



Micro- bichos

Inóculos fermentativos: ¿De qué sabor vas a querer tu chocolate?

Resumen

La fermentación espontánea y tradicional de cacao es un proceso que involucra consorcios microbianos como levaduras, bacterias ácido-lácticas y acéticas. Estos microorganismos se encargan de producir compuestos precursores de aroma y sabor para el cacao. Este tipo de proceso suele generar resultados heterogéneos en cuanto al perfil organoléptico del grano, al recibir la carga microbiana en un sistema no controlado. Los inóculos en fermentaciones de cacao son la oportunidad para dirigir fermentaciones espontáneas, lograr uniformidad y perfiles especiales de aromas que permitirán diferenciar lotes de cacao fermentado en el mercado del chocolate.

Palabras clave: fermentación, inóculo, cacao.

Alguna vez te has preguntado ¿Por qué hay personas que les gustan los chocolates amargos (con alto contenido de cacao)? ¿Acaso te estas perdiendo de un mundo de sabores más allá del amargo? ¡Pues he de decirte que sí! Y las respuestas están en la fermentación de los granos de cacao, la principal materia prima de los chocolates.

Para empezar los granos de cacao provienen de un árbol de la especie *Theobroma cacao L.*, y dan como frutos unas mazorcas del tamaño de un pepino, con colores bastante llamativos que van desde amarillo a verde y rojo. Y esto puede deberse a que existen diferentes variedades de esta especie de cacao, aunque de manera general se ubican con los términos de cacao tipo Criollo, Forastero y Tri-

Dulce del Carmen Velásquez Reyes¹
Manuel R. Kirchmayr²
Anne Gschaedler Mathis^{2*}

¹Tecnología alimentaria. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C., 45019 Zapopan, Jal.

²Biotecnología industrial. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C., 45019 Zapopan, Jal.

*Autor para la correspondencia: aggschaedler@ciatej.mx

nitario. El de tipo Criollo es un cacao que lo conocen como fino de aroma o blanco, debido a que sus granos son de color blanco y se utiliza en chocolaterías estilo gourmet. Por otro lado, tenemos al tipo Forastero que es un cacao con alto contenido de taninos, sus granos son de color morado y es muy amargo, pero a su favor tiene que es muy resistente a enfermedades del campo. El Trinitario el cual puede considerarse como una mezcla entre ambos, ya que presenta características del Criollo, pero también del Forastero, por tanto, sus granos pueden ser de color morado como blanco [1].

Lo interesante del cacao se encuentra en su interior, ya que, al romperlas las mazorcas, ya sea con una piedra, entre ellas mismas o con un machete, debido a que su corteza es bastante dura, se encuentran los granos de cacao listos para fermentarse [1]. Algo curioso de los granos de cacao es que están recubiertos de una pulpa que sabe a un coctel de frutas como maracuyá, lichi, o rambután (Figura 1). Desde ahí ya se te está antojando, ¡lo se! Esta pulpa es rica en azúcares y es bastante ácida, características que brindan el ambiente ideal para que los microorganismos crezcan y suce-

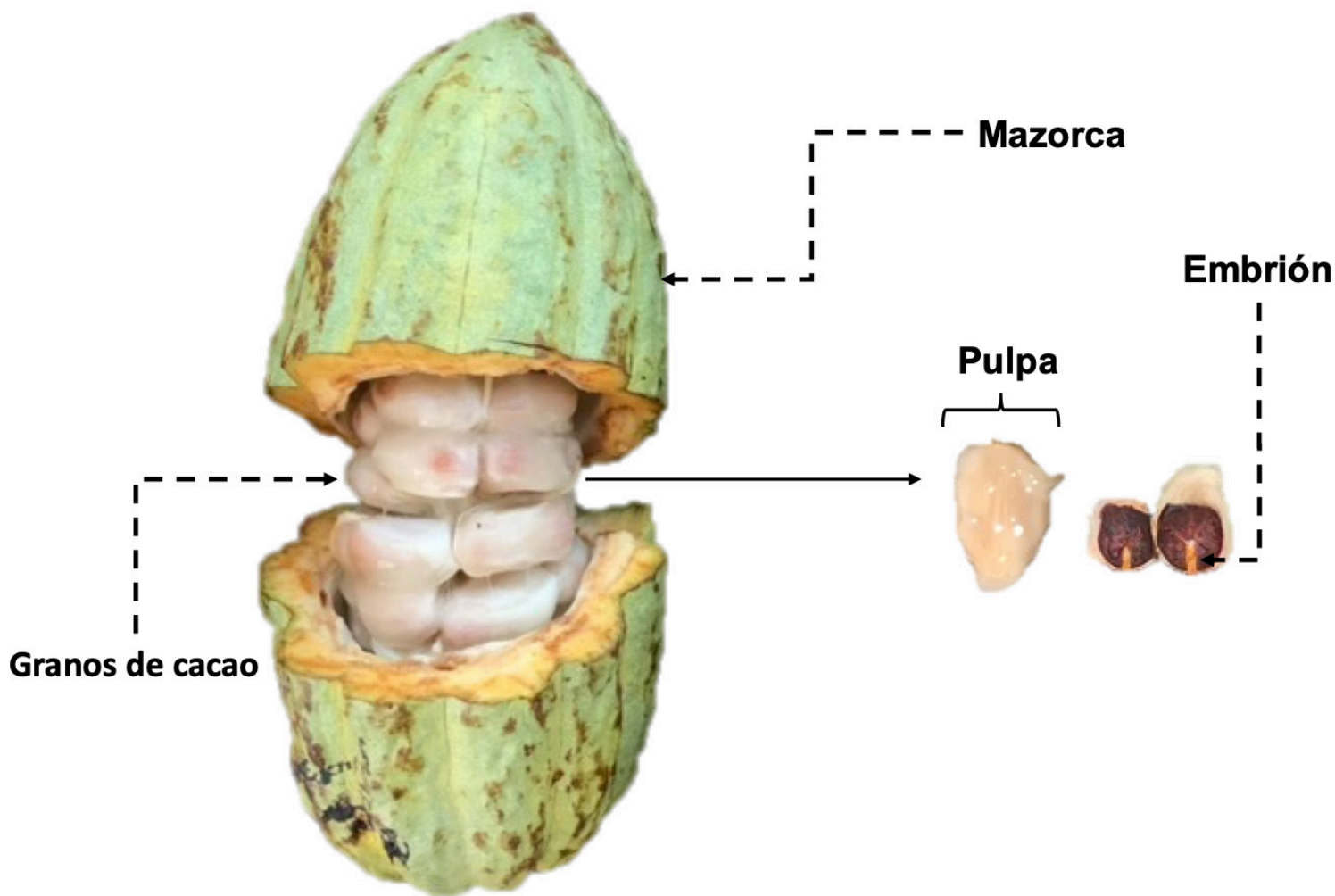


Figura 1. Partes del fruto de *Theobroma cacao* L.

da la fermentación, proceso responsable de la transformación de diferentes compuestos que servirán de precursores de aroma y sabor [1].

La fermentación es un conjunto de reacciones bioquímicas producidas por microorganismos como levaduras y bacterias ácido-lácticas (BAL) y ácido-acéticas (BAA) [2]. Este proceso sucede naturalmente desde el momento en el cual se quiebra la mazorca que protege a los granos de cacao, los microorganismos llegan de todas partes a fermentar los granos, ya sea del ambiente, de las manos de los trabajadores o de los cajones de madera donde se realiza la fermentación. Las levaduras son los microorganismos encargados de comenzar la fermentación consumiendo los azúcares disponibles en la pulpa y transformándolos a alcoholes, ácidos y ésteres [2]. Por consecuencia, el ambiente en el cual se encuentran los granos de cacao va cambiando, esto favorece el crecimiento de otros microorganismos como las bacterias áci-

do-lácticas que toman azúcares y alcoholes para transformarlos en ácido láctico. Por último, llegan las bacterias ácido-acéticas que toman alcoholes como sustrato y los convierten a ácido acético, esta última al ser una reacción exotérmica, hacen que aumente la temperatura hasta 50 °C en los granos de cacao [2].

En México, la fermentación de cacao es un proceso artesanal donde las técnicas de fermentación pueden provenir del conocimiento de generaciones antepasadas, considerando que éstas varían dependiendo de la región, por las costumbres que tengan y que hoy en día se siguen practicando [1]. Por ejemplo, en algunas comunidades fermentan amontonando el cacao y colocándoles hojas de plátano encima, otras lo realizan en cajones de madera, otras técnicas antes de empezar la fermentación drenan el exceso de pulpa y después los colocan en los cajones de madera. Por lo tanto, existen diversas variantes de técnicas de fermentacio-

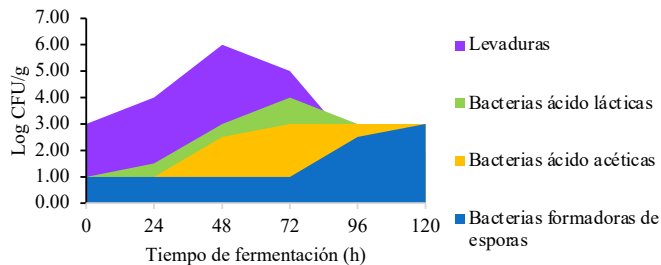
nes en el mundo y que son interesantes de estudiar por las modificaciones tanto sensoriales, químicas como microbiológicas, que pueden ocasionarle al proceso fermentativo del cacao. Por esta razón, las fermentaciones tradicionales de cacao suelen ser bastante heterogéneas en cuanto al perfil sensorial del grano de cacao obtenido y la calidad del grano fermentado en general. Existen factores como el origen del grano, la temporada del año, si se fermenta en cajón de madera, en sacos de yute o en montones, la técnica de volteo de los granos e inclusive si se cambia el sitio de fermentación puede afectar el sabor y olor del grano [3].

¿Te imaginas la problemática de un productor de cacao, el cual cada vez que quiere vender su cacao a chocolateros, no pueda ofrecerles granos de cacao con sabores característicos? Para que tengas más contexto de la

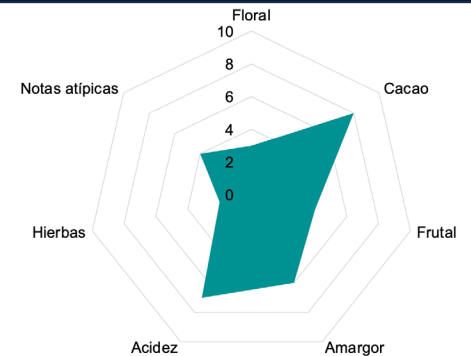
situación, imagina que, al comprar tu barra de chocolate favorita, por su sabor y olor, no te vuelva a saber igual y que en cada nuevo intento pruebes algo totalmente diferente. Fermentar suena bastante complejo, ¿verdad?, pero no te agobies que la biotecnología se encuentra trabajando en ello para seguir fomentando estos procesos tradicionales e importantes para cada comunidad (Figura 2).

Actualmente se conoce que la diversidad microbiana influye mucho en el perfil sensorial de los granos de cacao fermentados, por lo tanto, se ha intentado generar inóculos que dirijan los sabores y aromas hacia perfiles más controlados y homogéneos. Ahora imagina que eres un chef y tienes un restaurante que dirigir, en el cual se prepara comida muy rica, pero la condición del dueño es que exista un menú fijo, donde los platillos sean los mismos, para que

Fermentación espontánea

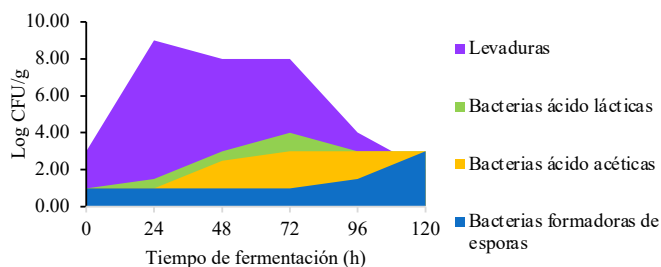


Dinámica microbiana

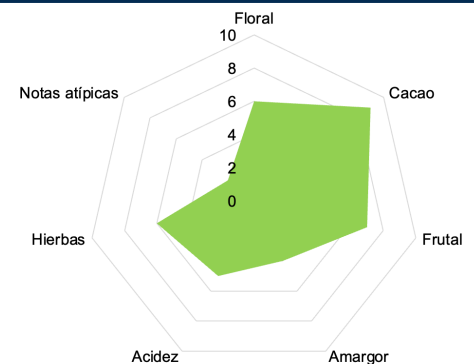


Perfil sensorial

Fermentación con inóculo



Dinámica microbiana



Perfil sensorial

Figura 2. Diagrama descriptivo de la dinámica de microorganismos y el perfil sensorial en una fermentación espontánea comparado con una fermentación que se le añade un inóculo

los clientes reconozcan ese lugar por su sazón o platillos estrella. Cuando empiezas a cocinar te das cuenta de que es muy difícil mantener el sabor constante en los platillos, por lo tanto, contratas personas especialistas en cada platillo, alguien experto en hacer pozole rojo, otro para los postres como los pasteles con sabores cítricos y otro para las bebidas calientes con olor a café. En este caso, el inóculo en la fermentación de cacao son las personas expertas en hacer cada platillo. El inóculo es una carga adicional de microorganismos, de la cual previamente se conoce que compuestos pueden producir y por lo tanto que aromas y sabores característicos son capaces de generar. Teniendo como consecuencia perfiles sensoriales específicos con mayor repetibilidad [4]. En la Figura 2, se muestra el ejemplo de dinámica microbiana que podría existir en una fermentación espontánea, sin añadir inóculo, en donde predominan las levaduras las primeras horas de la fermentación, seguido de las BAL y las BAA predominan al final del proceso, siendo muy aleatorio el perfil sensorial que se pudiera obtener.

En contraste, a cuando se le añade un inóculo con mayor carga microbiana de una levadura con potencial de síntesis de compuestos aromáticos deseables. Por lo tanto, la dinámica microbiana tiende a aumentar con respecto al microorganismo que se añadió, además de ocasionar inhibiciones entre otros microorganismos o competencia de sustrato ocasionando perfiles sensoriales diferentes y definidos en comparación a una fermentación espontánea [3,4].


Entonces ahora pensarás que es muy fácil la decisión, añades inóculos a todas las fermentaciones del mundo y tendremos granos de cacao fermentados de manera ideal, pues desafortunadamente no es tan sencillo. Como en todo lugar cuando llega alguien extraño a una comunidad, pueden suceder diferentes situaciones como competencia por sustrato (el alimento) del inóculo contra los microorganismos endémicos de las fermentaciones, que el inóculo desplaza la diversidad microbiana que

ya existía y ahora domine el proceso fermentativo, que los granos de cacao se fermenten parcialmente, que no alcance el incremento de temperatura idóneo ($>50\text{ }^{\circ}\text{C}$), o peor aún que el perfil de sabor y olor de la fermentación inoculada sepa a queso podrido y suceda todo lo contrario a lo que esperábamos [1,2]. Por lo tanto, aun se continúan los esfuerzos por encontrar el inóculo ideal, y en ocasiones el inóculo ideal debe ser especialmente diseñado para la fermentación donde se plantea introducirlo. Por esa razón, es necesario primero estudiar la diversidad microbiana presente en fermentaciones espontáneas para saber que microorganismo puede caerles bien y además identificar qué puntos de mejora necesita ese grano de cacao específicamente [2].

Algunos ejemplos de inóculos que se han estudiado son las levaduras, las cuales se ha identificado que producen ésteres que se asocian a notas florales, frutales e inclusive que aumentan la actividad antioxidante de los granos de cacao.

La especie de *Saccharomyces cerevisiae* es de las más utilizadas al favorecer la producción de alcohol y en algunas ocasiones ha acortado los tiempos de fermentación. Pero también se ha identificado que no es muy del agrado de los microorganismos endémicos de las fermentaciones donde se ha estudiado y ha reducido la diversidad microbiana [4,6]. Especies del género *Hanseniaspora* como *H. opuntiae*, *H. uvarum* y *H. thailandica* son algunas de las que se han empleado para el mejoramiento del perfil sensorial del grano fermentado produciendo notas a café, miel y flores [4,6]. *Kluyveromyces marxianus* es otra levadura utilizada, para la cual se ha demostrado que puede tanto acelerar la fermentación de cacao y generar compuestos volátiles deseables como ésteres y aldehídos produciendo notas como florales y herbales [5]. El género de *Pichia* también ha sido utilizada en fermentaciones de cacao, buscando que los compuestos aromáticos que genere estén orientados en la formación de un perfil de cacao fino de aroma como notas a frutas frescas y florales [5]. La principal apuesta

está en encontrar las levaduras ideales para usar como inóculo, aunque también se ha explorado el uso de bacterias ácido-lácticas y acéticas. Como ejemplo de bacterias utilizadas están *Acetobacter pasteurianus*, *Lactiplantibacillus plantarum* y *Limosilactobacillus fermentum* [6].

Estos avances en la biotecnología de fermentación de cacao serán sin duda, de gran apoyo tanto para los pequeños productores como grandes, debido a que buscan ser competitivos en el mercado chocolatero, además de garantizar perfiles organolépticos bien definidos para sus granos. Para tu próxima aventura chocolatera, trata de buscar barras de chocolate que en su etiqueta especifiquen de donde proviene los granos de cacao, el tiempo de fermentación, e inclusive, en algunos productos, se incluyen las condiciones de tostado. Y por supuesto, ahora tus miradas dirígelas hacia barras de chocolate con alto contenido de cacao para que logres identificar sabores como café, miel, flores, frutas, y vuélvete detective de microorganismos al tratar de identificar quien produjo eso en la fermentación. 

Referencias

- [1] Utrilla-Vázquez, M., Rodríguez-Campos, J., Avendaño-Arazate, C. H., Gschaedler, A., & Lugo-Cervantes, E. (2020). Analysis of volatile compounds of five varieties of Maya cocoa during fermentation and drying processes by Venn diagram and PCA. *Food Research International*, 129(July 2019), 108834. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108834>
- [2] de Vuyst, L., & Leroy, F. (2020). Functional role of yeasts, lactic acid bacteria and acetic acid bacteria in cocoa fermentation processes. *FEMS Microbiology Reviews*, 44(4), 432–453. <https://doi.org/10.1093/femsre/fuaa014>
- [3] Velásquez-Reyes, D., Gschaedler, A., Kirchmayr, M., Avendaño-Arazate, C. H., Rodríguez-Campos, J., Calva-Estrada, S. de J., & Lugo-Cervantes, E. (2021). Cocoa bean turning as a method for redirecting the aroma compound profile in artisanal cocoa fermentation. *Heliyon*, 7(8), e07694. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07694>

[heliyon.2021.e07694](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07694)

- [4] Díaz-Muñoz, C., van de Voorde, D., Tuenter, E., Lemarcq, V., van de Walle, D., Soares Maio, J. P., Mencía, A., Hernandez, C. E., Comasio, A., Sioriki, E., Weckx, S., Pieters, L., Dewettinck, K., & de Vuyst, L. (2023). An in-depth multiphasic analysis of the chocolate production chain, from bean to bar, demonstrates the superiority of *Saccharomyces cerevisiae* over *Hanseniaspora opuntiae* as functional starter culture during cocoa fermentation. *Food Microbiology*, 109. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2022.104115>
- [5] Craface, M., Mikkelsen, M. B., Saerens, S., Knudsen, M., Blennow, A., Lowor, S., Takrama, J., Swiegers, J. H., Petersen, G. B., Heimdal, H., & Nielsen, D. S. (2013). Influencing cocoa flavour using *Pichia kluyveri* and *Kluyveromyces marxianus* in a defined mixed starter culture for cocoa fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 167(1), 103–116. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.06.024>
- [6] Papalexandratou, Z., Lefeber, T., Bahrim, B., Lee, O. S., Daniel, H. M., & de Vuyst, L. (2013). *Hanseniaspora opuntiae*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus fermentum*, and *Acetobacter pasteurianus* predominate during well-performed Malaysian cocoa bean box fermentations, underlining the importance of these microbial species for a successful cocoa. *Food Microbiology*, 35(2), 73–85. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.02.015>