

TECNICAS DE APLICACION DE PLAGUICIDAS
EN EL CULTIVO DEL CAFETO

Diógenes A. Villalba Gault*

Introducción

* Se considera que el 80 % del éxito de un buen control radica en una aspersión bien hecha y eficientemente aplicada.

El control de plagas y enfermedades es uno de los factores que le permiten a la agricultura moderna obtener cosechas abundantes y de buena calidad. Este aspecto no solamente comprende factores biológicos, sino también, aspectos químicos, físicos, económicos y ecológicos.

El conjunto de aspectos físicos y químicos bajo condiciones óptimas, es decir la calidad del producto y su correcta aplicación, determinan la eficiencia biológica de un producto fitosanitario y por lo tanto su rentabilidad.

En esto radica la importancia de la "técnica de aplicación" y su contribución en la obtención de buenos resultados, biológicos y económicamente satisfactorios.

La necesidad cada vez mayor del control de plagas, enfermedades y malezas, como factor de importancia en la producción agrícola, su progreso y evolución en los últimos años, ha originado el desarrollo de nuevos equipos y métodos de aplicación.

Es por esta razón, que la utilidad de un plaguicida depende en gran parte de su correcta aplicación y esto es determinado por las propiedades de los mismos, la naturaleza de las plagas, enfermedades o malezas y el punto en el cual la aplicación ha de realizarse.

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

1. PRINCIPIOS BASICOS SOBRE TECNICAS DE APLICACION

1.1 Propiedades físicas de las gotas

El fin de todos los métodos y sistemas de aplicación es la distribución uniforme, en cantidades necesarias del ingrediente activo sobre el objetivo (planta, suelo, hongo, insecto).

La sustancia activa necesaria por unidad de superficie en la mayoría de los casos es mínima, fluctuando entre pocos, hasta algunos miles de gramos por hectárea.

Técnica y prácticamente es imposible lograr una distribución uniforme y óptima en cantidades tan pequeñas, lo que obliga a recurrir a agentes o medios de dilución (diluyentes). El diluyente más usado en aplicaciones de productos fitosanitarios es el agua y para algunos casos específicos aceites agrícolas.

La gota constituye, por lo tanto, el vehículo o medio de transporte para hacer llegar la sustancia activa a su destino.

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 se debe atribuir a la gota en lo referente a su tamaño, peso específico, susceptibilidad de evaporación etc., como portador de la sustancia activa.

1.2 Medidas y criterios para la clasificación de gotas

1.2.1 Medidas y fórmulas

Dado el tamaño reducido de las gotas, la unidad de medida para el diámetro de las mismas lo constituye el Micron, que es igual a 0.001 mm.

El volumen de la gota se calcula según la siguiente fórmula :

$$V = 4/3 \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi R^3$$

De acuerdo a esta fórmula se pueden obtener, relacionando tamaño de la gota con cobertura y volumen aplicado, parámetros teóricos que constituyen la base para los cálculos en la aplicación de productos líquidos.

Como se mencionó anteriormente, el resultado de un tratamiento depende en alto grado de la cobertura o sea el número de gotas por centímetro cuadrado, obtenido en la aplicación. Esto se explica por la relación existente entre el número de gotas y cantidad de la sustancia activa necesaria por unidad de superficie, para producir el efecto deseado.

Por esta razón la cobertura (No. de gotas/cm²) y la concentración de la mezcla, representan los factores de mayor importancia debiéndose ajustar según este criterio, el tamaño de la gota y el volumen necesario de acuerdo al método o sistema de aplicación.

Conforme a la fórmula del volumen esférico cada variación en el volumen de la gota X veces, requiere una variación del diámetro de la misma gota igual a

$$\sqrt[3]{X \text{ veces}}$$

1.2.2 Diámetro medio volumétrico (VMD)

La propiedad fundamental de una aspersión es la gota y de ésta su diámetro. El diámetro medio volumétrico o VMD se puede definir así :

Es el diámetro de la gota tal, que la mitad del volumen del líquido aplicado está constituido por gotas de diámetro superior a ella y la otra mitad por gotas de diámetros inferiores a ella ; en otras palabras : es aquel tamaño de gotas en un espectro que divide el volumen en dos mitades iguales.

Es importante saber que entre menor sea el tamaño de las gotas, mayor cantidad de ellas se depositan por unidad de superficie y menor la cantidad de insecticida aplicado.

Ejemplo : Si consideramos un cubo de 600 micras como representante de la pulverización a alto volumen para el consumo de 400 lt/Ha y lo dividimos en cubos menores de 300 micras, veremos que hay una disminución de 8 veces el volumen de líquido consumido.

VMD : 600 micras

VMD : 300 micras

Vol : 400 lt/Ha

Vol : 400/8 = 50 lt/Ha

Con base en esta propiedad es como se ha podido hacer aplicaciones con bajo y ultra bajo volumen, ya que en pruebas realizadas se ha podido comprobar un mayor número de gotas por unidad de superficie en aspersiones de bajo volumen, obteniéndose como resultado que con aspersiones de bajo volumen se le puede dar mayor rendimiento al equipo que se va a utilizar, lo que representa una gran economía de agua y menos tiempo de aplicación.

Como una gota de 300 micras equivale a 2/6 gotas de 50 micras ; se puede deducir que estas gotitas de 50 micras cubren un área considerablemente más grande que una sola gota de 300 micras.

La mayoría de las esporas de los hongos una vez que germinan son altamente sensibles a trazas de fungicidas ; la roya del cafeto

Hemileia vastatrix es un ejemplo característico, sus uredosporas una vez germinan, en condiciones de laboratorio, no resisten el agua que haya sido destilada en un alambique de cobre.

Cuando se aplica una suspensión de fungicida cúprico al 5 % con una aspersora motorizada, produciendo partículas de 200 micras de diámetro, se tiene una gota 1.000 veces mayor que la espora de la roya que tiene 20 micras de diámetro. El 5 % del producto contenido en esta gota es equivalente a 50 veces el volumen de la uredospora.

Este es un ejemplo claro de la necesidad de conocer profundamente las técnicas de aplicación de plaguicidas para no enterrar plagas en montañas de cobre.

TABLA 1. Clasificación de la gota según su tamaño.

Tamaño de la gota. Micras	Comparado con	Clasificación
1000	Lluvia moderada	Pulverización
800	Lluvia ligera	
500	Lluvia fina	
200	Llovizna (garúa)	Atomización
100	Neblina	Nebulización
30	Nube	
15	Aerosol	

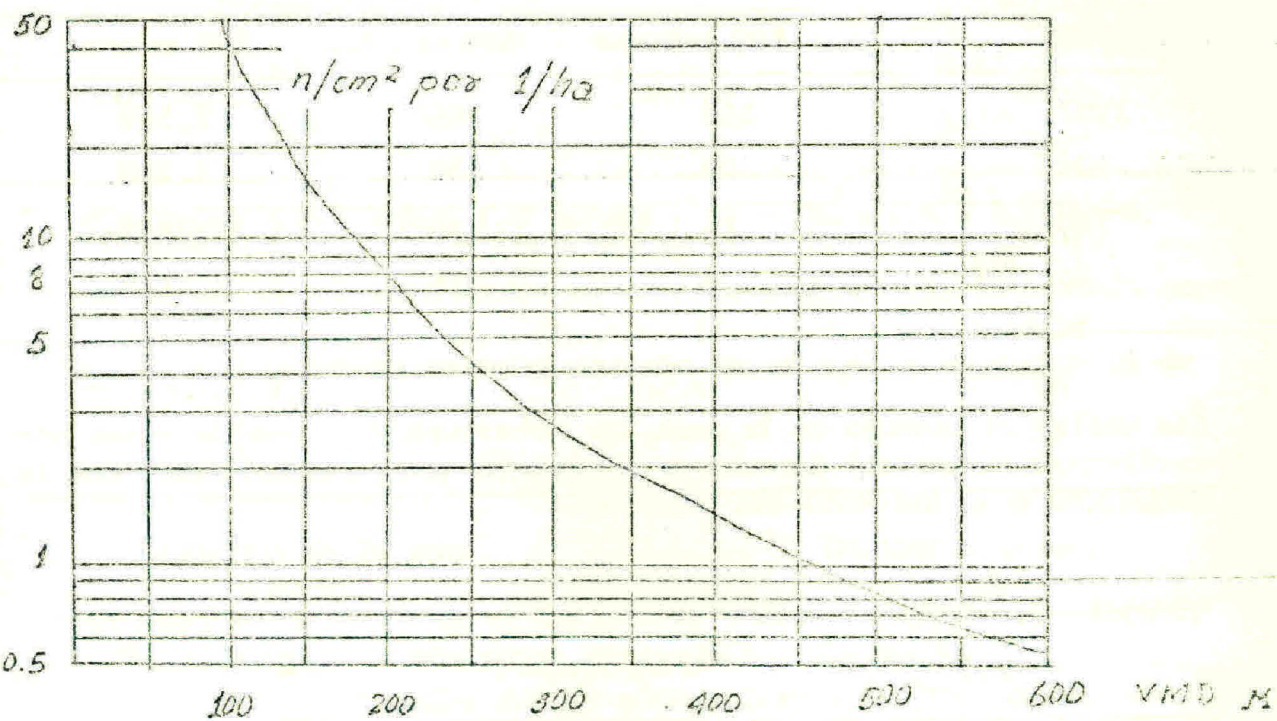
2. CARACTERÍSTICAS DE UNA APLICACION

El tamaño de la gota (VMD) afecta :

- Densidad de la deposición
- Recuperación y deriva
- Penetración en el cultivo
- Anchura de pase
- Velocidad de la evaporación

2.1 Densidad de la deposición

La densidad de la deposición depende del VMD. La gráfica siguiente se puede tomar como una guía, la cual muestra el número de gotas por centímetro cuadrado que se puede obtener en una superficie horizontal aplicando 1 litro por hectárea para diferentes tamaños de gotas o VMD.



2.2 Recuperación y Deriva

La recuperación y la deriva dependen del VMD. Una gota fina (pequeña) tiene una velocidad terminal mucho menor que una grande, de modo que aquella tiene más tiempo para desplazarse.

El tamaño de la gota y su peso específico determinan su velocidad de caída o velocidad terminal.

TABLA 3. Relación entre el tamaño de la gota y la velocidad de caída*

Tamaño de la gota Micras	Velocidad de caída m/seg.
200	0.72
150	0.48
100	0.26
80	0.17
60	0.10

* Velocidad del viento : 1.0 m/seg ; 60 m/min ; 3.6 Km/hora.

TABLA 4. Relación entre el tamaño de la gota y la distancia de deriva.

Tamaño de la gota Micras	Distancia deriva m
500	2.1
200	4.9
100	15.3
30	152.5
15	610.0

2.3 Penetración

Si las gotas son dispersadas en una masa de aire en movimiento cada gota tiene cierto momento. El momento se puede definir como la fuerza resultante de la velocidad y el tamaño de la gota. Entonces las gotas mayores tienen mayor momento.

Las gotas con más momento tienen más posibilidad de ser depositadas sobre cualquier blanco que con la de menor momento. Por esta razón las gotas finas llegan al follaje más interno de un cultivo.

Si el momento de las gotas es grande, son recibidas por el blanco fácilmente. Si el momento es bajo, solamente en cierto número de ellas es capturado y el resto seguirá el paso del aire, al deflechar el blanco sin formar un depósito.

La escogencia adecuada del tamaño de las gotas nos va a permitir controlar la cobertura de la aspersion.

Mejor penetración

Peor penetración



2.4 Anchura de pase

La aplicación con un VMD grande disminuye la anchura de pase, ya que las gotas grandes son poco susceptibles de dispersión por el viento, por lo tanto la anchura de pase aumenta al disminuir el VMD.

Anchura de pase mayor

Anchura de pase



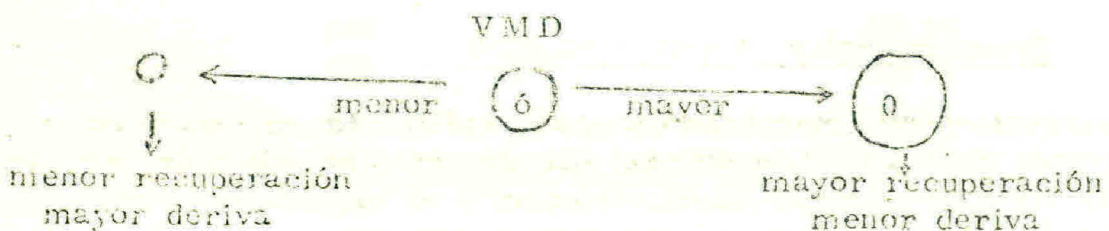
2.5 Velocidad de evaporación

Una aspersion de gotas finas se evapora mucho más fácilmente que una de gota gruesa, debido a que se tiene una mayor superficie expuesta.

Si las gotas se evaporan, va a disminuir su diámetro. El riesgo de la deriva aumenta, mientras que la recuperación disminuye.

Más evaporación

Menos evaporación



La evaporación de una gota está íntimamente relacionada con su tamaño, la distancia de recorrido, la humedad relativa y la temperatura ambiental.

2.6 Recapitulación

El cambio del tamaño de gota influye en la forma de aspersión sobre el blanco, de la siguiente manera :

más gotas		menos gotas
más deriva		menos deriva
menor recuperación		mayor recuperación
mejor penetración		peor penetración
mayor anchura de pase		menor anchura de pase
más evaporación		menor evaporación

VMD

menor ← → mayor

Para una aplicación correcta, el tamaño de la gota (VMD) debe escogerse de acuerdo con un objetivo definido.

Los siguientes tamaños de gota, servirán como una guía general :

Aplicación en ULV	110 micras
Aplicación de insecticidas en AV y LV	250 micras
Aplicación de herbicidas en AV y LV	450 micras

3. TIPOS DE COLECTORES

Para realizar las cuantificaciones de las aspersiones se requiere utilizar una serie de tarjetas y colorantes dependiendo de los volúmenes de aplicación (AV - BV - ULV) y de las evaluaciones que se necesiten determinar.

Los colectores más utilizados en técnicas de aplicación son los siguientes :

- Para uso en aplicaciones a bajo volumen (LV - BV)

3.1 Papel poliéster sensible en agua

Este papel es de color amarillo y al realizar la aplicación con agua o mezcla acuosa se tiñe de azul oscuro, es muy útil para realizar aplicaciones en campo o sin utilizar colorantes. Sirve para chequear

los patrones de aspersión, distribución y número de gotas por centímetro cuadrado de las aplicaciones.

La evaluación se puede realizar visualmente o por el conteo de gotas bajo una lupa de bolsillo.

Este colector presenta las siguientes limitaciones :

1. El conteo de gotas es limitado alrededor de 200 gotas/cm², equivalente a 50 - 200 lt/Ha.
2. No puede ser usado bajo condiciones de alta humedad relativa.
3. Las gotas de menos de 50 micras no son registradas si la humedad relativa es menos que 40 - 50 %, ya que ellas se evaporan antes de llegar a la tarjeta.
4. No es apropiado para la determinación del VMD de una aspersión porque el factor de expansión varía fuertemente (+ 30 %) al variar la humedad relativa.

Puede ser crítico su uso a temperaturas menores de 10°C.

3.2 Papel Kromacoté (blanco)

Este es uno de los colectores más utilizados en técnicas de aplicación en café. Se puede utilizar a cualquier humedad relativa pero se necesita adicionar un colorante a la mezcla, generalmente se usa el azul de metileno al 1 %, o cualquier otro tipo de colorante como el rojo congo o el maxilon blue, etc.

Con este colector se puede determinar el tamaño de la gota VMD y el número de gotas/cm² de una aspersión. El tamaño del colector utilizado en café es de 50 centímetros cuadrados (10 cm x 5 cm), aunque algunos investigadores en técnicas de aplicación recomiendan utilizar tamaños mayores, 20 cm x 20 cm.

Este colector presenta una superficie rugosa y una lisa, esta última debe quedar expuesta a la aplicación.

Este colector presenta la limitación que solo se puede utilizar con colorantes (anilinas), lo cual en algunos casos es un factor limitante especialmente en aplicaciones aéreas.

Panel regopot violeta (azul). Morado.

Este es otro colector utilizado en técnicas de aplicación en el cultivo del café, principalmente cuando se realizan aplicaciones con productos cúpricos (oxicloruro de cobre 50 %), también se puede

utilizar con formulación flowable (autosuspensible). No se requiere utilizar ningún tipo de colorante. En café el tamaño del colector es de 50 centímetros cuadrados (10 cm x 5 cm).

Se puede utilizar a cualquier humedad relativa. No es recomendable utilizarlo con aplicaciones de más de 50 lt/Ha.

Este colector presenta la limitación, cuando se utilizan polvos mojables (oxicloruro de cobre 50 %), de que al pasar de un sitio para el otro el strubbin se pueden borrar o deformar las gotas, impidiendo las lecturas de las tarjetas. Su manejo debe ser cuidadoso ya que si se juntan las tarjetas después de la aplicación, con un producto de este tipo, se corre el riesgo de dañarlas porque al secarse la gota queda el polvo el cual es fácilmente desprendido.

Papel sensible a aceite

Este colector se utiliza para aplicaciones de ULV, no se requiere de colorantes para realizar las evaluaciones de VMD y cubrimiento, pero si se necesita adicionarle a la mezcla algún aceite agrícola o cualquier otro solvente.

Papel de sumadora

Este papel es el de más fácil consecución y el más barato, pero tiene la limitación de que con él, no se pueden determinar el tamaño de la gota (VMD) y el número de gotas por centímetro cuadrado por lo que es muy absorbente y por tal razón se dificulta la lectura.

Este es útil para la determinación de ancho de faja.

MÉTODOS PARA EVALUAR LAS ASPERSIONES

Actualmente existe una serie de métodos para evaluar las aspersiones, las cuales se deben determinar antes de iniciar las evaluaciones, dependiendo su uso de las condiciones en las cuales se vayan a utilizar, ya sea en el campo o en el laboratorio, pero se debe tratar al máximo de combinar o adaptar uno u otro método.

Los métodos más utilizados son los siguientes :

- | | |
|------------------------------|-------------------|
| - Por comparación | - Uvitex |
| - Ocular (Strubbin) | - Klett Summerson |
| - Microscopio estereoscópico | - Quantiment |

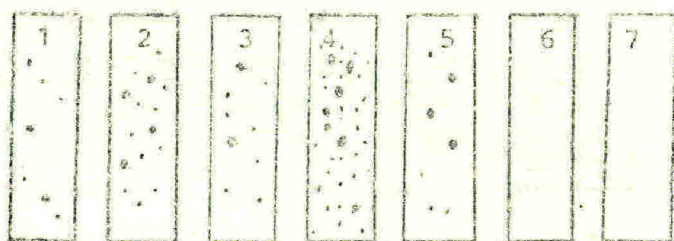
1. Por comparación

Este método se utiliza, cuando se necesita una indicación inmediata al realizar una aplicación. Por ejemplo :

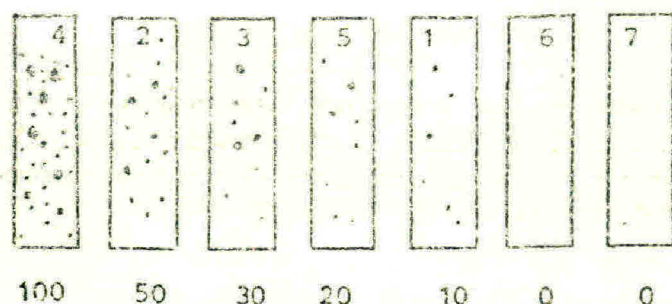
- Impresiones iniciales de un equipo desconocido.
- Gufas para corregir errores grandes en una faja de un avión.
- Gufas iniciales para la selección de boquillas.

Después del depósito de las gotas sobre los colectores colocados en el campo, se realiza la clasificación cualitativa de los mismos. Con este método no solo se puede considerar y comparar el cubrimiento, sino también sus dimensiones.

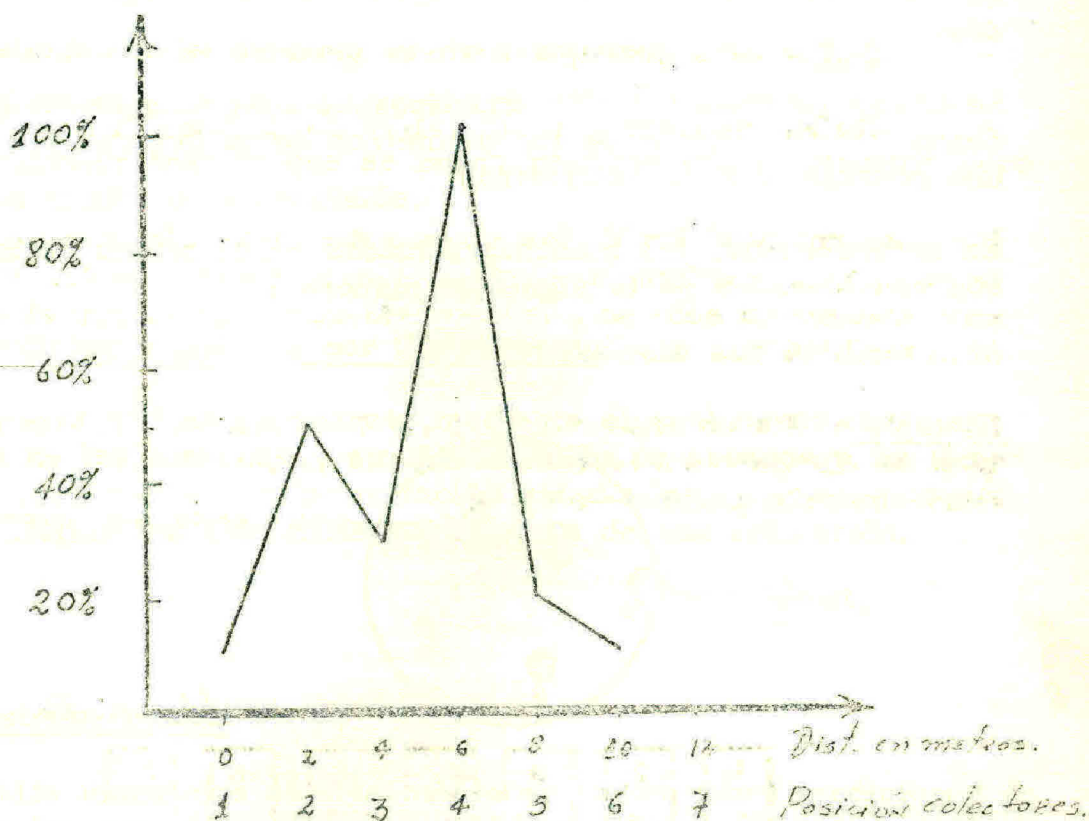
Ejemplo : En un ensayo utilizando 7 colectores, colocados a 2 metros de distancia entre ellos para determinar la calidad de una faja desde un solo punto de emisión.



Al colocar las tarjetas, en línea y hacer la comparación entre ellas, se puede observar que la que mayor cantidad de manchas tiene está en el colector 4, arbitrariamente se le da a éste el valor de 100 %. Al comparar el 4 con el 2, podemos decir que éste equivale más o menos al 50 % del 4, el 3 un 30 %, el 5 a un 20 % y el 1 a un 10 % y los 6 y 7 a un 0 %, de esta forma se clasifican y ordenan los colectores así :



Posteriormente se hace un gráfico y se puede observar la distribución de la aspersión a todo lo ancho del ensayo.



2. Ocular (Strubbin)

El strubbin es una lupa monocular, la cual se utiliza para determinar en el campo y en el laboratorio, el número de gotas por centímetro cuadrado y el tamaño de la gota (VMD). Es el instrumento más utilizado en técnicas de aplicación. Existen 2 tipos de este instrumento, de 15 X y de 30X, siendo el más utilizado el de 15X.

En condiciones de campo se utiliza por lo general para determinar el cubrimiento (No. de gotas/cm²), ya que se requiere de un sitio más adecuado (laboratorio) para la determinación del tamaño de la gota. En algunos casos se puede medir el tamaño de la gota (VMD) mediante el método del D. máx., que determina faja y distribución.

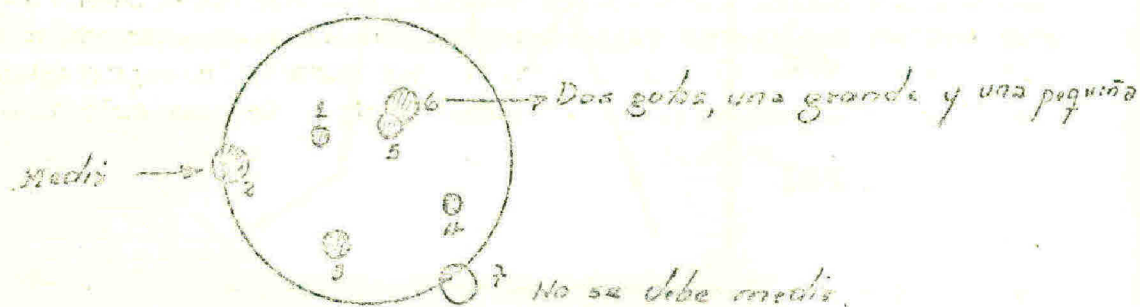
Procedimiento

Antes de la medición de las manchas, se requiere determinar la medida de la superficie (campo) abarcada por el strubbin. En otros términos se necesita determinar el campo óptico para la medición a través del ocular.

Para determinar el campo del instrumento, generalmente se utiliza una hoja de papel milimetrado, colocando el aparato sobre ésta y se cuenta el número de cuadros que abarca el campo óptico. Posteriormente se divide este valor por dos para determinar el radio. Con este resultado se calcula el campo óptico (área) la cual es igual a : $A = R^2$; este resultado es centímetros cuadrados, lo que se debe dividir entre 100 para reducirlo a milímetros cuadrados.

Se toman en consideración dos tipos de conteos ; de un lado, un conteo independiente de los diámetros de la mancha y de otro lado, uno considerando los diámetros.

En ambos casos, las manchas situadas en el campo de medición son consideradas de la siguiente manera :



Para la medición de diámetros, algunas veces es necesario estimar las formas de las manchas.

3. Método del microscopio estereoscópico

Este aparato se utiliza para la determinación del cubrimiento (número de gotas por centímetro cuadrado) y del tamaño de la gota (VMD), cuando se realiza un estudio completo de una aplicación en el laboratorio.

Escala

Para cualquier tipo de microscopio, lo primero que se debe hacer, es una estandarización según los lentes del objetivo y ocular que se utilicen. Las mediciones directas sobre el microscopio serán en número de divisiones y no en micrones.

Se tiene que buscar el factor de conversión para convertir el número de divisiones contadas a una medida en micrones. La manera de medir los diferentes tipos de manchas es similar a la que se utiliza para el strubbin.

Para que se pueda medir una superficie del colector representativo es conveniente utilizar un portavidrio milimetrado, con el cual es posible determinar las áreas para medir en cada colector.

El uso del microscopio es lento y laborioso. Sin embargo es un medio exacto y se puede utilizar para :

- Determinación de factores de expansión
- Determinación exacta del VMD
- Cualquier trabajo que se pueda realizar con el strubbin pero con mucha más precisión.

4. Medición y análisis por Quantiment

El Quantiment 720 es un aparato mediante el cual puede obtenerse un conteo de las manchas y su clasificación de acuerdo a su tamaño. Por medio de una interpretación estadística, por computación, podemos definir los diferentes parámetros de una aplicación.

5. Sistema Uvitex

Los métodos discutidos anteriormente se basan sobre mediciones de dimensión (tamaño de gota) y cubrimiento. Para convertir estas cifras a valores cuantitativos de una aspersión como recuperación y cantidad de ingrediente activo por superficie, se requiere conocer el factor de expansión, evaporación, etc.

Actualmente existen métodos de análisis directo que nos dan la posibilidad de medir directamente el ingrediente activo depositado sobre una superficie, estos métodos son el sistema Klett Summerson y el sistema Uvitex.

Sistema Klett Summerson

Este sistema se utiliza para determinar la cantidad de I.A. (Ingrediente Activo) por la inhibición de la actividad de la colinesterasa lo cual puede convertirse a comparación colorimétrica.

Con este método solo se puede determinar cantidad de I.A. de los organo-fosforados, los cuales inhiben la acción de la colinesterasa. Para otros ingredientes activos, se puede adicionar organo-fosforados mientras que son compatibles en cantidades predeterminadas y proporcional al I.A. en la mezcla a medir.

El sistema depende de una cierta habilidad para el trabajo de laboratorio principalmente, uso de pipeta para transferir volúmenes exactos de una solución a otra en tiempo preciso.

Sistema Uvitex

El sistema Uvitex, utiliza la adición del producto fluorescente (Uvitex) a la mezcla a medir y después se realiza la medición por fluorimetría. Hay varios tipos de formulaciones de Uvitex para uso con diferentes ingredientes activos.

El sistema depende del lavado de las hojas de las plantas, de vidrios o de papel filtro después de las aplicaciones. Por esta razón solo se pueden medir cantidades de aspersión depositada y no la calidad de las aplicaciones en términos de número de gotas por centímetro cuadrado o tamaño de gotas (VMD).

Determinación del tamaño de gota (VMD)

Para realizar la determinación del tamaño de gota (VMD), se han desarrollado numerosas técnicas bajo condiciones particulares. Las técnicas modernas incluyen fotografías a alta velocidad y técnicas sofisticadas de registros. En este aparte se van a presentar los métodos más comunes y sencillos para la determinación del VMD. Estos métodos son los siguientes :

Determinación del VMD por el diámetro Máximo (D. Máx.)

Este método consiste en seleccionar las tres manchas más grandes (mayores) en cada colector, se miden éstas y se clasifican en grupos de acuerdo al tamaño (diámetro de la mancha), al final se eliminan las gotas que estén fuera de una secuencia lógica y la mayor que queda es el D. Máx.

$$\text{VMD} = \frac{\text{D. Máx.}}{\text{Factor de expansión} \times 2,2}$$

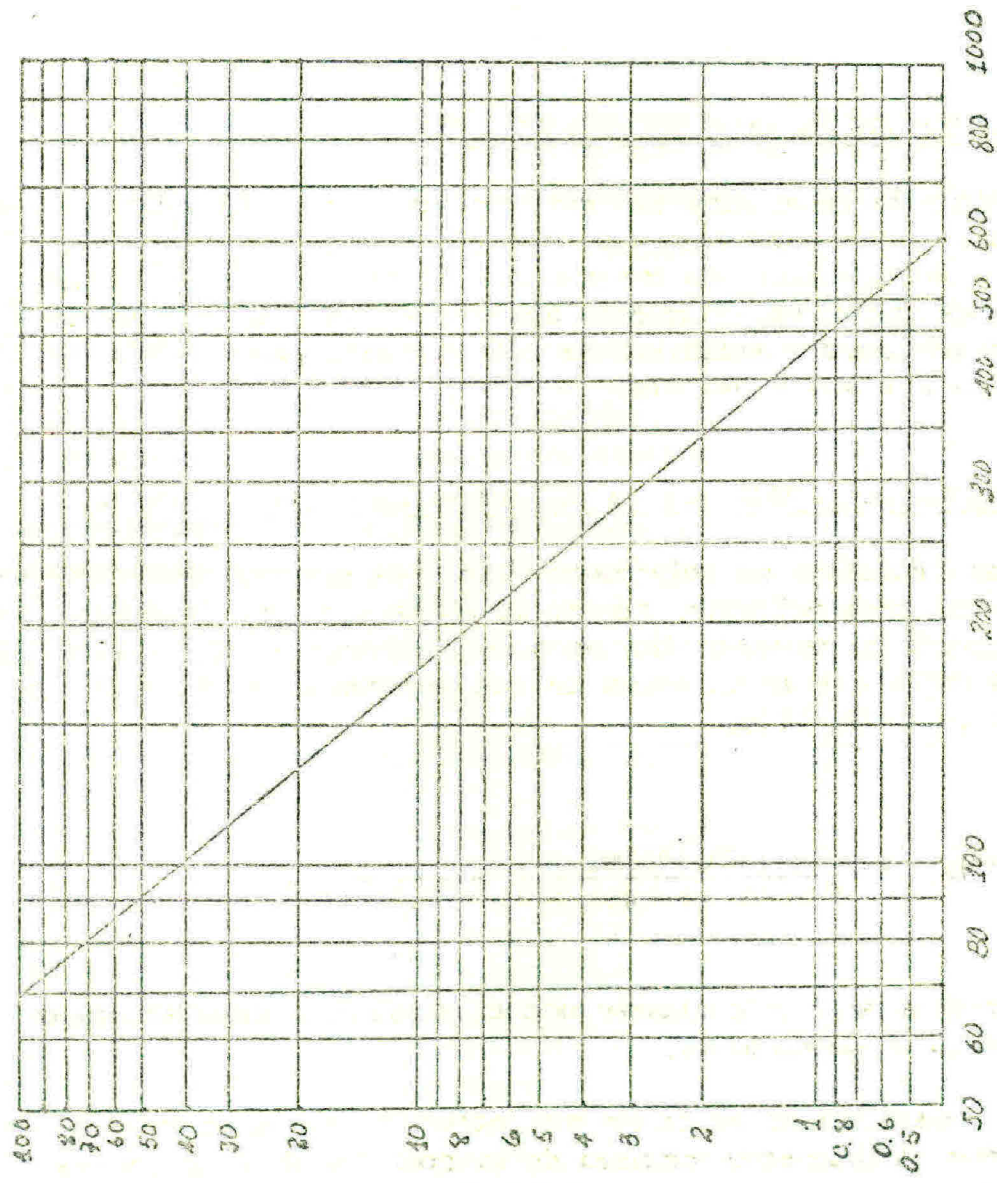
Las mediciones se pueden hacer con el strubbin, microscopio o Quantiment (ver formulario).

Ejemplo : Después de efectuar las lecturas de una aplicación se encontró que el diámetro máximo de la gota fue de 800 micras. Entonces se puede concluir que el VMD de esa aplicación es el siguiente :

$$\text{VMD} = \frac{\text{D. Máximo de la gota}}{\text{Factor de expansión} \times 2,2}$$

$$\text{Factor de expansión} = \frac{\text{Diámetro de la mancha}}{\text{Diámetro de la gota}}$$

Número de gotas por cm² al aplicar 1 litro/Ha.



Diámetro de las gotas (VMD) en micras

El diámetro de la mancha se mide sobre el colector utilizado y el diámetro de la gota se mide sobre un colector no absorbente, por ejemplo vidrio. Por reiteradas aplicaciones de azul de metileno al 1 % sobre colectores de Kromacote, se ha determinado el factor de expansión igual a 1, o sea que el diámetro de la mancha medido sobre el colector es igual al diámetro de la gota.

Por lo tanto :

$$\text{VMD} = \frac{800 \text{ micras}}{2,2 \times 1} = 364 \text{ micras}$$

$$\text{VMD} = 364 \text{ micras}$$

Esto quiere decir que en la aplicación realizada, el 50 % de las gotas producidas, tienen un diámetro mayor de 364 micras y el otro 50 % tienen un diámetro menor que 364 micras.

Método Aritmético

La exactitud de este método depende del número de grupos según tamaños en que se dividen las gotas. Se necesitan 5 grupos.

Se miden tres (3) campos con el strubbin anotando el número de gotas en sus grupos de acuerdo al tamaño. Se suman en cada grupo, se calcula el volumen total para cada grupo. Luego se hace un gráfico de volumen acumulado. La posición de 50 % en el gráfico es el VMD.

Este método también se hace con microscopio y con más exactitud.

Por promedio de número de gotas/cm²

Para determinar el VMD por este método, se requiere conocer el volumen de la mezcla aplicada por hectárea y si se tiene el número de gotas por centímetro cuadrado, es posible calcular el promedio de número de gotas por litro depositado. El presente gráfico sirve de guía para tal fin.

Volumen de aplicación : 20 litros/Ha

Promedio No. gotas/cm² : 200

Promedio No. gotas/cm³ por litro : 10

De la gráfica 10 gotas/cm³ = 175 micras (VMD)

Este método es rápido pero no es muy exacto. Para determinar el VMD por este método se puede utilizar cualquier tipo de colector ya sea papel sensible a agua o a aceite.

Cobertura

La cobertura representa el número de gotas por unidad de área (gotas/cm²), que llegan al cultivo o al suelo, así como el tamaño de estas gotas condicionan la efectividad biológica de una aplicación, este término nos indica la cantidad de ingrediente activo depositado por unidad de área sobre la planta. De ahí que entre mayor número de gotas haya por área mejor será la efectividad de la aplicación.

Para obtener buenos resultados en la aplicación de agroquímicos se debe tratar de obtener los siguientes valores :

Herbicidas : 20 - 30 gotas/cm²

Insecticidas : 50 - 70 gotas/cm²

Fungicidas : 50 - 70 gotas/cm²

En la práctica, en el cultivo del café, se ha comprobado que en la parte alta de los árboles por estar directamente expuesta a la nube de aspersion y por presentar un blanco fácil, es el sitio en donde se encuentra el mayor número de gotas grandes las cuales se depositan allí por gravedad.

Por acción gravitacional las gotas van depositándose por tamaño y número, según la facilidad de penetración, en las diferentes partes del árbol. La acción turbulenta del viento a nivel del cultivo, favorece la penetración de las gotas pequeñas en el follaje. Por resultados experimentales se ha encontrado como en la posición baja interna, considerada como la de más difícil acceso se deposita el menor número de gotas y las de menor tamaño.

Debe entenderse que la densidad de cobertura, el tamaño de las gotas y la concentración del producto en la mezcla son los factores que determinan la cantidad de fungicida depositado por unidad de superficie.

Ensayos de campo y laboratorio, realizado en Kenia, para el caso específico de la roya del café y utilizando oxiclórico de cobre al 50 %, han demostrado que 50 miligramos de cobre por metro cuadrado de área foliar son suficiente para la prevención efectiva del hongo. Esto induce a pensar que la dosificación por unidad de superficie va a depender del número de árboles y del estado de desarrollo de los mismos.

BOQUILLAS

Para la realización de una correcta aplicación se requiere que ésta sea en el momento más oportuno, con la máxima cobertura posible, una buena dosis del producto y sobre un objetivo bien definido. Todo ésto está íntimamente relacionado con una correcta calibración y el ajuste correcto del tamaño de las gotas.

Con el fin de lograr estos propósitos se han desarrollado equipos con elementos intercambiables, de acuerdo con las necesidades de la aplicación. Estos elementos de flujo están representados por las "boquillas".

La boquilla es la parte del equipo de aspersión que se encuentra al final de la lanza y mediante la cual el líquido puede fluir como un chorro.

Las partes que forman una boquilla son las siguientes :

- Cuerpo : que es la parte que sirve de acople a la lanza o al aguilón.
- Tapa : es la parte que asegura a la punta y al filtro de la boquilla.
- Filtro : tubo de malla fina que tiene como función impedir el paso de partículas en suspensión que pueden obstruir la ranura u orificio de la boquilla.
- Punta u orificio : es la parte de la boquilla en la cual está el orificio mediante el cual fluye el líquido.

El orificio determina el tamaño de la gota y la descarga de la misma.

TIPOS DE BOQUILLA

Las boquillas se pueden clasificar por el patrón de aspersión que producen, en :

De cono hueco : son aquellas en las cuales la mayor cantidad del líquido descargado se concentra en los bordes de un patrón cónico. Son usadas para la aplicación de insecticidas, fungicidas y fertilizantes foliares.

De cono lleno o flooding : son aquellas en las cuales el líquido se distribuye uniformemente sobre un patrón cónico.

De cortina o abanico : son las que producen una distribución uniforme por traslape de los bordes aguzados de un patrón, semejante a una elipse estrechada. Se usan principalmente para la aplicación de herbicidas.

La mayoría de estas boquillas se conocen por cifras como 8001, 11001, etc. Estas cifras indican : las dos primeras el ángulo de abertura de la cortina (80° - 100°) y las cifras siguientes la descarga en galones/minuto (0.1 - 0.1 gal/minuto), respectivamente

Clasificación de las boquillas

Las boquillas se pueden clasificar en diferentes tipos, dependiendo de la energía que utilicen en :

- Hidráulicas . Son las más usadas en los equipos manuales de espalda, éstas pueden ser de cono o abanico.
- De energía gaseosa . Usada en los equipos de espalda motorizados. El líquido se rompe por la corriente de aire generado por la turbina.
- De energía centrífuga . Son las usadas en los equipos rotativos Micron-Ulva, Ulva-Fan, Mini-Ulva, Minispin, Micronair, etc. El líquido fluye a través de un regulador de alimentación y cae sobre un disco el cual gira a altas revoluciones/minuto rompiendo el líquido en gotas muy pequeñas y tamaño más o menos uniforme.
- De energía térmica. El líquido es descargado dentro de una corriente de aire o gas caliente, que lo nebuliza.

Material de construcción de las boquillas

Las boquillas y sobre todo las puntas u orificios son fabricadas en bronce, aluminio, nylon, acero inoxidable o cerámica. Las puntas en bronce o aluminio no son recomendables para la aplicación de polvos mojables o suspensiones cuyas partículas desgastan apreciablemente los orificios, ampliándolos y por consiguiente aumentando el flujo y variando el espectro de gota.

BIBLIOGRAFÍA

1. CIBA GEIGY. La técnica de aplicación de agroquímicos . I Curso. Principios y fundamentos. Itagué, Julio 16-20 de 1980.
2. CIBA GEIGY. Técnicas de aplicación. Curso avanzado. Centro regional de aplicaciones América Latina. Cali. Agosto 13 al 29. 1980.
3. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUARIA DE MINAS GERAIS. Informe agropecuario. Tecnología para aplicacao de defensivos. Año 4. No. 44. Agosto 78. Belo Horizonte. 52-54 p.
4. MATTHEWS, G.A. Pesticide application methods. Butler & Tanner Ltd. Londres. 1979. 334 p.
5. RIVILLAS, O. C. A. Estudio económico y técnico de aspersiones fitosanitarias en cafetales comerciales. Manizales. Universidad de Caldas, Facultad de Agronomía. 1977. 225 p. (Tesis Ing. Agrônomo).