

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



TITULACIÓN POR EXAMEN PROFESIONAL

Trabajo Monográfico:

**“PROCESAMIENTO Y VIDA EN ANAQUEL DE MIEL DE ABEJAS
PERUANAS”**

Presentado por:

JENNY ESTELA ESTRADA JIMENEZ

Lima – Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

TITULACION POR EXAMEN PROFESIONAL

TRABAJO MONOGRAFICO

**“PROCESAMIENTO Y VIDA EN ANAQUEL DE MIEL DE ABEJAS
PERUANAS”**

Presentado por:

JENNY ESTELA ESTRADA JIMENEZ

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

Mg. Sc. Walter F. Salas Valerio
PRESIDENTE

Mg. Sc. Fanny E. Ludeña Urquiza
MIEMBRO

Dra. Ana C. Aguilar Galvez
MIEMBRO

Mg. Sc. Eduardo Morales Soriano
TUTOR

Lima – Perú

2017

DEDICATORIA

A mi madre, por su amor y apoyo, incentivándome siempre a no rendirme.

A mi hija, mi mayor motivación y fuerza.

A mi esposo, por su apoyo y comprensión.

A mi padre y hermanos por su apoyo y consejos en todo momento.

INDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISION BIBLIOGRAFICA	2
2.1.	ASPECTOS GENERALES.....	2
2.2.	MIEL DE ABEJA EN EL PERÚ	5
2.3.	MIEL DE ABEJA.....	8
2.3.1.	DEFINICIÓN	8
2.3.2.	ELABORACIÓN DE LA MIEL DE ABEJA	8
2.3.3.	COMPOSICIÓN.....	9
2.3.4.	PROPIEDADES FÍSICAS.	12
2.3.5.	CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICA	14
2.3.6.	LA CALIDAD DE LA MIEL DE ABEJA.....	15
2.3.7.	PARÁMETROS DE CALIDAD FISICOQUÍMICOS	17
2.3.8.	CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS	18
2.4.	VIDA EN ANAQUEL	18
2.4.1.	DEFINICIÓN.	18
2.4.2.	MEDICIÓN DE LA VIDA ÚTIL.	19

2.4.3.	MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE VIDA ÚTIL.	21
2.4.4.	VIDA DE ANAQUEL DE LOS ALIMENTOS EMPACADOS	22
2.4.5.	MODELACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA EN ANAQUEL DE ALIMENTOS. 22	
III.	DESARROLLO DEL TEMA	23
3.1.	RECEPCIÓN	23
3.2.	MUESTREO Y ANÁLISIS	23
3.3.	FORMULACIÓN	24
3.4.	DIAGRAMA DE FLUJO	24
3.5.	LÍNEA DE PROCESAMIENTO	26
3.6.	CONTROL DE CALIDAD	28
3.7.	VIDA EN ANAQUEL	30
IV.	CONCLUSIONES	33
V.	RECOMENDACIONES	34
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
VII.	ANEXOS	37

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Consumo per cápita según país y regiones 2007	4
Cuadro 2: Distribución de la producción de miel en el Perú.....	6
Cuadro 3: Principal flora melífera en el Perú.....	7
Cuadro 4: Composición de la miel de <i>Apis mellifera</i>	9
Cuadro 5: Composición fisicoquímicas de la miel de abeja.....	16
Cuadro 6: Criterios microbiológicos de la miel de abeja	18
Cuadro 7: Comparación de los parámetros fisicoquímicas con la Norma Técnica Peruana.	29
Cuadro 8: Comparación de criterios microbiológicos de la miel de abeja.....	30

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Análisis de hidroximetilfurfural.....	23
Figura 2: Línea de procesamiento de miel de abeja	24
Figura 3: Diagrama de flujo de miel de abeja	25
Figura 4: Vaciado de miel de abeja	26

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: INCREMENTO DEL CONTENIDO DE HIDROXIMETILFURFURAL EN MIELES SOMETIDAS A ALTAS TEMPERATURAS	37
ANEXO 2: CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y COLOR DE LAS MIELES DURANTE EL ALMACENAMIENTO.....	38
ANEXO 3: VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE HIDROXIMETILFURFURAL EN ALMACENAMIENTO A DIFERENTES TEMPERATURAS.....	39
ANEXO 4: EVOLUCIÓN DE LA ACTIVIDAD DIASTÁSICA A LAS DIFERENTES TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO PARA DIFERENTES TIPOS DE MIELES	40
ANEXO 5: VALORES DE LAS DIFERENCIAS DE COLOR OBTENIDAS DURANTE LA ETAPA DE ALMACENAMIENTO EN MIEL DE ABEJA.....	41
ANEXO 6: DISEÑO EXPERIMENTAL PARA EL ESTUDIO DE LA VIDA ÚTIL DE LA MIEL DE ABEJA EN ANAQUEL.....	42

RESUMEN

La apicultura en el Perú, en la mayoría de casos, es una actividad complementaria a la actividad agrícola principal, constituyéndose en una fuente secundaria de ingresos para las familias del ámbito rural. La apicultura es la ciencia de la crianza de abejas de la especie *Apis mellifera* con el fin de obtener productos de la colmena como la miel, el polen, los propóleos, pan de abejas, cera, jalea real y larvas, entre otros. Esta actividad es de las pocas actividades productivas en las que una mayor producción implica un mayor beneficio para el medio ambiente. Ya que la apicultura se sustenta en que las abejas visitan diferentes fuentes florales con el fin de obtener el polen y el néctar con el que elaboran la miel, y al realizar esta actividad ayudan en la polinización de una gran variedad de especies vegetales silvestres y cultivadas (MINAGRI, 2015). Debido a la poca información que se tiene sobre la industrializar y comercializar la miel de abeja la presente monografía busca aportar información para el procesamiento de la miel de abeja a nivel industrial mediante procedimientos estandarizados, generando un valor agregado en la miel de abeja, describiendo los efectos en la características de la miel de abeja después de la aplicación de tratamiento térmico para su procesamiento, teniendo como indicador de calidad HMF (Hidroximetilfurfural) y también plantea el diseño de un estudio de vida acelerado para la miel de abeja en anaquel usando como parámetros la actividad de la diastasa, Hidroximeilfurfural, y el color.

Palabras Clave: calidad, miel de abajo, HMF (Hidroximetilfurfural).

ABSTRACT

Apiculture in Peru, in most cases, is a complementary activity to the main agricultural activity, constituting a secondary source of income for families in rural areas. Beekeeping is the science of raising bees of the species *Apis mellifera* in order to obtain products from the hive such as honey, pollen, propolis, bee bread, wax, royal jelly and larvae, among others. This activity is one of the few productive activities in which greater production implies a greater benefit for the environment. Since beekeeping is based on the fact that bees visit different floral sources in order to obtain the pollen and nectar with which they make honey, and when doing this activity they help in the pollination of a great variety of wild and cultivated plant species (MINAGRI, 2015). Due to the little information that is available about the industrialization and marketing of honey, the present monograph seeks to provide information for the processing of bee honey at the industrial level through standardized procedures, generating an added value in honey, describing the effects on the characteristics of honey after the application of heat treatment for processing, taking as a quality indicator HMF (Hydroxymethylfurfural) and also proposes the design of an accelerated life study for honey on the shelf using as parameters the activity of the diastase, Hydroxymethylfurfural, and the color.

Keywords: quality, honey from below, HMF (Hydroxymethylfurfural).

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú el consumo de miel de abeja está poco difundido, Lima el principal departamento demandante a nivel nacional. La miel de abeja es muy empleada en el ramo alimenticio, en la industria, en la medicina; para preparar mermeladas, jarabes, dulces de diferentes tipos, para productos de belleza (cosméticos). Así como en las industrias de la tenería, para preparar jabones especiales y para bebidas, licores, aperitivos, hidromiel o vino de miel, vinagre de miel y se emplea en grandes cantidades en la industria del tabaco.

La miel de abeja que se oferta en el mercado local generalmente ha pasado por un proceso de filtrado y tratamiento térmico. Si bien este producto es muy conocido y de agrado de los consumidores, aún el rubro al que pertenece no está muy desarrollado o no se cuenta con información disponible.

Es en este panorama que el presente trabajo monográfico busca aportar información el tratamiento de la miel de abeja durante su procesamiento; y los cambios producidos en las características de la miel de abeja durante su vida en anaquel usando como parámetros de calidad, color, HMF (Hidroximetilfurfural) y la actividad diastásica.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. ASPECTOS GENERALES

Las abejas representan un importante eslabón en la naturaleza y como agentes polinizadores, permiten la reproducción de gran número de especies vegetales y el aumento del volumen de producción y calidad de algunos frutos (Laverde *et al.*, 2010).

A nivel mundial, aproximadamente un tercio de la producción mundial de alimentos depende de la polinización de insectos, el 80 por ciento de las cuales se estima que debe facilitarse por las abejas (Pimentel *et al.*, 1997).

Según MINAGRI (2011); las abejas son insectos himenópteros, uno de los mayores órdenes de insectos, pues bordea las 200 000 especies. En dicho orden se hallan comprendidos los abejorros, las hormigas, las abejas y las avispas. El término himenóptero se debe a las alas membranosas que presentan estos insectos (en griego, *hymen*: membrana, *theros*: ala).

La clasificación taxonómica de las abejas es la siguiente:

- Phylum : Arthropoda
- Clase : Insecta
- Clasificación : Hymenoptera
- Superfamilia : Apoidea
- Familia : Apidae
- Sub-Familia : Apinae
- Género : Apis
- Especie : mellifera

Las abejas no son oriundas del continente americano. La especie fue traída al Perú por las expediciones españolas posteriormente también de otras regiones del mundo. Se trataba de abejas melíferas (*Apis melífera melífera*) (MINAGRI, 2011).

Entre las razas más conocidas, cabe mencionar a la abeja italiana, que tiene como características su color amarillo, su docilidad y su naturaleza poco enjambradora; las reinas son buenas ponedoras, pero requieren cuidados. La abeja carnícola goza de las mismas cualidades, con la única diferencia de que su color es oscuro. La abeja africanizada y/o criolla, en cambio, tiene como características su gran rusticidad, su color que varía de claros a oscuros según el grado de hibridación, la presencia de reinas muy prolíficas, y el hecho de ser una subespecie muy enjambradora, defensiva, tolerante a enfermedades y a plagas, además de otras razas y cruces introducidos (MINAGRI, 2011).

En nuestro país se cría abejas de raza europea: italiana y carniola. También se tiene abejas híbridas entre las razas antes indicadas, aunque también se cuenta con abejas africanizadas producto del cruce de abejas de raza africana con raza europea. Sin tener en cuenta la raza a la que pertenecen, las abejas que se crían en las diferentes regiones de nuestro país son dóciles o agresivas, evidenciando, a la vez, un comportamiento particular respecto a actividad de recolección de néctar, polen y propóleos; una diferenciada capacidad en la velocidad de construcción de panales, variada potencialidad en la puesta de huevos y generación de cría operculada de obrera, diferente respuesta a los problemas sanitarios, así como diferente capacidad en términos de rendimientos en miel por colmena, entre otros aspectos que nos ponen frente a una apreciable variabilidad genética o biotipos en abejas bajo crianza corriente en colmenas en la diferentes partes de nuestro país (PIPSA, 2015).

También existen abejas silvestres pertenecientes a la familia *Apidae*, propia de las abejas domésticas. Las primeras pertenecen a la subfamilia *Meliponinae*, su crianza es la meliponicultura y se lleva a cabo en muchos países, como México, Guatemala, Colombia, Venezuela, Brasil, etc. Estas abejas se caracterizan por ser más dóciles y no poseer aguijón. Esta actividad es realizada incipientemente por algunos apicultores en nuestro país. Actividad que también está enmarcada dentro de la Ley y Reglamento Apícola (MINAGRI, 2011).

Según las estimaciones de la FAO Los países con una mayor producción de miel se tienen a China (398 mil toneladas), Turquía (81 mil toneladas), EEUU (80 mil toneladas),

Ucrania (71 toneladas) y Argentina (59 mil toneladas). Durante el 2000 al 2010, Argentina ha sufrido una caída en su producción miel en 34 mil toneladas mientras que Estados Unidos en 20 mil toneladas.

México se ubica en el 6° lugar, Brasil en el 10° lugar, Uruguay en el 20° lugar, Chile en el 31° lugar, Paraguay en el 72° lugar y Perú en el 75° lugar.

Cuadro 1: Consumo per cápita según país y regiones 2007

PAÍS / REGION	CONSUMO PER CÁPITA (g)
Perú	40
Chile	110
Argentina	30
Oceanía	710
Europa	610
América	280
África	180
Asia	140

FUENTE: MINAGRI (2015)

El consumo de la miel a nivel mundial es de 220 gramos per cápita anual, siendo estos niveles los siguientes:

La apicultura en el Perú es realizada principalmente por pequeños apicultores, la gran mayoría posee menos de 10 colmenas, distribuidos en todas las regiones del país.

Con respecto al limitado crecimiento de la actividad apícola en nuestro país ello se debe a los siguientes factores (Mattos, citado por Fernández, 2005).

- Bajo nivel técnico de muchos apicultores
- Ausencia de estadísticas oficiales sobre esta actividad.
- Escasa investigación científica
- El expendio de mieles adulteradas y artificiales, un tanto común en nuestro país afecta la demanda en el mercado.
- La existencia de plagas y enfermedades así como el desconocimiento de técnicas de diagnóstico y control
- Incremento en el uso irracional de agroquímicos, que son tóxicos para las abejas.

2.2. MIEL DE ABEJA EN EL PERÚ

El Perú presenta por sus características geográficas y su diversidad de Climas, una gran variedad de flora natural y cultivada (multiflora muy variada) permite posibilidades de desarrollar una apicultura comercial rentable (MINAGRI, 2015).

En relación a los datos estadísticos que se publican en nuestro país, el mayor número de productores y colmenas se encuentra en los departamentos de Junín, Cusco y Cajamarca según el Plan Nacional Apícola del Perú (Fernández 2005).

De acuerdo a las estadísticas oficiales con las que cuenta el Perú, las cuales corresponden al Censo Nacional Agropecuario- CENAGRO del año 2012, existen 252 329 colmenas instaladas, 214 276 colmenas en producción (85% del total) y 41 327 apicultores. Asimismo según este censo los departamentos con mayor cantidad de colmenas y producción de miel son Cusco (11%), La libertad (10%), Junín (9%), Lima (8%) y Apurímac (7 %) (MINAGRI, 2015).

A nivel nacional la producción de miel por colmena /año ha sido estimada en 10.8 kg (Dávila, 1986), por lo tanto, la producción nacional de miel, al año 2012 se puede estimar en 2314 toneladas anuales.

La producción nacional de miel se estimó entre 800 y 1200 TM anuales para los años 1996 al 200, concentrándose en la zona Norte, donde destacan los departamentos de Piura y Lambayeque, se observa además en el cuadro 2.

Cuadro 2: Distribución de la producción de miel en el Perú

DEPARTAMENTO	1996	PARTICIPACIÓN	1997	PARTICIPACIÓN
Zona Norte	Toneladas	%	Toneladas	%
Piura	180	14.57	120	11.92
Lambayeque	480	38.87	430	42.7
La libertad, Ancash	20	1.62	20	1.99
Cajamarca, Amazonas, San Martín	20	1.62	30	2.98
Subtotal	700	56.68	600	59.58
Zona Centro	Toneladas	%	Toneladas	%
Lima	20	1.62	20	1.99
Junin	90	7.29	60	5.96
Pasco	20	1.62	10	0.99
Huanuco y Ucayali	20	1.62	10	0.99
Subtotal	150	12.15	100	9.93
Zona Sur	Toneladas	%	Toneladas	%
Ica	60	4.86	40	3.97
Huancavelica, Ayacucho y otros	225	20.65	217	21.55
Arequipoa, Moquegua	70	5.67	50	4.97
Subtotal	385	31.17	307	30.49
Zona Sur	1235	100	1007	100

FUENTE: MINAGRI, 2015

La flora es la que define la alternativa productiva (miel, cera, polen, jalea real, propóleos), y pone límites a la producción, dependiendo de ella las características del producto. Las especies de interés apícola proveen de recursos a las abejas y pueden ser cultivadas con un fin económico determinado (algodón, alfalfa, zapote, cítricos, manzanos, otros frutales, álamos, acacias, eucaliptos, etc.), o especies silvestres nativas o exóticas.

El Perú cuenta con una gran diversidad de plantas melíferas y poliníferas; tanto de especies nativas como introducidas. Existen innumerables especies, propias para cada región como se muestra en la cuadro 3.

Cuadro 3: Principal flora melífera en el Perú

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	DISTRIBUCION
Algarrobo	<i>Prosopis pallida</i>	Predominancia toda la región de costa norte
Eucalipto	<i>Eucaliptus globulus</i>	Nacional, con predominancia en la región andina
Chilca	<i>Bacharis latifolia</i>	Toda la región andina
Muña	<i>Minthostachys setosa</i>	Toda la región andina
Chicchipa	<i>Tejetes multiflora</i>	Sur andina
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	Predomina en toda la región andina
Mostaza	<i>Brassica alba</i>	Sur andina y costera
Treból	<i>Trifolium sp</i>	Predominancia toda la región andina
Molle	<i>Schinus molle</i>	Predominancia toda la región andina
Algodón	<i>Gossypium sp</i>	Predominancia toda la región de la costa central
Huarango	<i>Prosopis pallida</i>	Predomiancia costa sur (Ica)
Cítricos	<i>Citrus sp</i>	Predominancia toda la costa y selva central sur
Guinda	<i>Punus capulí</i>	Predominancia toda la región andina
Café	<i>Coffea sp</i>	Predominancia toda la región selva alta
Pacae	<i>Inga sp</i>	Predominancia toda la región selva central
Maracuyá	<i>Pasiflora edulis</i>	Predominancia toda la región selva central y costa central
Capulí	<i>Prunus serotina</i>	Predominancia en la región costa norte
Maíz	<i>Zea mays</i>	Todo el país (con predominancia en la región costera)
Palta	<i>Persea americana</i>	Zona costera y valles interandinos
Zapallo	<i>Curcumina máxima</i>	Predominancia costa norte
Basanco	<i>Dyctyocarium lamarckianum</i>	Selva central (Oxapampa)- polinífero
Nogal	<i>Juglans neotropica</i>	Selva central (Oxapampa)- polinífero
Níspero	<i>Erybotrya japonica</i>	Costa central
Chachacomo	<i>Escallonia resinosa</i>	Toda la región andina

FUENTE: MINAGRI (2011).

La miel de abeja puede ser clasificada según el tipo de flor que es utilizada por las abejas para su elaboración; ésta puede ser mono-floral si proviene de una sola especie floral o multi-floral si proviene de varias especies florales. La miel mono -floral tiene un sabor y

aroma específicos, en tanto que la multi-floral no, debido a que depende de qué especies florales esté involucrada. En el Perú, el tipo de miel más común es el multi-floral; sin embargo, hay tipos de miel mono-florales como el de la miel de eucalipto, alfalfa, cítricos y palto, entre otros (Embajada del Perú en los Estados Unidos, 2012).

2.3. MIEL DE ABEJA

2.3.1. DEFINICIÓN

La miel es un líquido viscoso y dulce, elaborado por las abejas a partir de néctar procedente fundamentalmente de las flores, el cual transporta las obreras a la colmena en su buche melarios y se almacena y madura en los panales constituyendo una reserva de alimentos (Root, 2003).

La Norma Técnica Peruana (INDECOPI) (1999), la define como una sustancia dulce natural producida por las abejas obreras a partir del néctar de las flores, secreciones de partes vivas de las plantas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de las plantas, que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, almacenan y dejan en los panales para que madure y añeje.

2.3.2. ELABORACIÓN DE LA MIEL DE ABEJA

La elaboración de la miel se inicia una vez recolectado el néctar o la mielada en la vesícula melífica de las abejas colectoras esto le sigue la elaboración por parte de las obreras que reciben la materia bruta, concluyendo el proceso con el relleno de las celdillas del panal con la miel (Zegarra, 2006).

La transformación comprende las siguientes etapas: concentración del néctar, aumento del azúcar invertido (por acidificación del material de partida y acción de enzimas del organismo de las abejas, produciéndose también en el estómago melario de esta la isomerización de la glucosa y la fructosa, incorporación de sustancias proteicas de las plantas y las abejas de ácido procedentes del insecto, agregación de minerales, vitaminas y sustancias aromáticas de los vegetales y de enzimas de las glándulas salivales y vesículas melíficas de las abejas (Zegarra, 2006).

2.3.3. COMPOSICIÓN

La miel de abeja es un producto biológico muy complejo, cuya composición depende de diversos factores como son: La raza de abejas, el estado fisiológico de la colonia, la flora visitada, naturaleza del suelo, condiciones climáticas y edafológicas del lugar donde se produce (Zegarra, 2006).

La miel es esencialmente una disolución acuosa concentrada de azúcar invertido, contiene además una mezcla muy compleja de hidratos de carbono, diversas enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, minerales, sustancias aromáticas, pigmentos, ceras, granos de polen etc (Zegarra, 2006).

La composición química de la miel varía dependiendo de la especie de abeja, origen floral del néctar, métodos de recolección y las posibles adulteraciones. En el cuadro 4, se indican los valores promedio de composición química de una miel, según el laboratorio de Nutrición del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Correa, 2015).

Cuadro 4: Composición de la miel de *Apis mellifera*

COMPONENTE EN 100 g DE MIEL	ESTÁNDAR INTERNACIONAL (g)
Agua	17.1
Proteína	0.3
cenizas	0.2
Azúcares	82.4
Sacarosa	0.89
Glucosa	35.75
Fructosa	49.94
Sodio	4
Potasio	52
Calcio	6
Magnesio	2
Hierro	0.42
Cobre	0.036
Zinc	0.22

FUENTE: Correa (2015)

a. Azúcares. Los azúcares constituyen los componentes mayoritarios de la miel, representando el 95-99 por ciento de la materia seca y entre el 80 y 82 por ciento del total. A ellos se les atribuye las principales características sensoriales y fisicoquímicas de la miel: sabor, viscosidad, granulación, higroscopicidad, poder rotatorio, etc. Los monosacáridos, fructosa y glucosa, son los azúcares más importantes de la miel, constituyendo el 85-95 por ciento de los azúcares totales. En general la fructosa (33 a 42%) es más abundante que la glucosa (27-36%). El contenido de sacarosa es generalmente inferior al 3 por ciento, mientras que el de maltosa puede alcanzar el 7 por ciento (Piana *et al.*, 1988).

La relación glucosa: agua: fructuosa fue catalogada como uno de los principales factores que caracterizan la cristalización de la miel. El contenido de disacáridos (principalmente, maltosa y sacarosa) se ha considerado como una herramienta para la caracterización de la miel de acuerdo al origen geográfico (Correa, 2015).

b. Agua. El contenido de humedad es una de las características más importantes de la miel y está en función de ciertos factores tales como los ambientales y del contenido de humedad del néctar. La miel madura tiene normalmente un contenido de humedad por debajo del 18.5 por ciento y cuando se excede de este nivel, es susceptible a fermentar, particularmente cuando la cantidad de levaduras osmofílicas es suficientemente alta. Además, el contenido de agua en la miel influye en su viscosidad, peso específico y color, condicionando así la conservación y cualidades organolépticas de este producto. Después de la extracción de la miel de la colmena, su contenido de humedad puede cambiar dependiendo de las condiciones de almacenamiento (Ulloa *et al.*, 2010).

La disponibilidad del agua en la miel puede variar como consecuencia de los fenómenos de cristalización. Cuando la miel cristaliza se origina una separación de fases, provocando un aumento de la actividad de agua en la capa superior. Cuando el contenido en agua supera el 18 por ciento, pueden aparecer los primeros problemas de fermentación, si bien ésta dependerá también de otros factores como la carga microbiana inicial, el tiempo y la temperatura de almacenamiento. (Visquert, 2015).

- c. Enzimas.** Las enzimas. Son añadidas principalmente por las abejas, aunque algunas pocas proceden de las plantas. Las abejas añaden enzimas a fin de lograr el proceso de maduración del néctar a miel y éstas son en gran parte las responsables de la complejidad composicional de la miel. El proceso involucrado en la conversión de los tres azúcares básicos del néctar a por lo menos 25 azúcares adicionales de gran complejidad es difícil de entender. La enzima más importante de la miel es la α -glucosidasa, ya que es la responsable de muchos de los cambios que ocurren durante la miel; también se conoce como invertasa o sucrasa y convierte el disacárido sacarosa de la miel en sus constituyentes monosacáridos fructosa y glucosa. Otras enzimas presentes en la miel son la glucosa oxidasa, responsable en gran parte de la propiedad antibacteriana de la miel; la catalasa, responsable de convertir el peróxido de hidrógeno a oxígeno y agua; la ácido fosfatasa, que degrada el almidón; la diastasa que se usa indicador de aplicación de calor a la miel (Ulloa *et al.*, 2010).
- d. Proteínas y aminoácidos.** La miel contiene aproximadamente 0.5 por ciento de proteínas, principalmente como enzimas y aminoácidos. Los niveles de aminoácidos y proteína en la miel son el reflejo del contenido de nitrógeno, el cual es variable y no supera el 0.04 por ciento. Entre el 40-80 por ciento del nitrógeno total de la miel es proteína. Cerca de 20 proteínas no enzimáticas se han identificado en la miel, muchas de las cuales son comunes a distintas mieles. Algunas de ellas tienen su origen en las abejas y otras en el néctar de la planta. La presencia de las proteínas en la miel resulta en una baja tensión superficial, lo que fomenta la formación de las finas burbujas de aire en una marcada tendencia a formar espuma.

Uno de los aminoácidos más relevantes es la prolina, pues es empleado como medida de madurez de la miel. Este aminoácido se debe encontrar con valores mayores a los 200 mg/kg, valores inferiores indican adulteración de la miel (Correa, 2015). El contenido de los aminoácidos se afecta significativamente cuando la miel es tratada térmicamente y es almacenada. Al parecer la pérdida de aminoácidos se debe a transformaciones químicas que ocurren en las reacciones de Maillard, cuando la miel es calentada o almacenada en presencia de luz (Correa, 2015).

- e. **Los ácidos y el pH.** La gran dulzura de la miel enmascara en gran parte el sabor de los ácidos orgánicos presentes en la miel, los cuales representan aproximadamente el 0.5 por ciento de los sólidos de este alimento.

Los ácidos orgánicos son los responsables del bajo pH (3.5 a 5.5) de la miel y de la excelente estabilidad de la misma. Son varios los ácidos orgánicos que están presentes en la miel, aunque el que predomina es el ácido glucónico. El ácido glucónico se origina de la glucosa a través de la acción de la enzima glucosa oxidasa añadida por las abejas. El efecto combinado de su acidez y el peróxido de hidrógeno ayudan a la conservación del néctar y la miel. Otros ácidos orgánicos contenidos en menor proporción en la miel son el fórmico, acético, butírico, láctico, oxálico, succínico, tartárico, maleico, pirúvico, piroglutámico, α -cetoglutámico, glicólico, cítrico, málico (Ulloa *et al.*, 2010).

Todos estos ácidos tienen en común la capacidad de disociarse en solución acuosa cediendo al medio iones de hidrogeno, cuya concentración se determina mediante la medida del pH y nos da información sobre la acidez de la miel (Cavia, 2002).

- f. **Minerales.** Se ha determinado que contiene minerales como potasio, cloro, azufre, calcio, sodio, fosforo, magnesio, silicio, hierro, manganeso, cobre en ppm: Los químicos europeos afirman haber encontrado unos 14 elementos minerales, mediante la espectrografía (Root, 2003).

El contenido en minerales en la miel es minoritario, oscila entre 0.1-0.2 por ciento, y varía notablemente con relación al origen botánico, a las condiciones edafoclimáticas y a las técnicas de extracción. En general, las mieles de mielada tienen una mayor cantidad de minerales que las mieles florales. El elemento dominante es el potasio seguido de cloro, azufre, sodio, calcio, fósforo, magnesio, manganeso, silicio, hierro y cobre (Piana *et al.*, 1988).

2.3.4. PROPIEDADES FÍSICAS.

Las propiedades físicas de la miel deben ser consideradas junto con la composición químicas, el agua y los azucars principalmente, que son sus elementos constitutivos más importantes (Bartolini, 1994).

- a. **Densidad.** Está comprendida entre 1.410 y 1.435. Una miel recolectada demasiado pronto, extraída de un local húmedo o abandonado durante mucho tiempo en un madurador contiene mucha agua. Este defecto se determina con el densímetro o mediante el refractómetro (Prost, 1985).
- b. **Viscosidad.** Esta propiedad se refiere a la resistencia que presente un líquido a fluir. La miel en fase líquida es un fluido viscoso, lo cual depende de su composición química, su contenido de agua y la temperatura. Durante su procesamiento, suele disminuir la viscosidad de la miel aumentando ligeramente la temperatura, a fin de facilitar las operaciones de bombeo o envasado. La viscosidad disminuye cuando la temperatura se eleva hasta 30 °C, varía poco por encima de los 35 °C (Vit, 1993).
- c. **Higroscopicidad.** Es la propiedad de la miel de extraer el agua del aire húmedo o también de perderla cuando el entorno es caliente y seco, hasta lograr un equilibrio. Es tal que una miel con el 18 por ciento de agua se encuentra en equilibrio en una atmósfera cuya humedad relativa sea del 60 por ciento. La levulosa es la principal responsable de la higroscopicidad de la miel, que es mayor cuando menos humedad contenga, o sea que varía con el grado de humedad de la miel (Roost, 2003).
- d. **Conductividad Térmica.** La miel es seis veces peor conductor que el agua. Por ello para ser calentada requiere de un elevado suministro de calorías durante un tiempo prolongado (Vit, 1993).
- e. **Calor específico.** Para calentar la miel se necesita la mitad de calorías que requeriría el mismo peso de agua, pero transmite muy mal el calor que recibe, de forma que puede calentarse rápidamente en un punto y permanecer fría en otro (Prost, 1985).
- f. **Conductividad eléctrica.** Está ligada al porcentaje de materia minerales de la miel varía entre amplios límites de 1 a 10 (Prost; 1985).
- g. **Poder rotatorio.** Se refiere a la acción de la miel sobre la luz polarizada, su capacidad de cambiar el plano de rotación de la luz polarizada. La mayoría de las mieles (miel de néctar) hacen girar a la izquierda el plano de polarización;

estas mieles son levóginas, mientras que la miel de mielada suele ser dextrógira (Roost, 2003).

- h. Índice de refracción.** Esta es la propiedad que presentan las sustancias al desviar los rayos de luz que las atraviesan. Si la sustancia está en solución, su índice de refracción varía entre el solvente y el soluto; por esta razón, en el caso de las mieles; el contenido de agua está en función inversa a su índice de refracción, lo cual permite una determinación rápida y precisa de su humedad.
- i. Color.** Es una propiedad óptica de la miel que resulta de los diversos grados de absorción de luz de ciertos pigmentos y otras sustancias desconocidas que se encuentran en la miel (Vit, 1993). El color de las mieles se debe a las materias pigmentarias como el caroteno y xantofilas. Sin duda, en el origen también hay polifenoles del tipo de los flavonoles (Maidana, 2005).

2.3.5. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICA

Existe una gran variedad de mieles con diferentes aromas, colores y sabores, dependiendo de su origen botánico.

- a. Sabor.** Los azúcares son los principales componentes del sabor. Generalmente la miel con un alto contenido de fructosa es más dulce que una miel con una alta concentración de glucosa (Ulloa *et al.*, 2010).
- b. Aroma.** El aroma de la miel depende en gran medida de la cantidad de ácidos y aminoácidos (Ulloa *et al.*, 2010).
- c. Color.** El color de la miel varía desde extra-clara, pasando por tonos ámbar y llegando a ser casi negra; algunas veces con luminosidad amarilla típica, verdosa o de tono rojizo. El color está relacionado con el contenido de minerales, polen y compuesto fenólicos. Las mieles oscuras tienen un alto contenido de fenoles y consecuentemente una alta capacidad antioxidante (Ulloa *et al.*, 2010). Los colores varían desde una casi incolora hasta una marrón oscuro, y los sabores pueden variar desde suaves en las mieles de color claro, hasta un sabor más fuerte en las mieles de color más oscuro. Respecto al aroma, la miel usualmente tiene un olor similar al de la flor que le dio origen (Embajada del Perú en los Estados Unidos, 2012). El color es una característica de importancia comercial,

ya que, en general, son muy apreciadas las mieles claras. Sin embargo, el tiempo y la exposición a altas temperaturas la oscurecen. Su olor y sabor deben ser los característicos siendo afectados, ambos, por calentamiento a altas temperaturas.

- d. Consistencia.** La consistencia de la miel puede ser líquida o cristalina; la mayoría de las mieles cristalizan con el tiempo, y la velocidad de cristalización se ve favorecida ante una mayor proporción de glucosa en su composición. La consistencia, podrá ser fluida, viscosa o cristalizada total o parcialmente.

La miel es una masa viscosa que con el tiempo se enturbia y solidifica produciendo gránulos cristalinos. La cristalización es una de las modificaciones más importantes que se producen en la miel. Todas las mieles naturales cristalizan totalmente, en menos o mayor tiempo, con tamaño grueso o fino de cristales. El hecho de que la miel cristalice totalmente en poco tiempo se justifica ya que es una solución sobresaturada de azúcares. La tardanza de este cambio, así como la proporción de miel que cristalizará, depende de varios factores.

Los principales son la proporción de los dos azúcares que en mayor cantidad se encuentran en la miel, glucosa y fructosa, el contenido de agua y la temperatura de almacenamiento (CAFESG, 2011). Al granular, la miel disminuye la tonalidad del color pasando de negra u oscura a marrón o blanquecina. Será variable desde casi incolora hasta pardo oscuro, pero siendo uniforme en todo el volumen del envase que la contenga. El color de las mieles oscila entre el blanco casi transparente, hasta mieles oscuras y casi negro, la mayor parte presenta tonalidades ámbar, existiendo mieles con tonalidades rojizas, grisáceas, verdosas. El color oscuro no significa que sea de inferior calidad, por el contrario, se sabe que cuanto más oscura es la miel, más rica es en fosfato de calcio y en hierro y por lo tanto, más adecuada para satisfacer las necesidades. La miel de color claro es más rica en vitamina A. Las oscuras son más ricas en vitaminas B y C (CAFESG, 2011).

2.3.6. LA CALIDAD DE LA MIEL DE ABEJA

Según la Norma Técnica Peruana, en el cuadro 5 se detalla la composición fisicoquímica que debe cumplir de la miel de Abeja:

Cuadro 5: Composición fisicoquímicas de la miel de abeja

Contenido aparente de azúcar reductor calculado como azúcar invertido	Mieles no indicadas a continuación	no menos del 65%
	Miel de mielada	no menos del 60%
Contenido de humedad	Mieles no indicadas a continuación	no menos del 53%
	Miel de brezo (Calluna)	no menos del 21%
	Miel de trébol (Trifolium)	no menos del 23%
Contenido aparente de sacarosa	Mieles no indicadas a continuación	no más del 5%
	Miel de mielada, Robinia, Alfalfa, mileloto, "Red Gum" (Eucaliptus camaldulensis)	no más del 10%
	"Red Bell" (Calothamnus sanguineus), "White stringry bark" (Eucalyptus scabra), "Grand Banksia" (Banksia grandis), "Grass Tree" (Xanthorrhoea preissii)	no más del 15%
Contenido de sólidos insolubles en agua	Mieles distintas de la miel prensada	no más del 0.1%
	Miel prensada	no más del 0.5%
Contenido de sustancias minerales (Cenizas)	Mieles no indicadas a continuación	no más del 0.6%
	Miel de mielada, o una mezcla de miel de mielada con miel de flores	no más del 1.0%
Acidez	40 miliequivalentes de ácido por 1000 g como máximo	
Actividad de la diastasa	3 como mínimo	
Contenido de hidroximetilfurfural	80mg Kg como máximo.	

FUENTE: NTP (209.168.1999)

Según García y Ramírez (2012), existen requerimientos de calidad en el mercado internacional, de acuerdo a las necesidades de los compradores, sin embargo, destacan los siguientes:

- Color ámbar claro o extra claro;
- Grado de humedad del 18.5 por ciento;
- Libre de impurezas
- Determinar por laboratorio el contenido de hidroximetilfurfural.

Según la Norma Mexicana (1981), la miel de abeja no debe tener ningún sabor o aroma desagradables, absorbidos de materias extrañas durante su extracción, sedimentación, filtración y/o almacenamiento, ni síntomas de fermentación.

- Color: Propio característico, variable del ámbar muy claro al oscuro
- Olor: propio característico.
- Sabor: Dulce característico.

2.3.7. PARÁMETROS DE CALIDAD FÍSICOQUÍMICOS

Los parámetros más importantes para evaluar la calidad de la miel son la ausencia de contaminantes (antibióticos, pesticidas y metales pesados) y la frescura de la miel. Los índices más utilizados para medir la frescura de dicho alimento son el 5-hidroximetilfurfural (HMF) y la actividad diastásica.

- a. **El hidroximetilfurfural (HMF).** Es un aldehído cíclico que se origina espontáneamente a partir de la fructosa en un medio ácido y es un proceso lento. Se calcula que el aumento de HMF en mieles es de 1 mg/kg por mes en climas suaves con temperatura máximas de 30°C. Algunas comisiones internacionales establecieron que el contenido máximo de HMF debería ser 40 mg/ kg, con excepciones para mieles de origen tropical, en cuyo caso se admiten 80 mg/kg como máximo. La velocidad de producción de HMF depende de la temperatura a la cual es sometida la miel (cuando más alta temperatura, más rápido se producirá) y cuando más tiempo se almacene la miel antes de su empleo mayor será la cantidad de HMF que contendrá (Morse y Hopper, 1992). El contenido de hidroximetilfurfural es un indicador de frescura y de sobrecalentamiento de la miel. Es un factor determinante porque prácticamente no hay HMF en las mieles frescas, su formación ocurre durante el almacenamiento de la miel y aumenta según las condiciones de pH y temperatura de almacenamiento (IHC, 2004). La Norma técnica Peruana establece un contenido de 80 mg HMF/ kg miel como máximo (INDECOPI, 1999).

- b. **La diastasa.** Es una enzima presente naturalmente en mieles frescas, cuyos niveles disminuyen durante el almacenamiento o calentamiento. Los valores del índice de diastasa para mieles ha queda establecido como mínimo de 3 y como máximo de 8. La calidad de la miel de abeja puede medirse por varios factores, entre los cuales el color y la humedad son importantes. De acuerdo con el color, la miel puede medirse con la escala Pfund, en la cual la miel será blanca cristalina cuando el rango fluctúa entre 0 y 8 mm; extra-blanca (de 8 a 17 mm), blanca (de 17 a 34 mm), ámbar (de 85 hasta 114 mm), y ámbar obscura (de más de 114 mm). El contenido de humedad (que depende del néctar, se debe a condiciones climatológicas y los procedimientos empleados para su obtención y almacenamiento), puede fluctuar de 13 a 22 por ciento. La humedad en la miel

se mide con el refractómetro, que es un aparato que mide el índice de refracción de una sustancia; este se funda en la medición del ángulo límite que resulta de la reflexión total entre sustancia problema y un cristal de refringencia conocida. Los 18 grados de humedad son los que a nivel internacional se exige generalmente en la miel, pues con este índice se evita que la misma se fermente o se avinagre (Visquert, 2015).

2.3.8. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS

Cuadro 6: Criterios microbiológicos de la miel de abeja

MIEL , JALEA Y SIMILARES						
AGENTE MICROBIANO	CATEGORÍA	CLASE	n	c	LIMITE POR g	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	1000	1000
Anaerobios sulfito reductores	5	3	5	2	100	1000
Mohos	2	3	5	2	10	100

FUENTE: MINSA (2003)

El *Clostridium botulinum* ha sido relacionado clínicamente con la producción de botulismo infantil especialmente en niños menores de un año y *C. perfringens* con intoxicaciones alimentarias, por ende se recomienda no suministrar alimentos endulzados con miel a bebés, debido a que su sistema digestivo e inmunológico está todavía inmaduro por lo que las esporas logran germinar, colonizar y replicarse en el sistema digestivo, momento en el que pueden producir la neurotoxina botulínica (Correa, 2015).

2.4. VIDA EN ANAQUEL

2.4.1. DEFINICIÓN.

El Institute of Food Technologists (IFT) de los Estados Unidos, define la vida en anaquel de un producto como: “El periodo entre la manufactura y venta al por menor de un producto alimenticio, durante el cual el producto tiene una calidad satisfactoria (Vergara, 2006).

Los lineamientos del IFST (1993) del Reino Unido, citados Correa (2015) proveen una definición más adecuada de vida en anaquel; se considera como vida en anaquel al periodo durante el cual el producto (a) permanece seguro, (b) conserva las características

sensoriales, químicas, físicas y microbiológicas deseadas, y (c) presenta una etiqueta con información acerca del aporte nutricional del producto.

En general, el final de la vida en anaquel del producto alimenticio se define como el tiempo en el cual las muestras almacenadas son percibidas como diferentes en alguna medida.

Correa (2015), mencionan que la vida útil es definida como el tiempo máximo al cual el alimento es almacenado bajo condiciones ambientales específicas que no sufren alteraciones apreciables de la calidad y aceptabilidad. Los factores ambientales que afectan la estabilidad son humedad, oxígeno, vapores tóxicos, contaminación física, luz y tiempo-temperatura.

Labuza, citado por Correa (2015), indica que la vida en anaquel depende de 4 factores principales: formulación, procesamiento, empaque y condiciones de almacenamiento. La formulación involucra la selección de las materias primas más apropiadas e ingredientes funcionales que permitan incrementar la aceptación y lograr la 18 seguridad e integridad del producto. El procesamiento somete las materias e ingredientes formulados a condiciones que son desfavorables o inhibitorias para las reacciones de deterioro y promueven cambios físicos y químicos favorables que dan al alimento su forma y características finales. Una vez que el alimento abandona la etapa del procesamiento sigue manteniendo sus características y el periodo en que el alimento retiene dichos atributos está en función del microambiente del empaque. Los parámetros más importantes son: composición del gas (oxígeno, dióxido de carbono, gases inertes, etileno, etc.), humedad relativa, presión o estrés mecánico, luz y temperatura. Estos parámetros son dependientes tanto del empaque como de las condiciones de almacenamiento.

2.4.2. MEDICIÓN DE LA VIDA ÚTIL.

Kilcast y Subramanian, citado por Correa (2015) consideran que la determinación de la vida en anaquel se puede realizar mediante:

- a. Paneles sensoriales:** La medición de los cambios de la calidad sensorial de un alimento requiere del uso de técnicas sensoriales. Estas son usualmente mediciones cualitativas y cuantitativas de un panel entrenado, aunque también puede provenir de consumidores finales.

- b. Métodos instrumentales:** Se han diseñado muchas pruebas que permiten el uso de técnicas instrumentales para la medición de factores de calidad sensorial, pero éstos sólo son válidos si pueden correlacionarse con las mediciones sensoriales respectivas. Los métodos instrumentales pueden ser, un complemento importante para los métodos sensoriales. Se han desarrollado nuevas técnicas instrumentales para asistir la determinación de las características organolépticas en la predicción de la vida en anaquel de los alimentos. Algunos ejemplos son: Narices electrónicas, analizadores de textura, colorímetros, instrumentos reológicos, difracción de rayos X, medidores de actividad de agua.
- c. Mediciones físicas:** La medición física más común es la del cambio de textura de un producto. Estos cambios pueden ser el resultado de reacciones químicas que ocurren dentro del producto, como aquellos causados por la interacción entre los ingredientes o por influencia medio ambiental, como la migración de la humedad a través del empaque.
- d. Mediciones químicas:** Los análisis químicos juegan un rol vital en la determinación de la vida en anaquel, dado que pueden ser usados para medir las reacciones químicas que ocurren en un alimento durante su almacenamiento, o para confirmar los resultados obtenidos por un panel sensorial. Para cualquier producto, las reacciones químicas ocurren simultáneamente durante el almacenamiento. Sin embargo, sólo es necesario medir aquellas reacciones claves en la calidad del producto. Las pruebas químicas que determinan cambios en una característica particular de calidad pueden ser aplicables a diferentes tipos de productos. Un ejemplo de estos, es la medida del valor de peróxido como indicador del nivel de rancidez de los productos.
- e. Mediciones microbiológicas:** existen dos aspectos importantes a ser considerados en la determinación de la estabilidad microbiológica de un producto: (a) Crecimiento microbiano y, (b) El crecimiento de microorganismos patógenos que afectan la inocuidad del alimento. El tiempo para llegar a un nivel predeterminado de recuento microbiano puede ser considerado como el punto final, dado que es recomendable dejar un margen de seguridad en la fijación de la vida en anaquel, generalmente se toma el 70 por ciento de dicho tiempo como la vida de almacenamiento del producto.

2.4.3. MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE VIDA ÚTIL.

Según Correa (2015) asegura que la vida útil de un alimento puede ser estimada mediante:

- a. **Valores de literatura:** La estimación de la vida útil se realiza recurriendo a datos publicados. El problema principal de este método radica en la reducida disponibilidad de datos.
- b. **Tiempo de distribución de un alimento similar:** Este método aproxima la vida útil del producto, considerando el tiempo de distribución de un producto similar.
- c. **Pruebas extremas de distribución:** Éste método recolecta el alimento del supermercado y lo almacena en el laboratorio bajo condiciones similares a las de uso en casa. Es empleado cuando se requiere implementar una nueva legislación. Permite estimar la vida útil en condiciones de casa y distribución.
- d. **Quejas del consumidor:** Identifica el problema de estabilidad haciendo uso de la información proporcionada por el consumidor. Muchas compañías, colocan un número sobre el empaque y almacenan en una base de datos la información de quejas, localización, etc.
- e. **Pruebas aceleradas:** Requiere del modelaje matemático de la cinética de pérdida de calidad. Emplea condiciones de prueba extremas, examinando el producto periódicamente hasta el final de la vida útil. Los resultados permiten proyectar la vida útil bajo condiciones verdaderas de distribución (Giraldo, 1999). Las pruebas aceleradas isotérmicas han sido usadas extensivamente en la industria. Los alimentos son almacenados a 37 y 51°C, y establecen correlaciones basadas en la ecuación de Arrhenius que permite extrapolar los resultados a otras temperaturas de almacenamiento (Saguy y Karen, 1980) citado por (Giraldo, 1999).

Para alimentos secos y de humedad intermedia, puede emplearse 0 (control), 23, 30, 35 y 40 °C y los congelados -40 (control), -15, -10 y - 5 °C (Labuza y Schmidl, 1985). En pruebas aceleradas de alimentos sensibles a la humedad, se ha empleado condiciones de temperatura y humedad relativa como factores de aceleración (Correa, 2015).

2.4.4. VIDA DE ANAQUEL DE LOS ALIMENTOS EMPACADOS

Correa (2015) sostiene que a la vida de anaquel de los alimentos envasados las regulan las propiedades de los alimentos como la actividad de agua, pH, susceptibilidad al deterioro enzimático y microbiológico, así como las propiedades de barrera del envase al oxígeno, la luz, la humedad y el bióxido de carbono.

La pérdida o la ganancia de humedad es uno de los factores más importantes que controlan la vida en anaquel de los alimentos. El microclima dentro del envase es regulado por la presión de vapor de la humedad del alimento a la temperatura de almacenamiento.

Los cambios en el contenido de humedad dependen de la velocidad de transmisión de vapor de agua del envase. Para controlar el contenido de humedad del alimento dentro de un envase, deben seleccionarse la permeabilidad al vapor de agua del material de empaque, así como el área superficial y el espesor de este, tomando en cuenta el almacenamiento que se requieren o la duración de la vida de anaquel (Giraldo1999).

2.4.5. MODELACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA EN ANAQUEL DE ALIMENTOS.

Modelamiento por cinética de deterioro: El objetivo de un estudio experimental de cinética es desarrollar un modelo matemático que describa la velocidad de las reacciones en función a variables experimentales (Giraldo, 1999) Los modelos de cinética son necesarios para: (1) mejorar un producto alimenticio, minimizando la pérdida del factor de calidad en un proceso existente, (2) desarrollar un nuevo producto y (3) predecir a vida útil (Giraldo, 1999).

III. DESARROLLO DEL TEMA

3.1. RECEPCIÓN

La miel de abeja llega de diferentes regiones del Perú, y es codificada de acuerdo a su procedencia, llega en envases de grado alimentario.

Dependiendo de las condiciones sanitarias que se sigan durante el proceso de elaboración de un producto, será el tiempo de vida útil del mismo. Si no se mantiene un adecuado manejo higiénico durante todo el proceso de elaboración, es posible que el producto final contenga una carga microbiana que, de tener condiciones favorables, pueda desarrollarse y descomponer el alimento o aún más, causar infecciones o intoxicaciones a los consumidores (Carrillo y Reyes, 2013).

3.2. MUESTREO Y ANÁLISIS

La miel de abeja es muestreada y analizada, antes de su ingreso a almacén, entre los análisis a realizar para la aceptación de la materia prima son HMF, Grados Brix, Glucosa Comercial, pH, Humedad.



Figura 1: Análisis de hidroximetilfurfural

3.3. FORMULACIÓN

La miel es combinada con mieles de diferentes zonas del país para uniformizar color y mejorar sus características organolépticas, hasta estandarizar el color y sabor.

Los ingredientes y aditivos que contenga un producto afectan directamente la caducidad de un alimento. De igual manera, en la formulación de muchos productos se usa un alto contenido de azúcar, lo cual disminuye la actividad de agua y limita el número de reacciones indeseables en el alimento, y el uso de los conservadores, que tradicionalmente se agregan a muchos productos (Carrillo y Reyes, 2013).

3.4. DIAGRAMA DE FLUJO

En la figura 2, se observa la línea de procesamiento de miel de abeja y en la figura 3, el diagrama de flujo del proceso.



Figura 2: Línea de procesamiento de miel de abeja

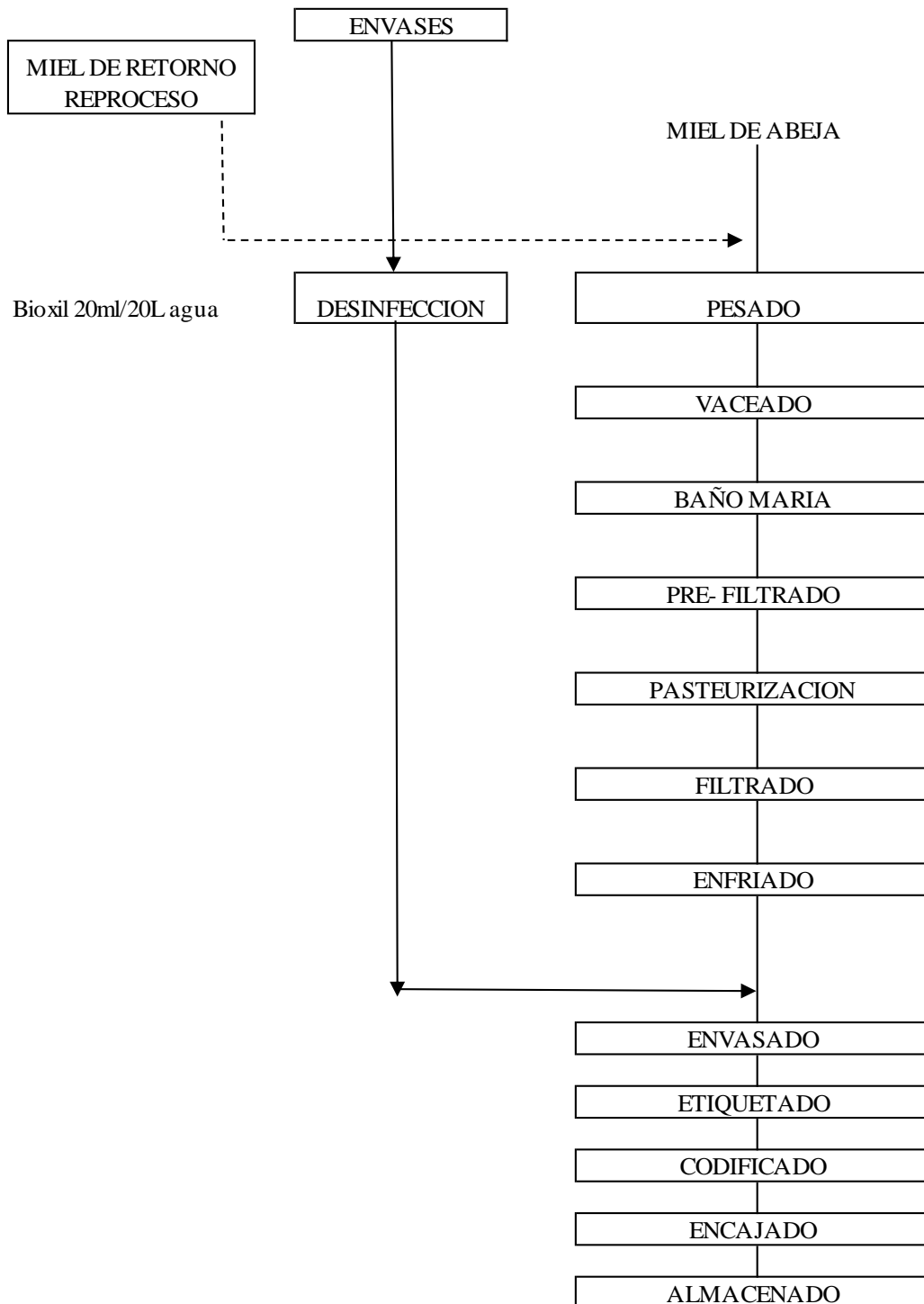


Figura 3: Diagrama de flujo de miel de abeja

3.5. LÍNEA DE PROCESAMIENTO

La línea de procesamiento consta de los siguientes equipos:

- a. **Tina de Ablandamiento:** Las mieles que se cristalizan durante su almacenamiento, son sometidas a baño María, en una tina de acero que funciona con vapor de agua, esto con la finalidad de reducir la viscosidad de la miel y facilitar el vaciado a la marmita.

Visquert (2015) menciona que la viscosidad es un parámetro muy importante durante la manipulación de la miel en la industria, ya que condiciona su mezclado y bombeo. De hecho, los tratamientos de licuación se realizan en la industria (entre 40 y 55 °C) para reducir la viscosidad de las mieles, y así poder vaciar con facilidad los bidones que las contienen.

La temperatura de 45° C es la óptima para reducir la viscosidad, y que por lo tanto no es necesario licuar a temperaturas mayores que impliquen mayor gasto energético y pérdidas en la calidad de las mieles (Visquert ,2015).

- b. **Marmita enchaquetada, que trabaja con vapor:** La miel es calentada en la marmita hasta la disolución completa de la miel., logrando así la viscosidad necesaria para que pueda pasar por las tuberías. La marmita cuenta con una



Figura 4: Vaciado de miel de abeja

paleta de acero inoxidable que ayuda a la disolución de la miel de abeja y evita la formación de vórtices.

Si las etapas de filtración, pasteurización, así como las de almacenamiento (tanto previo de la materia prima como de la miel envasada), no se controlan adecuadamente, pueden repercutir negativamente en la calidad (mermando en gran medida las propiedades beneficiosas), provocando un efecto parecido al de su envejecimiento natural (Visquert, 2015).

La pasteurización es un tratamiento térmico (78-82 °C, 2-3 minutos) que lleva a la licuación de la miel, junto con una disminución de aromas y características organolépticas (Cárdenas *et al.*, 2008).

Como se observa en el ANEXO 1, a mayor incremento de temperatura, aumenta el contenido de hidroximetilfurfural, sobrepasando el límite a temperaturas mayores a temperaturas de 65 °C.

- c. **Paleta:** La paleta de acero inoxidable que trabaja con un motor, que ayudan a eliminar los remolinos.
- d. **Intercambiador de Calor tubular, trabaja con vapor:** La miel pasa por un intercambiador de calor tubular de vapor, produciéndose la transferencia de calor por convección; alcanzando una temperatura crítica de control de 90° C, la velocidad de los productos es controlada por la velocidad de la bomba.

En base a un estudio experimental realizado por Visquert (2015) encontró que pasteurizando la miel de abeja a 85 °C por 6 minutos, dependiendo de las características fisicoquímicas de la miel esta podía incrementarse el HMF entre 3 a 7 mg/kg; el tiempo de tratamiento térmico que recibe el producto es menor a los mencionado por Visquert (2015) por tanto se puede afirmar que haciendo una pasteurización controlada, el incremento de HMF no tiene porqué ser elevado.

Según Correa (2015) en la miel tratada térmicamente a 80 °C por tiempos hasta de 30 min con intervalos de 5 min. Se encontró que el color y el HMF se incrementaron y la actividad diastasa disminuyó levemente a medida que se incrementó el tiempo de aplicación del tratamiento térmico.

El tratamiento térmico retarda la cristalización de la miel como lo menciona Visquert (2015) el tratamiento de pasterización (aproximadamente 75 °C, durante varios minutos) tiene entre sus objetivos retrasar la cristalización de las mieles al reducir la presencia de cristales, que actuarán posteriormente como núcleos de cristalización.

- e. **Bolsa filtro:** El incremento de la temperatura, hace más fluido el producto; el cual pasa por bolsas filtro, ayudando a retener restos de polvillo de polen o arenillas, como se observa en la figura
- f. **Filtro de Placas:** Finalmente el producto pasa por las placas filtros, que ayudan a romper los cristales de miel, garantizando que el producto esté libre de impurezas.
- g. **Intercambiador de Calor tubular, trabaja con frío:** La miel pasa por un intercambiador de calor tubular que trabaja con agua fría, produciéndose la transferencia de calor por convección; alcanzando temperaturas de 50 °C, la velocidad del flujo del producto es controlada por la bomba de succión.
- h. **Tanque de recepción:** La miel de abeja pasteurizada, antes de ser envasada, debe tener un tiempo de reposo, para evitar la presencia de espuma durante el envasado, y deben analizarse los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, una vez envasado, el producto final es almacenado en un ambiente seco y fresco.

Carrillo y Reyes (2013), mencionan que un producto envasado asépticamente, tendrá una vida útil mayor que aquel que se envasó y luego se sometió a un tratamiento térmico. El envasado puede favorecer condiciones de anaerobiosis o modificar la atmósfera entre el alimento y el material de empaque, de tal manera que en tales condiciones se pueda prolongar la vida útil del alimento.

3.6. CONTROL DE CALIDAD

Dependiendo de las condiciones sanitarias que se sigan durante el proceso de elaboración de un producto, será el tiempo de vida útil del mismo. Si no se mantiene un adecuado manejo higiénico durante todo el proceso de elaboración, es posible que el producto final contenga una carga microbiana que, de tener condiciones favorables, pueda desarrollarse y

descomponer el alimento o aún más, causar infecciones o intoxicaciones a los consumidores (Carrillo y Reyes, 2013).

En el cuadro 7, se puede observar la comparación de los parámetros fisicoquímicos de una miel de abeja con fecha de Producción de Febrero del presente año, cuyos análisis cumplen con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana.

Cuadro 7: Comparación de los parámetros fisicoquímicas con la Norma Técnica Peruana.

ANÁLISIS FISICOQUIMICOS	NORMA TÉCNICA PERUANA 209.168.1999	MIEL DE ABEJA (2017) FECHA PRODUCCIÓN: 27/02/2017
Azúcar (Sacarosa)(g/100 g de muestra original)	5 máx.	0
Cenizas (g/100 g de muestra original)	0.6 máx.	0.3
Hidroximetilfurfural (mg/kg de muestra original)	80	61.3
Acidez (meq ácido/1000g)	40 máx.	25.74
Azúcares reductores Totales (g/100 g muestra original)	65% mín.	74.8
pH	3.5-5.5	3.9
Humedad	21.00%	19.8
Sólidos Insolubles en Agua (g/100 g de muestra)	0.1% máx.	0.1
Sólidos solubles (Grados Brix)	77- 82	78.8
Actividad diastasa	3 mín.	-

La humedad es un parámetro muy importante en la calidad de la miel, ya que algunas de las causas de su alteración, como la cristalización o la fermentación, están directamente relacionadas con él. Las mieles suelen tener un porcentaje de humedad inferior al 17.5 g/100 g, aunque en ocasiones los niveles son superiores, de ahí la importancia de su control antes del envasado (Visquert, 2015).

En el cuadro 8 se observa que los análisis microbiológicos se encuentran dentro de los límites establecidos por el MINSA (Ministerio de Salud).

Cuadro 8: Comparación de criterios microbiológicos de la miel de abeja

MICROBIOLOGICOS	MINSA (2003)	MIEL DE ABEJA (2017) FP: 27/02/2017
N. Anaerobios Sulfito Reductores (UFC/g)	100 ufc/g	< 100 ufc/g
N. de aerobios Mesófilos (UFC/g)	1000 ufc/g	12 ufc/g
N. de Mohos (UFC/g)	10 ufc/g	< 10 ufc/g

La miel puede contaminarse a partir de microorganismos provenientes del polen, del tracto digestivo de las abejas, del medio ambiente o del néctar en forma primaria o secundariamente, a partir de prácticas no totalmente higiénicas ocurridas durante la manipulación de la misma (Cárdenas *et al.*, 2008).

La pasteurización elimina levaduras y otros microorganismos, pero también destruye los cristales de glucosa, el 80 por ciento de la invertasa, el 25 por ciento de la amilasa y produce un oscurecimiento por caramelización de azúcares (reacción de Maillard). Además, supone un aumento de HMF (hidroximetilfurfural) y aunque se retrasa la cristalización, lo que se consigue finalmente es una cristalización fraccionada (Cárdenas *et al.*, 2008).

Los análisis microbiológicos nos permitirán detectar problemas de manejo que interfieren con la producción de mieles tipificadas de alta calidad, y sus resultados nos otorgarán la base para proponer mejoras en la cosecha y pos cosecha de miel (Cárdenas *et al.*, 2008).

Según Correa (2015) se debe tratar térmicamente la miel de abeja, para eliminar la contaminación biológica de microorganismos y retrasar la aparición de cristales de monosacáridos.

3.7. VIDA EN ANAQUEL

Correa (2015) aseguran que la capacidad de predecir la vida útil del producto es una propuesta compleja. Dependiendo de la naturaleza del producto, diversas propiedades o índices de calidad deben ser seguidos experimentalmente como una función del tiempo con el fin de evaluar la degradación de la calidad del producto

Diseño Experimental: Se elaboró un diseño experimental por pruebas aceleradas estimando un tiempo de duración de 15 semanas como se muestra en el anexo 6.

En un estudio se almacenó miel de abeja natural, sin recibir tratamiento térmico, a temperaturas de 4, 19 y 28 °C durante 298 días y se evaluaron las características fisicoquímicas (humedad, Brix, pH, acidez, diastasa, HMF y color) y los parámetros microbiológicos (recuentos mesófilos aerobios, mohos, levaduras, bacterias ácido lácticas, coliformes totales y fecales, *E. coli*, *Staphylococcus catalasa* positiva, anaerobios sulfitos reductores y presencia de *Clostridium perfringens*). En general, se encontró que los parámetros fisicoquímicos evaluados para las tres temperaturas no tienen mayor variabilidad en el tiempo, excepto los valores de actividad de diastasa, color y HMF (Correa, 2015). De lo expuesto podemos diferir que los parámetros color, HMF y actividad de diastasa son los que presentan variabilidad durante el almacenamiento.

El color de la miel varía en función al tiempo y temperatura de almacenamiento como lo muestra Virquet (2015) en base a pruebas experimentales, como se aprecia en anexo 2, observó en todas las mieles una tendencia similar, reduciéndose la luminosidad y la pureza de color al aumentar el tiempo y la temperatura de residencia, y variando el tono hacia valores más rojizos y menos amarillos. Para Algunos investigadores sugieren que el mecanismo de oscurecimiento en la miel durante el almacenamiento está relacionado con la degradación de los polifenoles (Correa, 2015).

Correa (2015) menciona que, durante el almacenamiento, el color está directamente relacionado con la formación de HMF y mieles con valores de color por encima de los 90 mm en la escala Pfund tienen valores de HMF por encima de 60 mg/kg y por lo tanto, no se considera una miel de buena calidad. También menciona que las variables de color y sabor sufrieron los mayores cambios y dichos cambios fueron proporcionales a la temperatura de almacenamiento. Al final del almacenamiento, las muestras se percibieron amargar y más oscuras.

El hidroximetilfurfural tiende a ser sensible ante el incremento de temperatura y el tiempo de exposición concordando con lo mencionado con Visquert (2015) manifiesta que el HMF se incrementa con el tiempo, siendo mayor cuanto mayor eran las temperaturas de almacenamiento, como se observa en el anexo 3.

Visquert (2015) menciona que el resultado de estudiar la miel de abeja durante su almacenamiento la evolución del HMF y de la actividad diastásica ha reflejado la pérdida de calidad de las mieles, aumentando y disminuyendo respectivamente; siendo la etapa de almacenamiento la que mayores variaciones de estos parámetros presentó.

Como se aprecia en el anexo 4, la actividad de la diastasa se ve afectada cuando más altas son las temperaturas de almacenamiento, a temperatura ambiente la diastasa está catalogada como mejor índice enzimático del grado de envejecimiento de la miel, al ser estable (Visquert, 2015).

Visquert (2015) también menciona que al incrementarse la temperatura por largo tiempo de almacenamiento, el color de la miel de abeja varia, presenta mayor oscurecimiento como se observa en el anexo 5.

Considerando el HMF como el mejor indicador de la pérdida de frescura de cualquier miel, ya que su valor en todas las mieles recién recolectadas es cero, al contrario de lo que sucede para la actividad diastásica que difiere considerablemente en función del origen botánico del que proceden los néctares o las secreciones de las plantas que visitan las abejas. Por ello, el desconocimiento del valor de la actividad diastásica de una miel en el momento de su recolección. Por ello, el desconocimiento del valor de la actividad diastásica de una miel en el momento de su recolección, hace inapropiado este parámetro para evaluar la frescura de una miel en cualquier momento posterior (Visquert, 2015).

IV. CONCLUSIONES

- La composición de la miel de abeja está en función al tipo de floración de la cual provenga.
- Es importante el control de las condiciones (tiempo/temperatura) de exposición de la miel, desde que es recolectada hasta que llega al consumidor, como medida fundamental para preservar sus características intrínsecas y poder cumplir con las normativas establecidas.
- La pasterización, de la miel de abeja no implica un riesgo en la pérdida de calidad de la miel; siempre y cuando se controle adecuadamente la temperatura y el tiempo.
- El tratamiento térmico reduce la carga microbiana y retarda el proceso de cristalización
- El oscurecimiento de la miel de abeja es directamente proporcional al tiempo y temperatura.
- El hidroximetilfurfural, es el único parámetro que varía significativamente al someter las mieles a la temperatura.
- El estudio de vida en anaquel de la miel de abeja debe trabajarse en función de la formación de hidroximetilfurfural en el tiempo y de acuerdo a la temperatura de almacenamiento.

V. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de vida en anaquel con pruebas aceleradas, teniendo como parámetro la evaluación de la variabilidad del hidroximetilfurfural en el tiempo.
- Incluir el análisis de la actividad de la diastasa, como parámetro de calidad en la recepción de miel de abeja.

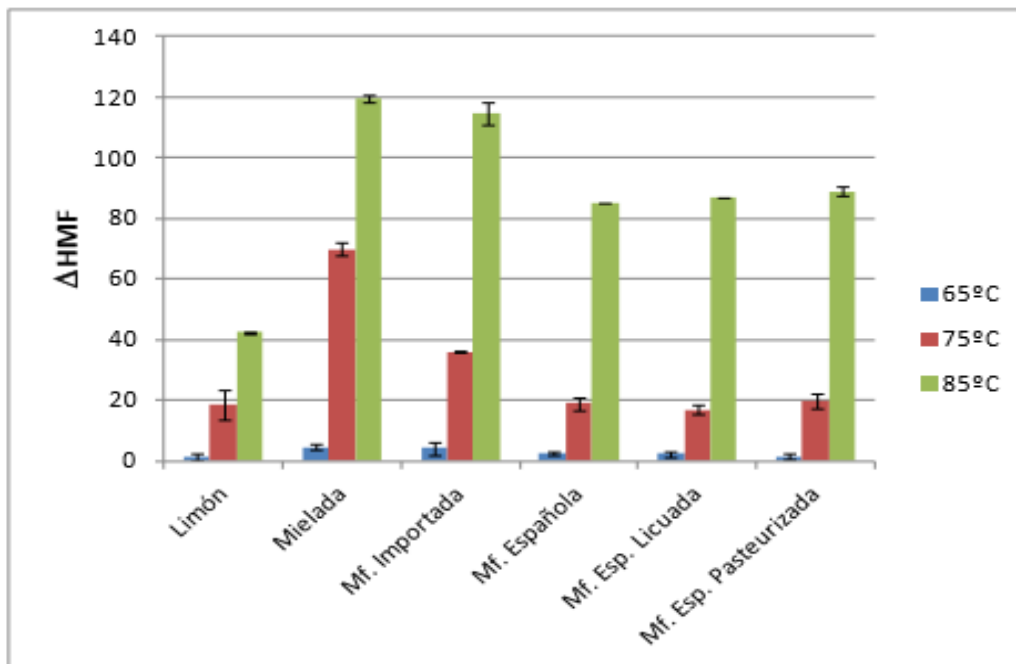
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAFESG (Comisión Administradora para el Fondo Especial de Salto Grande, Uruguay).2011.BOLETIN CAFESG. Uruguay. N.º 2011-01.
- Cardenas, C.; Villat C; Laporte, G; Noia M; Mestorino, N. 2008. Características microbiológicas de la miel. Revista Veterinaria Cuyana 3(1):29-34.
- Carrillo, ML; Reyes, A. 2007. Vida útil de los alimentos. Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias 2(3):20-45.
- Cavia, M. 2002. Estudio del envejecimiento de mieles de Burgos y Galicia: Influencia de la granulación inducida. Tesis Ph. D. Burgos. España. Universidad de Burgos. 362 p.
- Correa, A. 2015. Evaluación de indicadores de deterioro de miel de diferentes especies de abejas. Tesis Mg. Sc. Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 140p.
- Dávila, M. 1986. Apicultura especial. 1 ed. Perú. UNALM. 167p.
- Embajada de Perú en los Estados Unidos. 2012. Boletín Agrícola. Perú. N. °2012-07. 5p.
- Fernández, L. 2005. Manejo y alimentación artificial de abejas (*Apis mellifera*) en la provincia de Yauyos. Tesis de grado. Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Giraldo, GI. 1999. Métodos de estudio de vida en anaquel de los alimentos (en línea). Manizales, Colombia. 106 p. Consultado 10 jul. 2017. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/51276/1/metodosdeestudiodevidadeanaqueldelosalimentos.pdf>.
- INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, Perú). Miel: Definiciones, requisitos y rotulado. NTP 209.168.1999. Lima, Perú. 8 p.
- Laverde, J; Egea, L; Rodríguez, D; Peña, J. 2010. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de las abejas y la apicultura en Colombia con énfasis en miel de abejas. 1 ed. Colombia. Proyecto Ministerio Agrícola Y Desarrollo Rural. 221p.

- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2011. Propuesta del plan Nacional de desarrollo apícola. Resolución suprema N° 156-2011.Perú.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2015. Plan Nacional de desarrollo apícola 2015-2025. Perú.
- MINSA (Ministerio de Salud del Perú). 2003. Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. RM. N° 615-2003-SA/DM. 23 p.
- Norma Mexicana. 1981. Miel de abeja. Especificaciones. México. Dirección General de Normas. NMX-F-036-98.
- Piana, G; Ricciardelli, G; E Isola, A. 1988. La miel. Madrid, España. Mundi Prensa.
- PIPSA (Proyecto de Investigación y Proyección social, Perú). 2015. Boletín Apícola del Perú. N° 2016- 3. Perú.
- Prost, P. 1985. Apicultura. Madrid, España. Mundi Prensa.
- Root, AI.2003.ABC y XYZ de la Apicultura. Argentina. Editorial Hemisferio.
- Ulloa, J; Mondragón, P; Rodríguez, R; Reséndiz, J; Rosas, P. 2010. La miel de abeja y su importancia. Revista Fuente (4): 11-18.
- Visquert, M. 2015. Influencia de las condiciones térmicas en la calidad de la miel. Tesis. Ph. D. Valencia, España. Universidad Politécnica de Valencia. 194p.

VII. ANEXOS

ANEXO 1: INCREMENTO DE HIDROXIMETILFURFURAL EN MIELES SOMETIDAS A ALTAS TEMPERATURAS



FUENTE: Visquert (2015)

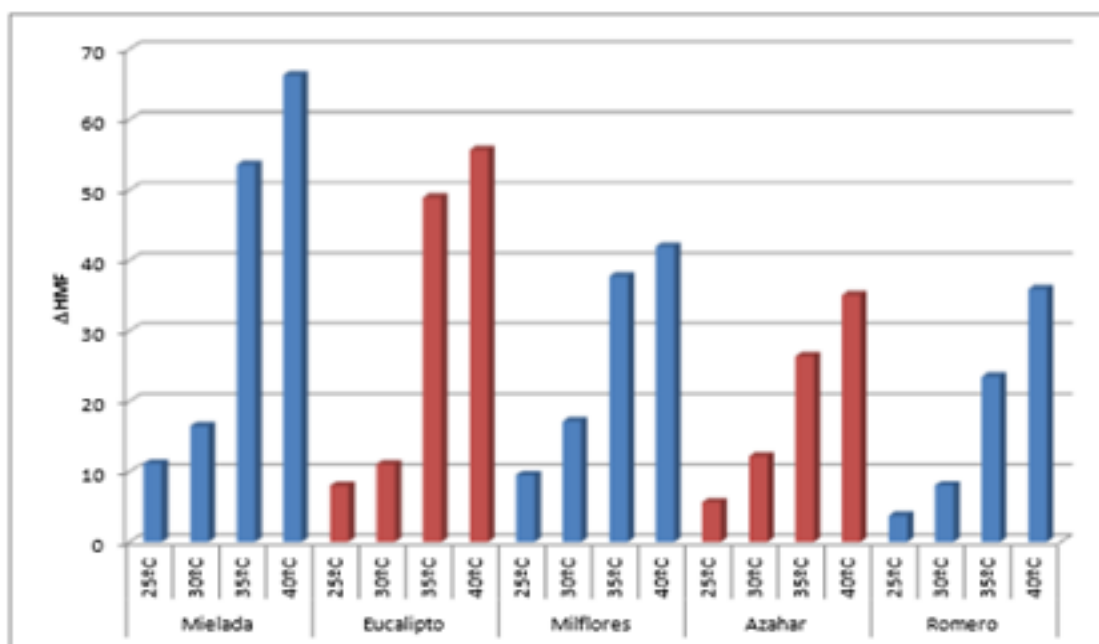
ANEXO 2: CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y COLOR DE LAS MIELES DURANTE EL ALMACENAMIENTO

	Conduct. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Acidez total (meq/kg)	pH	Humedad ($\text{g}/100\text{g}$)	HMF (mg/kg)	Actividad Diastásica (ID)
MIELADA	966 ± 19	35.0 ± 4.8	5.2 ± 0.5	15.4 ± 0.1	4.58 ± 1.67	53.06 ± 3.88
EUCALIPTO	507 ± 12	33.6 ± 0.2	3.9 ± 0.1	16.3 ± 0.6	2.57 ± 0.60	34.01 ± 0.43
MILFLORES	356 ± 17	28.0 ± 1.4	4.1 ± 0.2	16.2 ± 0.6	4.35 ± 0.23	18.30 ± 1.13
AZAHAR	191 ± 9	20.1 ± 5.0	4.0 ± 0.0	18.6 ± 0.6	4.56 ± 0.15	12.02 ± 0.63
ROMERO	163 ± 9	21.7 ± 1.3	3.8 ± 0.0	20.0 ± 0.7	9.48 ± 1.06	14.91 ± 0.91

	Luminosidad (L^*)	Chroma (C^*)	Tono (h^*)
MIELADA	24.67 ± 0.00	1.37 ± 0.03	58.29 ± 0.46
AZAHAR	53.58 ± 0.01	22.76 ± 0.01	86.80 ± 0.03
EUCALIPTO	29.70 ± 0.01	10.11 ± 0.04	60.75 ± 0.05
MILFLORES	32.94 ± 0.00	15.08 ± 0.03	68.99 ± 0.05
ROMERO	36.63 ± 0.01	19.59 ± 0.03	73.56 ± 0.00

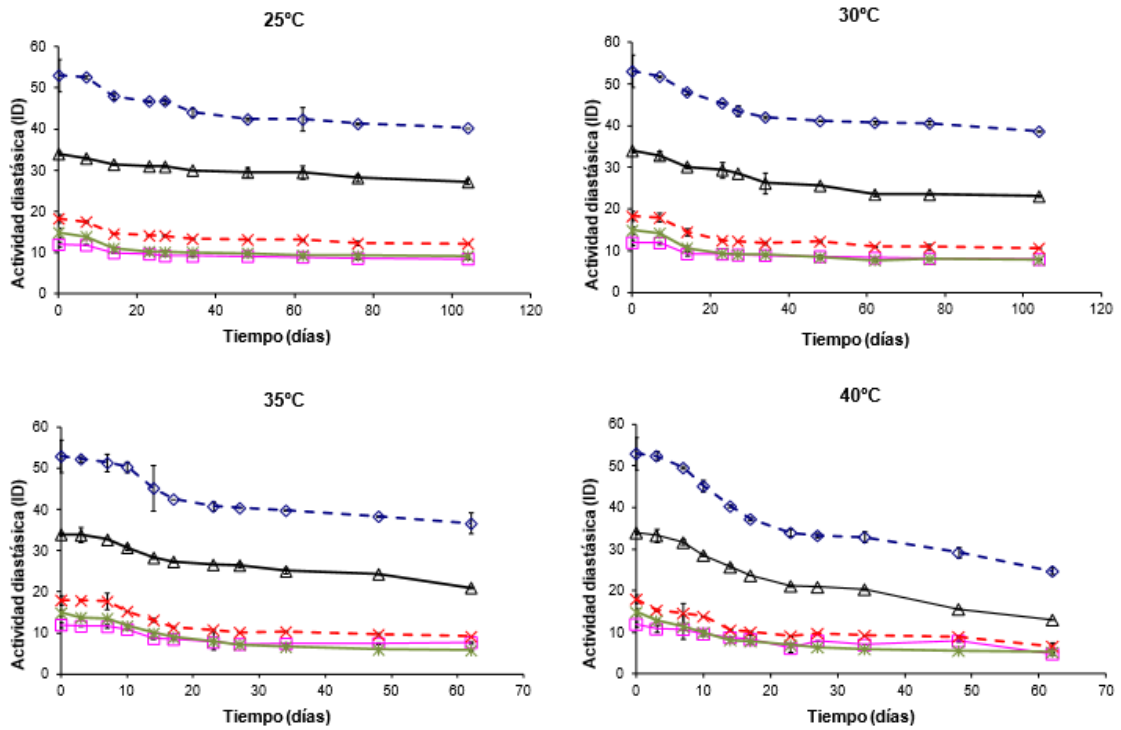
FUENTE: Visquert (2015)

ANEXO 3: VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE HIDROXIMETILFURFURAL EN ALMACENAMIENTO A DIFERENTES TEMPERATURAS



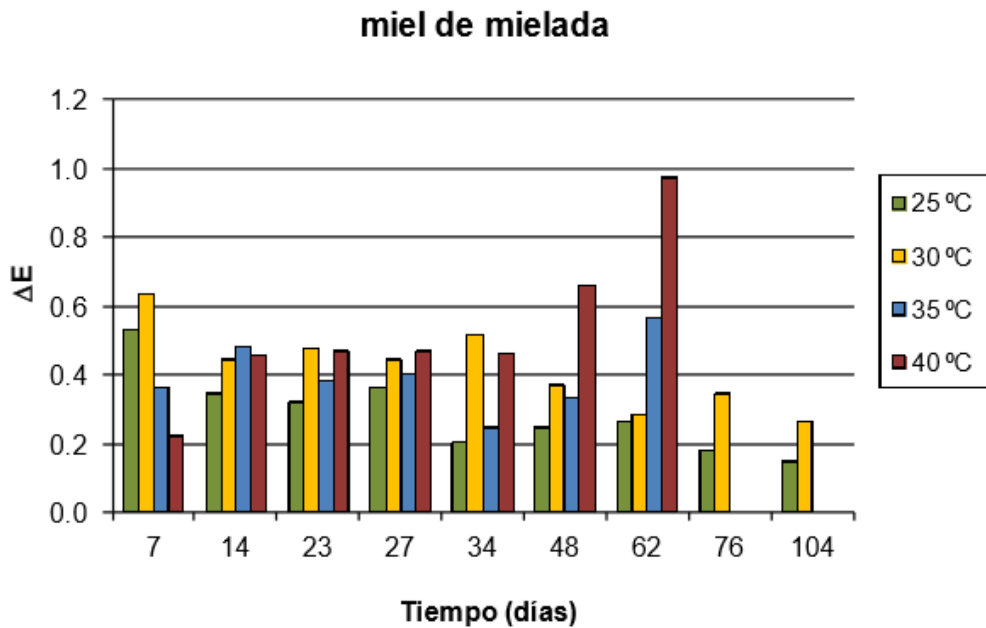
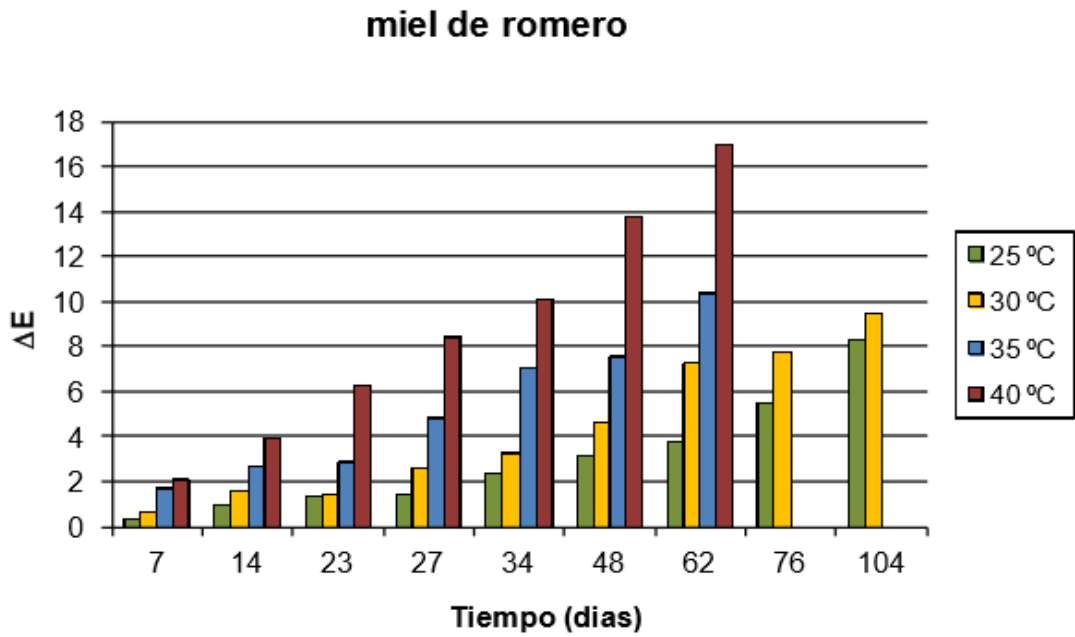
FUENTE: Visquert (2015)

ANEXO 4: EVOLUCIÓN DE LA ACTIVIDAD DIASTÁSICA A LAS DIFERENTES TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO PARA DIFERENTES TIPOS DE MIELES



FUENTE: Visquert (2015).

ANEXO 5: VALORES DE LAS DIFERENCIAS DE COLOR OBTENIDAS DURANTE LA ETAPA DE ALMACENAMIENTO EN MIEL DE ABEJA



FUENTE: Visquert (2015)

ANEXO 6: DISEÑO EXPERIMENTAL PARA EL ESTUDIO DE LA VIDA ÚTIL DE LA MIEL DE ABEJA EN ANAQUEL

PRUEBAS DE TIEMPO DE VIDA ÚTIL (15 semanas)				
TEMPERATURA		ALMACENAMIENTO		VIDA UTIL
Miel de abeja presentación frascos de vidrio		T1: 25°C T2: 30°C T3: 35°C T4: 40°C T5: 50 °C	HMF Actividad Diastásica Color	VU: Empaque #1
Miel de abeja presentación envases PET		T1: 25°C T2: 30°C T3: 35°C T4: 40°C T5: 50 °C	HMF Actividad Diastásica Color	VU: Empaque #2
Miel de abeja presentación bolsas Nylon		T1: 25°C T2: 30°C T3: 35°C T4: 40°C T5: 50 °C	HMF Actividad Diastásica Color	VU: Empaque #3
CONTROLES	Caracterización de miel filtrada y pasteurizada Humedad color pH Grados Brix Acidez Actividad Diastásica HMF	Evaluación Sensorial: Análisis Matemático: Pruebas de Puntaje Sensorial, con paneles entrenados.		Análisis Matemático: Selección del Descriptor Crítico Sensorial. Determinación del Valor Límite. Determinación del Orden de Reacción (n). Determinación de las constantes de Velocidad de Reacción (K). Determinación de (K) a Temp. ambiente (20 °C)
	Caracterización de Envases Dimensiones Espesor Gramaje Velocidad de Transmisión al vapor de Agua	Análisis Estadístico: Se evaluarán los valores promedio del Atributo Color en un DCA, y posteriormente un ANOVA, para determinar diferencias significativas entre los tres diferentes envases.		
	Análisis Químicos y Microbiológicos: HMF Análisis Microbiológicos (a T° ambiente).			
Tiempo de Vida útil de la miel pasteurizada y envasada V.U.Ei: Tiempo de vida útil para un producto envasado en un empaque determinado				