



AVANCES TÉCNICOS

388

Cenicafé

Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Octubre de 2009
Fondo Nacional del Café

MANEJO DEL CAFÉ DESMUCILAGINADO MECÁNICAMENTE

Jenny Paola Pabón Usaquén*; Juan Rodrigo Sanz Uribe*; Carlos Eugenio Oliveros Tascón*

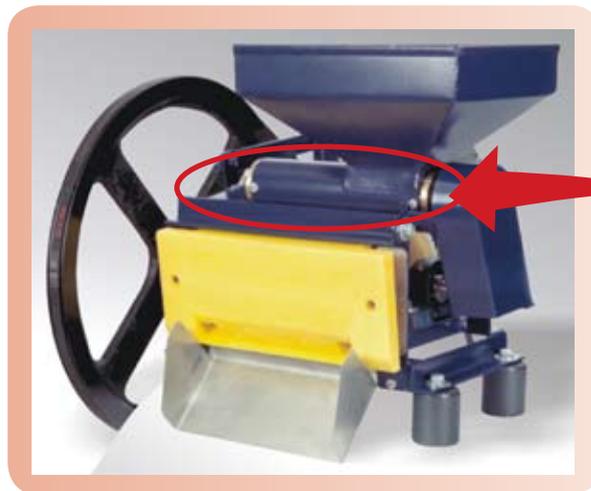
La tecnología para el Beneficio Ecológico del café por vía húmeda, con manejo de los subproductos, BECOLSUB, fue desarrollada en Cenicafé para utilizar el agua estrictamente necesaria con el fin de realizar el beneficio de café y controlar más del 90% de la contaminación de las aguas. El desmucilaginator mecánico, DESLIM, que hace parte fundamental de esta tecnología, se encarga de remover el mucílago del café por medios mecánicos, con lavado y limpieza adicional de los granos, utilizando menos de un litro de agua por kilogramo de café pergamino seco. Con el desmucilaginator mecánico, trabajando los flujos de café y agua adecuados para cada modelo, se obtiene café lavado con más de 98% de remoción de mucílago, el cual puede llevarse inmediatamente al secador y así obtener café de alta calidad física y en taza (4, 7, 10).



*Investigador Asociado, Investigador Científico II e Investigador Principal.
Ingeniería Agrícola. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé.
Chinchiná, Caldas, Colombia.

La Tabla 1 muestra los rangos de los flujos de café que puede procesar adecuadamente cada modelo BECOLSUB y el flujo de agua recomendados para hacer la labor, causando el menor impacto ambiental. Dado que el desmucilagador mecánico no trabaja de manera adecuada fuera del rango mencionado, se debe revisar y ajustar el rendimiento de la despulpadora al menos una vez a la semana, teniendo en cuenta que el tamaño de los frutos de café varía, dependiendo principalmente de la edad del cafetal, la variedad cultivada y el manejo agronómico. Este procedimiento se dificulta porque la mayoría de las máquinas utilizadas en Colombia no están diseñadas para realizar fácilmente ajustes a su rendimiento, por la cantidad de piezas involucradas (hasta ocho tornillos en algunos modelos), la manufactura empleada en la fabricación y el desgaste de las partes.

Para superar esta limitación, se desarrolló una máquina despulpadora



Dosificador de tornillo sinfín

Figura 1. Despulpadora con dosificador volumétrico de tornillo sinfín.

con un dosificador volumétrico de tornillo sinfín (6), el cual garantiza la alimentación de frutos de café en el rango deseado y un sistema de calibración de la separación del pechero con solamente dos tornillos; sin embargo, muy pocos caficultores usan este aditamento (Figura 1).

Por la dificultad para calibrar las despulpadoras al flujo recomendado,

se observa café parcialmente desmucilaginado cuando el flujo es muy alto, debido a que dentro del desmucilagador mecánico, el tiempo de residencia del grano es menor al recomendado, lo que finalmente ocasiona daños a la calidad del café como son el pergamino manchado y el defecto fermento en la bebida. Un inconveniente menos frecuente se presenta cuando el flujo de frutos de café es menor al recomendado; este problema aumenta el riesgo de daño mecánico, debido a que el tiempo de residencia del grano dentro del desmucilagador mecánico es muy alto.

Por estas razones se han establecido algunas prácticas empíricas en el manejo del café desmucilagado, como dejar el café en tanques durante 12 a 14 horas, a veces sumergido en agua, con el fin de permitir la remoción del mucílago que no fue retirado por el desmucilagador (1). Algunos usuarios de la tecnología consideran que esta práctica mejora la calidad en taza del café (2).

Tabla 1. Rango de flujo de café cereza, café despulpado y flujo de agua adecuado para los módulos BECOLSUB, diseñados en Cenicafé.

Módulo	Flujo de café (kg/h)				Flujo de agua (L/min.)	
	Cereza (frutos de café)		Despulpado		Mínimo	Máximo
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo		
100	90	110	54	66	0,3	0,4
300	270	330	162	198	0,7	1,0
600	540	660	324	396	1,4	2,0
1.000	900	1.100	540	660	2,8	4,0
2.500	2.000	2.400	1.200	1.440	5,6	8,0

Así mismo, algunos caficultores se ven en la necesidad de guardar el café desmucilaginado de un día para otro, o en el peor de los casos por más tiempo, cuando no hay espacio disponible en el secador mecánico en épocas de gran flujo de cosecha. Otros productores juntan café de varios días cuando el

flujo es bajo, para secarlo al mismo tiempo, debido a que para ellos no es económicamente viable operar el secador mecánico con pequeñas cargas de café.

En este Avance Técnico se presentan resultados con los cuales se

busca contribuir al conocimiento del efecto en la calidad y la contaminación ocasionada a las fuentes de agua, cuando se emplean las recomendaciones de Cenicafé para el desmucilaginado mecánico y algunas prácticas utilizadas en Colombia en este proceso.

Desmucilaginator Mecánico de Rotor de Varillas (DRV)

En algunas fincas se utilizan desmucilaginosos con rotor de varillas esperando disminuir el requerimiento de potencia y el daño mecánico. En una investigación realizada en Cenicafé (4) se encontró que la potencia para operar un DRV es similar a la empleada por un equipo DESLIM desarrollado en Cenicafé (Figura 2), de similar capacidad (10).

En el mismo trabajo se observó que la desventaja principal de utilizar un DRV radica en la remoción de mucílago cercana al 80%, en el mejor de los casos, menor a la de un desmucilaginator DESLIM, que es superior al 98%. Esta baja remoción no permite secar el café inmediatamente, por lo que es necesario dejarlo en tanques de fermentación durante varias horas, para retirar el mucílago remanente y posteriormente realizar

dos enjuagues antes de empezar el secado.

Se determinó la demanda química de oxígeno (DQO) de las aguas residuales resultantes y se observó que utilizando un DRV se presenta

un consumo específico de agua de 2,8 L/kg de café pergamino seco y se genera una contaminación de 11,05 g de DQO/kg de café cereza, que representa una reducción de contaminación igual a la observada en el proceso BECOLSUB.

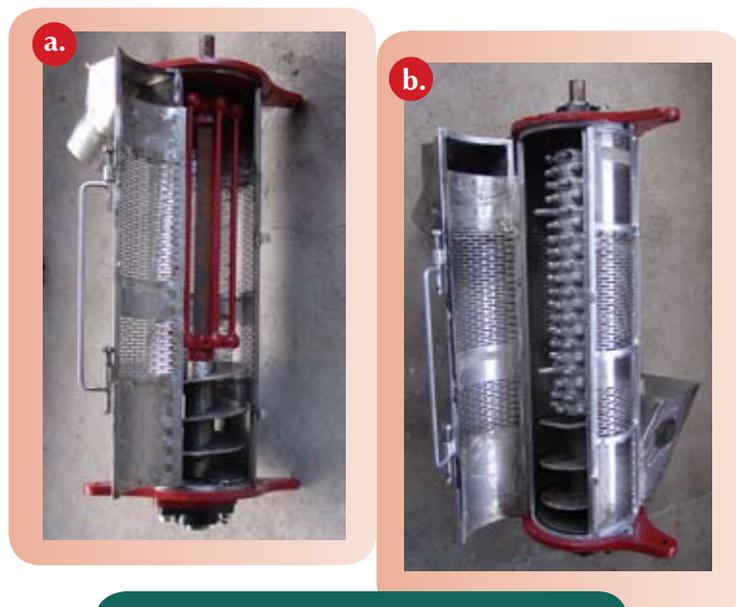


Figura 2. Desmucilaginosos mecánicos. a) con rotor de varillas (DMR); b) DESLIM

Prácticas evaluadas

Se evaluaron tres prácticas diferentes para el manejo del café después de procesarlo en un desmucilaginator DESLIM, calibrado de acuerdo a

las recomendaciones de Cenicafé. Se utilizó un módulo BECOLSUB 300 y un separador hidráulico para retirar de la materia prima frutos

defectuosos flotantes (frutos secos, vanos y muy atacados por la broca), impurezas livianas e impurezas pesadas (5). El módulo BECOLSUB contaba con una zaranda circular de varillas después de la despulpadora, con separación de 8 mm, con el fin de retirar frutos sin despulpar (inmaduros y atacados por mancha de hierro, entre otros) y trozos de pulpa.

Se utilizó café Variedad Castillo® proveniente de la Estación Central Naranjal, el cual cumplió con los siguientes requisitos de calidad:

- Menos de 5% de frutos brocados
- Menos de 2% de frutos inmaduros
- Menos de 2% de frutos secos

Una vez procesado, el café lavado se secó en un silo de capa estática hasta una humedad entre el 10% y el 12% (base húmeda), con un promedio de temperatura de aire menor a 50°C (8).

Las prácticas evaluadas consistieron en:

Práctica 1. Secado inmediato del café desmucilaginado mecánicamente (recomendada por Cenicafé).

Práctica 2. Café desmucilaginado mecánicamente, dejado bajo agua durante 12 a 14 horas, y enjuagado con agua limpia previo al secado.

Práctica 3. Café desmucilaginado mecánicamente, dejado sin agua durante 12 a 14 horas y enjuagado con agua limpia previo al secado.

Calidad en taza



Con el fin de evaluar el efecto de cada una de las prácticas descritas anteriormente sobre la calidad de

la bebida, se enviaron muestras al Panel de Catación de Cenicafé, el cual a través de una escala numérica evalúa diferentes atributos de la bebida, siendo las calificaciones de 9 a 7 de calidad superior, de 6 a 4 de calidades tolerables y de 3 a 1 de calidad inferior. Con el atributo Impresión Global, se obtiene la calificación general de la taza.

Pese a que al comparar la calificación mayor o igual a 7,0 de este atributo, no se observan diferencias, sí se encuentran cuando el análisis se hace con calificaciones menores pero aceptables, las cuales vale la pena resaltar en busca de evitar

riesgos para la calidad. Sin embargo, debe destacarse que en ninguna de las tazas evaluadas se encontró el defecto fermento y sucio en la bebida.

Para observar con mayor claridad el efecto de las prácticas, se presenta

el gráfico de frecuencia acumulada (Figura 3), en el cual se observa que el 100% de las tazas tuvieron calificación mayor a 5 cuando se realiza secado inmediato. Mientras que cuando el café es guardado con y sin agua, según las prácticas 2 y 3, se obtuvo esta calificación (mayor a 5) en el 75% y 95%

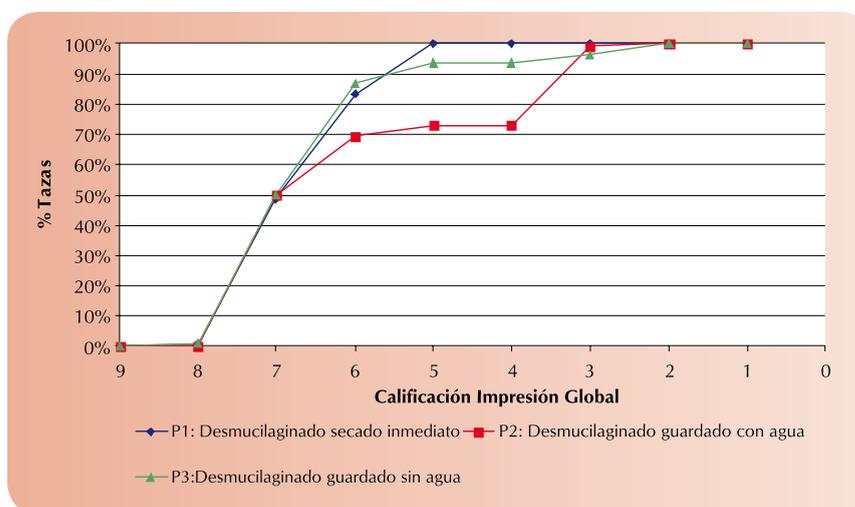


Figura 3. Frecuencia acumulada de la impresión global de las tazas evaluadas.

de las tazas, respectivamente. Lo anterior indica que la mejor calidad se obtiene cuando el café se seca inmediatamente después del desmucilaginado mecánico.

De acuerdo con estos resultados, para mantener una buena calidad del café, lo ideal es iniciar su secado después del desmucilaginado mecánico con el sistema DESLIM.

En caso de tener que esperar, es conveniente guardar el café en un tanque sin agua hasta por 14 horas, y enjuagarlo con agua limpia antes de llevarlo al secador.

Calidad física

Para evaluar la calidad física del producto obtenido se utilizó el factor de rendimiento en trilla, el cual está definido como los kilogramos de café pergamino seco que se necesitan para obtener un saco de café excelso de 70 kg (3). En la Tabla 2 se presentan los promedios de rendimiento en trilla, para cada una de las prácticas evaluadas. Cabe anotar que los valores obtenidos en las tres prácticas evaluadas son estadísticamente iguales.

Tabla 2. Promedios, valores mínimos y máximos, y coeficientes de variación (C.V.), para el factor de rendimiento en trilla para las tres prácticas.

Práctica	Promedio (kg)	Mínimo (kg)	Máximo (kg)	C.V. (%)
1	95,3	91,5	99,7	2,62
2	94,5	90,7	99,2	3,16
3	96,3	91,3	99,9	2,96

Con respecto a calidad física se encontró que con cualquiera de las tres prácticas se obtiene igual

factor de rendimiento en trilla. Así mismo, se observó una ligera coloración amarilla en el café que

fue guardado durante la noche sin agua, pero muy lejos de ser considerado manchado.

Contaminación del agua utilizada en el proceso

Del agua utilizada para cubrir el café desmucilaginado en la práctica 2 y la empleada en los enjuagues (Figura 4), se tomaron muestras de 500 mL para determinar el pH, la demanda química de oxígeno (DQO), los sólidos totales (ST) y los sólidos suspendidos (SS), variables asociadas a la contaminación.

Para estimar la contaminación generada en la práctica 1, se tomaron los resultados obtenidos en Cenicafé (11), que indican que los subproductos (pulpa y mucílago) resultantes del beneficio en el módulo BECOLSUB 300, con un



Figura 4. Muestras del agua utilizada para cubrir al café desmucilaginado mecánicamente y para el enjuague previo al secado (práctica 2) (a). Muestra del agua utilizada para el enjuague previo al secado en la práctica 3 (b).

consumo de agua menor que 1,0 L/kg de café pergamino seco, generan 12,1 g de DQO por kilogramo de café cereza y 10 g de ST por kilogramo de café cereza.

Los valores que se registran en la Tabla 3 corresponden a la contaminación generada por el procesamiento de cada kilogramo de café cereza en las aguas de almacenamiento y/o lavado, expresada en gramos de DQO, gramos de sólidos totales (ST), gramos de sólidos suspendidos (SS) y el pH, respectivamente.

El análisis estadístico mostró efecto en la variable DQO a favor de la práctica 2, es decir, que al cubrir el café desmucilaginado con agua y dejarlo durante 12 a 14 horas, se genera mayor carga contaminante que si se deja sin agua y, posteriormente, previo al secado, se enjuaga con agua limpia.

En la Tabla 4 se presentan los valores de DQO y ST generados por cada kilogramo de café cereza procesado utilizando un módulo BECOLSUB 300, con un consumo de agua de máximo 1,0 L/kg de café pergamino seco y realizando las tres prácticas evaluadas.

Se observa que la demanda química de oxígeno es descriptivamente menor en la práctica 1 con respecto a las prácticas 2 y 3, en 20,9% y 9,6%, respectivamente.

Si se considera la contaminación generada, no es conveniente dejar el café desmucilaginado mecánicamente bajo agua, debido a que se genera 8% más de sólidos totales que cuando se almacena el café sin agua. En caso que no se pueda secar inmediatamente el café desmucilaginado mecánicamente o que por

Tabla 3. Promedios, valores mínimos y máximos, y coeficientes de variación (C.V.), para las variables DQO, ST, SS y pH, encontrados para las prácticas 2 y 3.

Práctica	Variable	Promedio (g/kg de cc)	Mínimo (g/kg de cc)	Máximo (g/kg de cc)	C.V. (%)
2	DQO	2,53 A*	1,83	3,49	21,16
3		1,16 B	0,71	1,87	32,36
2	ST	1,62 A	1,4	2,08	15,45
3		0,69 B	0,4	1,25	40,12
2	SS	0,16	0,08	0,26	36,52
3		0,10	0,03	0,32	86,41
2	pH	4,24	4,00	5,81	52,62
3		4,30	4,01	5,57	60,70

* Promedios en una misma columna con letras distintas implican diferencia estadística según Prueba t al nivel del 5%

Tabla 4. Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos totales (ST) obtenidos en tres prácticas utilizadas en café desmucilaginado mecánicamente.

Práctica	DQO (g/kg de cc)	ST (g/kg de cc)
1: Desmucilaginado y secado inmediato	12,10	10,0
2: Desmucilaginado, almacenamiento con agua y secado	14,63	11,62
3: Desmucilaginado, almacenamiento sin agua y secado	13,26	10,69

mala calibración de los equipos éste presente mucílago, detectable visualmente y al tacto, ambientalmente es mejor dejar el café en el tanque máximo 14 horas sin

adicionarle agua y lavarlo con agua limpia antes de iniciar el secado.

■ Consideraciones y recomendaciones

- Cuando el proceso de beneficio se realiza en un módulo BECOLSUB con agitadores tipo Colmecano, que permiten remover más del 98% del mucílago, operado con el flujo de café en el rango establecido para el desmucilagador y el caudal de agua requerido para su operación, el café desmucilagado se puede secar inmediatamente sin necesidad de realizar prácticas adicionales, como dejarlo en tanque y lavarlo previo al secado.
- La calidad en taza del café, medida por la característica Impresión Global, presentó mejores resultados cuando se inicia el secado del café inmediatamente después del desmucilagado mecánico en DESLIM (operando correctamente los equipos), seguido por la práctica de dejar el café desmucilagado sin agua, durante 14 horas, y con enjuague con agua limpia antes de empezar el secado. El café que es sumergido en agua, durante 14 horas, y con un enjuague antes de iniciar el secado, empieza a mostrar deterioro en la calidad de la bebida.
- En caso de ser necesario guardar el café desmucilagado durante una noche (hasta 14 horas), no es aconsejable sumergirlo en agua, debido al riesgo sobre la calidad en taza y por razones ecológicas, ya que la demanda química de oxígeno de las aguas residuales es descriptivamente mayor en un 10,3% comparado a cuando se guarda sin sumergirlo en agua.
- Para obtener una bebida de café de alta calidad, además de disponer de una buena materia prima, es necesario emplear buenas prácticas de beneficio y secado de café.

Agradecimientos

A los compañeros de la Disciplina de Ingeniería Agrícola, a la Ing. Aída Esther Peñuela Martínez y al doctor Nelson Rodríguez Valencia, por los importantes aportes a este trabajo. Al personal de la Estación Central Naranjal por su valiosa colaboración.

Literatura citada

1. ARISTIZÁBAL A., C.; DUQUE O., H. Caracterización del proceso de beneficio de café en cinco departamentos cafeteros de Colombia. *Cenicafé* 56 (4): 299-318. 2005.
2. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ – CENICAFÉ. In: memorias: Reunión para la Unificación de Criterios en Beneficio Ecológico de Café. Chinchiná. Noviembre 2004.
3. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA, FNC. BOGOTÁ, COLOMBIA. *Aprenda a vender su café*. 14 p. 2004.
4. MEJÍA G., C.A.; OLIVEROS T., C.E.; SANZ U., J.R.; MORENO C., E.L.; RODRÍGUEZ H., L.A. Evaluación del desempeño técnico y ambiental de un desmucilagador de café con rotor de varillas. *Cenicafé* 58(2): 122 - 133. 2007
5. OLIVEROS T., C. E.; SANZ U., J. R.; RAMÍREZ G., C. A. Separador hidráulico de tolva y tornillo sinfín. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 360:1-8. 2007.
6. OLIVEROS T., C.E.; MOYA M., N.; RAMÍREZ G., C.A. Nueva despulpadora para una caficultura competitiva. *Avances Técnicos Cenicafé* N° 294: 1-8. 2001.

7. PABÓN U., J.P.; SANZ U., J.R.; OLIVEROS T., C.E. Efecto de dos prácticas empleadas con café desmucilaginado mecánicamente en la calidad y el impacto ambiental. *Cenicafé* 59(3): 214-226. 2008.
8. PUERTA Q., G.I. Cómo garantizar la buena calidad de la bebida del café y evitar los defectos. *Avances Técnicos Cenicafé* N° 284. 1-8. 2001.
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. ROA M, G.; OLIVEROS T., C.E.; ÁLVAREZ G., J.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R.; DÁVILA A., M.T.; ÁLVAREZ H., J.R.; ZAMBRANO F., D.A.; PUERTA Q., G.I.; RODRÍGUEZ V., N. Beneficio ecológico del café. Chinchiná, *Cenicafé*, 1999. 273p.
11. ZAMBRANO F., D.A.; ISAZA H., J. D. Demanda química de oxígeno y nitrógeno total, de los subproductos del proceso tradicional de beneficio húmedo del café. *Cenicafé* 49(4): 279-289. 1998.

Caficultor



Recuerde que es conveniente revisar semanalmente la calibración de su módulo BECOLSUB, para asegurar que las cantidades de café y agua que llegan al equipo son las adecuadas. Con el equipo bien operado puede secar su café inmediatamente y obtener un producto de alta calidad, con menor empleo de mano de obra y menor contaminación del agua.

Edición: Sandra Milena Marín L.
 Fotografía: Gonzalo Hoyos S.
 Jenny Paola Pabón U.
 Diagramación: María del Rosario Rodríguez L.

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.

Cenicafé
 Centro Nacional de Investigaciones de Café
 "Pedro Uribe Mejía"

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