

CAPÍTULO 6

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL Y CALIDAD DE LA MIEL PRODUCIDA EN EL TERRITORIO PATAGONIA VERDE

Iris Lobos Ortega

Ing. en Alimentos, Dra. INIA Remehue

Maribel Currián Montes

Ing. en Alimentos, INIA Remehue

Introducción

Actualmente, los consumidores no solo están preocupados de la calidad e inocuidad de los productos, sino también del origen de los mismos y es aquí donde el lugar de procedencia cobra gran relevancia, ya que muchas veces el consumidor lo asocia con una calidad o características únicas. En este sentido, se han desarrollado y potenciado mercados específicos para productos que presentan característica vinculadas a su lugar de origen.

Se entiende por miel a la sustancia dulce natural producida por abejas *Apis mellifera* a partir del néctar de las plantas (miel de flores) o de secreciones de partes vivas de estas o de excreciones de insectos succionadores (hemíptera) de plantas o secreciones de partes vivas de las mismas (miel de mielada), y que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias propias específicas y depositan, deshidratan, almacenan y dejan en el panal para su maduración (RSA, 2019).

Es sabido por todos que existe una amplia variedad de mieles, las que dependen del tipo de néctar que hayan recogido las abejas. Este néctar puede variar en su composición y/o concentración. Las abejas son las intermediarias entre el néctar y la miel. Las obreras recogen el néctar de las flores, y lo almacenan en su estómago. Las enzimas segregadas por las glándulas de la boca de la abeja se mezclan con el néctar, y comienza la descomposición de la sacarosa (disacárido constituido por la unión de una glucosa con una fructosa). De vuelta en la colmena, es transferido directamente a otra abeja a través de su aparato bucal, conducta que se repite sucesivamente y que se denomina trofalaxis, en este procedimiento, el néctar aumenta su densidad y se adicionan secreciones de las glándulas de las abejas utilizadas para la elaboración de la miel, especialmente

de las glándulas hipofaríngeas que aportan enzimas como la invertasa, diastasa y gluco-oxidasa (Philippe, 1990).

La abeja deposita el néctar en el panal de la colmena. Este néctar puede llegar a tener un 70% de agua, que debe ser evaporada para que la miel pueda ser conservada. Las abejas logran esto ventilando el panal con sus propias alas, propiciando la rápida evaporación del agua de la mezcla, que disminuirá aproximadamente al 17%. De esta manera, ocurre la transformación del néctar a miel madura, la cual es sellada y almacenada dentro de las celdillas del panal (Figura 56). Al final de los procesos de transformación, el néctar es convertido en miel, la cual es una solución sobresaturada de azúcares, y una de las mezclas de carbohidratos más complejas producidas en la naturaleza (Dini and Bedascarrasbure, 2011; Universidad de Valencia, 2016).

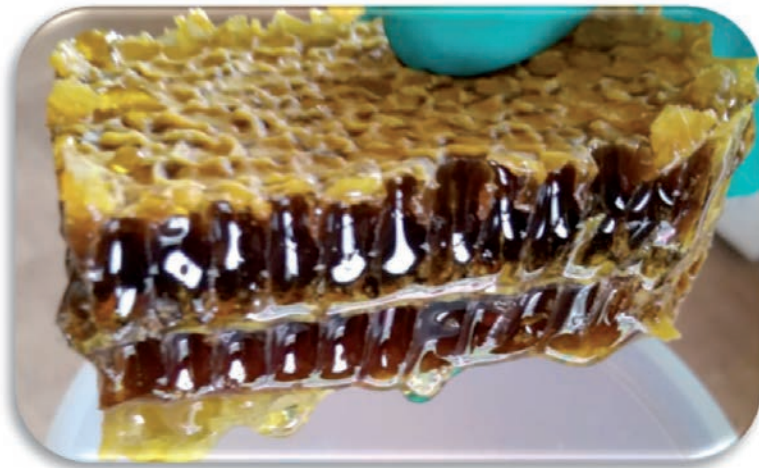


Figura 56. Porción de panal con miel

La miel se encuentra madura cuando las abejas han terminado el proceso de transformación química y de deshidratación del néctar, depositado en cada celdilla del panal. Una vez madura, las abejas tapan las celdillas con una capa delgada de cera, denominada opérculo, con el objetivo de proteger la miel o las crías (Figura 57). Sin embargo, existen lugares muy húmedos o años de alta humedad ambiental, en los que las abejas pueden llegar a opercular la miel con niveles de humedad más altos de lo deseado. A lo largo del proceso, que va desde la extracción de las alzas melarías hasta el envasado; también se puede existir incorporación de agua a la miel; debido a que es un producto altamente

higroscópico, es decir; con elevada capacidad de absorber humedad (Dini and Bedascarrasbure, 2011).



Figura 57. Marco de una colmena con cierre de celdillas (Opérculada)
(Gentileza: Cindy Currián)

Si se consideran los riesgos a la salud causados por el sobrepeso y la obesidad que existen a nivel mundial y que además muestran una tendencia creciente, sería lógico pensar en la miel como un endulzante con un gran potencial ya que además de entregar dulzor entrega un valor nutricional adicional, que los edulcorantes industriales tradicionales (azúcar de mesa) no poseen (Garry et al., 2017).

El mercado mundial de la miel en expansión ha intensificado los esfuerzos para caracterizar y autenticar la miel, ya que esta desempeña un papel importante tanto para los consumidores como para los productores. La comisión del Codex Alimentarius de la FAO/OMS (2019) ha establecido los parámetros esenciales de calidad de la miel destinada al consumo humano, los que se deben ser considerados en su comercialización destacando: humedad, cenizas, azúcares reductores, conductividad eléctrica, hidroximetilfurfural (HMF) y el índice de diastasa (DA). A nivel de investigación se han considerado otros parámetros que dan valor agregado, siendo el contenido de cenizas y presencia de minerales, los cuales permitirían generar indicadores ambientales, geográficos y botánicos.

Composición química de la miel

Carbohidratos: Representan del 95% al 99% de los componentes de la miel, los monosacáridos; glucosa (27-45%) y la fructosa (33-42%), representan el 75-85% del total de los azúcares de la miel (Gleiter et al., 2006). La fructosa es el azúcar dominante y sólo en muy pocos tipos de miel, como la de colza (*Brassica napus*) y el diente de león (*Taraxacum officinale*), la fracción de glucosa puede ser mayor (Escuredo et al., 2014). Este predominio de azúcares simples y particularmente el alto porcentaje de fructosa, son responsables de la mayoría de las características físicas y nutricionales de la miel. Cerca del 10-15% son disacáridos y pequeñas cantidades de otros azúcares (Graham, 1993). La composición de los azúcares depende principalmente del origen botánico, geográfico; siendo afectada por el clima, la elaboración y el almacenamiento de la miel (Escuredo et al., 2014; Tornuk et al., 2013). Los azúcares presentes en la miel son responsables de propiedades como: valor energético, viscosidad, higroscopicidad y cristalización (Kamal and Klein, 2011).

Maltosa (5-7%) y sacarosa (1%) son los disacáridos más importantes. Este último es un indicador de calidad, si el contenido de sacarosa es superior al 5% se atribuye altamente a una posible intervención (alimentación de las abejas con jarabes y/o adición intencional con jarabes) de la miel pura, perdiendo su calidad sensorial y nutritiva (Kamal and Klein, 2011). Sin embargo, en algunos productos de miel comercializados en Japón han sido adulterados con maltosa, con el fin de aumentar el dulzor (Fujita, 2012).

Otra cualidad de la miel que está asociada a los azúcares es la cristalización, el cual es un proceso natural característico de la miel que se desarrolla con el tiempo. Durante la cristalización, la glucosa empieza a cristalizar primero. La fructosa tiene una mayor solubilidad y permanece en solución durante más tiempo. Los cinco grupos hidroxilos de la glucosa interactúan con las moléculas de agua. Después de la cristalización, la glucosa se encuentra como monohidrato de glucosa, cada molécula de glucosa fija sólo una molécula de agua. Por lo tanto, se fija menos agua en el estado cristalizado. La miel tiene diferentes proporciones de fructosa/glucosa (F/G); el cual está relacionado con el tiempo necesario para que la miel cristalice. Las mieles de flor tienen una relación F/G de aproximadamente 1,1 y las mieles de mielada de aproximadamente 1,5-2,0 (Escuredo et al., 2014; Gleiter et al., 2006). Este proceso se observa en la miel, ya que ocurre una separación de fases, la fase cristalizada en el fondo y una líquida en la parte superior. Esta capa con alto contenido de agua favorece el

crecimiento microbiano y fermentación, formando una espuma en la superficie y junto con presentar aroma típico a vinagre (Figura 58) (Dini and Bedascarrasbure, 2011). Tabouret (1979) encontró una relación entre la actividad de agua (a_w), el contenido de glucosa y el contenido de agua. Sin embargo, es bastante difícil comparar porque las mieles cristalizadas tienen una actividad de agua diferente a las de las mieles líquidas, teniendo el mismo contenido de agua.



Figura 58. Separación de fases en una muestra de miel fermentada.

La proporción de los diferentes azúcares de una miel tiene un efecto decisivo en sus propiedades físicas y químicas. A continuación, se nombran algunos de los beneficios para el ser humano de los azúcares presentes en la miel (Schencke et al, 2016; Cortés et al., 2011).

- ✓ Aporta energía inmediata, ya que la glucosa pasa directamente al torrente sanguíneo, la cual es utilizada rápidamente por el corazón y el cerebro.
- ✓ La presencia de fructosa aporta energía a largo plazo, la que al ser digerida es acumulada en el hígado en forma de glucógeno, siendo liberada al organismo en la medida que se requiere, favoreciendo el funcionamiento del páncreas y protegiendo el hígado.
- ✓ Es ideal para personas que requieran gran generación de energía en una actividad, es decir, ideal para deportistas.
- ✓ La miel contiene, aproximadamente un 20% menos de calorías y con mayor poder edulcorante que el azúcar de mesa.

- ✓ Fortalece el sistema inmunológico, mejora la capacidad digestiva y aliviar el estreñimiento.
- ✓ A lo largo de la historia, ha sido usada como desinfectante, debido a la presencia de peróxido de hidrógeno producido por la enzima glucosa-oxidasa y antioxidantes fenólicos que inhiben un amplio rango de bacterias Gram positivas y Gram negativas (Combarros-Fuertes et al., 2020).

Agua: es el segundo principal componente de la miel, puede variar en condiciones normales del 15-22%, siendo la óptima alrededor de 17%. Su contenido está relacionado con factores origen botánico y geográfico del néctar, el clima, la humedad relativa, el origen floral y regional, las prácticas de cosecha y recolección de la miel (Sáinz and Gómez, 2000). Es un factor importante relacionado con la calidad de la miel. Algunas propiedades de la miel, como el color, cristalización, peso específico, viscosidad, estabilidad y características sensoriales, se ven afectadas por el contenido de agua. Las mieles con baja humedad son muy difíciles de manejar y procesar, por el contrario, las mieles con humedad alta (>18%) son propensas a fermentación (Piana et al., 1989; Machado De-Melo et al., 2017).

Proteínas: proceden tanto de las abejas (glándulas salivales) como de las plantas (néctar, melaza y polen). Se han identificado unas 20 proteínas no enzimáticas diferentes en la miel, muchas de las cuales son comunes en todas las mieles, como las albúminas, globulinas, proteasa y nucleoproteínas. Su contenido puede variar entre 0,1-0,5% (Machado De-Melo et al., 2017).

Cenizas: representan el contenido de minerales en la miel. Es un criterio de calidad para evaluar el origen botánico de la miel de abejas. Siendo este parámetro muy variable con valores inferiores a 0,1-0,6% para mieles de origen floral, y mayores a 1% para mieles de mielada (Bogdanov et al., 2015).

Minerales: su contenido depende de la absorción natural de minerales por las plantas del suelo y el medio ambiente. La absorción de minerales también puede ocurrir de forma artificial, influenciada por la recolección, técnicas apícolas (método de extracción) y la composición de la alimentación artificial (como el azúcar o el jarabe). Los minerales más importantes que se encuentran en la miel son el potasio (K), representado el 80% del total, seguido del sodio (Na), calcio (Ca) y magnesio (Mg). Los elementos menos abundantes son el hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn), cloro (Cl) y en menor cantidad, oligoelementos como

el boro (B), fósforo (P), azufre (S), silicio (Si), bario (Ba) y níquel (Ni). Además, el contenido mineral contribuye al color, mieles más oscuras contienen un mayor contenido de minerales que mieles claras (Moniruzzaman et al., 2014; Machado De-Melo et al., 2017). La FAO/WHO (2020) estableció los siguientes valores límites del contenido mineral en miel (Tabla 3).

Tabla 3. Valores límites para contenido mineral en miel según la FAO/WHO (2020).

Minerales (ppm)	Valores límites FAO (ppm)
Potasio (K)	400-35000
Sodio (Na)	16-170
Fósforo (P)	20-150
Calcio (Ca)	30-310
Magnesio (Mg)	7-130
Aluminio (Al)	0,1-24
Zinc (Zn)	0,5-20
Manganeso (Mn)	0,2-20
Hierro (Fe)	0,3-40
Cobre (Cu)	0,2-0,6

Estos compuestos inorgánicos son de gran importancia para el correcto funcionamiento del organismo humano, y en función de sus requerimientos diarios, se clasifican en macro minerales y micro minerales. Los macro minerales como el fósforo, calcio, magnesio, potasio y sodio, se les atribuye un alto valor biológico, al encontrarse en forma de sales fácilmente asimilables por el organismo. Estos son extremadamente importantes para la actividad normal del cuerpo y su función principal es de facilitar muchas reacciones químicas que ocurren en nuestro metabolismo. Por ejemplo, el calcio y el fósforo en los huesos se combinan para dar soporte firme a la totalidad del cuerpo. Algunos elementos minerales son necesarios en cantidades muy pequeñas en la dieta humana, pero son vitales para fines metabólicos; estos se denominan micro minerales, como Selenio (Se), Cobre, Manganeso (Mg), Hierro (Fe), Níquel y Zinc. Sin embargo, existen algunos minerales en contenido de trazas como Plomo (Pb), Cadmio (Cd) y Aluminio (Al) que son considerados tóxicos si superan los límites de tolerancia, pudiendo ser perjudiciales para la salud humana, generando alteración en el metabolismo (FAO, 2002).

Enzimas: son moléculas proteicas que son parte de la composición de la miel, son segregadas por las glándulas hipofaríngeas de las abejas obreras y por los

nectarios de las plantas, son de carácter termolábil; su actividad disminuye con el envejecimiento y altas temperaturas, por lo que su presencia es indicadora de calidad de la miel. La miel contiene pequeñas cantidades de diferentes enzimas, en particular, diastasa (α - y β - amilasa), invertasa (glucosidasa), glucosa-oxidasa, catalasa y fosfatasa ácida. La diastasa es la encargada de hidrolizar el almidón en maltosa. La invertasa (α - glucosidasa), es la responsable de la hidrólisis de la sacarosa en glucosa y fructosa y la glucosa - oxidasa, actúa sobre la glucosa proveniente del ácido glucónico (Saka and Sak-Bosnar, 2012).

Vitaminas: proceden principalmente del polen de las flores que visitan las abejas, así como del néctar o melaza. Destacan las vitaminas A, C, D, E, K y el complejo de Vitamina B (tiamina, B1; riboflavina, B2; niacina, B3; ácido pantótenico, B5 y piroxidina, B6; aunque en concentraciones menores al 1%. Una de las vitaminas más destacadas en la miel es la C, también conocido como ácido ascórbico; perteneciente al grupo de las vitaminas hidrosolubles por lo que no se almacena en el cuerpo por un largo período de tiempo, no siendo sintetizada por el organismo debiendo ser ingerida en la dieta (Gil, 2010; Machado De-Melo et al., 2017). La propiedad química antioxidante es la más importante de la vitamina C. La FAO/WHO (2020) establece valores entre 2,2 - 2,5 mg/100 g de ácido ascórbico en miel. Sin embargo, la USDA (2019) indica 0,5 mg/100 g en su base de datos. La división de nutrición y alimentos de FAO/WHO establecen que la ingesta diaria de vitamina C, debe ser consumida entre 75 - 90 mg para proporcionar la protección antioxidante.

Indicadores de calidad y/o frescura de la miel

En el proceso de manipulación y/o extracción de la miel, es vital para garantizar las mejores condiciones de manera de ofrecer un alimento de máxima calidad asegurando su vida útil y manteniendo sus características propias como aroma, sabor y color en el tiempo. Los principales factores de calidad que se utilizan en el comercio internacional de la miel son: el Índice de diastasa (DA), el porcentaje de humedad y el contenido de hidroximetilfurfural (HMF) en la miel. Además de ser indicadores de calidad, son también parámetros de la frescura de este producto; permitiendo evaluar el manejo del procesamiento y almacenamiento (Bogdanov et al., 2015). El Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA) y el Codex Alimentarius estipulan contenidos máximos de humedad (20%), HMF (\leq 40 mg/kg) e índice de diastasa (\geq 8 DN).

La humedad en la miel es un parámetro fisicoquímico crítico, determina la capacidad de la miel para permanecer estable y resistir el deterioro por microorganismos, principalmente la fermentación, generadas por la presencia de levaduras (Makhloufi et al., 2010). Las mieles con un alto contenido de humedad (>18%), tienen una mayor probabilidad de fermentación durante el almacenamiento, mientras que aquellas de bajo contenido de humedad (<15%) son altamente probable que cristalicen (Bogdanov, 2011). Este parámetro se relaciona con la botánica y origen geográfico del néctar, condiciones climáticas, temporada de cosecha, manipulación por parte de los apicultores, condiciones de procesamiento/almacenamiento, etc. (De-Melo et al., 2017). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el contenido de humedad debe ser máximo 20%; valores superiores provocan fermentación de la miel (Figura 59), implicando una disminución de las propiedades fisicoquímicas, de calidad y estabilidad.



Figura 59. Miel fermentada (21% Humedad).

Otro de los indicadores utilizados para determinar frescura de la miel es el hidroximetilfurfural (HMF). El cual es un compuesto (aldehído) indeseable que se forma por la descomposición de los azúcares en un medio ácido a través de la reacción de Maillard. La formación de HMF ocurre naturalmente con el transcurso del tiempo, y es acelerado si la miel es sometida a elevadas temperaturas en los procesos de extracción, homogenización, etc. (Belitz et al., 2009). La miel recién cosechada, contiene niveles de HMF bajo y la cantidad que se genere depende

del tiempo transcurrido desde la cosecha, de la temperatura y del tiempo de exposición ambiente. A temperaturas de almacenamiento de entre 12-14°C, el aumento anual del contenido HMF es mínimo de 5-6 mg/kg aproximadamente (Oliveira et al., 2012). El RSA establece como límite máximo cantidades menores a 40 mg/kg. En general, si la miel ha sido calentada por mucho tiempo a altas temperaturas el HMF será superior a 100 mg/kg; por otro lado, si se ha adulterado con azúcar invertasa el HMF será igual a 2.150 mg/kg; y si ha sido almacenada por mucho tiempo su contenido superara los 40 mg/kg. Destacar que la presencia de este compuesto en elevadas concentraciones puede ser cancerígeno. Estudios recientes han revelado la actividad carcinogénica y mutagénica en animales de experimentación, situándolo dentro del grupo de los “neo contaminantes” (Shapla et al., 2018)

La diastasa es una de las enzimas más importantes en la miel, porque es capaz de romper enlaces glicosídicos en oligosacáridos y polisacáridos por lo cual ayuda a mantener el equilibrio de los azúcares en la miel, evitando de esa forma los fenómenos de cristalización. La actividad de esta enzima disminuye drásticamente con el calentamiento y el tiempo de almacenamiento de la miel (Brudzynski and Kim, 2011). Por lo tanto, su actividad permite indicar el grado de frescura de la miel. A mayor actividad diastásica, mejor es la calidad de la miel, aunque su actividad disminuye con los años, producto de un almacenamiento inadecuado o con exceso de tratamientos térmicos. El RSA (2019) y el Codex Alimentarius estipulan como límite máximo para el índice de diastasa un valor igual o superior a 8 en la escala Schade; y mayor o igual a 3 para aquellas mieles con contenido bajo de enzimas naturales (como las mieles de cítricos y romero) (Machado De-Melo et al., 2017).

En el marco del programa Sello de Origen del Territorio Patagonia Verde (TPV), se realizó un estudio de las mieles producidas en el territorio, con el objetivo de diferenciar y agregar valor a la producción local. En este sentido, es de gran relevancia analizar los parámetros que definen la calidad (humedad, actividad diastasa e hidroximetilfurfural), junto con su composición química (cenizas, contenido mineral, vitamina C y perfil de azúcares) de las mieles. Para esto, se recolectaron y analizaron un total de 39 muestras de miel de la cosecha marzo-abril 2019 y provenientes de diferentes comunas del territorio.

Los parámetros de calidad y/o frescura de la miel producida en el TPV se presentan en la tabla 4 y muestran valores medios de 17,6 % de humedad, 1,23 mg/kg de hidroximetilfurfural (HMF); 10,92 DN de actividad diastasa. Estos

parámetros cumplen con los valores solicitados por el Reglamento Sanitario de los Alimentos (20% máx. de humedad; actividad diastasa (DN) mayor o igual a 8 y HMF menor a 40 mg/kg), indicando que las mieles del territorio poseen una excelente calidad, y son completamente frescas.

Tabla 4. Parámetros de calidad y/o frescura de la miel producida en las distintas comunas del Territorio Patagonia Verde.

	Chaitén (n=8)	Cochamó (n=14)	Futaleufú (n=4)	Hualaihué (n=13)
Humedad (%)	17,7	17,3	17,3	18,2
HMF (mg/Kg)	0,75	2,13	0,37	1,69
Diastasa (DN)	5,80 ^b	11,61 ^{ab}	13,45 ^a	12,82 ^a

*Letras diferentes entre columnas entregan diferencias estadísticamente significativas (p<0,05).

La tabla 5 muestra el perfil de azúcares de la miel de las distintas comunas del territorio, se observa que poseen en promedio 81% de grados Brix; 67,9 g de glucosa + fructosa, 2,09 g de sacarosa y 1,71 g de maltosa por cada 100 g de miel. Los valores medios presentados para estos parámetros por comuna indican que son mieles que han llegado a su estado óptimo de maduración antes de ser cosechadas. Además, la miel producida en Futaleufú presenta diferencias significativas respecto de los otros territorios en su contenido total de azúcares, fructosa y glucosa.

Tabla 5. Perfil de azúcares según comuna del Territorio Patagonia Verde (valores expresados en g/100 g de miel).

	Chaitén (n=8)	Cochamó (n=14)	Futaleufú (n=4)	Hualaihué (n=13)
Azúcares Totales	77,18 ^a	72,27 ^a	61,74 ^b	75,49 ^a
Fructosa	36,98 ^a	34,36 ^{ab}	31,11 ^b	36,31 ^a
Glucosa	36,44 ^a	34,24 ^a	26,36 ^b	35,65 ^a
Sacarosa	2,21	2,33	1,88	1,94
Maltosa	1,55	1,34	2,39	1,59
°Brix (%)	80,7	81,3	81,1	80,2

*Letras diferentes entre columnas entregan diferencias estadísticamente significativas (p<0,05).

Por otra parte, las mieles analizadas cumplen con lo que estipula el Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA); referido a la sumatoria de fructosa y glucosa, es decir, superior al 60% de su composición total.

Respecto de la sacarosa, el RSA estipula que deberá contener como máximo un 5%, ya que un porcentaje mayor a este, ha sido asociado con una adulteración

de las mieles de abeja y se da normalmente por varias razones; entre las que se incluyen la adición de sustitutos artificiales de menor valor como el jarabe de maíz y la sacarosa (azúcar de mesa) en forma de jarabe (producto de la alimentación de colmenas durante el flujo de miel y/o la alimentación en exceso de las colmenas en invierno) (Ureña et al. 2007), perdiendo su calidad sensorial y nutritiva (Kamal and Klein, 2010).

La tabla 6 muestra parámetros de composición nutricional como el contenido de vitamina C, cenizas, proteína, energía y carbohidratos. Una de las vitaminas más importantes de la miel es la vitamina C siendo un potente antioxidante, el valor medio del territorio fue de 0,040 mg/100 g de miel; valor muy inferior a lo reportado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2019) (0,5 - 2,5 mg/100 g de miel). Por su parte, el porcentaje de cenizas es un criterio de calidad para evaluar el origen botánico de la miel de abejas, parámetro muy variable con valores inferiores a 0,1-0,6% para mieles de origen floral, y mayores a 1% para mieles de mielada (Bogdanov et al., 2015). En Chile la reglamentación (RSA) estipula como límite máximo un 0,8% de cenizas, el valor medio de estas en las mieles analizadas corresponde a 0,31%.

Por otro lado, el aporte proteico de la miel es muy bajo, llegando algunas mieles a valores medios de proteína de 0,04%, el territorio Patagonia Verde presenta un valor medio de 0,27%.

Con respecto al contenido de energía que aporta la miel de estas comunas es de 328 kcal, levemente superior a lo reportado y el contenido medio de carbohidratos es de 81,8%. Estos parámetros coinciden con lo reportado para la miel de abeja en las tablas de composición de los alimentos de Centroamérica (INCAP, 2007).

Tabla 6. Parámetros nutritivos de la miel producida por comuna en el Territorio Patagonia Verde.

	Chaitén (n=8)	Cochamó (n=14)	Futaleufú (n=4)	Hualaihué (n=13)
Vit. C (mg/100g)	0,065	0,043	0,004	0,031
Cenizas (%)	0,32	0,28	0,23	0,39
Proteína (%)	0,24 ^b	0,29 ^{ab}	0,30 ^a	0,27 ^{ab}
Energía (kcal)	328	330	330	326
Carbohidratos (%)	81,80	82,12	82,15	81,13

*Letras diferentes entre columnas entregan diferencias estadísticamente significativas (p<0,05).

El contenido de macro y micro minerales de las mieles del territorio se presenta en la tabla 7, donde se observó que el contenido medio fue de: 77,15 ppm de P; 71,80 ppm de Ca; 20,04 ppm de Mg; 115 ppm Na; 1235 ppm K; 22 ppm Al; 1,5 ppm Zn; 1,7 ppm de Mn; 2,86 de Fe y 0,54 ppm de Cu. Además, la miel producida en Futaleufú presenta diferencias significativas respecto de los otros territorios en su contenido de fósforo, calcio y magnesio

Tabla 7. Macro y micro minerales según comuna en el Territorio Patagonia Verde (valores expresados en ppm).

	Chaitén (n=8)	Cochemó (n=14)	Futaleufú (n=4)	Hualaihué (n=12)
Fósforo (P)	40,87 ^c	77,21 ^b	114,29 ^a	56,23 ^{bc}
Calcio (Ca)	80,24 ^{ab}	55,26 ^b	97,22 ^a	54,49 ^b
Magnesio (Mg)	17,34 ^b	18,48 ^b	27,55 ^a	16,80 ^b
Sodio (Na)	112,58	111,02	104,12	131,97
Potasio (K)	1315,49	1108,03	1167,29	1348,62
Aluminio (Al)	23,58	25,33	12,42	27,58
Zinc (Zn)	1,06	1,04	2,68	1,35
Manganeso (Mn)	1,86	1,63	1,75	1,68
Hierro (Fe)	1,85	3,05	3,57	3,00
Cobre (Cu)	0,32	0,63	0,51	0,72

*Letras diferentes entre columnas entregan diferencias estadísticamente significativas (p<0,05).

La determinación del contenido mineral en la miel no solo es interesante desde el punto de vista nutricional, donde se sabe que posee minerales esenciales y requeridos para un correcto crecimiento y función corporal. Sino que además, permite realizar un control de calidad y/o bio-indicador antropogénico, referente a los altos niveles de ciertos minerales que pueden ser peligrosos y causar toxicidad en la salud (Bogdanov et al., 2007; Montenegro and Fredes, 2008).

Comentarios finales

- ✓ A partir de la caracterización nutricional queda de manifiesto que las mieles del Territorio Patagonia Verde cumplen a cabalidad con lo que estipula el Reglamento Sanitario de los Alimentos, Codex Alimentarius y FAO/WHO destacando como mieles de excelente calidad nutritiva.
- ✓ El Territorio Patagonia Verde destaca por su alto contenido en cenizas, potasio, zinc y su bajo contenido en sodio, en comparación con datos

reportados. Situación similar ocurre en el contenido de sacarosa.

- ✓ Considerando la tendencia actual del mercado por productos diferenciados, tendría gran potencial para el país diferenciar las mieles producidas en Chile de acuerdo a su calidad y composición química, especialmente las provenientes del Territorio Patagonia Verde (TPV), reconocido por su elevado endemismo, biodiversidad de la flora nativa, clima y la baja intervención humana, lo cual se podría orientar a la generación y captura de valor de las mieles mediante la obtención de un sello de origen.

Bibliografía

- Belitz, H., Grosch, W. and Schieberle, P. 2009. Chemical food. 4th revised and extended Edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 1114 p.
- Bogdanov S., Halldimann M., Luginbühl W., and Gallmann P. 2007 Minerals in honey: environmental, geographical and botanical aspects. Journal of Apicultural Research, 46(4), 269-275.
- Bogdanov, S. 2011. The honey book. <http://www.bee-hexagon.net/honey/>
- Bogdanov, S., Lüllmann, C., Martin, P. and Von der Ohe, W. 2015. Honey quality and international regulatory standards: review by the international honey commission. Bee world 80(2):61-69. Doi:10.1080/0005772X.1999.11099428.
- Brudzynski, K. Kim, D. 2011. The relationship between the content of Maillard reactionlike products and bioactivity of Canadian honeys. Food Chem 124(3):869-874.
- Codex Alimentarius. Standard for honey. CXS 12-19811. Adopted in 1981. Revised in 1987, 2001. Amended in 2019.
- Combarros-Fuertes, P., Fresno, J. M., Estevinho, M. M., Sousa-Pimenta, M., Tornadijo, M. E. and Estevinho, L. M. 2020. Honey: ¿Another alternative in the fight against antibiotic-resistant bacteria? Antibiotics, 2020, 9, 774; Doi:10.3390/antibiotics9110774
- Cortés, M., Vigil, P. and Montenegro, G. 2011. Valor medicinal de la miel: beneficios en la salud humana, con especial referencia en sus efectos sobre la regulación glicémica. Cienc. Inv. Agr. 38 (2): 303-317.2011.

- De-Melo, A., Almeida-Muradian, L., Sancho, M. and Pascual-Maté, A. 2017. Composition and properties of *Apis mellifera* honey: A review. Journal of Apicultural Research, 8839(June), 1-33. doi:10.1080/00218839.2017.1338444
- Dini, C. and Bedascarrasbure, E. 2011. Manual de apicultura para ambientes subtropicales: una propuesta de la Red de Escuelas del Noroeste Argentino. 1a. ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones INTA, 2011.
- Escuredo, O., Dobre, I., Fernández-González, M., and Seijo, M. C. 2014. Contribution of botanical origin and sugar composition of honey on the crystallization phenomenon. Food Chemistry, 149, 84-90. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.10.097
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2002. Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Alimentación y nutrición N°29. Roma 2002. [En línea]. Disponible en internet: <http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s00.htm#Contents>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization (FAO/WHO). 2020. Honey Nutritional value. <http://www.fao.org/publications/card/es/c/CA4657ES/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization (FAO/WHO). 2019. Codex Alimentarius. Honey Nutritional value.
- Fujita, I. 2012. Determination of maltose in honey. Int J food sci nutr diet. 1 (1). 1-2. <http://dx.doi.org/10.19070/2326-3350-120001>
- Garry, S., Parada, A. and Salido, J. 2017. Incorporación de mayor valor en la cadena de la miel y productos derivados de la colmena en el Pacífico Central, Costa Rica. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 48-49 p.
- Gil, Angel. 2010. Tratado de nutrición, Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Tomo II. Editorial Médica Panamericana. España. 232 p.
- Gleiter, R., Horn, H. and Isengard, H. 2006. Influence of type and state of crystallisation on the water activity of honey. Food Chemistry, 96 (3), 441-445. DOI:10.1016/j.foodchem.2005.03.051
- Graham, J. 1993. The hive and the honey bee. Hamilton, Illinois. U.S.A. 1324 p.
- Kamal, M. and Klein, P. 2011. Determinación de azúcares en miel por cromatografía líquida. Revista Saudita de Ciencias Biológicas 18 (1): 17-21. PubMed

- Machado De-Melo, A., Almeida-Murandian, L., Sancho, M. T. and Pascual Maté, A. 2017. Composition and properties of *Apis mellifera* honey: A review. Journal of apicultural research. 57(13): 1-33. <http://doi.org/10.1080/00218839.2017.1338444>.
- Makloufi, C., Kerkvliet, J., Ricciardelli D'albore, G., Choukri, A. and Samar, R. 2010. Characterization of algerian honeys by palynological and physico-chemical methods. Apidologie 41 (2010) 509-521. Doi:10.1051/apido/2010002.
- Moniruzzaman, M., Zaman, M., Abdur, M., Amrah, S. and Hua Gan, S. 2014. Determination of Mineral, Trace Element, and Pesticide Levels in Honey Samples Originating from Different Regions of Malaysia Compared to Manuka Honey. BioMed Reseach International. Id:359890.
- Montenegro, G. and Fredes, C. 2008. Relación entre el origen floral y el perfil de elementos minerales en mieles chilenas. Gayana Bot. 65 (1).
- Philippe, J. 1990. Guía del apicultor, 1ª ed. vol. 1. Madrid (España): Ediciones MundiPrensa.
- Piana, G., Ricciardelli-D´albore, G., and Isola, A. 1989. La miel: Alimento de conservación natural. Origen, recopilación y comercialización. 1ra edición. Madrid - España. 110 p.
- Reglamento Sanitario de los Alimentos. 2019. Actualizado en noviembre de 2019. Título XVII: De los Azúcares y de la Miel. Párrafo III: De la miel. Art 393 - 394. Ministerio de Salud, Chile.
- Saka, N. and Sak-Bosnar, M. 2012. A rapid method for the determination of honey diastase activity. Talanta 93:135-8.
- Sáinz, C. and Gomez, C. 2000. Mieles Españolas. Madrid (España): Ediciones Mundi-Prensa.
- Schenke, C., Vásquez, B., Sandoval, C. and Del Sol, M. 2016. El rol de la miel en los procesos morfofisiológicos de reparación de heridas. Ins. J. Morphol., 34(1):385-395, 2016.
- Shapla, U., Solayman, M., Alam, N., Khail, M. I. and Gan, S. H. 2018. 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products: effects on bees and human health. Chemistry Central Journal, 12 (1), 35. <http://doi.org/10.1186/s13065-018-0408-3>

- Tabouret, T. 1979. Rôle de l'activité de l'eau dans la cristallisation du miel. *Apidologie*, 10(4), 341-358.
- Tornuk, F., Karaman, S., Ozturk, I., Toker, O. S., Tastemur, B., and Sagdic, O., Dogan, M. and Kayacier, A. 2013. Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: Determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile. *Industrial crops and products*. Vol. 46. April 2013, pages 124-131. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.12.042>.
- Universidad de Valencia. 2016. La química de la miel que hace que sea un alimento "eterno". [En línea]. Disponible en internet: <https://www.uv.es/uvweb/master-quimica/es/blog/quimica-miel-hace-sea-alimento-eterno>
- Ureña, M. Arrieta, E. Umaña, E. Zamora, G. and Arias, M. 2007. Evaluación de la posible adulteración de mieles de abeja comerciales de origen costarricense al compararlas con mieles artesanales provenientes de apiarios específicos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*.
- USDA. 2019. National Nutrient Database for Standar Reference [En línea]. Disponible en internet: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#!/?query=honey%20mineral>.