La capacidad de absorber calor, es decir, calor

específico, varía de 0.56 a 0.73 cal/(g°C) de acuerdo a su composición y estado de cristalización. La conductividad térmica varía de 118 a 143 x 10⁻⁵ cal/(cm²s°C). Por lo tanto se puede calcular la cantidad de calor, enfriamiento y mezclado necesario para tratar una cierta cantidad de miel, es decir antes y después de la filtración y pasteurización. La conductividad de calor relativamente baja, combinada con alta viscosidad conduce a un alto sobrecalentamiento (FAO, 2002).

En el Cuadro 4, se muestran las especificaciones fisicoquímicas de la miel de abeja según la NMX-F-036-1997-NORMEX.

Cuadro 4: Especificaciones fisicoquímicas para la miel de abeja

Especificaciones	Límites
Contenido aparente de azúcar reductor	63.88% mínimo, máximo sin Limite
Contenido de sacarosa	5.0% máximo
Contenido de glucosa	38.0% máximo
Humedad	20.0% máximo
Cenizas	0.6% máximo
Acidez	40 meq/kg máximo
Hidroximetilfurfural (HMF)	80 mg/kg máximo
Índice de diastasa	8 mínimo
Sólidos insolubles en agua	0.3 % máximo

Fuente: NMX-F-036-1997-NORMEX

En el Cuadro 5, se describen las propiedades de la miel, los parámetros de Aw, pH, ° Brix y densidad, se determinaron en el Laboratorio Experimental Multidisciplinario II, de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Cuadro 5: Propiedades de la miel, datos bibliográficos y experimentales.

Propiedad de la miel	Bibliográfica (NMX-F-036-1997)	Experimental (Guajardo y col., 2005)
Densidad	1.410 -1.435 g/ml	1.4134 g/ml
Humedad	17.5% - 20.0% máximo	-
° Brix	-	80.365
pH	3.2 – 5.5	3.95
Aw	-	0.579
Acidez	40 miliequivalentes de ácido por kg	-

3.4.4 Características microbiológicas

Fermentación

La fermentación es la única alteración microbiológica a la cual es susceptible la miel. Únicamente las levaduras osmofílicas puede crecer en altas concentraciones de azúcar, pero su presencia se encuentra en todas partes, en miel, néctar, interior de los panales, polvo y suciedad, produciendo alcohol y dióxido de carbono; el alcohol puede ser convertido en ácido acético en presencia de oxígeno. Comparada con otras fermentaciones el proceso es muy lento y puede no ser obvio hasta después de varios meses de comenzado el proceso. Debido a la liberación de dióxido de carbono, la fermentación de la miel produce burbujas de aire finas con espuma en la superficie. La mayoría de la fermentación de miel en el almacenamiento ocurre después de la granulación; la razón de esto es la remoción de la glucosa de la solución en la miel que conduce a una fase líquida de humedad más alta. Las capas superficiales expuestas a alta humedad absorberán humedad y son susceptibles a la fermentación (Ambrose y Tew, 1992).

La velocidad de multiplicación de las levaduras se incrementa proporcionalmente con el incremento de contenido de agua, hasta cierto punto. Por debajo de contenido de humedad del 18% existe poca probabilidad de fermentación, pero aún a concentraciones debajo del 17.1% el riesgo de fermentación no puede ser eliminado completamente. Este aspecto de la fermentación depende de factores como la

cantidad de levadura y otros factores de crecimiento, temperatura de la miel y la distribución y disponibilidad del agua después de la cristalización.

El almacenamiento en frío apropiado, pero ante todo, las técnicas de producción cuidadosas, pueden prevenir la fermentación. Si, después de todas las precauciones y cuidados, la miel no puede ser cosechada a menos de 18% de contenido de agua, la humedad excesiva debe ser removida (FAO, 2002).

Un método se basa en la pasteurización y destrucción de las levaduras. Las levaduras osmofílicas encontradas en la miel mueren después de unos cuantos minutos de exposición a temperaturas entre 60 y 65°C. Si la miel es calentada y enfriada lo suficientemente rápido, con intercambiadores de calor especiales (factibles solamente a escala industrial) ocurren muy pocos daños a la miel. Frecuentemente estos tratamientos de pasteurización tienen dos funciones, la prevención de la fermentación y el retraso de la cristalización (FAO, 2002).

Dentro de las especificaciones dadas por la NMX-F-036-1997-NORMEX se encuentran los parámetros microbiológicos que son dados en el siguiente cuadro:

Cuadro 6: Especificaciones microbiológicas para la miel de abeja.

Parámetro	Limites máximos permisibles	Método
Cuenta total bacteriana	1000 UFC/g	NOM-092-SSA1-1994
Hongos	Menos de 100 UFC/g	NOM-111-SSA1-1994
Levaduras	Menos de 100 UFC/g	NOM-111-SSA1-1994

Fuente: NMX-F-036-1997-NORMEX

3.5 Cosecha de miel (SAGARPA, 2001).

Para verificar que los panales de las alzas tengan miel madura se sugiere realizar una prueba sacudiendo el panal, si escurre miel se considerará inmadura. También se debe tomar en cuenta el porcentaje de operculación del panal, aplicando los siguientes criterios para considerarla apta para la cosecha: panales operculados en un 90% en zonas del norte y altiplano y en un 100% en zonas tropicales y subtropicales.

Para desalojar a las abejas de las alzas con miel se puede utilizar el cepillo para el barrido de las abejas, sacudido manual y aplicación mecánica de aire, o bien, usar

tapas negras con sustancias no contaminantes como aldehído benzoico o anhídrido butírico, ver anexo pág. 82, (imagen No. 5).

En el manejo de las alzas con miel no utilizar ahumadores combustibles como diesel, petróleo y chapopote o materiales impregnados con productos químicos, pinturas, resinas o desechos orgánicos como el estiércol. Se deben usar materiales no contaminantes como viruta de madera, ramas y hojas secas.

Una vez que las abejas fueron desalojadas de las alzas se retiran de la cámara de cría para colocarse en la plataforma del transporte la cual deberá lavarse previamente, ver anexo pág. 82, (imagen No. 6). Las alzas con miel deben colocarse sobre las charolas salvamiel cubiertas con acero inoxidable o protegidas con pintura epóxica de grado alimenticio previamente lavadas. La miel que se recupere en las charolas salvamiel no deberá mezclarse con la miel extractada.

Las alzas cosechadas deben colocarse en estibas de hasta 10 alzas cubriendo la última con una tapa exterior para que no se contamine la miel con polvo, insectos y abejas pilladoras. Una vez finalizada la carga de alzas deberán protegerse con una lona limpia y se atarán para evitar que se muevan en el trayecto del apiario al establecimiento de extracción de miel.

3.6 Alteraciones que puede sufrir la miel (Ambrose y Tew, 1992).

Envejecimiento: desde el primer momento en que se obtiene comienza a producirse la descomposición de los azúcares o envejecimiento de la miel, este proceso se puede detectar con la mayor o menor presencia de HMF. Es aconsejable no consumir mieles de más de dos años, porque han perdido ya muchas propiedades.

Sobrecalentamiento: cuando existe un calentamiento descontrolado, pierde aroma, sabor y se hace más ácida.

Cristalización Incompleta: suele ser consecuencia de una mala manipulación (al aplicarle calor se rompen los cristales de azúcar y se licua la miel). Luego se cristaliza en forma grosera, quedando grumos indeseables.

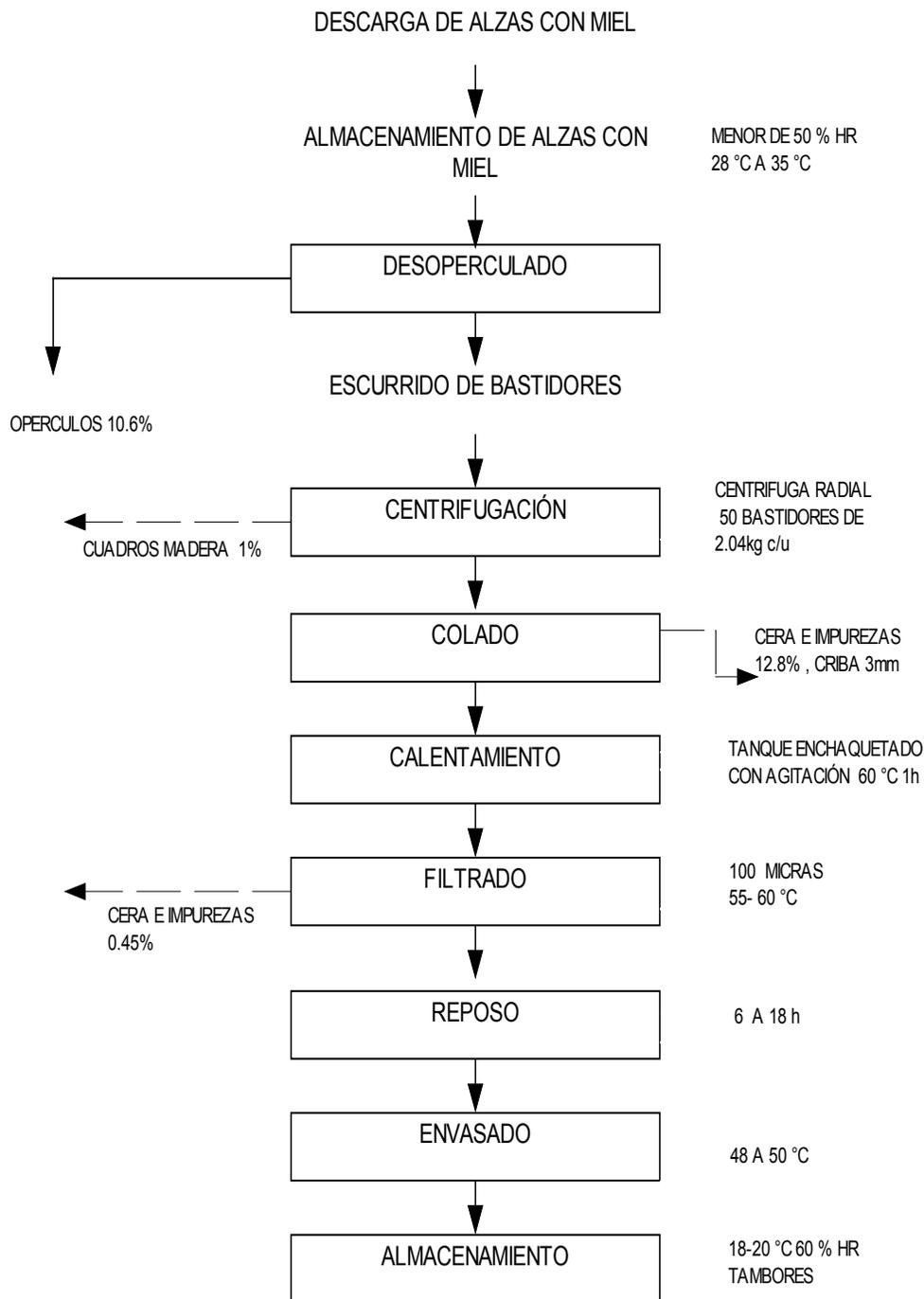
Separación de dos fases: es fruto de un mal almacenamiento o del exceso de humedad, parte de la miel cristaliza y se va al fondo y queda sobrenadante.

Fermentación: es la peor de todas las alteraciones, debida a la presencia de microorganismos indeseables que fermentan la miel. Se caracteriza por el sabor ácido y la presencia de espuma en la superficie. La miel no deberá tener indicios de fermentación. La miel recién envasada puede tener algo de espuma producto de las burbujas de aire que se forman al centrifugarla, esta cantidad es mínima o nula.

4. PROCESO INDUSTRIAL DE CENTRIFUGACIÓN Y ENVASADO DE MIEL DE ABEJA.

En el presente capítulo se presenta el proceso de centrifugación y envasado de miel de abeja. Al inicio se muestra, el diagrama de bloques, después se describe cada una de las etapas del proceso, así como las recomendaciones de buenas prácticas de manufactura y al final de cada etapa se mencionan las características de los equipos seleccionados.

4.1 Diagrama de bloques del proceso industrial para la centrifugación y envasado de miel de abeja



4.2 Descripción del proceso industrial para la centrifugación y envasado de miel de abeja.

Almacenamiento de las alzas con miel.

En esta etapa después de cosechar se llevarán las alzas a un área exclusiva para almacenamiento de alzas con miel, en esta fase las precauciones más importantes están relacionadas con las condiciones de estiba y control de plagas. De acuerdo a cada región, en el cuarto de alzas deberán mantenerse las condiciones de humedad y temperatura adecuadas (humedad relativa menor al 50% y temperatura de 28 a 35°C), que eviten la alteración de las propiedades fisicoquímicas de la miel y faciliten su extracción. Se debe evitar el almacenamiento de las alzas con miel por más de dos días (Root, 2002; Trujillo, 2002; SENASICA, 2006a). Las alzas que contienen los bastidores con miel, se colocarán en una tarima y se llevarán con un patín mecánico, al cuarto de almacenamiento al área de desoperculado.

Desoperculado.

El desoperculado consiste en la remoción o separación de los opérculos con los que las abejas han cerrado las celdas del panal una vez que la miel está madura en la colmena, ver anexo pag. 82, (imagen No. 7). Se lleva a cabo con el cuadro apoyado en el travesaño de la batea; se toma el cuchillo con la mano derecha y se acciona en forma de serrucho de abajo hacia arriba, o viceversa, para cortar las capas de opérculos, con el cuadro inclinado de manera tal que, al separarse, las capas van cayendo en la batea, ver anexo pag. 83, (imagen No. 9). Si se usa el cuchillo mecánico, se hará deslizar el cuadro contra el mismo, de arriba hacia abajo, dado que es fijo (Persano, 2002). La maquinaria y utensilios a emplear deben estar fabricados con acero inoxidable de grado alimentario que facilite las tareas de sanitización, ver anexo pag. 82, (imagen No. 8). En esta etapa es muy importante la actitud del operador debido a que puede convertirse en vector de contaminantes para la miel. Las precauciones que debe tomar son las siguientes: no dejar el cuchillo apoyado sobre el piso, mesa desoperculadora, banco, o cualquier otra superficie sucia, siempre debe tener previsto un lugar limpio, exclusivo para colgar los cuchillos limpios, cuando no es necesario su uso, llevar los bastidores con miel directamente desde el alza hasta la desoperculadora, eliminar las abejas que puedan estar presentes en los bastidores, no pasar por el desoperculador bastidores

con cría, ya sea abierta o cerrada. En estos casos se debe cortar el panal, eliminar la parte que tiene cría y depositar el panal sin cría en la separadora de miel y cera. Cuando este problema se presente con frecuencia, se debe informar al personal de campo que no debe cosechar bastidores de miel con cría (Root, 2002; Trujillo, 2002; SENASICA, 2006a). Una vez que se haya eliminado los opérculos de las celdas del panal se colocarán los bastidores en un área específica para escurrido de miel, antes de ser colocados en la centrífuga.

Escurredo de bastidores.

El escurrido de los bastidores se realiza sobre charolas salvamiel de acero inoxidable. Se debe abrir aquellos opérculos de los panales que no fueron correctamente desoperculados con un peine de acero inoxidable, con esta etapa se facilitará la separación de la miel-cera

Los bastidores desoperculados exponen la miel a posibles contaminaciones. Las precauciones que se deben seguir en esta etapa son: no utilizar ventiladores cerca de este sector, no colocar luces sobre la charola salvamiel, ya que atraen abejas y otros insectos, no apoyar nunca el peine desoperculador en el piso, desoperculadora, banco, o cualquier otra superficie que pueda contaminarlo. Siempre tener previsto un lugar sanitizado y exclusivo donde colgar el peine y mantenerlo limpio y seco cuando no sea utilizado (Root, 2002; Trujillo, 2002; SENASICA, 2006a). Cuando los bastidores hayan sido inspeccionados que todos los opérculos estén abiertos, se colocarán en tinas de acero inoxidable para transportarlas a la centrífuga donde se realizará la separación de miel-cera.

Separación miel-cera.

Las separadoras mecánicas de miel- cera utilizadas en esta etapa son centrifugas, recipientes cilíndricos de capacidad variable, sobre su eje se coloca una canastilla en la que se depositan los bastidores desoperculados para extraer la miel por fuerza centrífuga, deberá ser de acero inoxidable grado alimentario (tipo 304), para evitar la contaminación de la miel, ver anexo pág. 83, (imagen No. 10). Puede ser accionado por energía eléctrica o en forma manual. La centrífuga se mandará a diseñar con las siguientes características:

Motor de 3Hp, tinaco en lámina calibre 16 de 60" de diámetro por 36" de altura, flecha de transmisión de motor a tanque, soleras de sujeción de arillos, polea de arrastre, flecha de transmisión de disco a tanque, fabricación de transmisión de motor a tanque a disco de cambio de velocidades, tornillo tensor para subir o bajar polea con recubrimiento de un polímero, palanca de cambio de velocidades y palanca de frenado, es aconsejable comenzar con una velocidad moderada de centrifugación e ir aumentándola progresivamente para evitar la ruptura de los panales, se utilizarán dos centrífugas con capacidad de 50 bastidores cada una. El equipo y utensilios que tienen contacto directo con la miel deben someterse a un proceso riguroso de limpieza antes y después de utilizarse. Es necesario mantener la tapa cerrada para evitar corrientes de aire e impedir el escape de la miel. La centrifuga debe estar anclada al suelo, se aconseja introducir bastidores de peso similar para evitar sacudidas por desbalanceo de la centrífuga (Root, 2002; Ambrose y Tew, 1992; Trujillo, 2002). Después de realizar la etapa de separación miel- cera en 2 centrifugas (CE-01, CE-02), la presión de descarga de la centrifuga enviará la miel a las dos centrifugas de canasta (CC-01, CC-02) para realizar el colado, ver Lay out pág. 52.

Colado.

El colado se realiza en cribas cuya abertura máxima debe ser de 3 x 3 mm por cuadro, éstas deben ser de acero inoxidable. El colado de la miel es una práctica utilizada para eliminar los fragmentos de cera de abejas u otras impurezas provenientes del proceso de centrifugación. Tales residuos pueden ser succionados por la bomba de elevación y provocar su obstrucción. Se utilizará el filtro de canasta Columbia modelo CF-612-2", capacidad 500 L/h, temperatura de alimentación 60°C, área de filtración 0.33m², presión máxima de operación 5.0 kg/cm² (50 psi), caída de presión inicial de 0.7 kg/cm² (10psi) con canasta limpia, caída de presión final 1.05 kg/cm² (15psi) con canasta 50% obstruida, canastilla de lámina perforada de acero inoxidable con perforaciones de 1/8", alimentación lateral superior, descarga en fondo de 2" tipo clamp, drene de 1", válvula de vente tipo bola de 1/2" tipo clamp y manómetro de acero inoxidable. La centrifuga de canasta debe ubicarse entre la salida de la centrifuga y la entrada al tanque enchaquetado (Root, 2002; Trujillo, 2002; SENASICA, 2006a). Una vez que se haya realizado esta etapa, con la presión redescarga de las centrifugas de

canasta se enviará la miel a los dos tanques enchaquetados de 1500 L cada uno (TM-01, TM-02), ver Lay out pág 52. Para evitar posibles contaminaciones deben considerarse las siguientes recomendaciones:

- utilizar siempre tanques cuya boca de entrada esté al menos 10 cm por encima del nivel del piso para evitar la entrada de contaminantes. Asimismo, deberán estar siempre tapados y sólo se abrirán cuando sea estrictamente necesario. De esta manera se reduce el riesgo de contaminación de la miel.
- en caso de utilizar una varilla para medir el nivel de miel, se recomienda que sea de acero inoxidable y que esté limpia. Cuando no sea utilizada, colgarla limpia y seca.
- se recomienda implementar un sistema de bombeo automático, cuando sea necesario. También se debe evitar que se acumulen impurezas y cera en exceso en la superficie de la miel dentro del tanque de recepción, retirándola para que no sea succionada por la bomba de elevación y que se obstruya, de forma higiénica y con implementos de acero inoxidable. Las bombas deben ubicarse fuera de los depósitos de miel para que no contaminen el producto y se facilite su correcto mantenimiento, limpieza y sanitización diaria durante el proceso. En caso de que la bomba presente un desperfecto, las reparaciones deberán hacerse fuera del área de proceso. La reinstalación se llevará a cabo bajo medidas de higiene rigurosas.

La tubería que transporta la miel debe tener las siguientes características (Root, 2002; Ambrose y Tew, 1992; Trujillo, 2002):

- ser de material de grado alimentario.
- tener extremos desmontables para facilitar su limpieza y destapado (en caso necesario).
- las conexiones deben ser curvas (con ángulos de 45°) para mejor circulación de la miel.
- mantener las aberturas de la tubería de entrada y salida siempre tapadas cuando estén sin usar y fijarlas a través de soportes que permitan su limpieza.

Calentamiento.

El calentamiento se realizará en 2 tanques enchaquetados, en esta etapa la miel se calienta para que permita una mayor fluidez y así facilitar los procesos de filtrado y

envasado. También el calentamiento de la miel tiene por objeto evitar la fermentación, así como la cristalización, puesto que es necesario eliminar cuerpos extraños como restos de cera, tierra, etc., que son causantes de la cristalización.

La pasteurización de la miel consiste en calentar la miel hasta unos 78°C, durante cinco a siete minutos, para después enfriarla rápidamente. Cuando la miel esté a 60°C inmediatamente se pasa por un filtro para que la operación resulte exitosa y la miel no quede dañada, se debe utilizar equipos adecuados, provistos de intercambiadores de calor, que actúan a contra corriente. Cuando la miel haya cristalizado en los tambores, deberá someterse a un proceso de calentamiento, controlando la temperatura a un máximo de 60°C (Root, 2002; Pierre, 1981). La etapa de pasteurización se omite en el proceso para Ozumba, sólo se realizará un calentamiento de la miel a 60°C, para facilitar la etapa de filtrado en un tanque enchaquetado Modelo L (maquinaria Jersa), capacidad 1500 L, diámetro de tubería de salida 1" de diámetro, 10 cm de largo, férula de rosca, válvula de paso para descarga y drenado con agitador tipo aspa y motor trifásico de 1.5 Hp. Después de realizar el calentamiento de la miel mediante una bomba de desplazamiento positivo se transportará miel a 60°C al filtro de placas (FP-01), ver Lay out pág 52. Bomba de engranes de acero inoxidable de 1 Hp trifásico, 220/440 volts, 60 hz.

Filtrado.

Para el filtrado de la miel se emplean filtros-prensa con mallas de acero inoxidable con abertura de 100 micras. Esta operación consiste en eliminar restos de cera, cuerpos extraños, mohos y levaduras. Los filtros deberán ser reemplazables y lavables, el filtro prensa que se utilizará tiene la opción de aumentar las placas y marcos en caso de incrementar la producción, tiene las siguientes características:

Filtro de Columbia Modelo 20/14, capacidad 600 a 1000 L/h, área de filtración 0.39 m², volumen de torta 4.76l, número de placas 14 de 20 cm x 20 cm de lado, número de marcos 12 de 20 x 20 cm de lado, 1.9 cm de espesor, válvula de alimentación y manómetro de acero inoxidable, caída de presión de 15psi, presión de descarga de 50psi. La limpieza del filtro se realizará cuando ya no fluya la miel o al finalizar el proceso, con agua caliente y limpia. Se recomienda manejar dos filtros paralelos y alternar su uso para evitar que el proceso se detenga cuando se obstruyan (Root, 2002;

Ambrose y Tew, 1992; Trujillo, 2002). Se colocará para la recepción de la miel un tanque de 500L después del filtro, la bomba seleccionada (ver cálculos pág. 39) tiene la potencia suficiente para hacer pasar la miel a través del filtro y transportarla hasta el tanque de recepción de 500L, después del tanque de recepción estará otra bomba de desplazamiento positivo y enviará la miel, al tanque de reposo de 3000L.

Reposo.

El reposo es el proceso mediante el cual se logrará que desaparezcan las burbujas de aire incorporadas en las etapas anteriores. Algunas recomendaciones que deben tomarse para llevar a cabo el reposo son utilizar tanques con tapa para evitar contaminaciones, ver anexo pág. 83, (imagen No. 11), la miel no se debe dejar en los tanques más de 20 horas, una vez concluido el proceso se deberá lavar y sanitizar todo el equipo y utensilios para evitar la mezcla de mieles de diferentes lotes (Root, 2002; Trujillo, 2002; SENASICA, 2006a), después de que hayan desaparecido las burbujas se procederá al envasado en tambores.

Envasado.

El envasado se puede realizar en tambores y en frascos, a continuación se describe cada uno de ellos. Para el diseño del proceso de Ozumba Edo de México, se consideró realizar el envasado en tambores con capacidad de 300kg c/u, con la finalidad de reducir costos en la inversión inicial en envasadora y etiquetadora.

a) Envasado en Tambores

Son indispensables una serie de cuidados para que el esfuerzo realizado hasta el momento se vea reflejado en el producto final. Las recomendaciones son las siguientes:

Deberán usarse, preferentemente, tambores nuevos con un recubrimiento interno de resina fenólica horneada o pintura epóxica. Si por alguna razón se emplean tambores usados, deberán proceder de la industria alimenticia, tendrán que lavarse perfectamente para eliminar olores ajenos a la miel, estar recubiertos con resina fenólica o pintura epóxica y no presentar golpes (SENASICA, 2006a).

- utilizar un sistema de corte automático de pistón o manual mediante llaves de guillotina para el llenado de los tambores. En el segundo caso, se deberá utilizar báscula de plataforma, para verificar el peso y evitar derrames. La miel que se derrame deberá limpiarse inmediatamente.
- los tambores deberán estar siempre cerrados.
- durante el llenado, sus tapas deberán mantenerse en un contenedor limpio para evitar que se contaminen.
- el personal deberá realizar este proceso con estricta higiene.
- antes de almacenar y/o transportar los tambores, se debe verificar que estén perfectamente cerrados.
- la toma de muestra de miel de los tambores deberá hacerse antes de taparlos de forma higiénica.
- para el muestreo, es necesario tomar en cuenta las indicaciones técnicas del laboratorio que analizará las muestras de miel (Root, 2002; Trujillo, 2002; SENASICA, 2006a).

b) Envasado en Frascos

En las salas de centrifugación y envasado de miel que realicen tanto en tambores como en frascos, deberán aplicarse las siguientes medidas:

- higienizar, antes de abrir los tambores con miel que ingresan a la sala de envasado.
- la miel a envasar debe estar limpia, fluida y exenta de residuos.
- es conveniente realizar el muestreo de cada lote, conservar una muestra testigo y llevar un registro que permita identificar el origen y destino de cada uno. A través del muestreo y mediante los análisis de laboratorio correspondientes, se pueden determinar características físicas, químicas, residuos y adulteraciones.

En el envasado debe procurarse no incorporar aire en el flujo de miel e inmediatamente después del llenado tapar los envases.

Los envases deben ser de peso reducido; resistente a ruptura; con cierre hermético; higiénico y de fácil vaciado; invariablemente nuevos, adecuados para las

condiciones previstas de almacenamiento y que protejan apropiadamente el producto contra la contaminación. En general, los materiales idóneos para envasar la miel son el vidrio y resinas como el Tereftalato de Polietileno (PET).

Los dos factores fundamentales que condicionan la conservación de la miel son la humedad relativa y la temperatura. En el área de almacenamiento debe tener una temperatura cercana a los 20°C y a una humedad no superior al 60%, ya que de superar dichos valores el producto puede absorber agua, el ambiente esté libre de olores desagradables. Si durante el proceso de envasado se cumplieron las indicaciones antes citadas, la miel conservará sus cualidades, ya que es un producto no perecedero (Root, 2002; Ambrose y Tew, 1992; Trujillo, 2002). Después de realizar el envasado en tambores, se llevarán en tarimas de plástico con un patín mecánico al área de almacén de producto terminado (AP-01), ver Lay out pág 52.

Almacenamiento en tambores.

Las condiciones de almacenamiento son un punto crítico en la cadena producción, proceso, envasado, comercialización de la miel. Si no se cuenta con un local resguardado de los rayos solares y de la lluvia; con piso de cemento y una correcta manipulación de tambores, la miel envasada sufrirá modificaciones físicas y químicas que afectarán su calidad. Por este motivo, se deben considerar las siguientes recomendaciones:

- almacenar los tambores en locales cerrados que impidan la entrada de agua y no exponerlos a los rayos solares, ya que la acción del sol eleva los valores de Hidroximetilfurfural (HMF) y disminuye la actividad diastásica de la miel.
- manejar los tambores con cuidado y evitar que se golpeen por lo que se deberán utilizar carretillas, patines y/o montacargas y tarimas. Al retirar las tapas de los tambores para muestreo de la miel deberá realizarse higiénicamente y nunca a la intemperie.
- mantener el lugar de almacenamiento siempre fresco (no mayor a los 20°C), a fin de evitar temperaturas altas por períodos prolongados, ya que producen elevación del HMF.

- almacenar los tambores en lugares con baja humedad (menor al 60% de humedad relativa), con la finalidad de disminuir los riesgos de deterioro de la miel (pérdida de calidad por absorción de humedad del ambiente y crecimiento de levaduras que fermentan la miel). Asimismo, es importante reiterar que al mantener la miel en un ambiente fresco (18-20°C), conserva sus propiedades físicas y químicas, ya que los procesos enzimáticos se reducen al mínimo. Por otra parte, la mejor cristalización se realiza en temperaturas comprendidas entre los 14°C y los 16°C. Finalmente, para una buena conservación es necesario que los cambios térmicos sean bajos y que el ambiente esté libre de olores ajenos, no almacenar los tambores a la intemperie (Root, 2002; Trujillo, 2002; Tanús, 1997).

4.3 Determinación de tiempos de proceso.

Se determinaron los tiempos de cada etapa del proceso, ver (Cuadro 7), con base a la información proporcionada en las especificaciones de los equipos cotizados, se obtuvo el flujo másico necesario para realizar los balances de materia y energía, así como para la selección del sistema de bombeo y cálculos de los diámetros de tuberías.

El tiempo real del proceso para obtener 3 toneladas de miel pura, es de 15.41 horas distribuidas de la siguiente manera: 3.4 horas de centrifugación, 1 hora de calentamiento, 3.01 horas de bombeo, la etapa de reposo será de 7 horas y 1 hora de envasado, las demás operaciones son simultáneas con la etapa que le antecede como se describe en el siguiente cuadro.

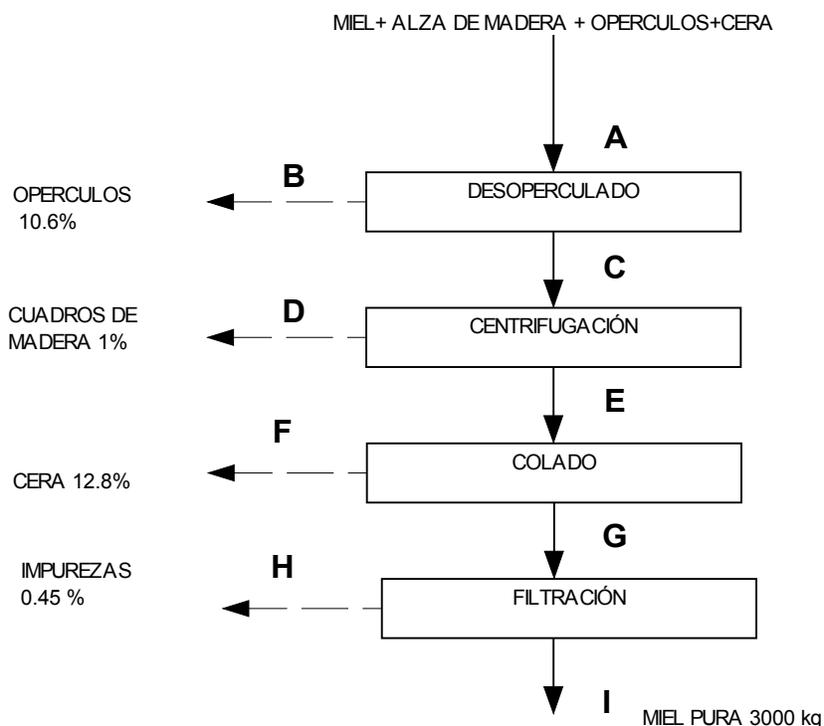
Cuadro 7: Determinación de tiempos para las etapas del proceso de centrifugación y envasado de miel de abeja.

Etapa del proceso	Capacidad del equipo	No. de equipos	Tiempo de proceso	Producción total kg	Tiempo h	Observaciones
Centrífuga	500 kg/h	2	$(3399.228 \text{ kg}) / (500 \text{ kg/h}) = 6.79 \text{ h} / 2 \text{ equipos}$	3399.23	3.40	Se realizarán en dos centrifugas de 50 bastidores cada una, 17 ciclos de 12 min c/u, peso de un bastidor 2.04 kg de miel cera y opérculos.
Centrífuga de canasta	500 kg/h	2	$(3013.15 \text{ kg}) / (500 \text{ kg/h}) = 6.02 \text{ h} / 2 \text{ equipos}$	3013.15	3.01	Se realizarán en dos centrifugas de canasta y se están llenando y centrifugando simultáneamente a los ciclos de la primera etapa.
Tanque enchaquetado Calentamiento	1500 kg	2	$(1500 \text{ kg}) / (500 \text{ kg/h}) = 3 \text{ h}$	3013.15	3.01 1.00	La presión de descarga del filtro de canasta es de 50 psi, enviará la miel conforme se vaya centrifugando, una vez que se hayan llenado los dos tanques con capacidad de 1500 kg c/u se realizará el calentamiento en 1 hora.
Bomba 1	1000 kg/h	2	$(3013.15 \text{ kg}) / (1000 \text{ kg/h}) = 3.01 \text{ h}$	3013.15	3.01	Se bombeará al mismo flujo, requerido por el filtro de placas
Filtro	1000 kg/h	1	$(3013.15 \text{ kg}) / (1000 \text{ kg/h}) = 3.01 \text{ h}$	3013.15	3.01	Operación simultánea con el sistema de bombeo
Tanque de recepción	500 kg	1	$(3000 \text{ kg}) / (500 \text{ kg} / 0.5 \text{ h}) = 3 \text{ h}$	3000	3.0	El tanque se llenará conforme se realice el filtrado.
Bomba 2	3000 kg	1	$(3000 \text{ kg}) / (1000 \text{ kg/h}) = 3 \text{ h}$	3000	3.0	Se bombearán 500 kg cada 30 min
Tanque de reposo	3000kg	1	$(3000 \text{ kg}) / (1000 \text{ kg/h}) = 3.0 \text{ h}$	3000	3.0	Las horas empleadas para bombear son 3 horas requeridas para el llenado del tanque y se dejará reposar 7 horas para después envasar
Envasado en tambos	300kg	1	$(3000 \text{ kg}) / (6 \text{ min} / 300 \text{ kg}) = 60.26 \text{ min}$	3000	1.0	Se llenará un tambor de 300 kg cada 6 minutos

Los pequeños productores de Ozumba Edo de México requieren de una producción de 6 ton diarias de miel pura, y en base a esta propuesta a continuación se muestra el balance de materia y energía, así como el cálculo del diámetro de tubería del tanque enchaquetado (TM-01) a la bomba de desplazamiento positivo (BD-01), ver Lay out pág. 52. El diseño está realizado para laborar 2 turnos de 8 horas, para producir 3 ton por turno, el primer turno realizará las etapas de centrifugación, calentamiento y filtración, en el segundo turno, se iniciará la producción de las otras 3 toneladas de miel, al mismo tiempo la miel del primer turno, estará en el tanque de reposo por 7 horas, ver Cuadro 7, el tercer turno se utilizará para realizar la limpieza de áreas y equipos, además de realizar la cosecha de miel.

4.4 Balance de materia.

Para obtener 3 ton de miel por turno, es necesario adquirir dos centrifugas de 50 cuadros cada una y trabajarán en ciclos de 12 minutos, en un turno de 8 horas se realizarán 17 ciclos, con bastidores de 2.04 kg de miel, cera y opérculos c/u. se debe tener 3.764 ton de materia prima para obtener 3 ton de miel de abeja pura.



$$G=H+I$$

$$G= (3000) + ((3000)*(0.0045))=3013.50\text{kg}$$

$$E=G+F$$

$$E= (3013.50) + ((3013.50)*(0.128))=3399.228\text{kg}$$

$$C=E+D$$

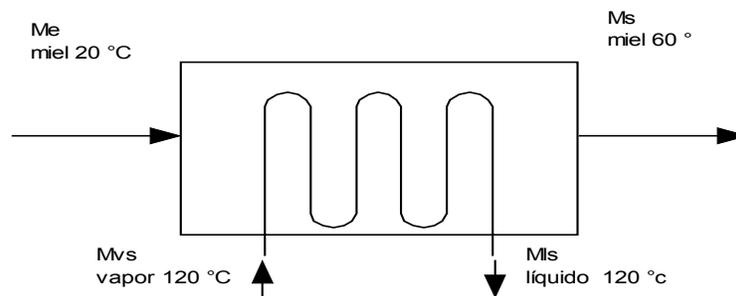
$$C= (3399.228) + ((3399.228)*(0.010))=3403.22\text{kg}$$

$$A=C+B$$

$$A= (3403.22) + ((3403.22)*(0.106))=3763.96\text{kg}$$

4.5 Balance de energía.

A continuación se describen los cálculos del balance de energía para obtener la masa de vapor que aumentará la temperatura de la miel a 60°C, para después transportarla por medio de una bomba al filtro prensa.



Ecuación general

$$Me\ h_e + Mvs\ h_{vs} = Ms\ h_s + Mls\ h_{ls}$$

$$h = \text{entalpía} = c_p (\Delta T) = \text{kJ/kg}$$

$$Me = \text{flujo másico de la miel a } 20\text{ }^{\circ}\text{C} = (\text{kg/h})$$

$$Ms = \text{flujo másico de la miel a } 60\text{ }^{\circ}\text{C} = (\text{kg/h})$$

$$c_p = \text{capacidad calorífica de la miel (kJ/kg } ^{\circ}\text{C)}$$

$$\Delta T = T_2 \text{ temperatura de salida de la miel} - T_1 \text{ temperatura de referencia (} ^{\circ}\text{C)}$$

$$h_e = (2.69 \text{ kJ/kg } ^{\circ}\text{C})(23\text{ }^{\circ}\text{C} - 0\text{ }^{\circ}\text{C}) = 62.07 \text{ kJ/kg}$$

$$h_s = (2.69 \text{ kJ/kg } ^{\circ}\text{C})(60\text{ }^{\circ}\text{C} - 0\text{ }^{\circ}\text{C}) = 161.92 \text{ kJ/kg}$$

$$h_{vs} = 2815.910 \text{ kJ/kg tablas de vapor a } 120\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$h_{ls} = 524.262 \text{ kJ/kg tablas de vapor a } 120\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$Me = Ms$$

$$Mvs = Mls$$

Mvs= masa de vapor saturado a 120 °C= kg/h

Mls= masa de líquido saturado a 120 °C = kg/h

$$Mvs = (Me(hs-he))/(hvs-hls)$$

$$Mvs = \frac{(400kg/h(161.92kJ/kg - 62.07kJ/kg))}{(2815.91kJ/kg - 524.262kJ/kg)} = 17.42kg/h$$

4.6 Cálculos para la selección del diámetro de tubería.

A continuación se describe un ejemplo de los cálculos que se realizaron para determinar el diámetro de tubería del tanque enchaquetado a la bomba de desplazamiento positivo, de igual manera se determinaron para todas las etapas del proceso, se muestra un resumen de los diámetros obtenidos, en la pág. 53. El diámetro de tubería seleccionado es de 1", que no sobrepasa la caída de presión permisible calculada de 56267.92 Pa. En la parte inferior del Cuadro 8, se describen las fórmulas utilizadas.

Cuadro 8: Selección de tubería por ΔP permisible del tanque enchaquetado a la bomba de desplazamiento positivo.

Diámetro Nominal (in)	Diámetro interno (m)	Velocidad del fluido (m/s)	Reynolds Re	Factor de fricción Ff	Caida de presión tuberías Δ P Pa	Caida de presión Accesorios ΔP Pa	Caida de presión Δ P total Pa
1/2"	0.0094	2.882	94.163	0.191	2023812.46	463312.09	2487124.55
3/4"	0.0157	1.026	56.175	0.320	256338.43	108962.99	365301.43
1"	0.0266	0.359	33.240	0.542	31427.22	17142.93	48570.16
1 1/2"	0.0409	0.152	21.618	0.833	5622.62	3392.68	9015.31
2"	0.0525	0.092	16.842	1.069	2071.07	1301.02	3372.09

Q=1000 kg/h

$$V = 4 Q / \pi D^2$$

$$Re = DV \rho / \mu$$

F_F=Régimen laminar (Perry, 1992)

$$\Delta P_{TUB} = 2 F_F L V^2 \rho / D g_c$$

$$\Delta P_{ACC} = 2 k_f V^2 \rho / g_c$$

$$g_c = 1 \text{kgm/Ns}^2$$

$$\Delta P \text{ permisible} = P_{atm} - P_{vap}$$

Gasto de la miel

Velocidad

Reynolds

Factor de fricción

Caída de presión de tuberías

Caída de presión de accesorios

Factor de conversión

Caída de presión permisible

D= Diámetro interno de tubería (m).

L= Longitud del tanque a la bomba (4.3m).

P= Densidad de la miel 60°C (1377.6 kg/m³).

μ =Viscosidad de la miel 60 °C (0.16 Pa s).

kf= Válvula mariposa, régimen laminar se realizó una interpolación para cada No. de Reynolds (Perry, 1992).

kf= Codo 90°, régimen laminar se realizó una interpolación para cada No. de Reynolds (Perry, 1992).

P atm= Presión atmosférica 11.05psia (76186.80Pa) de Ozumba Edo. de México.

P vap= Presión de vapor a 60°C 2.8890 psia (19918.88 Pa) (Avilez, 1988).

ΔP permisible= Patm-P vap=56267.92Pa

4.7 Cálculos para la selección del sistema de bombeo.

A continuación se muestra un ejemplo de los cálculos del sistema de bombeo, de esta forma se realizaron para todas las etapas del proceso. Se determinó que utilizará bomba, del tanque enchaquetado al tanque de recepción de 500L y del tanque de recepción de 500 L al tanque de reposo 3000 L.

De acuerdo a la Figura 1, se realizaron los balances de energía mecánica, que permitieron obtener la información necesaria para seleccionar la bomba que transportará la miel del tanque enchaquetado al tanque de recepción de 500L, la bomba enviará un fluido newtoniano de alta viscosidad.

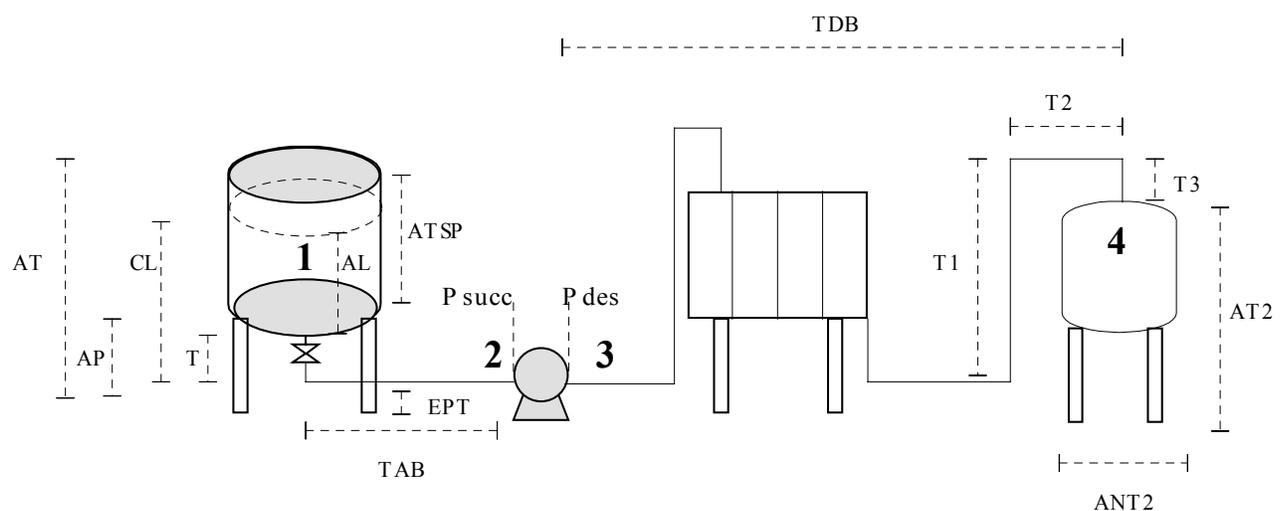


Figura 1: Transporte de miel del tanque enchaquetado al tanque de recepción de 500L

Simbología	Referencia	Longitud (m)
AT	Altura del tanque	3.09
AL	Altura del líquido en el tanque	1.75
AP	Altura de las patas del tanque	0.60
ATSP	Altura del tanque sin patas	2.49
CL	Columna de líquido	1.95
EPT	Espacio entre piso y tubería	0.10
TAB	Tubería antes de la bomba	4.30
TDB	Tubería después de la bomba	8.71
ANT2	Ancho del tanque de recepción 500L	1.05
AT2	Altura del tanque 2	1.80
T	Tubería debajo del tanque	0.50
T1	Tubería vertical	2.00
T2	Tubería horizontal hacia el tanque de recepción 500 L	0.53
T3	Tubería descendente hacia el tanque de recepción 500 L	0.30

- Datos del fluido:

ρ = Densidad de la miel 60°C (1391.89 kg/m³).

μ = Viscosidad de la miel 60 °C (0.40 Pa s).

$P_{\text{vapor } 60^{\circ}\text{C}}$ = Presión de vapor a 60 ° C (19918.88439 Pa).

\dot{M} = flujo másico (1.996X10⁻⁴ m³/s).

- Presión atmosférica de Ozumba Edo. de México:

P_1 = 76,186.80 Pa

- Número de accesorios del punto 1 al 4 :

Válvulas de mariposa = 6

Codos de 90° = 8

Es importante realizar los balances de energía mecánica entre los puntos 1 y 4 y del 1 al 2 (Ver Figura No. 1), para tener la información necesaria y así seleccionar una bomba. El balance de energía mecánica entre los puntos 1 y 4, nos permiten calcular la energía necesaria que se requiere para mover el fluido por todo el sistema, el balance

de 1 a 2 permite corroborar que la presión de succión es mayor que la presión de vapor y por lo tanto no se presentarán problemas de cavitación en la bomba.

BALANCE DE ENERGÍA MECÁNICA DEL PUNTO 1 AL 4

$$Wf = \frac{\Delta P}{\rho} + \frac{\Delta z g}{gc} + \frac{\Delta v^2}{2agc} + Q + \Delta E + Hfs$$

Para calcular Wf es necesario calcular las Hfs , para esto es necesario el factor de fricción y el número de Reynolds, por lo que se debe de calcular la velocidad media a la cual se mueve el fluido por la tubería. La velocidad media se obtiene con el gasto de la bomba en m^3/s , y el diámetro interno de tubería en m, como se muestra a continuación:

Diámetro interno de tubería = 0.0254 m (ver cálculo de diámetro de tubería pag. 38).

$$V_4 = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4(1.996 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s})}{\pi(0.0254m)^2} = 0.39 \frac{m}{s}$$

Con la velocidad media, se calculará el número de Reynolds y el factor de fricción. Para realizar el cálculo de la energía potencial es necesario obtener la altura del líquido. Esto se realiza como se muestra a continuación.

\emptyset tanque = diámetro del tanque (1.219 m).

h = altura del tanque (3.09 m).

$$Vol \text{ tanque} = \pi r^2 h = \pi(0.60952)^2 (3.09) = 3.61m^3$$

$$h = \frac{volland}{\pi r^2} = \frac{2.85m^3}{\pi(0.60952)^2} = 2.014m$$

De ahí que:

$$\Delta z = Z_4 - Z_1$$

Z_1 = altura del líquido con respecto al tanque + tramo de tubería (tomando como referencia el piso)

Z_4 = altura del tanque de recepción 500L

$$Z_1 = 2.014 \text{ m} + 0.6 \text{ m} = 2.6140 \text{ m}$$

Con los datos anteriores, se puede obtener Δz para el balance de energía mecánica:

$$\Delta z = Z_4 - Z_1 = 1.8 \text{ m} - 2.6140 \text{ m} = -0.814 \text{ m}$$

Para obtener las Hfs es necesario calcular el número de Reynolds. Cálculo de número de Reynolds, el diámetro de tubería fue calculado por ΔP permisible es de 1".

$$Re = \frac{DV\rho}{\eta} = \frac{(0.0254 \text{ m})(0.39 \frac{\text{m}}{\text{s}})(1391.89 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})}{0.40 \frac{\text{kg}}{\text{ms}}} = 34.47$$

Como el número de Reynolds muestra que el fluido se encuentra en régimen laminar.

El factor de fricción y las pérdidas por fricción para flujo laminar a través de accesorios y válvulas, se obtiene de información reportada en el Manual del Ingeniero Químico (Perry, 1992). Para el número de Reynolds calculado se realizaron interpolaciones.

$$\text{Factor de Fricción} = 0.52$$

$$k_{\text{codo } 90^\circ} = 18.64$$

$$k_{\text{válvula de mariposa}} = 28.38$$

Con el factor de fricción se calculará las pérdidas de presión debidas a la fricción (Hfs) del punto 1 a 4:

$$Hfs = Hfs_{\text{TUBERÍA}} + Hfs_{\text{ACCESORIOS}} + Hfs_{\text{FILTRO PRENSA}}$$

$$Hfs_{\text{TUBERÍA}} = \frac{2fLV^2}{Dgc}$$

$$Hfs_{\text{TUBERÍA}} = \frac{2(0.52)(12.61\text{m})(0.39 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{0.0254\text{m}(1 \frac{\text{kgm}}{\text{Ns}^2})} = 78.53 \text{ Nm / kg}$$

$$Hfs_{ACCESORIOS} = \frac{2kfV^2}{gc}$$

$$Hfs_{ACCESORIOS} = \frac{2(319.4)(0.39)^2}{(1 \frac{kgm}{Ns^2})} = 97.16 Nm / kg$$

Energía potencial:

$$\frac{\Delta zg}{gc} = \frac{(-0.814)(9.81)}{1} = -7.99 Nm / kg$$

Energía cinética:

$$\frac{\Delta v^2}{2agc} = \frac{(0.39)^2}{2(1)(1)} = 0.076 Nm / kg$$

La energía de presión (ΔP) es cero, ya que se considera que los tanques están abiertos a la presión atmosférica. Los valores de Q y ΔE se eliminan debido a que no hay transferencia de calor ni de energía.

La caída de presión provocada por el filtro de placas, proporcionado por el proveedor del equipo es de 15 psia

Sustituyendo en el balance de energía mecánica los valores obtenidos, se tiene que el trabajo de flecha es de:

$$Wf = \frac{\Delta P}{\rho} + \frac{\Delta zg}{gc} + \frac{\Delta v^2}{2agc} + Q + \Delta E + Hfs$$

Caída de presión del filtro 15 psia = 104975.85 Pa / 1391.89 kg/m³ = 75.41 Nm/kg

$$Wf = -7.99 Nm/kg + 0.076 Nm/kg + 78.53 Nm/kg + 97.16 Nm/kg + 75.41 Nm/kg$$

$$Wf = 243.19 Nm/kg$$

$$Wf = 243.19 Nm/kg (1391.89 kg/m^3) = 338,488.16 Pa$$

Cálculos de las pérdidas de presión debidas a la fricción (Hfs) del punto 1 a 2:

$$Hfs_{TUBERÍA} = \frac{2fL_{1-2}V^2}{Dgc}$$

$$Hfs_{TUBERÍA} = \frac{2(0.52)(4.3m)(0.39 \frac{m}{s})^2}{0.0254m(1 \frac{kgm}{Ns^2})} = 26.78$$

$$Hfs_{ACCESORIOS} = \frac{2kfV^2}{gc}$$

$$Hfs_{ACCESORIOS} = \frac{2(47.02)(0.39)^2}{(1 \frac{kgm}{Ns^2})} = 14.30$$

Es importante conocer la presión de succión y de descarga cuando el tanque se encuentre vacío y lleno, ya que de esta manera, se asegura el funcionamiento del equipo de bombeo, evitando que se presente el fenómeno de cavitación en la bomba, la presión de descarga debe ser mayor.

PARA TANQUE LLENO:

Cálculo de la presión de succión $P_{SUCCIÓN} = P_2$

$$0 = \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \frac{\Delta zg}{gc} + \frac{\Delta v^2}{2agc} + Hfs_{TOTALES}$$

Calculando Δz del punto 1 al 2 se tiene:

$$\Delta z = Z_2 - Z_1$$

Z_1 = altura del líquido con respecto al tanque + tramo de tubería (tomando como referencia el piso).

Z_2 = distancia entre piso y tubería

$$\Delta z = 0.10 \text{ m} - 2.35 \text{ m} = -2.25 \text{ m}$$

Despejando la presión de succión:

$$P_2 = P_1 - \left(\left(\frac{\Delta z_{1-2} g}{gc} + \frac{\Delta v^2}{2agc} + Hfs_{TOTALES_{1-2}} \right) \rho \right)$$

$$P_2 = 76186.80 \text{ Pa} - \left(\left(\frac{-2.25m(9.81 \frac{m}{s^2})}{1 \frac{kg}{Ns^2}} + \frac{0.39^2}{2(1)(1 \frac{kgm}{Ns^2})} + 41.08 \right) 1391.89 \frac{kg}{m^3} \right)$$

Presión de succión del tanque lleno $P_2 = 49,624.60 \text{ Pa}$

Cálculo de la presión de descarga = P_3

$$P_3 = Wf \rho + P_2$$

$$P_3 = (243.19 \text{ Nm/kg}) (1391.89 \text{ kg/m}^3) + 49,624.60 \text{ Pa}$$

Presión de descarga tanque lleno $P_3 = 388,118.33 \text{ Pa}$

$$NIPA = P_{\text{succión}} - P_{\text{vapor tanque lleno}} = 49,624.60 \text{ Pa} - 19,918.88 \text{ Pa} = 29,705.72 \text{ Pa}$$

Potencia de la bomba tanque lleno:

$$\text{Potencia} = Wf * \text{Flujo másico}$$

$$\text{Potencia} = (243.19 \text{ Nm/kg}) (1000 \text{ kg/h}) = 243,190 \text{ Nm/h}$$

Multiplicado por el factor de conversión a Hp

$$\text{Potencia de la bomba} = 243,190 \text{ Nm/kg} (3.7086 \times 10^{-7}) = 0.090 \text{ Hp}$$

CABEZAL (ΔH) tanque lleno

$$\Delta H = P_{\text{DESCARGA TANQUE LLENO}} - P_{\text{SUCCIÓN TANQUE LLENO}}$$

$$\Delta H = 388,118.33 \text{ Pa} - 49,624.60 \text{ Pa}$$

$$\text{CABEZAL tanque lleno} = 338,493.73 \text{ Pa}$$

PARA TANQUE VACIO:

$$P_{\text{SUCCIÓN}} = P_2$$

$$P_1 = 76186.80 \text{ Pa}$$

$$P_2 = 76186.80 \text{ Pa} - \left(\left(\frac{-0.50.m(9.81 \frac{m}{s^2})}{1 \frac{kg}{Ns^2}} + \frac{0.39^2}{2(1)(1 \frac{kgm}{Ns^2})} + 41.08 \right) 1391.89 \frac{kg}{m^3} \right)$$

$P_{\text{SUCCIÓN tanque vacío}} = 25,729.33 \text{ Pa}$

Cálculo de la presión de descarga tanque vacío = P_3

$$P_3 = Wf_1 \rho + P_2$$

$$Wf_1 = \frac{\Delta z g}{gc} + \frac{\Delta v^2}{2agc} + Hfs_{\text{TOTALES1-4}}$$

$$\Delta z = ((L_3 - 0.6) g) / gc$$

$L_3 =$ altura del tanque de recepción de 500L

$$\Delta z g = (1 \text{ m} - 0.6 \text{ m}) (9.81 \text{ m/s}^2) = 3.924 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$Wf_1 = \frac{3.924 \frac{m^2}{s^2}}{1 \frac{kgm}{Ns^2}} + \frac{(0.39 \frac{m}{s})^2}{2(1)(1 \frac{kgm}{Ns^2})} + 251.1$$

$$Wf_1 = 255.10 \text{ Nm/kg}$$

$$P_3 = (255.10 \text{ Nm/kg}) (1391.89 \text{ kg/m}^3) + 25,729.33 \text{ Pa}$$

$P_{\text{descarga tanque vacío}} = 380,800.47 \text{ Pa}$

$$NIPA = P_{\text{succión}} - P_{\text{vapor tanque vacío}} = 25,729.33 \text{ Pa} + 19,918.88439 \text{ Pa} = 5,810.45 \text{ Pa}$$

Potencia de la bomba tanque vacío:

$$\text{Potencia} = Wf_1 * \text{Flujo másico}$$

$$\text{Potencia} = (255.10 \text{ Nm/kg}) (1000 \text{ kg/h}) = 255,100.00 \text{ Nm/h}$$

Multiplicado por el factor de conversión a Hp

$$\text{Potencia de la bomba} = 255,100.00 \text{ Nm/h} (3.7086 \times 10^{-7}) = 0.095 \text{ Hp}$$

CABEZAL (ΔH) tanque vacío

$$\Delta H = P_{\text{DESCARGA TANQUE VACIO}} - P_{\text{SUCCIÓN TANQUE VACIO}}$$

$$\Delta H = 380,800.47 \text{ Pa} - 25,729.33 \text{ Pa}$$

$$\text{CABEZAL tanque vacío} = 355,071.14 \text{ Pa}$$

Con base a los datos calculados se cotizó la bomba en APV S.A de C.V, la cual tiene las siguientes características:

Bomba de desplazamiento positivo de acero inoxidable

Flujo $0.90 \text{ m}^3/\text{h}$

Marca: APV Fluid Handling

Modelo: DW1/007/7, Multi-Duty

217 rpm

Motor de 0.50 Hp

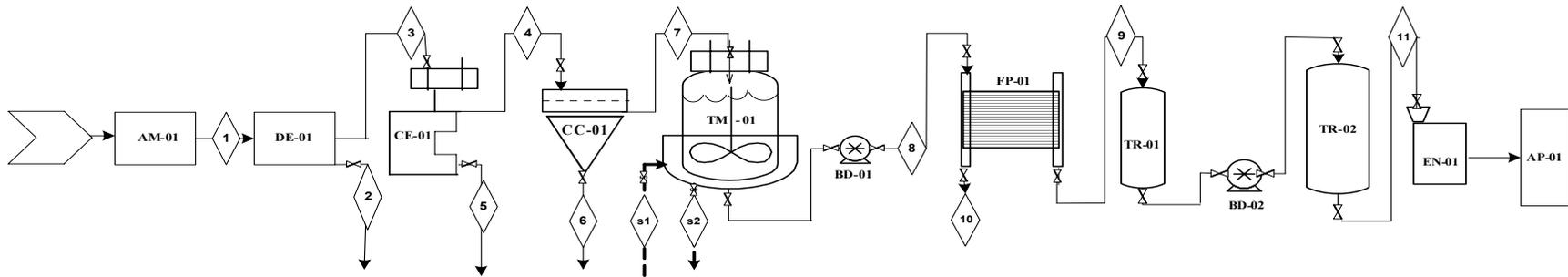
Diámetro de entrada 1"

Diámetro de salida 1 "

Costo C*=: \$68,340.00

En la siguiente página, se muestra el diagrama de flujo del proceso de centrifugación y envasado de miel de abeja.

4.8 Diagrama de flujo del proceso industrial para la centrifugación y envasado de miel de abeja.



PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	S1	S2
\dot{M} (kg/h)	3903.8	3490	413.80	3450	40	500	2950	2950	2932.5	17.5	3000	17.42	17.42
T (°C)	28	28	28	28	28	28	28	60	60	60	50	120	120
η (Pa s)	6.84	6.84	6.84	6.84	6.84	6.84	6.84	0.40	0.40	0.40	0.50	2.145×10^{-5}	2.145×10^{-5}
ρ (kg/m ³)	1411.23	1411.23	1411.23	1411.23	1411.23	1411.23	1411.23	1391.89	1391.89	1391.89	1399.04	0.0565	0.0565

SIMBOLOGÍA	REFERENCIA
AM-01	ALMACEN DE MATERIA PRIMA
DE-01	DESOPERULADO
CE-01	CENTRIFUGA
CC-01	CENTRIFUGA DE CANASTA
BD-01	BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO 1
BD-02	BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO 2
TM-01	TANQUE ENCHAQUETADO
FP-01	FILTRO DE PLACAS
TR-01	TANQUE DE RECEPCIÓN 500L
TR-02	TANQUE DE REPOSO 3000 L
EN-01	ENVASADORA
AP-01	ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO
S1	VAPOR SATURADO 120°C
S2	CONDENSADO 120 °C

FESC CUAUTILAN	
UNAM	
PLANTA MIEL ABEJA OZUMBA	
ELABORÓ: HIGT	AUTORIZÓ LPMP
REVISÓ: ICSC	CLAVE FOZM

A continuación se presenta los cálculos para determinar la capacidad de los almacenes, de materia prima y producto terminado, el cual se realizó con base en las medidas de las instalaciones de los pequeños productores de Ozumba, Edo. de México, ellos cuentan con un área construida con las medidas mostradas en el Lay out pág 52(AM-01).

4.9 Dimensionamiento interno de almacén de materia prima.

Se calcularon las capacidades de cada almacén. Se almacenará materia prima alzas utilizadas en un día de producción (Cuadro 9).

Cuadro 9: Dimensionamiento interno del almacén de materia prima (alzas).

Descripción	Medidas
Alzas (Tanús, 1997)	50.5 cm largo 41.0 cm ancho 14.5 cm altura
Capacidad por alza (Tanús, 1997)	8 bastidores
Bastidor Alza	2.03 kg de miel y cuadro de madera 16.24 kg de miel y cuadro de madera
Medidas Almacén Capacidad de Almacén	L=15.10 m A= 3.10 m H= 3.10 m 8850 kg

La capacidad máxima de almacenamiento por día es de 8,850 ton de bastidores con miel, que proporciona aproximadamente 6 ton de miel pura para un día de trabajo.

4.10 Dimensionamiento interno de almacén producto terminado

En el Cuadro 10, se muestra la capacidad del almacén de producto terminado, de acuerdo a la construcción que existe actualmente en Ozumba Edo. de México. Se estimó una capacidad de 32.4 ton de miel a nivel de piso, equivalente a 5 días de trabajo. La cual, puede aumentarse a 64.8 ton, si se estiba en un segundo nivel con la ayuda de un montacargas. En este caso se tendría que invertir aproximadamente \$253,000 + IVA.

Cuadro 10: Dimensionamiento interno del almacén de producto terminado.

Descripción	Medidas
Tarimas Tarima Capacidad por tarima	36 unidades 1.20 m largo 1.00 m ancho 3 tambores
Tambores Capacidad por tambor	0.59 m diámetro 0.90 m altura 300 kg miel
Medidas Almacén Capacidad Almacén 1 nivel	L=11.0 m A=8.94 m H=5.00 m 2.0 m pasillo 32400 kg

A continuación se presenta el diagrama de distribución de áreas de proceso y almacenamiento (Lay out), el cual se adaptó a las medidas de las instalaciones de los pequeños productores de Ozumba, Edo. de México.

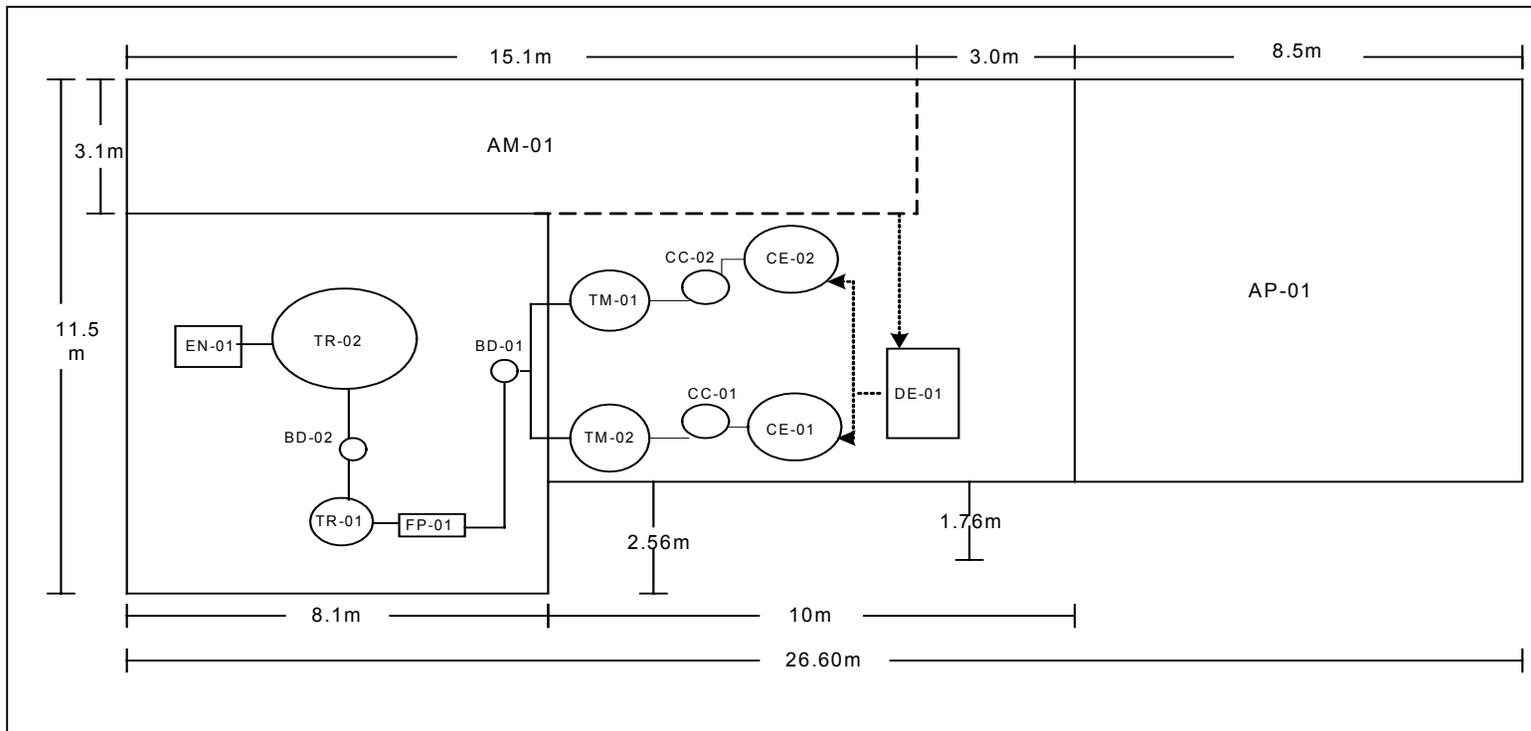
El área total de construcción se divide en 3 secciones, esto se debe a que tienen diferentes niveles de piso, las cuales se describen a continuación:

Primera sección tiene 1.76m a bajo del nivel de piso de referencia (nivel de piso de referencia, segunda sección), haciendo una altura total de 5.0 m, marcada en el Lay out, pag. 52 como (AP-01), tiene un área total de 102.34 m², y ésta se utilizará como almacén de producto terminado.

Segunda sección, está a nivel de piso y es la que se toma como referencia, ver Lay out, pag. 52, tiene una altura de 3.24m, estará el almacén de materia prima (AM-01), con 46.81 m², el área de desoperculado (DE-01), dos centrífugas (CE-01 y CE-02), dos centrífugas de canasta (CC-01 y CC-02) y los dos tanques enchaquetados (TM-01, TM-02), estarán en un área de 40.88 m².

Tercera sección, tiene 1.1m a bajo del nivel de piso de referencia, ver Lay out, pag. 52, con una altura total de 4.34 m, en esta área se colocará la bomba de desplazamiento positivo (BD-01), filtro de placas (FP-01), tanque de recepción (TR-01) y los tambores para el envasado del producto terminado (EN-01), estarán en un área de 68.04m².

4.11 Lay out



SIMBOLOGÍA

AM-01	ALMACEN DE MATERIA PRIMA
DE-01	MESA PARA DESOPERCULADO 1
CE-01	CENTRÍFUGA 1
CE-02	CENTRÍFUGA 2
CC-01	CENTRÍFUGA DE CANASTA 1
CC-02	CENTRÍFUGA DE CANASTA 2
BD-01	BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO 1
BD-02	BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO 2
TM-01	TANQUE ENCHAQUETADO 1 1500L
TM-02	TANQUE ENCHAQUETADO 2 1500L
TR-01	TANQUE DE REPOSO 1 500L
TR-02	TANQUE DE REPOSO 2 3000L
FP-01	FILTRO PRENSA 1
EN-01	ENVASADORA
AP-01	ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO

FESC CUAUTITLAN

UNAM

PLANTA MIEL ABEJA OZUMBA

ELABORÓ: ICSC

AUTORIZÓ LPMP

REVISÓ: HIGT

CLAVE DFOZ

4.12 Listado de costos de tubería y accesorios para el proceso de centrifugación y envasado de miel de abeja.

En el Cuadro 11, se presenta un resumen de las etapas del proceso con los diámetros de tuberías calculados, accesorios utilizados y al final de cada una de las filas se muestra el costo total de ellos, cotizados en acero inoxidable en APV Fluid Handling S. A de C.V.

Cuadro 11: Listado de costos de tubería y accesorios

Etapas del proceso	Válvulas de mariposa		Tubería		Codos 90°		Otros					Costos		
	No.	Diámetro	Metros	Diámetro	No.	Diámetro	No.	Reducciones (in)			No.		Ampliaciones	Te
CENTRIFUGA- CENTRIFUGA DE CANASTA	6	1"	8.74	1"	8	1"	1	DE 2	A	1"	1	DE 1" A 2"	0	\$10,752.14
CENTRIFUGA DE CANASTA-TANQUE ENCHAQUETADO	6	1"	9.00	1"	8	1"	1	DE 2	A	1"	1	DE 1" A 2"	0	\$11,368.70
TANQUE ENCHAQUETADO - BOMBA DESPLAZAMIENTO POSITIVO	5	1"	8.70	1"	7	1"	0	0	0	0	0	0	1DE 1"	\$8,863.20
BOMBA DESPLAZAMIENTO POSITIVO-FILTRO PRENSA	2	1"	4.30	1"	6	1"	0	0	0	0	0	0	0	\$4,301.00
FILTRO PRENSA-TANQUE DE RECEPCIÓN 500 LT	3	1"	3.40	1"	6	1"	1	DE 2	A	1"	1	DE 1" A 2"	0	\$5,370.10
TANQUE DE RECEPCIÓN 500 LT- BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO	2	1"	1.10	1"	1	1"	0	0	0	0	0	0	0	\$3,540.00
BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO-TANQUE DE REPOSO	3	1 1/2"	6.46	1 1/2"	3	1 1/2"	0	0	0	0	1	DE 1" A 1 1/2"	0	\$6,229.80
TANQUE REPOSO- ENVASADO	1	1 1/2"	0.80	1 1/2"	1	1 1/2"	0	0	0	0	1	DE 1" A 1 1/2"	0	\$2,028.00
TOTAL A*=-	28		42.5		40		3				5		1	\$52,452.94

4.13 Listado de costos de equipos y utensilios para el proceso industrial de centrifugación y envasado de miel de abeja.

Una vez seleccionado el proceso adecuado se realizó la cotización de equipos, instrumentos utensilios y gastos generales mínimos requeridos, la cual se presenta en el Cuadro 12.

Cuadro 12: Listado de costos y marcas de utensilios, equipos e instrumentos.

No.	Equipos instrumentos y /o utensilios	Marca	Costo unitario	Unidades	Costo total
1	Generador de vapor 10 c.c	Cleyton	\$352,000.00	1	\$352,000.00
2	Filtro prensa y bomba	Columbia Filters	\$150,000.00	1	\$150,000.00
3	Centrifuga de canasta	Columbia Filters	\$70,000.00	2	\$140,000.00
4	Tanque de reposo de 3000 L	Maquinaria Jersa	\$79,000.00	1	\$79,000.00
5	Tanque enchaquetado 1500L	Dantec	\$40,000.00	2	\$80,000.00
6	Tanque Recepción 500L	Dantec	\$27,000.00	1	\$19,000.00
7	Centrífuga	Remaq	\$78,800.00	2	\$157,600.00
8	Desoperculadora	Cotización de los pequeños productores	\$65,000.00	1	\$65,000.00
Total					\$1,042,600.00
+15 % IVA					\$156,390.00
1	Tambos	Fortress de México	\$693.00	200	\$138,600.00
2	Tarimas plástico	Miraplástek	\$1,800.00	70	\$126,000.00
3	Báscula 500 kg	Torrey	\$25,176.65	2	\$50,353.30
4	Mesa de acero inoxidable	Fortress de México	\$8,498.88	1	\$8,498.88
5	Charolas acero inoxidable	Fortress de México	\$300.00	60	\$18,000.00
6	Patín mecánico	Mitsubishi	\$4,000.00	2	\$8,000.00
Total					\$349,452.18
+15 % IVA					\$52,417.83
1	Artículos menores	Analysis & Research	\$35,000.00	1	\$35,000.00
2	Artículos de limpieza	Dantec, Karcher	\$20,000.00	1	\$20,000.00
3	Carritos	Remco	\$5,000.00	3	\$15,000.00
Total					\$65,000.00
+15 % IVA					\$9,750.00
TOTAL B* = EQUIPOS, INSTRUMENTOS Y UTENSILIOS					\$1,675,610.00
SUMA DE COSTOS DE MAQUINARIA Y EQUIPO INDUSTRIAL					
A*	TUBERÍAS, ACCESORIOS Y BOMBA, ver Pág. 53				\$1,675,610.00
B*	EQUIPOS, INSTRUMENTOS Y UTENSILIOS Pág. 54				\$52,452.94
C*	BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO ver Pág. 47				\$68,340.00
GRAN TOTAL					\$1,796,402.94

4.14 Retorno de la Inversión.

En el Cuadro 13, se presentan las inversiones requeridas para instalar la planta procesadora de miel de Abeja, tales como activos fijos, costos de organización, capital de trabajo e imprevistos, se muestra el porcentaje de cada uno de ellos con referencia a la inversión inicial (I.I.) total de \$8,198,676.32.00, representando el porcentaje mayor (24.7 %), el capital de trabajo, requerido para la parte operativa de la empresa, seguida del 21.9 % de inversión para maquinaria y equipo industrial.

Cuadro 13: Plan de inversiones.

A	Activos fijos	monto en MN	monto en USD	porcentaje	porcentaje de I.I.
1	Terrenos	\$500,000.00	\$45,454.55	10%	6.1%
2	Edificios y construcciones	\$272,720.60	\$24,792.78	6%	3.3%
3	Maquinaria y equipo industrial a precio de adquisición, ver Pág. 54	\$1,796,402.94	\$163,309.36	37%	21.9%
4	Costo de instalación de maquinaria y equipo	\$179,640.29	\$16,330.94	4%	2.2%
5	Equipo rodante	\$380,000.00	\$34,545.45	8%	4.6%
6	Mobiliario, equipo de oficina y laboratorio	\$500,000.00	\$45,454.55	10%	6.1%
7	Ingeniería de detalle	\$196,949.80	\$17,904.53	4%	2.4%
8	Tecnología	\$1,000,000.00	\$90,909.09	21%	12.2%
SUBTOTAL A:		\$4,825,713.63	\$438,701.24	100%	58.9%
B Costo de organización					
1	Estudio de Mercado	\$276,000.00	\$25,090.91	42%	3.4%
2	Estudio de Factibilidad	\$276,000.00	\$25,090.91	42%	3.4%
3	Constitución de la Empresa	\$110,393.90	\$10,035.81	17%	1.3%
SUBTOTAL B:		\$662,393.90	\$60,217.63	100%	8.1%
C	Capital de trabajo	\$2,025,452.20	\$184,132.02	-	24.7%
D	Imprevistos (10% de A + C)	\$685,116.58	\$62,283.33	-	8.4%
INVERSIÓN INICIAL (I.I.) TOTAL =(A+B+C+D)		\$8,198,676.32	\$745,334.21		100.0%

Nota: tipo de cambio considerado: 11.00 pesos/USD

Método de evaluación de proyectos a partir de sus flujos de efectivo.

En el Cuadro 14, se muestran los flujos de efectivo del proyecto, se realizó para un periodo de 10 años, se establecen los gastos y los ingresos para cada año, tomando en consideración los siguientes datos:

coeficiente $R= 1.050$
 tasa de interés $i= 15.0\%$
 períodos $N= 10$ años

Cuadro 14: Flujos de efectivo del proyecto

Período años	Gastos millones de \$		Ingresos millones de \$		Flujo neto millones de \$			
	G	-13.92	H	33.77	P	8.59	valor presente	
		-28.16		68.32	F	34.77	valor futuro	
-1	G_0	-8.20	H_0	0.00	J_0	-8.20	Flujo nivelado	
1	G_1	-3.42	H_1	18.48	J_1	15.06	A_1	1.71
2	G_2	-3.42	H_2	18.90	J_2	15.48	A_2	1.71
3	G_3	-3.42	H_3	16.80	J_3	13.38	A_3	1.71
4	G_4	-3.42	H_4	14.70	J_4	11.28	A_4	1.71
5	G_5	-3.42	H_5	12.60	J_5	9.18	A_5	1.71
6	G_6	-3.42	H_6	10.50	J_6	7.08	A_6	1.71
7	G_7	-3.42	H_7	8.40	J_7	4.98	A_7	1.71
8	G_8	-3.42	H_8	6.30	J_8	2.88	A_8	1.71
9	G_9	-3.42	H_9	4.20	J_9	0.78	A_9	1.71
10	G_{10}	-3.42	H_{10}	2.10	J_{10}	-1.32	A_{10}	1.71

Se determinaron los criterios de aceptación del proyecto que a continuación se enlistan:

valor presente $P= 8.59$ millones de \$
 valor futuro $F= 34.77$ millones de \$
 flujo nivelado $A= 1.71$ deben ser positivos o cero
 cociente B/C $-(H/G)= 2.426$ debe ser mayor o igual que uno
 tasa interna de rentabilidad $TIR= 18.0\%$ debe ser mayor que la tasa de interés

Como la tasa interna de retorno de la inversión es mayor al 15% entonces se acepta el proyecto. La inversión inicial de 8.59 millones de pesos se recuperará en cinco años, el flujo neto en ese año es de 9.18 millones de pesos.

En el Cuadro 15, se muestran los flujos de efectivo del proyecto, al final de cada año se pagan 1/10 del capital más los intereses devengados en el periodo, se presenta el cambio de situación para cada año, determinando el adeudo final.

Equivalencia de efectivo, para una inversión inicial de \$ 3,153,345.83 inversión inicial \$8,198,676.32 MN

P= 8,198,676.32

F= 33,168,218.41

N= 10

i= 15.0%

Cuadro 15: Flujos de efectivo del proyecto

Flujo de efectivo					Cambio de situación durante el período			
año	pagos del período			valor futuro	año	adeudo al principio	interés devengado	adeudo al final
	capital	interés	total					
1	\$819,867.63	\$1,229,801.45	\$2,049,669.08	\$7,210,482.26	1	\$8,198,676.32	\$1,229,801.45	\$9,428,477.77
2	\$819,867.63	\$1,106,821.30	\$1,926,688.94	\$5,893,785.50	2	\$7,378,808.69	\$1,106,821.30	\$8,485,629.99
3	\$819,867.63	\$983,841.16	\$1,803,708.79	\$4,797,901.24	3	\$6,558,941.06	\$983,841.16	\$7,542,782.21
4	\$819,867.63	\$860,861.01	\$1,680,728.65	\$3,887,627.49	4	\$5,739,073.42	\$860,861.01	\$6,599,934.44
5	\$819,867.63	\$737,880.87	\$1,557,748.50	\$3,133,188.64	5	\$4,919,205.79	\$737,880.87	\$5,657,086.66
6	\$819,867.63	\$614,900.72	\$1,434,768.36	\$2,509,418.82	6	\$4,099,338.16	\$614,900.72	\$4,714,238.88
7	\$819,867.63	\$491,920.58	\$1,311,788.21	\$1,995,065.90	7	\$3,279,470.53	\$491,920.58	\$3,771,391.11
8	\$819,867.63	\$368,940.43	\$1,188,808.07	\$1,572,198.67	8	\$2,459,602.90	\$368,940.43	\$2,828,543.33
9	\$819,867.63	\$245,960.29	\$1,065,827.92	\$1,225,702.11	9	\$1,639,735.26	\$245,960.29	\$1,885,695.55
10	\$819,867.63	\$122,980.14	\$942,847.78	\$942,847.78	10	\$819,867.63	\$122,980.14	\$942,847.78
S	\$8,198,676.32	\$6,763,907.96	\$14,962,584.28	\$33,168,218.41	11	\$0.00	\$0.00	\$0.00

Interés promedio 15.0%

En la Figura 2, se presenta la grafica de los flujos de efectivo del proyecto (ingresos y gastos), en millones de pesos por un periodo de 10 años, se observa que el gasto al inicio es el mayor debido a la inversión inicial del proyecto y en el transcurso de los años se tienen más ingresos que gastos.

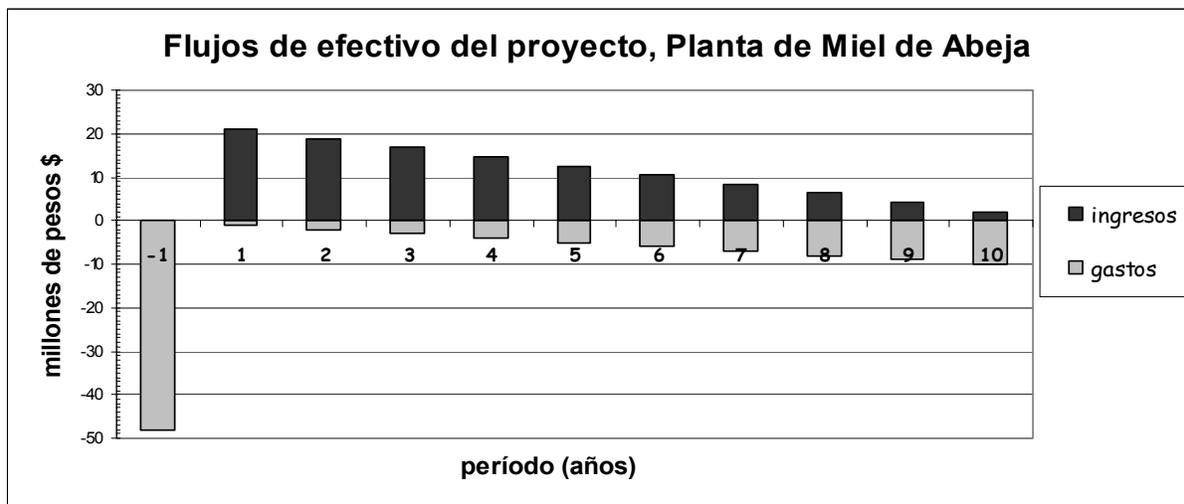


Figura 2: Flujos de efectivo del proyecto, Planta de Miel de Abeja.

4.15 Etiquetado de miel.

La información que tendrá la etiqueta debe ser veraz, describirse y presentarse de forma clara, no deben utilizarse denominaciones que induzcan al error o engaño del consumidor, con relación a la verdadera naturaleza y composición del producto. La denominación debe ser MIEL. El rotulado debe presentar obligatoriamente la siguiente información según la NOM-145-SCFI-2001.

Nombre específico del producto.

Conforme a lo establecido a la Norma Oficial Mexicana

Contenido neto.

En todos los casos (ya sea miel sólida o líquida), deberá ser comercializada en unidades de masa (peso).

Denominación de venta del alimento.

Debe figurar en forma clara la denominación y la marca del alimento.

Identificación de origen.

Se debe indicar el nombre y la dirección del productor y envasador (si correspondiera), así como la denominación de origen (geográfico y botánico) e identificar la razón social y el número de registro del establecimiento ante la SAGARPA.

La leyenda o símbolo. “Hecho en México” o, en su caso la declaración del país de origen.

Identificación del lote.

Como una acción de la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura, es necesario que en la etiqueta esté clara y debidamente identificado él o los números de lote (según el registro de ventas del establecimiento envasador). Esto se hará mediante el empleo de la leyenda «Lote»: seguido del número correspondiente conforme a las disposiciones que para este fin determine la autoridad sanitaria competente.

Fecha de envasado y caducidad.

En los envases deben indicarse el mes y el año de envasado acompañados de la leyenda: «Consumir preferentemente antes del final de...», o «Consumir antes del final de...», o «Válido hasta...», o «Validez...», o «Vence...», o «Vencimiento.....».

Además, debe incluirse una leyenda en caracteres legibles donde se indiquen las precauciones que se estimen necesarias para mantener sus condiciones normales.

Calidad.

Dicha información debe cumplir con lo especificado en la norma de calidad de miel Norma Mexicana NMX-F-036- 1997 ALIMENTOS-MIEL-ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.

Información nutricional.

Debe brindarse esta información e incluirse información adicional de carácter no obligatorio, como formas de consumo, tendencia a cristalizar, forma de descristalización, etc. NOM-051-SCFI-1994, NOM-145-SCFI-2001.

5. RECOMENDACIONES DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA PARA LA CENTRIFUGACIÓN Y ENVASADO DE MIEL DE ABEJA.

La miel en panales, necesita convertirse a producto alimenticio. Desde el punto de vista microbiológico, la miel madura es un producto muy estable, el cual no está alterado por lo que no permite la multiplicación de organismos bacterianos; pero puede ser contaminada por sustancias no biológicas o por patógenos humanos potenciales. Por lo tanto deberá tomarse todas las precauciones y cuidados para evitar cualquier contaminación. Este requerimiento general debe tomarse en cuenta durante todas las fases de procesamiento (SENASICA, 2006b).

Como primer paso, es imprescindible diferenciar los conceptos de limpieza, higiene y sanitización en los establecimientos, así como considerar la importancia de su significado en todo el proceso de la miel.

La limpieza se refiere a la eliminación de tierra, residuos de alimentos, polvo, grasa u otras materias objetables. Por su parte, la higiene se logra a través del cumplimiento de todas las medidas necesarias para garantizar la inocuidad de la miel; mientras que la sanitización implica la aplicación de productos químicos para la eliminación de microorganismos patógenos.

Con base en estos conceptos se pueden describir los criterios más importantes a considerar para el procesamiento de la miel (SENASICA, 2006a).

5.1 Equipo y utensilios.

El overol y el velo deberán mantenerse siempre limpios. Se recomienda lavarlos después de su uso con agua limpia y detergente, enjuagarlos perfectamente y colocarlos en bolsas de plástico durante el traslado a los apiarios para evitar su contaminación.

También se sugiere contar con dos equipos limpios para cualquier imprevisto. Lavar las suelas de las botas diariamente con agua limpia y detergente antes de iniciar actividades, a fin de evitar riesgo de contaminación. Los utensilios y recipientes deben estar limpios y libres de productos químicos y otras sustancias dañinas que contaminen la miel, los que se asearán diariamente con agua limpia y detergente; se enjuagarán perfectamente antes de utilizarse y se colocarán de tal forma que se evite su contaminación durante su traslado al apiario.

También es importante, evitar el uso de madera y otros materiales que no puedan lavarse adecuadamente, así como el uso de superficies u objetos agrietados o con orificios.

Los materiales utilizados en los equipos y utensilios empleados en las áreas de proceso de la miel no deben transmitir sustancias tóxicas, olores ni sabores; no deben ser absorbentes, pero sí resistentes a la corrosión y al desgaste ocasionado por las repetidas operaciones de limpieza y desinfección.

Aquellos materiales que estén en contacto directo con la miel deben ser fabricados con material de grado alimentario. Las superficies no deben tener hoyos, grietas y otras imperfecciones que comprometan la higiene de la miel. Estas consideraciones también son válidas para tornillos y otros accesorios que estén en contacto con la miel. Una excepción se presenta con los cuadros y alzas para los cuales la tecnología disponible permite el uso de madera (Trujillo, 2002).

El mismo criterio es aplicable a los recipientes, equipos y utensilios utilizados para cera y desechos, los que deben construirse de preferencia con acero inoxidable o cualquier otro material no absorbente, de fácil limpieza y sencilla eliminación del contenido.

También, se debe tener especial cuidado en las soldaduras de acoplamiento de guillotinas de salida utilizando las de grado alimenticio con sistema eléctrico, con gas de argón y/o aluminio.

El ahumador debe limpiarse diariamente, con el objeto de evitar la acumulación de residuos del material de combustión.

Cuando el personal maneje panales, debe mantener las manos y/o guantes limpios y lavarse las manos con agua limpia las veces que sea necesario.

Después de la revisión de cada apiario y cuando se detecte una colonia con cría enferma, debe flamearse la cuña en el ahumador para evitar la diseminación de enfermedades.

Si se detectaran colmenas vacías durante la revisión (pudiera deberse a la presencia de enfermedades) se recogerá todo el equipo para lavarlo y desinfectarlo con una solución de sosa cáustica al 4%. En este caso, la miel debe procesarse por separado.

Al terminar las actividades diarias, el equipo y utensilios (cuña, cepillo, cubetas, etc.) utilizados deberán lavarse y almacenarse en sitios donde no se ensucien o contaminen.

Cuando se rompa algún panal con miel o se retiren panales falsos con miel, se colocarán cuidadosamente en un recipiente limpio y se evitará mezclarlos con panales con cría. El recipiente se cubrirá para evitar su contaminación (SENASICA, 2006b).

5.2 Instalación del apiario.

Ubicación

Se debe evitar colocar las colmenas en lugares húmedos. En regiones calurosas se recomienda ubicarlas en sitios con sombra y procurar que ésta no sea completamente cerrada.

El lugar donde se instalen las colmenas debe estar limpio de maleza, sin hormigueros u otros enemigos de las abejas alrededor. Las colmenas se situarán sobre una base resistente de metal, piedras o ladrillos para que alcancen una altura mínima de 20 cm. del suelo, lo que facilitará el manejo y favorecerá la ventilación de la colmena.

Asimismo, el apiario debe situarse preferentemente en un lugar nivelado y seco, con espacio suficiente de tal forma que se transite libremente por detrás de las colmenas para realizar las diferentes prácticas de manejo (Trujillo, 2002).

Un apiario debe situarse a 200 metros de distancia de viviendas, vías públicas y animales encerrados o amarrados. Cabe mencionar, que diversas leyes estatales consideran obligatorio contar con un permiso para la posición de los apiarios.

Orientación.

El apiario se orientará hacia el este para que los primeros rayos del sol den a las piqueras, lo que incentivará a las abejas a salir a pecorear temprano. Esta alineación también facilitará el regreso de las pecoreadoras con el viento a su favor.

Cabe señalar, que los apiarios se deben colocar con las piqueras en contra de los vientos dominantes y ligeramente inclinados hacia el frente. Estas medidas ayudan a las abejas a regular la temperatura y humedad del nido de la colonia. (SENASICA, 2006b).

En el siguiente cuadro se describen los Métodos de Apicultura y los efectos negativos que pueden tener en el producto terminado.

Cuadro 16: Métodos de apicultura que tienen efectos negativos sobre la calidad de la miel.

Método de apicultura	Posible daño a la miel
Ubicación de apiarios en zonas industrializadas o con gran densidad de población o áreas que de otro modo estén sometidas a fuerte contaminación, incluyendo el uso de pesticidas para la agricultura	Contaminación de la miel con residuos tóxicos, posible daño a la salud humana, o con azúcares que no son de origen de la miel
Uso inapropiado de antibióticos y otros fármacos o químicos para tratar o evitar enfermedades en los panales o control de plagas	Contaminación de miel con las mismas sustancias
Uso de químicos orgánicos como naftaleno, dibromuro de etileno o paradiclorobenzol para protección del panal durante el almacenamiento y tratamiento contra polilla de cera	Contaminación de miel con las mismas sustancias
Uso de repelentes químicos durante la cosecha de miel	Contaminación de miel con las mismas sustancias
Uso inadecuado de humo por cantidad o tipo de material de combustión	Olor a humo y otros sabores en la miel con hollín microscópico
Uso de panales viejos y oscuros	Miel de color más oscuro, mayor acidez y envejecimiento más rápido
Uso de panales con miel residual de años anteriores	Miel con alto contenido de levaduras y posiblemente fermentación más rápida: cristalización prematura de mieles líquidas susceptibles, contaminación de mieles uniflorales
Cosecha de panales sellados incompletamente, particularmente durante el flujo de néctar	Excesivo contenido de humedad en la miel

Fuente: FAO, 2002.

5.3 Instalaciones para la extracción y envasado de miel.

Los principios generales, son aplicables a toda la cadena de producción, extracción, envasado, almacenaje, transporte y comercialización de la miel y son válidos tanto para las salas de extracción, como para las de envasado. A través de éstos, se pretende transmitir los criterios para la aplicación exitosa de las Buenas Prácticas de Extracción y Envasado de la Miel (Trujillo, 2002).

5.3.1 Infraestructura.

Ubicación del Establecimiento

El proceso de la miel no debe realizarse bajo ninguna circunstancia en áreas urbanas, en virtud del alto riesgo que las abejas implican para las personas, ni tampoco al aire libre por la contaminación que representa.

Los establecimientos deben ubicarse en zonas que no estén expuestas a inundaciones, olores objetables, humo, polvo y/o gases. A su vez, entre el inmueble y el perímetro exterior debe haber un área de 25 metros de diámetro; de suelo firme, preferentemente pavimentado, delimitado claramente con un cerco, libre de maleza y desechos contaminantes. Los caminos de acceso, deben ser firmes o pavimentados (SENASICA, 2006b).

5.3.2 Diseño de Construcción.

El diseño del establecimiento debe prever espacio para la instalación de la maquinaria y el equipo, así como para el almacenamiento de materiales, de tal forma que se asegure la funcionalidad de las operaciones de producción y de limpieza.

También, es necesario contar con espacio suficiente entre la maquinaria, las paredes, pisos y techos. Esta recomendación se basa en la necesidad de favorecer la circulación normal de equipos móviles y del personal en sus tareas de procesamiento, limpieza y mantenimiento.

A su vez, con el fin de garantizar la inocuidad de la miel y evitar los cruces y retrocesos en el proceso de extracción y envasado, el establecimiento constará de tres áreas: limpia, semilimpia y sucia.

El área limpia comprende la cámara de sanitización y el área de proceso que incluye sedimentación, filtrado, envasado y, en caso de envasado para venta a menudeo, calentamiento y homogeneización (Trujillo, 2002).

El área semilimpia integra la sección de cuarto de alzas con miel, desoperculado y extracción, así como los almacenes de alimento para las abejas, productos terminados, alzas vacías, tambores y cubetas.

El área sucia incluye las secciones de carga y descarga; baños para el personal de campo; las secciones de pesado; de productos químicos; el lavado de tambores; estacionamiento; oficina; baños; vestidor; comedor y entrada de personal.

Los vestidores para el personal deben estar separados del sector de procesamiento y ser independientes para cada sexo. Los efectos personales de los empleados deben depositarse en casilleros de rejilla o canastillas para colgar.

Los servicios sanitarios deben disponer de aditamentos para la colocación de jabón líquido y toallas desechables. Las regaderas y lavabos de acción con sensores, deben estar físicamente separados de retretes y mingitorios, los cuales deben contar con suficientes depósitos de basura con tapa hermética y de pedal. Cada uno de los espacios deben estar bien iluminados, ventilados y estar equipados con puertas abatibles. Los drenajes deben estar separados de las áreas de proceso.

Antes de ingresar al área limpia deberá existir una cámara de sanitización. En las áreas limpia, semilimpia y sucia, deberá haber lavabos de acción no lineamientos (automáticos, de pedal, de sensor, etc.), los que deben estar provistos de jabón y toallas desechables o secadores por corriente de aire caliente. No deben utilizarse toallas de tela por ser un vehículo de contaminación (NOM-120-SSA1-1994).

Se debe definir los requerimientos en cuanto a los colores y señales de seguridad e higiene y la identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías de acuerdo a la NOM-026-STPS-1998.

5.3.3 Materiales.

Los edificios e instalaciones deben ser de construcción sólida y contar con las condiciones sanitarias adecuadas. Para ello, es fundamental que los materiales utilizados en la estructura y mantenimiento no transmitan directa o indirectamente sustancias indeseables a la miel.

También, deben emplearse materiales que puedan lavarse y desinfectarse fácil y adecuadamente.

Los pisos, paredes y techos deben tener superficies lisas, utilizar para su construcción materiales impermeables, no absorbentes, resistentes y antideslizantes, fáciles de limpiar, lavar y desinfectar. Para las áreas limpias se recomienda que las superficies sean cubiertas con azulejo o loseta.

Otras indicaciones válidas para las superficies son: paredes de cemento pulido, de color claro cubiertas con pintura epóxica y de techos mayores a 3 metros de altura (NOM-001-STPS-1999).

Es recomendable colocar guardas de protección en las paredes para evitar el deterioro de las mismas por roces o golpes con equipo móvil.

Una medida fácilmente aplicable a los ángulos de encuentro entre paredes, pisos y techos es construirlos en forma redondeada para evitar la formación de moho y facilitar las tareas de limpieza y desinfección.

Los pisos deberán inclinarse uniformemente hacia los drenajes para evitar encharcamientos.

Las escaleras deberán tener superficie antiderrapante, contar con altura y barandal cerrados que aseguren que no caerá polvo hacia la línea de proceso

Las ventanas o comunicaciones con el exterior deben estar provistas de mallas que eviten la entrada de insectos, roedores, aves y animales domésticos.

Por su parte, las puertas deberán ser abatibles, con mirilla y de fácil limpieza para evitar el ingreso de insectos y contaminantes físicos.

Los locales deben tener iluminación natural y/o artificial que permita la realización de las tareas, no altere la visión de los colores y no comprometa la higiene de la miel (NOM-001-STPS-1999).

Los aparatos de iluminación más recomendables son los tubos de luz fluorescente o equivalentes, dado que tiene un menor consumo de energía, generan menos calor en el ambiente y poseen un mayor rendimiento luminoso.

Las fuentes de luz artificial suspendidas del techo o aplicadas a la pared que estén sobre la zona de proceso de la miel, tienen que garantizar inocuidad y estar resguardadas con protecciones plásticas para evitar rupturas.

Los niveles mínimos de iluminación que deben presentarse en el plano de trabajo para cada tipo de tarea visual o área de trabajo se establecen de acuerdo a lo establecido en la NOM-025-STPS-1999.

Las instalaciones eléctricas deberán estar ocultas preferentemente. En caso contrario, se protegerán con tuberías aislantes, a prueba de agua y adosadas a paredes o techos. De ninguna manera deben permitirse cables colgantes en el ámbito de trabajo. Como en todos los casos, la disposición de las mismas debe favorecer las tareas de limpieza y mantenimiento. A su vez, se debe contar con línea de tierra física.

La ventilación debe ser suficiente para evitar el calor excesivo, la condensación de vapor y la acumulación de polvo y tendrá que permitir la rápida eliminación del aire contaminado, utilizando extractores de aire preferentemente. Todos los accesos de aire deben estar provistos de malla mosquitera para evitar la entrada de agentes contaminantes.

Se recomienda que toda la tubería circule por fuera del edificio y separar las que llevan aguas residuales de los servicios sanitarios de las de proceso, a fin de facilitar las tareas de inspección, mantenimiento y limpieza de las mismas. En caso de estar instaladas en el interior, se deben proteger por canales impermeables y sin huecos para posibilitar una rápida limpieza de los techos, paredes y pisos.

Abastecimiento y Salidas de Agua tanto para su uso durante el proceso como para las tareas de limpieza, es necesario contar con abastecimiento de agua potable suficiente (se estima que el requerimiento de agua es de medio litro por cada kilogramo de miel procesada), y a presión adecuada. También, es importante tener un sistema de agua fría y caliente para las distintas actividades (NOM-001-STPS-1999).

El sistema de distribución de agua debe contar con la protección adecuada para evitar la contaminación. Asimismo, es indispensable realizar un análisis microbiológico cada 6 meses y uno físico-químico una vez al año para verificar su potabilidad. Otro requisito básico para mantener la potabilidad del agua es limpiar los tanques y cisternas de almacenaje periódicamente y, en caso de requerirse, disponer de un clorador de agua automático y con alarma colocado a la salida de la bomba.

Cabe señalar, que el vapor que se utilice debe generarse con agua potable y evitarse todo contacto con la miel, ya que se alteran sus valores de humedad y se

pueden introducir contaminantes. En este caso, el transporte debe hacerse por tuberías independientes (SENASICA, 2006b).

Los establecimientos deben disponer de un sistema eficaz de salida de aguas residuales el que tiene que mantenerse en buen estado. Todos los conductos de evacuación (incluidos los sistemas de alcantarillado), deben tener un tamaño apropiado para soportar cargas máximas de acuerdo a los volúmenes de salida de agua.

Asimismo, para llevar a cabo la evacuación de afluentes de manera eficaz, los líquidos deben escurrir hacia las bocas de los sumideros (tipo sifoide o cierre hidráulico), de modo que se evite la acumulación en los pisos. También, se recomienda la colocación de mallas y rejillas para prevenir la entrada de roedores e insectos a través de las cañerías.

A su vez, se recomienda que las cañerías y registros de servicios estén ubicadas en el exterior del edificio para facilitar las tareas de limpieza y mantenimiento. Éstas deben identificarse de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-1998 Colores y Señales de Seguridad e Higiene e Identificación de Riesgos por Fluidos conducidos en Tuberías.

Los servicios sanitarios deben disponer de agua fría y caliente.

En todos los puntos de ingreso a las áreas de proceso debe haber lavabos con llaves mezcladoras de agua fría y caliente.

Las llaves de los lavabos en las áreas de proceso o de ingreso no deben ser accionadas en forma lineamientos, sino por medio de pedal o método similar.

5.4 Transporte de colmenas pobladas.

El vehículo para transportar alzas con miel debe ser adecuado para conservar la inocuidad de la misma, por lo que es importante establecer un programa para la limpieza del mismo para que no sea una fuente de contaminación.

En este sentido, se retirarán de la plataforma del vehículo los residuos de material apícola o cualquier otro contaminante; se lavará con agua limpia y detergente y se aplicará algún desinfectante preferentemente cloro. Asimismo, se debe inducir el uso de Buenas Prácticas a todas las personas que tengan acceso al vehículo.

También se debe evitar usar un vehículo que transportó otro tipo de animales o cualquier contaminante, sin haber sido previamente lavado.

Es indispensable, inspeccionar el vehículo antes de cargar las alzas, con el fin de asegurar que se encuentra limpio.

A su vez, el manejo de las alzas con y sin miel debe efectuarse de manera que se impida su contaminación, colocándolas sobre techos de colmenas invertidos o en charolas salva miel limpias.

Asimismo, es necesario proteger las alzas del sol, lluvia, aire o cualquier otro factor que pueda contaminarlas, mediante el uso de una lona de material de fácil limpieza.

Al terminar las actividades diarias el equipo y utensilios (cuña, cepillo, cubeta, etc.) utilizados deben lavarse con agua limpia y detergente para después almacenarlos en sitios donde no se ensucien o contaminen (SENASICA, 2006b).

5.5 Contaminación cruzada.

Por contaminación cruzada se entiende la producida cuando un proceso o producto y/o materia prima puede ser contaminante de otro proceso, producto y/o materia prima. En el caso de la miel, un ejemplo puede darse durante el envasado por contaminación con tierra adherida a las alzas si el diseño de la planta no respeta los principios generales establecidos.

Este tipo de contaminación es muy común, por lo que es relevante que el operario conozca la importancia de realizar los procedimientos en el sitio y de la manera adecuada. Es por eso, que el establecimiento debe tener divisiones para las distintas tareas, con el objeto de no exponer el producto a las contaminaciones potenciales derivadas de la recepción de alzas; de las tareas de limpieza; del almacenamiento de envases e implementos de limpieza o de productos terminados y de los servicios para el personal como lavabos y baños.

Cabe señalar, que una de las formas de contaminación cruzada es el ingreso de tambores sucios al área de extracción y envasado, por lo que previamente deberán lavarse con agua caliente a presión hasta eliminar los residuos de olores.

Asimismo, el personal como vehículo de contaminación debe asumir con responsabilidad las tareas a su cargo y respetar los límites de las áreas a las que ha sido asignado (limpia, semilimpia o sucia).

Entre los tópicos sobre los que hay que prestar más atención se encuentran la cera de opérculo, miel derramada, bastidores y alzas rotas, etc., los que deben retirarse de la zona de manejo de miel y almacenarse en el área correspondiente, a fin de evitar contaminaciones entre productos y subproductos (SENASICA, 2006b).

5.6 Criterios de Calidad para la miel (Comercio Justo México A. C., 2003).

Durante todo el proceso, deberá contarse con un sistema de monitoreo y control de los aspectos que pueden ocasionar daños a la calidad del producto, ejemplo de ellos son:

La calidad de la miel (cuando sea adquirida por el establecimiento).

La higiene y sanitización de las instalaciones, equipo y personal.

El control del flujo de personal en las diferentes áreas.

El control del flujo del producto.

El control de la temperatura y de la humedad en el establecimiento.

Una vez concluido el proceso de manufactura se deben tomar dos muestras del lote, de las cuales una se conservará como testigo y la otra se enviará al laboratorio y se determinará mediante análisis de laboratorio lo siguiente:

Contaminación: Para detectar microorganismos, presencia de medicamentos, residuos tóxicos, etc.

Adulteración: Para evaluar los niveles de glucosa, fructosa, etc.

Temperatura: Para evaluar el nivel de HMF.

Humedad.

Con el fin de verificar la calidad de la miel debe de cumplir con lo siguiente:

- a) La miel no debe tener cualquier sabor, aroma o mancha inaceptable que haya absorbido de alguna materia extraña durante el proceso y almacenamiento. No debe de haber empezado a fermentar o ser efervescente. La miel debe estar libre de cualquier residuo causado por la aplicación de medicamentos contra la enfermedad de la abeja.
- b) La miel debe estar libre de residuos de moldes, insectos, residuos de insectos, arena, etc.
- c) La alimentación eventual con azúcar tiene que ser limitado estrictamente a la estación no productiva y además tiene que usarse un mínimo absoluto.

- d) Deben usarse solo barriles nuevos de calidad de exportación para el embarque a granel.
- e) Para el caso de venta en el mercado nacional, pueden utilizar barriles limpios en grado alimenticio, que no hayan sido utilizados para productos no alimenticios.

La miel comercializada puede ser clasificada en tres categorías de acuerdo a su calidad. Es relevante, para diferenciar la calidad, dos criterios importantes: el contenido de agua y el Hidroximetilfurfural (HMF). Por cada categoría hay un puntaje de acuerdo con los siguientes cuadros 17 y 18:

Cuadro 17: Puntaje de acuerdo al contenido de agua en la miel.

Contenido de agua (%)	Puntos	Factor	Puntos máximos
16.9 o menos	5	4	20
17.0-17.5	4	4	16
17.6-18.5	3	4	12
18.6-19.0	2	4	8
19.1-19.5	0.5	4	2
19.6 o más	0	4	0

Fuente: Comercio Justo México A. C., 2003.

Cuadro 18: Puntaje de acuerdo al contenido de HMF en la miel.

Contenido de HMF (ppm)	Puntos	Factor	Puntos Máximos
5.0 o menos	5	3	15
5.1-9.9	4	3	12
10.0-12.0	3	3	9
12.1-15.0	2	3	6
15.1-20.0	1	3	3
20 o más	0	3	0

Fuente: Comercio Justo México A. C., 2003.

Si el total de puntos de las dos categorías son sumadas se puede tener 35 puntos como máximo. De acuerdo con esto dos categorías de calidad son definidas.

Calidad A: aquella miel que obtenga 18 puntos o más, costo por tonelada \$1750

Calidad B: aquella miel que obtenga 17 puntos o menos, costo por tonelada \$1600

La calidad A y B son aquellas que son exportables.

Calidad C: aquellas que no tienen un porcentaje de 19.6 a 23 % en el contenido de agua, esta miel es destinada para uso industrial, costo por tonelada \$1200, Comercio Justo México A. C., 2003.

5.7 Programa de eliminación de desechos.

En los establecimientos de extracción de miel se obtiene en forma complementaria cera, desechos e impurezas, los que deben eliminarse del área de proceso de la miel (área limpia), con objeto de evitar contaminaciones.

Por lo tanto, hay que considerar ciertos criterios para un buen manejo de los mismos de manera tal que:

Se evite la contaminación de la miel y/o del agua potable.

Se evite la propagación de plagas (polillas, moscas, etc.).

Se retiren de las áreas de proceso de la miel y de otras zonas de trabajo todas las veces que sea necesario y por lo menos, una vez al día.

Los recipientes utilizados para el almacenamiento de desechos deben estar tapados.

Todos los equipos que hayan entrado en contacto con los desechos deberán limpiarse y sanitizarse.

El área de almacenamiento de residuos debe estar limpia, desinfectada y separada de la zona de manipulación de miel.

La cera deberá apartarse en recipientes limpios para su posterior proceso.

Es importante que haya suficientes recipientes para verter los desechos que se produzcan y que no se utilicen los mismos que para la miel. En este sentido, tanto los recipientes como los equipos y utensilios deben ser identificados con una etiqueta para evitar que se usen en el proceso de la miel.

Los bastidores rotos o desarmados y alzas desarmadas deben colocarse en el lugar asignado para su reparación (Trujillo, 2002).

5.8 Manejo de la colmena.

- Controlar la sanidad y estado de las colmenas, periódicamente.
- No utilizar medicamentos en forma preventiva, sólo curativa.

- Realizar los tratamientos sanitarios con productos aprobados. Durante la época de cosecha no realizar tratamientos sanitarios.
- Renovar la tercera parte de sus cuadros cada primavera.
- No desabejar con sustancias tóxicas.
- Cosechar la miel con menos de 18% de humedad.
- No cosechar cuadros de miel de la cámara de cría.
- No apoyar los cuadros de miel en el piso.
- Transportar las alzas melarias llenas, sobre bandejas de acero inoxidable para evitar su contaminación con tierra (SENASICA, 2006b).

5.9 Sala de extracción y fraccionamiento.

Locales, equipos y utensilios

- Reacondicionar las salas durante el invierno.
- Mantener una fluida ventilación.
- Utilizar equipos y utensilios de acero inoxidable.
- Limpiar, desinfectar, enjuagar y secar los locales, equipos y utensilios.
- Realizar en forma periódica el mantenimiento de los equipos.
- Manipular las alzas de manera suave e higiénica. No apoyarlas en el piso. Utilizar bandejas.
- No desopercular cuadros de miel con abejas y/o crías.
- Mantener el depósito de miel siempre protegido. No almacenar los tambores a la intemperie (NOM-120-SSA1-1994).

5.10 Personal de campo.

Salud

El trabajador que tiene contacto directo o indirecto con las colmenas no debe representar un riesgo de contaminación, por lo que tiene que estar libre de enfermedades infecto-contagiosas y parasitarias, no tener heridas ni adicciones.

Capacitación en Seguridad e Higiene

La capacitación relacionada a las Buenas Prácticas de Producción que impidan la contaminación de la miel, tales como higiene personal, lavado adecuado de manos,

uso de letrinas, contaminación cruzada, eliminación de desechos, control de fauna nociva, entre otras, debe ser permanente.

Higiene y Seguridad del Personal

Mientras se lleve a cabo el manejo de las colmenas el personal debe realizar las siguientes prácticas de sanidad e higiene (NOM-120-SSA1-1994):

- Tener las uñas recortadas y libres de barniz de uñas.
- Lavarse las manos antes de iniciar el trabajo, después de ausencia del mismo y en cualquier momento cuando estén sucias o contaminadas.
- No portar joyas, relojes, ni adornos similares.
- Tener el cabello recortado o recogido.
- Bañarse antes de ir al apiario.
- No utilizar lociones o perfumes.
- Utilizar el equipo de protección y seguridad (overol, velo, guantes, faja y calzado).
- Vestir ropa limpia y de colores claros, incluyendo botas y deberá ser de uso exclusivo para actividades apícolas.
- Contar con dos equipos limpios para cualquier imprevisto.
- No ingerir alimentos cerca de las colmenas.
- Tener cuidado en el manejo de las colmenas y el equipo en general para evitar heridas y accidentes.
- Evitar el contacto directo de heridas con el producto, utensilios o cualquier superficie relacionada y, en su caso, cubrirlas con vendajes impermeables para evitar que sean una fuente de contaminación.
- No estornudar o toser sobre los panales sin protección ni escupir.
- Asegurar que toda persona ajena siga las buenas prácticas de higiene.
- No deberá defecar cerca de las colmenas y, en su caso, cubrir los desechos con tierra y cal. El mismo procedimiento se realizará si se detectan desechos de animales o personas cerca del apiario.
- Contar con un botiquín de primeros auxilios que contenga medicamentos específicos para atender personas picadas por abejas y animales ponzoñosos.
- Llevar bitácoras de revisión de la higiene del personal.

Programa de limpieza e higiene

El programa debe contener los procedimientos necesarios de limpieza e higiene que el personal de campo llevará a cabo diariamente en el manejo de las colmenas.

Asimismo, los procedimientos deben asegurar que el equipo, utensilios e instalaciones se encuentren debidamente limpios y libres de agentes contaminantes (Trujillo, 2002).

Programa de higiene de personal

Es el conjunto de medidas de limpieza y sanitización que debe cumplir el personal que interviene directamente en el proceso de extracción y envasado de la miel, ya que se considera que es el principal vehículo de contaminación (vía manos, cabellos, saliva, sudor, ropa sucia, al toser o estornudar), de los alimentos que son procesados (Trujillo, 2002).

5.11 Personal en el área de proceso. (NOM-017-STPS-2001)

- Utilizar vestimenta blanca incluyendo guantes, botas, cubrebocas y gorra.
- Mantener conductas higiénicas.
- No comer, beber, fumar y/o salivar durante el procesamiento.
- Lavar las manos cada vez que se reincorpore a su tarea.

Vestido y Calzado (NOM-017-STPS-2001)

- Deberán ser de colores claros, de material de fácil lavado y adecuados para el proceso.
- Antes de ingresar al área de proceso deberá cambiar su ropa de calle por la de trabajo, la cual deberá estar limpia.
- La ropa de calle deberá guardarse en los vestidores fuera del área de proceso.
- Los accesorios que deberá utilizar el personal son cofia, cubrebocas y mandil.
- Después del cambio de ropa de trabajo, antes de ingresar al área de proceso, en la cámara de sanitización, deberá lavar sus botas en primera instancia y después sus manos, además de pasar por el tapete sanitario.

Salud (NOM-120-SSA1-1994)

- El personal deberá estar libre de enfermedades infecto-contagiosas y parasitarias:
- El personal que tenga contacto con el producto deberá contar con un certificado de salud proporcionado por una dependencia oficial.
- El trabajador, en caso de enfermedad, tiene que avisar inmediatamente al encargado quien deberá canalizarlo al médico.
- Para regresar al trabajo es necesario contar con un certificado médico que indique que está en condiciones de hacerlo. En caso de que se trate de una enfermedad infecto-contagiosa, se retirará del área correspondiente para su tratamiento.
- En caso de accidente, toda herida debe cubrirse totalmente e informar al encargado para que registre el incidente y se asegure que al final de la jornada el parche aún esté presente.
- Cuando se presente una herida sangrante, el trabajador debe retirarse. Si el parche se pierde, el encargado debe ser informado de inmediato para localizarlo. Mantener registros de revisiones de la higiene del personal.

Higiene del Personal (NOM-120-SSA1-1994)

- Se recomienda que el personal se bañe antes de iniciar actividades en el área de proceso. También deberá tener las uñas recortadas, sin pintura; no usar anillos o adornos similares; el cabello debe estar recortado o recogido y evitar usar perfume.

Lavado de Manos (NOM-120-SSA1-1994)

- Se realizará en la cámara de sanitización una vez lavadas las botas y en el área de proceso cuantas veces sea necesario de encontrarse sucias.

Hábitos del Personal en el Área de Proceso (NOM-120-SSA1-1994)

- Durante el proceso el personal no deberá fumar, comer, escupir, masticar chicle, toser sobre el producto sin protección e introducir alimentos.

- En caso de que el personal tenga que abandonar el área de proceso deberá observar las medidas de limpieza y sanitización de vestuario y manos.

5.12 Control de plagas.

5.12.1 Consideraciones generales.

El control de plagas es aplicable a todas las áreas del establecimiento, recepción de materia prima, almacén, proceso, almacén de producto terminado, distribución, punto de venta, e inclusive vehículos de acarreo y reparto.

- Todas las áreas de la planta deben mantenerse libres de insectos, roedores, pájaros u otros animales.
- Los edificios deben tener protecciones, para evitar la entrada de plagas.
- Cada establecimiento debe tener un sistema y un plan para el control de plagas.
- En caso de que alguna plaga invada el establecimiento, deben adoptarse medidas de control o erradicación. Las medidas que comprendan el tratamiento con agentes químicos, físicos o biológicos, sólo deben aplicarse bajo la supervisión directa del personal que conozca a fondo los riesgos para la salud, que el uso de esos agentes puede entrañar.
- Debe impedirse la entrada de animales domésticos en las áreas de elaboración, almacenes de materia prima, y producto terminado (SAGARPA, 2001, AIB, No. (ISBN) 1-880877-36-8, 2001).

5.12.2 Presencia de depredadores.

Previo a la instalación del apiario el apicultor debe investigar cuales son los principales depredadores de las abejas en la zona y aplicar las medidas necesarias para evitar daños a las colonias (SAGARPA, 2001).

5.12.3 Programa de eliminación de plagas.

Los establecimientos deberán contar con un programa de control de plagas y roedores detallado que indique el tipo de productos a usar (autorizados por la SAGARPA y por la SSA); bitácora con registro de fechas de aplicación; croquis de ubicación de trampas para roedores; rotación de productos plaguicidas; etc.

Dicho programa se operará a través de personal propio y capacitado (que conozca el riesgo que representa para la salud la presencia de sustancias contaminantes y residuales en la miel), o mediante la contratación de empresas especializadas.

El uso de plaguicidas es una medida excepcional y en caso de utilizarlos se debe considerar que:

Antes de aplicar plaguicidas hay que proteger la miel de la contaminación, así como todos los equipos, utensilios y contenedores que puedan entrar en contacto directo con la misma.

Después de aplicar los plaguicidas autorizados hay que lavar minuciosamente el equipo y los utensilios. De esta manera, antes de volverlos a usar, existe la seguridad de que han sido eliminados todos los residuos de plaguicidas (SAGARPA, 2001, AIB, No. (ISBN) 1-880877-36-8, 2001).

Siempre deben respetarse los tiempos entre la aplicación y la utilización de las instalaciones, conforme lo recomiende el laboratorio productor del plaguicida.

Los plaguicidas, solventes u otras sustancias tóxicas que puedan representar un riesgo para la salud y una posible fuente de contaminación de la miel, deben estar etiquetados visiblemente con un rótulo en el cual se informe sobre su toxicidad y uso apropiado. Estos productos se deben almacenar en salas separadas o armarios especialmente destinados y cerrados con llave. Los lugares de almacenamiento, deberán estar ubicados lejos de las áreas de proceso de la miel y estar claramente identificados con carteles (NOM-005-STPS-1998, AIB, No. (ISBN) 1-880877-36-8, 2001).

5.12.4 Manejo de plagas en áreas urbanas.

Los drenajes deben estar provistos de trampas contra olores y rejillas para evitar entrada de plagas provenientes del drenaje. Cuando las tapas de los drenajes no permitan el uso de trampas, se establecerá un programa de limpieza continuo que cumpla con la misma finalidad.

Los establecimientos deben disponer de un sistema eficaz de evacuación de efluentes y aguas residuales, el cual debe mantenerse en todo momento en buen estado (SAGARPA, 2001).

5.13 Buenas prácticas de almacenamiento.

En las bodegas de materias primas y producto terminado, (AIB, No. (ISBN) 1-880877-36-8, 2001).

- Se dejará un espacio de 45 cm. de ancho, entre paredes y estibas de productos.
- Es conveniente pintar una banda de color blanco en el piso de 45 cm. de ancho, como mínimo, pegada a la base de la pared a todo el alrededor del área interna del edificio para poder detectar posibles infestaciones. Tener buena iluminación.
- Hacer rotación de materiales almacenados. Pisos de concreto y con drenaje, de modo que se pueda lavar y eliminar la basura que pueda caer.
- Eliminar lugares aptos para albergar plagas:
 - Eliminar las esquinas oscuras.
 - Eliminar paredes y techos falsos.
 - Eliminar todo el equipo y tuberías que no se usen.
 - Eliminar acumulaciones de basura y/o materiales

6. CONCLUSIONES

En esta tesis se diseñó para pequeños productores de Ozumba Edo. de México un proceso industrial para la centrifugación y envasado de miel de abeja floral basado en una revisión bibliográfica por medio de la cual se determinaron las características necesarias para el proceso, equipo e instalación.

En este estudio se realizó un análisis bibliográfico de las propiedades físicas, químicas, proceso y equipo utilizado en la producción.

Con base en el estudio realizado y de acuerdo a las necesidades y recursos de los pequeños productores se seleccionó el equipo a utilizar mediante la realización de balances de materia y energía. Esta planta se calculó para una producción diaria de 6 ton programada en 2 turnos.

Se determinó la inversión inicial total de \$8,198,676.32., para los activos fijos, costos de organización, capital de trabajo e imprevistos, representando el 21.9% de inversión en maquinaria y equipo industrial, con base al estudio realizado el retorno de la inversión será en 5 años.

Además se resumieron las características para el diseño de construcción y materiales requeridos para los edificios.

Se determinaron las propuestas de buenas prácticas de manufactura con la finalidad de garantizar la condición sanitaria de la miel de abeja y así obtener un producto de calidad adecuada de las diferentes etapas, desde la cosecha hasta la eliminación de desechos.

7. ANEXOS

Imágenes de las etapas de cosecha y centrifugación de miel de abeja.

Colmenas en el campo



Imagen No.1

Habitantes de la colonia

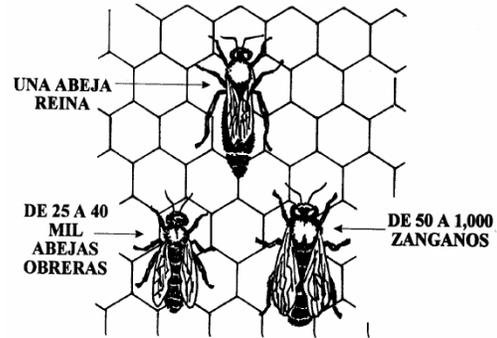


Imagen No.2

Componentes de una colmena

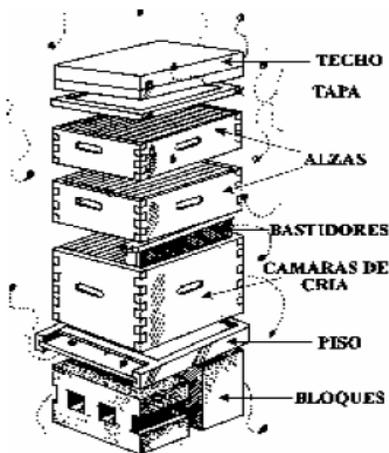


Imagen No.3

Colmena jumbo con bastidores

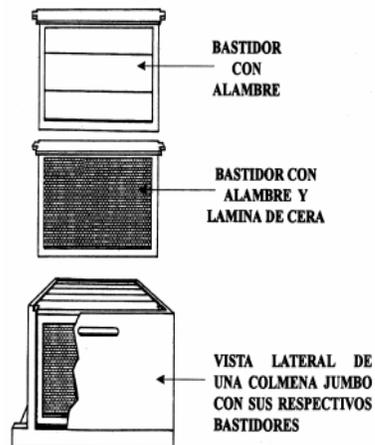


Imagen No.4

Desalojo de abejas



Imagen No.5

Cosecha de miel

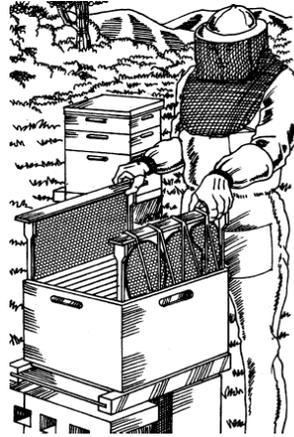


Imagen No.6

Miel con opérculos

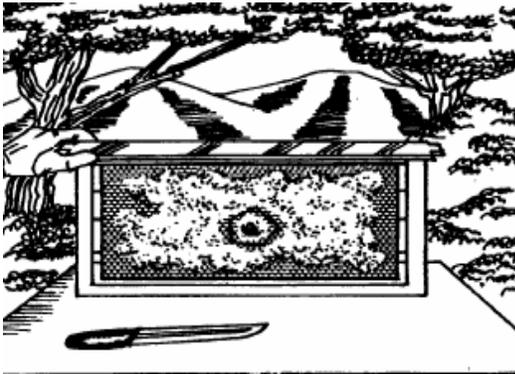


Imagen No.7

Utensilios para desoperculado



Imagen No.8

Desoperculado Manual



Imagen No.9

Centrifuga de acero inoxidable



Imagen No.10

Tanques de reposo de acero inoxidable



Imagen No.11

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ambrose, J.; J. E. Tew, 1992. "The Hive and the Honey BEZ". Dadant & Sons, Hamilton, Illinois, New York USA.
- Avilez, I.1988. Comité Consultivo para la Investigación de las Propiedades del Vapor de la Asociación para la Investigación Eléctrica," Propiedades Termodinámicas del Agua y el Vapor, Viscosidd del Agua y el Vapor, Conductividad Térmica del Agua y del Vapor". Alfaomega, México, D.F.
- Bianchi, E. 1990. "Control de Calidad de la miel y la cera", FAO, No. 69/3, Roma, Italia.
- Crane, E.1990. "Honey a Comprehensive Survey". Heinemann, London, England.
- FAO, 2002, "Value-added products from beekeeping", Agricultural Services Bulletin No. 124.
- Guajardo, O, Lira, A. A., Pascual, S., Torres, A., Vilchis, G., Martínez-Padilla, L. P. 2005. Propiedades físicas y fisicoquímicas de diferentes mieles de abeja comercializadas en México. V Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos. Puerto Vallarta, México.
- Karabournio, S. 2001. "Efecto del Calentamiento en el HMF y la Invertasa de la Miel" Revista Internacional Técnica Económica y de Información Apícola, Apiacta, 36 (4), 177 – 181.

[htt://www.apicultura.com/apiacta/htm_sp.htm](http://www.apicultura.com/apiacta/htm_sp.htm)
- Lastra, I. 2002. Situación Actual y Perspectiva de la Producción Apícola en México. Centro de Estadística Agropecuaria y la Dirección General de Ganadería con el Apoyo de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA).

<http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/indexabeja.htm>.

- MERCOSUR, 2005. Resoluciones del Grupo Mercado Común /GMC/ RES No. 15/94: Identidad y Calidad de la Miel. Sistema de Información sobre Comercio Exterior (SICE).
<http://www.sice.oas.org/trade/mrcsrs/resolutions/res1594.asp>.
- Perry, R. 1992."Manual del Ingeniero Químico" Ed. McGraw–Hill, México, Tomo II.
- Persano, A. 2002."Apicultura Práctica". Hemisferio Sur S.A., Argentina.
- Pierre, J.1981. "Apicultura Conocimiento de la Abeja Manejo de la Colmena". Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Root, A. 2002. "ABC Y XYZ de la Apicultura". Hemisferio Sur S.A., Argentina.
- Sabato, S.F., 2004. "Rheology of Irradiated honey from Parana Region". Radiation Physics and Chemistry.
- SAGARPA, 2001. Manual Básico de Apicultura, México.
<http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/apicola/manbasic.pdf>.
- SAGARPA, 2002. Anuario Estadístico de la Producción Pecuaria de los Estados Unidos Mexicanos. Servicios de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, No. ISSN1405-4221.
- SAGARPA y SIAP, 2004 (Servicio Nacional de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera). Programa Nacional Pecuario.
- SENASICA, 2006a. Manual de Buenas Prácticas de Manufactura de Miel. Coordinación General de Ganadería (CGG) y el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, México.
<http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/apicola/mbpm.pdf>.

- SENASICA, 2006b. Manual de Buenas Prácticas de Producción de Miel. Coordinación General de Ganadería (CGG) y el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, México.
<http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/apicola/mbpp.pdf>.
- SE y SAGARPA, 2002. Pliego de Condiciones para el Uso de la Marca Oficial México Calidad Suprema En Miel, PC-004-2002.
www.mexicocalidadsuprema.com/docs/pliegos/pc_004_2002_miel.pdf
- Tanús, E.1997. Manual de Producción de Miel Orgánica. SAGARPA, México.
<http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/apicola/manorg.pdf>.
- Trujillo, A.2002. Lineamientos para el Reconocimiento de las Buenas Practicas de Producción y La Certificación Las Buenas Prácticas de Manufactura de la Miel. SENASICA.
- Vélez, A. 2003. Con Base a un Estricto Control Sanitario y un Excelente Producto, México es ya el Tercer Exportador Mundial de la Miel con 26 Mil 600 Toneladas Anuales. SAGARPA. No. 085/03.
www.sagarpa.gob.mx/cgcs/boletines/2003/abril/8085.htm.

Normas:

- AIB, No. (ISBN) 1-880877-36-8, 2001. Normas consolidadas de American Institute of Baking para la Seguridad de los Alimentos.
- CODEX STAN 12-1981. Norma Codex para la miel, Dirección de Industria Alimentaria S.A.G.P. y A.
- Comercio Justo México A. C., 2003. Reglamento para la Miel. Norma General de Comercio Justo.
www.comerciojusto.com.mx

- NOM-001-STPS-1999, Edificios, Locales, Instalaciones y Áreas en los Centros de Trabajo-Condicionde de Seguridad e Higiene.
- NOM-005-STPS-1998 Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas.
- NOM-017-STPS-2001, Equipo de Protección Personal - Selección, Uso y Manejo en los Centros de Trabajo.
- NOM-025-STPS-1999, Condiciones de Iluminación en los Centros De Trabajo.
- NOM-026-STPS-1998 Colores y Señales de Seguridad e Higiene, e Identificación de Riesgos por Fluidos Conducidos en Tuberías.
- NMX-F-036-1997-NORMEX. Alimentos-Miel-Especificaciones y Métodos de Prueba.
- NOM-120-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Prácticas de Higiene y Sanidad para el Proceso de Alimentos, Bebidas no Alcohólicas y Alcohólicas.
- NOM-145-SCFI-2001 Información Comercial-Etiquetado de Miel en sus Diferentes Presentaciones.