

Los colores de la miel: ¿reflejo de identidad y origen?

Blanca Patricia Castellanos-Potenciano^{1*} y Emeterio Payró-de la Cruz²

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP),
Campo Experimental Huimanguillo

² Tecnológico Nacional de México (TecNM) / Instituto Tecnológico de la Zona Olmeca (ITZO)

* Dirección para correspondencia: bcastellanos@inifap.gob.mx

La miel de abejas es un alimento cuyo valor científico, nutricional y comercial va más allá de ser una composición básica de azúcares y agua. Los colores que la caracterizan son una propiedad física variable, que va desde el blanco agua hasta un ámbar oscuro o casi negro, por lo que esta característica es uno de los principales factores que influyen en la elección de una miel sobre otra, según la preferencia de los consumidores.

Desde una perspectiva científica y regulatoria, esta variación de colores va más allá de una preferencia de consumo. Los colores no se describen de forma subjetiva, sino que se emplea un sistema estandarizado llamado "escala Pfund" (milímetros Pfund), el cual se basa en un método óptico que clasifica la miel midiendo la absorbancia de la luz y arroja valores numéricos (mm Pfund) que se categorizan y ayudan a clasificar el alimento en siete categorías oficiales que van desde el "blanco agua" (0 a 8 mm Pfund) hasta el "ámbar oscuro" (> 114 mm Pfund) (Figura 1).



Figura 1. Valores (mm) y tonalidades de color en la escala Pfund para clasificar el color de la miel. Imagen generada por OpenAI (ChatGPT), 2026, utilizando el *prompt* "Escala Pfund en mieles".

Cabe mencionar que este método no es el único, ya que existen otros que pueden brindar mayor precisión del color, como la "espectroscopia de transmisión" (Bodor *et al.*, 2021). Sin embargo, para obtener los valores de la escala Pfund se emplean equipos de fácil adquisición y al alcance de cualquier persona interesada en estas mediciones.

Las mediciones en la escala Pfund indican que a mayor valor numérico más oscura será la miel. Así, el espectro oscuro se relaciona con una concentración de pigmentos naturales sintetizados por el metabolismo secundario de las plantas, que

incluyen carotenos, xantofilas y, fundamentalmente, compuestos fenólicos (ácidos fenólicos) y flavonoides. Por ello, las mieles oscuras pueden ser químicamente más complejas, lo que se traduce en una mayor capacidad antioxidante con propiedades antimicrobianas (Mendoza-Bacilio *et al.*, 2022).

De esta forma, las variaciones de color son una manifestación de diferentes factores que proponemos abordar a continuación para comprender si el color es un reflejo de la identidad y origen de este alimento.

La génesis botánica: floraciones y secreciones extraflorales

Uno de los factores que determina el color de la miel es el origen botánico, pues representa un componente primario que modula tanto la apariencia visual como la huella fisicoquímica (acidez, humedad, color, pH, azúcares, etc.) y fitoquímica (polifenoles y micronutrientes) de la miel (Campo e Hincapié, 2023; Sun *et al.*, 2025). De esta forma, las abejas recolectan tres tipos principales de exudados azucarados: 1) el néctar que se origina dentro de las flores (nectarios florales), 2) el néctar que se origina fuera de las flores (nectarios extraflorales), y 3) el que proviene de insectos hemípteros (excreciones de pulgones, cochinillas, moscas blancas y psílidos), agrupando los dos últimos como mielatos o mieladas (Calvo-Agudo *et al.*, 2022).

En los nectarios florales, el néctar adquiere una cantidad específica de compuestos orgánicos e hidrosolubles, así como azúcares simples según el origen

botánico. Por ejemplo, en mieles monoflorales (que provienen predominantemente en un 45 % o más de una sola especie vegetal) como las de azahar (*Citrus sinensis*), mezquite (*Prosopis* spp.) y miel mantequilla (*Asteraceae* spp.), puede haber una baja concentración de pigmentos complejos, lo que resulta en mieles con tonalidades que van del extrablanco al ámbar claro y extraclaro (de 8 a 50 mm en escala Pfund), tonalidades apreciadas por el consumidor. Por otro lado, las mieles multiflorales (derivadas de una mezcla heterogénea de floraciones) pueden contener una mayor complejidad de esos compuestos y reflejar colores ámbar, desde el extraclaro hasta el oscuro (de 37 hasta más de 114 mm) (Figura 2).



Figura 2. Diferentes muestras de miel tomadas en distintas regiones del estado de Tabasco durante el periodo de febrero-mayo.

Por otro lado, los mielatos pueden contener enzimas y una carga mineral excepcional, al estar en contacto con otras partes de la planta y pasar por el tracto digestivo de algún insecto antes de ser recolectados por las abejas.

Por ello, las mieles que proceden de mielatos presentan características fisicoquímicas como el color, que oscila entre el ámbar oscuro y el negro (valores superiores a 114 mm Pfund), además de una conductividad eléctrica mayor a 0.8 mS/cm, como parámetro estandarizado que permite a la industria diferenciar analíticamente una miel proveniente de un mielato (Codex Alimentarius Commission, 2001).

Además de los atributos de color y conductividad eléctrica, los mielatos ostentan una mayor diversidad y concentración de ácidos fenólicos y flavonoides, y presentan valores de pH más elevados. En consecuencia, estas mieles se denominan popularmente "mieles funcionales" con efectos terapéuticos más marcados (Pita-Calvo y Vázquez, 2017).

Así, podemos observar que la variabilidad del origen botánico influye en la cromática de la miel y puede reflejar la compleja interacción entre las plantas, los insectos y el ambiente donde se produce este alimento natural.

Perfil mineral y contenido polínico

Junto al origen botánico, otro factor que influye en el color de la miel es su perfil mineral y la carga polínica. La fracción inorgánica de la miel incluye minerales (como

potasio, calcio y magnesio) y metales de transición u oligoelementos (como hierro y cobre) (Bogdanov *et al.*, 2007). Existe una correlación entre la concentración de estos metales de transición y el oscurecimiento de la matriz; las mieles y mielatos con altos valores Pfund (de 86 a >140 mm) y colores ámbar extraclaro hasta oscuro tienen perfiles minerales más ricos que las categorías de color blanco y extraclaro (Bogdanov *et al.*, 2007). Esta riqueza mineral no solo intensifica el color, sino que dota al producto de propiedades catalíticas superiores.

Además, el color está influenciado por el contenido de granos de polen que llega a la miel de manera accidental a través del polen corbicular (aquel que las abejas recolectan y empaquetan en bolitas en las corbículas de sus patas traseras) y que se incorpora al néctar durante la recolección de alimento y cuando las abejas caminan dentro de la colmena. Este polen es ese polvillo que observamos en las flores y posee tonalidades que van del blanco al negro; al caer en la miel dentro de la colmena, aporta una carga pigmentaria adicional que puede modificar la opacidad y el espectro antioxidante de la miel recién extraída (Cabrera *et al.*, 2017).

Así, la miel posee una carga significativa de granos de polen, denominados palinomorfos, los cuales pueden observarse, identificarse y cuantificarse mediante un análisis microscópico que sirve para clasificar la miel en monofloral y multifloral. Además, estos palinomorfos son reservorios naturales de carotenoides, xantofilas, antocianinas y flavonoides que le otorgan variabilidad en color según la planta a la que pertenezcan y su exposición a la oxidación por las condiciones ambientales (Contreras-Villar, 2004).

Condiciones edafoclimáticas y estacionalidad

El origen botánico no opera de manera aislada; el entorno edafoclimático y la estacionalidad son factores ambientales que modulan la fisiología de las plantas y, en consecuencia, la composición (física y fitoquímica) del exudado azucarado recolectado por las abejas. Las características topográficas y fisicoquímicas del suelo condicionan la absorción radicular de minerales por las plantas, que luego trasladan al néctar (Bogdanov *et al.*, 2007).

Esto explica por qué mieles provenientes de un mismo taxón (familia, género o especie) botánico pueden presentar variaciones cromáticas y fisicoquímicas si se producen en ecosistemas distintos. Un ejemplo paradigmático es la miel de manglar, cuyo color y contenido polínico varían drásticamente según la zona costera específica de recolección y la salinidad del suelo (Alvarado-Díaz *et al.*, 2024).

Asimismo, la estacionalidad ejerce un impacto igualmente decisivo sobre la identidad de la miel. Durante los picos de floración en primavera, la abundante secreción nectarífera propicia la elaboración de mieles florales con altas concentraciones de azúcares simples. Sin embargo, hacia el final de la temporada de cosecha, la disponibilidad de néctar floral descende y, ante esta carencia, las abejas redirigen su esfuerzo hacia la recolección de secreciones extraflorales o mielatos. Esta transición estacional modifica radicalmente la composición de los lotes de miel que se cosechan, lo cual es observable por las variaciones en el color de cada lote y comprobable con análisis de laboratorio (conductividad eléctrica, pH,

color, compuestos fenólicos totales, contenido polínico, etc.) (Alvarado-Díaz *et al.*, 2024; Campo e Hincapié, 2023).

Procesos de acopio y envasado

Una vez que las abejas deshidratan enzimáticamente el néctar y sellan las celdas con la miel, la identidad de este alimento aún es susceptible a modificaciones derivadas de los procesos humanos de extracción, acopio y almacenamiento. La miel, por ser un alimento biológicamente activo, es susceptible a afectaciones durante su acopio y envasado. Así, el tiempo de almacenamiento y, de manera crítica, el estrés térmico por calentamiento, desencadenan alteraciones que comprometen su calidad.

Cuando la miel se somete a procesos industriales de calentamiento excesivo ($> 60^{\circ}\text{C}$) para homogenizar el producto acopiado de diferentes productores o zonas, se acelera la degradación de enzimas termolábiles bioactivas. Además, el calentamiento induce dos reacciones químicas fundamentales que oscurecen la miel: 1) el pardeamiento no enzimático (reacción de Maillard), resultante de la interacción entre aminoácidos y azúcares reductores, junto con la deshidratación catalizada por ácidos de las hexosas (principalmente fructosa), genera 2) la acumulación de hidroximetilfurfural (HMF).

El HMF es el principal indicador internacional de frescura y deterioro térmico; según la normativa del Codex Alimentarius, su límite máximo permitido es de 40

mg/kg (Codex Alimentarius Commission, 2001). Diversos estudios han corroborado que la exposición térmica prolongada provoca que la miel supere rápidamente este límite, intensificando drásticamente su color a tonalidades oscuras. Este oscurecimiento inducido térmicamente es mucho más notorio e impactante en mieles originalmente claras, evidenciando que un manejo inadecuado en la cadena de suministro enmascara el color original y degrada el valor nutricional del producto.

Conclusión

En síntesis, la miel es un producto biológicamente complejo, y su color constituye un indicador importante estrechamente relacionado con diversos factores como su origen botánico y geográfico, las condiciones edafoclimáticas que predominan en las regiones donde se produce, el comportamiento de la propia abeja, y el proceso de acopio y envasado. Por lo tanto, en conjunto estos factores hacen de este alimento un reflejo del entorno natural donde se produce, lo cual puede verse reflejado en el color de cada miel.

Referencias

Alvarado-Díaz H, Zaldívar-Cruz JM, Sol-Sánchez A *et al.* (2024). Color, humedad y contenido polínico de mieles del ecosistema manglar de la costa de Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 15(4):991-1005. DOI: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v15i4.6439>.

Bodor Z, Benedek C, Urbin A, Szabó D, *et al* (2021). Colour of honey: can we trust the Pfund scale? – An alternative graphical tool covering the whole visible spectra. *LWT* 149. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111859>.

Bogdanov S, Haldimann M, Luginbühl W and Gallmann P (2007). Minerals in honey: environmental, geographical and botanical aspects. *Journal of Apicultural Research* 46(4):269-275. DOI: <https://doi.org/10.1080/00218839.2007.11101407>.

Cabrera M, Perez M, Gallez L *et al.* (2017). Colour, antioxidant capacity, phenolic and flavonoid content of honey from the Humid Chaco Region, Argentina. *Phyton* 86:124-130. Recuperado de: <http://www.revistaphyton.fund-romuloraggio.org.ar/vol86/Cabrera.pdf>.

Campo OI e Hincapié GA (2023). Factores que determinan las propiedades fisicoquímicas de la miel de abejas: Revisión Sistemática de Literatura. *Revista Mutis* 13(1):1-28. DOI: <https://doi.org/10.21789/22561498.1851>

Codex Alimentarius Commission (2001). Normas internacionales para los alimentos. Revised Codex Standard for Honey (CODEX STAN 12-1981, Rev.1-1987, Rev.2-2001). FAO/WHO. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/es/>

Contreras-Villar OH (2004). Relación entre el Contenido de Caroteno, Color y Características Botánicas del Polen Corbicular [Tesis de Licenciatura, Universidad] Universidad Austral de Chile. Facultad De Ciencias Agrarias Escuela de Ingeniería en Alimentos. 102p. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/fac764r/doc/fac764r.pdf>

Mendoza-Bacilio CI, Gómez-Ruiz E, Yam-Puc A *et al.* (2022). Color influence on phenolic compounds and bioactive properties of honey from Guerrero, Mexico. *Biotechnia* 24(2):5-11. DOI: <https://doi.org/10.18633/biotechnia.v24i2.1384>.

Pita-Calvo C and Vázquez M (2017). Differences between honeydew and blossom honeys: A review. *Trends in Food Science & Technology* 59:79-91. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.11.015>.

Sun Z, Liu L, Zhang H *et al.* (2025). High-resolution mass spectrometry-based assessment of chemical composition's effect on the honey color. *Journal of Chromatography A* 1748:465880. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2025.465880>.

Bulut L and Kilic M. (2009). Kinetics of hydroxymethylfurfural accumulation and color change in honey during storage in relation to moisture content. *Journal of Food Processing and Preservation* 33(1):22–32. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2008.00233.x>.

Manuscrito aceptado