

## MÉTODO FERMAESTRO: Para determinar la finalización de la Fermentación del mucílago de café

En todo proceso de transformación de materias primas agrícolas se requiere de controles que permitan definir las características especiales del producto que se desea obtener. El objetivo del control en los procesos es disminuir la variabilidad de la calidad del producto final, incrementar la eficiencia y reducir el impacto ambiental, entre otros.

En la transformación de los frutos de café a través del proceso de beneficio, se realizan una serie de operaciones, en las cuales la falta de control en cada una de ellas, tiene incidencia directa sobre la siguiente etapa y la calidad final obtenida.

La fermentación del mucílago es una etapa intermedia en este proceso, en la que el producto de entrada es el café despulpado y el producto resultante es el café con mucílago degradado, listo para lavar.





Ciencia, tecnología  
e innovación  
para la caficultura  
colombiana

Autores

**Aída E. Peñuela Martínez**

Investigador Científico I

**Jenny P. Pabón Usaqué**

Asistente de Investigación

**Juan R. Sanz Uribe**

Investigador Científico II

Disciplina de Ingeniería Agrícola

Centro Nacional de Investigaciones

de Café, Cenicafe

Manizales, Caldas, Colombia

Edición:

Sandra Milena Marín López

Fotografías:

Óscar Jaime Loaiza E.

Jenny P. Pabón Usaqué

Archivo Cenicafe

Diagramación:

María del Rosario Rodríguez L.

Imprenta:

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](http://www.cenicafe.org)

La fermentación natural es la manera más sencilla y tradicional para degradar el mucílago, dado que en ella se interrelacionan los agentes suministrados naturalmente por el ambiente. El mucílago del café con su composición rica en azúcares y agua, es un medio propicio para que los microorganismos, como levaduras, mohos y bacterias, realicen las transformaciones de estos compuestos, generando sustancias como alcoholes y ácidos orgánicos, que son solubles en el agua, por lo que se facilita el lavado posterior. La fermentación se debe realizar para degradar el mucílago, porque la degradación de otros compuestos causa daños sobre la calidad del producto, por esta razón se hace importante que se realicen controles adecuados, con el fin de evitar defectos.

En la práctica, en este proceso que sucede espontáneamente, los controles se realizan a través de la experiencia adquirida por los caficultores, utilizando métodos como establecer un tiempo fijo para el proceso. Sin embargo, se ha identificado un amplio rango de variación en el tiempo de fermentación, debido a que existen muchos factores que inciden en la forma como ocurre el proceso. De igual manera, se utilizan métodos tradicionales como la observación del agujero dejado por un madero cuando es introducido en la masa de café (orificio en la masa) y la sensación áspera detectada por el tacto, al tomar una muestra de granos de café (método del tacto). En Cenicafe se realizó la evaluación de estos métodos, con el fin de determinar su eficacia (3). La evaluación consistió en identificar la respuesta en el tiempo, a medida que avanzó el proceso de

fermentación. Con el método del orificio en la masa, se identificó el punto de lavado después de 7,29 h de iniciado el proceso de fermentación, y con el método del tacto, el promedio del tiempo de punto de lavado ocurrió a las 10,23 h de iniciado el proceso. Con los dos métodos, el tiempo determinado para lavar el café fue menor que cuando se obtuvo remoción de mucílago superior al 97%, (15,5 ±0,9) horas, con porcentajes de degradación de mucílago en promedio de 58% y 74%, para el método del orificio y del tacto, respectivamente.

Las fallas que se presentan en el control en la etapa de fermentación de mucílago y el amplio margen de error de los métodos tradicionales, conlleva a aumentar la posibilidad de deterioro de la calidad del café. Se ha demostrado que un retraso en el tiempo mayor a 2 horas después de la degradación del mucílago, tiene un efecto directo sobre la aparición de defectos en taza relacionados con la etapa de fermentación del mucílago, tales como vinagre y fermento (3).

### Desarrollo del método para determinar el punto de lavado

Dado que la masa de café presenta un cambio en los valores de densidad aparente entre los estados despulpado (827 kg/m<sup>3</sup>) y lavado (702 kg/m<sup>3</sup>) (1), diferencia que está dada básicamente por la capa de mucílago que rodea los granos, la cual varía entre 0,4 y 2,0 mm de espesor (8), y que representa entre el 20% y 30% del peso de los frutos

despulpados (3), en Cenicafé se desarrolló un método a través del cual se utiliza un dispositivo sencillo, con el que se determina objetiva y confiablemente este momento, basado principalmente en esos cambios.

Cuando una masa de café recién despulpado se introduce en un recipiente perforado, que permite drenar sólo los fluidos, se observa que a medida que avanza la fermentación disminuye el volumen ocupado por la masa de café, por efecto del cambio de densidad aparente, dado por el drenado de mucílago degradado, hasta que se estabiliza en el punto en el cual el producto debe ser lavado. Este cambio de volumen representa entre el 11,9% y 13,1% del volumen inicial.

Para hacer que este pequeño cambio de volumen sea observado con mayor facilidad, Peñuela *et al.* (5) desarrollaron un recipiente perforado, en forma de cono truncado, para mejorar la sensibilidad a los cambios ligeros de volumen, dados por el aumento de la altura del espacio vacío en la parte superior del dispositivo. Cuando se estabiliza la altura del café en el dispositivo significa que se ha alcanzado el punto de lavado.



**Figura 1.** Dispositivo cono truncado diseñado para aplicar el método Fermaestro para el control de la fermentación.

El dispositivo es un cono truncado recto con tapa fabricado en lámina plástica, cerrado por todos lados, con perforaciones de menos de 6 mm, que permiten la salida del mucílago en degradación y la retención de los granos en el interior. El dispositivo debe tener un área perforada mínima del 55%. En la Figura 1 se presentan las dimensiones internas del dispositivo que garantizan un volumen total de 500 mL.

En el método denominado Fermaestro, el dispositivo se llena al ras, por la base mayor, con café recién despulpado, cuidando que los granos ocupen también la parte más angosta del cono truncado. Posteriormente, se fija la tapa y se ubica el dispositivo dentro de la masa de café despulpado, en el tanque de fermentación, con la parte más estrecha hacia arriba (Figura 2).

Cuando se acerca el fin de la fermentación se remueve el dispositivo de la masa y se deja caer tres veces sobre la base mayor, desde una altura de 3 cm, para que los granos se acomoden dentro de él y se pueda observar mejor si el espacio vacío dentro del recipiente se encuentra cercano a la primera marca horizontal (Figura 2), condiciones en las cuales la altura final del vacío es superior a 85 mm, con una remoción de mucílago mayor al 96%, indicando que se puede lavar el café. Si el vacío dejado no ha alcanzado la primera marca, se debe ubicar nuevamente el dispositivo dentro de la masa de café en el tanque y se revisa cada hora, hasta que alcance la altura deseada.

En la Figura 3, se presentan los pasos para aplicar el método Fermaestro.



**Figura 2.** Cono truncado dentro de la masa de café en proceso de fermentación.



Deposite el café despulpado en el recipiente o tanque para realizar la fermentación.



Tome una muestra de café despulpado de diferentes partes del tanque.



Abra el dispositivo.



Deposite en el dispositivo la muestra de café despulpado y llénelo a ras, cuidando que la parte angosta quede llena con los granos de café.



Asegure la tapa del dispositivo.



Ubique el dispositivo dentro de la masa de café despulpado, de forma que éste se observe a simple vista.



Tome el dispositivo del tanque y déjelo caer tres veces sobre la base mayor, desde una altura de 3 cm.



Verifique que la masa de café dentro del cono esté en la primera marca.

**Figura 3.** Pasos para la implementación del método Fermaestro para verificar el punto de lavado del café en el proceso de fermentación.

## Evaluación del método Fermaestro

**Dispositivo.** Para hacer la evaluación con un dispositivo cónico con suficiente estabilidad dimensional, se construyeron 50 prototipos en resina sintética Vinilester, fabricados por vaciado, en moldes de silicona, los cuales a su vez fueron contruidos con base en un prototipo en ABS, fabricado en impresora 3D. Los dispositivos cumplieron con las especificaciones de diseño y quedaron listos para el siguiente paso.

**Evaluación en Cenicafé.** Se realizó el seguimiento de 45 lotes de café en fermentación, con el uso del método Fermaestro, en los cuales se obtuvo una remoción de mucílago promedio de 96,7%, con un error estándar de 0,22%, lo cual indica la exactitud del método propuesto. Tanto la materia prima utilizada

para estas pruebas como el proceso realizado para la obtención del café despulpado y pergamino seco, estuvo controlado de forma que se eliminaran factores conocidos, que afectan la calidad física y en taza. En la evaluación de calidad de las muestras obtenidas no se presentó ninguna taza con defectos relacionados con la fermentación, confirmando el efecto positivo de este control sobre el proceso.

**Evaluación en el campo.** Para esta evaluación se contó con la colaboración del Servicio de Extensión de los Comités Departamentales de Cafeteros de Caldas, Risaralda, Quindío y Valle del Cauca. En la Tabla 1, se presentan los municipios, las veredas y rangos de altitud, donde se realizaron las pruebas. Se recolectó información en 70 fincas representativas de las condiciones de producción de café en Colombia, de las cuales el 74,6% pertenecían a caficultores con menos de 5 hectáreas sembradas en café.

En estas fincas se identificó variación en los factores que afectan la determinación del punto final de fermentación, dadas las diferencias en el proceso, tales como:

- Solamente en el 6,9% de las fincas se realizó clasificación hidráulica. Resultados obtenidos por Peñuela (3), mostraron que la ausencia de esta etapa disminuye el tiempo de fermentación en 1,3 horas en promedio, respecto al café clasificado, por lo que el café debe ser lavado en menor tiempo. Además, se observó un efecto directo sobre la calidad en taza.
- El uso de agua en el despulpado, cuando ésta no entra directamente al tanque, también afecta el tiempo de proceso, dado que se retiran los azúcares solubles, que son los iniciadores de las reacciones, por lo que la fermentación en estas

**Tabla 1.** Departamentos, municipios, veredas y rangos de altitud de las fincas donde se realizaron las evaluaciones del método Fermaestro.

Departamento	Municipio	Veredas	Rangos de Altitud (m)
Caldas	Anserma	Alsacia, Campoalegre, Carmelo y Poblado	1.490 - 1.800
	Chinchiná	Bajo Chuscal, Los Cuervos, Praderas	1.230 - 1.780
	Manizales	Alto del Naranjo, Alto del Zarzo, Argelia Alta, Guacas, Hoyofrío	1.460 - 1.710
	Palestina	El Higerón, El Reposo	1.230 - 1.270
	Riosucio	Jordán, Partidas, Santa Cecilia.	1.650 - 1.680
	Villamaría	Cuervos	1.400
Quindío	Quimbaya	Morelia Baja	1.370
	Montenegro	Baraya, Pueblo Tapao	1.300 - 1.320
Risaralda	Dosquebradas	Estanquillo, Gaitán Alto, Unión Alta	1.500 - 1.650
	Pereira	Betulia, Canceles, El Congolo, Filo Bonito, Huertas, Tribunales	1.340 - 1.560
	Santa Rosa de Cabal	El Lembo, Guamal, La Colmena	1.580 - 1.720
Valle del Cauca	Sevilla	Alto Pijao, Canoas, Higerones, Palomino, San Antonio	1.440 - 1.550

condiciones lleva mayor tiempo. Esta práctica se observó en el 58,8 % de los casos.

- En el 37,5% de las fincas se clasificó el café después de despulpado a través de una zaranda, con la cual se retiran principalmente frutos verdes, sin despulpar y trozos de pulpa. Cuando no se realiza esta clasificación ingresan al tanque materiales que afectan la composición de la masa, haciéndola menos homogénea y, por lo tanto, alterando la determinación.
- El material de fabricación de los tanques de fermentación también puede llegar a afectar, dado que se genera una demora cuando están construidos en acero inoxidable, debido a que este material permite mayor transferencia de calor por las paredes hacia el exterior, dando como resultado una masa de café más fría. Por el contrario, el plástico por su menor conductividad térmica actúa como aislante, disminuyendo la transferencia de calor desde la masa hacia el exterior, a través de las paredes, lo que trae como resultado una mayor temperatura al interior de la masa y por lo tanto menor tiempo de proceso. Las frecuencias en las que se presentaron estos materiales fueron las siguientes: 54,2% en gres, 12,5% en cerámica y 6,9% tanto para plástico como para acero inoxidable.
- En el 15,3% de las fincas se utilizó la fermentación bajo agua, la cual no solo afecta el tiempo de proceso, sino que además se debe tener en cuenta en el consumo específico (L/kg) y la calidad, por la dureza y la cantidad de microorganismos que se adicionen (7).

**Resultados.** El método Fermaestro determinó acertadamente el punto de lavado en el 97,1% de las pruebas realizadas, siguiendo las indicaciones para su aplicación, es decir, cuando el espacio vacío dentro del dispositivo fuera mayor o igual a 85 mm.

En estas evaluaciones se registró el tiempo de proceso con el método Fermaestro y el tiempo de proceso determinado según el criterio del caficultor. Para el primer caso, el tiempo de fermentación estuvo entre 11,45 h y 20,0 h y para el segundo caso entre 10 h y 72 h. Para el 27% de los casos el tiempo determinado por los dos métodos fue el mismo, sin embargo, en el 40% de las pruebas el tiempo determinado por el caficultor fue mayor que el definido según la metodología. Esta última diferencia merece resaltarse dada la influencia que tiene el tiempo de proceso sobre la calidad final del café, un retraso en el tiempo de lavado de 3 horas o más aumenta el riesgo de aparición de defectos en taza relacionados con la fermentación.

Con el fin de obtener información acerca de la calidad final del café, se tomaron muestras para la evaluación física y sensorial una vez el método Fermaestro lo indicó. Los resultados de la evaluación sensorial se presentan según la escala SCAA<sup>1</sup>, así: Una muestra con puntaje final mayor o igual a 75 puntos se clasifica como de calidad buena y con 80 puntos como muy buena, con la que clasifica para premio o con bonificación por calidad.

El 92,6% de las muestras en las que se determinó el punto de lavado con el Fermaestro recibieron una calificación mayor o igual a 75 puntos; de las cuales la mayor proporción, el 77,9% de las muestras, presentó un puntaje total mayor a 80 puntos y el 95,6% de las muestras se calificaron como taza limpia.

En cuanto a la calidad física, cuando las muestras tienen una proporción de almendra sana mayor al 75%, reciben una bonificación en el precio de compra. El promedio para el valor de almendra sana obtenido fue de 75,9% con un valor máximo de 81,1% y un mínimo de 65,9%.

Es así como el control de la fermentación a través del uso del método Fermaestro permite obtener café de buena calidad y disminuir los riesgos sobre la calidad final del café.

---

<sup>1</sup> Escala de evaluación de la Asociación Americana de Cafés Especiales – SCAA, utilizada para la clasificación comercial de muestras de café

## Recomendaciones para el buen uso del método Fermaestro

Para el obtener una correcta respuesta en la identificación del punto final de la fermentación es necesario seguir las siguientes recomendaciones:

- El café debe estar recién despulpado, por lo que no se debe mezclar café de diferente tiempo de despulpado.
- La muestra de café para el dispositivo debe ser representativa de la totalidad de la masa que estará en proceso de fermentación.
- Con el fin de garantizar el volumen de café despulpado que debe ir dentro del dispositivo, se puede utilizar un vaso plástico, cuyo volumen está estandarizados.
- Los granos de café despulpado deben ocupar todo el volumen dentro del cono truncado. No se debe realizar un llenado excesivo ni presionar la masa dentro del dispositivo.
- Para permitir el adecuado flujo de mucílago dentro del dispositivo y permitir su drenado, el café despulpado debe contener un máximo de 10% de pulpa (2) y seguir los requisitos definidos en la NTC-2090, sobre calidad del café despulpado.
- Coloque el dispositivo con la muestra de café recién despulpado dentro de la masa de café, con la parte más angosta hacia arriba y ligeramente descubierta, para que se observe el lugar en el que fue colocado y poder realizar el seguimiento del proceso.
- El café contenido en el dispositivo es una muestra del café que está en proceso de fermentación, por lo tanto siempre debe permanecer dentro de la masa, bajo las mismas condiciones.

## Ventajas identificadas por los caficultores

Dentro del proceso de evaluación de este método con los caficultores, se identificaron las siguientes ventajas:

- El método ayuda a controlar el proceso de fermentación de una manera objetiva y fácil de usar.
- Este método tiene gran aplicación por los caficultores que tienen especial interés en la calidad final del café, puesto que el uso de esta metodología se convierte en una herramienta de control, no solo de la fermentación, sino además de los procesos de selección, despulpado, clasificación y aplicación de las Buenas Prácticas Agrícolas (6).
- Con el uso de este método el “punto de lavado” no se determina con tiempo, el cual es variable porque depende de factores que afectan el proceso de fermentación tales como madurez del café, condiciones ambientales, tipo de tanque, cantidad de café, variedad y maneras como se realiza el proceso.
- Con el uso repetido del método, el caficultor aprende a conocer el proceso y da mayor posibilidad de control ante el efecto de factores externos.
- Dada la precisión en la determinación se evitan reprocesos, como el doble lavado.
- La etapa de fermentación continúa siendo una etapa sencilla, en la que el uso del dispositivo y método no complican la operación de la etapa, y además permite tener una mejor programación de actividades en la finca.
- Al controlar el proceso de fermentación se disminuye el riesgo de deterioro de la calidad.
- Los caficultores que utilizaron esta metodología rompieron mitos acerca de factores que ellos consideraban que afectaban el tiempo de fermentación, tales como la cantidad de café en el tanque.
- Esta metodología puede ser considerada para implementar un control de proceso objetivo que pueda ser aplicado para la obtención de cafés certificados.

## Agradecimientos

Los autores expresan agradecimientos al señor José Farid López, Auxiliar de Investigación, por su acompañamiento y valiosa colaboración en las pruebas de campo. A los compañeros de la disciplina de Ingeniería Agrícola, especialmente al doctor Carlos Oliveros por su asesoría y al ingeniero Mauricio García Navarro por la elaboración del modelo 3D del dispositivo.

A los caficultores y Servicio de Extensión de los municipios de Anserma, Chinchiná, Manizales, Palestina, Villamaría y Riosucio, en Caldas; Dosquebradas, Pereira y Santa Rosa de Cabal, en Risaralda; Quimbaya y Montenegro, en Quindío; y Sevilla en Valle del Cauca, que participaron de forma activa en la evaluación de la metodología.

### Señor caficultor

Con el uso del método Fermaestro, se logra la determinación confiable y objetiva del punto de lavado del café.

Realice un buen lavado al café una vez se haya degradado el mucílago, para evitar que queden residuos que generen defectos en etapas posteriores.



## Literatura citada

1. MONTILLA P., J.; ARCILA P., J.; ARISTIZÁBAL L., M.; MONTOYA R., E. C.; PUERTA Q., G. I.; OLIVEROS T., C. E.; CADENA G., G. Caracterización de algunas propiedades físicas y factores de conversión del café durante el proceso de beneficio tradicional. Cenicafé 59 (2): 120 – 142. 2008
2. PABÓN U., J. P. Informe anual de actividades. Septiembre 2010 – Octubre 2011. Centro Nacional de Investigaciones de Café – Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Oct. 2011. 18 p.
3. PEÑUELA M., A. E. Estudio de la remoción de mucílago de café a través de fermentación natural. Tesis: Magíster en desarrollo sostenible y medio ambiente. Manizales : Universidad de Manizales, 2010. 82 p.
4. PEÑUELA M., A. E.; OLIVEROS T., C. E.; SANZ U., J. R. Remoción del mucílago de café a través de fermentación natural. Cenicafé 61(2): 159-173. 2010.
5. PEÑUELA M., A. E.; SANZ U., J. R.; PABÓN U., J. P. Método para identificar el momento final de la fermentación de mucílago de café. En publicación. Cenicafé 63(1): 2012.
6. PUERTA Q., G. I. Buenas prácticas agrícolas para el café. Avance Técnico 349. Cenicafé, 2006. 12 p.
7. PUERTA Q., G. I. Factores, controles y procesos en la fermentación del café. Avance Técnico 422. Cenicafé, 2012. 12 p.
8. ROA M., G.; OLIVEROS T., C. E.; ÁLVAREZ G., J.; RAMÍREZ G., C. A.; SANZ U., J. R.; DÁVILA A., M. T.; ALVAREZ H., J. R.; ZAMBRANO F., D. A.; PUERTA Q., G. I.; RODRÍGUEZ V., N. Beneficio ecológico del café. Chinchiná : Cenicafé, 1999. 273 p.

