

Tecnología de aplicación de plaguicidas en el cultivo del café

Carlos Alberto Rivillas Osorio

El control de plagas y enfermedades mediante medios químicos es uno de los componentes que le permite a la agricultura moderna obtener cosechas abundantes y de buena calidad. Para su correcta aplicación es necesario tener en cuenta no solamente factores biológicos sino también, aspectos químicos, físicos, económicos y ecológicos.

La eficiencia biológica en el control químico de enfermedades de ramas, flores, frutos y hojas está determinada por la correcta selección y aplicación del agroquímico la cual se fundamenta, a su vez, en un eficiente cubrimiento de los órganos vegetales que requieren protección, utilizando la dosis adecuada del producto. Además de estos aspectos, también es fundamental la parte económica de la aplicación, es decir, el costo de la aplicación de la dosis adecuada, relacionado con la retribución económica al evitarse el daño por la enfermedad y la contaminación causada al medio ambiente.

Tecnología de aplicación

El desarrollo de tecnología para aplicar plaguicidas en un cultivo determinado comprende el conocimiento de los aspectos biológicos de las plagas, las enfermedades o las arvenses, que requieren manejo en el

Cómo Citar:

Rivillas Osorio, C. A. (2003). Tecnología de aplicación de plaguicidas en el cultivo del café. En *Enfermedades del cafeto en Colombia* (pp. 76–82). Cenicafé.
https://doi.org/10.38141/10791/0025_8

cultivo, tales como: ciclo biológico, epidemiología, localización en la planta, etc.; la definición del producto por aplicar y del momento oportuno en el ciclo de vida del organismo y, dependiendo del cultivo, los estudios técnicos de la aplicación.

En los estudios de técnicas de aplicación la selección del tamaño de gota es el principal factor que debe tenerse en cuenta, ya que afecta la cobertura o densidad de aplicación, la recuperación y deriva, la penetración en el cultivo, el ancho de faja de la aplicación y la velocidad de evaporación. Con este conocimiento es posible definir el volumen de aplicación por hectárea, seleccionar el equipo de aspersión y las boquillas, y determinar las características de la aplicación.

El tamaño de la gota es muy importante si se desea aplicar los productos químicos eficientemente con un mínimo de contaminación ambiental. En la aspersión de los plaguicidas uno de los sistemas de clasificación más utilizados se basa en el tamaño de las gotas.

Las aspersiones en aerosol buscan principalmente utilizar la deriva producida por la acción del viento y controlar los insectos voladores.

Algunos aerosoles y nebulizadores son ideales para el tratamiento del follaje con niveles de aplicación de Bajo o Ultrabajo Volumen (0-5,0L/ha; 10-50L/ha). Cuando la deriva debe ser minimizada se pueden utilizar volúmenes de aplicación de medio o alto volumen (mayores de 100L/ha).

En la tecnología de aspersión a Bajo o Ultrabajo Volumen debe emplearse la tecnología de la aplicación de gota controlada "CDA" (controlled droplet application). Ésta, no sólo enfatiza en la importancia de realizar las aplicaciones empleando el adecuado tamaño de las gotas sobre un blanco determinado, sino también la uniformidad del tamaño de las gotas que permitan usar el mínimo volumen de aplicación con una correcta dosis, de manera que se logre el control efectivo del problema objetivo de combate.

Las formulaciones de Polvos Mojables y los Concentrados Emulsificables pueden utilizarse empleando la técnica CDA. La gota constituye, por tanto, el vehículo o medio de transporte para hacer llegar la sustancia activa a su destino. Es el caso del control de la roya del café empleando el equipo de aspersión MOTAX (ver capítulo sobre la roya anaranjada del café).

El número de gotas por centímetro cuadrado o sea, la densidad de cobertura por unidad de superficie, determina el éxito biológico de la aplicación. Esto explica la importancia que debe atribuirse a la gota en lo referente a su tamaño, peso específico, susceptibilidad de evaporación, etc., como portadora de la sustancia activa. Para aplicar los diferentes agroquímicos deben obtenerse los siguientes valores:

Herbicidas: 20-30 gotas/cm²

Insecticidas: 50-70 gotas/cm²

Fungicidas: 50-70 gotas/cm²

Los estudios para desarrollar la “Tecnología de Aspersión para el Cultivo del Café”, se iniciaron en Cenicafé antes de la llegada de la roya del cafeto a Colombia y permitieron definir los parámetros técnicos para las aplicaciones de agroquímicos en el cultivo y su efectividad biológica.

Los resultados de los estudios para definir la tecnología de aspersión para café se resumen en las recomendaciones para la calibración de una aplicación.

Calibración de una aplicación

Proceso por medio del cual se determinan y relacionan los factores involucrados en el éxito biológico de una aplicación. En este sentido, existen cuatro aspectos básicos a considerar para el logro de este propósito, como son:

1. El tipo de producto.
2. El equipo de aspersión.
3. Las condiciones del cultivo.
4. El operario que realiza la aspersión.

En la actualidad existe gran cantidad de productos químicos recomendados para el control de plagas y enfermedades en los cultivos. Todos ellos tienen su forma de actuar, razón por la cual, es necesario conocer la relación hospedante-patógeno-condiciones ambientales, para establecer un buen manejo de una enfermedad. Es fundamental no solamente seleccionar el producto más apropiado sino también saberlo aplicar y hacerlo en el momento oportuno.

En relación con el segundo aspecto, hay una gama de equipos los cuales se utilizan para diferentes condiciones de cultivo, con consumos de agua y rendimientos de aplicación muy diversos de acuerdo con sus características. Esto significa que la aspersión de un cultivo puede realizarse utilizando volúmenes diferentes de aplicación y con requerimiento de un número diverso de jornales. En cuanto al uso del equipo de aspersión es necesario conocer la incidencia de los cambios de presión y el número de boquillas en el volumen de aplicación. Un mismo equipo puede producir descargas (litros/min) diferentes, si alguno de los factores antes enunciados se modifica.

Conociendo entonces las características del equipo se puede seleccionar el sistema de aspersión más adecuado para no incurrir en volúmenes excesivos de la mezcla fungicida en la plantación, o subutilizar el equipo.

El tercer aspecto, considera que la selección del equipo está íntimamente ligada a las condiciones del cultivo (edad, densidad de siembra, extensión y pendiente de terreno, etc.), pues de lo contrario, se efectuaría una aspersión que resulta defectuosa por exceso o carencia de producto en la plantación, o debido a los bajos rendimientos de aplicación. La aspersión no se realiza a la misma velocidad cuando la topografía del terreno es variada, como tampoco cuando la edad de la plantación es diferente o las densidades de siembra son altas o bajas.

El cuarto aspecto se refiere al hecho de que cualquier trabajador está en condiciones de

realizar una aspersión, siempre y cuando haya recibido entrenamiento sobre la manera adecuada de efectuarla. La velocidad de aplicación, la forma de asperjar la plantación, la distancia entre las boquillas y el árbol, etc., son aspectos técnicos sobre los cuales deben tomarse decisiones en el mismo sitio que se va a asperjar y con la persona encargada para ello.

Bases para una correcta aplicación de fungicidas.

A continuación se presentan las bases de una calibración para la aplicación de fungicidas en café, específicamente para el manejo de enfermedades foliares como la roya del café.

PRIMER PASO:

Fungicidas y dosis.

La selección del tipo de fungicida se trata en el artículo "Control Químico de Enfermedades"

Una de las dificultades que ocurren en la recomendación de aplicación de fungicidas, consiste en que las cantidades del producto no se ciñen a la edad de la plantación ni a la población de cafetos por hectárea. Esto significa que una recomendación de 3kg de producto comercial/ha se puede aplicar indistintamente en una plantación de 1 ó 6 años y en una población de 2.000 ó 10.000 cafetos/ha. Para obviar este problema, en Cenicafé se realizaron trabajos de investigación que permitieron definir la cantidad de ingrediente activo del fungicida protector oxiclóruo de cobre, polvo mojable,

por unidad de área foliar. Con esa base, para el manejo de la roya del café se recomienda la aplicación de 30mg de Cu^{++} por metro cuadrado de área foliar, llevándolo a producto comercial del 50%. Igual criterio debe aplicarse con los fungicidas sistémicos; por tanto, estos fungicidas deben aplicarse en diferentes volúmenes y en diferentes concentraciones pero garantizando en todos los casos una buena distribución del producto en todo el follaje de la planta.

SEGUNDO PASO:

Determinación del volumen de aplicación.

Al igual que en el caso del fungicida del ejemplo, la determinación del volumen de aplicación no obedece a criterios precisos lo cual induce a utilizar, en la mayoría de los casos, altos volúmenes de mezclas fungicidas por hectárea. De esta forma no sólo se incurre en una deficiente aplicación por el excesivo cubrimiento y muchas veces, "chorreo", sino también por el elevado costo de la misma. En la actualidad, para plantaciones de café tecnificadas que utilizan el equipo boquillas de baja descarga (hasta 315ml/min) y reguladores de presión. Se recomiendan cuatro volúmenes de mezcla fungicida por café (Tabla 4).

Con estos volúmenes se garantiza una buena distribución y penetración del fungicida en el árbol, lográndose de esta manera en las diferentes posiciones un cubrimiento mínimo de 50 gotas/cm². Para el cumplimiento de estos propósitos, se requiere definir la presión de salida del producto y el tipo de boquilla que va a

Tabla 4. Volúmenes de mezcla fungicida por caféto, según la edad de la plantación

Plantaciones menores de 1 año	15 ml /caféto
Plantaciones de 1 a 2 años	25 ml/caféto
Plantaciones mayores de 2 años (tecnificado)	50 ml/caféto
Plantaciones mayores de 2 años (tradicional)	75 ml/caféto

emplearse para determinar el sistema y el tiempo de aspersión por caféto. Presiones altas conllevan a realizar aplicaciones por encima de la copa de los árboles para aprovechar el caudal del equipo, y el uso de boquillas de alta descarga obliga a efectuar la aspersión en forma muy rápida, lo cual es a veces difícil por la topografía del terreno, lo cual termina por dejar el árbol bañado en lugar de asperjado.

TERCER PASO:

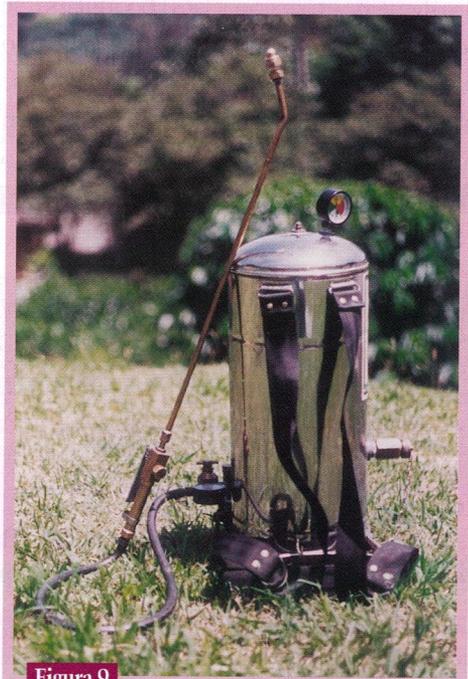
Selección del equipo.

Este aspecto incluye la selección del sistema de aspersión, la presión de trabajo y el tipo de boquilla.

Dentro de la clasificación de los equipos de espalda manuales existen varias alternativas de uso cuyos principios de funcionamiento facilitan el cumplimiento de los numerales anteriores. En un equipo de palanca (presión hidráulica) (Figura 8), el flujo de la boquilla no es estable sino que depende de las veces el operario acciona la palanca; es decir, que se trabaja a diferentes presiones. En los equipos de presión neumática (Figura 9), este flujo tampoco es igual, ya que es alto al comienzo de la aplicación pero va disminuyendo en la medida en que el tanque que contiene el (los) agroquímico

**Figura 8**

Equipo de presión hidráulica Royal Condor.

**Figura 9**

Equipo de presión previa retenida Triunfo 40-100-10.

(s) se va desocupando. En los equipos de presión previa retenida (PPR), se regula la presión de salida del producto y se obtiene precisión en los tiempos de aspersión por café. Con estos equipos la presión de salida del producto debe ser a 40PSI, empleando el sistema de aspersión dirigido (árbol*árbol) y utilizando boquillas de cono hueco con rangos de flujo entre 190 y 315 ml/minuto. Con los equipos semi-estacionarios motorizados (Figura 10), la presión recomendada está entre 220 y 200 PSI y el sistema de aspersión por café no es dirigido, es decir, que se asperja por encima de la copa de los árboles.

CUARTO PASO:

Velocidad de aplicación.

Una vez determinada la presión de trabajo, el sistema de aspersión y la(s) boquilla(s), se define en el lote que se va a asperjar el tiempo de aspersión por café. Si se supone que se va a utilizar un equipo de PPR con un boquilla HC-3 que tiene flujo promedio de 200ml/min a 40 PSI, y que la plantación

por asperjar corresponde a árboles de café, variedad Caturra en producción, se obtiene el tiempo de aspersión así:

$$\text{N}^{\circ} \text{ de cafetos asperjados/min.} = \frac{\text{Flujo de la boquilla/min.}}{\text{Mezcla fungicida/cafeto}}$$

$$\text{N}^{\circ} \text{ de cafetos asperjados/min.} = \frac{200 \text{ ml/min}}{50 \text{ ml/min.}} = 4 \text{ cafetos asperjados/min.}$$

En este caso, el tiempo de aspersión por café será de 15 segundos. Si el sistema de aspersión es dirigido, cubriendo medias caras, la aplicación durará 7,5 segundos.

Para el caso de esta misma plantación y el mismo equipo, utilizando el aguilón vertical con 4 boquillas HC-3; el tiempo de aspersión por café se calcula así:

$$\frac{800 \text{ ml/min.}}{50 \text{ ml/2 medias caras}} = 32 \text{ medias caras asperjadas en 1min. (16 cafetos)}$$

$$\begin{array}{r} \text{En 60 segundos se asperjan} \\ X \end{array} \quad \begin{array}{r} 16 \text{ cafetos} \\ 1 \text{ cafeto} \end{array}$$

$$X = \frac{60 \text{ segundos}}{16 \text{ cafetos}} = 3,75 \text{ seg/2 medias caras}$$

En el primer ejemplo se puede cumplir el tiempo de aspersión por café, aún en pendiente fuerte; pero debe tenerse cuidado de no incurrir en excesivos volúmenes de aplicación por utilizar el aguilón en condiciones inapropiadas de topografía.

Con un equipo semiestacionario motorizado los cálculos son los siguientes:

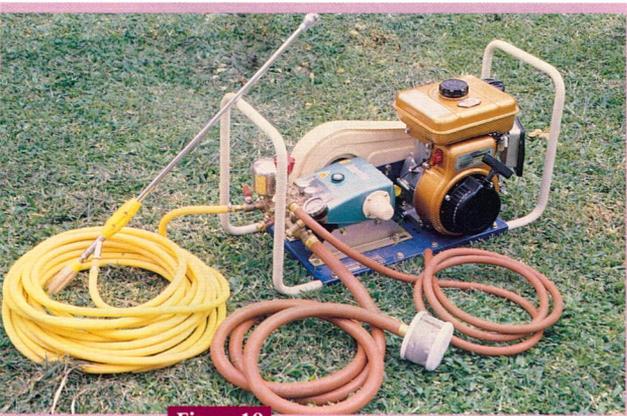


Figura 10
Equipo semiestacionario Arimitsu

$$\frac{2.200 \text{ ml}}{100 \text{ ml}/2 \text{ cafetos}} = 44 \text{ cafetos asperjados en 1 min.}$$

$$\begin{array}{l} \text{En 60 segundos se asperjan} \\ X \end{array} \quad \begin{array}{l} 44 \text{ cafetos} \\ 2 \text{ cafetos} \end{array}$$

$$X = \frac{120}{44} = 2,73 \text{ seg/pasada, para asperjar 2 cafetos}$$

QUINTO PASO:

Dosificación del producto (gramos ó ml/litro)

Considerando los dos primeros pasos se calculan las cantidades del producto y de agua para una población de cafetos/ha. Para ello se han determinado tres valores de área foliar por cafeto (m²; dependiendo de la edad de la plantación) (Tabla 5):

Tabla 5. Área foliar por cafetos según la edad del cultivo del café

Edad del cultivo (años)	Area foliar (m ²)
Menor de 1 año	1,1
De 1 a 2 años	4,2
Mayores de 2 años (tecnificado)	10,0
Mayor de 2 años (tradicional)	15,0

Ejemplo: Cantidad de oxiclورو de cobre 50% P.M. y volumen de aplicación para 5.000 cafetos/hectáreas en producción, asperjados con un equipo de PPR:

a. Fungicida:

$$\begin{aligned} 30 \text{ mg de Cu/m}^2 \text{ de área foliar (A.F)} \\ 30 \times 2 &= 60 \text{ mg de Oxiclورو de Cobre 50\%} \\ &\text{P.M/m}^2 \text{ A.F} \\ 60 \times 10 &= 600 \text{ mg de Oxiclورو de Cobre 50\%} \\ &\text{P.M/cafeto} \\ 600 \times 5.000 &= 3,0 \text{ de Oxiclورو de Cobre 50\%} \\ &\text{P.M para 5.000 cafetos} \end{aligned}$$

b. Volumen de aplicación: 50 ml/cafeto

$$50 \times 5.000 = 250 \text{ litros de agua para asperjar 5.000 cafetos}$$

Como la aspersora utilizada para la aplicación es de 10 litros de capacidad y va a realizarse la aspersión con una boquilla HC-3 para el cálculo de concentración, se procede así:

$$\frac{10.000 \text{ ml}}{50 \text{ ml}} = 200 \text{ cafetos/bomba}$$

$$200 \times 600 \text{ mg} = 120 \text{ gramos/bomba (10g/L)}$$

$$\begin{array}{l} \text{o también: 3,0 kg en} \\ X \end{array} \quad \begin{array}{l} 250 \text{ litros} \\ 10 \text{ litros} \end{array}$$

$$X = \frac{3,0 \times 10}{250} = 0,12 \text{ kg /10 litros}$$

Las concentraciones para los cafetos en los cuatro rangos de edad estudiados (Tabla 6), son las siguientes:

Tabla 6. Concentración del fungicida oxiclورو de cobre para el control de la roya del cafeto, por árbol y según la edad de la plantación

Edad del cultivo (años)	Concentración (g/L)
Menor de 1	4,4
De 1 a 2	10,0
Mayores de 2 (tecnificado)	12,0
Mayores de 2 (tradicional)	12,0

Se deduce de lo anterior que aplicando un volumen similar de mezcla fungicida por cafeto la concentración con cualquier equipo es la misma, obteniéndose solamente diferencias en los volúmenes de aplicación de acuerdo con la población de cafetos por hectárea. Si el volumen de aplicación por cafeto no es el mismo las concentraciones también van a ser diferentes.

Si ese mismo lote de 5.000 cafetos en producción se asperja con un equipo de palanca con boquilla de flujo promedio de 450 ml/min, los cálculos se harían así:

Oxícloruro de Cobre 50% P.M = 600 mg por caféto = 3,0 kg de PC/ha (5.000 cafetos)

Se asperjan 20 cafetos y se mide el tiempo empleado para ello. Suponiendo que el tiempo de aspersión de esos 20 cafetos fue de 5 minutos, entonces:

$$\begin{array}{ccc} 20 \text{ cafetos se asperjan en} & 300 \text{ segundos} & \\ 1 & X & \\ X = 15 \text{ segundos/caféto} & & \end{array}$$

Conociendo aproximadamente el flujo de la boquilla de acuerdo al ritmo de

“palancazos” en el equipo, se determina el volumen de aplicación por caféto, así:

$$450 \text{ ml/minuto} \times 5 \text{ min.} = 2.250 \text{ ml/5'}$$

$$\begin{array}{ccc} \text{Si } 2.250 \text{ ml es el flujo en } 300 \text{ seg} & & \\ X & & 15 \text{ seg} \end{array}$$

$$X = 112,50 \text{ ml/caféto}$$

El volumen de aplicación aproximado para los 5.000 cafetos es:

$$112,50 \times 5.000 = 562,5 \text{ litros}$$

Si el equipo tiene una capacidad de 16 litros, la concentración del producto para ese volumen será:

$$\frac{16.000 \text{ ml}}{112,50 \text{ ml}} = 142,2 \text{ cafetos/bomba de 16 litros}$$

$$142,2 \times 600 \text{ mg} = 85,3 \text{ g/16 litros (5,3 g/L)}$$

Referencias

- FLÓREZ M., E.; ASTON, R.P.; RIVILLAS O., C.A.; LEGUIZAMÓN C., J.E. Pruebas de cubrimiento en frutos de la variedad Caturra con diferentes equipos y sistemas de aspersión. *In*: Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, 19 Manizales (Colombia) 1992 Memorias P105.
- FUENTES, C.; ROMAN, A. L. Los surfactantes: Clases, propiedades y uso con herbicidas. Cali, CIAT, 1980. 48 p.
- GILES, D. K.; DELWICHE, M. J.; DODD, R. B. Spatial distribution of spray deposition from an air - carrier sprayer. *American Society of Agricultural Engineers* 23 (3): 807- 811. 1989.
- GRISALES, F.; JARAMILLO R., A. Influencia del ambiente atmosférico en la aplicación de agroquímicos. Chinchiná, Cenicafé, 1991. 11 p.
- HILLER, M. Aplicaciones técnicas. Principios y fundamentos. Bogotá, Novartis de Colombia S.A., 1988. 177 p.
- LEGUIZAMÓN C., J.E. Cómo calibrar una aspersora. *In*: Taller sobre Tecnología en Aplicación de Fungicidas. Chinchiná, Abril 12-13, 1984. Chinchiná, Cenicafé, 1984.
- MATTHEWS, G.A. Pesticide application methods. 3. ed. Sunninghill- Ascot Berkshire (U.K.) Imperial College, Field Station Silwood Park, 1985. 336 p.
- RIVILLAS O., C.A. Calibración de una aplicación. *In*: Tecnología del cultivo del café. 2. ed. Chinchiná, Cenicafé, 1988. p. 211-216.
- RIVILLAS, O., C.A.; VILLALBA, D. Boquillas para la aspersión de cafetales. *In*: Tecnología del cultivo del café. 2. ed. Chinchiná, Cenicafé, 1988. p. 223 - 225.
- VILLALBA, D.; RIVILLAS, O., C.A. Equipos de aspersión recomendados para el control de la Roya del caféto. *In*: Tecnología del cultivo del café. 2. ed. Chinchiná, Cenicafé, 1988. p. 217 - 222.