

Calibración de una aplicación

Carlos A. Rivillas-Osorio *
Diógenes A. Villalba-Gault **

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

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

En la actualidad, existen 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 hospedero-patógeno-condiciones ambientales para obtener buenos controles. Es fundamental, no solo seleccionar el producto más apropiado sino también saberlo aplicar y en el momento oportuno.

Con relación al segundo aspecto, hay una gama de equipos, los cuales se utilizan para diferentes condiciones de cultivo y con consumos de agua muy diversos de acuerdo a sus características. Esto significa que la aspersión de un cultivo se puede realizar utilizando volúmenes de aplicación diferentes y requiriendo para ello, de un número diverso de jornales. En el uso del equipo de aspersión es necesario conocer la incidencia que se presenta en el volumen de aplicación, cuando se cambia la presión de trabajo y finalmente, cuando se cambia o aumenta el número de boquillas. Un mismo equipo puede dar descargas (litros/min.) diferentes, si alguno de los factores antes enunciados se modifica. Conociendo entonces las características del equipo, se puede escoger el sistema de aspersión más adecuado para no incurrir en cantidades excesivas de la mezcla fungicida en la plantación, o a subutilizar el equipo obteniendo de ello daños en éste o pérdidas económicas.

El tercer aspecto, indica que la escogencia del equipo está íntimamente ligada a las condiciones del cultivo (edad, densidad de siembra, extensión y pendiente del terreno, etc.), pues de lo contrario, se efectúa una aspersión que resulta defectuosa por exceso o carencia de producto en la plantación o por 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 amplias.

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 separación de las boquillas con el árbol, etc. son aspectos técnicos sobre los cuales se debe decidir en el mismo sitio donde se va a asperjar y con la persona encargada de ello.

A continuación, se dan las bases de una calibración para la aplicación de fungicidas en café, concretamente para el control de la roya:

* Asistente Administración Rural, Centro Nacional de Investigaciones de Café -CENICAFE, Chinchiná, Caldas, Colombia.

** Asistente Sección de Fitopatología, Centro Nacional de Investigaciones de Café -CENICAFE, Chinchiná, Caldas, Colombia.

PRIMER PASO: Selección del fungicida.

Uno de los inconvenientes que se presentaba en la recomendación del fungicida, consistía en que las cantidades del producto no se ceñían ni a la edad de la plantación ni a la población de cafetos por hectárea. Esto significaba, que una recomendación de 4 kg de producto comercial/ha se aplicaba indistintamente en una plantación de 1 ó 6 años y en una población de 2.000 ó 10.000 cafetos/ha. Luego de varios pasos intermedios, se adoptó un método sencillo y efectivo para determinar las cantidades del fungicida protectante que actualmente se utiliza con base en las consideraciones anteriores. El oxiclورو de cobre es el fungicida recomendado, tomando como base 25 mg de Cu^{++} por m^2 de área foliar, llevándolo a producto comercial del 50%, formulado como polvo mojable. Por tanto, el fungicida debe aplicarse en diferentes volúmenes de aplicación y por ende a diferentes concentraciones pero garantizando en todos los casos una buena distribución del producto en toda la plantación.

SEGUNDO PASO: Determinación del volumen de aplicación:

Al igual que en el caso del fungicida, la recomendación del volumen de aplicación no obedecía a criterios precisos, lo cual llevaba a utilizar, en la mayoría de los casos, altos consumos de mezcla fungicida por hectárea. De esta forma, no solo se incurre en una deficiente aplicación por el excesivo cubrimiento y muchas veces "chorro", sino también por el elevado costo de la misma. En la actualidad, para plantaciones de café tecnificadas y utilizando en el equipo boquillas de baja descarga (hasta 315 cc/min.) y reguladores de presión, se recomiendan cuatro volúmenes de mezcla fungicida por cafeto, así:

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

Con estos volúmenes se garantiza una buena distribución y penetración del fungicida en el árbol, logrando de esta manera en las diferentes posiciones un cubrimiento mínimo de 50 gotas/ cm^2 . Para el cumplimiento de estos propósitos, se requiere definir la presión de salida del producto y el tipo de boquilla que se va a emplear para determinar el sistema y el tiempo de aspersión por cafeto. Altas presiones con llevan a efectuar aplicaciones por encima de la copa de los árboles y boquillas de altas descargas, obligan a efectuar la aspersión en forma muy rápida, lo cual a veces es difícil por la topografía del terreno dejando el árbol bañado en lugar de asperjado.

TERCER PASO: Selección del equipo.

Este aspecto incluye: Selección del sistema de aspersión, presión de trabajo y tipo de boquilla.

Dentro de la clasificación de los equipos de espalda manuales, existen varias alternativas de uso, cuyos principios de funcionamiento permiten el logro o no de los numerales anteriores. En un equipo de palanca (presión hidráulica) el flujo que sale por la boquilla no es estable, sino que está ligado a los palancazos que le dá el operario, es decir, que se trabaja a diferentes presiones. En los equipos de presión neumática este flujo tampoco es igual, ya que es alto al comienzo de la aplicación pero va disminuyendo en la medida que el tanque de agroquímicos se va desocupando. En los equipos de presión retenida, se regula la presión de salida del producto, y se obtiene mayor precisión en los tiempos de aspersión por cafeto. Con estos equipos, la presión de salida del producto debe ser a 40 PSI, empleando el sistema de aspersión dirigido (árbol x árbol) y utilizando boquillas de cono hueco con rangos de flujo entre 190 y 315 cc/minuto.

Con los equipos semiestacionarios motorizados, la presión recomendada está entre 220 y 200 PSI y el sistema de aspersión por cafeto no es dirigido, es decir que se asperja por encima de la copa de los árboles.

CUARTO PASO: Velocidad de aplicación.

Habiendo determinado la presión de trabajo, el sistema de aspersión y la (s) boquilla (s), se define en el lote el tiempo de aspersión por cafeto. Supongamos que se va a utilizar un equipo de PPR con una boquilla HC-3 que tiene un flujo promedio de 200 cc/min. a 40 PSI, y que la plantación por asperjar corresponde a árboles de café variedad Caturra en producción, luego:

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

$$\text{N}^\circ \text{ de cafetos que se asperjan/min.} = \frac{200 \text{ cc/min.}}{50 \text{ cc/cafeto}} = 4 \text{ cafetos asperjados/min.}$$

En 50 segundos se asperjan 4 CAFETOS

$$X = \frac{4 \text{ cafetos}}{50 \text{ segundos}} = 1 \text{ cafeto}$$

En este caso, el tiempo de aspersión por cafeto 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 equipo, utilizando el aguilón vertical con 4 boquillas HC-3, el tiempo de aspersión por cafeto se calcula así:

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

En 60 segundos se asperjan 16 cafetos

$$X = \frac{16 \text{ cafetos}}{60 \text{ segundos}} = 1 \text{ cafeto}$$

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

En el primer ejemplo se puede cumplir el tiempo de aspersión por cafeto, aún en pendiente fuerte; en cambio 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 serían así:

5 boquillas HC-3, flujo a 200 PSI = 2.200 cc/cafeto

$$\frac{2.200 \text{ c.c.}}{100 \text{ cc/2 cafetos}} = 44 \text{ cafetos asperjados en 1 minuto}$$

En 60 segundos se asperjan 44 cafetos

$$X = \frac{44 \text{ cafetos}}{60 \text{ segundos}} = 2 \text{ cafetos}$$

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

QUINTO PASO: Dosificación del producto (gramos/litro)

Considerando los dos primeros pasos, se calculan las cantidades de producto y agua para una población de cafetos/ha. Para ello, se han determinado tres valores de área foliar por cafeto (M^2 , dependiendo de la edad de la plantación, así:

Edad del cultivo (años)	Area foliar (M^2)
Menor de 1 año	1,1
De 1 a 2 años	4,2
Mayor 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/hectárea en producción, asperjados con un equipo de P.P.R.:

- a) Fungicida: 25 mg de Cu^{++} /m² de área foliar (A.F.)
25 x 2 = 50 mg de oxiclورو de cobre 50% P.M./m² A.F.
50 x 10 = 500 mg de oxiclورو de cobre 50% P.M./cafeto
500 x 5.000 = 2,5 kg. de oxiclورو de cobre 50% P.M. para 5.000 cafetos

- b) Volumen de aplicación: 50 cc/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 asperjar con una boquilla HC-3 para el cálculo de concentración, se procede así:

$$\frac{10.000 \text{ cc}}{50 \text{ cc}} = 200 \text{ cafetos/bombaba}$$

$$200 \times 500 \text{ mg} = 100 \text{ gramos/bombada (10 g/1)}$$

$$\begin{array}{l} \text{o también: } 2,5 \text{ kg en } 250 \text{ litros} \\ \quad \quad \quad \times \quad \quad 10 \text{ litros} \end{array}$$

$$X = \frac{2,5 \times 10}{250} = 0,10 \text{ kg/10 litros}$$

Las concentraciones para los cafetos en los cuatro rangos de edad estudiados, serían las siguientes:

Edad de la plantación (años)	Concentración (g/1)
Menor de 1	3,7
De 1 a 2	8,4
Mayor de 2 (tecnificado)	10
Mayor de 2 (tradicional)	10

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 cc/min., los cálculos serían así:

Oxicloruro de cobre 50% P.M. = 500 mg por cafeto = 2,5 kg de P.C./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:

$$\begin{array}{l} 20 \text{ cafetos se asperjan en } 300 \text{ segundos} \\ 1 \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad X \text{ segundos} \end{array}$$

$$X = 15 \text{ segundos/cafeto}$$

Conocido aproximadamente el flujo de la boquilla de acuerdo al ritmo de palancazos en el equipo, determinamos el volumen de aplicación por cafeto, así:

$$450 \text{ cc/minuto} \times 5' = 2.250 \text{ cc}/5'$$

$$\begin{array}{l} \text{Si } 2.250 \text{ cc es el flujo en } 300 \text{ seg.} \\ X \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad 15 \text{ seg.} \end{array} \quad X = 112,50 \text{ cc/cafeto}$$

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:

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

$$142,2 \times 500 \text{ mg} = 71,10 \text{ g}/16 \text{ litros (4,5 g/1)}$$

TABLA 1. Diferentes concentraciones de oxiclورو de cobre 50% P.M. según la edad y características del cultivo.

Cultivo		Area Foliar (m ²)	Volumen mezcla fung. (cc/cafeto)	Oxicloruro de Cobre (Gms./litro)
Edad (años)	Condición			
Menor de 1	tecnificado	1,1	10	5.5
			15*	3.7
De 1 a 2	tecnificado	4,2	20	10.5
			25*	8.4
			30	7.0
			35	6.0
			40	5.3
			45	4.7
Mayor de 2	tecnificado	10	50*	10
			55	9
			60	8.3
			65	7.7
			70	7.1
			75	6.7
			80	6.2
Mayor de 2	tradicional	15	50	15
			55	13.7
			60	12.5
			65	11.5
			70	10.7
			75*	10
		80	9.4R	

* Mezcla fungicida más apropiada por cafeto.

BIBLIOGRAFIA

1. CRITERIOS TECNICOS sobre control químico de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk. y Br.) en Colombia. Cenicafé (Colombia) s.f. 28 p. (Mimeografiado).
2. LEGUIZAMON C., J.; SIERRA S., C.A. y CADENA G., G. Recomendaciones para el control químico de la roya del cafeto. Chinchiná (Colombia). Centro Nacional de Investigaciones de Café. 1979. pp: 1-4
3. RIVILLAS O., C.A. Estudio económico y técnico de aspersiones fitosanitarias en cafetales comerciales. Manizales, Universidad de Caldas, Facultad de Agronomía. 1977. 225 p.
4. VALENCIA A., G. Relación entre el índice de área foliar y la productividad del cafeto. Cenicafé (Colombia) 24(2): 79-89. 1973.