



**TEK-Report**  
vigilancia  
tecnológica

**Importancia de las levaduras en  
los procesos de fermentación  
en *coffea arabica***

Diciembre 2022

El café salvadoreño ha destacado siempre en mercados internacionales por su alta calidad de taza, lo cual le ha mantenido una buena reputación. Esto se debe a sus características organolépticas.

Uno de los factores que influyen en la calidad de taza, es la acción de los microorganismos durante el proceso de fermentación, el cual puede iniciar desde la cosecha. Luego de la recolección, el café es depositado en pilas de acuerdo a su clasificación.

El proceso se divide en dos etapas: el beneficiado húmedo y el seco. En el primero se hace un lavado al café, se elimina todo el mucílago que tiene, se coloca en la pila, pasa por el proceso de filtración y la despulpadora separa la semilla de la cáscara. Luego, pasa a las pilas de fermentación para reposar, tiempo que puede ser entre nueve a doce horas. En esta parte actúan principalmente levaduras que contribuyen en la descomposición del mucílago, dependiendo de la cantidad de miel que posea. Esta fase es importante ya que el grano de café absorbe el azúcar que sale y esto influye en el sabor del café.

Durante el proceso de fermentación del café, es frecuente observar reducciones en el pH, en el rango de 18 a 28 horas, lo que se considera como un punto crítico de evaluación por la disminución acelerada de dicha variable. Esto es debido a que las levaduras *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida tropicalis* y las bacterias *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus fermentum*, presentes naturalmente en el mucílago, transforman los azúcares como la glucosa, fructosa y sacarosa en sustancias orgánicas como etanol, ácido láctico y ácido acético, induciendo la disminución del pH para favorecer la degradación del mucílago.

Luego, en la etapa de secado, los granos son colocados en condiciones de almacenamiento, unos en sacos diferenciados y otros en la troja (silo) donde se guardan los granos más especiales. A continuación, pasan a la trilla a fin de remover la cáscara del grano en pergamino o cereza seca para transformarlo en café oro. Los granos pasan por una máquina de selección hasta llegar a la banda, en donde se hace una limpieza de granos con defectos visuales, en base a los estándares establecidos por el mercado internacional de exportación.

Los microorganismos influyen en la calidad de taza, ya que los metabolitos microbianos producidos pueden difundirse en los granos e influir en la calidad final de la bebida; sin embargo, es necesario comprender la influencia de cepas en la calidad del café procesada por métodos secos, semi-secos y húmedos con metodologías y prácticas postcosecha que puedan ser aplicadas en campo por pequeños y medianos caficultores.

La fermentación de café controlada es un medio para agregarle valor y esto depende de la variedad utilizada, la temperatura, la calidad del agua, la calidad y sanidad del café y el tiempo del proceso de fermentación, entre otros, unido a buenas prácticas de lavado, secado, almacenamiento y tostión.

En la fermentación del café, para eliminar el mucílago de las semillas y reducir el contenido de agua, los granos se secan simultáneamente y la mayoría de los microorganismos responsables de la fermentación son levaduras, las que se encuentran entre los microorganismos aislados con mayor frecuencia, pero se dispone de información limitada sobre su efecto en el desarrollo de las características sensoriales del café.

El uso de levaduras como cultivos iniciadores durante la fermentación del café puede mejorar la calidad del producto final. Existen resultados después de la inoculación directa de cepas de levadura *Saccharomyces*, *Pichia* y *Candida* sobre granos de café. El papel de las levaduras es esencial para la fermentación del café, previniendo el crecimiento de hongos filamentosos oxigénicos y aumentando la producción de enzimas pectinolíticas, que ayudan a la degradación del mucílago y pulpa del café. Esta prevención es positiva debido a que son los precursores de la formación de la Ocratoxina A1. La diversidad de levaduras en la fermentación de café a menudo abarca los géneros *Candida*, *Hanseniaspora*, *Pichia* y *Saccharomyces*.

Los cambios en el mucílago durante la fermentación también se reflejan en el endospermo, donde se producen altas concentraciones de metabolitos finales de origen microbianos (ácido acético, etanol, glicerol, ácido láctico y manitol). Siendo el mucílago de café un sustrato en fermentaciones industriales, se han identificado bacterias y levaduras del mucílago de *Coffea arabica*, fresco y fermentado hasta por 74 horas, a temperatura ambiente y en sistemas abiertos, después del despulpado; frutos no seleccionados y granos no clasificados después del despulpado. Se hallaron *Lactobacillus*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Escherichia*, *Flavobacterium*, *Saccharomyces*, *Candida*, *Torulopsis*, *Rhodotorula* y *Cryptococcus*.

La cepa novedosa de levadura de la especie *Kleuyveromyces marxianus*, es utilizada para la obtención de un aguardiente con aroma característico a partir de la bioconversión de pulpa y mucílago de café. *Lactobacillus spp* es clasificado como homofermentativo e influye en las características sensoriales y en el color de café pergamino de variedad Pacamara durante la fermentación del proceso honey en la finca Santa Rosa, El Salvador.

Otro aspecto importante es que la anoxia del método sumergido desencadena la germinación de los endospermos. Las sustancias formadas de la degradación de estos compuestos modifican el color, pH, olor y las características del grano de café. No obstante lo anterior, la metodología de inoculación y selección puede cambiar y/o mejorar la calidad del producto final, produciendo algunos cafés especiales. Todavía hay mucho margen de mejora, por ejemplo, la mejor manera de inocular estas cepas; La razón de esto es que estos procesos de fermentación del café rara vez usan la cepa más adecuada o de mejor rendimiento.

## Tendencias en los procesos fermentativos del café

En Nariño, Colombia se reporta una bebida fermentada elaborada con el fruto de café, utilizando pulpa y mucílago de café, azúcar como fuente de carbono y levaduras *Saccharomyces cerevisiae* apta para el consumo humano y las pruebas sensoriales indicaron que el producto obtenido tiene gran aceptación.

La fermentación con levaduras y lactobacilos es el más tradicional en el procesamiento de bebidas alcohólicas en todas las industrias. Los azúcares en medios oxigenados (aeróbicos) con microorganismos se transforman en otros compuestos orgánicos, dinamizando en consecuencia los procesos malolácticos que permiten obtener bebidas con sabores más frutales y con mejor cuerpo.

Los retos y desafíos en este tipo de fermentación están en lograr caracterizar y estabilizar las poblaciones microbianas involucradas en las diferentes fases, monitoreando y controlando las múltiples variables y variantes de los procesos, ya que estos desarrollan rutas metabólicas en función de lo que va sucediendo desde la fase alcohólica, a la maloláctica y a la acética.

Además, se describe un método para implementar elementos aromáticos y de sabor al grano del café verde o tostado y al líquido de café, así como una bebida de café que obtiene estos elementos en virtud de un proceso natural que resulta de su tratamiento, cuidado, almacenamiento, y reposo y maduración en barricas de madera de roble o encino u otras previamente usadas para madurar bebidas alcohólicas.

### Fermentación en maceración carbónica

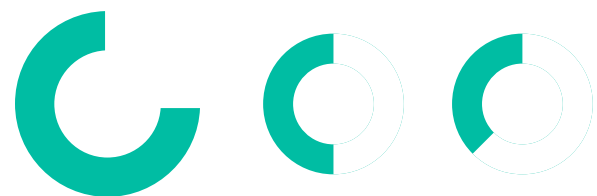
Se trata de una alternativa tecnológica procedimental, en la que se prioriza la baja exposición del café al oxígeno, pudiéndose inyectar anhídrido carbónico o simplemente permitiendo la producción natural del CO<sub>2</sub>, que se encargará de desplazar el oxígeno molecular. Con ello se dinamizan los procesos bacteriológicos anaeróbicos, en detrimento de los procesos aeróbicos de las levaduras, asegurando, así, una baja generación de alcoholes, en favor de notas acéticas, reconocibles como vinosas y acéticos (frutas sobre maduras). Además, con este tipo de proceso se logra suavidad en la bebida y moldear expresiones diferenciales en nariz y boca para los consumidores.

### Fermentación con frutas

Es una de las innovaciones más disruptivas. En este tipo de proceso se permite a la masa de fermentación del café, entrar en contacto con los aromas, sabores y microorganismos de otras frutas (en especial, de aquellas de sus mismos ecosistemas). El objetivo es agregar azúcares naturales y transferir notas en nariz y boca, diferencialmente perceptibles en la bebida y que no necesariamente están correlacionados con la o las frutas con las cuales han estado ensamblado el café, durante el proceso. Esto permite ganar expresiones más exóticas y diferenciales, que amplían el portafolio de opciones experienciales en nuestros consumidores más apasionados.

Los retos y desafíos de esta disruptiva fermentación con frutas están relacionados con las exigencias de una mayor experiencia y correlación de procesos antes, durante y después de la fermentación, a través de los cuales sea posible asegurar consistencia, confiabilidad y determinación de la alta calidad del café.

El proceso de beneficio y todos los procesos sucesivos agregan valor al café. En estos procesos se transmiten y potencializan las características únicas de expresión en la interacción de genoma (variedad) con el ambiente, las cuales se adecuan a través de unas apropiadas técnicas de cultivo y cosecha.



## Bebidas destiladas a partir de residuos de semillas de café verde

Se han evaluado residuos de semilla de café verde (GCSR) como sustrato alternativo para producir bebidas destiladas, demostrando el potencial de GCSR como sustrato para producir licores de café con cualidades químicas y sensoriales, siendo el GCSR al 10% la mejor opción para la fermentación. Los terpenos totales, los alcoholes más altos y los acetales mostraron las concentraciones más altas en el espíritu GCSR al 10%.

Existen nuevos productos a base de café envasado para infusión de la variedad *Coffea arabica*, tostado, molido y envasado en bolsitas de papel para infusión instantánea. Comprende el envasado del café previamente tostado y molido en una bolsa de papel adecuado para infusión y la posterior introducción de dicha bolsa en otra bolsa a base de aluminio en la que se inyecta un gas inerte y se cierra herméticamente.

Así mismo, existen métodos que incluyen seleccionar granos enteros de café en su estado verde fresco, no tostado, con niveles de fitonutrientes que ocurren naturalmente; esterilizarlos y secarlos; aplicar procesos de molienda interactivos y técnicas de estabilización, todo mientras se evitan las temperaturas elevadas.

En este mismo ámbito se ha encontrado también que granos de café verde se relaciona con los contenidos de proteinasas de cisteína aisladas que codifican los polinucleótidos; inhibidores de la proteinasa de cisteína; y las endoproteiniasas aspárticas. Se relaciona con la sobre o poca expresión de estos polinucleótidos resulta en la alteración de los niveles de los precursores del sabor del café, específicamente, las moléculas que contienen el grupo amino, tal como los aminoácidos, péptidos y proteínas en los granos verdes de café.

## Patentes

201400085 SISTEMA MODULAR PARA EL BENEFICIO HÚMEDO DE CAFÉ SIN CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS

NI - 08.04.2015

Clasificación Internacional A23F 5/02 N° de solicitud 201400085

Solicitante FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA Inventor/a CARLOS E. OLIVEROS T.

La presente invención divulga una máquina para el lavado del café al que se le ha degradado previamente el mucílago por fermentación natural o con la adición de las enzimas pectinolíticas, en donde el proceso de degradado minimiza el impacto medioambiental del café en conjunto con el proceso de lavado.

20220001940 CÁMARA DE FERMENTACIÓN Y MÉTODO PARA FERMENTAR FRUTO DE COFFEA

CO - 10.06.2022

Clasificación Internacional A23G 1/06 N° de solicitud 20220001940 Solicitante Roland WIRTH Inventor/a Valdir DE BORTOLI.

La presente invención se refiere a una cámara de fermentación y a un método para fermentar frutos de *Coffea*. En particular, la presente invención se refiere a una cámara de fermentación y a un método para la fermentación artificial controlada de frutos de *Coffea* enteros o granos de café. En un método de acuerdo con la invención para fermentar el fruto de *Coffea*, se mide la respiración del fruto de *Coffea* en una cámara cerrada que contiene el fruto a fermentar. Una cámara de fermentación de acuerdo con la invención está configurada para llevar a cabo un método de acuerdo con la invención para fermentar frutos de *Coffea*.

**2336901 BEBIDA A BASE DE CAFE FERMENTADO.  
ES - 19.04.2010**

**Clasificación Internacional A23F 5/46 N° de solicitud E03024638 Solicitante NESTEC S.A. Inventor/a DUBOC, PHILIPPE.**

Una base para una bebida de café que contiene menos de un 0,05% de etanol; y que consta de un componente de café fermentado que comprende aroma de café, y se ha seleccionado del grupo formado por extracto de café, aroma de café, extracto de café del cual se ha retirado una parte del aroma de café; cuyo componente de café fermentado tiene un aroma de café moldeado con un toque frutal y/o floral debido a la fermentación del aroma de café.

**2442861 PROCESO DE MODIFICACIÓN DEL SABOR DEL CAFÉ**

**ES - 13.02.2014**

**Clasificación Internacional A23F 5/18 N° de solicitud 06116265 Solicitante KRAFT FOODS R & D, INC. ZWEIGNIEDERLASSUNG MÜNCHEN Inventor/a Penson, Simon Peter.**

Un proceso para mejorar el sabor del café de calidad tostado robusta y arábica, caracterizado por la modificación de los precursores de sabor del café tostado en extractos acuosos de granos de café verde, el proceso comprende: El contacto de granos verdes con agua en un proceso por lotes o en un proceso continuo con agua durante el arranque y con un extracto tratado durante el funcionamiento normal para extraer los precursores de sabor solubles en agua; y La modificación del extracto por medio de un tratamiento por calor, un tratamiento con resina o una fermentación; y La combinación del extracto o los sólidos solubles del extracto tratado con los granos de café verde extraídos y el secado de los granos si los granos de café verde se han extraído con agua, o el secado de los granos si los granos de café verde se han extraído con el extracto tratado.

**WO/2020/053836 DISPOSITIVO HORIZONTAL PARA LAVAR CAFÉ CON MUCÍLAGO DEGRADADO  
WO - 19.03.2020**

**Clasificación Internacional A23F 5/00 N° de solicitud PCT/IB2019/057752 Solicitante FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA, Inventor/a OLIVEROS TASCÓN, Carlos Eugenio.**

La presente invención se refiere a un lavador mecánico de café con mucílago degradado de configuración horizontal. Especialmente, se describe un dispositivo para el proceso de beneficio del café empleado para retirar el mucílago de las cerezas de café una vez ha sido degradado el mucílago que cubre a los granos mediante el proceso de fermentación o con aplicación de enzimas pectinolíticas. Tal dispositivo comprende i) un eje principal horizontal que soporta un mecanismo dosificador y un rotor con agitadores dentados dispuestos en su longitud; ii) una carcasa cilíndrica; iii) un recipiente o contenedor; y iv) un dispositivo inyector de agua.

**207-2008 MÉTODO PARA TRATAR FRUTOS DE CAFÉ  
NI - 28.10.2008**

**Clasificación Internacional A23F 5/02 N° de solicitud 200800058 Solicitante ARCH QUIMICA BRASIL LTDA. Inventor/a MAURICIO DA SILVA FRANZIN.**

Un método para tratar frutos de café con o sin pulpa, que comprende el paso de contactar los frutos de café con una solución de composición seleccionada del grupo consistente de composiciones inorgánicas y orgánicas de liberación de cloro activo, tales como oxiclورو de calcio, ácido dicloroisocianurico y sodio y sales de potasio del mismo y ácido tricloroisocianurico diluido en un vehículo líquido, por un período de tiempo suficiente para desinfectar la piel, pulpa y granos del café, evitando la fermentación de los mismos y neutraliza las composiciones metabólicas químicas que son perjudiciales para el sabor, aroma y grado de acidez del café y para su calidad.



## Recomendaciones

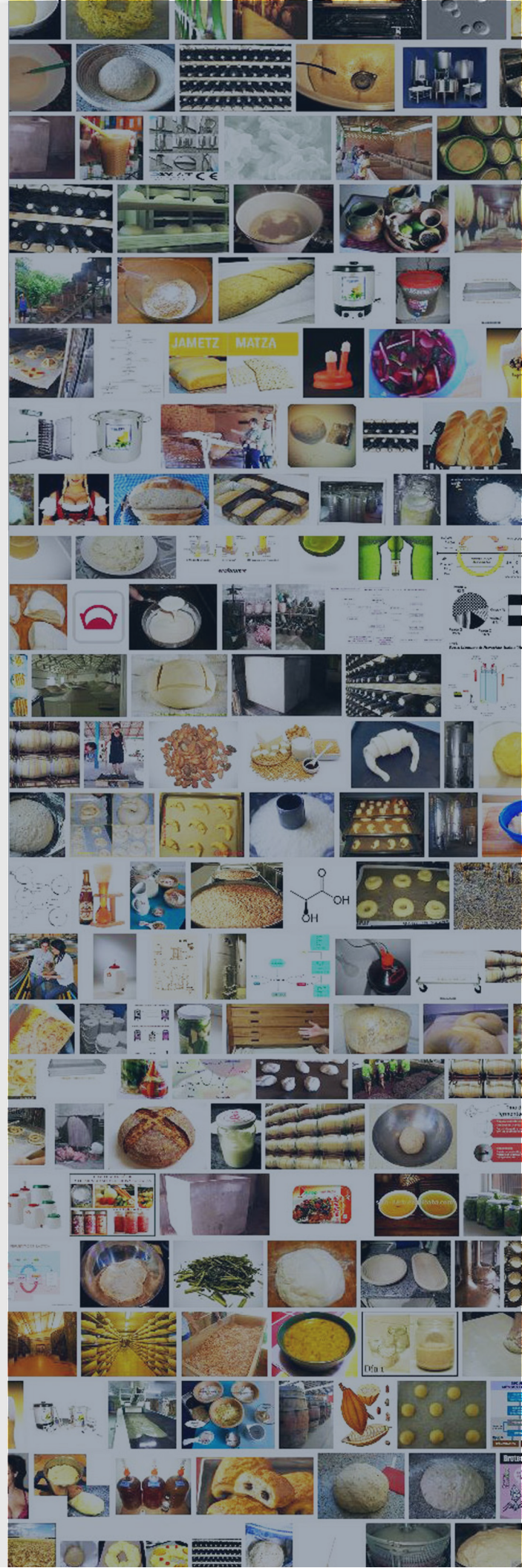
Realizar investigaciones en El Salvador para identificar diferentes metodologías de inoculación de cepas específicas de levaduras ya conocidas para café, e incluso las no conocidas, podría tener un impacto en la industria cafetalera salvadoreña en términos de innovación.

Proponer metodologías de trabajo en laboratorio y en campo para evaluar el potencial tecnológico de cepas de levaduras iniciadoras en un proceso de fermentación controlada de café, comparando diferentes metodologías utilizadas con adición de levaduras, y así proponer metodologías con un sistema de fermentación específico: abierto y sólido, que al modificar la flora natural de microorganismos que posee el mucílago y obtenidos del ambiente, se obtendrán los mejores resultados con relación a las características sensoriales para la obtención de un café especial en El Salvador.

Definir una estrategia para prospeccionar procesos fermentativos con el propósito de obtener bebidas destiladas a partir de residuos de semillas de café verde, ofrece alternativas importantes para potenciar procesos paralelos al beneficiado del café.

Realizar acercamientos con instituciones académicas, para facilitar los trabajos de investigación orientados a optimizar los procesos fermentativos en granos de café, para mejorar calidad de taza, resulta estratégico para el sector de cafés especiales.

A futuro, realizar investigaciones con aspectos puntuales organolépticos en *Coffea arabica*, para determinar secuencias proteicas o de ARNm, para programas de mejoramiento genético en café calidad de taza.



## Referencias consultadas:

- Argeñal C., Lorna M. 2018. Evaluación del crecimiento de *Lactobacillus* spp. y su influencia en las características sensoriales de cafés especiales con proceso honey de la variedad Pacamara. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2018. <http://hdl.handle.net/11036/6213>
- Díaz Martínez, José Luis. 2000. Nuevo producto a base de café envasado para infusión, procedimiento para su preparación y aplicaciones. COMPANIA INTERNAC DE CAFES S A, España. <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=ES31968851>
- Duboc, Philippe & Milo, Christian. 2010. Bebidas a base de café fermentado. NESTEC S.A. <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=ES5562094>
- Gloria Inés Puerta Quintero. 2012. "Factores, procesos y controles en la fermentación del café". Agosto 2012. Programa de Investigación científica, Fondo Nacional del café. CENICAFE. Manizales, Caldas, Colombia. <http://hdl.handle.net/10778/536>
- Esquivel, P., & Jiménez, V. M. (2012). Functional properties of coffee and coffee by products. *Food Research International*, 46(2), 488–495. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.028>.
- Evangelista S, Miguel M, Cordeiro C, Silva C, Pinheiro A, Schwan R. 2014. Inoculation of starter cultures in a semi-dry coffee (*Coffea arabica*) fermentation process. *Food Microbiol.* 44:87–95. eng. doi:10.1016/j.fm.2014.05.013.
- HERNÁNDEZ URTIZ, Alberto Federico. 2018. Método para implementar elementos aromáticos y de sabor al grano y la bebida de café. HERNÁNDEZ URTIZ, Alberto Federico. México. <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=WO2019156546>
- James MCCARTHY; Vincent PETIARD; Chenwei LIN; STEVEN DALE TANKSLEY; MOHAMED BEN AMOR. 2006. Modulación de los niveles de un precursor de saborizante de café en los granos verde de café. CORNELL RESEARCH FOUNDATION, INC.NESTEC S.A. México. <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=MX142439>
- Puerta G.I., Echeverry J.G. 2015. Fermentación controlada del café: Tecnologías para agregar valor a la calidad. Avances técnicos CENICAFÉ. No. 454. 12 p. <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/558/1/avt0454.pdf>
- Martínez, S.J., Pereira A.P., Da Cruz, M.G., Ribeiro, D.R., Schwan, R.F. 2017. Different inoculation methods for semi-dry processed coffee using yeasts as starter cultures. *Food Research International* 102, 333-340.
- Pivaral, R. O. y Cruz, J.E. (2018). Evaluación del efecto de *Saccharomyces cerevisiae* sobre la caracterización sensorial del café en dos sistemas de fermentación. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Perfect Daily Grind Español, 2018. Café De Micro Lote: Cómo Limitar El Riesgo Y Mejorar La Calidad. Consultado el 19 de jul. 2020, disponible en <https://perfectdailygrind.com/es/2018/04/10/cafe-de-micro-lote-como-limitar-el-riesgo-y-mejorar-la-calidad/>
- Serrat Díaz, Manuel de Jesús & Rosa Catalina Bermúdez Savón. 2009. Bioconversión de pulpa y mucílago de café en una bebida alcohólica y otros productos útiles. Universidad de oriente centro de estudios de biotecnología industrial. Cuba. <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CU4402082>
- Thomas J. Vella. 2014. Productos de granos enteros de café verde, y métodos para su producción y uso. Thomas J. Vella. México. <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=MX13055585>





# **PROGRAMA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA - PROINNOVA**

Coordinador de comisión  
Alfredo Frech

Director  
Samuel Salazar Genovez

Redactor técnico  
José Rafael Vega López

Diagramador de publicaciones  
Gerardo Alonso Castro Matamoros





Programa de Innovación Tecnológica • **PROINNOVA**  
Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social,  
**FUSADES**

Edificio FUSADES, Bulevar y urbanización Santa Elena,  
Antiguo Cuscatlán, El Salvador, Centroamérica, Apartado Postal 01-278,  
Tels: (503) 2248-5600, (503) 2248-5671

[www.FUSADES.org](http://www.FUSADES.org)

