

**Evaluación del método de descristalizado en
las características físicas, químicas y
sensoriales de la miel de abeja (*Apis mellifera*)**

Katherine Pamela Murillo Lobo

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2015

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Evaluación del método de descrystalizado en las características físicas, químicas y sensoriales de la miel de abeja (*Apis mellifera*)

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Katherine Pamela Murillo Lobo

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2015

Evaluación del método de descristalizado en las características físicas, químicas y sensoriales de la miel de abeja (*Apis mellifera*)

Presentado por:

Katherine Pamela Murillo Lobo

Aprobado:

Carolina Valladares, M.Sc.
Asesora Principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Departamento de Agroindustria
Alimentaria

Juan Ruano, D. Sc.
Asesor

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Evaluación del método de descrystalizado en las características físicas, químicas y sensoriales de la miel de abeja (*Apis mellifera*)

Katherine Pamela Murillo Lobo

Resumen. La miel es la sustancia natural dulce producida por la abeja (*Apis mellifera*) que tiene alto contenido de glucosa y fructuosa, la glucosa tiende a cristalizarse liberando agua dando lugar al crecimiento microbiano. El descrystalizado es un tratamiento térmico que alarga la vida útil de la miel, pero puede modificar la calidad de la miel según el equipo que se utilice para ello. En este estudio se evaluó el efecto de los métodos de descrystalizado en las características físicas, químicas y sensoriales de la miel de abeja procedente de dos zonas de producción. Se usó un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo factorial, con dos zonas de producción (El Paraíso y Choluteca) y dos métodos de descrystalizado (baño María o resistencia eléctrica) y se compararon con dos tratamientos control (sin proceso de descrystalizado), con dos medidas repetidas en el tiempo (1 y 15 días) y tres repeticiones. Se evaluó color, viscosidad, pH, humedad y °Brix en la miel. Se analizó sensorialmente la aceptación con una escala hedónica de nueve puntos. El método de descrystalizado a 50 °C durante 20 min no tuvo efecto en las características físicas, químicas y sensoriales de la miel. La zona de producción fue el factor más influyente en la caracterización, siendo la miel de Choluteca de color oscuro, con mayor pH y humedad y menor viscosidad y °Brix. La miel de El Paraíso tuvo mayor calificación de aceptación por los panelistas en los atributos de consistencia, dulzura, sabor y aceptación general.

Palabras clave: Baño María, Cristalización, pH.

Abstract. Honey is a natural sweet substance produced by bees (*Apis mellifera*) with high content of glucose and fructose, glucose tends to crystallize releasing water and leading to microbial growth. Descrystallization process is a heat treatment that extends the shelf life of the honey, but can change the quality of the honey according to the equipment used for this process. In this study the effect of the descrystallization methods were evaluated in the physical, chemical and sensory honey characteristics from two production areas. A Randomized Complete Block Design (BCA) was used, with two production areas (El Paraíso and Choluteca) and two methods of descrystallization (water bath or electrical resistance) were compared with two control treatments (without descrystallization process), with two repeated measures on time (1 and 15 days) and evaluated for triplicated. Color, viscosity, pH, moisture and °Brix were evaluated in the honey. The sensorial acceptance was analyzed with a nine-point hedonic scale. Decrystallization method at 50 °C for 20 min had no effect on the physical, chemical and sensory properties of honey. The production area was the most influential factor in the characterization, the honey from Choluteca was darker, with more moisture and pH and lower viscosity and °Brix. Honey from El Paraíso had more acceptance rating of the panelists on the attributes of consistency, sweetness, flavor and overall acceptance.

Key words: Crystallization, water bath, pH.

CONTENIDO

	Portadilla	
ii	Página de firmas	
iii	Resumen	iii
	Contenido	iv
	Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	
vi		
1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
4.	CONCLUSIONES.....	12
5.	RECOMENDACIONES.....	13
6.	LITERATURA CITADA.....	14
7.	ANEXOS	16

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Descripción de los tratamientos.....	4
2. Resultados análisis físicos de color	5
3. Resultado análisis físico de viscosidad.....	6
4. Resultado análisis químico de humedad.....	7
5. Resultado análisis químico de pH.	8
6. Resultado análisis químico de °Brix.....	9
7. Resultados análisis sensorial apariencia, color, consistencia y acidez.	10
8. Resultado de análisis sensorial dulzura, sabor, aceptación general.....	11

Anexos	Página
1. Mieles evaluadas	16
2. Valor F y P resultados análisis físico de color.	16
3. Valor F y P resultados análisis físico de viscosidad.....	17
4. Valor F y P resultados análisis físico de pH.....	17
5. Valor F y P resultados análisis físico de humedad.	17
6. Valor F y P resultados análisis físico de °Brix.	17
7. Correlación resultados análisis físicos, químicos y sensoriales.	18
8. Correlación resultados de análisis sensorial.	19
9. Correlación resultados de análisis físicos y químicos.	20
10. Boleta de análisis sensorial.....	21

1. INTRODUCCIÓN

La miel es la sustancia dulce natural producida por las abejas (*Apis mellifera*) a partir del néctar de las plantas o de secreciones de partes vivas, que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, que depositan, deshidratan, almacenan y dejan en el panal para que madure. Se compone esencialmente de azúcares, predominantemente fructosa y glucosa además de otras sustancias como ácidos orgánicos, enzimas y partículas sólidas derivadas de la recolección. El color de la miel va desde incoloro a pardo oscuro. Su consistencia puede ser fluida, viscosa, total o parcialmente cristalizada. El sabor y el aroma varían, pero derivan de la planta de origen (Codex, 2001).

El néctar es transportado a la colonia, donde sufre cambios en su concentración dada la pérdida de agua y la composición química, sólo entonces es almacenada en las celdas. La miel de abeja consiste en una solución concentrada de azúcares, principalmente glucosa y fructosa, que constituyen el mayor porcentaje de la miel. También tiene pequeñas cantidades de aminoácidos, ácidos orgánicos, vitaminas, minerales y pigmentos. Contiene además cinco enzimas: invertasa, glucosa-oxidasa, amilasa, catalasa y fosfatasa ácida. (Estrada *et al.*, 2005)

La formación de cristales se produce naturalmente, esto ocurre cuando la glucosa se precipita fuera de la solución de miel sobresaturada perdiendo agua y formando cristales (Crane, 1980). Para que lo anterior, no ocurra la miel debe someterse a un proceso térmico que reacondicionará la miel a su estado líquido. Sin embargo, este proceso podría afectar otras características como su sabor, aroma, pérdida de sustancias y enzimas volátiles. En ese sentido se recomienda llevar la miel a su estado líquido calentándola solo para disolver cristales (Rodríguez *et al.*, 2006)

Según la Norma Chilena de la miel de abeja (2007), esta no debe de sobrepasar los 45 °C ya que aumenta la producción de hidroximetilfurfural (HMF). El contenido de HMF de la miel después de su elaboración y/o mezcla no debe ser superior a 40 mg/kg, valores superiores indican mieles viejas de baja calidad y/o excesivamente calentadas o adulteradas (Subovsky *et al.* 2002). Sin embargo, en el caso de la miel de origen declarado procedente de países o regiones de temperatura ambiente tropical, así como de las mezclas de estas mieles, el contenido de HMF no deberá exceder de 80 mg/kg (Codex, 2001).

Según Vargas (2006), es de suma importancia realizar un estudio sobre el tratamiento térmico sobre la variación de la calidad de la miel, encontrando tiempos y temperaturas adecuadas que reduzcan el impacto de HMF y obtener un producto inocuo sin aditivos ni químicos que afecte la salud del consumidor y eleve la calidad de la miel y su tiempo de vida útil.

Reyes Rojas en el 2012, concluye que el tratamiento térmico disminuyó 1.0 logaritmo la carga microbiana de aerobios mesófilos y 1.5 logaritmos en hongos y levaduras, por lo cual la descristalización, también es un proceso recomendado para reducir y mantener los conteos a los límites permisibles

Los objetivos de esta investigación fueron:

- Determinar el efecto del método de descristalizado en las características físicas y químicas de la miel de abeja procedente de dos zonas de producción.
- Evaluar el efecto del método de descristalizado en los atributos sensoriales de la miel de abeja procedente de dos zonas de producción.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio. El proceso de descristalizado se realizó en la Planta Apícola y los análisis físicos y químicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ). Ambos pertenecientes al Departamento de Agroindustria Alimentaria de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, localizada en el km 30 al este de Tegucigalpa, Departamento de Francisco Morazán, Honduras

Materia prima. Las mieles fueron obtenidas en la Planta Apícola a partir de cosechas de miel realizadas en El Paraíso y en Choluteca. Las zonas que se seleccionaron para el experimento son productoras de miel y presentan diferencias de clima, floración, y por ello características diferentes muy marcadas entre las mieles. La zona de El Paraíso presenta una precipitación anual de 1100 a 2100 mm, con una flora de café, guaba, árboles de Guanacaste y malezas. En Choluteca las precipitaciones oscilan en torno a 1800 mm anuales, con flora principalmente de malezas de gramíneas donde las abejas cosechan el néctar.

Descristalización de la miel. Se utilizaron dos métodos tradicionales de descristalizado de la miel a Baño María y mediante uso de resistencia eléctrica. Mediante el método de Baño María se utilizó dos recipientes de acero inoxidable de grado alimenticio de distintos tamaños en el recipiente de mayor tamaño se colocó el de agua, y el de menor tamaño que contenía la miel se colocó sobre el agua, ambos recipientes se colocaron en una estufa de resistencia eléctrica marca Premier. La miel se llevó a temperatura de 50 °C y se mantuvo a dicha temperatura por 20 minutos.

Para el descristalizado con resistencia eléctrica (1500 W, 220 v) la miel se colocó en una marmita de acero inoxidable grado alimenticio, asegurando que la miel cubra el termostato y una vez alcanza 50 °C se mantuvo en calentamiento por 20 minutos.

Medición de color. La medición de color se hizo por triplicado para cada unidad experimental, utilizando el colorímetro Colorflex Hunter L*a*b*, según el método AN 1018.00. Los valores fueron reportados como L, a, b donde: L = 0 es negro y 100 es blanco, a = negativo es verde y positivo rojo, b = negativo es azul y positivo amarillo (Chuchuca *et al.*, 2012).

Medición de viscosidad. Se realizó por triplicado usando el Reómetro de Brookfield modelo LVDV-III U, según método ISO 1652:2004 se reportó en Pa.s.

Medición de pH. Se realizó por triplicado para cada unidad experimental usando el método oficial de la AOAC 981.12 utilizando el potenciómetro Thermo Scientific Orion

Star.**Medición de humedad.** La medición de humedad se realizó por triplicado para cada unidad experimental, según método oficial de la AOAC 969.38. Se utilizó el refractómetro Pocket PAL 22S (ATAGO).

Medición de °Brix. La medición de los sólidos disueltos se realizó por triplicado para cada unidad experimental, según el método oficial de la AOAC 983.17 utilizando un refractómetro Pocket PAL -3 (ATAGO).

Diseño experimental. Se usó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo factorial con dos zonas de cosecha de miel y dos métodos de descristalización y dos medidas en el tiempo (1 y 15 días) obteniendo 36 unidades experimentales. Utilizando el programa estadístico SAS® 9.3 con un análisis de varianza ANDEVA y una separación de medias por Duncan.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos.

Zona	Descristalizado	Tratamientos
El Paraíso	Sin Descristalizar	T1
	Resistencia Eléctrica	T2
	Baño María	T3
Cholulteca	Sin Descristalizar	T4
	Resistencia Eléctrica	T5
	Baño María	T6

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultado análisis de color. El cuadro 2 muestra que se encontraron diferencias entre los tratamientos en los resultados de los valores $L^*a^*b^*$ ($P<0.05$). El tiempo no influyó sobre los resultados ($P<0.05$) y el factor de mayor influencia sobre los resultados de L^* , a^* y b^* , fue la zona de producción, encontrando que las mieles de Choluteca tienden a ser más oscuras y más rojizas. Y esto podría estar relacionado con el origen néctar que extraen las abejas de las flores. Existió una correlación positiva ($P<0.05$) entre el valor L^* y el valor b^* , correlación alta positiva ($P<0.05$) del valor a^* y la humedad, encontrando una correlación alta inversa ($P<0.05$) entre el valor a^* y la viscosidad ($P<0.05$).

Cuadro 2. Resultados análisis físicos de color

Zona	Descristalizado	L^*	a^*	b^*
		Media $\pm$ DE [¥]	Media $\pm$ DE [¥]	Media $\pm$ DE [¥]
El Paraíso	Sin descristalizar	47.33 $\pm$ 19.02 a	10.84 $\pm$ 5.84 b	50.97 $\pm$ 19.43 a
	Resistencia Eléctrica	46.74 $\pm$ 18.50 a	8.59 $\pm$ 3.97 b	46.50 $\pm$ 17.43 ab
	Baño María	50.12 $\pm$ 15.49 a	9.05 $\pm$ 2.96 b	49.62 $\pm$ 13.58 ab
Choluteca	Sin descristalizar	27.74 $\pm$ 10.99 b	25.96 $\pm$ 10.48 a	42.60 $\pm$ 18.00 b
	Resistencia Eléctrica	26.78 $\pm$ 10.97 b	26.48 $\pm$ 10.20 a	42.20 $\pm$ 17.50 b
	Baño María	28.81 $\pm$ 11.92 b	26.28 $\pm$ 9.70 a	45.25 $\pm$ 19.60 ab
Coeficiente Variación (%)		10.00	19.61	8.11

a-b Letras diferentes dentro de la columna indican diferencias entre tratamientos ($P<0.05$).
[¥] Desviación Estándar.

Según OIRSA (2007) el color de la miel está determinado por el origen botánico donde las abejas colectan el néctar. Las diversas clases de miel difieren mucho en color, sabor y densidad, la miel varía según el origen floral desde los tonos blancos hasta los pardos oscuros, existiendo mieles rojizas, amarillentas o verdosas, aunque predominan los tonos castaños, claro o ambarinos esto depende de la naturaleza de las plantas, terreno, clima y estación del año (Montenegro *et al.*, 2005). Esto explica las diferencias de la miel proveniente de la zona de El Paraíso a la zona de Choluteca, encontrando que la zona de El Paraíso presenta mieles más claras pues provienen de cultivos como el café. Mientras las mieles de Choluteca son mieles más oscuras pues provienen de cultivos como malezas, Guanacaste, caña de azúcar.

Resultado análisis de viscosidad. El cuadro 3 muestra que se encontraron diferencias entre los tratamientos en los resultados de viscosidad ($P < 0.05$). Los tratamientos en cada una de las zonas no mostró diferencias ($P > 0.05$) El tiempo no influyó sobre los resultados ($P > 0.05$) y el factor de mayor influencia sobre los resultados de viscosidad, fue la zona de producción, encontrando que las mieles de Choluteca tienden a ser menos viscosas. Existió una correlación alta inversa ($P < 0.05$) con el valor a^* y la humedad ($P < 0.05$).

Cuadro 3. Resultado análisis físico de viscosidad.

Zona	Descristalizado	Viscosidad (Pa.s)
		Media $\pm$ DE [¥]
El Paraíso	Sin Descristalizar	12.67 $\pm$ 1.50 a
	Resistencia Eléctrica	14.46 $\pm$ 2.58 a
	Baño María	14.41 $\pm$ 2.48 a
Choluteca	Sin Descristalizar	7.40 $\pm$ 1.32 b
	Resistencia Eléctrica	8.46 $\pm$ 1.53 b
	Baño María	8.43 $\pm$ 1.21 b
Coeficiente Variación (%)		14.70

^{a-b} Letras diferentes dentro de la columna indican diferencias entre tratamientos ($P < 0.05$).

[¥] Desviación Estándar.

La viscosidad inicial que muestra las miel están relacionada con el contenido de humedad de la miel, por ello se recomienda cosechar los panales con un 75% de opérculo 20% de humedad (Codex, 2001) que equivale aproximadamente a 10 Pa.s (ATPP, 2008). Por lo anterior, podríamos deducir que la miel de Choluteca fue cosechada con un porcentaje de opérculos menor al 75%.

Resultado análisis de humedad. El cuadro 4 muestra las diferencias entre los tratamientos en los resultados humedad ($P < 0.05$). El factor de mayor influencia sobre los resultados de humedad, fue la zona de producción ($P < 0.05$), encontrando que las mieles de Choluteca tienden mayor contenido de humedad. Existió correlación alta positiva ($P < 0.05$) con el valor a^* y correlación inversa ($P < 0.05$) con la viscosidad.

Cuadro 4. Resultado análisis químico de humedad.

Zona	Descristalizado	Humedad (%)
		Media $\pm$ DE [¥]
El Paraíso	Sin descristalizar	17.05 $\pm$ 0.56 b
	Resistencia eléctrica	16.72 $\pm$ 0.48 b
	Baño María	16.77 $\pm$ 0.66 b
Cholulteca	Sin descristalizar	19.90 $\pm$ 0.94 a
	Resistencia eléctrica	19.22 $\pm$ 0.32 a
	Baño María	19.48 $\pm$ 0.29 a
Coeficiente Variación		2.63

^{a-b} Letras diferentes dentro de la columna indican diferencias entre tratamientos (P<0.05).

[¥] Desviación Estándar.

Los azúcares junto con el agua son los principales componentes de la miel (La cantidad de agua máxima en la miel es de 20% (Codex, 2001), las mieles de ambas zonas cumple con el contenido de humedad según el Codex en 2001. Lo anterior podría estar relacionado con el hecho que los apicultores cosechan panales con un mínimo 75% de opérculos para hacer la cosecha de la miel (OIRSA, 2007).

Cuando la miel tiene un proceso de cristalización el contenido de agua aumenta y el contenido de agua está relacionado con la fermentación y ataque microbiano (Huidobro *et al.*, 1984). El contenido de agua favorece al crecimiento de levaduras osmofílicas, pero este riesgo se disminuye con un contenido de humedad <17.1% (Belitz *et al.*, 1988). Esto difiere con este estudio dado que el contenido de agua no aumento por el tratamiento aplicado a cada muestra. En este estudio la perdida de agua fue mínima ya que el agua libre de la miel fue la que se logró remover.

Resultado análisis de pH. El cuadro 5 muestra que se encontraron diferencias entre los tratamientos en los resultados de los valores de pH (P<0.05). El factor de mayor influencia sobre los resultados de pH, fue la zona de producción (P<0.05), encontrando que las mieles de El Paraíso tienden a ser más ácidas. Existió una correlación alta positiva (P<0.05) con el análisis de humedad, encontrando que las mieles con contenidos altos en humedad presentan un pH altos.

Cuadro 5. Resultado análisis químico de pH.

Zona	Descristalizado	pH
		Media $\pm$ DE [¥]
El Paraíso	Sin descristalizar	3.39 $\pm$ 0.50 b
	Resistencia eléctrica	3.21 $\pm$ 0.17 b
	Baño María	3.29 $\pm$ 0.27 b
Cholulteca	Sin descristalizar	3.90 $\pm$ 0.22 a
	Resistencia eléctrica	3.90 $\pm$ 0.20 a
	Baño María	3.92 $\pm$ 0.20 a
Coeficiente Variación		5.11

a-b Letras diferentes dentro de la columna indican diferencias entre tratamientos (P<0.05).

¥ Desviación Estándar.

Las diferencias de pH encontradas se deben a que el pH de la miel depende del origen de la planta de la cual fue extraído el néctar (Codex, 2001).

Según estudios realizados por Estrada (2013) la madurez fue el factor que más influyó en el pH de la miel y puede observarse que las mieles inmaduras y maduras con rangos de pH de tres a cuatro presentando diferencia significativa (P<0.05)

Por lo general la miel tiene pH de 3.5 - 4.5 y está acidez se debe a la presencia de ácidos orgánicos que representan un importante factor antimicrobiano. Los ácidos orgánicos que se conocen en la miel son el acético, butírico, cítrico, fórmico, glucónico, láctico, málico, piroglutámico y succínico, siendo el principal el ácido glucónico, este se produce en la miel por la acción de la enzima glucosa-oxidasa sobre la glucosa (Baez *et al.*, 2004).

Resultado análisis de Brix. El cuadro 6 muestra que se encontraron diferencias entre los tratamientos en los resultados de los valores °Brix (P<0.05). El factor de mayor influencia sobre los resultados de °Brix, fue la zona de producción, encontrando que las mieles de Cholulteca contienen menos °Brix. No existió correlaciones con factores físicos ni químicos.

Cuadro 6. Resultado análisis químico de °Brix.

Zona	Descristalizado	°Brix (%)
		Media $\pm$ DE [¥]
El Paraíso	Sin descristalizar	81.18 $\pm$ 0.48 a
	Resistencia eléctrica	81.21 $\pm$ 1.13 a
	Baño María	81.08 $\pm$ 1.29 a
Cholulteca	Sin descristalizar	79.85 $\pm$ 0.60 b
	Resistencia eléctrica	80.29 $\pm$ 1.55 ab
	Baño María	80.26 $\pm$ 1.43 ab
Coeficiente Variación (%)		0.65

a-b Letras diferentes dentro de la columna indican diferencias entre tratamientos ($P < 0.05$).

¥ Desviación Estándar.

La humedad es un factor inversamente proporcional a los grados Brix (Espina y Ordets, 1984). La miel de Cholulteca ha demostrado contener más humedad que la miel de El Paraíso por ello menor grados Brix y al exponer las muestras a los distintos tratamientos la concentración de los sólidos solubles no presenta diferencias.

Estudios realizados indican que existe diferencia en el contenido de humedad entre mieles maduras e inmaduras, ya que esta última permanece menos tiempo en el panal guardando mayor contenido de humedad en su composición y por lo tanto menor concentración de azúcares (Estrada, 2013). Según Reyes (2012) el contenido de humedad en la miel depende del estado de madurez, evaluado en su estudio el efecto de la pasteurización en las características microbiológicas y químicas de la miel de abeja.

Resultado análisis sensorial. El cuadro 7 muestra que para los atributos de apariencia y color, no se encontraron diferencias entre los tratamientos ($P > 0.05$). Siendo que la zona influyó sobre los resultados en ambos casos ($P < 0.05$). Ambos atributos fueron calificados en un rango de me gusta poco a me gusta moderadamente, según la escala hedónica de aceptación de 9 puntos. Existió una correlación alta positiva ($P < 0.05$). con apariencia y color. Y una correlación alta positiva ($P < 0.05$) entre los atributos de dulzura con sabor y aceptación general.

Cuadro 7. Resultados análisis sensorial apariencia, color, consistencia y acidez.

Zona	Descristalizado	Apariencia	Color	Consistencia	Acidez
		Media $\pm$ DE [¥]	Media $\pm$ DE [¥]	Media $\pm$ DE [¥]	Media $\pm$ DE [¥]
El Paraíso	Resistencia eléctrica	6.69 $\pm$ 1.77 a	7.09 $\pm$ 1.37 a	6.88 $\pm$ 1.75 a	6.99 $\pm$ 1.64 a
	Baño María	6.69 $\pm$ 1.60 a	6.65 $\pm$ 1.49 a	7.20 $\pm$ 1.20 a	6.04 $\pm$ 2.06 b
Cholulteca	Resistencia eléctrica	6.32 $\pm$ 1.65 a	6.68 $\pm$ 1.60 a	6.24 $\pm$ 1.50 b	4.67 $\pm$ 1.90 c
	Baño María	6.59 $\pm$ 1.75 a	6.99 $\pm$ 1.63 a	6.65 $\pm$ 1.73 b	5.64 $\pm$ 1.74 b
Coeficiente Variación (%)		25.51	22.07	22.95	30.86

a-b Letras diferentes dentro de la columna indican diferencias entre tratamientos (P<0.05).

¥ Desviación Estándar.

Para el atributo de consistencia los resultados muestran diferencias entre tratamientos (P<0.05), siendo la zona de cosecha de la miel el factor de mayor influencia (P<0.05). El atributo de consistencia obtuvo calificaciones en un rango de me gusta poco a me gusta modernamente.

Para el atributo de acidez muestra diferencias entre tratamientos (P<0.05). En los resultados de acidez fueron influenciados por los dos factores evaluados (P<0.05). La miel de la zona de El Paraíso fue menos agradable para los panelistas obteniendo calificaciones de “me disgusta un poco” hasta “me gusta moderadamente”.

Este estudio no encontró diferencias entre atributos de apariencia, color, en las mieles presentadas las cuales provenían de distintas zonas de producción. López (2014) demostró que los dos factores, humedad de cosecha y la temperatura de descristalizado, influyeron de igual manera sobre la valoración de la apariencia, encontrando que prefieren las mieles con mayor humedad y descristalizado. Lo encontrado en este estudio difiere con lo reportado por López (2014) ya que los panelistas no encontraron diferencias dado que toda la miel que se presentó contiene <20% de humedad y todas las muestras recibieron tratamiento térmico.

En este estudio se demostraron las diferencias de humedad entre zonas pero no se encontraron diferencias en color, dado que el factor influye es la zona, en la evaluación de los atributos no se encontró diferencias, difiriendo con lo reportado por López en 2014 quien mostró que el atributo de color presentó diferencias entre mieles maduras e inmaduras y con lo reportado por Estrada (2013) mostrando que a los panelistas prefieren mieles con alto contenido de humedad y descristalizadas.

Además uno de los gustos elementales es el ácido, las principales notas de sabor se agrupan en ocho familias: floral, frutal, vegetal, aromático, químico, animal y cálido, y comprenden atributos como especiado, balsámico, resinoso, mentolado, alcohólico, medicinal, caramelizado, ahumado, a cera; presentes por su origen botánico o como resultado de los procesos de extracción y manipulación del producto (Ciappini, 1995). Es

por ello la variabilidad presentada en el atributo de acidez siendo que la zona jugó un papel importante.

El cuadro 8 muestra que se encontraron diferencias entre tratamientos para el atributo de dulzura, sabor y aceptación general ($P < 0.05$). El tiempo no influyó sobre los resultados ($P > 0.05$) y hubo interacción entre los factores evaluados.

Se encontró que las mieles de Choluteca en el atributo dulzura fueron calificadas como “ni me gusta/ ni me disgusta”. Para el atributo de sabor y aceptación general, la miel de la zona de El Paraíso fue la más aceptada recibiendo una calificación de “me gusta moderadamente” a “me gusta mucho”.

Cuadro 8. Resultado de análisis sensorial dulzura, sabor, aceptación general.

Zona	Descristalizado	Dulzura Media $\pm$ DE[¥]	Sabor Media $\pm$ DE[¥]	Aceptación General Media $\pm$ DE[¥]
El Paraíso	Resistencia eléctrica	7.73 $\pm$ 1.11 a	7.52 $\pm$ 1.42 a	7.56 $\pm$ 1.32 a
	Baño María	6.98 $\pm$ 1.22 b	7.07 $\pm$ 1.62 a	7.21 $\pm$ 1.19 a
Choluteca	Resistencia eléctrica	4.99 $\pm$ 2.13 c	4.80 $\pm$ 2.27 b	5.36 $\pm$ 1.95 b
	Baño María	5.45 $\pm$ 2.09 c	5.16 $\pm$ 2.26 b	5.67 $\pm$ 1.91 b
Coeficiente Variación (%)		26.44	30.19	24.90

a-b Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$).

¥ Desviación Estándar.

La dulzura y el sabor siendo gustos elementales, dependerá del origen vegetal que convierte a la miel en un producto que invita a repetir su consumo (Ciappini, 1995). En este estudio los panelistas percibieron diferencias entre tratamientos por las pocas muestras ofrecidas. Ya que lo reportado por López (2014) nos dice que el alto número de muestras presentadas a los panelistas creó un efecto de saturación del dulzor por el número de muestras, los panelistas al momento de la evaluación sensorial, percibieron diferencias de dulzura entre los tratamientos.

Estudios realizados por López (2014) nos dicen que los panelistas no lograron identificar diferencias en el sabor independiente de la temperatura de procesamiento de la miel. Dado que en esta estudio no mostró diferencias entre tratamientos, pero sí entre zonas dado el origen botánico de la miel (Codex, 2001).

4. CONCLUSIONES

- El método de descristalización a temperatura de 50°C durante 20 minutos, no tuvo efecto en las características físicas, químicas y sensoriales en la miel.
- La zona de producción influyo en la caracterización de la miel, encontrando que la miel de Choluteca es de color oscuro, con menor viscosidad y solidos disueltos pero con mayor pH y humedad.
- Las mieles cosechadas en la zona de El Paraíso obtuvieron la mayor valoración en aceptación general por ser las mieles más aceptadas en atributos de dulzura y sabor.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar medidas repetidas en el tiempo, con un intervalo de días mayor a 15 días, para evaluar el efecto del tiempo en los tratamientos.
- Realizar cromatografía líquida para la cuantificación de HMF para los tratamientos.

6. LITERATURA CITADA

Aplicaciones Técnicas Procesos Productivos (ATPP). 2008. Tablas de viscosidad. 2008.

Baez, M., A.Tauguinas., C. Avallone y A. Cravzov. 2004. Determinación de parámetros fisicoquímicos de ácidos orgánicos presentes en miel utilizando diseños computacionales. 3 p.

Belitz, H y W. Grosch. 1988. Química de los alimentos. Aribia Zaragoza. 774 p.

Ciappini, M. 1995. Análisis sensorial de la miel, abejas y flores, aromas y sabores. Universidad del Centro Educativo Latinoamericano. 4p.

Chuchuca Morán, G., A. Dick. Y J. Peñafiel. (2012). Implemento de la validación de una metodología económica para la medición de color aplicada en alimentos. 138 p.

Codex Alimentarius. 2001. Norma Para La Miel CODEX STAN 12-1981 1. CODEX STAN 12-1981.

Crane, E. 1980. El Libro de miel. Oxford: Oxford University Press. 193 p.

Estrada, K. 2013 Efecto de la madurez a cosecha y de la temperatura de procesamiento en la calidad de la miel de abeja Zamorano. Tesis Ing. Agroindustria Alimentaria. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 28 p.

Estrada, H., Carmen, M. del. Gamboa., C. Chaves y M.L. Arias, M. 2005. Evaluación de la actividad antimicrobiana de la miel de abeja contra *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Listeria monocytogenes* y *Aspergillus niger*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición.

Huidobro, J. 1984 Mieles de Galicia. El campo. Boletín de información agraria del banco de Bilbao (93):86-96.

López Rosa, A.M. 2014. Efecto de la humedad de la miel y temperatura de descristalizado en la calidad de la miel procesada. Tesis Ing. Agroindustria Alimentaria. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 24 p.

Montenegro, S.B., C.M. Avallone., A. Crazov y M. Aztarbe, M. 2005. Variación del color en miel de abejas (*Apis mellifera*). Universidad Nacional del Nordeste Comunicaciones Científicas y Tecnológicas Argentina. 3 p.

Norma Chilena. 2006. Miel de abejas. Variación de color en la miel: Nch616-2007. 5 p.

Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). 2007. Manual de Buenas Prácticas de Manufactura para plantas exportadoras de miel de abejas. El Salvador. 33 p.

Reyes Rojas, H. 2012. Efecto de la pasteurización y proveedor apícola en las características microbiológicas y químicas de la miel de abeja. Ing. Agroindustria Alimentaria. El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 23 p

Rodríguez Camargo, R.C de., M, Pereira de Melo., M. T, Lopes do Rego y L.F, Wolff. 2006. Miel: Características e Propiedades. Embrapa Meio-Norte. 28 p.

Subovsky, M.J., A. Sosa López., A. Castillo. 2003. Determinación de algunos parámetros físicoquímicos en miel de abejas de la provincia de corrientes, argentina y su relación con la cosecha y procesamiento. Revista Científica Agropecuaria 7(2): 61-64.

Vargas Barrionuevo, M.M. 2006. Efecto del tratamiento térmico temporal de la miel de abeja sobre la variación de su calidad durante el almacenamiento. Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ecuador. 26 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Mieles evaluadas



Anexo 2. Valor F y P resultados análisis físico de color.

Factores	L*		a*		b*	
	F	P	F	P	F	P
Tratamiento	52.29	<.0001	41.38	<.0001	5.51	0.0108
Día	102.06	<.0001	24.32	0.0006	177.13	<.0001
Repetición	78.49	<.0001	25.45	0.0001	112.6	<.0001
Tratamiento*repetición	3.17	0.0413	1.69	0.2106	2.12	0.1263
Tratamiento*día	1.78	0.2041	0.94	0.4946	2.4	0.1122
Repetición*día	76.08	<.0001	21.29	0.0002	112.51	<.0001

Anexo 3. Valor F y P resultados análisis físico de viscosidad.

Factores	F	P
Tratamiento	24.18	<.0001
Día	4.72	0.0549
Repetición	6.85	0.0134
Tratamiento*repetición	0.33	0.9513
Tratamiento*día	1.1	0.4186
Repetición*día	1.15	0.3543

Anexo 4. Valor F y P resultados análisis físico de pH.

Factores	F	P
Tratamiento	20.65	<.0001
Día	17.06	0.002
Repetición	3.9	0.0559
Tratamiento*repetición	2.64	0.0711
Tratamiento*día	0.48	0.7819
Repetición*día	4.1	0.05

Anexo 5. Valor F y P resultados análisis físico de humedad.

Factores	F	P
Tratamiento	58.6	<.0001
Día	9.73	0.0109
Repetición	1.9	0.2001
Tratamiento*repetición	0.9	0.5673
Tratamiento*día	0.66	0.6613
Repetición*día	4.59	0.0385

Anexo 6. Valor F y P resultados análisis físico de °Brix.

Factores	F	P
Tratamiento	7.32	0.004
Día	47.09	<.0001
Repetición	12.39	0.0020
Tratamiento*repetición	2.09	0.1311
Tratamiento*día	1.61	0.2449
Repetición*día	16.31	0.0007

Anexo 7. Correlación resultados análisis físicos, químicos y sensoriales.

Pearson Correlation Coefficients							
Prob > r under H0: Rho=0							
Number of Observations							
	apar	col	cons	acid	dulzu	sabo	ag
L	-0.02816 0.8041 80	-0.06970 0.5390 80	0.04967 0.6617 80	-0.08045 0.4781 80	-0.08615 0.4473 80	-0.07550 0.5057 80	-0.07094 0.5318 80
a	-0.30776 0.1435 24	-0.35043 0.0932 24	-0.48841 0.0155 24	-0.21022 0.3242 24	-0.72136 <.0001 24	-0.64502 0.0007 24	-0.59963 0.0020 24
b	-0.20808 0.3292 24	-0.20200 0.3439 24	-0.19815 0.3533 24	0.01093 0.9596 24	-0.07659 0.7221 24	0.00626 0.9768 24	-0.12360 0.5650 24
pH	0.08894 0.4327 80	0.03312 0.7705 80	-0.06007 0.5966 80	0.10677 0.3458 80	0.17765 0.1149 80	0.22924 0.0408 80	0.14777 0.1908 80
hum	0.03682 0.7458 80	-0.02140 0.8505 80	0.09299 0.4120 80	-0.07512 0.5078 80	-0.23357 0.0371 80	-0.26049 0.0196 80	-0.18083 0.1084 80
Brix	0.01202 0.9158 80	-0.05397 0.6344 80	0.05197 0.6471 80	-0.08989 0.4278 80	-0.20565 0.0672 80	-0.22216 0.0476 80	-0.15795 0.1617 80
visc	0.04763 0.6748 80	-0.02524 0.8241 80	0.10552 0.3516 80	-0.01995 0.8606 80	-0.05395 0.6346 80	-0.08047 0.4780 80	-0.04646 0.6824 80

Anexo 8. Correlación resultados de análisis sensorial.

	Pearson Correlation Coefficients Prob > r under H0: Rho=0 Number of Observations					
	col	cons	acid	dulzu	sabo	ag
pan	-0.04474 0.4401 300	-0.06031 0.2978 300	0.06348 0.2730 300	0.15021 0.0092 300	0.12394 0.0319 300	0.06602 0.2543 300
apar	0.72235 <.0001 300	0.61035 <.0001 300	0.13114 0.0231 300	0.29764 <.0001 300	0.25907 <.0001 300	0.32954 <.0001 300
col	1.00000 300	0.54500 <.0001 300	0.14172 0.0140 300	0.27491 <.0001 300	0.20840 0.0003 300	0.32504 <.0001 300
cons	0.54500 <.0001 300	1.00000 300	0.34096 <.0001 300	0.41058 <.0001 300	0.43206 <.0001 300	0.50008 <.0001 300
acid	0.14172 0.0140 300	0.34096 <.0001 300	1.00000 300	0.63836 <.0001 300	0.64150 <.0001 300	0.66428 <.0001 300
dulzu	0.27491 <.0001 300	0.41058 <.0001 300	0.63836 <.0001 300	1.00000 300	0.86322 <.0001 300	0.84345 <.0001 300
sabo	0.20840 0.0003 300	0.43206 <.0001 300	0.64150 <.0001 300	0.86322 <.0001 300	1.00000 300	0.91513 <.0001 300
ag	0.32504 <.0001 300	0.50008 <.0001 300	0.66428 <.0001 300	0.84345 <.0001 300	0.91513 <.0001 300	1.00000 300

Anexo 9. Correlación resultados de análisis físicos y químicos.

Pearson Correlation Coefficients, N = 36 Prob > r under H0: Rho=0							
	L	a	b	pH	hum	Brix	visc
L	1.00000	-0.07451 0.6658	0.84837 <.0001	-0.46344 0.0044	-0.50659 0.0016	0.23847 0.1613	0.33891 0.0432
a	-0.07451 0.6658	1.00000	0.43472 0.0081	0.57028 0.0003	0.74552 <.0001	-0.31696 0.0596	-0.71110 <.0001
b	0.84837 <.0001	0.43472 0.0081	1.00000	-0.15170 0.3771	-0.10799 0.5307	0.13154 0.4444	-0.02253 0.8962
pH	-0.46344 0.0044	0.57028 0.0003	-0.15170 0.3771	1.00000	0.75696 <.0001	-0.63082 <.0001	-0.65605 <.0001
hum	-0.50659 0.0016	0.74552 <.0001	-0.10799 0.5307	0.75696 <.0001	1.00000	-0.46476 0.0043	-0.76663 <.0001
Brix	0.23847 0.1613	-0.31696 0.0596	0.13154 0.4444	-0.63082 <.0001	-0.46476 0.0043	1.00000	0.48505 0.0027
visc	0.33891 0.0432	-0.71110 <.0001	-0.02253 0.8962	-0.65605 <.0001	-0.76663 <.0001	0.48505 0.0027	1.00000

Anexo 10. Boleta de análisis sensorial.

Pruebe las muestras en el orden que se le presenten. Evalúe la apariencia antes de probar cada muestra. Marque con una X el cuadrado indicando su grado de aceptación, siendo 1 el más bajo y 9 el más alto.

Muestra _____

	Me Disgusta Extremadamente				ND/NG		Me Gusta Extremadamente		
Apariencia	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9
Color	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9
Consistencia	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9
Acidez	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9
Dulzura	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9
Sabor	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9
Aceptación General	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9

Muestra _____

	Me Disgusta Extremadamente				ND/NG		Me Gusta Extremadamente		
Apariencia	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9
Color	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9
Consistencia	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9
Acidez	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9
Dulzura	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9
Sabor	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9
Aceptación General	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9