



Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Julio de 2007

PALETA PLÁSTICA PARA LAVAR CAFÉ CON MENOR ESFUERZO

Juan Rodrigo Sanz-Uribe*, Carlos Eugenio Oliveros-Tascón*, Uriel López-Posada**, Claudia Alexandra Mejía-González***, César Augusto Ramírez-Gómez*

Tradicionalmente, los pequeños caficultores lavan y clasifican su café en el tanque de fermentación. No obstante, el lavado en el tanque también ha sido adoptado por caficultores con mayores producciones, desde la introducción del tanque tina como tecnología para el beneficio ecológico de café (2, 3), debido a que en ésta se recomienda fermentar el mucílago y lavar y clasificar el café en el tanque de fermentación con solo cuatro enjuagues, con lo que se reduce el consumo específico de agua a 4,2 L/kg de café pergamino seco.

Durante el lavado en el tanque tina, la masa de café se agita utilizando una paleta de madera; en esta labor además de requerir gran esfuerzo y de asumir posiciones poco confortables para el operario, puede contaminarse el producto con residuos de cafés procesados en días anteriores, pues la naturaleza rugosa de la madera permite la acumulación de partículas y microorganismos difíciles de remover con los dispositivos utilizados para su limpieza, principalmente cepillos.



* Investigador Científico II, Investigador Principal e Investigador Científico I, respectivamente. Ingeniería Agrícola, Cenicafé.

** Auxiliar I de Investigación. Calidad y Manejo Ambiental, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé.

*** Profesional. Ingeniería Agrícola, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

Por lo anterior, Zambrano (3) mostró una paleta fabricada en PVC, con bordes revestidos de polietileno, para hacer la labor más higiénica; sin embargo, aunque se cumplió con este objetivo, la labor continuaba requiriendo gran esfuerzo e incomodidad del operario, por lo que se le hicieron perforaciones tanto a la paleta tradicional como a la paleta plástica, con el fin de reducir el esfuerzo físico del operario durante el lavado del café.

Desempeño. En paletas de madera y de PVC sin perforaciones y con uno, dos y tres agujeros (Figura 1), cada uno de 52 mm de diámetro, se determinó el efecto del número de perforaciones en la reducción del esfuerzo físico.

Con el fin de medir los esfuerzos requeridos con las diferentes paletas

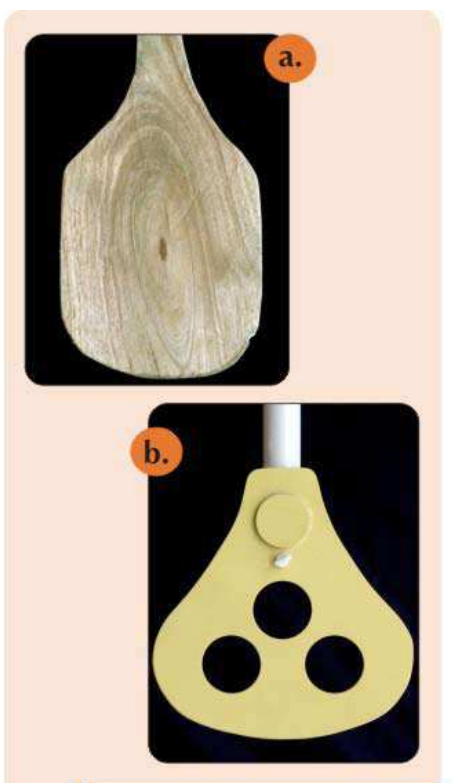


Figura 1. Paletas para lavar café, de madera (a) y de PVC (b).

se diseñó un montaje experimental donde se utilizó un dinamómetro digital marca DILLON, con escala entre 0 y 200 N, y resolución de 0,1 N, para establecer la fuerza necesaria para mover la paleta a 0,5 m/s, velocidad similar a la empleada por el operario en esta labor. La paleta se sujetó a un punto fijo por medio de una bisagra y las medidas de fuerza se registraron en Newtons (N), a 1,0 m del lugar donde pivotaba, para obtener directamente la energía requerida en Julios.

En la Tabla 1 se presentan las calorías por unidad de tiempo, necesarias para mover las paletas lavadoras de PVC y de madera, cuando se realizan el primer y el segundo enjuagues en el tanque tina. La mayor energía requerida en el primer enjuague se puede explicar por la mayor viscosidad de la suspensión. En el tercero y el cuarto enjuagues se emplea la misma cantidad de energía que en el segundo enjuague.

De la Tabla 1 se deduce que, a menor área de contacto de la paleta se requiere menor esfuerzo y que la reducción de éste es independiente

del material de fabricación de la misma. La principal diferencia radica en el peso de la paleta, ya que las paletas de madera y de plástico, sin agujeros, pesan 1,74 y 0,99 kg, respectivamente.

La Figura 2 muestra la relación entre la energía requerida con perforaciones y la energía requerida sin perforaciones (E_{perf}/E_o), con relación al número de agujeros en la paleta. La reducción de la fuerza para mover la paleta con tres agujeros fue de 42,0%, con dos agujeros 32,5% y con un solo agujero 20,0%. La variación de los resultados es baja, como se aprecia en la Tabla 1, los coeficientes de variación estuvieron por debajo del 6,0%.

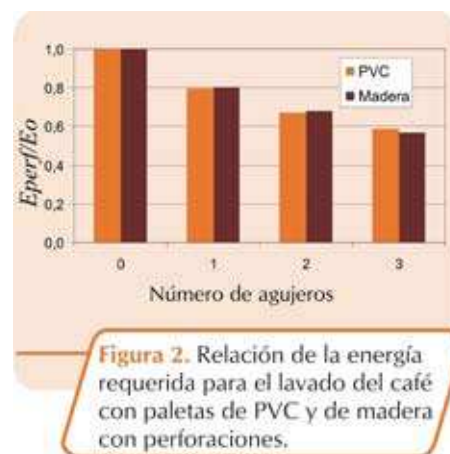


Figura 2. Relación de la energía requerida para el lavado del café con paletas de PVC y de madera con perforaciones.

Tabla 1. Calorías por unidad de tiempo necesarias para el primer y segundo enjuagues del café en el Tanque Tina, de acuerdo con el número de agujeros y material de construcción de la paleta.

Número de agujeros	Primer enjuague				Segundo enjuague			
	PVC		Madera		PVC		Madera	
	(cal/s)	C.V. (%)	(cal/s)	C.V. (%)	(cal/s)	C.V. (%)	(cal/s)	C.V. (%)
0	14,20	5,6	14,32	5,7	6,90	5,3	6,95	5,1
1	11,34	5,7	11,44	4,2	5,50	5,2	5,55	4,8
2	9,49	5,0	9,76	3,3	4,61	5,6	4,73	5,3
3	8,37	4,1	8,12	5,4	4,06	4,9	3,94	5,1

Construcción. A continuación se describe una metodología sencilla para construir la paleta para el lavado de café a partir de tubería y accesorios de PVC.

Inicialmente se realiza un corte longitudinal a un tubo PVC, de tubería sanitaria de 26,5 cm de longitud y 168 mm (seis pulgadas de diámetro) (516 mm de perímetro), de tal manera que se pueda abrir (Figura 3). Es importante que se utilice tubería PVC sanitaria de 168 mm de diámetro (6"), porque el espesor (4,1 mm) es suficiente para resistir los esfuerzos a que va a ser sometida la paleta.

Después del corte, el tramo del tubo se lleva a un horno a 170°C (338°F), durante 10 minutos aproximadamente, hasta que el material se encuentre maleable, sin derretirse ni quemarse. Posteriormente, se ubica el trozo de



Figura 3. Corte longitudinal de un tramo de tubo de PVC.

tubo caliente entre dos placas planas hasta que se enfríe totalmente. Se recomienda utilizar guantes de cuero para proteger las manos del operario, y colocar pesas encima de las placas para obtener una lámina de PVC plana.

Una vez obtenida la lámina plana de PVC de 51,6 x 26,5 cm se traza el contorno de la paleta (Figura 4), los centros de los tres agujeros de 52 mm y el centro del agujero de 41,5 mm, en la parte superior, que se

usa para acoplar la paleta al mango por medio de una T de tubería PVC de presión de 33 mm de diámetro nominal (1"). Luego se realiza el corte siguiendo el contorno con una caladora y se procede a hacer las perforaciones con un taladro y una brocasier.

Como en los talleres rurales y de pequeñas poblaciones es difícil disponer de hornos con control de temperatura, en Cenicafé se desarrolló una metodología sencilla con una estufa eléctrica de 1.200 W para volver maleable el PVC (1). La técnica consiste en calentar durante aproximadamente 15 minutos el aire contenido en una olla de aluminio de 50 litros, en el calor máximo de la estufa y con la tapa puesta. Esto garantiza una temperatura del aire interior de 135°C cuando la temperatura ambiente es de 23°C. Cuando el recipiente se abre para introducir el tramo de

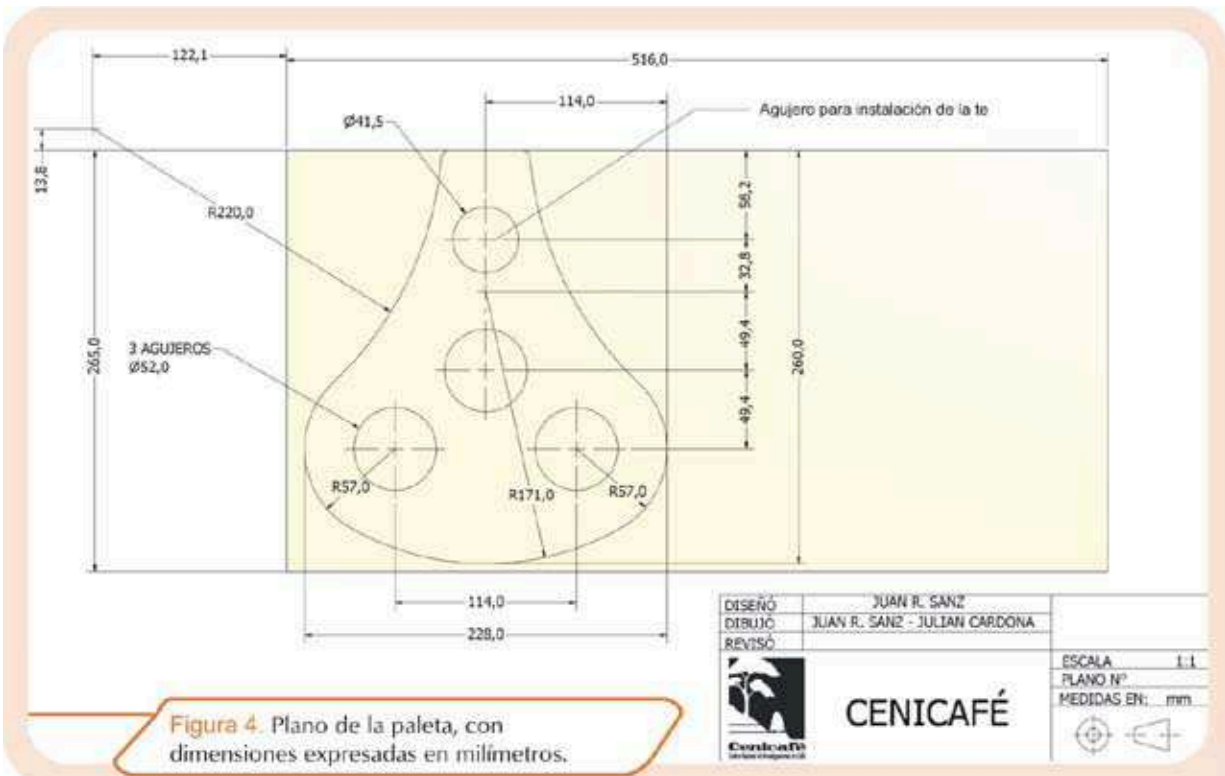


Figura 4. Plano de la paleta, con dimensiones expresadas en milímetros.

tubo, la temperatura interior se reduce a 127°C y vuelve a subir hasta que se estabiliza en 131°C. A esta temperatura es posible volver maleable el material. Para evitar que el PVC se degrade térmicamente por el contacto con el metal de la olla, en el fondo se introduce desde el principio, un ladrillo o material refractario que sirva de apoyo y a la vez de cuerpo almacenador de calor, para que no se baje mucho la temperatura interior cuando se abra la olla.

Es importante redondear las esquinas, las aristas y los filos de la paleta para evitar el daño mecánico al café cuando éste es agitado en el tanque; por tanto, una vez terminada la paleta se debe proceder a redondearlos con lima o esmeril. Para evitar que los rayones causados por el redondeo con abrasivos sean focos de contaminación por acumulación de residuos, se recomienda pulirlos consecutivamente con papeles de lija de agua números 100, 320, 400 y 600. También es recomendable pulir los rayones que puedan haberse causado durante la fabricación de la paleta.

Una vez pulida la paleta, se instala la T de tubería PVC presión de 33 mm (1") en el agujero de 41,5 mm, perforado para tal fin. Antes de pegar la T, deben taparse los agujeros de ésta que quedan al lado y en la parte inferior, para evitar la entrada de café y mucílago dentro del accesorio, y solo debe dejarse abierta la parte superior de la T para permitir la entrada del cabo o mango. Para

tapar los agujeros se deben cortar dos círculos uno de 33,6 mm y otro de 48 mm, de la lámina de PVC aplanada, los cuales pueden pegarse con soldadura de PVC, con la resina dental autopolimerizante Quimident o por medio de un ajuste forzado. Para lograr un agarre confiable, la T debe unirse a la paleta con el pegante. Finalmente, para mejorar la sujeción, se recomienda poner un tornillo plástico de 5/16" de diámetro como muestra la Figura 5.

El cabo o mango de la paleta puede ser un tramo de 1,2 m de tubo PVC Conduit de 33 mm (1"), con un alma de madera, o un tramo de 1,2 m de tubo de PVC presión de 33 mm (1") de RDE 13.5 (para presiones de trabajo hasta de 315 psi), sin alma de madera.

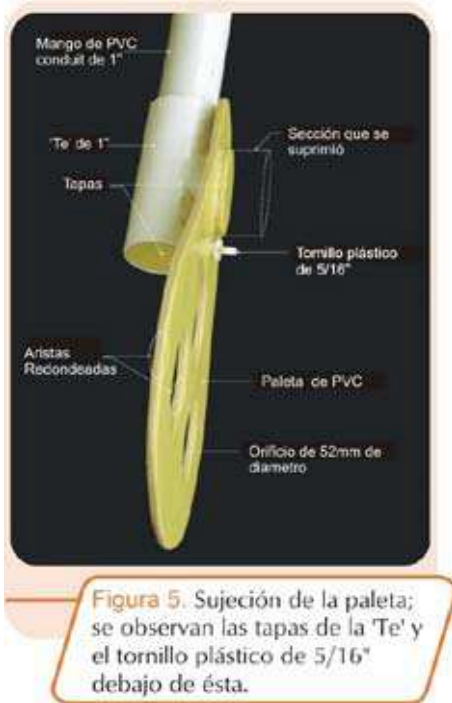


Figura 5. Sujeción de la paleta; se observan las tapas de la 'T' y el tornillo plástico de 5/16" debajo de ésta.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al doctor Juan Guillermo Bernal Aragón por la asesoría prestada en la parte médica.

LITERATURA CITADA

1. OLIVEROS T., C.E.; LÓPEZ P., U.; SANZ U., J.R.; RAMÍREZ G., C.A. Construya el nuevo rastrillo para revolver café en el secado al sol. Avances Técnicos Cenicafé No. 346:1-12. 2006.
2. ROA M., G.; OLIVEROS T., C.E.; ÁLVAREZ G., J.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R.; ÁVILA 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. 273 p.
3. ZAMBRANO F., D.A. Fermente y lave su café en el tanque tina. Avances Técnicos Cenicafé No. 197:1-8. 1993.

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

Edición:

Fotografía:

Imágenes en computador:

Diagramación:

Impresión:

Sandra Milena Marín López

Gonzalo Hoyos S.

Julian Andrés Cardona Duque

María del Rosario Rodríguez L.

Editorial andina.