



EL APLICADOR DE CONTACTO: HERRAMIENTA EFICAZ PARA EL MANEJO DE LA LLAGA MACANA DEL CAFETO

Dina Stella Gómez D.* ; Bertha Lucía Castro C.**

La práctica de renovación del café por zoqueo del tallo principal es uno de los factores que predisponen a la planta al ataque de la enfermedad denominada "Llaga macana" o "Cáncer del tronco", cuyo agente causante es el hongo *Ceratocystis fimbriata* (Ell. Halst) Hunt. Este hongo, habitante natural del suelo, se encuentra ampliamente difundido en la zona cafetera colombiana. Ingresa a la planta por heridas frescas ocasionadas en cualquier parte del tallo o de la raíz, causando el deterioro lento y la muerte de las plantas (1). En consecuencia, disminuye drásticamente la productividad (4).

Para disminuir el riesgo de ataque del patógeno se sugiere que el zoqueo o las podas se realicen durante época seca, para evitar el salpique del suelo por la lluvia y las condiciones de alta humedad que favorecen el desarrollo del hongo (3).

La manera más efectiva de prevenir la infección durante el zoqueo consiste en proteger las heridas con productos químicos o biológicos (2, 5). No obstante esto, no en todos los casos y regiones se logra una aplicación efectiva, además que puede ocurrir que la lluvia arrastre los productos aplicados sobre el área de corte durante los pri-

* Estudiante de la Facultad de Agronomía U. de Nariño (Tesis de pregrado).

** Investigador Científico I. Fitopatología. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafe. Chinchiná, Caldas, Colombia.



meros 15 días después del zoqueo, período en el cual la planta es aun susceptible a la infección por el patógeno (3).

Se planteó la necesidad de profundizar en el estudio de los factores que determinan el éxito del control químico, incluyendo la tecnología de aplicación, con el objeto de optimizar el efecto de los productos preventivos, en términos de rendimiento y eficacia agronómica. Además, reducir los costos de control y el impacto negativo en el medio ambiente.

Por tanto, se diseñó y evaluó un equipo específico para la aplicación de fungicidas químicos o biológicos sobre la superficie del corte en las zocas de café, garantizando un adecuado y fácil manejo de la Llaga macana del cafeto en las fincas cafeteras.

Diseño y construcción del "aplicador de contacto"

Se tomó como base el Selector de arvenses, desarrollado por Cenicafé (10). Éste, se modificó para permitirle un mayor contacto del producto con la superficie lisa o rugosa del corte de la zoca. Inicialmente, se construyeron y evaluaron tres modelos o prototipos hasta seleccionar el más adecuado que se denominó "aplicador de contacto», con el cual se realizaron las evaluaciones técnicas y biológicas, las cuales se compararon con las encontradas al utilizar un equipo de aplicación convencional.

El aplicador es un equipo en forma de L, construido en tubería de PVC

de una pulgada, con un tubo alimentador de un metro de largo (Figura 1a) y una zona aplicadora de 15 cm de largo (Figura 1b). Posee una manguera plástica de 1/8" de diámetro para regular el flujo de salida del líquido, dispuesta internamente a lo largo del tubo alimentador, desde el tapón superior (Figura 1c).

Sobre la parte superior-central de la zona de aplicación se perfora un orificio con una aguja de pelo (Figura 2d). Esta zona se cubre con una toalla absorbente de algodón de 26cm de largo x 11,5 de ancho (Figura 2b), más una espuma de 14cm de largo x 11 cm de ancho, (Figura 2c, 2d y 2e) y por último se recubre con una lámina de tapete de 29 cm de largo x 15cm de ancho. Todos estos materiales se sujetan con fibra sintética (Figura 2f).

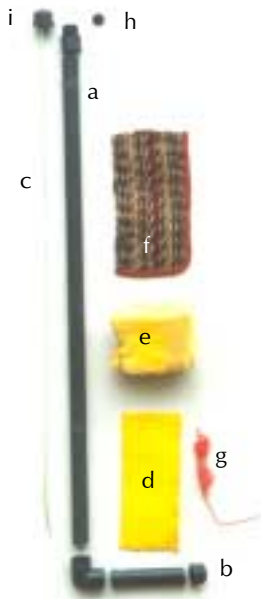


Figura 1. Materiales para el aplicador de contacto: (a) tubo alimentador, (b) zona aplicadora, (c) manguera reguladora de flujo. Cobertura de la zona aplicadora (d) toalla absorbente, (e) espuma, (f) tapete, (g) fibra sintética, (h) empaque de la tapa del tubo, (i) tapa del tubo.

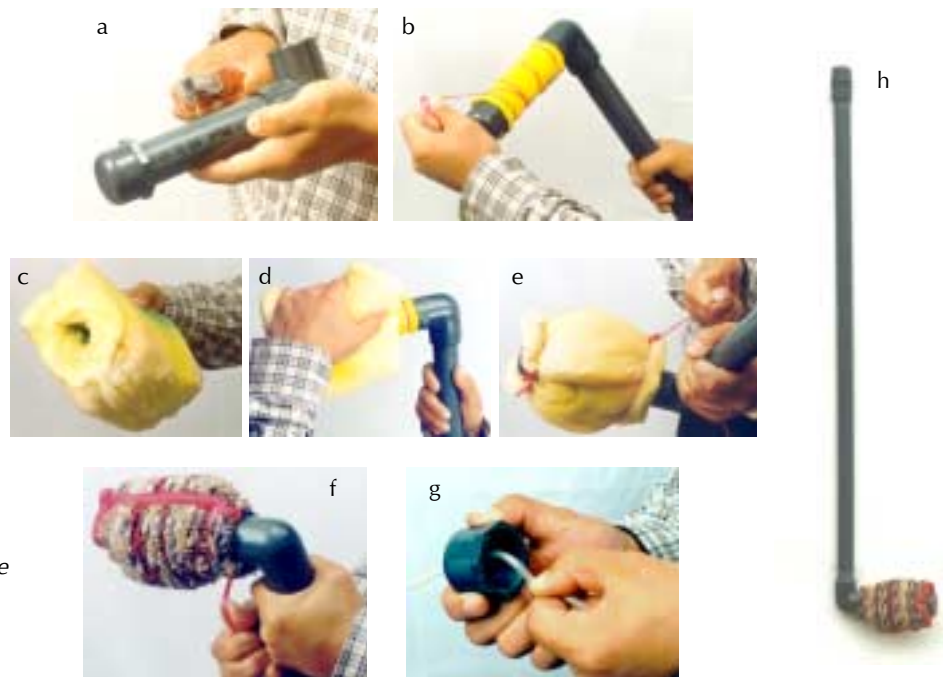


Figura 2. Construcción: (a) Perforación del orificio en la zona aplicadora. Cobertura de la zona aplicadora (b) con la toalla absorbente, (c, d, e) la espuma (f) el tapete, (g) ubicación de la manguera reguladora de flujo con el empaque, (h) aplicador

Evaluación técnica del aplicador

Inicialmente se evaluó el cubrimiento obtenido sobre el área de corte de la zoca con cinco formas de operación del aplicador, mediante uno, dos y tres pases horizontales sobre el área cortada y una y dos presiones verticales. Se utilizaron plantas de café de variedad Colombia de 5 años de edad, zoqueadas con motosierra, a 30 cm del suelo. Antes de la aplicación, a cada zoca, se le cortó con motosierra los cinco primeros centímetros de la parte superior y el segmento obtenido se sostuvo sobre la zoca durante la aplicación de una mezcla de trazador fluorescente rojo neón al 2,5% (Figura 3), en una concentración de 25 g/L (8, 9).

Posteriormente, los segmentos se llevaron en bandejas plásticas al laboratorio, donde se tomaron las imágenes en blanco y negro de la superficie aplicada del segmento, en un analizador de imágenes, *ImageMaster VDS* software 2.0 (Hoefer farmacia Biotec) con lámparas de luz ultravioleta y una vídeo cámara. Las imágenes (Figura 3c y 3d) se analizaron con el programa, "cubrimiento.m", desarrollado en el software Matlab versión 5.3 (toolbox image processing). Con este programa se determinó el porcentaje del área cubierta por el trazador fluorescente sobre la zoca (cubrimiento), identificando el número de píxeles para el color blanco contenidos en la imagen digitalizada, correspondiente al área

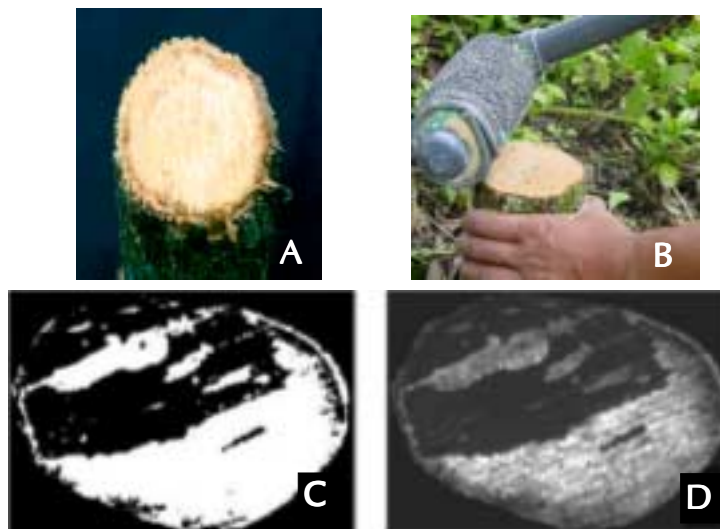


Figura 3. Determinación del cubrimiento sobre la zoca, con el Aplicador de contacto. (a) Unidad experimental. (b) Aplicación del trazador fluorescente. (c) Imagen de la superficie de la zoca tratada con el trazador. (d) Imagen de la zoca analizada.

cubierta por el trazador. Se obtuvo entonces la siguiente información:

- Área total de la superficie de corte de la zoca, expresada en cm^2 .
- Área de la zoca cubierta por el trazador fluorescente, en cm^2 .

Los mayores cubrimientos de 80,2% y 84,5% se obtuvieron con dos y tres pases horizontales, respectivamente, en comparación con las presiones verticales sobre la zoca (Tabla 1). Por ello, para las posteriores evaluaciones se seleccionaron estas dos formas de aplicación.

Tabla 1 Cubrimiento por zoca, utilizando **Aplicador de contacto** de diferentes formas.

FORMAS DE OPERACIÓN	CUBRIMIENTO (%)	
	X	C.V. %
Con un pase horizontal sobre la zoca	68,79 ab*	32,51
Con dos pases horizontales sobre la zoca	80,20 a	14,03
Con tres pases horizontales sobre la zoca	84,48 a	12,65
Con una presión vertical sobre la zoca	58,62 b	26,64
Con dos presiones verticales sobre la zoca	63,98 ab	29,29

* Promedios con letras diferentes presentan diferencias significativas, según Prueba de Tukey al 5%. X: Valor promedio. CV: Coeficiente de variación.

Evaluación biológica del aplicador en laboratorio

Utilizando segmentos frescos del tallo principal de plantas de café de la variedad Colombia de 5 años de edad se verificó la efectividad en la prevención de *C. fimbriata* del fungicida carbendazim (Derosal, 4 cc/L), usando el "aplicador de contacto", y se comparó con una aspersora de espalda convencional, marca Triunfo® 40-100-10, de Presión Previa Retenida (PPR) de 10 litros (Figura 4). Los tratamientos con el "aplicador de contacto» consistieron en dos y tres pases sobre la zoca (5a), mientras que con la aspersora se utilizaron las

Figura 4. (a) Aspersora Triunfo® 40-100-10, de PPR. (b) Boquillas TX-2 y TX-3 Spraying System Co. de cono hueco.



boquillas: TX-2 con 3 segundos de aspersión y TX-3 (Figura 4b) con tiempo de aspersión de 1 y 3 segundos ; la altura utilizada entre la boquilla y la zoca fue de 10 cm (Figura 5b). Se incluyeron también un testigo de referencia (sin fungicida) y un testigo absoluto.

Posterior a las aplicaciones se inoculó el patógeno sobre los segmentos (Figura 5c), los cuales se mantuvieron durante 15 días en condiciones de humedad en bandejas plásticas, calificando el crecimiento del hongo sobre el área tratada e inoculada (Figura 5d).

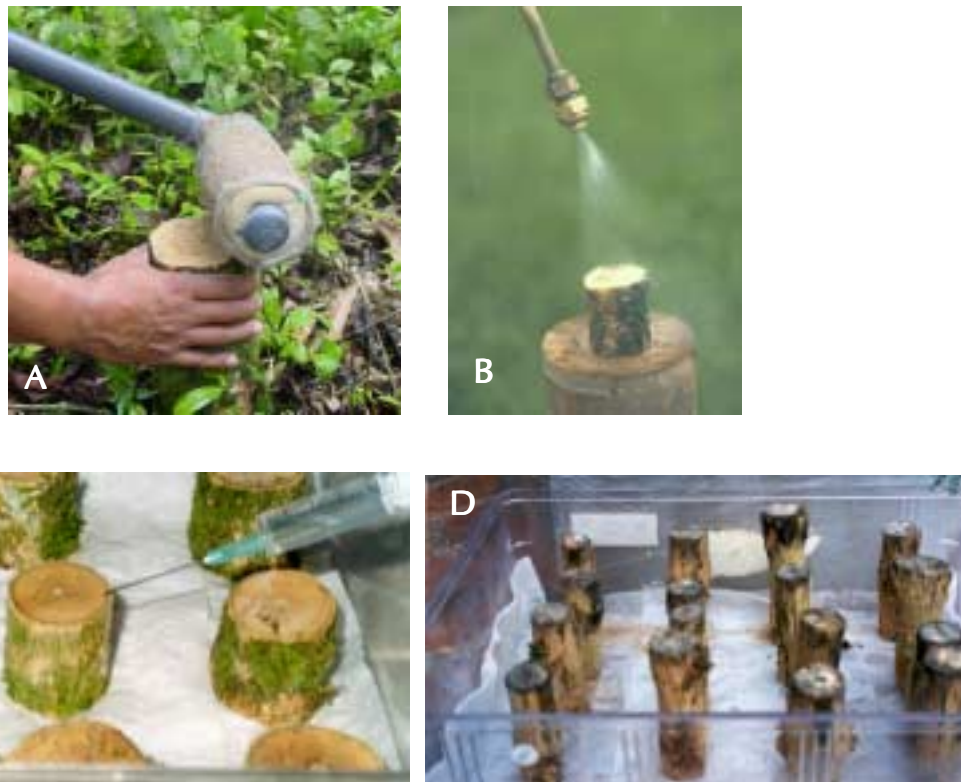


Figura 5. Evaluación biológica en laboratorio con segmentos de tallo. (a) Aplicación del fungicida con el aplicador. (b) Con la aspersora. (c) Inoculación de *C. fimbriata*. (d) Unidad experimental, nótese la infección del patógeno sobre los segmentos.

En la Tabla 2, se aprecia que el testigo de referencia tuvo un 100% de infección, en comparación con los demás tratamientos y con el testigo absoluto. No se observaron diferencias en la infección entre las formas de operación con el "aplicador de contacto" y el uso de la aspersora (boquillas TX-2 durante 3 segundos y TX-3 durante 3 segundos), mientras que con la boquilla TX-3 durante 1 segundo se obtuvo una mayor infección.

Tabla 2 Porcentaje promedio de segmentos de tallos de café infectados con *C. fimbriata* al ser tratados con carbendazim (Derosal) bajo los dos métodos de aplicación.

TRATAMIENTOS	INFECCIÓN	C.V. (%)
Aplicador: dos pases horizontales	18,8 a*	22,2
Aplicador: tres pases horizontales	12,5 a	38,5
Aspersora: boquilla TX-2, durante 3 segundos	10,4 a	76,6
Aspersora: boquilla TX-3, durante 1 segundos	27,1b	63,4
Aspersora: boquilla TX-3, con 3 segundos	6,3 a	66,7
Testigo de referencia	100 c	0
Testigo absoluto	0 a	0

* Promedios con letra no común, implica diferencias significativas, según Prueba de Tukey al 5%.

Evaluación biológica del "aplicador de contacto" en laboratorio con tres concentraciones del fungicida preventivo

Siguiendo el método antes descrito se evaluaron tres concentraciones del fungicida carbendazim (Derosal 4,0 8,0 y 12,0 cc/litro agua), realizando con el aplicador tres pases sobre la zoca. Los resultados de esta prueba, se presentan en la Tabla 3, donde con 12,0 cc/litro y un cubrimiento de aplicación del 85%, no se obtuvo infección en ninguno de los segmentos de tallo, en comparación con el testigo de referencia que mostró 100% de infección.

Tabla 3 Proporción de segmentos de tallos de café infectados por *C. fimbriata* después de tratados con tres dosis de carbendazim (Derosal), con el aplicador de contacto.

TRATAMIENTOS cc/litro DE AGUA	INFECCIÓN (%)	C.V. (%)
4,0	12,5	13,9
8,0	6,3	36,9
12,0	0	0
Testigo de referencia	100	0
Testigo absoluto	0	0

Evaluación biológica del "aplicador de contacto" en campo

Esta evaluación se realizó en la Estación Central de Naranjal (Chinchiná), en zocas de café variedad Colombia para primera renovación (Figura 6). Se realizaron

dos ensayos en dos épocas diferentes, con el fin de obtener información sobre la posible pérdida del producto aplicado por efecto de la lluvia; se evaluó el fungicida

carbendazim (Derosal® SC 80%, 4.0 y 12 cc/L). Posterior a la aplicación se inoculó el hongo y a los 15 y 30 días después de ésta, se calificó la infección, observando la presencia de

crecimiento del patógeno sobre la zoca (Figura 6d). Se incluyó un testigo absoluto y un testigo de referencia, con el cual se verificó el efecto de la inoculación artificial del hongo.

En ambos ensayos se pudo corroborar la efectividad biológica del producto mediante las dos formas de aplicación en comparación con el testigo de referencia en los cuales se obtuvo un promedio de 3,7% de zocas

sanas en los dos ensayos (Figura 7). No obstante fue evidente el efecto de la lluvia sobre la persistencia de fungicida ya que durante el primer ensayo la precipitación acumulada fue de 270 mm la cual estuvo relativamente distribuida durante los 30 días que duró el ensayo, mientras que en el segundo ensayo cayeron 120 mm, siendo de mayor intensidad durante los 10 primeros días.

Los análisis mostraron que con el uso de la aspersora, el fungicida

Derosal (4,0 cc/L) ejerce un control fungistático poco satisfactorio, debido posiblemente al efecto de la lluvia. Contrario a lo ocurrido con el aplicador de contacto, con el cual al incrementarse la concentración de Derosal a 12 cc/L, se obtuvo el mayor porcentaje de zocas sanas (más del 90%), bajo las dos condiciones ambientales evaluados, en comparación con el testigo absoluto en donde ocurrió un promedio de infección natural del 17,5%.

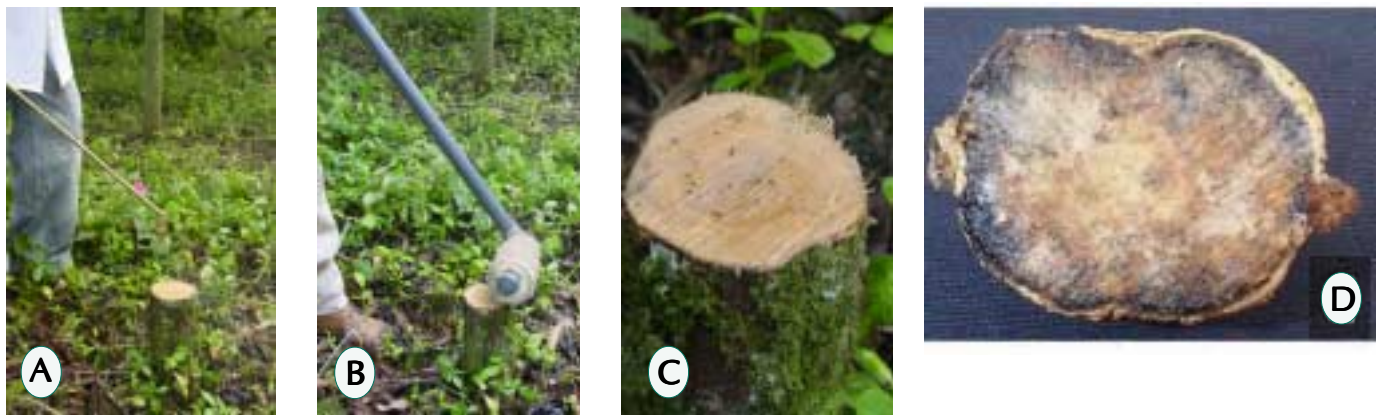


Figura 6 Evaluación biológica en campo, de dos métodos de aplicación de fungicidas. (a) Con aspersora. (b) Con aplicador. (c) Zoca tratada, libre del patógeno. (d) Crecimiento del hongo sobre una zoca no tratada.

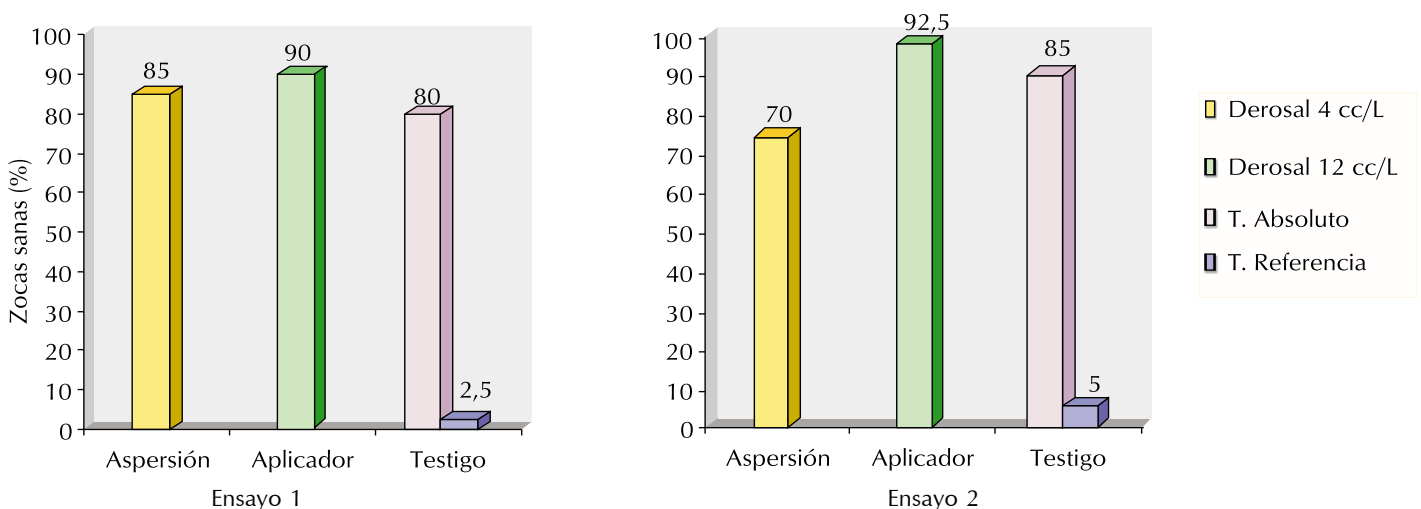


Figura 7 Porcentaje de zocas libres de *C. fimbriata* al ser tratadas con Derosal con el uso de aspersora convencional y el aplicador de contacto durante dos ensayos en condiciones de campo.

Rendimiento de los dos métodos de aplicación de fungicidas en campo

Con cada método se determinó el tiempo invertido en la aplicación y el volumen de mezcla por zoca. Se utilizaron plantas de café variedad Colombia de 6 años de edad para el segundo zoqueo. Con la aspersora de espalda, el volumen real de aplicación, centímetros cúbicos por cada zoca, se determinó recolectando el producto en un recipiente ubicado sobre cada zoca, sin incluir las pérdidas de volumen al pasar de una zoca a otra. Con el aplicador, el volumen de mezcla se determinó midiendo el volumen inicial y el volumen final del tubo alimentador, durante la aplicación. Se utilizó un grupo de 40 zocas de café,

como unidad experimental y 10 unidades experimentales por tratamiento, asignadas bajo un diseño completamente aleatorio.

Se determinó que el tiempo neto invertido en la operación con el aplicador es superior al empleado con la aspersora (Tabla 4). No obstante y teniendo en cuenta que con ésta última se requiere más tiempo en cargar la mezcla y calibrar el equipo, los resultados permiten estimar que mientras con el aplicador el rendimiento por jornal es de 11.742 zocas, con la aspersora es de 11.117 zocas, superior al registrado a nivel nacional y regional (6, 7). Con el equipo de aspersión se presentaron pérdidas en el volumen aplicado, estimadas en 1,33 cc/zoca, equivalente al 23%, debido al cierre lento de la boquilla al pasar de una zoca a otra y también por efecto de deriva, en tanto que con el

Aplicador de contacto no se presentaron pérdidas.

Sin embargo, el resultado más interesante logrado en este trabajo fue la disminución del 97% del fungicida con el uso del aplicador. Mientras con la aspersora de espalda el volumen de mezcla estimado para una hectárea con 10.000 plantas es de 58 litros, el aplicador requiere 1,7 litros. Estos resultados inciden directamente en el costo de control por hectárea, el cual se redujo en 91,2%, al utilizar el aplicador de contacto, con el cual, pese una mayor concentración del fungicida Derosal (12 cc/L), el gasto del producto comercial se estimó en 20,4 cc/ha a un costo de \$1.326/ha, (Precios año 2004 de \$65.000/litro), comparado con la aspersión, en la cual, el gasto es de 232cc de producto comercial/ha, a un costo de \$15.080/ha, utilizando una dosis del fungicida de 4 cc/L.

Tabla 4 Promedio de tiempo invertido y volumen gastado, para dos métodos de aplicación de fungicidas, en zocas individuales y el total en la unidad experimental.

MÉTODO	TIEMPO seg.	C.V. (%)	VOL/ZOCA cc	C.V.(%)	VOL TOTAL/ZOCA (cc)	C.V. (%)
Aspersora	2,04 b*	1,6	4,52 a	3,9	5,85 a	2,1
Aplicador	2,33 a	1,1	0,17 b	19,9	0,17 b	19,3

* Promedios con letra no común, implica diferencias significativas, según Prueba de Mínima diferencia significativa al 5%.

Ventajas del "aplicador de contacto"

1. Con el aplicador de contacto hay una mayor uniformidad en la aplicación del producto sobre la zoca, mientras que con la aspersora los factores como:

descarga de la boquilla (cc/L), altura entre la aspersora y la zoca (cm) y el tiempo (seg) de aplicación incide en la calidad de la operación.

2. Con el aplicador, disminuye en un 97% el volumen de mezcla por zoca y por ende disminuye

en 91% la cantidad de fungicida, en comparación con la aspersora.

3. Con el aplicador, el costo de aplicación del fungicida Derosal (12 cc/L) por hectárea de 10.000 plantas es de \$1.326, mientras con la aspersora cuesta \$15.080.

4. Con el uso del aplicador de contacto no hay pérdida de producto y por ende no hay contaminación ambiental, mientras con la aspersora ocurre una pérdida del 23%.
5. Con el aplicador, se requiere una mayor concentración del fungicida Derosal (12 cc/L), lográndose con esto un control superior al 92%, aún bajo condiciones de precipitación.

6. El aplicador de contacto es de fácil construcción y tiene un costo promedio de \$18.000.
7. El aplicador de contacto es liviano, de fácil manejo y ofrece un mayor rendimiento de zocas tratadas por jornal, en comparación con la aspersora.

Se concluye que el aplicador de contacto es una alternativa útil para proteger heridas de zocas cortadas con, motosierra, guadaña, serrucho

y segueta, mas no, cuando el corte se realiza con machete. Este pueda ser una herramienta promisorio que continuará siendo evaluada y se espera que sea adoptada por los caficultores para el manejo preventivo de la llaga macana del cafeto durante la práctica de renovación por zoqueo.

Este equipo también puede ser utilizado en la aplicación de productos biológicos como ya fue evaluado exitosamente por Castro y Rivillas (5).

Literatura Citada

1. CASTAÑO A., J.J. Patogenia y epifitología en el estudio de la llaga macana del cafeto. *Cenicafé* 4 (39):17-24. 1953.
2. CASTRO C., B.L. ; MONTOYA R., E.C. Evaluación de fungicidas para el control de *Ceratocystis fimbriata* en café. *Cenicafé* 45(4):137-153. 1994.
3. CASTRO C., B.L. ; MONTOYA R., E.C. El zoqueo de los cafetales y su relación con la infección por llaga macana. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 240: 1-8. 1997.
4. CASTRO C., B.L.; DUQUE O., H.; MONTOYA R., E.C. Pérdidas económicas ocasionadas por la llaga macana del cafeto. *Cenicafé* 54(1): 63-67. 2003.
5. CASTRO T., A.M.; RIVILLAS O., C.A. Manejo sostenible de la llaga macana en cafetales renovados por zoca. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 312: 1-8 .2003.
6. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Indicadores de rendimiento de la caficultura. *Federacafé*, Gerencia Técnica, Bogotá, 1999, 52p.
7. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Indicadores de rendimiento de la caficultura en Caldas. *Federacafé*, Comité Departamental de Cafeteros de Caldas, Unidad de Desarrollo Social, Unidad de Extensión y Producción Agrícola.1999, 52p.
8. MAPOTHER, H.F. The assessments of spray cover by means of fluorescent tracers. *Kenya Coffee* 32 (377):194-196. 1967.
9. PEREIRA, J.L. Uses of fluorescent tracer for assessment of spray efficiency *Kenya Coffee* 32 (383):461-464. 1967.
10. RIVERA P., J.H. El Selector de arvenses modificado. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 271: 1-4. 2000.

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
cenicafé@cafedecolombia.com

Edición: Héctor Fabio Ospina Ospina
Fotografía: Dina Estella Gómez D.
Bertha Lucía Castro C.
Gonzalo Hoyos Salazar
Diagramación: Olga Lucía Henao Lema