

Café

Mamá: el café se ve sucio y huele fuerte. ¿Por qué siempre lo bebes?



Despulpadora manual de granos de café de origen peruano.
Los granos de la cesta ya han sido despulpados. (crédito: C Schwab)

Clarissa Schwab

Grupo de Tecnología de Microbios Funcionales, Departamento de Ingeniería Biológica y Química,
Universidad de Aarhus, Dinamarca

Un marco de educación en microbiología centrado

Café

Sinopsis

Un café por la mañana. Un café después de comer. Un café con amigos. Un café y un pastel con la abuela... Desde que se tiene constancia de que se bebía café a principios del siglo XVI en Yemen, el café se ha extendido por todo el mundo. En Europa, el comercio del café comenzó a principios del siglo XVII; al principio, el café se consumía a menudo en cafeterías especializadas. El café se considera un supresor del apetito y se bebe para mantenerse despierto y favorecer la digestión. La preferencia por infusiones especiales de café (fuerte o suave, en pequeñas o grandes cantidades, caliente o frío, con o sin leche, nata o azúcar) y los momentos y lugares preferidos para beberlo (en casa, en un bar, en una cafetería...) difieren entre regiones y culturas. Sin embargo, existe una opinión común de que el café es una parte esencial de un estilo de vida de alta calidad. Los países escandinavos son los mayores bebedores de café si se calcula el número de habitantes (¿quizás debido a los oscuros inviernos?). En cualquier caso, los microbios desempeñan un papel clave en la producción de café.

El contexto microbiológico y social

La microbiología: los microbios en la fermentación del café, fermentación natural, cultivos iniciadores, únicos procesos de fermentación del café, fermentación para producir compuestos de valor agregado a partir de corrientes de desechos ricas en nutrientes, ecología microbiana, biotecnología microbiana. Cuestiones de sostenibilidad: pobreza y empleo, agua y energía, producción y consumo sostenibles.



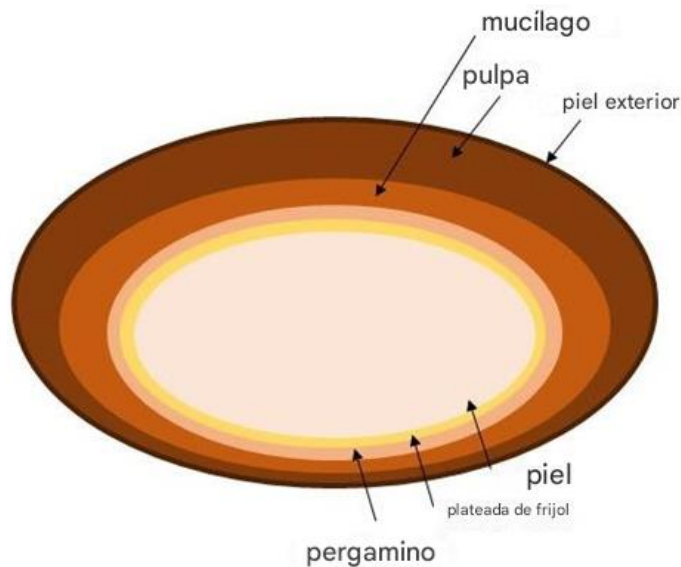
Un marco de educación en microbiología centrado

Café: la microbiología



Planta de café con bayas. (Por Jmhullot -<http://www.fotopedia.com/items/jmhullot-ohX2WO1-lQc>, Licencia CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7947317>)

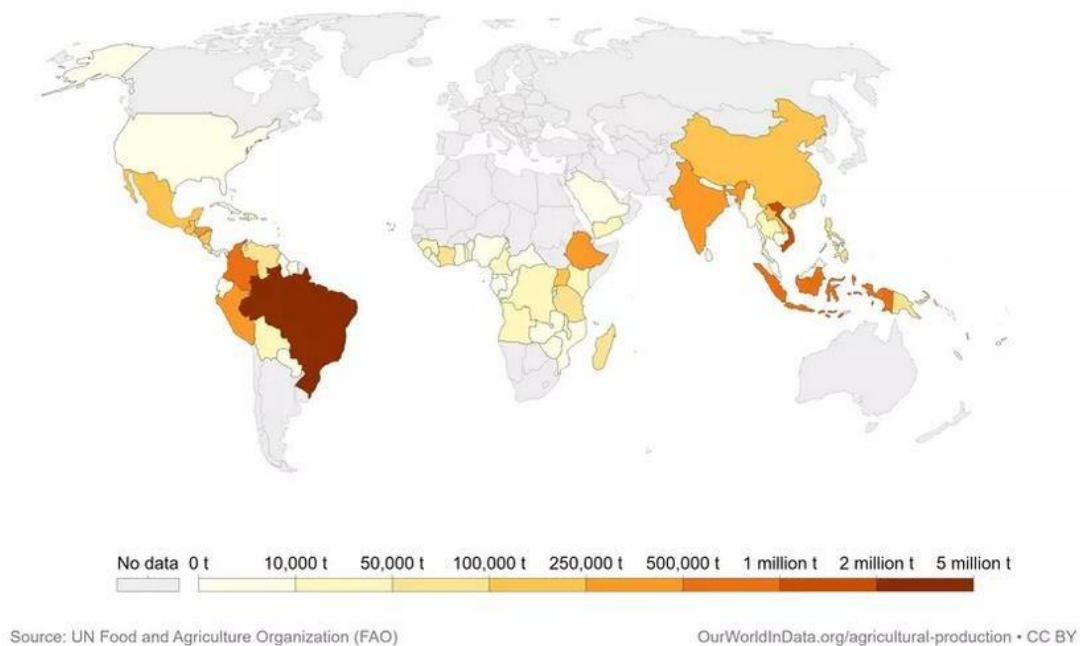
1. *¿Qué es el café?* Las plantas de café producen bayas (o cerezas), que se denominan bayas verdes, los granos de café después de su procesamiento inicial (ver sección 2), aunque en realidad no sean granos. Una baya de café está formada por uno o dos granos (endospermo) rodeados por una piel plateada (espermodermo), pergamino (endocarbo) y mucílago, que están incrustados en la pulpa (mesocarpio). Todo el fruto está cubierto por una capa de piel externa (pericarpio, exocarpio). ¡La planta de café necesita tres años para producir sus primeras bayas!



Dibujo esquemático de un grano de café cortado.

Un marco de educación en microbiología centrado

El fruto del café contiene hidratos de carbono (en torno al 50%), lípidos (en torno al 13%), proteínas y aminoácidos (en torno al 10%), cafeína (en torno al 1-3%) y numerosos compuestos más pequeños. Las variedades de café más importantes a nivel mundial son la *Coffea arabica* (Arabica, en torno al 60-80%) y la *Coffea canephora* (Robusta, en torno al 20-40%), pero existen más de 100 variedades más. En sus orígenes, el café crecía en Asia tropical y en el África tropical meridional. Crece bien a mayor altitud y en condiciones templadas o tropicales caracterizadas por una gran cantidad de agua y sol, y sin heladas. En la actualidad, la principal zona de cultivo del café se encuentra alrededor del ecuador. Los países que más café producen son Brasil, Indonesia, Vietnam, Colombia e India.



2. ***El proceso de producción del café.*** Cuando los granos de café están maduros, se recogen a mano o con ayuda de máquinas. Tradicionalmente, el proceso continúa utilizando el método "húmedo" o "seco".

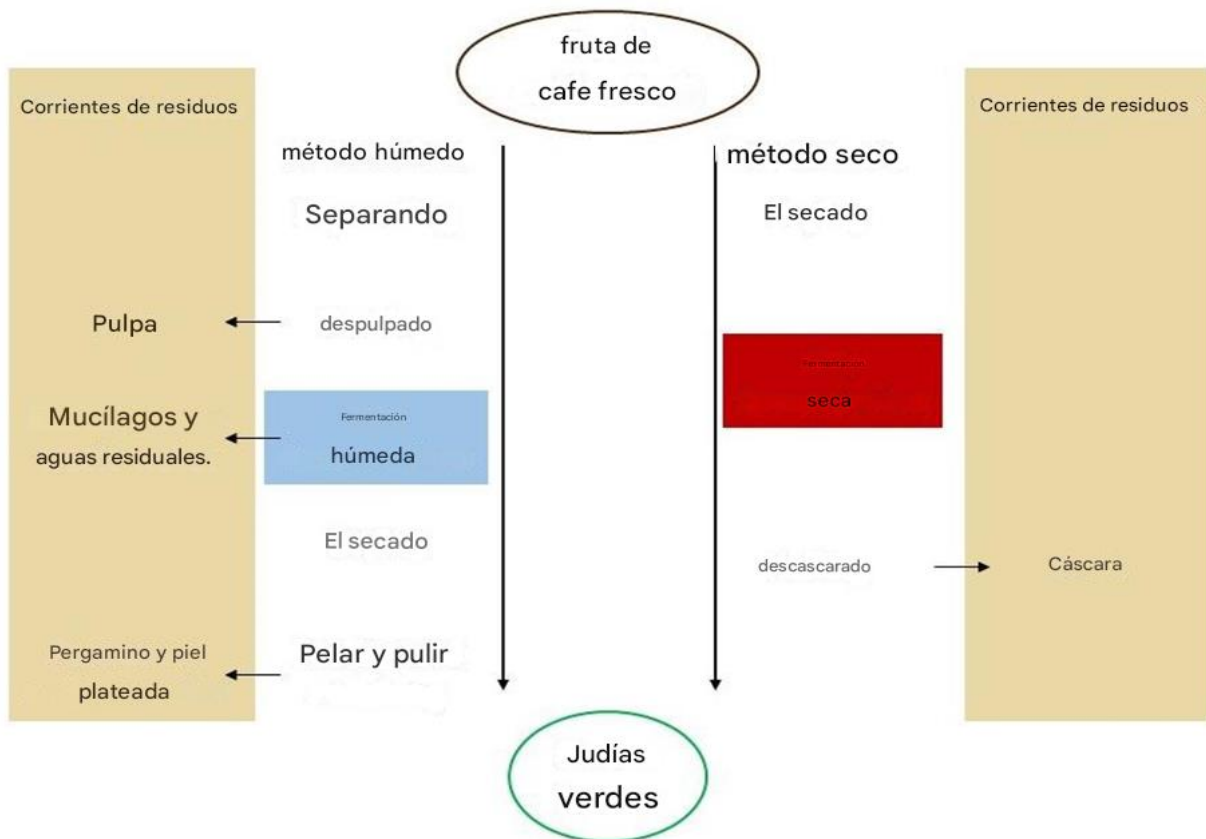
Método húmedo: Una mezcla de granos de café maduros e inmaduros se suspenden en agua, en la que las bayas buenas y maduras se hunden hasta el fondo, separándose de las bayas verdes. A continuación, se recogen y se les quita la piel exterior y la pulpa mecánicamente. A continuación, el mucílago se fermenta microbiológicamente en tanques de fermentación llenos de agua durante un máximo de 2 días (véase la sección 3). A continuación, los restos de mucílago se eliminan mediante un lavado adicional. Por último, se quitan las cáscaras y las judías verdes se secan.

Método seco: En el proceso seco, las bayas cosechadas, tanto maduras como verdes, se seca el café se seca al sol y durante el proceso de secado, que dura entre 3 y 4 semanas, se produce una fermentación microbiana. Después, se eliminan mecánicamente las partes externas del fruto del café.

Después de ambos procesos, los granos verdes secos están listos para el almacenamiento, el transporte desde la finca hasta la planta de producción y el tostado, ya que el contenido de agua se ha reducido de aproximadamente el 65 al 10 %. El deterioro por el crecimiento de microorganismos ahora es menos probable. En general, los granos de café del

Un marco de educación en microbiología centrado

proceso húmedo se consideran de mayor calidad y con más aroma.



Pasos principales del proceso del café desde el fruto fresco del café hasta los granos verdes que se pueden utilizar para tostar. El método semiseco, una variación del método húmedo, implica la eliminación del mucílago mediante procesamiento mecánico.

3. **¿Qué le hacen los microbios a las bayas de café?** La capa de mucílago es rica en polisacáridos como pectina, celulosa y almidón. Si no se elimina, el tiempo de secado se alarga y existe el peligro de que se forme moho y, por lo tanto, se produzca un deterioro microbiano del fruto del café. Por lo tanto, se utilizan microbios para eliminar esta capa de mucílago mediante la fermentación. Durante la fermentación, los microbios descomponen los polisacáridos para obtener energía, lo que produce moléculas más pequeñas que contribuyen al aroma y al sabor.

La fermentación del grano de café es un proceso muy complejo que aún no se comprende al 100%, pero en él intervienen microbios del entorno y enzimas producidas por el propio grano de café, que en conjunto conducen a la degradación y utilización del mucílago. Los principales microorganismos que intervienen en la fermentación del fruto del café difieren según la región y la temporada. Los principales protagonistas son las bacterias (por ejemplo, *Lactobacillaceae*, *Bacillaceae*, *Enterobacteriaceae*), las levaduras (*Pichia*, *Debaryomyces*, *Sacharomyces*, *Candida*, *Kloeckera* spp.) y los hongos filamentosos (*Penicillium*, *Aspergillus* y *Fusarium* spp.). En la fermentación por vía húmeda, los hongos filamentosos solo aparecen con poca frecuencia y predominan las bacterias y las levaduras, mientras que, en la fermentación seca, la microbiota es más diversa. Los números reportados variaron ampliamente entre cerezas de café de diferente origen y diferentes estudios, con recuentos de células de bacterias que oscilaron entre 10.000 y 10 millones, y de levadura entre 10.000 y 100 millones por gramo.

Un marco de educación en microbiología centrado



Los microorganismos que fermentan los frutos del café proporcionan varias funciones beneficiosas para la comunidad microbiana y para la calidad del café. Las levaduras degradan el mucílago de pectina y fermentan los azúcares hasta formar alcohol. *Bacillus* spp. podría contribuir a la degradación de la pectina, mientras que las bacterias del ácido láctico fermentan los azúcares liberados hasta formar ácidos orgánicos, incluido el ácido láctico, que reduce el pH y podría producir compuestos antimicóticos adicionales. Aunque no se conocen los mecanismos exactos, en general se acepta que los metabolitos producidos por los microbios durante la fermentación son beneficiosos para la calidad del café, incluso después del tueste.

Hasta la fecha, la fermentación del café sigue siendo una fermentación natural que depende de microorganismos proporcionados por el entorno, el equipo utilizado para el proceso y la superficie de la propia cereza del café. Con tantas variables, el proceso de fermentación es difícil de controlar, por lo que se han realizado estudios para investigar el uso de cultivos iniciadores definidos, similares a los que se utilizan en la industria láctea, por ejemplo, en la producción de yogur o queso, o en la elaboración de cerveza. En el caso del café, esto no ha sido del todo exitoso y los cultivos iniciadores probados no produjeron un grano fermentado tan bueno como la fermentación salvaje.

4. ***Algo especial: café de civeta.*** Existe un tipo de café que se fermenta de una manera completamente diferente y única: se llama café de civeta y es originario del sudeste asiático. Una variedad común es el Kopi Luwak de Indonesia, con un perfil muy suave. Las cerezas de café se alimentan a las civetas palmeras asiáticas y son fermentadas por la microbiota intestinal durante su paso por el tracto gastrointestinal del animal. De manera similar a las fermentaciones húmedas y secas, los microbios intestinales y sus enzimas descomponen los carbohidratos y las proteínas que rodean el grano de café. ¡La civeta actúa como un fermentador viviente!

La producción de café de civeta es objeto de debate ético, ya que los animales se crían en grandes explotaciones industriales. Una alternativa que se está explorando actualmente es un enfoque biotecnológico que utiliza sistemas de fermentación in vitro para cultivar la microbiota intestinal de las civetas en biorreactores.

5. ***¿Podemos utilizar los productos de desecho?*** Las aguas residuales que se producen durante la fermentación de los granos de café siguen siendo ricas en azúcares fermentables. Por ejemplo, el agua que se elimina después de la fermentación húmeda contiene el mucílago, y los subproductos adicionales del método húmedo son la pulpa y el pergamino. El principal producto de desecho del método seco es la cáscara. Estos subproductos son ricos

Un marco de educación en microbiología centrado

en componentes orgánicos (por ejemplo, proteínas, azúcares) y compuestos fenólicos que podrían ser perjudiciales para el medio ambiente si simplemente se desecharan. Por lo tanto, los investigadores han estudiado la posibilidad de hacer uso de estos flujos de desechos. Por ejemplo, la pulpa, el mucílago y la cáscara contienen el polisacárido celuloso, mientras que el pergamino tiene un alto contenido de lignina. Con cierta optimización, estos subproductos podrían usarse para producir biogás o bioetanol.

6. **La cadena de valor del café.** La cadena de valor del café incluye todos los procesos, desde el cultivo y el procesamiento hasta el tostado y el envasado, las ventas y, finalmente, el consumo. Para un país productor importante, el café es una fuente de ingresos importante. Se estima que 100 millones de familias viven de los ingresos generados a lo largo de la cadena de valor del café (agricultores, comerciantes, procesadores, tostadores, distribuidores, envasadores, vendedores, baristas), pero también incluye la eliminación de residuos, la reutilización y el reciclaje. Aunque el café es muy popular en todo el mundo, los mecanismos comerciales actuales podrían no permitir que los caficultores se beneficien proporcionalmente de esta popularidad del café. Para una producción de café más sostenible, ¿quizás los caficultores deban convertirse en socios más igualitarios en la industria del café?

Pertinencia para los Objetivos de Desarrollo Sostenible y los Grandes Desafíos

- **Objetivo 1. Poner fin a la pobreza** Se estima que entre 10 y 30 millones de personas cultivan café para obtener ingresos proporcionando ingresos a muchos más, a menudo en países en desarrollo y en calidad de pequeños agricultores. Los ingresos de estos agricultores son muy impredecibles y varían en función de la situación del mercado y del éxito de la cosecha, que a su vez depende de las condiciones climáticas.
- **Objetivo 2. Poner fin al hambre**, lograr la seguridad alimentaria y mejorar la nutrición y promover **Agricultura sostenible**. Las plantaciones de café necesitan tierra, el proceso del café necesita agua, por lo que se consumen recursos agrícolas que podrían utilizarse para otros fines, como la producción de alimentos básicos.
- **Objetivo 3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todas las edades**. El cumplimiento de los Objetivos 1 y 2 apoyarán el Objetivo 3. Además, se considera que el café tiene efectos beneficiosos para la salud.
- **Objetivo 6. Uso sostenible del agua**. El proceso del café, especialmente si se utiliza el proceso húmedo, necesita mucha agua. Al mismo tiempo, el proceso produce aguas residuales que requieren para ser procesado antes de su uso posterior.
- **Objetivo 8. Empleo productivo**. El cultivo de la planta del café, al igual que la fermentación de las bayas, proporciona trabajo a un número importante de personas en los países de bajos ingresos. El tostado del café y la producción del producto final involucran a otras industrias. La fabricación de cápsulas de café y café instantáneo es otra industria, al igual que la producción de todas las diversas máquinas domésticas que se utilizan para convertir lo que se compra en una taza de café. De esta manera, la cadena de valor del café crea y mantiene un importante empleo productivo.
- **Objetivo 12. Consumo y producción sostenibles**. Considerando que el proceso de producción requiere de muchos recursos, se debe evitar el desperdicio de granos de café y productos de desecho.

Un marco de educación en microbiología centrado

Participación de los alumnos

1. *Discusiones de clases*

- a. cómo ¿Podría el uso de microbios contribuir a un proceso más confiable en la fermentación del grano de café?

2. *Concienciación de los alumnos sobre las partes interesadas*

- a. La producción de café está asociada a importantes huellas: consumo de recursos agrícolas, necesidades de agua dulce, flujos de residuos contaminantes, etc. Por otra parte, proporciona un empleo sustancial y, por lo tanto, contribuye a la reducción de la pobreza. La producción de café tiene, por lo tanto, consecuencias positivas y negativas para los ODS. ¿Cómo se podrían minimizar las consecuencias negativas? ¿Cómo se podrían optimizar las positivas?
- b. ¿Deberíamos intentar beber más o menos café?
- c. ¿Es necesario cultivar café en un árbol? Los nuevos avances en agricultura celular sugieren cultivar granos de café en un recipiente de plástico. ¿Qué implica esto para los agricultores, el medio ambiente y los residuos?
- d. ¿Qué ocurre si utilizamos café en cápsulas? Compara los recursos necesarios y los residuos que se producen si bebemos café de filtro o café elaborado con cápsulas.

La base de evidencia, lecturas complementarias y materiales didácticos

<https://www.theatlantic.com/health/archive/2010/08/cafe-origen-misterioso/61054/>

https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_coffee

<https://voltagecoffee.com/capsule-coffee/>

[https://www.vttresearch.com/es/noticias-e-ideas/sustainable-coffee-grown-finland-land-](https://www.vttresearch.com/es/noticias-e-ideas/sustainable-coffee-grown-finland-land-drinks-)
[drinks- La mayor cantidad de café por habitante produce su primer café](#)

de Melo Pereira GV, Thomaz-Soccol V, Kaur Brar S, Neto E, Soccol CR. 2017. Ecología microbiana y tecnología de cultivos iniciadores en el procesamiento del café. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 57:13, 2775-2788

Haile M, Kang WH. 2019. El papel de los microbios en la fermentación del café y su impacto en la calidad del café. *J Food Quality*, 4836709

Chala B, Oechsner H, Latif S, Müller J. 2018. Potencial de biogás de los desechos del procesamiento del café en Etiopía. *Sustainability* 10, 2678

Fitri H, Tawali AB, Laga A. 2019. Fermentación in vitro del café Luwak. Conferencia de la PIO. Ser.: Medio Ambiente Tierra. Ciencia. 230, 012096