

Fermentación controlada del café: Tecnología para agregar valor a la calidad

Por siglos, la humanidad ha usado el proceso de fermentación para dar sabor, aroma, modificar la textura y conservar la calidad de los alimentos y bebidas. La fermentación también influye en la calidad del café. Mediante **la tecnología de la fermentación controlada del café** se pueden producir bebidas con aromas y sabores especiales, dulces, cítricos, frutales y tostados, que agregan valor y consistencia a la calidad del producto.

En la tecnología de la fermentación del café se requiere realizar controles de la temperatura, la calidad del agua, la calidad y sanidad del café y el tiempo del proceso de fermentación. Igualmente, para conservar los sabores especiales obtenidos con la fermentación controlada del café, es necesario realizar buenas prácticas de lavado, secado, almacenamiento y tostación.





Ciencia, tecnología
e innovación
para la caficultura
colombiana

Autores

Gloria Inés Puerta Quintero

Investigador Científico III

José Gustavo Echeverry Molina

Auxiliar de laboratorio

Disciplina de Calidad
Centro Nacional de Investigaciones
de Café - Cenicafé
Manizales, Caldas, Colombia

Edición

Sandra Milena Marín López

Fotografías

Archivo Cenicafé

Diagramación

Luz Adriana Álvarez Monsalve

Imprenta

<https://doi.org/10.38141/10779/0404>

ISSN - 0120 - 0178

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

Manizales, Caldas, Colombia
Tel. (6) 8506550 Fax. (6) 8504723
A.A. 2427 Manizales
www.cenicafe.org

A pesar de que la industria del café en Colombia tiene más de 76 años de generación de tecnologías y conocimientos, todavía hay fallas en el control de los procesos del café en la finca, en particular en la fermentación, lavado y secado, lo cual ocasiona defectos y falta de consistencia en la calidad del producto, pérdidas económicas para los caficultores y desaprovechamiento de mercados.

En investigaciones realizadas con café procedente de varias fincas y en análisis de calidad del café en bodega se han detectado en mayor frecuencia los defectos brocado, fermentado, reposado y contaminado (1, 2, 3, 8, 14, 15). En el 2001, el 67% de las muestras de café procedentes de 59 fincas ubicadas en los municipios de Chinchiná, Palestina, Manizales, en el departamento de Caldas, y en Santa Rosa de Cabal (Risaralda), presentaron defectos fermento o *stinker* en la bebida. En el 82% de las fincas que usaban la fermentación mezclaban cafés despulpados por 2 hasta 9 días, y el 41% de aquellas que desmucilaginan lo mezclaban con cafés por 2 hasta 5 días, y solo en la mitad de las fincas se lavaba este café antes de secarlo. El defecto contaminado y fenólico se percibió en el 3,6% de las muestras de café pergamino de estas fincas (14).

En 580 muestras de café pergamino procedentes de fincas de Antioquia, Huila, Santander, Cesar, Caldas, Quindío y Tolima que fueron evaluadas en las cosechas de los años 2005, 2006 y 2007, el 36,8% presentaron defectos en la bebida, con predominio del fermento en el 11,9% de las muestras y constituyó el 32,3% de los defectos; los sabores leñosos, sucios y extraños se presentaron en el 9,9% de las

tazas correspondiendo al 26,9% de los defectos, y los químicos, fenol y ahumado contaminaron el 3,1% de las muestras, en promedio (15).

Así mismo, en los reportes mensuales de calidad de Almacafé de café en bodega, procedente de las diferentes agencias del país, se encontraron los siguientes registros: En septiembre de 2013 un 5,8% de defectos en taza conformados por 34% de fermento, 23% de reposo, 16% de moho y 27% de químico; en julio de 2014, un 3,5% de defectos en taza que contenían 37% de fermento, 11% de reposo, 10% de mohoso y 42% de químico; en diciembre de 2014 se detectó un 2,3% de defectos, de los cuales 41,3% fueron fermentos y vinagres, 13,1% reposo, 7,3% moho y 38,3% de fenólico (1, 2, 3).

Como contribución a la solución de estos problemas se propone a los caficultores la realización de la fermentación controlada del café.

Factores de la fermentación del café

Durante la fermentación natural del café ocurren diferentes procesos bioquímicos, en los cuales las enzimas producidas por las levaduras y bacterias presentes en el mismo mucílago fermentan y degradan sus azúcares, lípidos, proteínas y ácidos, y los convierten en alcoholes, ácidos, ésteres y cetonas (Figura 1). Estas sustancias formadas cambian las características de olor, color, pH y composición del sustrato (el mucílago) y también de los granos de café (10, 12).

La velocidad y la clase de productos generados en la fermentación del café dependen de factores que afectan el metabolismo mismo

de los microorganismos como la temperatura externa, el tipo de sistema de fermentación, el tiempo de proceso, la calidad del café en baba, la acidez del sustrato, la disponibilidad de oxígeno y la higiene (Figura 2).

En la fermentación, los cambios químicos y físicos del mucílago, así como los cambios en sabor y aroma del café, dependen de la temperatura.

Sistemas de fermentación del café

Fermentaciones sólidas. El café despulpado se deposita en el fermentador, no se adiciona agua. El desagüe del fermentador se mantiene cerrado.

Fermentaciones sumergidas. El café en baba se deposita en el fermentador y luego se agrega agua, en cierta cantidad, con relación a la masa de café a fermentar, de esta forma cambian la composición química y microbiológica del sustrato. Los sistemas de fermentación sumergidos son más homogéneos que los de sustrato sólido. Para el café se recomiendan fermentaciones sumergidas al 30%. Se tapona el desagüe del fermentador y se adicionan 30 L de agua limpia por cada 100 kg de café baba (12).

Tipo de alimentación del sustrato. Las fermentaciones del café se hacen de forma discontinua, debido a los tiempos de recolección del café; así, cada lote de café despulpado se fermenta y seguidamente se lava y se seca. En las fermentaciones continuas industriales se suministra nuevo sustrato después de determinado tiempo de proceso y también



Figura 1. Procesos bioquímicos que ocurren en la fermentación del café.



Figura 2. Identificación de los factores que influyen en el proceso de fermentación del café.

microorganismos fermentadores, además simultáneamente se van retirando los productos.

Abiertos o cerrados. En las fermentaciones del café abiertas ocurren natural y simultáneamente las fermentaciones lácticas por *Lactobacillus* spp. y *Streptococcus* spp., y la fermentación alcohólica por las levaduras, principalmente *Saccharomyces cerevisiae*. Por el contrario, en los sistemas cerrados, los fermentadores se tapan, lo cual favorece también el desarrollo de fermentaciones mixtas, por las *Enterobacteriaceae*.

Aireación. Usualmente, en la fermentación discontinua no se agrega ni quita oxígeno y en los sistemas abiertos el CO₂ sale naturalmente del sistema. En los procesos continuos se requiere suministro de oxígeno para mantener el crecimiento de las levaduras y bacterias fermentadoras.

Agitación. En la fermentación de los granos de café se recomienda una homogeneización al inicio de la fermentación, y al final, antes del lavado, para la medición de las características del sustrato fermentado y de los granos, pero no se recomienda una agitación continua del sistema durante el proceso de fermentación del café. Para producir etanol o ácido láctico en las fermentaciones industriales de los residuos se requiere agitación constante del sistema, con el fin de mejorar la homogeneización y los rendimientos.

Tiempo de fermentación del café

En las fermentaciones controladas del café, a medida que pasa el tiempo de fermentación, dentro de un rango

límite, se favorece que los granos de café inmersos en el sustrato sólido o sumergido adsorban los compuestos resultantes de la fermentación del mucílago. De esta manera, **según el tiempo, la temperatura y el sistema de fermentación se modifican las características, intensidades y frecuencias de los sabores especiales y de los compuestos químicos y volátiles presentes en el café.**

El tiempo de fermentación es la variable que el caficultor puede fijar dentro de un rango, para diferenciar la calidad de su café, de esta manera puede decidir según el sistema de fermentación, las características a acentuar en su café y darle valor agregado al producto.

Temperatura de fermentación del café

Puerta y Ríos (13) demostraron que la temperatura tiene efecto en la velocidad de las degradaciones del mucílago de café. Mediante la refrigeración entre 4 y 8°C se retrasó la velocidad de las fermentaciones alcohólicas y lácticas; así, en refrigeración a las 31 horas se degradó el 20% de los azúcares reductores en comparación con 30% a temperatura promedio de 23°C; por otro lado, a las 20 horas de fermentación el mucílago de café presentó una acidez 3,5 veces mayor que la inicial, mientras que en el mucílago refrigerado por el mismo tiempo esta acidez solo aumentó un 20% con respecto al mucílago fresco.

La caficultura en Colombia está localizada en altitudes que varían entre los 1.000 y los 2.000 m, en las cuales la temperatura mínima varía respectivamente entre 12,2 y 18,1°C y la temperatura máxima entre 22,4 y 28,2°C (7). Teniendo como referencia estos valores se investigó el efecto de la temperatura externa de fermentación en la calidad del café, en los compuestos químicos del mucílago y en los volátiles del café tostado. Con unidades de proceso de 3 a 20 kg de café en baba a escala de laboratorio y de 200 kg a escala piloto y finca, se realizaron fermentaciones sólidas y sumergidas de café a temperaturas constantes de 15±1 y 20±1°C, y a temperaturas entre la noche y el día de 18 a 26°C (promedio 23°C) en sistemas abiertos y cerrados.

Se encontró que la temperatura del ambiente donde se desarrolla la fermentación controlada del café diferencia la proporción y tipo de aromas y sabores de la bebida, así como, las cantidades de sustancias volátiles del café tostado y del mucílago fermentado. Las diferencias se atribuyen al efecto de la fermentación, debido a que todos los otros factores como origen geográfico del café, variedad, madurez, agua de proceso, secado y métodos de análisis se mantuvieron constantes.

Calidad y aromas del café de fermentaciones controladas

Mediante la catación se calificó y describió la calidad del café con la escala de nueve puntos (Tabla 1). Cuando la fermentación del café se realizó a 15°C se incrementó la frecuencia de sabores especiales y de café con calidad especial y superior, en comparación a la

calidad obtenida en fermentaciones a temperatura ambiente de 18 a 26°C. De otra parte, la presencia de defectos (ásperos, a madera y agrios) es más frecuente en fermentaciones realizadas a temperaturas más altas, en sistemas cerrados, sólidos y para tiempos de fermentación por encima de 42 horas (Figuras 3 y 4).

En general, en las fermentaciones sumergidas del café predomina una calidad de taza muy suave con notas a chocolate caramelo; en las fermentaciones sólidas se produce una bebida más compleja con diversidad de notas como frutales, cítricos y chocolates. En las fermentaciones del café en sistemas abiertos se favorecen los frutales,

chocolates y dulces, en tanto que en las cerradas se producen sabores frutales, dulces, avellana, vainilla, aunque también florales y terrosos (Figuras 5 y 6). **Por lo tanto, para comenzar se recomienda a los caficultores el desarrollo de las fermentaciones controladas del café abiertas.**

Tabla 1. Escala para la calificación y descripción de la calidad de la bebida de café (9).

Calidad especial y superior			Calidad media			Rechazo		
9	8	7	6	5	4	3	2	1
La mejor	Muy buena	Buena	Tolerable	Media	Baja	Rechazo	Rechazo	Rechazo
Tostado, avellana, frutal, dulce, almendra, cítrico, malta, moras, caramelo, vino, clavos, vainilla, herbal			Fique	Verde, astringente, banano, césped	Acidez baja	Maíz, pronunciado amargo, madera, cereal, quemado	Fermento, flores, pulpa, sucio, plátano, grasa, áspero, cebolla, húmedo, agrio, coco	Vinagre, picante, tierra, ahumado, cuero, moho, podrido, hediondo, fenol

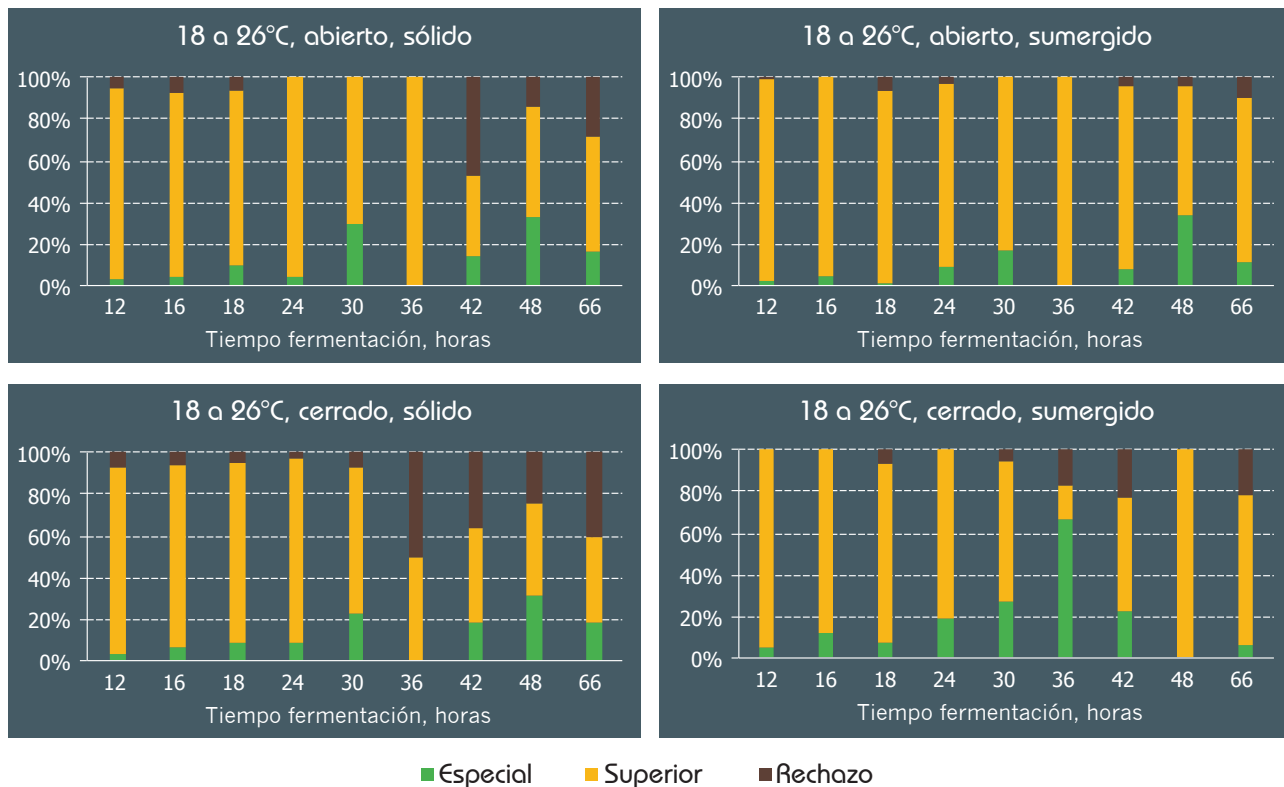


Figura 3. Proporción de calidad especial, superior y rechazo de calidad del café fermentado a temperaturas entre 18 y 26°C y tiempos entre 12 y 66 h, según los diferentes sistemas, en café maduro seleccionado.

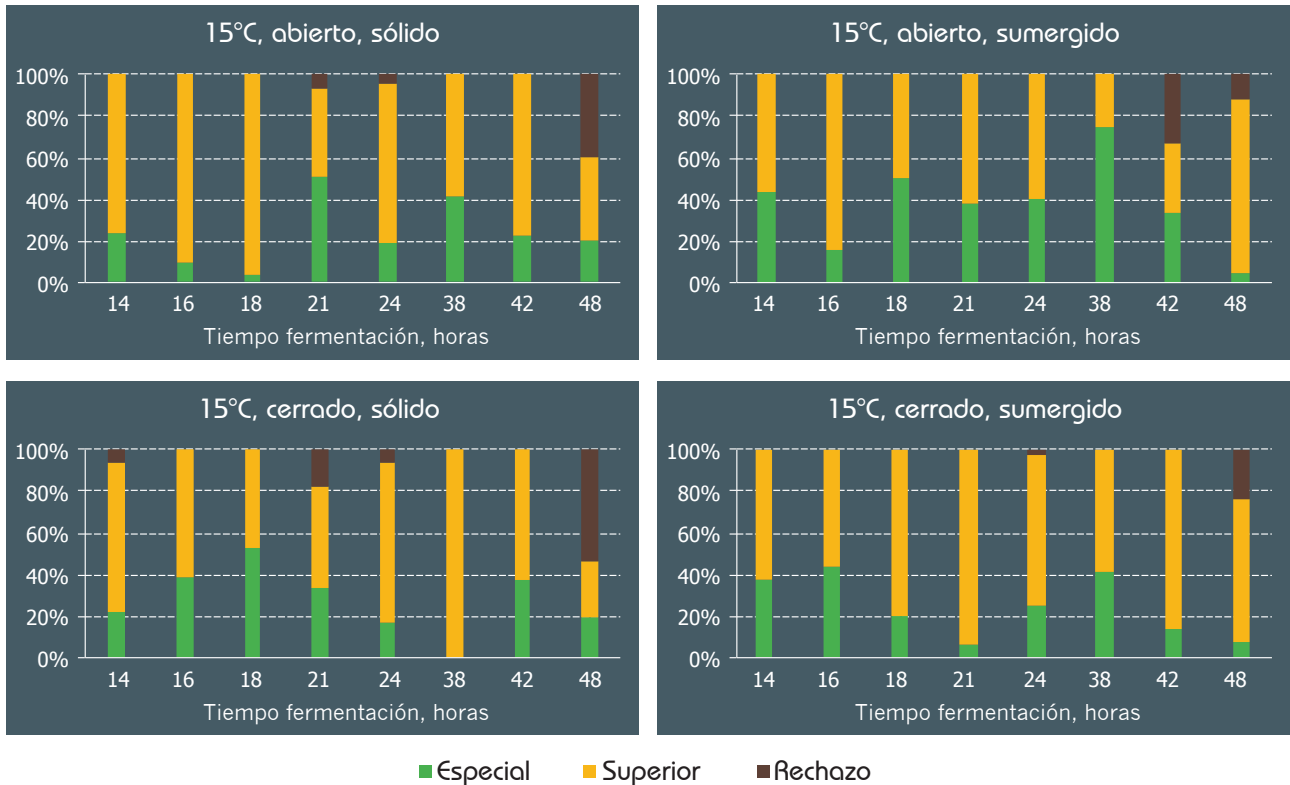


Figura 4. Proporción de calidad especial, superior y rechazo de calidad del café fermentado a 15°C y tiempos entre 14 y 48 h, según los diferentes sistemas, en café maduro seleccionado.

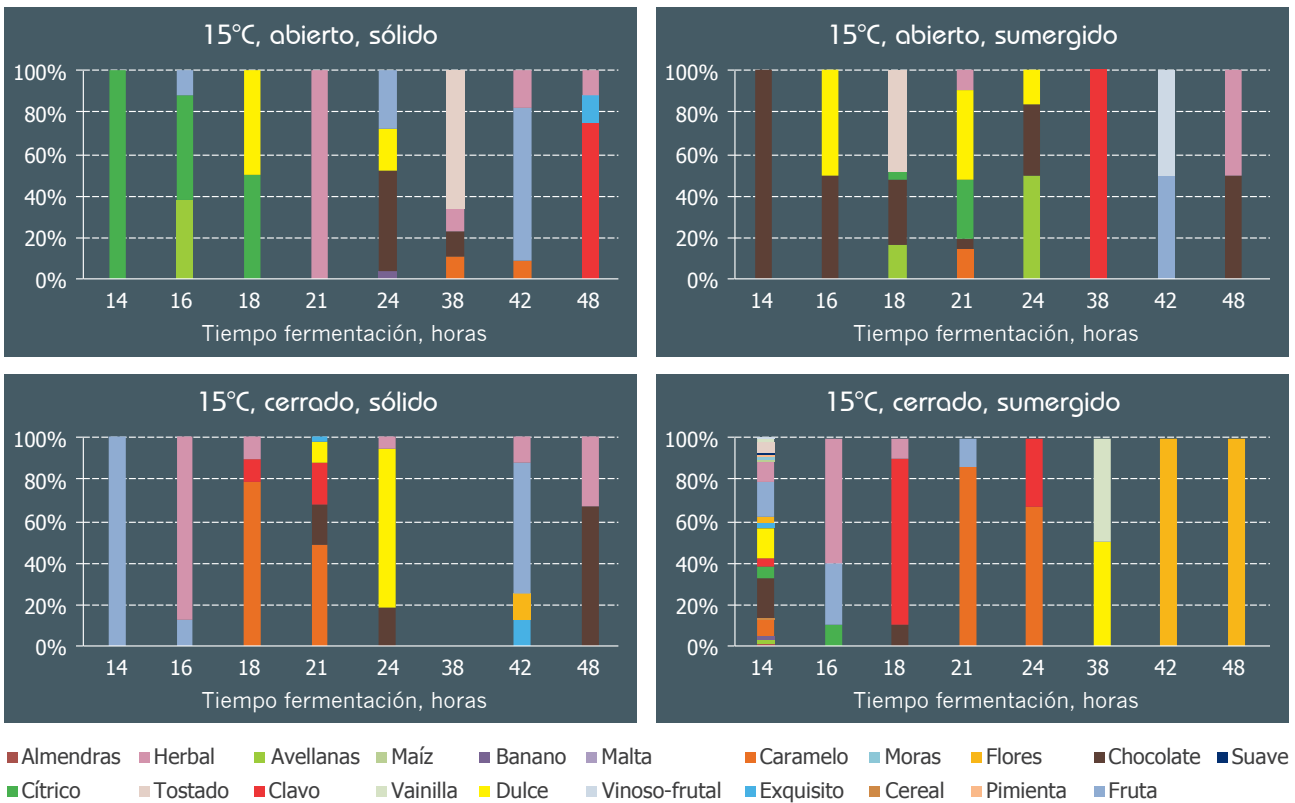


Figura 5. Proporción de sabores especiales de café procesado por fermentación controlada en sistemas abiertos y cerrados a 15°C, café maduro seleccionado.

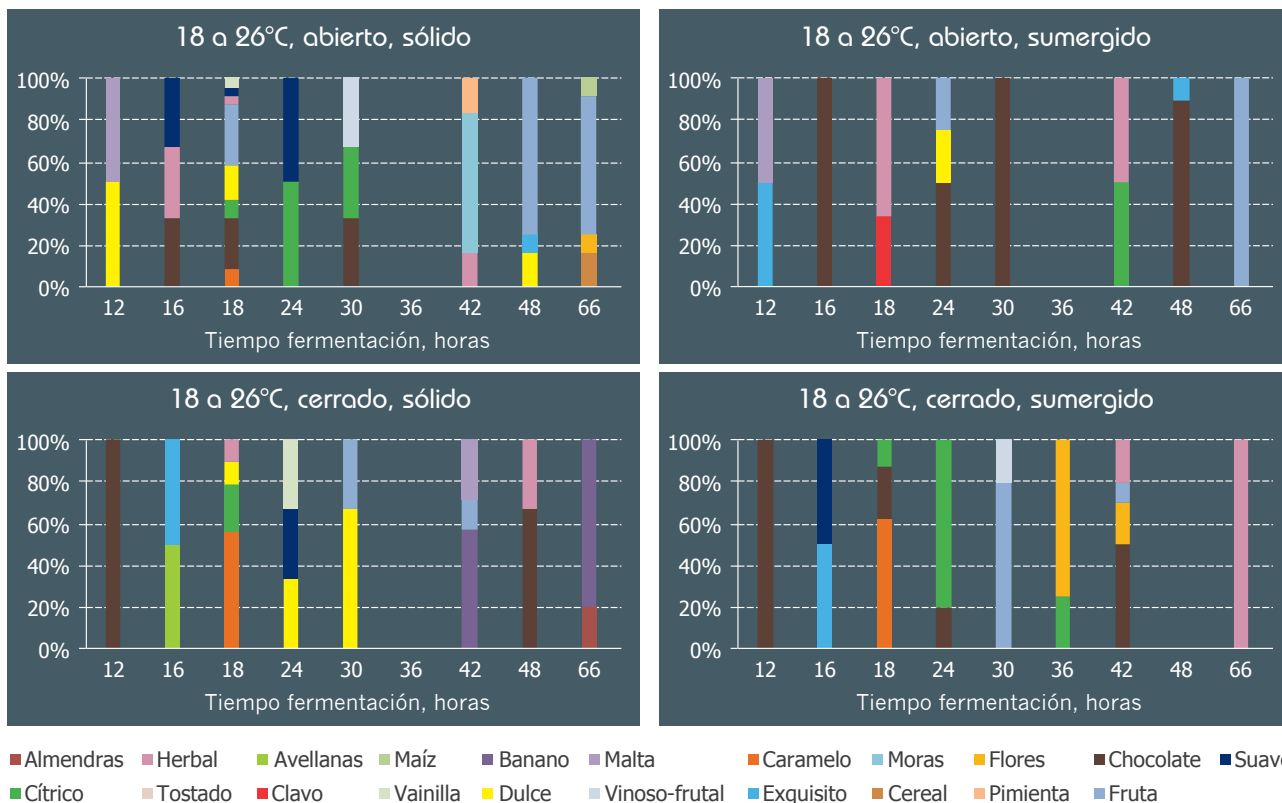


Figura 6. Proporción de sabores especiales de café procesado por fermentación controlada en sistemas abiertos y cerrados a 18 a 26 °C, café maduro seleccionado.

Volátiles del café tostado

Los compuestos volátiles del café tostado y molido de las fermentaciones controladas incluyen compuestos nitrogenados, heterocíclicos, oxigenados como furanos, ácidos, pirazinas, cetonas, piranos, pirroles, alcaloides, piridina y lactona (Figura 7). Estos volátiles del café tostado presentan aromas característicos que son percibidos también mediante la evaluación del aroma en la catación del producto (4, 5, 6, 11).

La proporción de los principales compuestos volátiles del café tostado, proveniente de las fermentaciones controladas, comprende 16,9% de 2-furanometanol que tiene olor a caramelo, 13,7% de ácido acético con olor a agrio, 9,5% de furfural

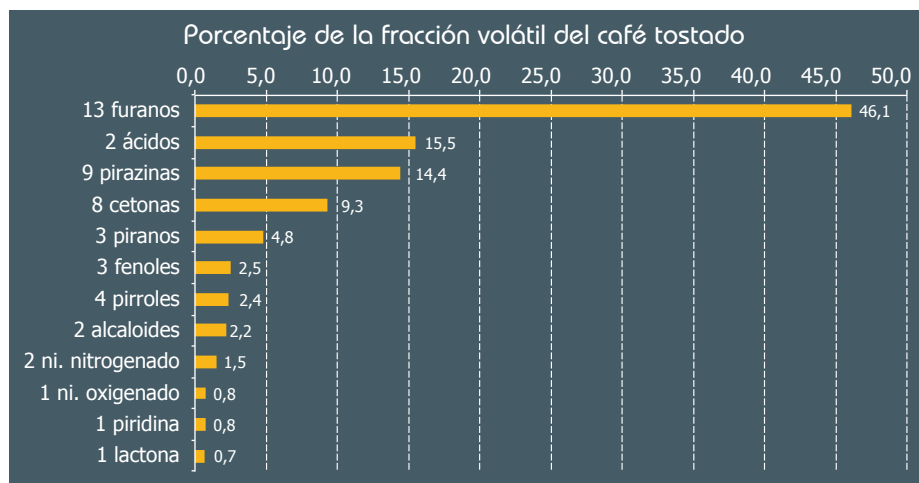


Figura 7. Tipos de compuestos volátiles del café tostado de fermentaciones controladas.

con olor a almendras, 8,3% de 5-metil-2-furancarboxaldehido con olor a especia dulce, 4,9% de 2,5-dimetilpirazina con olor a chocolate y nuez, 4,3% de 1-hidroxi-2-propanona con olor a acetona,

etéreo y 3,2% de 2-metilpirazina con olor a tostado, avellana y chocolate, que juntos conformaron el 60,8% de la fracción volátil del café tostado (Figura 8).

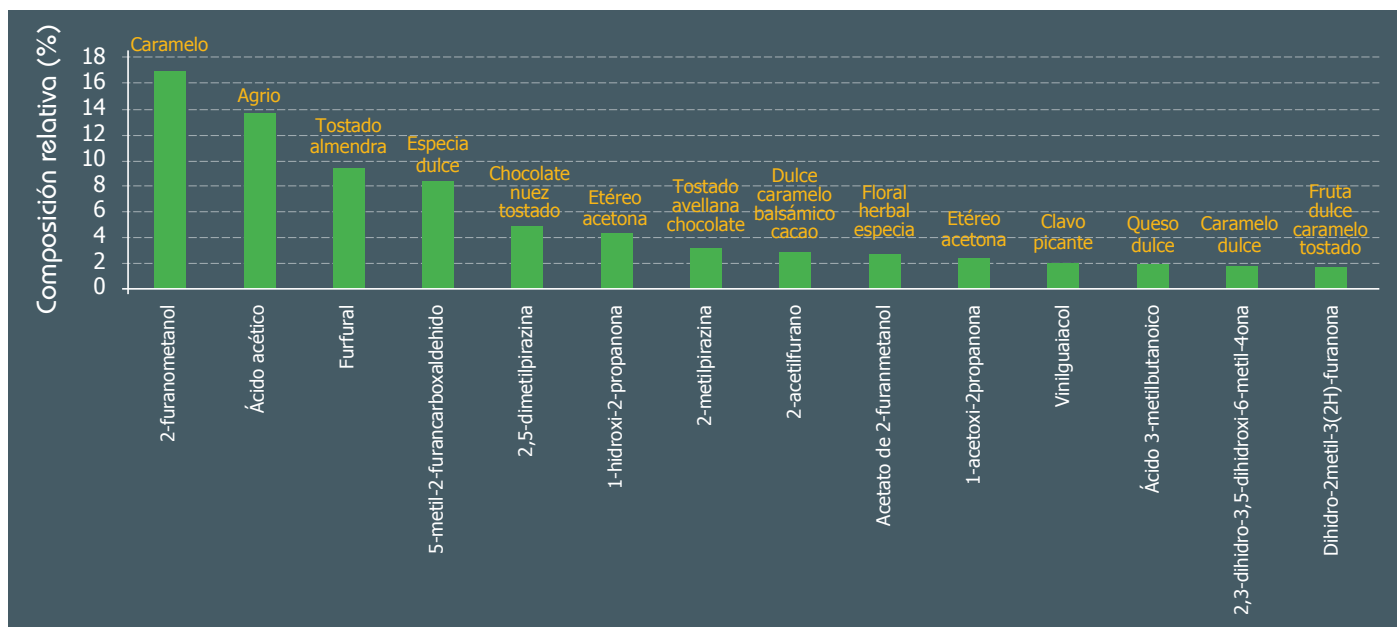


Figura 8. Principales compuestos volátiles y su olor en el café tostado de sistemas de fermentaciones controladas.

El impacto de un compuesto químico volátil en la bebida de café depende del valor del olor del volátil que se relaciona con la concentración del compuesto en el café tostado y su umbral de percepción, además, depende del grado de extracción y de la pérdida de este compuesto volátil en la preparación de la bebida.

Olores del mucílago durante las fermentaciones controladas del café

El color, aspecto y olor del mucílago de café fermentado cambia dependiendo del tiempo y del sistema de fermentación. En fermentaciones

controladas del café a 20°C los olores predominantes en cada tiempo se describen en la Tabla 2. Estos olores corresponden a los compuestos químicos que son formados en las fermentaciones lácticas y alcohólicas, las esterificaciones y la degradación de lípidos del mucílago durante la fermentación controlada del café,

Tabla 2. Olores del mucílago de café de fermentaciones controladas de café a 20°C.

Tiempo de fermentación (horas)	Abierto sumergido	Abierto sólido	Cerrado sumergido	Cerrado sólido
14	Dulce	Dulce	Dulce, manzana verde	Dulce
18	Banano, limón, verde	Banano, limón, a verde	Leche caliente, acetona	Acetona, leche caliente
42	Apio, cáscara de plátano maduro, césped húmedo	Acetona, ácido acético	Acetona, removedor, ácido acético	Ácido acético, perejil, acetona
66	Limón, cáscara de plátano maduro, kumis, leche agria	Acetona, basura	Vinagre, piña madura	Acetona, removedor, a basura
88	Limón, cáscara de plátano maduro, verdense	A basura, acre	A basura, guayaba agria, a verde	Acetona, cáscara de plátano maduro, a basura, podrido

por la actividad de las enzimas de las bacterias y levaduras naturales del café.

Volátiles del mucílago

Los volátiles del mucílago de café fermentado comprenden ácidos, alcoholes y varios ésteres. La proporción promedio de los principales compuestos volátiles de la fracción volátil del mucílago de café comprende 43,4% de acetato de etilo, 27,5% de etanol, 8,2% de

ácido acético y 4,2% de linoleato de etilo (Figura 9). Los compuestos ácidos y volátiles del mucílago de café fermentado representan un potencial de aprovechamiento para obtener diversos productos mediante transformaciones agroindustriales de este residuo.

Se encontraron diferencias en la proporción de volátiles en el mucílago fermentado, según la temperatura y sistema de fermentación: El acetato

de etilo con olor etéreo y a manzana se encontró en mayor proporción en las fermentaciones sólidas a 15°C, el ácido acético se produjo en mayor proporción en las fermentaciones a 20°C y el etanol en los sistemas sumergidos de fermentación del café a 15°C. Esto demuestra que las condiciones de fermentación del café influyen en las degradaciones bioquímicas que ocurren en el mucílago durante la fermentación del café.

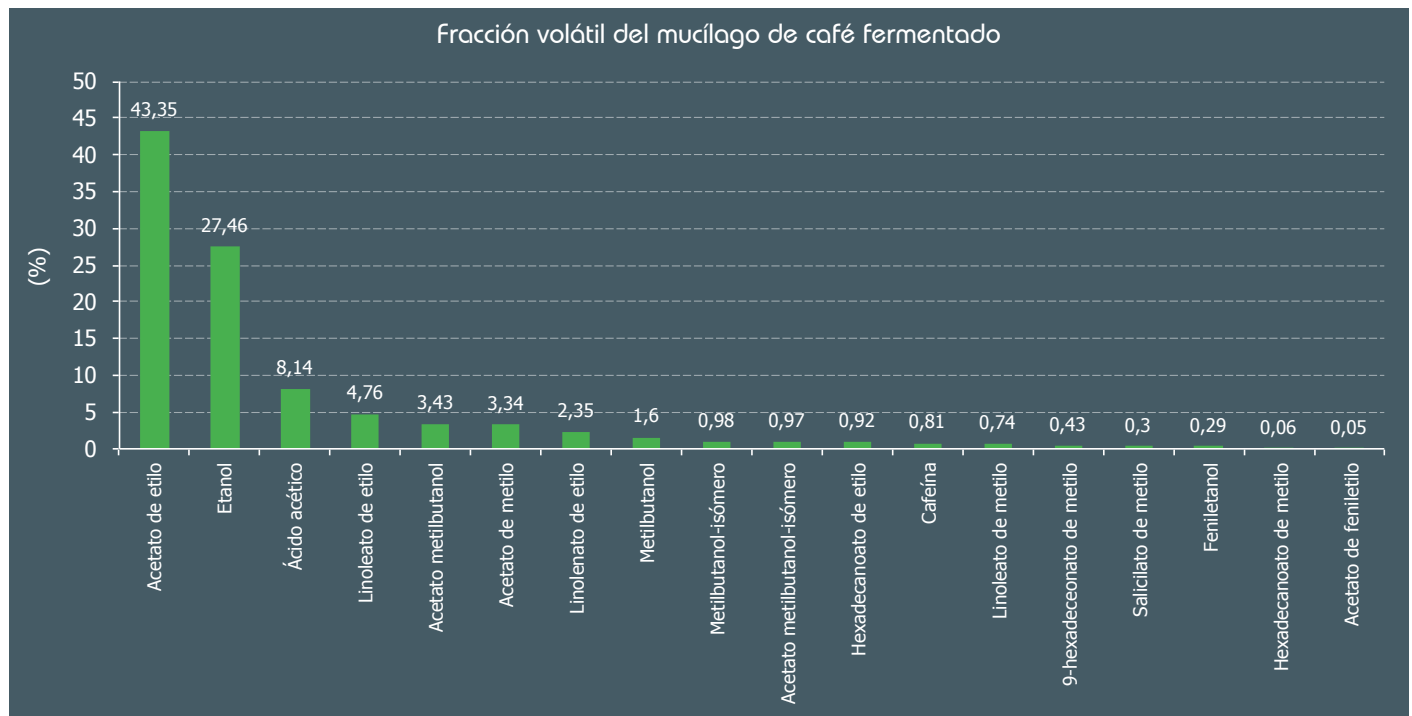


Figura 9. Composición de la fracción volátil del mucílago de café de fermentaciones controladas.

Controles y buenas prácticas para el desarrollo de las fermentaciones controladas del café

Control de la calidad del café baba. Se recomienda la cosecha de café con más del 80% de frutos maduros, seguidamente efectuar una clasificación hidráulica de la cereza con agua limpia no recirculada (1,6 L.kg⁻¹ de café cereza), descartar flotes y frutos dañados, posteriormente conducir la cereza clasificada a la despulpadora que opere sin agua, luego pasar los granos en baba por doble tipo de zaranda, con el fin de obtener café libre de pulpas y guayabas.

Control de la calidad del agua para el beneficio del café. Es indispensable utilizar agua limpia para la clasificación de la cereza, la fermentación sumergida y el lavado del café. El agua para lavar el café debe ser potable y presentar las siguientes características: no contener enterobacterias, ni metales pesados, ni sólidos disueltos, debe ser incolora, inodora e insabora, y presentar un pH entre 6 y 8. Para potabilizar el agua se requiere personal técnico especializado, medios de filtración y métodos químicos o térmicos de desinfección.

Control de la temperatura. Las temperaturas de fermentación del café se pueden controlar y mantener constantes con equipos de acondicionamiento y

refrigeración del aire circundante; también pueden usarse fermentadores con chaquetas y medios aislantes y refrigerantes. En las fincas ubicadas en zonas cafeteras altas se dispone naturalmente de temperaturas bajas para las fermentaciones controladas, no obstante, debido a la menor radiación solar es necesario que se disponga de secadores mecánicos para el secado adecuado del café.

Control del tiempo de fermentación. Para lograr buena calidad del café procesado por fermentaciones sólidas se recomienda: para fermentaciones abiertas, un tiempo de fermentación en los sistemas sólidos entre 14 y 18 h a temperatura de 20 a 23°C y de 14 a 24 h para 13 a 17°C. En las fermentaciones sumergidas a temperaturas entre 20 y 23°C fijar un tiempo entre 18 y 30 h y para temperaturas de 13 a 17°C se puede fermentar hasta 42 h.

Mediciones fisicoquímicas. Se recomienda medir el pH y los grados Brix del mucílago del café al inicio y al final de la fermentación (Tabla 3). También pueden efectuarse análisis de ácidos, alcoholes, lípidos y volátiles.

Control del lavado. El lavado del grano de café es fundamental para asegurar la calidad de la bebida. Éste se requiere para quitar los restos de sustancias que pueden degradarse de forma no controlada en etapas siguientes si no se eliminan. El lavado debe realizarse en cuatro fases y con suficiente agua, según el tipo de fermentación desarrollado y la cantidad de café procesado (Tablas 4 y 5). En cada etapa de lavado debe agitarse la masa de café, remover las impurezas y drenar los enjuagues.

Control del secado. Para secar los granos de café se requiere de ambientes libres de humo, emisiones, olores, animales y material particulado. Los secadores mecánicos deben dotarse de intercambiador para evitar la combustión directa y la contaminación cruzada del café. Se recomienda secar el café separado por lotes. Al sol, debe extenderse el grano en capas de 2 a 3 cm, que son 15 a 20 kg de café pergamino húmedo por metro

cuadrado (m²) de secador; en secadores mecánicos estáticos, éstos deben llenarse en capas delgadas, secar a temperaturas de 47 a 50°C del aire e intercambiar el flujo de aire varias veces durante el secado. La humedad final del grano de café pergamino debe oscilar entre 10% y 12%, preferible 11%±0,3%.

Control del almacenamiento y empaque. Antes de trillar y tostar el café se recomienda dejar los granos secos empacados, en estanterías, mínimo 15 días a temperatura fresca de 18 a 20°C, en un sitio limpio y seco. Si se va a guardar por más tiempo, el café debe almacenarse en sitios limpios, con temperatura ambiente de 12 a 18°C, humedad relativa de 65% a 70%, sobre estanterías o estibas, alejado mínimo a 30 cm de paredes y techos.

Control de la trilla. Trillar, tamizar y retirar todos los granos defectuosos del lote de café.

Control de la tostación. Precalear el tostador a 210°C, tostar los granos de café hasta un grado medio, unidad de color Agtron de 45 a 55. Desgasificar y moler en grado medio o según el tipo de preparación de la bebida. Proteger el café tostado del aire y de altas temperaturas para evitar el defecto a rancio.

Empaque del producto tostado. Utilizar empaques con diseño y materiales técnicos, válvula desgasificadora y banda de cierre. Etiquetar con las características del café tostado, especie y variedad botánica, origen, tipo de beneficio, características de sabor o calidad especiales, composición del producto, registro sanitario, número de lote, fecha de vencimiento, dirección del fabricante, grado de tostación y molienda, recomendaciones de preparación y los sellos, certificaciones y marca del producto.

Preparación del producto. Usar utensilios, cafeteras, filtros y agua, limpios.

Tratamiento de los subproductos y residuos del café. Los flotes, pulpas y aguas residuales deben disponerse para su tratamiento o aprovechamiento agroindustrial.

Tabla 3. Resumen de las mejores condiciones para fermentaciones controladas de café entre 18 a 23°C, en sistemas abiertos.

Tipo de Fermentación	Cantidad de agua en la fermentación	Rango de tiempos de fermentación (h)	Rangos de pH inicial del mucílago	Rango de pH final del mucílago	Rango de °Brix inicial del mucílago (%)	Rango de °Brix final del mucílago (%)
Sólida	Sin agua	12 a 18	5,0 a 5,3	3,7 a 3,9	17 a 19	12 a 14
Sumergida	Más 30%	18 a 30	5,3 a 5,6	3,9 a 4,2	4,2 a 5,8	8,0 a 9,0

Tabla 4. Fases del lavado del café en la fermentación controlada sumergida al 30%.

Cantidad de café cereza (kg)	Cantidad de café baba clasificado (kg)	Cantidad total de agua para lavado ($1,7 \text{ L.kg}^{-1}$ café en baba) (L)	Primer paso	Primer enjuague 30% (L)	Segundo enjuague 20% (L)	Tercer enjuague 20% (L)	Cuarto enjuague 30% (L)
50	29	50	Drenar mieles	15	10	10	15
80	46	80	Drenar mieles	24	16	16	24
100	58	100	Drenar mieles	30	20	20	30
120	70	120	Drenar mieles	36	24	24	36
160	93	160	Drenar mieles	48	32	32	48
200	116	200	Drenar mieles	60	40	40	60
300	174	300	Drenar mieles	90	60	60	90
400	232	394	Drenar mieles	118	79	79	118
500	290	496	Drenar mieles	148	100	100	148
600	348	592	Drenar mieles	178	118	118	178
1.000	580	988	Drenar mieles	296	198	198	296
1.500	870	1.480	Drenar mieles	444	296	296	444
2.000	1.160	1.972	Drenar mieles	592	394	394	592

Tabla 5. Fases del lavado del café en la fermentación controlada sólida.

Cantidad de café cereza (kg)	Cantidad de café baba clasificado (kg)	Cantidad total de agua para lavado ($2,0 \text{ L.kg}^{-1}$ café en baba) (L)	Primer enjuague 30% (L)	Segundo enjuague 20% (L)	Tercer enjuague 20% (L)	Cuarto enjuague 30% (L)
50	29	58	17	12	12	17
80	46	94	28	19	19	28
100	58	116	35	23	23	35
120	70	140	42	28	28	42
160	93	186	56	37	37	56
200	116	232	70	46	46	70
300	174	348	104	70	70	104
400	232	464	140	92	92	140
500	290	580	174	116	116	174
600	348	696	210	138	138	210
1.000	580	1.160	348	232	232	348
1.500	870	1.740	522	348	348	522
2.000	1.160	2.320	696	464	464	696

Conclusiones

- Mediante la fermentación del café pueden producirse bebidas con aromas y sabores especiales dulces, cítricos, frutales y tostados, aunque también defectos y sabores desagradables como vinagres, agrios, podridos, terrosos; la diferencia entre estas calidades se debe a las condiciones de higiene y a los controles de clasificación, temperatura y tiempo.
- Por medio del control de las condiciones de la fermentación del café se contribuye a la optimización de los tiempos y operaciones del café en la finca, al aseguramiento de los sabores y aromas del café y a la mejora en la consistencia en la calidad de la bebida de café.
- Con los procesos controlados de beneficio del café también se homogeneizan las concentraciones y características de los residuos y mieles fermentadas, lo cual facilita su aprovechamiento industrial.
- Con café del mismo origen, finca y variedad **pueden producirse diversos cafés diferenciados y de buena**

calidad, variando temperaturas, sistemas y tiempos de fermentación.

- Para mejorar la calidad del café es necesario implementar cambios en varias de las tecnologías disponibles hasta hoy para la fermentación, el lavado y el secado del café en las fincas de Colombia.

Se requiere de:

- Suministro de agua potable a las fincas.
- Mejoramiento de la eficacia de los equipos de clasificación de los frutos y granos de café.
- Mejora del diseño, capacidad, materiales y operación de los fermentadores.
- Diseño de sistemas lavadores.
- Mejora en el diseño y operación de los secadores de café.
- Personal capacitado para realizar tostaciones controladas, que eviten quemar o contaminar el producto.

Agradecimientos. Al catador **Hernando García Osorio** y al personal de Experimentación y la Estación Central Naranjal por el suministro del café.

Literatura citada

1. ALMACAFÉ. Informe mensual de taza septiembre de 2013. [En línea]. Bogotá : Gerencia técnica, 2013.
2. ALMACAFÉ. Informe mensual de taza julio de 2014. [En línea]. Bogotá : Gerencia técnica, 2014.
3. ALMACAFÉ. Informe mensual de taza Diciembre de 2014. [En línea]. Bogotá : Gerencia técnica, 2014.
4. FLAMENT, I.; BESSIÈRE T., Y. Coffee flavor chemistry. Inglaterra : John Wiley Sons, 2002. 410 p.
5. GROSCH, W. Key odorants of roasted coffee: Evaluation, release, formation. París : ASIC, 1999. 559 p.
6. HOLSCHER, W.; VITZTHUM, O.G.; STEINHART, H. Identification and sensorial evaluation of aroma-impact-

compounds in roasted colombian coffee. *Café cacao thé* 34(3):205-212. 1990.

7. JARAMILLO R., A. Clima andino y el café en Colombia. Chinchiná : Cenicafé, 2005. 192 p.
8. PUERTA Q., G.I. El beneficio y la calidad del café. Chinchiná : Cenicafé, 1995. 45 p.
9. PUERTA Q., G.I. Escala para la evaluación de la calidad de la bebida de café verde *Coffea arabica* procesado por vía húmeda. *Cenicafé* 47(4):231-234. 1996.
10. PUERTA Q., G.I. Fundamentos del proceso de fermentación en el beneficio del café. Chinchiná : Cenicafé, 2010. 12 p. (Avances Técnicos No. 402).
11. PUERTA Q., G.I. Composición química de una taza de café. Chinchiná : Cenicafé, 2011. 12 p. (Avances Técnicos No. 414).
12. PUERTA Q., G.I. Factores, procesos y controles en la fermentación del café.

Chinchiná : Cenicafé, 2012. 12 p. (Avances Técnicos No. 422).

13. PUERTA Q., G.I.; RÍOS A., S. Composición química del mucílago de café según el tiempo de fermentación y refrigeración. *Cenicafé* 62(2):23-40. 2011.
14. PUERTA Q., G.I. Mejoramiento de la calidad del café por medio de la prevención de mohos. p. 5-10. En: Informe anual de actividades de investigación: Disciplina Química industrial. Chinchiná : Cenicafé, 2002. 103 p.
15. PUERTA Q., G.I. Estudio de perfiles sensoriales y componentes químicos del café de Colombia para su verificación de origen y calidad. p. 4-9. En: Informe anual de actividades de investigación: Disciplina calidad y manejo ambiental. Chinchiná : Cenicafé, 2007. 87 p.

