

# Afectación térmica de la miel de abeja en una metodología alternativa, monitoreando hidroximetilfurfural, número de diastasa y vitamina C



*Thermal affection of bee honey in an alternative methodology, monitoring hydroxymethylfurfural, diastase number and vitamin C*

Danesa Amparo Ruiz Yupangui.<sup>1</sup>, Galo Alberto Insuasti Castelo.<sup>2</sup>, Carlos Pilamunga Capus.<sup>3</sup> & Eduardo Vladimir Fonseca Navarrete.<sup>4</sup>

Recibido: 10-02-2020 / Revisado: 15-03-2020 / Aceptado: 04-04-2020 / Publicado: 06-05-2020

## Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i2.1.1219>

The objective of the research was to carry out a study of thermal involvement of honey using an alternative methodology, monitoring the degradation of vitamin C, hydroxymethylfurfural (HMF) and diastase number (ND). The study was conducted with genuine honey from a beekeeper from ASOPROACH (Association of Beekeeping Production of Chimborazo). An experimental heat treatment methodology was designed for 300 mL of honey at four temperatures and three times each: 30, 60, 80 and 90 ° C at 15, 30 and 60 minutes. After each heat treatment, the concentration of HMF, ND, Vit C was analyzed. The results of the analysis showed that the best treatment corresponds to a temperature of 30 ° C for 15 minutes. For the analysis of the concentration of vitamin C, high performance liquid chromatography (HPLC) was used, the best heat treatment was repeated six times, observing that vitamin C and all the physicochemical parameters established in the NTE INEN 1572 standard They maintained a stable concentration. The experimental results were corroborated with an analysis of variance (SPSS v21). ASOPROACH beekeepers were socialized the

<sup>1</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. SAGID: Riobamba-Ecuador. daneampa\_ry93@hotmail.com

<sup>2</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. SAGID: Riobamba-Ecuador. ginsuasti@esPOCH.edu.ec

<sup>3</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. SAGID: Riobamba-Ecuador. cpilamunga@esPOCH.edu.ec

<sup>4</sup> Asociación de Producción Apícola de Chimborazo. (ASOPROACH). Riobamba-Ecuador. vladifarmasy152@yahoo.com

experimental part of heat treatments and the alternative craft proposal. The increase in temperature and duration time affects the parameters. The methodology designed with strict compliance can be used discretionally in special cases.

**Keywords:** Honey, food processing, hydroxymethylfurfural (HMF), diastase number (ND).

### **Resumen.**

La investigación tuvo como objetivo realizar un estudio de afectación térmica de la miel de abeja mediante una metodología alternativa, monitoreando la degradación de vitamina C, hidroximetilfurfural (HMF) y número de diastasa (ND). El estudio se realizó con miel genuina de un apicultor de ASOPROACH (Asociación de Producción Apícola de Chimborazo). Se diseñó una metodología experimental de tratamiento térmico para 300 mL de miel a cuatro temperaturas y tres tiempos cada una: 30, 60, 80 y 90 °C a 15, 30 y 60 minutos. Luego de cada tratamiento térmico se analizó la concentración de HMF, ND, Vit C. (Ruiz, Danesa 2018). Los resultados del análisis mostraron que el mejor tratamiento corresponde a una temperatura de 30 °C por 15 minutos. Para el análisis de la concentración de vitamina C se usó cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), se repitió el mejor tratamiento térmico por seis veces, observándose que la vitamina C y todos los parámetros físico-químicos establecidos en la norma NTE INEN 1572 se mantenían en una concentración estable. Los resultados experimentales fueron corroborados con un análisis de varianza (SPSS v21). Se socializó a los apicultores de ASOPROACH la parte experimental de los tratamientos térmicos y sobre la propuesta alternativa artesanal. (Ruiz, Danesa 2018). El incremento de la temperatura y el tiempo de duración afecta los parámetros. La metodología diseñada con un cumplimiento estricto puede ser utilizada discrecionalmente en casos especiales.

**Palabras claves:** Miel de abeja, procesamiento de alimentos, hidroximetilfurfural (HMF), número de diastasa (ND).

### **Introducción.**

La miel de abeja es un producto muy consumido, sea como endulzante de bebidas o como materia prima para la elaboración de otros productos. Los consumidores relacionan una miel líquida con percepción de calidad de ella, y consideran lo contrario a las mieles cristalizadas, esta es la particularidad por la que varios apicultores hoy en día tienden a calentar la miel a altas temperaturas. (Ruiz, Danesa 2018). El calor es usado para homogenizar mezclas de mieles cristalizadas de diferentes apiarios, generando pérdida de las propiedades nativas de la miel debido a que el calor altera el color, sabor, aroma y propiedades físico-químicas. (Ruiz, Danesa 2018). Varias son las temperatura y tiempos reportados que mantendrían a la miel en condiciones nativas, es así que existen reportes de parámetros muy variables de diversos tratamientos térmicos, pero no hay o no se da detalles procedimentales de las metodologías aplicadas (tabla 1), esto induce en la presente investigación, a dotar a los

usuarios con el carácter de uso opcional, una metodología procedimentalmente detallada del tratamiento térmico óptimo para miel de abeja, donde el objetivo central es encontrar variables como la temperatura y tiempo con definición de materiales estandarizados que permitan monitorear el deterioro y aseguren la estabilidad de la miel. El carácter opcional se sustenta en que no será un objetivo propiciar o incentivar el calentamiento de la miel. (Ruiz, Danesa 2018)

El grado de afectación térmica de la miel se valoró a través del análisis de parámetros indicadores del sobrecalentamiento, como son: hidroximetilfurfural (HMF) y número de diastasa (ND). El tratamiento que genere el cumplimiento de las especificaciones de la norma NTE INEN 1572 será considerado como el mejor tratamiento térmico aplicativo para la miel de abeja. Se analizó por HPLC la pérdida de vitamina C en el mejor tratamiento térmico con la finalidad de preveer la probable afectación de otras vitaminas y nutrientes lábiles (Ruiz, Danesa 2018)

El diseño procedimentalmente detallado de la metodología de tratamiento térmico experimental y la propuesta de la alternativa de tratamiento térmico artesanal óptimo deberá garantizar genuinidad de la miel, el diseño así conseguido será de utilidad para los apicultores y en especial para la Asociación de Producción Apícola de Chimborazo (ASOPROACH), sin que esto signifique promocionar el tratamiento térmico de ella. Los resultados serán de mayor utilidad en almacenamiento corto, producción de elaborados alimenticios y medicinales. (Ruiz, Danesa 2018)

Las abejas producen miel a partir de néctar de flores y secreciones de plantas, el néctar lo almacena en su "buche", donde una enzima transforma la sacarosa en glucosa y fructosa. "Las abejas lo recogen, transforman y combinan con la enzima invertasa que contiene la saliva de las abejas y lo almacenan en los panales donde madura" (Anón 2017).

La abeja llena el "buche" y en un tiempo corto regurgita la mezcla, la misma que es recogida por otra abeja obrera que lo almacena en su buche con la finalidad de deshidratar el néctar. La deshidratación ocurre cuando desembucha la mezcla entre la mandíbula y la lengua exponiéndola un corto tiempo al aire. A continuación para provocar la deshidratación traga una porción de mezcla y otra la desembucha, proceso que lo repite por aproximadamente 90 veces. La abeja coloca la mezcla en la celda. En el néctar existe una pérdida de agua inicial de hasta el 80%, desde la recolección hasta la colocación de la mezcla en la celda. Los componentes químicos clave de la miel son el 80% de carbohidratos, 17% de agua, mientras que las proteínas, aromas, pigmentos, vitaminas, aminoácidos libres, minerales traza y varios compuestos volátiles son los componentes menores. "Los niveles de diferentes compuestos de azúcar y agua varían en miel, con los siguientes promedios: fructosa (38.19 g / 100 g de miel), glucosa (31.28 g / 100 g de miel), maltosa (7.97 g / 100 g de miel), sacarosa (4.5 g /

100 g de miel), azúcares más altos (0.86 g / 100 g de miel) y agua (17.2 g / 100 g de miel). Los componentes menores en la miel natural son compuestos fenólicos, minerales, proteínas, ácidos orgánicos (por ejemplo, ácido glucónico, ácido acético), aminoácidos libres, enzimas (invertasa, glucosa oxidasa, catalasa, fosfatasas) y vitaminas (por ejemplo, ácido ascórbico, niacina, piridoxina). La miel contiene algunos componentes de origen de la abeja (por ejemplo, acetilcolina (hasta 5.1 mg / g) y su precursor, la colina). Flavonoides, antocianinas, aceites esenciales, pigmentos, esteroides y fosfolípidos también están presentes. La miel es conocida por sus propiedades antibacterianas” (Wu et al. 2017).

**Tabla 1.** Trabajos relacionados con tratamiento térmico.

Tema	Temperaturas utilizadas en el trabajo	Metodología detallada	Fuente
El efecto del tratamiento térmico temporal de la miel de abejas sobre la variación de su calidad durante el almacenamiento	Temperaturas de 52, 55 y 58 °C, durante 3, 6, 9 y 12 minutos	No es clara en el detalle	(Velastegui s. f.)
Influencia de las condiciones térmicas en la calidad de la miel	Para la licuación una temperatura de 45°C durante un periodo no superior a las 72 horas y para la pasteurización temperaturas de 75°C durante 4 minutos.	Solo para nivel industrial	(Anón s. f.)
Evaluación de indicadores de deterioro de miel de diferentes especies de abejas	Temperaturas de 30, 40 y 50 °C	No	(Correa. 2015)
Efecto de la humedad de la miel y temperatura de des-cristalizado temperatura de des-cristalizado en la calidad de la miel procesada	Se aplicó temperaturas de 45–50 °C y 55–60 °C	No	(Rosa y Michelle 2014)
Determinación de propiedades termo físicas en diferentes mieles de abeja recolectadas en el Estado de Puebla	Temperaturas en intervalo de 3-68°C	No	(Anón s. f.)
Comparison of physicochemical properties and effects of heating regimes on stored Apis mellifera and Apis florea honey	temperaturas (50 ° C y 80 ° C) y dos veces (15 y 30 minutos)	El calentamiento de la miel se realizó en un baño de agua termoestático provisto de un agitador (DlabTEch, Modelo: LSB-030S fabricado en Corea) a dos temperaturas (50 ° C y 80 ° C) y dos veces (15 y 30 minutos) en viales de vidrio que contenían Partes alícuotas de 5 g de miel de ambas especies de abejas y almacenadas a temperatura ambiente (25°C) durante 45 días para la determinación de HMF. El HMF se determinó cada 15 días, tanto en las muestras calentadas como en las muestras de control (lotes sin calentar). Los cambios en los parámetros químicos de las muestras de miel almacenadas sin calentar se siguieron mensualmente durante un período total de seis meses	(Al-Ghamdi et al. 2019a)

**Fuente:**.(Ruiz, Danesa 2018)

El apicultor y especialmente la industria apícola utilizan tratamientos térmicos con el propósito de alcanzar la fluidez y homogeneidad para el proceso de envasado de la miel o en el mezclado eventual de mieles de distinta procedencia para conseguir una miel agradable a la vista del consumidor y retrasar el proceso de cristalización, estos tratamientos y almacenamientos inadecuados afectan la calidad de la miel.

La miel recién extraída es líquida y durante su almacenamiento tiende a cristalizar y con más rapidez si se trata de miel genuina. Las mieles cristalizadas no tienen una gran aceptabilidad de los consumidores pues la predilección está en observarla en aspecto líquida. Para el proceso de licuefacción de la miel se calienta suavemente (32-40 °C), consiguiendo también la destrucción de levaduras. Para evitar afectación por parte del calor se recomiendan temperaturas entre 40-50 °C, sin embargo se observa ocasionalmente calentamientos a temperaturas superiores (80-100 °C) combinadas con tiempos cortos.

“Largos periodos de almacenamiento o altas temperaturas producen derivados del furano, es el caso del hidroximetilfurfural (HMF), que es un aldehído acíclico formado desde las hexosas por la acción de la acidez normal sobre los azúcares de la miel. La fructosa es más sensible que la glucosa a la reacción que forma HMF. El HMF se utiliza como un indicador del grado de frescura o calentamiento de la miel”. (Al-Ghamdi et al. 2019b).

“Un tratamiento térmico no controlado en el procesamiento de miel (por ejemplo, alta temperatura) puede aumentar la concentración de hidroximetilfurfural (HMF), el principal indicador de la frescura de la miel y el sobrecalentamiento, así como la disminución de la actividad de la diastasa, una enzima secretada en miel por las abejas durante el procesamiento del néctar. Varias alternativas de procesos no térmicos se han propuesto para la licuefacción de la miel : microondas, ultrasonido y alta presión hidrostática” (Bucekova et al. 2018).

“La miel contiene pequeñas cantidades de diferentes enzimas, en particular, diastasa ( $\alpha$  y  $\beta$  amilasa), invertasa ( $\alpha$ -glucosidasa), glucosa-oxidasa, catalasa y fosfatasa ácida, las que provienen de fuentes de néctar, fluidos salivales y las secreciones de la glándula faríngea de la abeja ”(Sakač y Sak-Bosnar 2012).

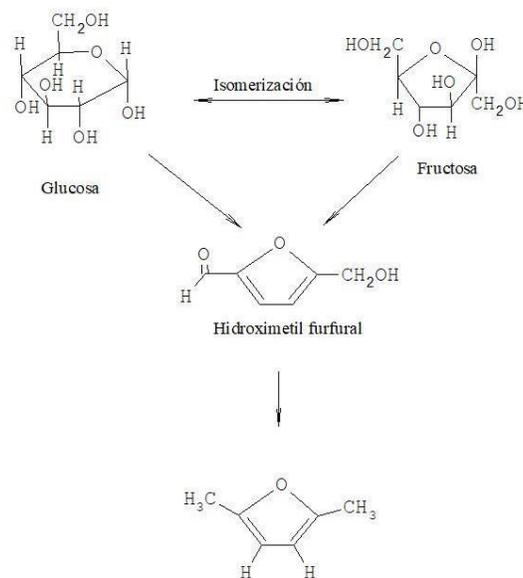
“En el caso de la miel, los parámetros influenciados directamente por la temperatura y el tiempo de calentamiento son: el hidroximetilfurfural y el número de diastasa, es así que una cantidad superior a 40 mg/kg para hidroximetilfurfural y menos de ocho en la escala de Goethe para el número de diastasa, indican que la miel no se encuentra en buen estado”. (Valega 2019). (Ruiz, Danesa 2018).

La actividad enzimática y antibiótica probablemente se vería afectadas en almacenamientos prolongados y tratamientos térmicos intensos, esto indujo al presente estudio.

Entre estos parámetros, el HMF, “la actividad diastásica y el contenido de azúcar son los más importantes para el control de calidad de diferentes muestras de miel. El HMF es un compuesto furánico que se forma como un intermediario en la reacción de Maillard. (I. N. Pasiás, Kiriakou, y Proestos 2017). “Este compuesto aparece en forma espontánea y natural en la miel debido a las altas temperaturas del interior de la colmena, al pH ácido de la miel, a la cantidad de agua y a la composición rica en monosacáridos (fructosa y glucosa), aumentando su concentración con el tiempo de almacenamiento.” (Subovsky et al. 2016a).

“La toxicidad aguda por vía oral del HMF como compuesto puro es baja, siendo la dosis letal (DL50) de 2,5 g/kg de peso corporal en ratas (U.S. EPA, 1992). El Programa Nacional de Toxicología de Estados Unidos llevó a cabo un estudio durante 2 años encontrando que el HMF aumentaba la incidencia de adenomas hepatocelulares en ratones hembra (adenomas intestinales en ratones)”. (Arribas 2013). (Ruiz, Danesa 2018).

**Figura 1.** Deshidratación de glucosa y fructosa para la formación del HMF

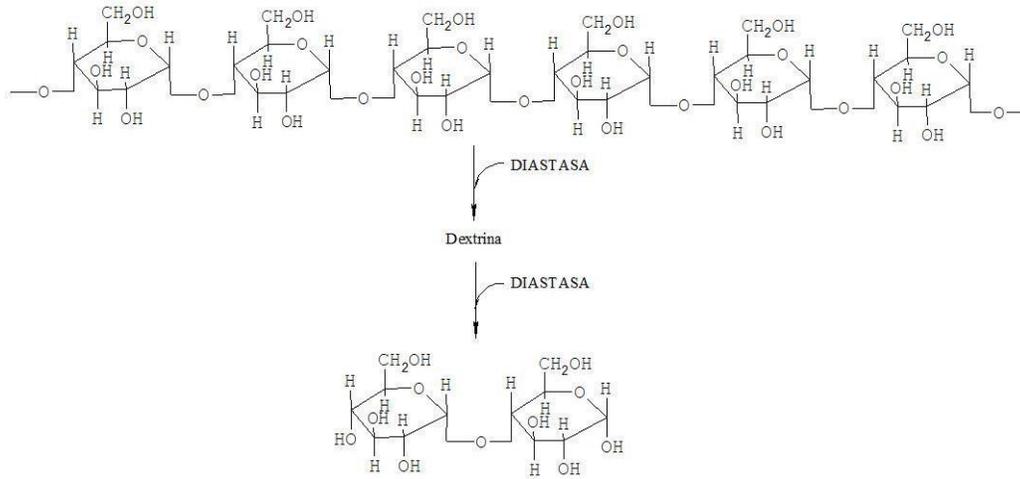


**Fuente:** Elaboración propia.

“La determinación de enzimas de la miel está adquiriendo cada vez mayor importancia como una forma de valorar su calidad. Una de las enzimas que marca la calidad de la miel es la diastasa, cuya determinación es analítica, la enzima es degradada por el calentamiento o envejecimiento de la miel.” (Polaino 2006). (Ruiz, Danesa 2018).

“La  $\alpha$  amilasa degrada almidón a una mezcla de: maltosa, el trisacárido maltotriosa” (I. N. Parias et al. 2017).

**Figura 2.** Hidrólisis del almidón por acción de la diastasa.



**Fuente:** Elaboración propia.

“La diastasa es un grupo de enzimas, que incluyen  $\alpha$  y  $\beta$ -amilasa, naturalmente presentes en las mieles. La actividad diastásica se puede expresar en unidades Schade, Gothe o diastasa y es un parámetro comúnmente explorado como indicador de la frescura de la miel (Fechner et al. 2016) (Shantal Rodríguez Flores, Escuredo, y Carmen Seijo 2015) (Yücel y Sultanog̃lu 2013). Las mieles en general deben presentar una actividad diastásica de al menos 8 unidades Schade, valor mínimo aceptado por las organizaciones reguladoras. Por lo tanto, las mieles con actividad de diastasa superiores a los límites permisibles, sugieren que pueden haberse producido largos períodos de almacenamiento y / o calentamiento durante su procesamiento o almacenamiento ” (Seraglio et al. 2019).

“La determinación de la vitamina C en los alimentos es importante porque, aparte de permitir inferir sobre el valor nutritivo del alimento, es un indicador de la bondad del tratamiento térmico, ya que siendo la vitamina C la más sensible de las vitaminas, la conservación de ella después de un tratamiento indica que el resto de las vitaminas no ha sufrido deterioro.”(Cámara Soto y Olortegui 2015).

“En la miel, las vitaminas que se encuentran generalmente son las vitaminas del grupo B y la vitamina C. Algunos factores que pueden contribuir a la pérdida de vitamina C en las mieles son el proceso de filtración comercial y su oxidación por el peróxido de hidrógeno, que está naturalmente presente en las mieles. Kaygusuz. (Kaygusuz et al. 2016), evaluaron la vitamina B2 en las mieles de la mielada de Pinus L. y Quercus

robur L. de Turquía. La concentración de vitamina B2 en la miel de miel de Pinus L. varió de 0.12 a 0.27 mg / kg y en la miel de miel de Quercus robur L. varió de 0 a 0.21 mg/kg. Estas concentraciones fueron más bajas que las encontradas por Tuberoso. (Tuberoso et al. 2012) en miel de miel de Castanea sativa Mill. De Italia y Croacia, cuyo valor medio fue de 6,10 mg/kg1.” (Seraglio et al. 2019).

“La determinación de la vitamina C es un indicador inestable, ya que es muy vulnerable a la oxidación química y enzimática y tiene una tasa de cambio acelerada debido a diversos factores como la luz, el oxígeno o el calor.” (da Silva et al. 2016).

“Ciulu y otros, (Ciulu et al. 2011), validaron un método rápido y simple para la cromatografía líquida de alto rendimiento-Fase inversa (HPLC-RP) para determinar simultáneamente 5 vitaminas solubles en agua (Vitamina B2, B3, B5, B9 y vitamina C: ácido ascórbico)”. (da Silva et al. 2016). (Ruiz, Danesa 2018)

“La Association of Official Analytical Chemist (AOAC) ha recomendado la determinación de vitaminas mediante métodos microbiológicos, espectrofotométricos y fluorométricos. El HPLC es la técnica más apropiada para cuantificar vitamina C. Esta técnica ha sido la principal vía de análisis de las vitaminas. Los detectores fluorométricos y espectrofotométricos han sido acoplados a HPLC en fase reversa. Los métodos rutinarios de volumetría igualmente pueden ser empleados y permiten su aplicación en un laboratorio de control de calidad de productos de la colmena. El método volumétrico recomendado por la AOAC es la titulación con el indicador redox 2,6-diclorofenolindofenol.” (Zago G et al. 2010).

Los resultados del trabajo titulado: “*Valoración comparativa de mieles de abeja de la asociación de producción apícola de Chimborazo con mieles existentes en el mercado según norma NTE INEN 1572*”(Guangashi 2018), (Ruiz, Danesa 2018), muestran que los valores en parámetros de HMF y número de diastasa de las mieles obtenidas de apiarios superan a los que generan las mieles existentes en el comercio.

En el estudio se plantearon los objetivos siguientes (Ruiz, Danesa 2018) :

- Seleccionar un proveedor (ASOPROAH) de miel de abeja genuina-
- Diseñar una metodología experimental de tratamiento térmico.
- Aplicar a la metodología diseñada cuatro tratamientos térmicos de 30 °C, 60 °C, 80 °C y 90 °C a la miel de abeja por 15, 30 y 60 minutos.
- Monitorear el deterioro de vitamina C y los parámetros de HMF, número de diastasa, según Norma INEN 1572.
- Definir las variables del tratamiento térmico que permita el cumplimiento de la norma INEN 1572.

- Realizar el análisis físico-químico y microbiológico de una sola miel de abeja para comprobar la metodología obtenida.
- Sugerir un equipo alternativo artesanal de tratamiento térmico y socialización de resultados.

### Metodología

Los materiales utilizados para determinar HMF, número de diastasa, vitamina C y análisis físico químico, fueron: vasos de precipitación, pipetas volumétricas, balones aforados, tubos de ensayo, gradillas de tubos, vial para HPLC, capsulas de porcelana, crisol de gooch, celdas de silicio. Los equipos utilizados en las determinaciones realizadas son los siguientes: Espectrofotometro UV-Visible (Thermo Electron Corporation- HELIOS β), baño maria, bomba de vacío, pH-metro (Fisher) Refractómetro Abbe (VeeGee C-10) , Conductímetro (Jenway). HPLC - Shimadzu (Inyector automático: SIL-10A/10Ai; Sistema controlador: SCL-10A vp; Cromatógrafo líquido: LC-10Ai); Programador de bomba: FCV-10AL vp; Columna oven: CTU-10A vp; Detector UV-Visible: SPP-10AVi). (Ruiz, Danesa 2018).

Los métodos utilizados fueron: NTE INEN 1637 (HMF), NTE INEN 1638 (Número de diastasa). Método de cromatografía líquida HPLC.(vitamina C – condiciones de operación: Ácido fosfórico 0,05 M, Hypersil C<sub>18</sub> 5 um 120 A° (4,6 \* 150 nm), 10 uL, 2,59 nm, 30 °C, 1 mL/min., AUESF 0,00010, Lamp D.

“El estudio contemplo tratamientos según los factores de tiempo, temperatura con tres niveles de tiempo y seis niveles de temperatura mostrados en la tabla 2, aplicados a un volumen de 300 mL de miel de abeja genuina, la afectación térmica correspondiente en cada uno de los tratamientos se valoró la concentración de HMF, número de diastasa, contrastando los resultados con las especificaciones de estos parámetros con los requisitos contemplados en las normas ecuatorianas correspondientes”. (Ruiz, Danesa 2018).

**Tabla 2.** Descripción de factores y niveles de estudio.

Factor	Descripción del factor	Descripción del nivel	Nivel
A	Tiempo	15 min.	a1
		30 min.	a2
		60 min.	a3
B	Temperatura	30 °C	b1
		60 °C	b2
		80 °C	b3
		90 °C	b4
		Control	bc*

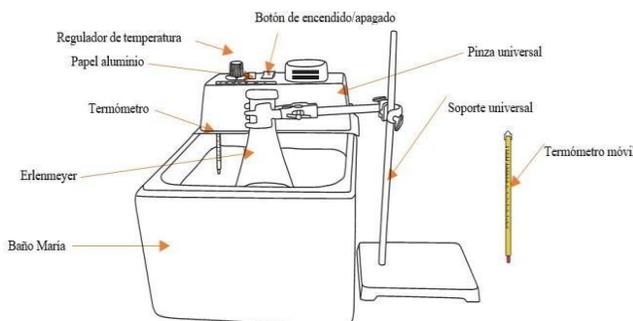
\* bc = temperatura ambiente (aprox. 18 °C)

**Fuente:** (Ruiz, Danesa 2018)

Los resultados experimentales debieron ser sometidos a un análisis de varianza de un diseño bifactorial con tres repeticiones. Separadamente se contó con un blanco de miel genuina.

Para los tratamientos planteados se acoplo experimentalmente un equipo estandarizado que consta de un baño maría termostato y un erlenmeyer de 500ml, con las especificaciones siguientes

**Figura 3.** Equipo experimental de tratamiento térmico



**Fuente:** (Ruiz, Danesa 2018)

**Tabla 3.** Especificaciones del baño María termostático utilizado.

<b>Especificación</b>	<b>Medida</b>
Marca	YCW-04M GEMMY
Capacidad de agua	11 L
Volumen de agua utilizada	5 L
Temperatura mínima que marca el equipo	25 °C
Temperatura máxima que marca el equipo	100 °C

**Fuente:** (Ruiz, Danesa 2018)

**Tabla 4.** Especificaciones del Erlenmeyer utilizado experimentalmente.

<b>Especificación</b>	<b>Dimensiones</b>
Marca	JNS (borosilicate GG-17)
Volumen	500 mL
Espesor	0,22 mm
Diámetro externo de la base	10,14 cm
Ángulo de base	80 °

**Fuente:** (Ruiz, Danesa 2018).

Es importante de que el nivel del volumen de la miel debe coincidir con el nivel del baño de agua exterior y el Erlenmeyer no debe topar el fondo del baño exterior. Las condiciones alcanzadas y los resultados correspondientes a HMF y numero de diastasa generadas como óptimas para una miel no alterada según procedimiento experimental aplicado servirán para entregar una metodología adecuada de utilidad para los apicultores de ASOPROACH en circunstancias específicas que ameriten aplicar calor a la miel de abeja con fines de mantener la genuinidad de la misma.

La degradación de vitamina C, se cuantificó en dos muestras de miel de abeja enriquecidas (300 ml con 1,5 mg de vitamina C), una que estará expuesta al ambiente y la otra que será sometida al mejor tratamiento térmico (30 °C por 15 min). Con la realización de esto se esperó visualizar teóricamente la posible afectación de otros compuestos lábiles genuinos de la miel

Fundamentados en los resultados experimentales se propuso a los apicultores un tratamiento artesanal

### Resultados

La concentración de hidroximetilfurfural en los tratamientos térmicos se observan en la tabla 5.

**Tabla 5.** Promedios de HMF en la miel de abeja sometida a los diferentes tratamientos térmicos.

<b>Valor de referencia HMF:</b> hasta 40 mg/kg (INEN 1572)			
<b>Control (Miel a temperatura ambiente):</b> 4,72 mg/kg			
<b>T°/Tiempo</b>	<b>15 minutos</b>	<b>30 minutos</b>	<b>60 minutos</b>
<b>30 °C</b>	4,97	5,32	5,71
<b>60 °C</b>	5,82	6,09	6,48
<b>80 °C</b>	6,84	7,09	7,67
<b>90 °C</b>	7,83	8,06	8,53

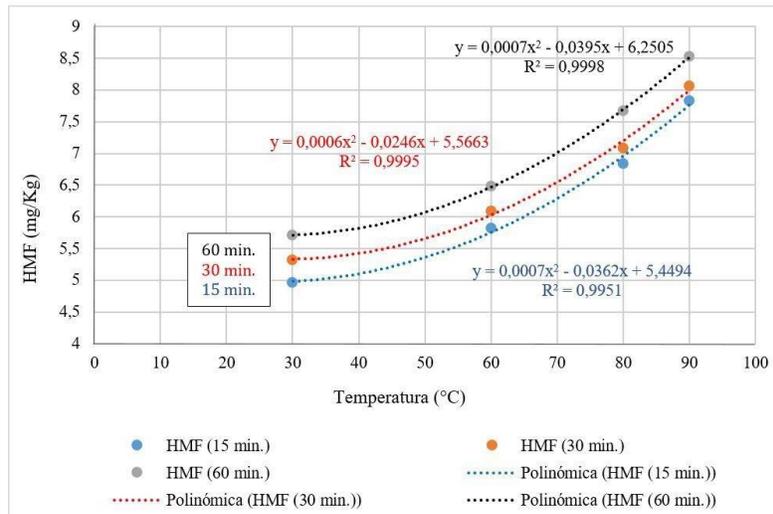
**Fuente:** (Ruiz, Danesa 2018)

La formación de hidroximetilfurfural se debe a la degradación de carbohidratos, por la descomposición y deshidratación de glucosa y fructosa cuando es sometida a calentamiento, razón por lo que es considerado como un factor fundamental para establecer la calidad de la miel. (Subovsky et al. 2016b)

“En la tabla 5, se observa que todos los valores para el hidroximetilfurfural se encuentran dentro del valor de referencia (40 mg/kg), establecido en la norma INEN 1572, su concentración tiende a incrementar a medida que se aplica a la miel mayor temperatura y más aun a tiempos prolongados. El hidroximetilfurfural no es una sustancia propia de la miel sin embargo la muestra control (miel a temperatura ambiente) presentó una concentración de

4,72 mg/k, este valor puede deberse a que la miel fue cosechada a una temperatura ambiente de 18 a 20 °C, se sabe también que la temperatura en los panales puede alcanzar los 35 °C”. (Ruiz, Danesa 2018).

**Figura 4.** Comparación de la concentración de hidroximetilfurfural entre los diferentes tratamientos térmicos.

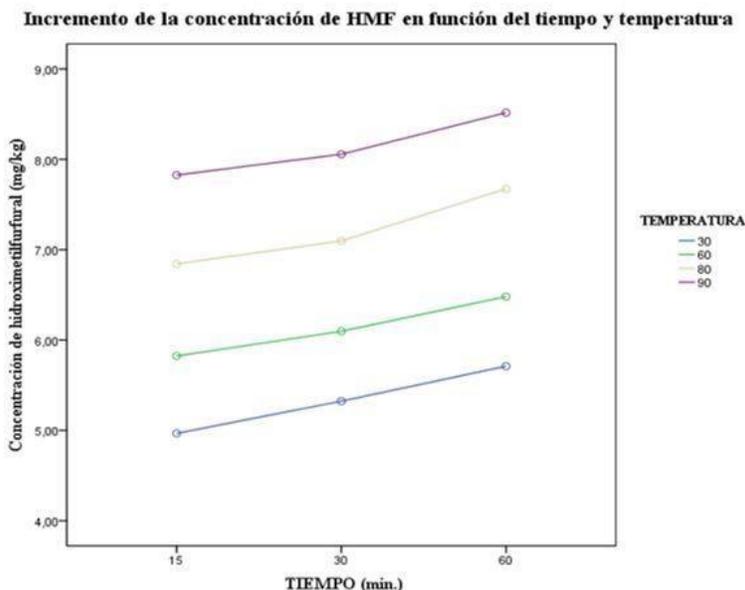


**Fuente:**(Ruiz, Danesa 2018).

Un estudio realizado por Ana Correa sobre la “Evaluación de indicadores de deterioro de miel de diferentes especies de abejas”, (Ana Correa 2015), demuestra que aun cuando se aplica temperaturas de 65 y 80 °C por una hora, el contenido de HMF se mantiene por debajo del valor máximo permitido, corroborando con los resultados obtenidos, debido a que en esta investigación la miel sometida a 90 °C por 60 minutos (mayor temperatura y tiempo), presentó valores aceptables de hidroximetilfurfural cumpliendo con la normativa. Sin embargo, el tratamiento térmico correspondiente a 30 °C por 15 minutos presenta una concentración de HMF muy por debajo de los demás tratamiento, tal como se observa en la figura 4, acercándose al valor de la muestra control, por esta razón se lo consideró como el mejor tratamiento térmico para ser aplicado en la miel de abeja. (Ruiz, Danesa 2018).

Los resultados triplicados de HMF para cada tratamiento se sometieron a un análisis de varianza y se observó que las medias de las concentraciones de HMF de los distintos tratamientos experimentales son altamente significantes entre temperatura y tiempo que se aplique, con un nivel de significancia menor a 0.001. Al existir diferencias altamente significativas se acepta que el tratamiento térmico afecta a la calidad de la miel incrementando progresivamente la formación de HMF, principalmente al aumentar la temperatura y tiempo de tratamiento térmico. El mejor tratamiento, respaldado estadísticamente fue el de 30 °C por 15 min que presenta el contenido más bajo de HMF.(Ruiz, Danesa 2018).

**Figura 5.** Medias marginales estimadas para la concentración de hidroximetilfurfural



**Fuente:** (Ruiz, Danesa 2018).

Los resultados de la determinación del número de diastasa en los tratamientos térmicos se observan en la tabla 6.

**Tabla 6.** Contenido promedio del número de diastasa en la miel de abeja sometida a los diferentes tratamientos térmicos.

<b>Valor de referencia:</b> mínimo 8 unidades Gothe (INEN 1572)			
<b>Control (Miel a temperatura ambiente):</b> 10,28 unidades Gothe			
<b>T°/Tiempo</b>	<b>15 minutos</b>	<b>30 minutos</b>	<b>60 minutos</b>
<b>30 °C</b>	9,53	8,9	7,46
<b>60 °C</b>	7,74	6,53	4,92
<b>80 °C</b>	3,38	2,94	2,01
<b>90 °C</b>	-	-	-

\* Valores en cursiva no cumplen la norma

**Fuente:**(Ruiz, Danesa 2018).

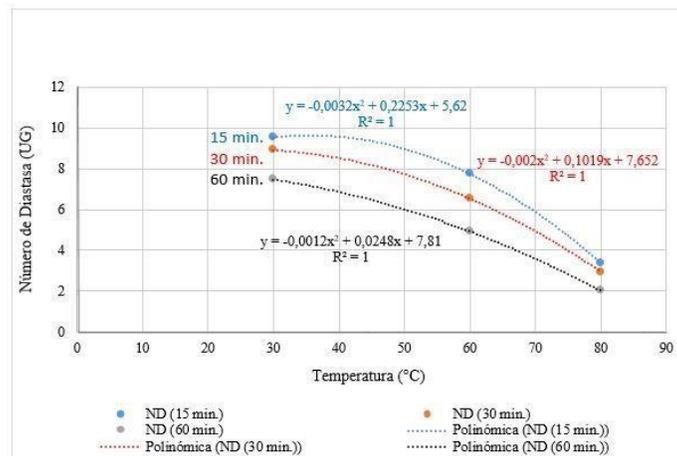
“La concentración de diastasa en la miel depende de varios factores como: las características de la colonia, el período de extracción y el tipo de floración.” (I. Pasiás, Kyriakou, y Proestos 2017), la miel utilizada en esta investigación fue de tipo

multifloral (9 - 14 unidades Goethe) presentando un valor de 10,28 unidades Goethe, encontrándose dentro de los valores establecidos.

En la tabla 6, se observa que el número de diastasa disminuye a medida que se aplica los diferentes tratamientos térmicos a la miel, en relación a la muestra control, misma que se encontró a una temperatura ambiente de 18 °C, cuando se realizó el análisis, presentando un valor de 10,28 unidades Goethe encontrándose dentro del valor de referencia establecido en la norma INEN 1572 en la que se especifica un valor mínimo a 8 unidades Goethe.

“La miel sometida a 30 °C por 15 minutos presentó una mínima disminución de la enzima, con respecto a la muestra control, con un valor de 9,53 unidades Goethe considerando como el mejor tratamiento térmico, mientras que a la misma temperatura (30 °C) pero esta ocasión por 30 minutos, presenta una mayor disminución de la enzima con un valor de 8,90 unidades, hallándose dentro del límite inferior permitido en la norma. Para los tratamientos térmicos con temperaturas de 60 °C y 80 °C a tiempos de 15, 30 y 60 minutos, se observa valores por debajo de las 8 unidades de Goethe, finalmente la miel sometida a una temperatura de 90 °C la lectura de la enzima en el espectrofotómetro no fue detectable, independientemente del tiempo, por lo que se presume que la enzima a esta temperatura tiende a desaparecer tal como se observa en la figura 6.” (Ruiz, Danesa 2018)

**Figura 6.** Concentración del número de diastasa en los diferentes tratamientos térmicos.

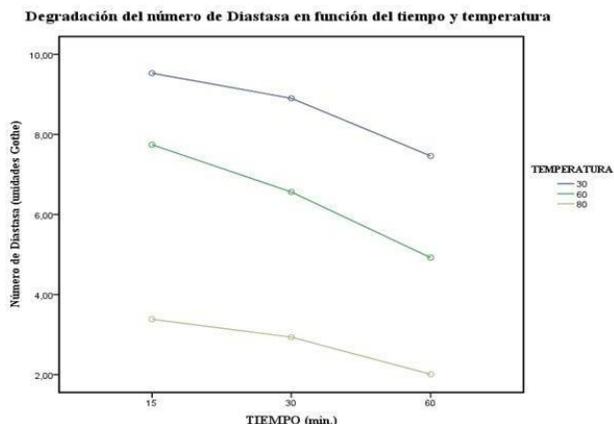


**Fuente:** (Ruiz, Danesa 2018).

“Los resultados triplicados de número de diastasa para cada tratamiento se sometieron a un análisis de varianza y se observó que las medias del número de diastasa de los distintos tratamientos térmicos experimentales son altamente diferentes entre sí, en relación a la temperatura y tiempo que se aplican, al existir un nivel de significancia menor al 0.001. Al existir diferencias altamente significativas se acepta que el tratamiento térmico afecta a la calidad de la miel disminuyendo progresivamente el número de diastasa, mostrándose este efecto principalmente al incrementar la temperatura y el tiempo de duración del tratamiento

térmico. El mejor tratamiento, respaldado estadísticamente fue el de 30 °C por 15 min que presenta el contenido más alto número de diastasa. (Ruiz, Danesa 2018)”.

**Figura 7.** Medias marginales estimadas para el número de diastasa



**Fuente:** (Ruiz, Danesa 2018).

Según la metodología experimental detallada, el resultado final que garantiza genuinidad para 300 mL de miel corresponde a un tratamiento térmico de: 30 °C por 15 minutos y cumple requisitos de la norma NTE INEN 1572, al igual que la miel conservada a la temperatura ambiente, esto se ve en la tabla 7.

**Tabla 7.** Resultados físico-químicos y microbiológicos, de la miel de abeja al ambiente y después del mejor tratamiento térmico.

Parámetros físico-químicos	Temperatura ambiente	30 °C por 15 minutos	Valores de referencia	
			Norma 1572 Min.	NTE INEN Máx.
Requisitos				
Contenido de humedad	16,80%	16,45%		20%
Contenido de azúcares reductores	81,30%	79,99%	65%	
Contenido de sacarosa	3,78%	3,60%		5%
Contenido de sólidos insolubles	0,01%	0,01%		0,10%
Acidez libre	8,38 meq/kg	8,91 meq/kg		50 meq/kg
Número de diastasa	10,28	9,53	8	
Contenido de HMF	4,72 mg/kg	4,96 mg/kg		40 mg/kg
Contenido de cenizas	0,16%	0,16%		0,50%
Conductividad eléctrica	0,201 mS/cm	0,195 mS/cm		0,8 mS/cm
Parámetro microbiológico				
Recuento total de hongos y levaduras	0 UPC/g	0 UPC/g		1x10 <sup>2</sup> UPC/g

**Fuente:** (Ruiz, Danesa 2018).

Los resultados de la degradación de vitamina C en miel enriquecida se observa en la tabla 8. El contenido de vitamina C en miel de abeja es muy bajo (0,05 mg/100 g de miel) (G et al. 2010), esto resulto una dificultad en la detección de su concentración con los recursos disponibles, con este escenario se decidió realizar un estudio direccionado consistente en adicionar una solución estándar de vitamina C a la miel, con el fin de determinar el porcentaje de degradación de la vitamina luego del tratamiento térmico encontrado como óptimo. (Ruiz, Danesa 2018).

**Tabla 8.** Resultados de la concentración de vitamina C, como indicativo para valorar probable degradación de otras sustancias presentes en miel (con el mejor tratamiento).

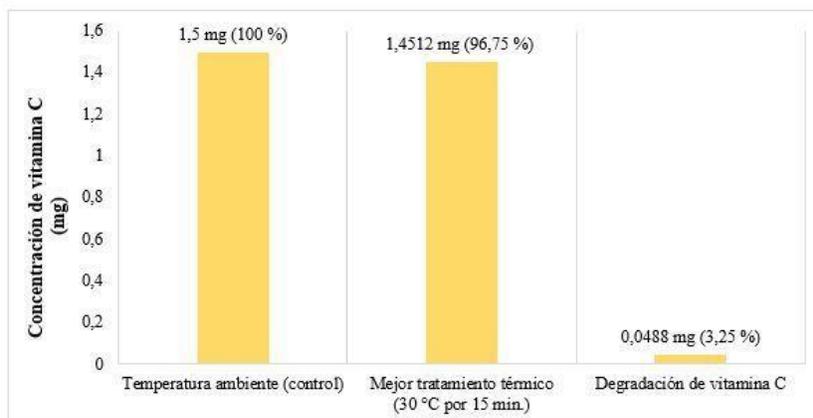
Mejor tratamiento	Concentración de vitamina C adicionada en miel (mg)	Porcentaje de vitamina C
Temperatura ambiente (control)	1,500	100,00
30 °C por 15 minutos	1,451	96,75
Degradación de vitamina C	0,049	3,25

*Valor de referencia para miel genuina: 0,05 mg/100 g de miel*

**Fuente:** (Ruiz, Danesa 2018).

“La degradación mínima de vitamina C (3,25 %) con el tratamiento óptimo (30 °C por 15 minutos) permitiría valorar referencialmente la probable estabilidad que pueden tener otros componentes existentes en la miel luego del tratamiento térmico, por ejemplo otras vitaminas y compuestos varios. Una de las propiedades más conocidas y sobresalientes de la vitamina C es su propiedad anti-oxidativa, por lo que protege de la oxidación a las vitaminas A y E que también se encuentran en la composición de la miel de abeja.” (Tauguin s. f.)

**Figura 8.** Degradación de vitamina C en miel de abeja, a temperatura ambiente y después del mejor tratamiento térmico.



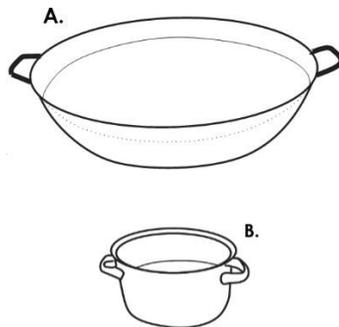
**Fuente:** (Ruiz, Danesa 2018).

### Equipo alternativo de tratamiento térmico para Asoproach.

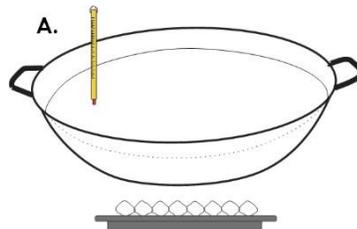
La metodología planteada debe ser aplicada solamente cuando la situación lo amerite.

*Procedimiento:* (Ruiz, Danesa 2018), (fuente de figuras: Elaboración propia).

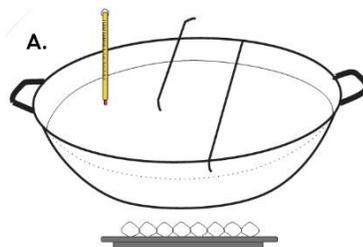
1. Disponer de 2 recipientes de aluminio: un recipiente grande (A.) y un recipiente pequeño (B.). En el recipiente A colocar agua y en el recipiente B colocar miel de abeja.



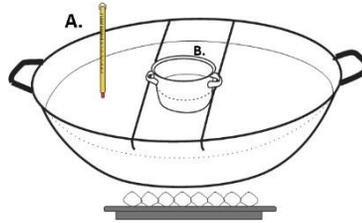
2. Calentar el recipiente A. hasta que alcance 30 °C, controlar la temperatura



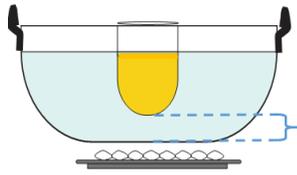
3. Colocar varillas de hierro a lo largo de la superficie del recipiente A.



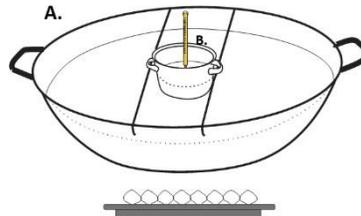
4. Cuando el agua haya alcanzado los 30 °C, colocar el recipiente B. apoyado en las varillas sobre el recipiente A. El nivel del agua del baño exterior debe estar al mismo nivel de la miel en el recipiente interior (obligatorio).



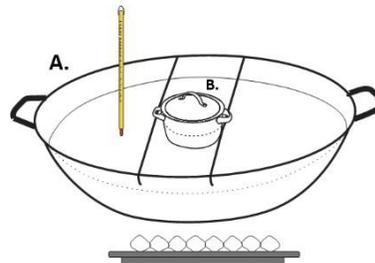
La base del recipiente **B** y la base del recipiente **A** deben estar separados a una distancia prudencial



5. Cuando el medio interno (miel) alcance los 30 °C del medio externo (agua), a partir de este instante correrá el tiempo de 15 minutos a los 30 °C (obligatorio).



6. Igualadas las temperaturas del exterior y de la miel proceda a tapar el recipiente de miel con la ayuda de papel aluminio o su equivalente, durante los 15 minutos a 30 °C con control permanente de temperatura.



7. Cumplido los 15 minutos a 30 °C la miel debería ser considerada apta en todas sus características y estaría disponible para cualquier aplicación.  
(Ruiz, Danesa 2018).

### Conclusiones.

- El mejor tratamiento térmico que garantiza estabilidad de la concentración de HMF y número de diastasa en un volumen de 300 ml de miel, corresponde a un tratamiento de 30 °C por 15 minutos.
- La metodología diseñada en la investigación (miel de abeja a 30, 60, 80 y 90 °C por 15, 30 y 60 minutos), permite ver un deterioro progresivo de HMF y el número de diastasa al incrementar la temperatura y el tiempo de tratamiento.
- La vitamina C en miel de abeja es estable a 30 °C por 15 minutos, lo que probablemente garantizaría la integridad de las demás vitaminas y sustancias diversas presentes en la miel, y cumple las especificaciones de la norma NTE INEN 1572.
- El equipo alternativo artesanal propuesto para el tratamiento térmico de la miel de abeja, garantiza la estabilidad de la misma, siempre que se de cumplimiento a las condiciones de la metodología diseñada experimentalmente, aplicando el mejor tratamiento térmico.
- El estudio no significa propiciar el uso de calor en la manipulación de mieles.
- El aporte de la presente investigación sobre el efecto térmico sobre la miel de abeja no significa propiciar el tratamiento térmico de este alimento

### Referencias Bibliográficas

- Al-Ghamdi, Ahmad, Seif Eldin A. Mohammed, Mohammad Javed Ansari, y Nuru Adgaba. 2019a. «Comparison of Physicochemical Properties and Effects of Heating Regimes on Stored Apis Mellifera and Apis Florea Honey». *Saudi Journal of Biological Sciences* 26(4):845-48.
- Al-Ghamdi, Ahmad, Seif Eldin A. Mohammed, Mohammad Javed Ansari, y Nuru Adgaba. 2019b. «Comparison of physicochemical properties and effects of heating regimes on stored Apis mellifera and Apis florea honey». *Saudi Journal of Biological Sciences* 26(4):845-48.
- Ana Correa. 2015. «Evaluación de indicadores de deterioro de miel de diferentes especies de abejas». Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Anón. 2017. «Miel». *Wikipedia, la enciclopedia libre*.
- Anón. s. f. «(PDF) Determinación de propiedades termofísicas en diferentes mieles de abeja recolectadas en el Estado de Puebla». Recuperado 3 de mayo de 2020a ([https://www.researchgate.net/publication/263766731\\_Determinacion\\_de\\_propiedades\\_termofisicas\\_en\\_diferentes\\_mieles\\_de\\_abeja\\_recolectadas\\_en\\_el\\_estado\\_de\\_puebla](https://www.researchgate.net/publication/263766731_Determinacion_de_propiedades_termofisicas_en_diferentes_mieles_de_abeja_recolectadas_en_el_estado_de_puebla)).
- Anón. s. f. «Visquert - Influencia de las condiciones térmicas en la calidad de la miel.pdf».

- Arribas, Lorenzo. 2013. «Análisis, inhibición e ingesta de nuevos contaminantes químicos de procesado en alimentos». Tesis Doctoral, UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, Madrid.
- Bucekova, Marcela, Valeria Juricova, Gabriele Di Marco, Angelo Gismondi, Donatella Leonardi, Antonella Canini, y Juraj Majtan. 2018. «Effect of thermal liquefying of crystallised honeys on their antibacterial activities». *Food Chemistry* 269:335-41.
- Cámara Soto, Denissy, y Thalia Olortegui. 2015. *Determinación de Ácido Ascórbico por titulación visual con 2.6 diclorofenolindofenol*. 11. Lima-Peru: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Ciulu, Marco, Silvia Solinas, Ignazio Floris, Angelo Panzanelli, Maria I. Pilo, Paola C. Piu, Nadia Spano, y Gavino Sanna. 2011. «RP-HPLC Determination of Water-Soluble Vitamins in Honey». *Talanta* 83(3):924-29.
- Fechner, Diana C., Adriana L. Moresi, Juan D. Ruiz Díaz, Roberto G. Pellerano, y Francisco A. Vazquez. 2016. «Multivariate Classification of Honeys from Corrientes (Argentina) According to Geographical Origin Based on Physicochemical Properties». *Food Bioscience* 15:49-54.
- G, Zago, Karina I, García F, María Y, Di Bernardo, María L, Patricia Vit, José R. Luna, y María Gualtieri. 2010. «Determinación del contenido de vitamina C en miel de abejas venezolanas por volumetría de óxido-reducción». *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel* 41(1):25-30.
- Guangashi, Lilian. 2018. «Valoración comparativa de mieles de abeja de la asociación de producción apícola de Chimborazo con mieles existentes en el mercado según NORMA NTE INEN 1572». Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Kaygusuz, Hakan, Filiz Tezcan, F. Bedia Erim, Oktay Yildiz, Huseyin Sahin, Zehra Can, y Sevgi Kolayli. 2016. «Characterization of Anatolian Honeys Based on Minerals, Bioactive Components and Principal Component Analysis». *LWT - Food Science and Technology* 68:273-79.
- Pasias, Ioannis, Ioannes Kyriakou, y Charalampos Proestos. 2017. «HMF and diastase activity in honeys: A fully validated approach and a chemometric analysis for identification of honey freshness and adulteration». *Food Chemistry* 229:425-31.
- Pasias, Ioannis N., Ioannis K. Kiriakou, y Charalampos Proestos. 2017. «HMF and diastase activity in honeys: A fully validated approach and a chemometric analysis for identification of honey freshness and adulteration». *Food Chemistry* 229:425-31.
- Polaino, Carlos. 2006. *Manual Practico del Apicultor*. Madrid: Cultural.
- Rosa, López, y Andrea Michelle. 2014. «Efecto de la humedad de la miel y temperatura de descristalizado en la calidad de la miel procesada». 30.

- Ruiz, Danesa. 2018. «Estudio de la afectación térmica de la miel de abeja en una metodología alternativa, monitoreando la degradación de vitamina c, hidroximetilfurfural y número de diastasa». Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Sakač, Nikola, y Milan Sak-Bosnar. 2012. «A rapid method for the determination of honey diastase activity». *Talanta* 93:135-38.
- Seraglio, Siluana Katia Tischer, Bibiana Silva, Greici Bergamo, Patricia Brugnerotto, Luciano Valdemiro Gonzaga, Roseane Fett, y Ana Carolina Oliveira Costa. 2019. «An overview of physicochemical characteristics and health-promoting properties of honeydew honey». *Food Research International* 119:44-66.
- Shantal Rodríguez Flores, M., Olga Escuredo, y M. Carmen Seijo. 2015. «Assessment of Physicochemical and Antioxidant Characteristics of Quercus Pyrenaica Honeydew Honeys». *Food Chemistry* 166:101-6.
- da Silva, Priscila Missio, Cony Gauche, Luciano Valdemiro Gonzaga, Ana Carolina Oliveira Costa, y Roseane Fett. 2016. «Honey: Chemical composition, stability and authenticity». *Food Chemistry* 196:309-23.
- Subovsky, Martha J., Ángela Sosa López, Alicia Castillo, y Nelly Cano. 2016a. «Evaluación del contenido de Hidroximetilfurfural en mieles del Nordeste Argentino». *Agrotecnia* 0(12):32-33.
- Subovsky, Martha J., Ángela Sosa López, Alicia Castillo, y Nelly Cano. 2016b. «Evaluación del contenido de Hidroximetilfurfural en mieles del Nordeste Argentino». *Agrotecnia* 0(12):32-33.
- Tauguin, Alicia. s. f. «ANÁLISIS DE NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE VITAMINA C EN MIELES... CHACO Taugin, Alicia L; Avallone, Carmen M Hoyos, Silvia; Cravsov, Alicia...» *studylib.es*. Recuperado 26 de noviembre de 2019 (<https://studylib.es/doc/106767/análisis-de-niveles-de-concentración-de-vitamina-c-en-mie>).
- Tuberoso, Carlo Ignazio Giovanni, Igor Jerković, Ersilia Bifulco, Zvonimir Marijanovic, Francesca Congiu, y Dragan Bubalo. 2012. «Riboflavin and Lumichrome in Dalmatian Sage Honey and Other Unifloral Honeys Determined by LC–DAD Technique». *Food Chemistry* 135(3):1985-90.
- Valega, Orlando. 2019. «Todo sobre la miel (2005)». Recuperado 8 de julio de 2019 (<https://www.apiservices.biz/es/articulos/ordenar-por-popularidad/938-todo-sobre-la-miel>).
- Velastegui, Ing Darío. s. f. «Mélida María Vargas Barrionuevo». 29.

- Wu, Liming, Bing Du, Yvan Vander Heyden, Lanzhen Chen, Liuwei Zhao, Miao Wang, y Xiaofeng Xue. 2017. «Recent advancements in detecting sugar-based adulterants in honey – A challenge». *TrAC Trends in Analytical Chemistry* 86:25-38.
- Yücel, Yasin, y Pınar Sultanog̃lu. 2013. «Characterization of Honeys from Hatay Region by Their Physicochemical Properties Combined with Chemometrics». *Food Bioscience* 1:16-25.
- Zago G, Karina I., María Y. García F, María L. Di Bernardo, Patricia Vit, José R. Luna, y María Gualtieri. 2010. «Determinación del contenido de vitamina C en miel de abejas venezolanas por volumetría de óxido-reducción». *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel* 41(1):25-30.



**PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.**

Ruiz Yupangui, D. A., Insuasti Castelo, G. A., Pilamunga Capus, C., & Fonseca Navarrete, E. V. (2020). Afectación térmica de la miel de abeja en una metodología alternativa, monitoreando hidroximetilfurfural, número de diastasa y vitamina C . *ConcienciaDigital*, 3(2.1), 41-63. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i2.1.1219>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.

