



La cera de abeja

Biología, geometría y control de calidad

La cera de abeja es uno de los productos de la colmena más sofisticados producidos por insectos.

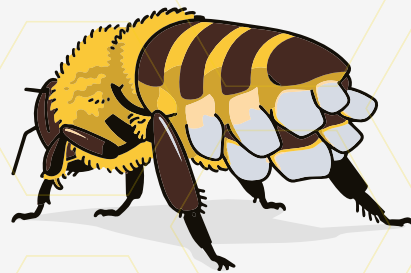
Desde la antigüedad ha sido utilizada en **iluminación, medicina, cosmética, conservación de alimentos, etc...**

En la colmena es un **elemento estructural** fundamental para la colonia y un indicador sanitario del colmenar.

¿Cómo la fabrican las abejas?

La cera es secretada exclusivamente por las abejas obreras jóvenes, normalmente entre los 10 y 18 días de edad.

En la parte ventral de su abdomen poseen cuatro pares de glándulas cereras que transforman azúcares (*principalmente glucosa procedente de la miel*) en escamas de cera.



Las glándulas cereras de *Apis mellifera* son un tejido epidérmico especializado situado en los esternitos abdominales 4°–7°.

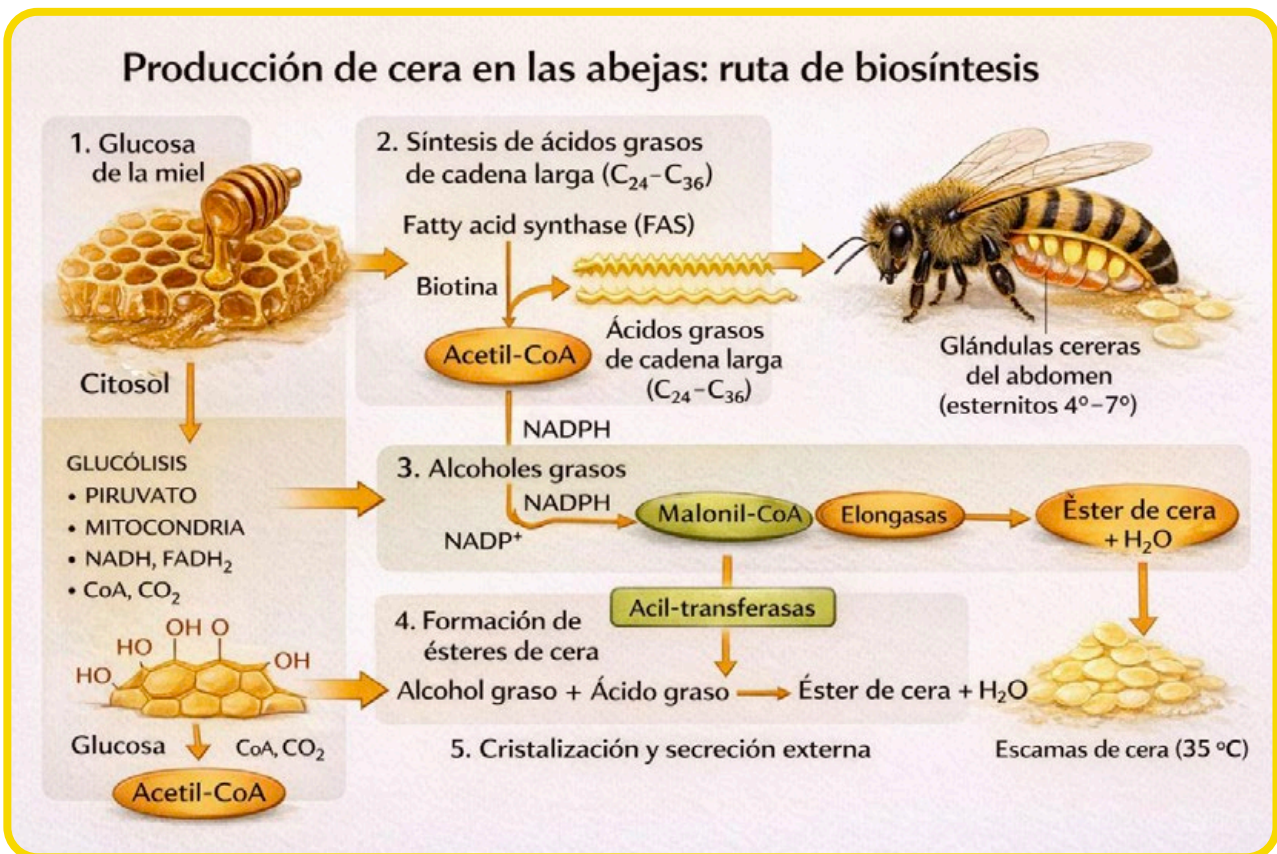
No “exudan cera” directamente. Primero realizan una **biosíntesis lipídica** completa a partir de carbohidratos.

Es decir, la cera no es secretada desde un reservorio glandular preformado, sino sintetizada metabólicamente en los oenocitos a partir de azúcares de la miel y transportada a las glándulas cereras. (Hepburn & Kurtstjens 1988. *Honeybee nest architecture and wax construction behaviour*).

La cera es, por tanto, un producto metabólico, no una secreción glandular simple.



Para producir 1 kg de cera las abejas **consumen aproximadamente 6–8 kg de miel**, lo que explica su alto valor biológico y energético.





Desde el punto de vista geográfico, las **ceras** producidas por las abejas se pueden diferenciar a nivel de laboratorio. Si bien, actualmente es más complejo ver estas diferencias, debido a que se están mezclando ceras de diferentes continentes en el contexto actual de la globalización del comercio.

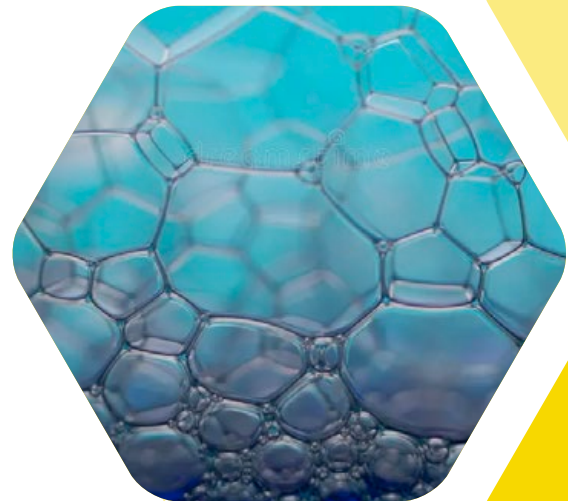
	Hidrocarburos	Monoésteres
Cera tipo Asiático	Son más simples	> 60 %
Ceras tipo Africanas	15% - 18%	45% - 55%
Ceras tipo Europeas	14% - 19%	30%- 50%

Por qué el panal es hexagonal

La estructura hexagonal no es casual ni estética: es una solución de **eficiencia física y matemática**. Un hexágono regular permite:

- **Máximo almacenamiento con mínimo material**
- **Ausencia de espacios vacíos**
- **Gran resistencia mecánica**
- **Optimización térmica**

Las abejas no **“calculan”** la forma. Construyen cilindros casi circulares que, por tensión superficial y temperatura, se deforman hasta formar hexágonos perfectos, igual que burbujas de jabón comprimidas.



La formación del panal no es únicamente un proceso de construcción geométrica activa, sino un fenómeno de autoorganización físico-biológica: **Las abejas generan estructuras iniciales redondeadas que posteriormente se transforman en hexágonos por deformación termoplástica de la cera** (Pirk et al., 2004; Karihaloo et al., 2013; Yang et al., 2021).

Es decir, aunque las abejas moldean activamente la cera, la tensión superficial y la termoplasticidad del material optimizan posteriormente la geometría hexagonal (Bauer & Bienefeld, 2013; Yang et al., 2021).

The Silent Hexagon: Explaining Comb Structures*

Tim Rätz[†]

October 26, 2020

Abstract

The paper presents, and discusses, four candidate explanations of the structure, and construction, of the bees' honeycomb. So far, philosophers have used one of these four explanations, based on the mathematical Honeycomb Conjecture, while the other three candidate explanations have been ignored. I use the four cases to resolve a dispute between Christopher Pincock (2012) and Alan Baker (2012) about the Honeycomb Conjecture explanation. Finally, I find that the two explanations focusing on the construction mechanism are more promising than those focusing exclusively on the resulting, optimal structure. The main reason for this is that optimal structures do not uniquely determine the relevant optimization leading to the optimal structure.

Contents

1	Introduction	2
2	The Honeycomb Conjecture	3
3	The Fejes Tóth Structure	4
4	The Liquid Equilibrium Hypothesis	6
5	The Acoustic Resonance Hypothesis	10
6	Baker and Pincock on Comb Structures	13
7	Idealization	15
8	Optimization	17

*This is a pre-accepted, author-produced PDF of an article accepted for publication in *Synthese* following peer review, DOI 10.1007/s11229-016-1014-3. The final publication is available at link.springer.com.

[†]e-mail: tim.raetz@posteo.de

Descargar artículo

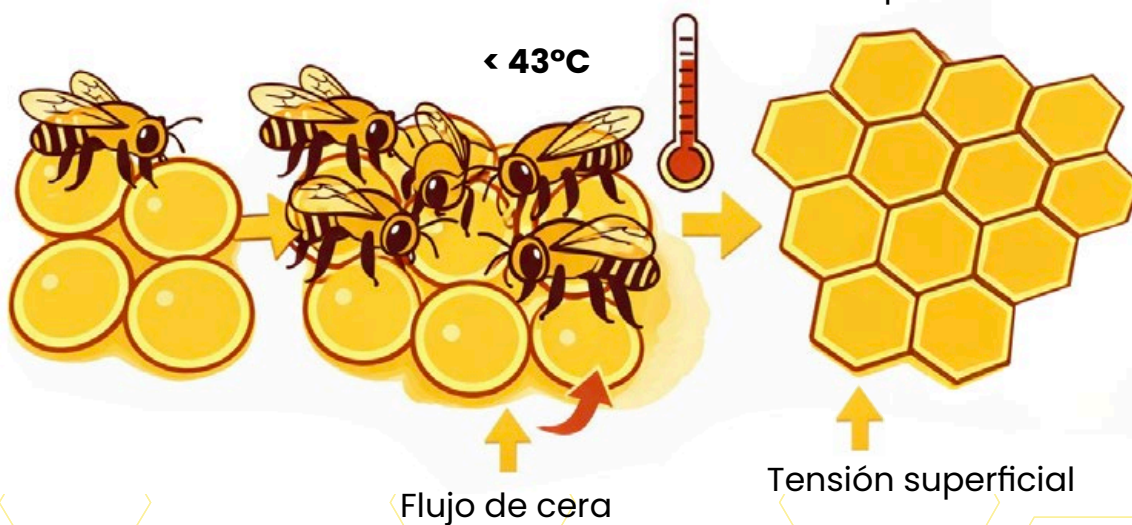
Puedes descargar este artículo en este enlace (Pirk, C. W. W., Hepburn, H. R., Radloff, S. E., & Tautz, J. (2004).

Transformación del panal por reorganización termoplástica de la cera

1. Celdas iniciales redondas

2. Producción de calor colectivo

3. Reorganización termoplástica





Normativa de la cera en la Unión Europea según ámbitos de uso:

La cera de abeja en la UE no tiene una única regulación específica; depende de su uso:

• **Uso cosmético**

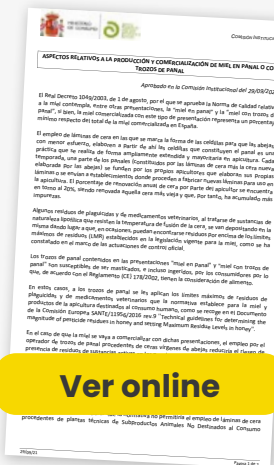
Decisión 2006/257/CE: «cera alba/cera flava», n° CAS 8012-89-3, n° EINECS/ ELINCS 232-383-7 (emoliente/emulsificante/formadores de película). Reglamento (CE) 1223/2009.

• **Uso farmacéutico**

En European pharmacopea - Question N° EFSA-Q-2006-021. Cera amarilla (No. 8012-89-3) y cera blanca (CAS No. 8006-40-4) obtenida por blanqueamiento de la cera amarilla.

• **Uso alimentario (aditivo E901)**

Como aditivo alimentario, en recubrimientos. RD 142/2002. Reglamento 1147/2012 UE. Directiva 2008/84/CE y RD 1466/2009, y empresa.



Si comercializas miel en panal te interesa leer detenidamente este documento.

Atención a las adulteraciones y contaminantes

Adquirir cera adulterada puede dar lugar a que la abeja no la labre, y si esta adulteración se hace con ácido palmítico o esteárico puede dar lugar a mortandades importantes de las larvas de abeja.

- Igualmente ocurre con las contaminaciones por acaricidas o pesticidas agrícolas.



Potential effects of stearic and palmitic acid on Bee health

Various field studies appear to confirm this risk
Example: Reybroeck W.I.L.V.O, 30 June 2017, Research institute for agriculture, fisheries and food ILVO, Vlaanderen

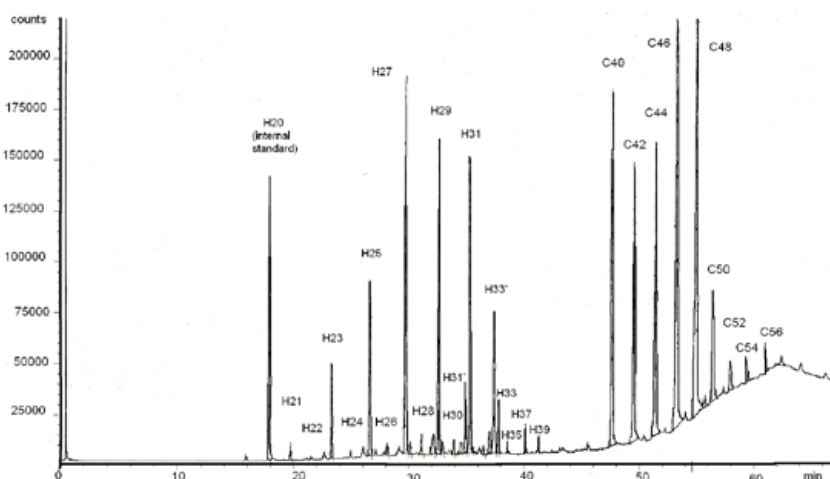
- Addition of 15-35% stearic acid to beeswax = Impact on brood.
- Mean larva mortality of 49-71% observed in broods where stearic acid is present.

¿Quieres conocer la calidad de tu cera?

En Apinevada tenemos métodos desarrollados para conocer la calidad de las ceras.

- **Características físico-químicas**
- **Adulteraciones**
- **Contaminantes**

Nuestro método se basa en trabajos propios publicado en la revista científica *Food Chemistry* (*Detection of adulterated commercial Spanish beeswax, Food Chemistry 132(1), DOI:10.1016/j.foodchem.2011.10.104*). Nos basamos en el CPI (*Índice de Preferencia de Carbono -Carbon Preference Index*), un parámetro clave utilizado para determinar la pureza de la cera de abejas.



[Ver online](#)

Figura: Patrón de cera pura



Bibliografía

Bauer, D., & Bienefeld, K. (2013). Hexagonal comb cells of honeybees are not produced via a liquid equilibrium process. *Naturwissenschaften*, 100(1), 45–49. <https://doi.org/10.1007/s00114-012-0992-6>

Karihaloo, B. L., Zhang, K., & Wang, J. (2013). Honeybee combs: how the circular cells transform into rounded hexagons. *Journal of the Royal Society Interface*, 10(86), 20130299. <https://doi.org/10.1098/rsif.2013.0299>

Pirk, C. W. W., Hepburn, H. R., Radloff, S. E., & Tautz, J. (2004). Honeybee combs: construction through a liquid equilibrium process? *Naturwissenschaften*, 91, 350–353. <https://doi.org/10.1007/s00114-004-0539-3>

Yang, S., Wu, J., & Smith, D. R. (2021). Thermoplastic deformation explains the formation of hexagonal honeycomb cells. *Journal of Insect Science*, 21(4), 1–9. <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieab052>

Tautz, J. (2008). *The Buzz about Bees: Biology of a Superorganism*. Springer.

Hepburn HR. *Honeybee Nest Construction*. Berlin: Springer-Verlag; 1986. (<https://hal.science/hal-00890889v1/document>)

Blomquist GJ, Bagnères AG, editors. *Insect Hydrocarbons: Biology, Biochemistry, and Chemical Ecology*. Cambridge: Cambridge University Press; 2010.

Tautz J. *The Buzz About Bees: Biology of a Superorganism*. Berlin: Springer-Verlag; 2008.

Klowden MJ. *Physiological Systems in Insects*. 3rd ed. London: Academic Press; 2013.

Biliński SM, Kloc M, Kubiak JZ. Ultrastructure and function of the wax glands in the honeybee (*Apis mellifera*). *Arthropod Structure & Development*. 2014;43(2):121–133.