

## ANEXO IV- A

### INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

#### 1. Datos de identificación del proyecto

<b>DENOMINACIÓN</b>	Estudio del aumento del contenido de Hidroximetilfurfural en mieles templadas en recinto calefaccionado antes del centrifugado de los panales para optimización de procesos de extracción
<b>APELLIDO y Nombre del Director</b>	<b>SANCHEZ MANTICA, Damián Gabriel</b>
<b>UNIDAD ACADÉMICA</b>	<b>Facultad Don Bosco de Enología y Ciencias de la Alimentación</b>

#### 2. Formación de recursos humanos

#### 3. Acciones de difusión

Simposio

Sanchez Mantica D G; Lema Sarmiento, D A; Arévalo, L V (2021). Póster Estudio del aumento del contenido de Hidroximetilfurfural en mieles templadas en recinto calefaccionado antes del centrifugado de los panales para optimización de procesos de extracción. I Simposio de Nuevas Tecnologías y Herramientas para el Aseguramiento de la Inocuidad y Seguridad Alimentaria. INTA – Argentina. 8 de septiembre de 2021.

#### 4. Acciones de Transferencia

#### 5. Informe de los integrantes del equipo de investigación

APELLIDO Y NOMBRE	Desempeño		
	Satisfactorio	Regular	Insatisfactorio
LEMA SARMENTO, DIEGO ALEJANDRO	X		
ARÉVALO, LAURA VIVIANA	X		

(Excluir director)

## 6. Bienes inventariables adquiridos con fondos del proyecto

El proyecto se llevó a cabo con bienes propios existentes, por lo cual no se adquirieron bienes inventariables.

## 7. Informe Final

### 7.1. Resumen

**Introducción:** Actualmente debido a exigencias comerciales, de consumo, legislativas y técnicas, resulta imperativo llevar a cabo procesos tecnológicos eficientes y que den como resultado productos de alta calidad y posicionamiento en el medio. La miel no es ajena a esta realidad por lo que las distintas industrias que trabajan con el alimento denotan la importancia de la investigación aplicada en pos del desarrollo productivo.

Diversas prácticas llevadas a cabo normalmente, al carecer de estudios científicos que las avalen, son potenciales puntos de inflexión en la calidad de los alimentos. Por esto mismo, se plantea llevar a cabo un estudio del tipo práctico científico que facilite el conocimiento experimental en base a prácticas tecnológicas comúnmente aplicadas al proceso productivo de la miel.

Puntualmente las prácticas sobre miel que impliquen incorporación de calor durante periodos de tiempos extensos son camino hacia el deterioro de la calidad debido al incremento del contenido del 5-hidroximetilfurfural (HMF) y disminución de actividad enzimática. Un conocimiento profundo sobre los mecanismos que se arbitra, los

parámetros a controlar y los criterios técnicos a tener en cuenta, permitirán sustentar producciones venideras más eficientes, responsables con el medio consumidor y sobre todo, generadoras de productos de calidad. Articulando con los distintos niveles educativos y productivos de la Obra de Don Bosco de Rodeo del Medio, Mendoza, buscamos transferir conocimiento práctico científico de alta aplicación, con el fin de propiciar la mejora continua del área productiva así como también ayudar a la incursión del mundo de la ciencia en el escenario productivo al favorecer la puesta en escena de los conocimientos impartidos en las distintas disciplinas y cátedras de la obra en relación con la ciencia apícola y alimentaria. **Objetivo principal:** Cuantificar y evaluar el contenido del compuesto químico 5-hidroximetilfurfural a un rango de muestras pertenecientes a mieles provenientes de panales expuestos a condiciones tradicionales de adecuación tecnológica para optimización de procesos de extracción. **Método:** La metodología de muestreo y análisis impartida es la establecida por AOAC Official Meth. 920.180. (1995) y AOAC Official Meth. (1995) respectivamente. **Resultados:** Se observó una leve tendencia en el incremento del contenido de HMF en las muestras tratadas y un decremento moderados del índice de diastasas (ID). El análisis fisicoquímico de la muestra sin tratamiento arrojó valores lógicos dentro de los establecidos por Código Alimentario Argentino en su mayoría. Puntualmente se presenta un mayor porcentaje de acidez libre debido posiblemente al origen botánico del alimento. La viscosidad de la miel expuesta ante un gradiente de temperaturas demostró ser altamente influenciada y por lo tanto clave en el proceso de extracción de la misma. **Conclusiones:** En base a los resultados obtenidos se logró comprobar de que la tendencia presentada sobre el rango muestral indica de que la exposición en recinto calefaccionado a temperaturas comprendidas entre 35 °C a 40 °C durante 6 horas, 12 horas y 18 horas no atribuye una influencia crítica en la calidad de la miel, respecto a los parámetros de frescura del presente alimento. Denota

una gran importancia proseguir con estudios meliso palinológicos con el fin de conocer el origen botánico de la miel producida en el establecimiento y de este modo poder establecer las características intrínsecas de dichas mieles en pos del conocimiento regional, apícola y tecnológico.

## **7.2. Informe completo**

### **7.2.1. Marco teórico**

#### **7.2.1.1. Actualidad apícola**

La apicultura como ciencia del estudio de las abejas y sus sistemas socio productivos actualmente representa un sector en creciente desarrollo. Las tendencias naturalistas, alimentaciones saludables y producciones amigables con el medio ambiente han magnificado la relevancia y alcances que dispone dicha área.

Desde siglos anteriores y en creciente evolución la apicultura ha sido llevada a cabo por el hombre, denotando su importancia en el desarrollo social, económico, productivo y fundamentalmente alimentario.

Actualmente se conocen más de 20000 especies de abejas distribuidas a lo largo del planeta. Particularmente la “*Apis mellífera*” o tradicionalmente conocida como abeja doméstica ha sido la más extendida y utilizada actualmente. No obstante, el incremento de colmenares de abejas nativas y especialmente abejas sin aguijón en regiones del norte argentino y Latinoamérica en general cobra vital importancia y demuestra un sinnúmero de posibilidades dentro de las nuevas tendencias de la apicultura moderna.

Las producciones apícolas existentes en la Región de Cuyo y principalmente en la Provincia de Mendoza, presentan la característica de ser emprendimientos del tipo familiar a pequeña y mediana escala.

Debido que la región al ser una zona semi árida desértica no dispone de altos recursos del tipo vegetativo como otras regiones mesopotámicas, confluente por lo tanto directamente en los tiempos productivos, la vida de la abeja misma, los rendimientos y las labores apícolas que se ven ajustados a la realidad que les precede.

A partir de la colmena se pueden obtener distintos productos como polen, miel, jalea real, cera, apitoxina y material vivo. La falta de modernización, bajo consumo

interno y estudio en el ámbito de la manufactura ha llevado a las producciones argentinas a un ciclo de comercialización y economía basada en la venta por exportación y a granel.

Distintas entidades, asociaciones, universidades y gremios intensifican esfuerzos con el fin de promocionar y destacar el valor regional de los productos obtenidos de la colmena, como también, las diversas manufacturas a partir de estos productos y sus connotaciones desde una visión nutricional y saludable.

Las explotaciones apícolas ejercen un importante rol en la biodiversidad del medio ambiente. Las abejas ofrecen distintos servicios ecosistémicos que permiten brindar y obtener otros beneficios tanto desde una mirada ecológica, productiva y social y por lo tanto incrementando la sustentabilidad y sostenibilidad de las producciones en el tiempo.

#### **7.2.1.2. La miel y su ciencia**

En la República Argentina la normativa correspondiente a miel, denominación, usos y clasificaciones; características que debe cumplir, parámetros de calidad y especificación de rotulación se encuentran integrados en el artículo 782 (Res 2256, 16.12.85) y artículo 783 (Res 2256, 16.12.85) respectivamente del Código Alimentario Argentino

Según Código Alimentario Argentino (1985) con la denominación de Miel o Miel de Abeja, se entiende el producto dulce elaborado por las abejas obreras a partir del néctar de las flores o de exudaciones de otras partes vivas de las plantas o presentes en ellas, que dichas abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, almacenándolo en panales, donde madura hasta completar su formación.

La miel desde un punto de vista químico es un conjunto de sustancias orgánicas e inorgánicas en complejas combinaciones, que se encuentran como una solución saturada principalmente en glúcidos.

Su origen se debe a transformaciones bioquímicas y labores llevadas a cabo por las abejas a partir del néctar de las flores o exudaciones de partes vivas de las plantas o

excreciones azucaradas de insectos succionadores y en consecuencia las características de las mieles obtenidas dependerán de su origen botánico y el proceso de transformación posterior.

Se considera a la miel como un alimento de origen animal pero en realidad su origen es vegetal, ya que la abeja no la produce por sí misma sino que transforma dos tipos de materias primas, el néctar de la flores y los mielatos de las plantas (Louveaux, Maurizio, & Vorwohl, 1970).

Las características de la miel obtenida dependerán exclusivamente de los caracteres que le sean transferidos desde la planta, sumado a los de insectos en la miel de mielada y finalmente el aporte de las abejas mismas (Sanchez Mantica, 2021).

La composición global de una miel depende de la especie de planta que le dio origen, del estado del tiempo, la tierra, entre otros factores. Se han identificado 181 sustancias diferentes en la miel, algunas de las cuales en exclusividad (Crane, El libro de la miel, 1980).

La complejidad y variabilidad en el alimento demuestra la necesidad de su estudio minucioso y a su vez aplicativo según lugar de procedencia. De este mismo modo, el estudio de la influencia de los procesos tecnológicos sobre su composición, valor nutricional y calidad denotan una singular importancia.

Dentro de la complejidad que presentan las distintas mieles, se puede indicar su composición química a través de diversos análisis de alta resolución. Es así, que la *Journal of Clinical and Experimental Pharmacology* a través del estudio exhaustivo llamado “Molecular Pharmacology of Honey” indica los siguientes componentes mayoritarios en la miel (tabla 1):

Tabla 1 *Compuestos químicos detectados en miel*

Compuesto químico/ bioquímicos	Porcentaje %	Componente particular
Monosacáridos	70,0 - 80,0	Fructosa, glucosa.
Disacáridos	7,0 - 8,0	Maltosa, sucrosa, trehalosa, isomaltosa, nigerosa, turanosa, kojibiosa, maltulosa, gentiobiosa, laminaribiosa.
Oligosacáridos	1,5 - 2,0	Erlosa, theanderosa, panosa, maltotriosa, 1-ketosa, isopanosa, isomaltosyltetraosa, theanderosa, centosa, isomaltosyl glucosa, isomaltosyltriosa, isomaltosyltaosa.
Ácidos orgánicos libres	0,2 - 2,0	Ácido glucónico (70.0-80.0 % de los ácidos libres), ácido acético, butírico, cítrico, fórmico, láctico, málico, oxálico, succínico, fumárico, $\alpha$ -ketoglutarico, pyroglutamico, maleico.
Aminoácidos	0,2 - 2,0	Prolina, lisina, histidina, arginina, ácido aspártico, treonina, serina, ácido glutámico, glicina, alanina, cisteina, valina, metionina, isoleucina, leucina, tirosina, fenilalanina, triptofano.
Ácidos fenólicos	1,5 - 4,2	Ácido gálico, siríngico, p-cumárico, cafeico, transcinámico, vanillico, 4-Dimethylaminobenzoico, Chlorogenico, pyrogallol.
Flavonoides	1,2 - 2,5	Catequina, quercetina, rutina, naringina, neringenina, luteolina, apigenina, kaempferol, galangin.
Minerales	0,1 - 1,5	Potasio, sodio, calcio, magnesio, hierro, cobre, manganeso, cloro, fósforo, azufre, aluminio, yodo, boro, titanio, molibdeno, cobalto, zinc, plomo, estaño, antimonio, níquel.
Vitaminas	Trazas rastreables	Ácido ascórbico, riboflavina, ácido pantoténico, niacina, tiamina, pirodoxina, biotina, ácido fólico.
Enzimas	Trazas rastreables	Invertasa (sacarasa), diastasa (amilasa), glucosa oxidasa, catalasa, fosfatasa ácida.
Lípidos	Trazas rastreables	Gliceraldehídos, esteroides, fosfolípidos, ácido oleico, ácido láurico, ácido esteárico.
Ésteres	Trazas rastreables	Formato de metilo, formato de etilo, acetato de metilo, acetato de etilo, acetato de propilo, isopropilo acetato, propionato de etilo, butirato de metilo, butirato de etilo, butirato de isoamilo, metilo valerato, valerato de etilo, Piruvato de metilo, benzoato de metilo, benzoato de etilo, fenilacetato de metilo, etilo fenilacetato.
Aldehídos y Cetonas	Trazas rastreables	Formaldehído, acetaldehído, propilaldehído, butilaldehído, isobutilaldehído, benzaldehído, metiletilcetona, isovaleraldehído, capraldehído.
Alcoholes	Trazas rastreables	Methanol, ethanol, propan-1-ol, propan-2-ol, butan-1-ol, butan-2-ol, isobutanol, 2-methyl-butan-2-ol, benzyl alcohol.
Partículas microscópicas	Trazas rastreables	Polen, esporas de hongos, esporas de bacterias, levaduras.

Nota. Componentes químicos presentes en la miel (Afroz, Tanvir, Zheng, & Little, 2016)

La mayor proporción de enzimas presentes en la miel son provistas por la abeja misma, mientras más tiempo pueda procesar las sustancias azucaradas, mayor será el contenido de enzimas. Debido a su presencia es posible que se manifiesten los distintos e imprescindibles procesos bioquímicos que permiten la obtención final del alimento.

Dentro de las enzimas presentes en la miel, algunas se destacan desde un punto de vista tecnológico y de calidad. Las diastasas (amilasas) presentes, son las enzimas con mayor resistencia térmica, por lo que es tomada como parámetro indicador de posibles calentamientos excesivos en el procesamiento tecnológico llevado a cabo por el hombre, por lo tanto a menor índice diastásico mayor es la probabilidad de que haya sufrido un calentamiento excesivo con la consecuente disminución de su calidad como alimento.

Los componentes mayoritarios en la miel están dados por los glúcidos, puntualmente fructosa y glucosa. Dichos monosacáridos posibilitan la propiedad de conservación espontánea de la miel, a medida que sea mayor el contenido de azúcares, menor será el porcentaje de humedad, menor actividad de agua y mayor presión osmótica. Por lo tanto, si existiera la presencia de microorganismos y/o esporas de éstos inmersos en dicho medio adverso, se verían imposibilitados para desarrollarse vegetativamente.

El contenido de humedad y glúcidos son parámetros de calidad imprescindibles por determinar, ya que demuestran además de la composición propia del alimento, su nivel de conservación. A su vez, a través de procesos de adecuación tecnológica inapropiados, como desoperculado y extracciones a altas temperaturas, periodos prolongados de almacenamiento, entre otros, se producirán cambios bioquímicos en decremento de la calidad general.

Investigaciones indican que las mieles de flores tienen un contenido mineral mayoritariamente entre 0,1 y 0,3%, mientras que las mieles de mielada pueden llegar al 1% del total. Siendo el elemento con mayor presencia el potasio (Bogdanov S. , 2016).

Se aislaron e identificaron entre 11 a 21 aminoácidos: ácido aspártico, ácido glutámico, arginina, cistina, fenilalanina, alanina, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, prolina, serina, tirosina, treonina, triptofano y valina (White J. W., 1980).

Los aminoácidos presentes en la miel son los responsables junto a los azúcares del pardeamiento no enzimático de la miel o la conocida reacción de Maillard. Dicho pardeamiento u oscurecimiento es normal en el transcurso de la vida de la miel, dentro de su evolución natural, siendo posible su estimulación e incremento a valores elevados por procesos no controlados de calentamiento (Sanchez Mantica, 2021).

Fattori (2004) indica que en mieles provenientes de la provincia de Mendoza fueron reportados valores comprendidos entre 0,37 y 0,62 g% de compuestos nitrogenados y por otra parte en mieles argentinas se encontraron valores de minerales de hasta 5 mg% de Na, 26 mg% de K, 5mg% de Ca, 2 mg% de Mg, 300 µg% de Fe, 80 µg% de Mn y 132 µg% de Cu.

La acidez libre, lactónica y total y pH, poseen cierta importancia para la discriminación entre mieles monoflorales, mientras que la acidez lactónica debido a su alta variabilidad no provee información útil para la determinación del origen botánico (Bogdanov, Ruoff, & Persano, 2004).

Las mieles oscuras y de mielada suelen tener una menor acidez y mayor pH debido a la mayor presencia de minerales, en cambio, las mieles claras y florales son más ácidas y de menor pH, normalmente. Aunque esto dependerá estrictamente del origen botánico del alimento mismo.

Tabla 2 *Acidez Libre, Lactónica, Total y pH en Mieles Florales y Mielada en promedio*

<b>Parámetro</b>	<b>Miel de flores</b>	<b>Miel de mielada</b>
Acidez libre meq/kg	6 a 48	30 a 76
Acidez láctica meq/kg	0 - 19	0,3 a 14
Acidez Total meq/kg	6 -a 67	30,3 a 90
pH	3,5 a 4,7	4,5 a 5,5

Nota. Datos promedio de acidez en miel de flores y de mielada (Fattori, 2004).

Los compuestos polifenólicos en la miel presentes como los no flavonoides y flavonoides, se estima que su presencia se debe a trazas de propóleos y polen presentes en la miel; aunque también pueden provenir de distintas especies vegetales. En muchas los polifenoles son metabolitos secundarios y en otras como en las variedades de uvas de la *Vitis vinífera*, especialmente las tintas y tintoreras, están presentes en una gran proporción. En éstas al exudar los jugos celulares o también llamado mosto de las bayas, la abeja lo recolecta y posteriormente transforma en miel ya que es un alimento muy rico en azúcares, ácidos y otras sustancias, a tal punto que en la Provincia de Mendoza múltiples producciones se destacan por la elaboración de miel a base de dicho mosto recolectado y transformado por las abejas (Sanchez Mantica, 2021).

Resulta importante determinar en la miel el contenido de sólidos insolubles presentes, los mismos son indicadores de procesos de filtración o decantación y de limpieza como parámetro de calidad. Dichos sólidos pueden deberse a restos de panales, partes de abejas, del campo, procesamientos, etc. Mientras menor sea el contenido mayor será la higiene de la misma, conjuntamente a un bajo recuento de microorganismos presentes.

Dentro de las propiedades físicas es importante enmarcar ciertos parámetros que forman parte de las características intrínsecas del alimento.

La densidad varía normalmente debido a la temperatura y contenido de agua en la miel. Se encuentra comprendida entre 1,3550 Kg/L con 21% de agua y 1,4404 Kg/L con 14% de agua; ambas determinadas a 20°C (Crane, El libro de la miel, 1980).

La viscosidad es una propiedad física característica de todos los fluidos, la cual emerge de las colisiones entre las partículas del fluido que se mueven a diferentes velocidades, provocando una resistencia a su movimiento. La viscosidad dinámica de la miel es de 70 centipoises a 20°C. Es muy importante conocer la viscosidad en la miel ya que el diseño industrial y operaciones por realizar dependen de este (equipos, cañerías, etc.). La viscosidad en la miel depende del contenido de agua, temperatura y origen.

En base al estudio de la densidad y viscosidad de la miel, resulta imprescindible conocer las propiedades reológicas que presenta la misma. Normalmente el comportamiento de la miel es la de un fluido newtoniano, aunque dependiendo su origen, pueden presentar otras características. Mieles con altos contenidos de polisacáridos de alto peso molecular pueden aumentar considerablemente su viscosidad al ser agitadas, presentándose como el efecto de Weissenberg o por el contrario otras al poseer ciertas proteínas, al ser agitadas disminuyen su viscosidad, dificultando los procesos de extracción y manifestando un comportamiento no newtoniano del tipo tixotrópico pseudoplástico.

El valor calórico de la miel es aproximadamente de 3,04 kcal/g (Crane, El libro de la miel, 1980). Es necesario conocer la conductividad térmica que presenta la miel que se esté procesando, ya que resulta imprescindible al momento de exponerla o adecuarla a través del suministro de calor. La conductividad térmica aumenta con la temperatura y disminuye al aumentar la proporción de agua en la miel.

Si la miel es sometida a altas temperaturas, fructosa y glucosa se deshidratan y reagrupan generando el compuesto aldehídico 5-hidroximetilfurfural. Tal compuesto es

responsable de reacciones de pardeamiento por reacción con aminoácidos y azúcares y posterior polimerización y reagrupamiento, ambos en presencia o ausencia de oxígeno (Jeuring & Koppers, 1980).

Determinar el contenido del 5-hidroxiacetilfurfural conjuntamente al índice de diastasas, resultan fundamentales para establecer el estado del alimentos desde un aspecto del proceso tecnológico, conservación y vejez que hacen a la calidad e inocuidad del alimento. Normalmente la miel al verse expuesta a altas temperaturas durante ciertos periodos de tiempo (almacenamientos prolongados, exposición directa a la luz, reprocesamientos industriales, entre otros) sufre un aumento del contenido del compuesto aldehídico.

En la miel se presentan fenómenos de cristalización, es decir, estabilización por mecanismos de mutarrotación de los glúcidos presentes en la miel, principalmente glucosa y fructosa. Dicho fenómeno ocurre de modo espontáneo en la mayoría de las mieles, normalmente en épocas posteriores a la cosecha y en relación a temperaturas del tipo invernales. Por esto mismo es común que en tiempos próximos a la finalización de la cosecha y procesamiento de la miel comiencen dichos procesos de cristalización o al menos suceda un aumento de la viscosidad por el descenso de temperatura, dificultando su extracción y manipulación posterior.

Numerosos emprendimientos apícolas articulan herramientas técnicas que permiten adecuar el alimento y así lograr una eficaz extracción y manipulación posterior. Una de ellas es el atemperado de los marcos contenedores de la miel, a través del suministro de energía calórica en el recinto durante distintos periodos de tiempo; logrando así la fluidificación de la miel y optimizando el proceso de extracción siguiente.

Tal práctica resulta un punto crítico de control de proceso, ya que la calidad de la miel puede verse disminuida si se realiza de modo inapropiado. La combinación de

temperaturas altas durante periodos extensos de tiempo sobre la miel, resulta normalmente la estimulación de reacciones bioquímicas como lo es el pardeamiento no enzimático o reacción de Maillard, deshidrataciones, entre otras, originando compuestos como el 5-hidroxiacetilfurfural a partir de la descomposición por deshidratación de la fructosa y/o reacciones entre glúcidos y bases nitrogenadas. Este compuesto es un indicador de calidad por excelencia, ya que permite identificar el estado del alimento y las condiciones que estuvo expuesta la miel durante el tiraje productivo.

Las determinaciones de las distintas variables fisicoquímicas como pH, acidez libre, lactónica y total, índice de diastasas, cenizas, azúcares reductores, sacarosa aparente, humedad y 5-hidroxiacetilfurfural, permiten identificar de un modo preciso las particularidades de los componentes del alimento, sus concentraciones y el estado de calidad que estos mismos advierten.

El conjunto de características del tipo bioquímicas y de calidad se encuentran establecidas en Código Alimentario Argentino alineadas a las enmarcadas por Codex Alimentarius a nivel global. A partir de esto, se precisa de información técnica legislativa puntual para que, relacionándola con los caracteres presentes en el alimento evaluado, se pueda concluir el cumplimiento de lo legislado en la actualidad.

El conocimiento técnico científico de la miel permite desarrollar herramientas y metodologías de trabajo óptimas y adecuadas al tipo de miel puntual que se procese, permitiendo ajustarse a las particularidades que se presenten, cuidando de sus características intrínsecas y finalmente logrando un producto inocuo y de calidad.

## **7.2.2. Metodología**

### **7.2.2.1 Objetivos**

#### **7.2.2.1.1. Objetivo general**

Cuantificar y evaluar el contenido del compuesto químico 5-hidroxiacetilfurfural a un rango de muestras pertenecientes a mieles provenientes de panales expuestos a

condiciones tradicionales de adecuación tecnológica para optimización de procesos de extracción.

#### **7.2.2.1.2. Objetivos específicos**

Analizar el contenido del compuesto 5-hidroximetilfurfural original y resultante del procesamiento tecnológico en muestras de mieles provenientes de panales, producidas en el apiario de la Obra de Don Bosco de Rodeo del Medio, Mendoza.

Determinar el grado de influencia de los procesos de adecuación para la optimización de procesos de extracción en la calidad de la miel.

Desarrollar propuestas de mejora en materia de calidad alimentaria aplicada en la miel y su industria.

Integrar de modo práctico científico los niveles universitario, terciario, secundario y de capacitación laboral pertenecientes a la Obra de Don Bosco de Rodeo del Medio, Mendoza.

#### **7.2.2.2. Método**

La metodología de la investigación elegida para el desarrollo del presente proyecto será del tipo mixta.

##### **7.2.2.2.1. Acondicionamiento de los panales y extracción de miel**

Se seleccionaron para el estudio 16 marcos de miel (estándar Langstroth) obtenidos en las colmenas del apiario ubicado en la Escuela Vitivinícola Don Bosco de Rodeo del Medio (32°59'28.5"S 68°40'52.3"O) a fines de abril de 2021. Se seleccionó para la cosecha marcos con un porcentaje de operculado superior al 90% y que en apariencia no estuvieran todavía cristalizados.

Se dividieron en cuatro lotes de 4 marcos cada uno. Estos lotes recibieron diferentes tratamientos de acondicionamiento previo a la extracción permaneciendo 0 (cero - muestra testigo), 6 (seis), 12 (doce) y 18 (dieciocho) horas respectivamente en un

recinto térmicamente acondicionado para mantener el aire circundante a una temperatura entre 35 y 40°C.

Hasta el momento del tratamiento los marcos fueron mantenidos a temperatura ambiente en una habitación sin acondicionamiento térmico teniendo todos al momento de ser introducidos en el recinto calefaccionado una temperatura entre 15 y 18°C.

El recinto calefaccionado fue construido y programado por el nivel secundario de la Escuela Vitivinícola Don Bosco, con alumnos de 6to año de Prácticas Profesionalizantes e investigador a cargo. Constaba de un freezer en desuso, de 120 litros de capacidad, como contenedor aislado. Se utilizó como fuente de calor dos lámparas infrarrojas de 150W controladas por un termostato que se programó para encender las lámparas al bajar de 37,5°C la temperatura del aire circundante y apagarlas al alcanzar los 39,5°C. Las lámparas se encontraban en la parte inferior del recinto y la luz que producían bloqueada con un elemento metálico ubicado por encima de las lámparas y trampas de luz ubicadas al costado de los marcos con miel de modo que fuera imposible que llegara la radiación lumínica a los panales. La sonda del termostato se encontraba ubicada entre los marcos de miel en la parte superior, a la altura de los cabezales, sin tener contacto directo más que con el aire del recinto.

Para controlar el tiempo de exposición en el recinto calefaccionado se incorporó un temporizador que encendía el sistema con la antelación correspondiente según el horario en que estaba programado realizar la extracción de la miel. Una vez retirados del recinto los panales, se procedía a realizar el desoperculado y la extracción inmediatamente. Se realizó desoperculado manual en frío con “peines” para romper y retirar parcialmente los opérculos, evitando así incorporar calor al proceso. La extracción se realizó en extractor centrífugo manual de 4 marcos de acero inoxidable.

#### **7.2.2.2. Muestreo**

La metodología de muestreo que se realizó fue la detallada por AOAC Official Meth. 920.180. (1995).

Las mismas fueron representativas del lote a que pertenecían y conformadas por 500 g de contenido neto cada una, en recipientes de vidrio con cierre hermético al abrigo de la luz y temperaturas ambientales extremas.

Las muestras de miel fueron proporcionadas por la Obra de Don Bosco de Rodeo del Medio, Maipú, Mendoza. El muestreo se hizo con alumnos del módulo Producción Animal: Apicultura de la Tecnicatura Superior en Enología e Industrias de los Alimentos Don Bosco e investigador a cargo.

##### **7.2.2.2.1. Muestra testigo**

Para cada lote se extrajo una muestra testigo (previa al tratamiento) con la metodología de muestreo de panal, como se detalla a continuación: Se destrozó el panal en un colador y embudo y se dejó escurrir a temperatura ambiente (media de 15°C). Los trozos de panal se tomaron de los cuatro marcos del lote tomando un cuadro de unos 25 cm<sup>2</sup> en cada marco eligiendo al azar cuatro zonas diferentes de panal. De esta forma se busca que la muestra sea representativa de todo el lote. También se tomó por el mismo procedimiento esta muestra para el lote testigo que no estuvo sometido al acondicionamiento por calor previo a la extracción. Todas las muestras se identificaron con un número seleccionado al azar que no permitiera a los analistas conocer qué muestra estaban analizando.

##### **7.2.2.2.2. Muestra posterior al tratamiento y extracción**

El extractor fue lavado, desinfectado, enjuagado y completamente secado antes de la extracción de cada uno de los lotes. Una vez completa la extracción de la miel de los

cuatro panales se tomó la muestra directamente de la boca de salida del extractor centrífugo.

#### 7.2.2.2.3. Metodología analítica

La metodología de preparación de muestras en laboratorio fue según la IRAM 15976: 2007. Miel. Preparación de la muestra de laboratorio.

Las determinaciones fisicoquímicas se realizaron por triplicado bajo los métodos oficiales de la AOAC, llevadas a cabo en un mismo espacio de tiempo y los resultados estadísticamente contemplados.

Tabla 3 *Metodología analítica oficial*

Determinación	Método
pH	IRAM 15938: 2007
Acidez total: libre y láctónica	AOAC 962.19. (1995). Acidez en miel (Acidez total: libre y láctónica).
Humedad	AOAC Official Meth. 969.38B (1995).
Índice de diastasas	AOAC Official Meth. 958.09. (1995).
Cenizas	AOAC 920.181. 8. (1995).
Sólidos insolubles	Codex Alimentarius CAC/VOL.II - 1ª ed. Suplemento II.
Azúcares reductores	Codex Alimentarius CAC/VOL III, supl. 2 sección 7.1, 1º Ed.
Sacarosa aparente	Codex Alimentarius CAC/VOL III, supl. 2 sección 7.1, 1º Ed.
HMF Cuantitativo	AOAC Official Meth. 980.23 (1995)
Color	IRAM 15941 – 2: 2007: determinación del color Pfund.

Nota. Técnicas estandarizadas internacionalmente (A.O.A.C., 1995) y (CAC. Comisión del Codex).

#### 7.2.2.2.4. Análisis estadístico

Todas las determinaciones de cada muestra se realizan por triplicado. Dichos datos son procesados y puestos bajo análisis estadístico con el fin de tener la mayor confiabilidad analítica.

Se aplica determinación de media ( $\bar{X}$ ), desviación estándar ( $s$ ) y coeficiente de variación porcentual (CV%).

#### **7.2.2.3.5. Análisis fisicoquímicos**

Una vez recepcionadas en laboratorio analítico las correspondientes muestras codificadas fueron almacenadas en recinto fresco y al abrigo de la luz hasta la finalización de la etapa analítica.

El rango de muestras fue subdividido y analizado por triplicado, para esto previamente se homogeneizaron con varillas de vidrio y se fraccionó en envases de primer uso, limpios y secos.

Por cada análisis se extrajo una alícuota correspondiente con instrumentos destinados a cada muestra con el fin de evitar contaminaciones.

Cada análisis fue llevado a cabo según metodologías oficiales, teniendo en cuenta pureza y factorización de reactivos y precisión de equipamientos analíticos.

Las determinaciones fisicoquímicas fueron llevadas a cabo por alumnos e investigador a cargo, pertenecientes a la Facultad Don Bosco de Enología y Ciencias de la Alimentación de la Universidad Católica de Cuyo.

### **7.2.3. Resultados**

#### **7.2.3.1. Analítica completa**

La presente investigación consistió en el análisis fisicoquímico de un lote de miel producida en el apiario de la Obra de Don Bosco de Rodeo del Medio, Maipú, Mendoza. De dicho lote se extrajo una muestra testigo sobre la cual se realizó una analítica completa con el fin de conocer sus características fisicoquímicas y posteriormente se procesaron ocho muestras expuestas a diversas variables en base a la estrategia de los tratamientos planteados y en las cuales se analizó posteriormente los parámetros referentes a frescura en miel y exponiéndolos contra la muestra testigo, a fin de observar los cambios surgidos por los tratamientos efectuados.

Tabla 4 *Resultados analíticos de muestra testigo*

<b>Resultados Analíticos</b>					
<b>Parámetro Físicoquímico</b>	<b>X</b>	<b>s</b>	<b>CV %</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
Azúcares Reductores (%)	65,77	0,19	0,30	65,60	65,98
Sacarosa Aparente (%)	0,52	0,00	0,00	0,52	0,52
Humedad (%)	17,43	0,06	0,35	17,40	17,50
Acidez Total (meq/kg)	63,49	0,28	0,44	63,18	63,72
Acidez Libre (meq/kg)	53,67	0,31	0,58	53,32	53,92
Acidez Lactónica (meq/kg)	9,83	0,03	0,31	9,80	9,86
pH	3,98	0,01	0,15	3,97	3,98
Cenizas (%)	0,897	0,001	0,63	0,897	0,898
Proteínas Totales (%)	0,19	0,00	0,00	0,19	0,19
Hidroximetilfurfural (ppm)	2,85	0,02	0,61	2,83	2,86
Índice de Diastasas (°Gothe)	52,17	0,15	0,29	52,00	52,30
Sólidos Insolubles (%)	0,4365	0,0005	0,1033	0,4361	0,4370
Color (mm)	118,00	0,00	0,00	118,00	118,00

Nota. Resultados físicoquímicos a partir de muestra testigo en base a parámetros de calidad en miel.

Respecto a los parámetros de madurez en miel, la muestra testigo presentó un contenido de azúcares reductores de 65,77 % (DS=0,19) y de sacarosa aparente 0,52 % (DS=0,00). El porcentaje de humedad 17,43 % (DS=0,06).

Desde la óptica de la limpidez en miel el valor obtenido sobre sólidos insolubles en agua fue de 0,4365 % (DS=0,0005). Dentro de los sólidos observados se reconocieron partículas de cera y restos de abejas.

Se registró 0,897 % (DS=0,001) de cenizas. En cuanto a los parámetros de deterioro en la muestra no se observan fermentaciones o efervescencias y presenta una acidez libre de 53,67 meq/kg (DS=0,31), una acidez lactónica de 9,83 meq/kg (DS=0,03) y una acidez total de 63,49 meq/kg (DS=0,28) respectivamente. El pH detectado es de 3,98 (DS= 0,01).

El contenido proteico es de 0,19 % (DS=0,00), dentro de los parámetros de frescura 2,85 ppm (DS=0,02) de hidroximetilfurfural y 52,17 °Gothe (DS=0,15) de índice de diastasas. El color que presentó la muestra fue de 118 mm (DS=0,00) en escala de pfund, correspondiente a un color ámbar oscuro.

### 7.2.3.2. Tratamientos

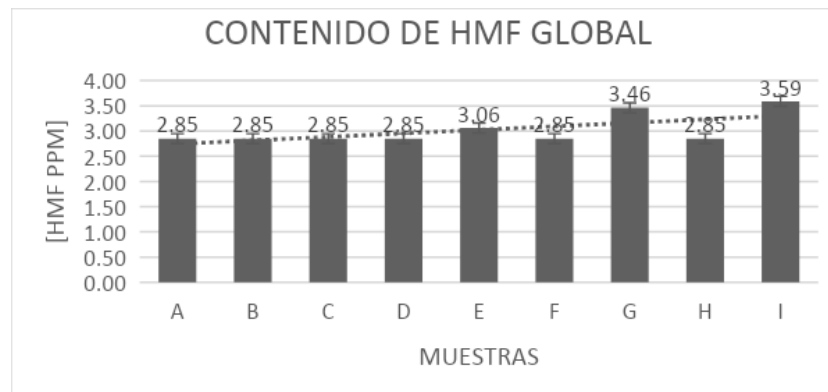
#### 7.2.3.2.1. Parámetro Hidroximetilfurfural

Tabla 5 Resultados de hidroximetilfurfural en ppm de cada tratamiento

Muestra	Tipo de Muestra	Tratamiento	X	s	CV %	Min	Max
A	Analítica completa	N/A	2,85	0,02	0,61	2,83	2,86
B	Control (previo al tratamiento y extracción)	sin tratamiento	2,85	0,01	0,41	2,83	2,85
C	Posterior tratamiento y extracción	sin tratamiento	2,85	0,01	0,35	2,84	2,86
D	Control (previo a tratamiento y extracción)	6 Horas 35°C a 40°C	2,85	0,02	0,54	2,83	2,86
E	Posterior tratamiento y extracción	6 Horas 35°C a 40°C	3,06	0,01	0,19	3,05	3,06
F	Control (previo a tratamiento y extracción)	12 Horas 35°C a 40°C	2,85	0,01	0,20	2,85	2,86
G	Posterior tratamiento y extracción	12 Horas 35°C a 40°C	3,46	0,01	0,17	3,46	3,47
H	Control (previo a tratamiento y extracción)	18 Horas 35°C a 40°C	2,85	0,01	0,20	2,85	2,86
I	Posterior tratamiento y extracción	18 Horas 35°C a 40°C	3,59	0,01	0,32	3,58	3,60

Nota. Valores de hidroximetilfurfural obtenidos de cada tratamiento.

Figura 1 Contenido global de HMF



La muestra A presenta un contenido inicial de 2,85 ppm (SD=0,02) y conjuntamente a las muestras B, C, D, F y H las cuales no recibieron un tratamiento térmico y solamente fueron desoperculadas y extraídas también presentan el mismo valor del compuesto aldehídico.

La muestra E tratada por un periodo de tiempo de 6 horas y expuesta a temperaturas entre 35°C a 40°C presenta un contenido de HMF de 3,06 ppm (SD=0,01), la muestra G tratada por un periodo de tiempo de 12 horas y expuesta a temperaturas entre 35°C a 40°C presenta un contenido de HMF de 3,46 ppm (SD=0,01) y la muestra I tratada por un periodo de tiempo de 18 horas y expuesta a temperaturas entre 35°C a 40°C presenta un contenido de HMF de 3,59 ppm (SD=0,01).

Tabla 6 *Control sin tratamiento*

Muestra	Tipo de Muestra	Tratamiento	X	s	CV %	Min	Max
B	Control (previo al tratamiento y extracción)	sin tratamiento	2,85	0,01	0,41	2,83	2,85
C	Posterior tratamiento y extracción	sin tratamiento	2,85	0,01	0,35	2,84	2,86

Figura 2 *Control sin tratamiento*

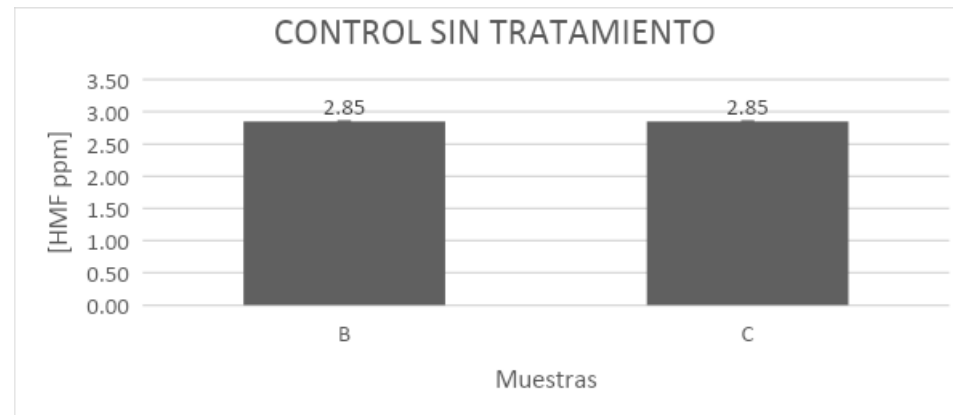


Tabla 7 *Tratamiento de 6 horas*

Muestra	Tipo de Muestra	Tratamiento	X	s	CV %	Min	Max
D	Control (previo a tratamiento y extracción)	6 Horas 35°C a 40°C	2,85	0,02	0,54	2,83	2,86
E	Posterior tratamiento y extracción	6 Horas 35°C a 40°C	3,06	0,01	0,19	3,05	3,06

Figura 3 Tratamiento de 6 horas

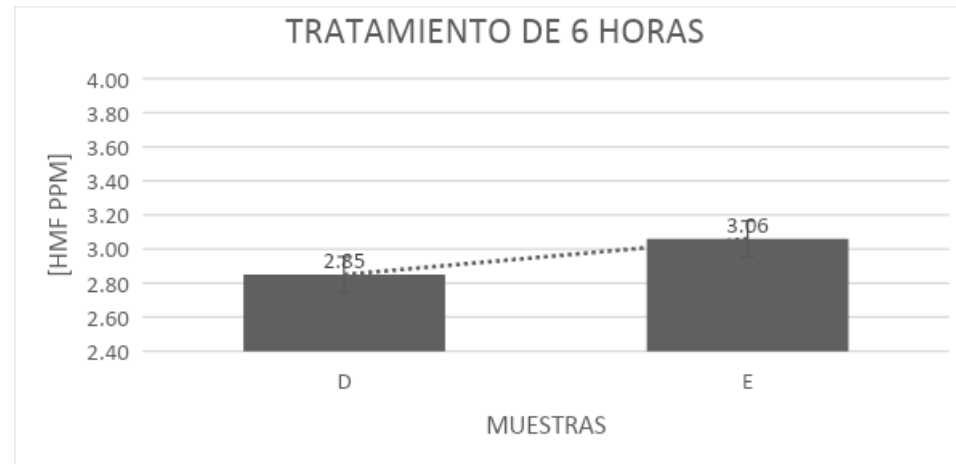


Tabla 8 Tratamiento 12 horas

Muestra	Tipo de Muestra	Tratamiento	X	s	CV %	Min	Max
F	Control (previo a tratamiento y extracción)	12 Horas 35°C a 40°C	2,85	0,01	0,20	2,85	2,86
G	Posterior tratamiento y extracción	12 Horas 35°C a 40°C	3,46	0,01	0,17	3,46	3,47

Figura 4 Tratamiento 12 horas

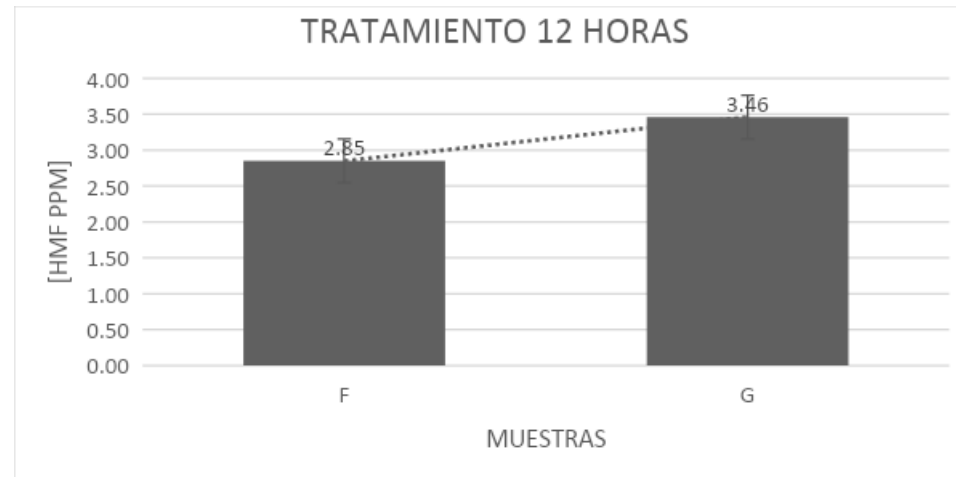


Tabla 9 Tratamiento 18 horas

Muestra	Tipo de Muestra	Tratamiento	X	s	CV %	Min	Max
H	Control (previo a tratamiento y extracción)	18 Horas 35°C a 40°C	2,85	0,01	0,20	2,85	2,86
I	Posterior tratamiento y extracción	18 Horas 35°C a 40°C	3,59	0,01	0,32	3,58	3,60

Figura 5 Tratamiento 18 horas

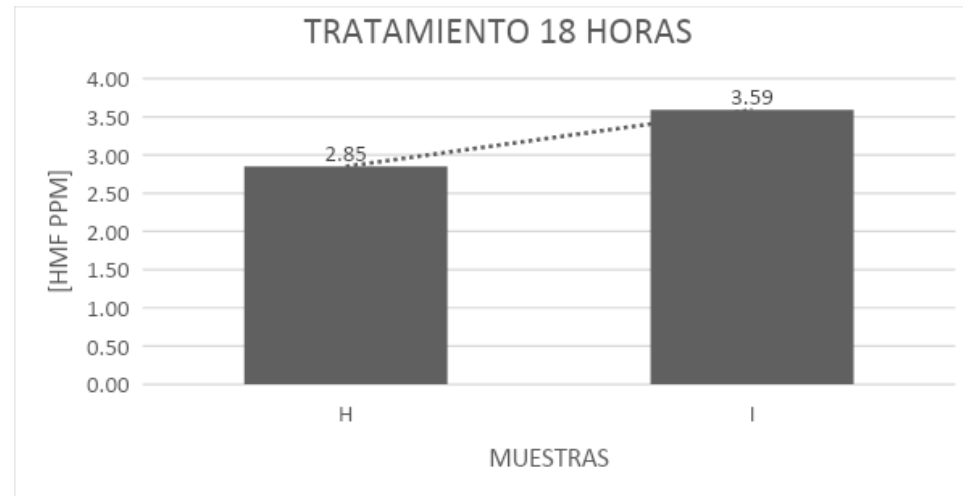
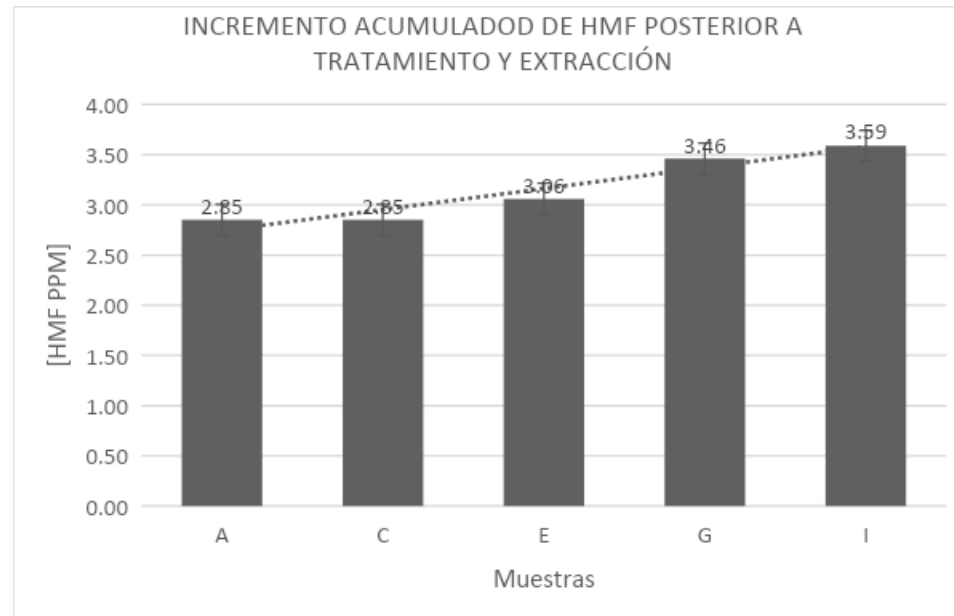


Tabla 10 Incremento acumulado de HMF posterior a tratamiento y extracción

Muestra	Tipo de Muestra	Tratamiento	X	s	CV %	Min	Max
A	Analítica Completa	N/A	2,85	0,02	0,61	2,83	2,86
C	Posterior tratamiento y extracción	sin tratamiento	2,85	0,01	0,35	2,84	2,86
E	Posterior tratamiento y extracción	6 Horas 35°C a 40°C	3,06	0,01	0,19	3,05	3,06
G	Posterior tratamiento y extracción	12 Horas 35°C a 40°C	3,46	0,01	0,17	3,46	3,47
I	Posterior tratamiento y extracción	18 Horas 35°C a 40°C	3,59	0,01	0,32	3,58	3,60

Figura 6 *Incremento acumulado de HMF posterior a tratamiento y extracción*



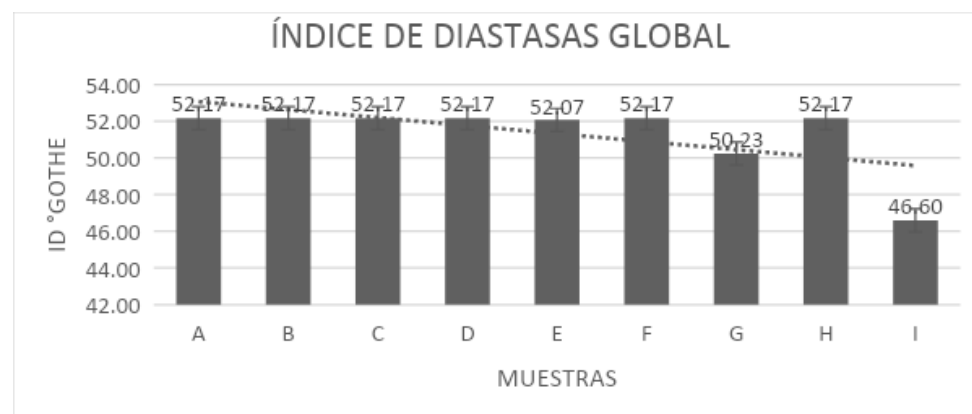
### 7.2.3.2.2. Parámetro Índice de Diastasas

Tabla 11 Resultados del Índice de Diastasas de cada tratamiento

Muestra	Tipo de Muestra	Tratamiento	X	s	CV %	Min	Max
A	Analítica completa	N/A	52,17	0,15	0,29	52,00	52,30
B	Control (previo a tratamiento y extracción)	sin tratamiento	52,17	0,11	0,11	52,10	52,20
C	Posterior a tratamiento y extracción	sin tratamiento	52,17	0,29	0,29	52,00	52,30
D	Control (previo a tratamiento y extracción)	6 Horas 35°C a 40°C	52,17	0,06	0,11	52,10	52,20
E	Posterior a tratamiento y extracción	6 Horas 35°C a 40°C	52,07	0,11	0,11	52,00	52,10
F	Control (previo a tratamiento y extracción)	12 Horas 35°C a 40°C	52,17	0,15	0,29	52,00	52,30
G	Posterior a tratamiento y extracción	12 Horas 35°C a 40°C	50,23	0,23	0,23	50,10	50,30
H	Control (previo a tratamiento y extracción)	18 Horas 35°C a 40°C	52,17	0,15	0,29	52,00	52,30
I	Posterior a tratamiento y extracción	18 Horas 35°C a 40°C	46,60	0,37	0,37	46,50	46,80

Nota. Resultados obtenidos de cada tratamiento implementado.

Figura 7 Resultado de Índice de Diastasas global



La muestra A presenta un contenido inicial de 52,17 °Gothe (SD=0,15) y conjuntamente a las muestras B 52,17 °Gothe (SD=0,11), C 52,17 °Gothe (SD=0,29), D 52,17 °Gothe (SD=0,06), F 52,17 °Gothe (SD=0,15) y H 52,17 °Gothe (SD=0,15) las cuales no recibieron un tratamiento térmico y solamente fueron desoperculadas y extraídas presentando valores correlativos.

La muestra E tratada por un periodo de tiempo de 6 horas y expuesta a temperaturas entre 35°C a 40°C presenta un índice de diastasas (ID) de 52,07 °Gothe (SD=0,11), la muestra G tratada por un periodo de tiempo de 12 horas y expuesta a temperaturas entre 35°C a 40°C presenta un ID de 50,23 °Gothe (SD=0,23) y la muestra I tratada por un periodo de tiempo de 18 horas y expuesta a temperaturas entre 35°C a 40°C presenta un ID de 46,60 °Gothe (SD=0,37).

Tabla 12 *Control sin tratamiento*

Muestra	Tipo de Muestra	Tratamiento	X	s	CV %	Min	Max
B	Control (previo a tratamiento y extracción)	sin tratamiento	52,17	0,11	0,11	52,10	52,20
C	Posterior a tratamiento y extracción	sin tratamiento	52,17	0,29	0,29	52,00	52,30

Figura 8 *Control sin tratamiento*

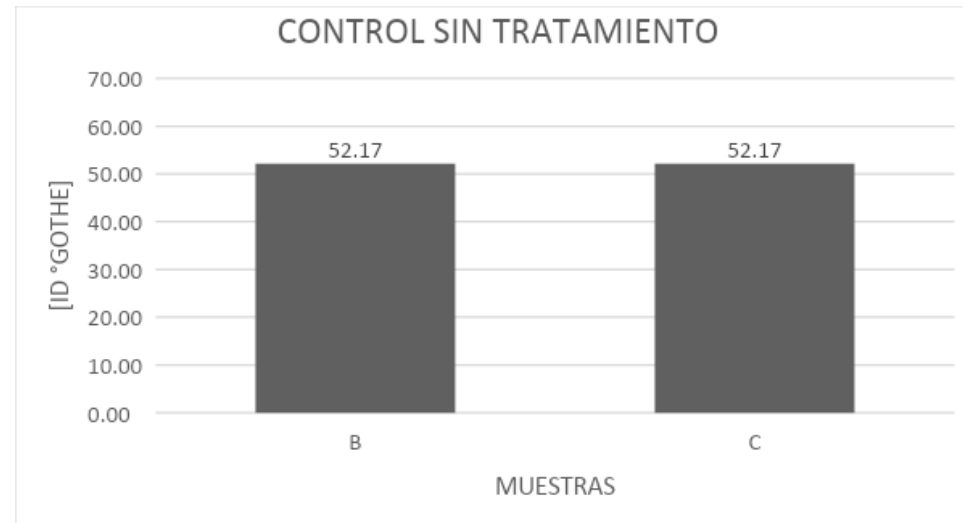


Tabla 13 *Tratamiento de 6 horas*

Muestra	Tipo de Muestra	Tratamiento	X	s	CV %	Min	Max
D	Control (previo a tratamiento y extracción)	6 Horas 35°C a 40°C	52,17	0,06	0,11	52,10	52,20
E	Posterior a tratamiento y extracción	6 Horas 35°C a 40°C	52,07	0,11	0,11	52,00	52,10

Figura 9 *Tratamiento de 6 horas*

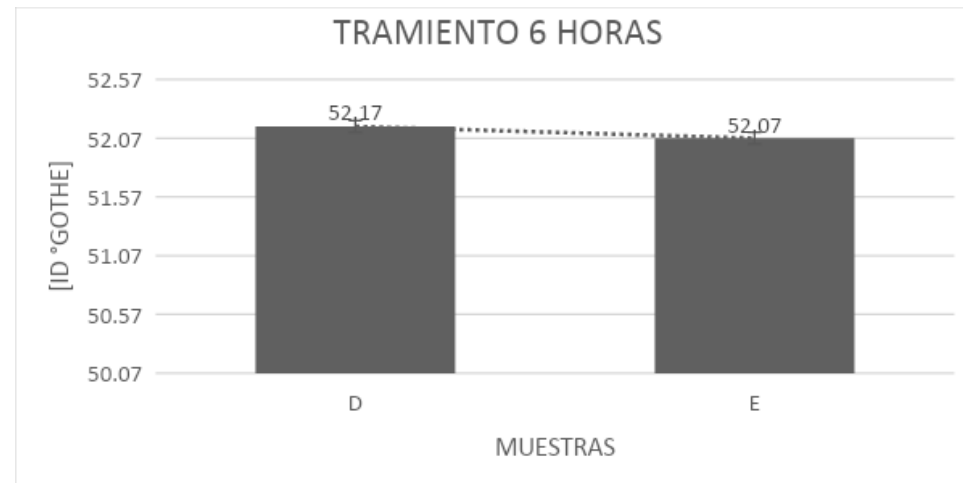


Tabla 14 *Tratamiento 12 horas*

Muestra	Tipo de Muestra	Tratamiento	X	s	CV %	Min	Max
F	Control (previo a tratamiento y extracción)	12 Horas 35°C a 40°C	52,17	0,15	0,29	52,00	52,30
G	Posterior a tratamiento y extracción	12 Horas 35°C a 40°C	50,23	0,23	0,23	50,10	50,30

Figura 10 *Tratamiento 12 horas*

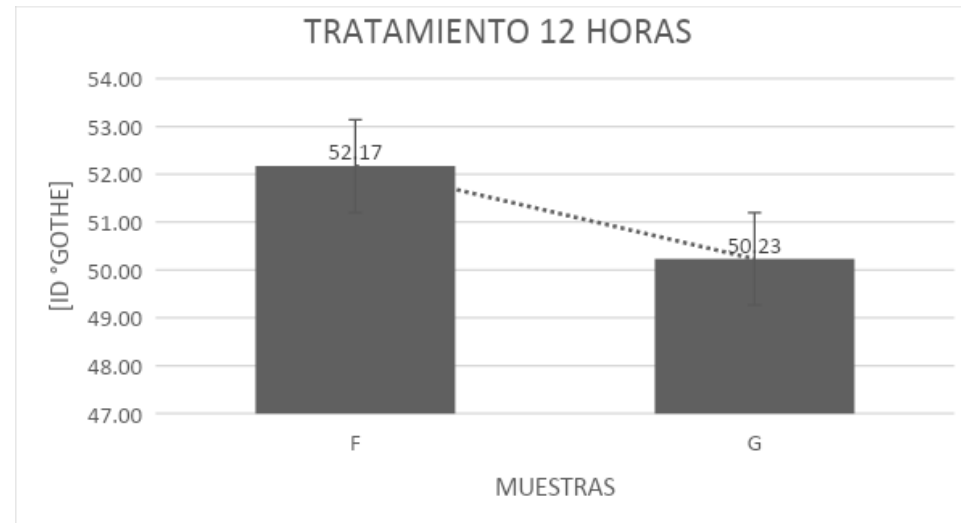


Tabla 15 *Tratamiento 18 horas*

Muestra	Tipo de Muestra	Tratamiento	X	s	CV %	Min	Max
H	Control (previo a tratamiento y extracción)	18 Horas 35°C a 40°C	52,17	0,15	0,29	52,00	52,30
I	Posterior a tratamiento y extracción	18 Horas 35°C a 40°C	46,60	0,37	0,37	46,50	46,80

Figura 11 *Tratamiento 18 horas*

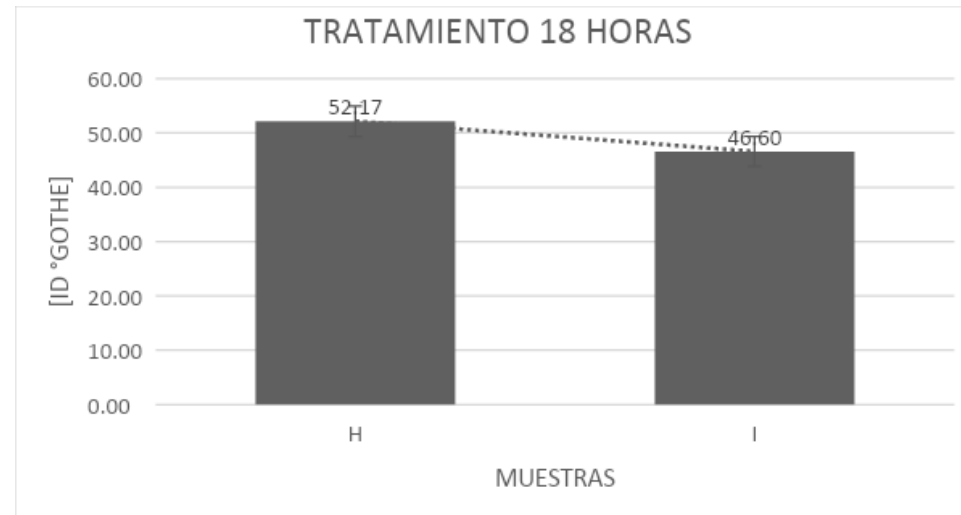
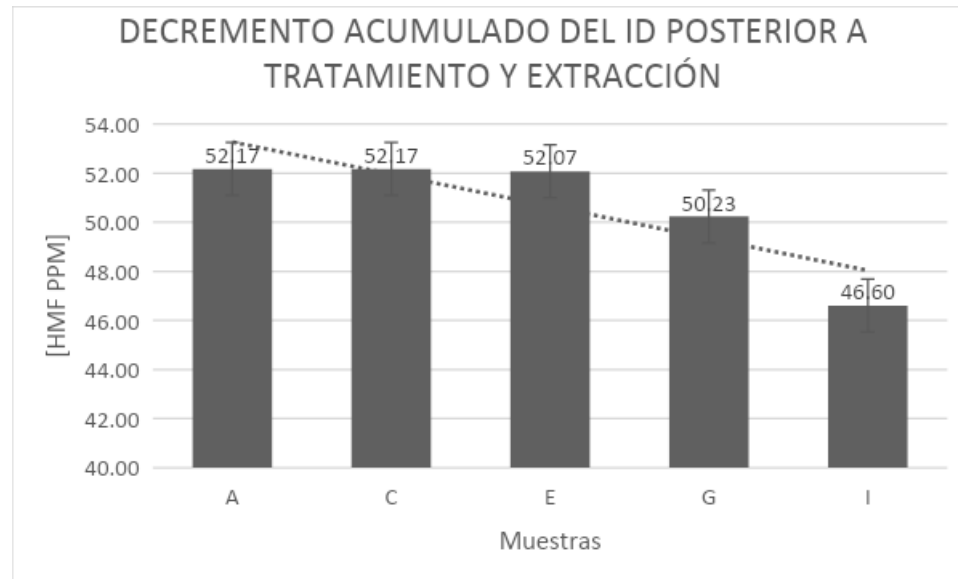


Tabla 16 *Incremento acumulado de HMF posterior a tratamiento y extracción*

Muestra	Tipo de Muestra	Tratamiento	X	s	CV %	Min	Max
A	Analítica Completa	N/A	52,17	0,15	0,29	52,00	52,30
C	Posterior tratamiento y extracción	sin tratamiento	52,17	0,29	0,29	52,00	52,30
E	Posterior tratamiento y extracción	6 Horas 35°C a 40°C	52,07	0,11	0,11	52,00	52,10
G	Posterior tratamiento y extracción	12 Horas 35°C a 40°C	50,23	0,23	0,23	50,10	50,30
I	Posterior tratamiento y extracción	18 Horas 35°C a 40°C	46,60	0,37	0,37	46,50	46,80

Figura 12 *Decremento acumulado posterior a tratamiento y extracción*



### 7.2.3.2.3. Cambios de viscosidad

La muestra A fue expuesta a un rango de temperaturas con el fin de medir su influencia respecto a la viscosidad de la misma. Se observa una fuerte tendencia a medida del aumento de la temperatura en la disminución de la viscosidad.

Tabla 17 *Medición de la viscosidad respecto a gradiente de temperatura*

Muestra	Temperatura °C	Viscosidad en cps
A	15	116,000
	25	38,000
	33	18,000
	40	8,40

Nota. Determinación de viscosidad por medio de viscosímetro Brookfield RTV con spindle N°7 a una velocidad de 10 rpm (7-10).

Figura 13 *Medición de la viscosidad respecto a gradiente de temperatura*

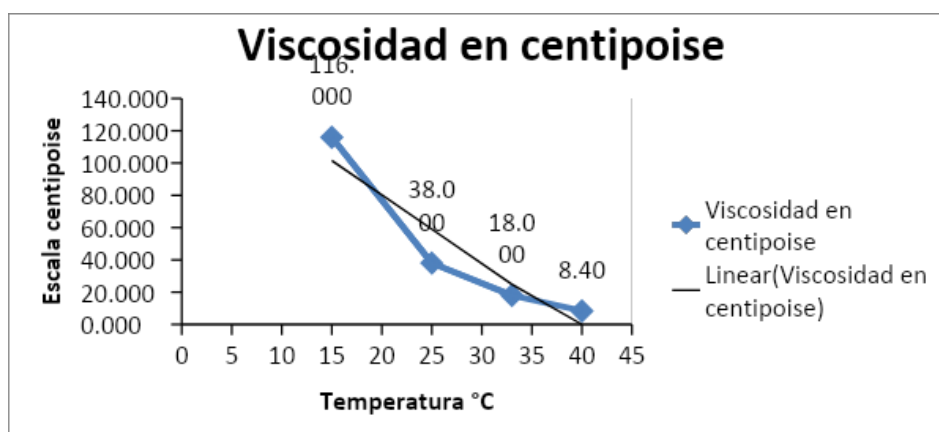
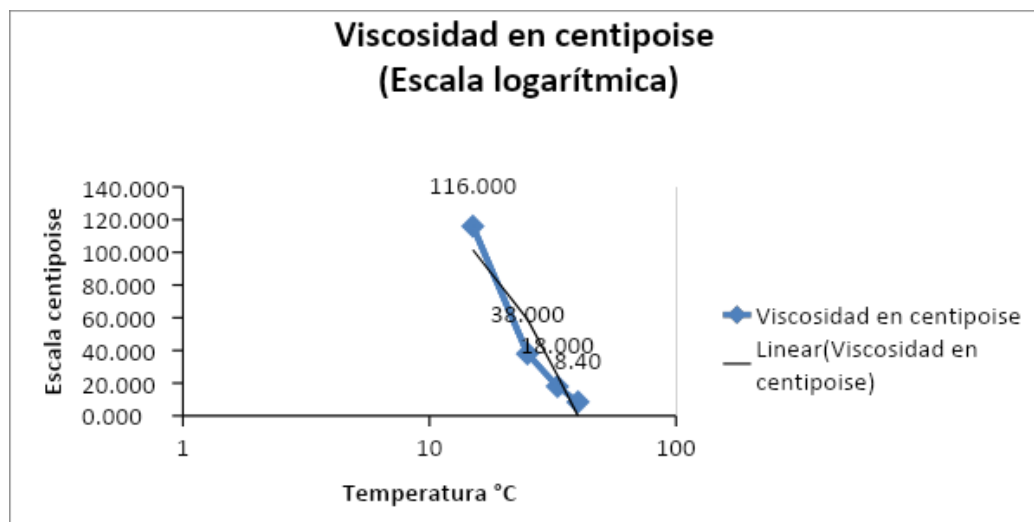


Figura 13 *Medición en escala logarítmica de la viscosidad respecto a gradiente de temperatura*



#### **7.2.4. Discusión y conclusiones**

La presente investigación tiene como objetivo principal cuantificar y evaluar el contenido del compuesto químico 5-hidroximetilfurfural a un rango de muestras pertenecientes a mieles provenientes de panales expuestos a condiciones tradicionales de adecuación tecnológica para optimización de procesos de extracción a partir de un lote de miel obtenido del apiario de la Obra de Don Bosco, Rodeo del Medio, Maipú, Mendoza.

En base a los resultados obtenidos se logró comprobar de que la tendencia presentada sobre el rango muestral indica que la exposición en recinto calefaccionado a temperaturas comprendidas entre 35 °C a 40 °C durante 6 horas, 12 horas y 18 horas no atribuye una influencia crítica en la calidad de la miel, respecto a los parámetros de frescura del presente alimento.

El tradicional ejercicio de la implementación de calefacción en recintos contenedores de miel por salas de extracción, almacenamiento y fraccionamiento para adecuar la miel y por lo tanto facilitar su manipulación es común en las regiones productoras. La falta de control sobre las condiciones que se lleva a cabo dicha práctica implica muchas veces una disminución en la calidad de la miel debido a excesos de calentamiento, ya sea en los gradientes de temperatura y/o tiempos de exposición. En base al trabajo realizado y en las condiciones especificadas, indica que es factible realizar la práctica bajo algunas consideraciones pertinentes.

Es muy importante conocer las características intrínsecas del lote de miel que se esté trabajando, su conductividad térmica, estado global, nivel de cristalización, contenido inicial de HMF e ID.

De efectuarse la calefacción del recinto, deberá consistir en una transmisión por convección preferentemente, de manera homogénea y continua sin superar los 40°C en los márgenes de los marcos de miel y los 35°C en el interior de estos.

En base al estudio realizado dicho atemperado aumenta sensiblemente el contenido de HMF y produce un decremento moderado del ID. Esto dependerá también del estado original de la miel y del tiraje productivo anteriormente mencionado.

Es importante mantener un ritmo de procesamiento continuo, evitando demoras en el procesamiento del producto, ya que a medida que se prolonguen los tiempos de trabajo, mayor será el nivel de cristalización y aumento de la viscosidad.

La viscosidad de la miel se ve altamente influenciada por la temperatura, teniendo una notable disminución a medida que aumenta el gradiente aplicado, permitiendo por lo tanto una facilitación de los procesos de extracción. Esto permitiría incrementar la eficiencia de la extracción de los marcos disminuyendo tiempos de espera, esfuerzos mecánicos por parte de los equipos y un mayor cuidado de las estructuras de los marcos debido a una menor aplicación de fuerza centrífuga a la hora de procesarse.

Al resultar una miel más fluida deberán ser más eficientes los procesos de decantación y filtración, obteniendo un producto con menores contenidos de sólidos solubles en agua y mejorando notablemente las operaciones mecánicas respectivas.

Será imprescindible al momento de aplicarse tecnologías de calefaccionamiento una correcta distribución dentro del recinto. Estructuras adecuadas para la transmisión y mantención del calor. Ambientes con circulación de aire y humedad controlada y bajo estrictos protocolos de higiene y desinfección.

Como en todo proceso alimentario es recomendable la aplicación de normas en gestión de la calidad donde se pueda asegurar un correcto procedimiento de trabajo y de producto final, interviniendo en todos los niveles del proceso, cadenas de proveedores, distribución, equipamientos, especificaciones técnicas, ambientales, higiénicas, laborales y legales.

Respecto a los parámetros de calidad determinados en la muestra A se puede concluir las siguientes consideraciones.

En cuanto a los parámetros de madurez la miel presenta un contenido de azúcares reductores de 65,77 % (DS=0,19) en correspondencia a lo indicado por CAA, donde explicita que para mieles cuyo origen es de flores se permite como mínimo un contenido de 65 % y para mieles de mielada o mezcla de mielada y flores un porcentaje mínimo de 60 %; de sacarosa aparente 0,52 % (DS=0,00) correspondiéndose a lo especificado por CAA, donde para mieles de flores como máximo se permite 8 % y para mieles de mielada o mezcla de mielada y flores un máximo de 10% . El porcentaje de humedad 17,43 % (DS=0,06), nivel por debajo del máximo permitido por la legislación actual de 18 % y correlativo con la concentración de azúcares presente en la muestra y los niveles de madurez de la miel en el momento de efectuarse la cosecha.

Desde la óptica de la limpidez en miel el valor obtenido sobre sólidos insolubles en agua fue de 0,4365 % (DS=0,0005). Dentro de los sólidos observados se reconocieron partículas de cera y restos de abejas. La legislación argentina actual permite un máximo para mieles centrifugadas de 0,1 % y para aquellas que fueran obtenidas por procesos de prensado un máximo de 0,5 %. Debido al procedimiento optado en la obtención de las muestras para el presente estudio, el contenido de sólidos insolubles en agua fue superior al especificado para procesos de obtención por centrifugación, totalmente lógicos teniendo como base el grado de cristalización, viscosidad y dificultad para procesos de decantación y filtración presentados.

Se registró 0,897 % (DS=0,001) cumpliendo lo especificado por CAA (< 1%) y dato correlativo con el contenido de minerales presentes en la miel, totalmente correlativos con el valor de pH indicado y como indicador indispensable de conductividad

eléctrica de la miel y su influencia positiva al momento de su atemperado, ya que a mayor contenido de minerales mayor puede ser la transmisión de calor en el alimento.

En cuanto a los parámetros de deterioro en la muestra no se observan fermentaciones o efervescencias y presenta una acidez libre de 53,67 meq/kg (DS=0,31), una acidez láctica de 9,83 meq/kg (DS=0,03) y una acidez total de 63,49 meq/kg (DS=0,28) respectivamente. El pH detectado es de 3,98 (DS= 0,01). La acidez libre indicada supera el límite enmarcado por CAA (40 meq/kg) donde puntualmente atribuimos que estos valores son debidos al origen de la miel.

En base a la ubicación geográfica del apiario, colindante a cultivos de *Vitis vinífera* y las características históricas de la producción es muy probable que las abejas en épocas donde las bayas de *Vitis vinífera* exudan sus jugos celulares, éstas los tomen y procesen hasta la obtención de la miel. Debido a que dichos jugos celulares son ricos en ácido tartárico, entre otros, influencia directamente en la acidez final de la miel, además de observarse sensorialmente indicadores que corresponden a dichas bayas mencionadas y concluyendo una alta factibilidad que el origen botánico sea la especie vegetal indicada, obteniéndose una miel de mielada mayoritariamente.

A partir de su posible origen y cuya contribución en los caracteres finales del alimento, resulta conveniente realizar un estudio botánico de las mieles obtenidas en dicho apiario o zona con el fin de contar con mayores herramientas en pos del conocimiento regional y tecnológico.

El contenido proteico es de 0,19 % (DS=0,00), dentro de los parámetros de frescura 2,85 ppm (DS=0,02) de hidroximetilfurfural respetando las especificaciones legales actuales (< 40 ppm) y 52,17 °Gothe (DS=0,15) de índice de diastasas cumpliendo también con lo legislado donde como mínimo se admite 8 °Gothe o para mieles cuyo

origen anteceda un menor contenido diastásico como mínimo es admitido 3 °Gothe siempre y cuando el contenido de HMF no supere las 15 ppm.

El color que presentó la muestra fue de 118 mm (DS=0,00) en escala de pfund, correspondiente a un color ámbar oscuro.

En cuanto a los tratamientos aplicados, se observó que con seis horas de exposición en el recinto se mantenía el aire circundante entre 35°C y 40°C, fue suficiente para que los panales aumentaran su temperatura inicial de 15°C. Con el tratamiento de 12 y 18 horas no se consiguió ganar mayor temperatura en los panales, solo mantenerla constante.

Adicionalmente se contrastó que la fluidez es bastante adecuada a partir de los 25°C y más que óptima entre los 30°C y 33°C. Si bien esto puede variar levemente según el origen de la miel, se estima que temperaturas aledañas a los 30°C serían mayormente más adecuadas para efficientizar el proceso de extracción.

Considerando estas dos observaciones y teniendo en cuenta climas en los que las temperaturas medias al momento de la cosecha de la miel sean cercanas a los 15°C se puede recomendar que el tratamiento de atemperado de la miel previo a la extracción sea de 6 horas ya que no se obtiene mayores ventajas con un tratamiento de mayor tiempo y sí aumenta, aunque de modo muy sutil, el contenido final de HMF.

Conocer la matriz del alimento en estudio permite la aplicación de tecnologías correspondientes a sus características intrínsecas, las posibles variantes que pueden emerger y el criterio técnico más adecuado respecto a las condiciones del producto.

Resulta propicio destacar que la calidad de la miel dependerá de cada eslabón del proceso productivo. Las condiciones del medio ambiente, épocas de floración, sanidad de las abejas, implementación de buenas prácticas apícolas y de manufactura. Determinación del punto óptimo de cosecha, transporte, control y recepción del material

cosechado, condiciones edilicias y de equipamientos de la sala de extracción, almacenamiento y fraccionamiento.

Es imprescindible el continuo control de las condiciones a que se es expuesto el alimento, la mejora continua de los procesos, el mantenimiento de los equipamientos y sus respectivas inversiones, la formación continua de profesionales a fines, estado bromatológico del producto resultante y el cumplimiento de la legislación vigente.

Finalmente se logró la integración de los diversos niveles educativos de la Obra de Don Bosco de Rodeo del Medio, Maipú, Mendoza; a través de las diversas materias, módulos y cátedras que implican el estudio de la apicultura y bromatología. Permitiendo la transferencia científica tecnológica en base al conocimiento existente y desarrollado a partir del presente estudio.

## Referencia Bibliografía

- A.O.A.C. (1995). *A.O.A.C. Official Method* (16 ed.). Washington, DC. Sec. Recuperado el 11 de 1 de 2021
- Afroz, R., Tanvir, E., Zheng, W., & Little, P. (2016). Molecular Pharmacology of Honey. *Journal of Clinical and Experimental Pharmacology. Clin Exp Pharmacol*, 6(212), 2-3. doi:10.4172/2161-1459.1000212
- BALDI, B. (2010). *La Miel. Una mirada científica*. (1ra ed.). Entre Ríos: Universidad Nacional de Entre Ríos. Recuperado el 02 de 01 de 2021
- Bogdanov, S. (2016). Chapter 5: Honey Composition. En *Book the honey* . Recuperado el 7 de 1 de 2021, de <https://www.bee-hexagon.net/>
- Bogdanov, S., Ruoff, K., & Persano, L. (2004). Physico-chemical method for the characterisation of unifloral honey: a review. *Apidologie*, 35(1), 4-17. Recuperado el 7 de 1 de 2021
- CAA. (16 de 12 de 1985). *Art 783. CAPÍTULO X ALIMENTOS AZUCARADOS*. Recuperado el 06 de 01 de 2021, de Código Alimentario Argentino: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/caa\\_capitulo\\_x\\_azucarados\\_actu\\_aliz\\_2020-09.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/caa_capitulo_x_azucarados_actu_aliz_2020-09.pdf)
- CAC. Comisión del Codex. (s.f.). *Codex Alimentarius*. Recuperado el 11 de 1 de 2021, de <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/es/>
- Crane, E. (1980). *El libro de la miel*. Breviarios : Fondo de cultura económica. Recuperado el 7 de 1 de 2021
- Crane, E. (1985). *El libro de la miel*. Nueva York, Estados Unidos: Oxford University Press. Recuperado el 02 de 01 de 2021

- Fattori, S. B. (2004). *“LA MIEL” Propiedades, Composición y Análisis Físico- Químico*. Beekeeping Technology and Bee Products Commission . Argentina: Apimondia. Recuperado el 05 de 01 de 2021, de <http://www.apimondia.org/>
- Jeuring, H., & Koppers, F. J. (1980). High Performance Liquid Chromatography of Furfural and Hydroxymethylfurfural in Spirits and Honey. *Journal of Official Association Agricultural Chemists* , 63(6), 1215-1218. Recuperado el 8 de 1 de 2021
- Louveaux, J., Maurizio, A., & Vorwohl, G. (1970). Methods of melissopalynology. *Bee World*, 51(3), 125-138. Recuperado el 7 de 1 de 2021
- Sanchez Mantica, D. G. (2021). *Evaluación de la Calidad en Mieles Comerciales de la Provincia de Mendoza*. Mendoza: Facultad Don Bosco de Enología y Ciencias de la Alimentación Universidad Católica de Cuyo. Recuperado el 15 de 6 de 2021
- White, J. W. (1980). Honey Composition and Properties; Beekeeping in the United states. Agriculture handbook 335, Department of Agriculture. Recuperado el 03 de 01 de 2021
- White, J. W. (1992). Quality Evaluation of Honey: Role of HMF and Diastase Assays. *American Bee Journal*, 737-794. Recuperado el 8 de 1 de 2021

.....  
Lic. Damián Sanchez  
Director de Proyecto

.....  
Prof. Diego Lema  
Codirector de Proyecto

.....  
Lic. Laura Arévalo  
Investigador  
*Coordinación CIPFO*