

## CALIDAD DE APLICACION DE PLAGUICIDAS

Ing. Agr. Pedro Daniel LEIVA 1

### INTRODUCCION

Estamos acostumbrados a evaluar la eficiencia de los plaguicidas (insecticidas, herbicidas y fungicidas) exclusivamente por sus dosis de principio activo y momento de aplicación, asumiendo que dicha dosis alcanza en su totalidad "el blanco" objeto del tratamiento (insecto, maleza o microorganismos), cuando en realidad sólo una parte de la misma lo hace.

Los procesos involucrados en que una pulverización alcance la plaga a tratar o blanco de aspersion son: a) el proceso de formación de gotas, b) deriva de gotas hacia otros sitios, c) la capacidad de esas gotas para depositarse sobre el blanco alcanzado y d) cobertura medida como número de impactos por centímetro cuadrado y la dosis de principio activo que se deposita sobre el blanco en cuestión (8,9).

Se entiende por calidad de aplicación a la cantidad de principio activo depositado sobre el blanco con una determinada cobertura y persistencia del producto en una forma absorbible sobre la superficie foliar. Este hecho permite afirmar que ***ningún plaguicida es mejor que la técnica de aplicación***. La importancia de este tema se expresa cuantificada por la aseveración de Himel (1974): "sólo el 25% del volumen aplicado llega a las plantas". Ello nos marca la brecha a vencer (8,9).

Para evaluar la eficiencia de un tratamiento fitosanitario, el uso de tarjetas sensibles es un recurso que actualmente, por disponibilidad y costos, resulta cómodo y adecuado (1, 2, 17).

1 Estación Experimental Agropecuaria INTA Pergamino, Grupo Protección Vegetal.

## 1 - EL PROCESO DE FORMACION DE GOTAS

Los agroquímicos deben depositarse en forma de gotas que finalmente alcanzan el contacto con el vegetal. Es frecuente referirse al tamaño de las gotas por su diámetro en micrones ( $1\text{m} = 0,001\text{ mm}$ ). Un mismo volumen puede dispersarse en gotas grandes o pequeñas.

Las gotas grandes tienen la ventaja de descender rápidamente y estar menos expuestas a las derivas por viento y a la evaporación. Su principal desventaja es la falta de deposición y adherencia sobre la superficie vegetal; generalmente rebotan contra las hojas y caen al suelo en forma directa, o luego de deslizarse y juntarse con otras gotas. A igualdad de volumen, es menor el número de impactos que se puede lograr con gotas grandes (9).

Las gotas pequeñas mejoran la cobertura ofreciendo la ventaja de una mejor penetración en el cultivo, especialmente la posibilidad de alcanzar la cara inferior de las hojas, tallos, etc. Su principal desventaja es que por su menor peso están más expuestas a ser transportadas por el viento (deriva) y por su elevada superficie expuesta en relación al volumen, a sufrir una intensa evaporación antes de depositarse.

La relación entre el tamaño y cobertura de gotas guarda la siguiente relación: al reducir el diámetro a la mitad, el número de gotas se multiplica por 8. Así, de una gota de 400 m se obtienen 8 de 200 m; de una de 300, se obtienen 216 de 50 m. Se entiende ahora el compromiso entre el tamaño de la gota, la cobertura y la persistencia de la misma. Para obtener una cobertura de 30 gotas/cm<sup>2</sup> lo puedo hacer con un volumen de 5,3 litros/ha asperjando gotas de 150 m, o con 42,4 litros/ha utilizando un tamaño de gotas de 300 m (4).

La práctica indica que, trabajando con agua como dispersante, gotas menores de 150 m están muy expuestas a la evaporación y deriva, y aquellas mayores de 350 m no proveen una adecuada cobertura y caen generalmente al suelo arrastrando con ella al agroquímico. Se considera que un adecuado balance se obtiene utilizando gotas entre 200-250 m de diámetro (14).

El proceso de formación de gotas se da por el paso del líquido a cierta presión a través de las pastillas; éstas se ubican a lo largo de la barra de aspersión (botalón); en quipos terrestres esto determina el ancho de trabajo. Básicamente podemos

distinguir dos tipos de pastillas como las más frecuentemente utilizadas: abanico plano y cono hueco.

Un tamaño único de gotas es sólo un concepto idealizado, ya que de hecho en una aspersion se producen gotas de distinto tamaño sin solución de continuidad. Para precisar este concepto, conviene referirse al diámetro volumétrico medio (DVM), como aquel tamaño de gota que divide la aspersion en dos volúmenes iguales. Otro valor de referencia es el diámetro numérico medio (DNM), que representa el diámetro a partir del cual se dividen dos volúmenes distintos pero que contienen un mismo número de gotas (3,8).

- Las pastillas de abanico plano constan de un solo cuerpo que asperja el líquido en un plano único y de ángulo variable entre 80° y 110°. La denominación de estas pastillas, 8002 por ejemplo, identifica el ángulo de aspersion (80°) y el caudal arrojado en un minuto expresado en galones americanos, 0,2 galones/min. (0,76 litros/minuto). A igualdad de caudal, las pastillas con mayor ángulo de aspersion, producen gotas más pequeñas que las de menor ángulo. En equipos terrestres, el uso de pastillas de mayor ángulo de aspersion requiere ubicar el botalón más bajo que con pastillas de menor ángulo, favoreciendo el control de la deriva (9,18).

- Las pastillas de cono hueco constan de dos elementos: un núcleo de turbulencia y un disco difusor. El primero, por su diseño imprime al flujo un movimiento de rotación y una salida por uno o más orificios regulando el tamaño de las gotas. El disco difusor, ubicado luego del núcleo, consta de un solo orificio, y el responsable de la regulación del caudal. Como ejemplo de denominación, una pastilla D-8 23, se interpreta que tiene un disco difusor de 8/64" (3,2mm) de diámetro y un núcleo de turbulencia con dos orificios de 3/64" (1,2 mm) de diámetro cada uno de ellos.

Las pastillas de abanico plano generan gotas de tamaños que varían entre los 100 y 500  $\mu$ m; las de cono hueco entre 100 y 250  $\mu$ m; y los aspersores rotativos (tipo Micronaire) entre 60-180  $\mu$ m (9,17).

Los aspersores de gota controlada (CDA), tipo Micronaire, generan gotas de menor DVM y más uniformes entre sí, comparadas con las pastillas de cono hueco. Se utilizan para aplicar caudales de menos de 5 L/Ha en aplicaciones aéreas utilizando formulaciones para ultra bajo volumen (17).

En equipos aéreos pueden utilizarse pastillas de cono hueco, abanico plano o CDA Micronaire. En tratamientos terrestres, las pastillas de abanico plano debieran

usarse solo para aplicación de herbicidas donde es importante la uniformidad del tratamiento. La pastilla de cono hueco en cambio, en tratamientos para insecticidas y fungicidas donde lo importante es el logro de una gran cantidad de impactos y su penetración, y donde la uniformidad es menos decisiva (3,13).

En equipos terrestres automotrices las pastillas de abanico plano 110xx se utilizan a un distanciamiento de 35 cm y en cantidad acorde al largo del botalón. Los aviones deberían contar un número no inferior a 30, y hasta un máximo de 60. Los aspersores tipo Micronaire, entre 4 y 6 según tamaño del avión.

## **2 - EFICIENCIA DE DEPOSICION DE GOTAS**

Las gotas una vez que alcanzan la superficie foliar deben depositarse y permanecer sobre la misma. Este proceso depende básicamente de dos aspectos: su tamaño y el estado de la superficie de contacto de la hoja.

Un volumen representado por muchas gotas grandes hacen que algunas de éstas, cayendo con una velocidad mayor que gotas más pequeñas, reboten y caigan al suelo, que se deslicen sobre las hojas y se mezclen con otras gotas formando gotas aún más grandes y acumulándose en las puntas de las láminas o cayendo finalmente de ellas. Este tamaño de gotas tiene un solo sentido de movimiento, hacia abajo. Junto con la gota cae parte del plaguicida dosificado, factor que agrava la situación porque las gotas grandes transportan más plaguicidas que las gotas pequeñas.

Las gotas pequeñas, en cambio, tienen la oportunidad de quedar por cierto tiempo suspendidas en el aire y son transportadas por el viento dentro del canopeo impactando no sólo en la cara superior de las hojas, sino en el inferior y sobre tallos y otras estructuras. Una vez en contacto con la superficie vegetal tienen más adherencia por su menor peso (3, 8, 11).

Además, la superficie vegetal presenta como dificultad para la adherencia, una capa de cera más o menos gruesa, y a veces pelos más o menos largos y densos. La cera favorece el escurrimiento y la coalescencia de las gotas por resbalamiento y los pelos dificultan el contacto con la epidermis (9). Estos fenómenos originan, cuando el dispersante es agua, efectos de alta tensión superficial que hacen que las gotas adopten la forma esférica, con poca superficie de contacto, y tiendan a rodar. Para reducir este efecto negativo, es necesario algunas veces el uso de tensioactivos que hacen que la gota adopte una posición achatada incrementando la adherencia por una mayor superficie de contacto (15).

Sin tener en cuenta los fenómenos de superficie, las gotas pequeñas en su conjunto tienen más probabilidades de depositarse que un mismo volumen representado por una sola gota más grande.

Otras veces, el estado de la superficie puede afectar la adherencia, por ejemplo temprano a la mañana el rocío puede provocar el lavado de las deposiciones. Los efectos de un estrés hídrico prolongado incrementan el espesor de las capas cerosas. En tratamientos post emergentes, el polvo depositado sobre las hojas puede afectar los resultados del control por inactivación de parte del principio activo por un fenómeno de adsorción. Con herbicidas aplicados al suelo, cuando éste está muy seco, los fenómenos de adsorción se manifiestan parcialmente irreversibles, aún

cuando por efecto de una lluvia ocurrida con posterioridad existiera agua disponible para disolver el producto.

Por todo lo expuesto, se desprende que aquellos tratamientos que requieran un efecto de contacto y de penetración en la canopia deban hacerse con un menor tamaño de gotas y mayor número de ellas que aquellos realizados con productos traslocables, que sólo requieren alcanzar una parte de la superficie a tratar (13).

### **3 - LA DERIVA Y FACTORES QUE LA AFECTAN**

Se conoce por deriva aquella parte de la aspersion que no alcanza el blanco objeto del tratamiento. Algunos autores (8) la dividen en exo y endoderiva. La primera corresponde a aquella parte del pulverizado que cae fuera del área a tratar; la segunda, a aquella parte que cae dentro del área pero no sobre blanco.

Dentro de los factores de deriva podemos agrupar a aquellos que corresponden a las características de la aspersion; al equipo y técnicas de aplicación; a las condiciones de tiempo atmosférico; y a los equipos y accesorios específicos (14).

Las características de la aspersion afectan la deriva a través del tamaño de gotas; a menor tamaño la velocidad de caída es menor, mayor la evaporación por mayor superficie expuesta en relación al volumen transportado que reduce progresivamente el tamaño de la gota durante su caída (Lámina 1). El mayor tiempo que permanece suspendida, mayor las probabilidades de ser transportada por el viento. A igualdad de humedad relativa ambiente y temperatura, 50% de HR y

30°C por ejemplo, una gota de 200  $\mu$ m demora 42" en reducirse a la mitad, mientras que una de 100  $\mu$ m tarda sólo 14" en evaporarse completamente (19). En términos prácticos, las condiciones de deriva se incrementan para tamaños de gotas menores a 150  $\mu$ m si se usa agua como diluyente (14). La formulación del plaguicida, a través de la volatilidad de los disolventes, afectan la evaporación potencial de las gotas. A su vez, el agua como medio dispersante, favorece la evaporación en comparación a diluyentes oleosos.

## TAMAÑO DE LAS GOTAS - EVAPORACION EFECTO DE LA SUPERFICIE ESPECIFICA

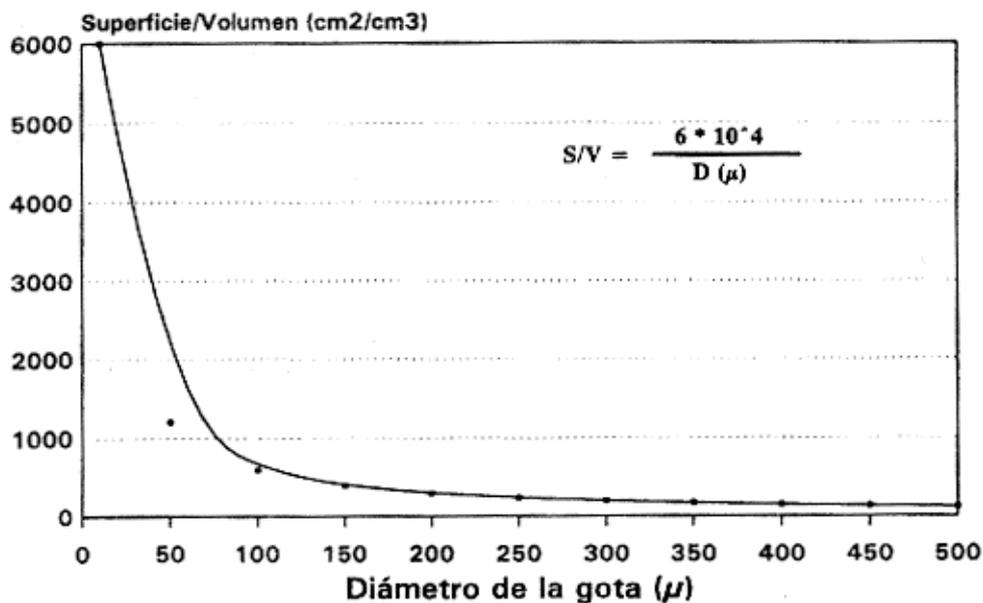


Lámina N° 1

El equipo de aspersión que utiliza aspersores de gota controlada tipo Micronaire produce gotas más pequeñas que aquél que utiliza pastillas de cono hueco (17). A su vez, las pastillas equipadas con mayor número de orificios en su núcleo de turbulencia producirá gotas más pequeñas a consecuencia que el líquido deberá repartirse en varios filetes antes de atravesar el orificio de salida (6).

El ángulo de ataque de las boquillas tiene incidencia en la rotura de gotas de equipos aéreos; pastillas orientadas verticalmente producen gotas más pequeñas que aquéllas provenientes de orientaciones ligeramente hacia atrás (3, 11, 17). Finalmente, la presión de trabajo incide incrementando el caudal y reduciendo el tamaño de gotas. Otro de los factores decisivos es la altura de vuelo del avión, a igualdad de intensidad de viento, a mayor altura mayor deriva por un incremento en

la distancia que la gota debe recorrer (6).

Las condiciones de tiempo atmosférico que afectan la deriva son el viento, la humedad y temperatura ambiente, y las condiciones de estabilidad atmosférica. Considerando el viento debemos decir que su presencia es deseable, especialmente en aplicaciones aéreas. Es beneficioso cuando presenta una dirección transversal al vuelo pues colabora para obtener una deposición uniforme. En aplicaciones de caudales entre 10 a 15 litros por hectárea se recomienda aplicar con vientos de hasta 8 -10 km. por hora, y en aplicaciones de bajo y ultrabajo volumen las velocidades no deberán superar los 3 a 5 km por hora (10). Existe una reglamentación que prohíbe la aplicación de plaguicidas con vientos superiores a los 15 km/hora (8), condición que debe respetarse escrupulosamente cuando en el sentido del viento se encuentren cultivos sensibles a herbicidas, etc. Una manera de contrarrestar sus efectos es incrementando el tamaño de la gota.

A mayor humedad ambiente se reducen los efectos por evaporación provocados por las altas temperaturas (Lámina 2). Como límite de seguridad puede establecerse el no efectuar tratamientos con plaguicidas líquidos a más de 25°C de temperatura y humedad relativa inferior al 60% (8,19).

## EVAPORACION DE LA GOTA

*Ciba-Geigy. 1981*

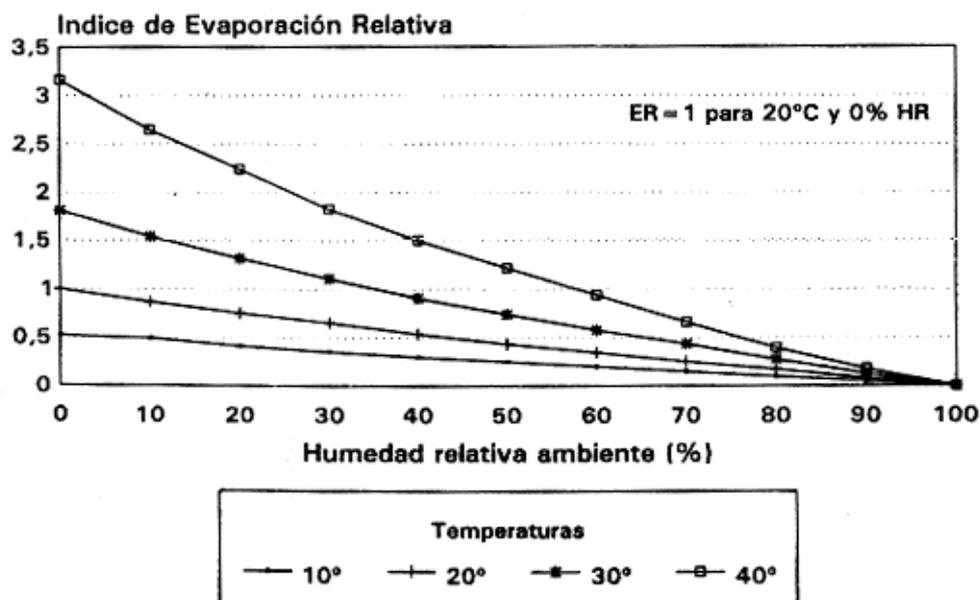


Lámina N° 2

Fuente: Ciba-Geigy, 1981

En una atmósfera en condiciones normales, existe un descenso aproximado de 1°C en la temperatura por cada 100 metros de altitud. Esto hace que al aire más frío de las capas superiores, por su mayor peso, descienda desplazando y renovando verticalmente el aire. Este fenómeno contribuye al descenso por arrastre de una aspersión. En caso de inversión térmica, donde capas de aire más caliente se ubican arriba, no existe dicha renovación vertical y las gotas permanecen suspendidas en el aire por períodos prolongados y sujetas a derivar por largos trayectos en presencia de pequeñas brisas (8,19).

En síntesis, los límites críticos que afectan la deriva pueden establecerse como sigue: temperatura ambiente no mayor de 25°C, humedad relativa superior al 60%, velocidad del viento no superior a 10 km/hora, altura de vuelo entre 1,5 y 2 metros, y gotas menores a 100 µm que no superen el 5% del volumen total (8, 19).

En equipos terrestres, el efecto de cubrir total o parcialmente el botalón con pantallas protectoras, y más aun si la pulverización es asistida por un túnel de viento, los efectos de deriva se ven reducidos y la penetración del asperjado aumenta (12, 14). Existen aspersores electrostáticos especialmente diseñados (14), genéricamente denominados de gota controlada, que producen gotas de tamaño uniforme y con carga eléctrica positiva. Estas gotas son atraídas por las cargas de signo opuesto de las estructuras vegetales reduciendo la endoderiva; y complementariamente es muy eficiente en la regulación del tamaño de gotas, factor que disminuye los efectos de la exoderiva. En el mercado argentino estos equipos (Electrodín, cabezales rotativos) no han tenido difusión.

#### **4 - EFICIENCIA DE UNA APLICACION DE PLAGUICIDAS**

Se entiende que la aplicación ha sido eficiente cuando se ha logrado que una cantidad de principio activo se haya depositado sobre el blanco con una cobertura (número de gotas por cm<sup>2</sup>) y uniformidad (CV%) acorde al tipo de producto empleado. Es condición, además, la persistencia del producto en una forma absorbible sobre la superficie del blanco.

No consideramos aquí la cantidad de producto a la dosis de control requeridas. La tabla adjunta (3, 8, 9,16), resumen de aquella elaborada por FAO, destaca que los herbicidas requieren de una aplicación uniforme, no superando una variabilidad del 30% entre diferentes lugares de un lote; para insecticidas y fungicidas se tolera una mayor desuniformidad, hasta un 70%. Ello es debido a que las malezas se encuentran fijas en un lugar, los insectos en cambio son móviles, desplazándose de un lugar a otro con la posibilidad de recibir el producto en diferentes lugares.

AGROQUIMICO	COBERTURA	
	Nº DE GOTAS CM <sup>2</sup>	C.V.(%)
<b>HERBICIDAS</b>		
* SISTEMICOS O TRASLOCABLES	20-30	30
* DE CONTACTO	30-40	30
<b>INSECTICIDAS Y FUNGICIDAS</b>		
* SISTEMICOS O TRASLOCABLES	20-30	70
* DE CONTACTO	50-70	50

A su vez, cuando la acción principal del plaguicida es de contacto y no por absorción-ingestión, se requiere una mayor cobertura. Los insecticidas y fungicidas de contacto requieren una cobertura mínima de 50 gotas/cm<sup>2</sup>. Los productos sistémicos se traslocan dentro del organismo resultando suficiente que sólo una parte del mismo reciba el plaguicida; en cambio, cuando la acción principal es de contacto, se requiere una cobertura muy superior, especialmente con fungicidas donde su acción es preventiva de una infección en toda la extensión de la canopia (13).

Si consideramos una cobertura ideal de 100 gotas/cm<sup>2</sup>, o sea una gota por mm<sup>2</sup>, esta situación no mejora los resultados de control de los plaguicidas y por lo tanto conviene respetar los valores mínimos establecidos (3).

Los valores representados en la tabla están referidos a impactos medidos sobre el canopeo del cultivo y para una superficie dispuesta horizontalmente. Para lograr un mayor número de impactos, se debe reducir el tamaño de gotas.

Para asegurar la persistencia del asperjado, se utilizan aditivos genéricamente llamados surfactantes, los tensioactivos y los aceites. Los primeros mejoran la adherencia, los últimos reducen la evaporación e incrementan la absorción de los plaguicidas. Estos aditivos deben utilizarse bajo recomendación específica de producto, dosis y condición ambiental (15).

Para evaluaciones objetivas de la calidad de aplicación, se utilizan tarjetas sensibles de 7 cm. de largo por 2 cm de ancho distribuidas en número variable, entre 8 y 10, en distintos lugares del lote y lejos de las cabeceras. Existen tarjetas sensibles al agua, y color amarillo, que se tiñen de azul; y otras de color gris, utilizadas para aspersiones con disolventes oleosos, que se tiñen de negro al depositarse la aspersión (1, 2, 17).

Las tarjetas pueden disponerse sobre las hojas superiores y adherirse con clips con la condición que mantengan una posición horizontal. El uso de soportes especialmente diseñados resulta muy ventajoso. Las tarjetas deben colocarse inmediatamente antes de la aplicación y retirarse una vez secas para su evaluación en gabinete. El número de tarjetas suficientes es aquel que permita cuantificar los resultados en distintos trayectos del equipo aspersor y calcular una estadística compatible de promedio y variación espacial.

Los recuentos de impactos sobre tarjetas sensibles se realizan con lupa de mano de 15 aumentos (cuenta hilos) promediando el número de gotas en 5 a 7 lugares dentro de la tarjeta siguiendo una disposición en forma de "V" o "W". Si el número de impactos fuere bajo, se usará una superficie de observación de 1 cm<sup>2</sup>; por el contrario, con alto número de impactos conviene contar 1/4 o 1/2 cm<sup>2</sup> y multiplicar el valor obtenido por 4 o por 2 para referirlo a 1 cm<sup>2</sup> (1, 2).

La tarjeta sensible es una evaluación accesible y simple que resume la calidad de una aplicación por el simple hecho que, si un producto no llega convenientemente es de esperar que los controles sean deficientes o nulos. Con el uso de una calculadora científica se promediarán los valores de los recuentos dentro de la tarjeta. Luego se calcula el promedio general de todas las tarjetas y la variabilidad del mismo, como el cociente del desvío standard sobre la media multiplicado por 100 ( $CV\% = s/x * 100$ ).

Las tarjetas sensibles tienen múltiples usos en protección vegetal. Permiten determinar, como vimos, el grado de cobertura y uniformidad de un tratamiento; estimar el tamaño de gotas a través de patrones gráficos provistos por la empresa que comercializa las tarjetas; medir la penetración en la canopia realizando lecturas a diferentes alturas; cuantificar la deriva; determinar el ancho efectivo en aplicaciones aéreas; y localizar fallas a lo largo del ancho de aspersion.

## **5 - EL VOLUMEN DE APLICACION**

La pregunta ahora es: Con qué volumen se alcanza una cobertura mínima de 30 gotas por cm<sup>2</sup> ?. Si bien el desarrollo teórico que se detalla a continuación es objetable, tiene una virtud incuestionable. Determina un valor mínimo para cubrir los requerimientos, ya que no se puede fabricar gotas por "generación espontánea", y representa un cálculo conservador en cuanto a deriva y tamaño de gota.

La fórmula que traduce los impactos, de un tamaño de gota determinado, a litros por hectárea se presenta en el primer recuadro (8). Las restricciones en cuanto a

tamaño de gotas, número de impactos y volumen necesario para un fungicida, según su modo de acción, se detallan en los cuadros sucesivos.

$$\text{Volumen (lt/ha)} = D_3 (\mu) * N (\text{gotas/cm}^2) * \frac{\pi}{6*10^7} \frac{[\text{cm}^2*\text{lt}]}{\text{ha}*\mu^3}$$

#### A - TAMAÑO DE GOTAS

Tamaño de Gotas ( $\mu$ )	Características de la Aspersión Ref.(4)
<150	Con Gotas más pequeñas hay más deriva y más evaporación.
200 - 250	Optimo compromiso entre la penetración de la canopia, el escurrimiento y la deriva.
> 350	No hay adherencia y la gota escurre.

#### B - NUMERO DE GOTAS

Tipo de Fungicida	Número de Gotas gotas/cm <sup>2</sup>
* SISTEMICO	30
* DE CONTACTO	60

#### C- VOLUMEN TEORICO DE APLICACION (litros por hectárea)

	Tamaño de Gota ( $\mu$ )
Tipo de Fungicida	Angulo relativo de aspersores 90° - 135°

	<b>190</b>	<b>230</b>
<b>* SISTEMICO</b>	10.77	19.11
<b>* DE CONTACTO</b>	21.55	38.22

#### D - VOLUMEN REAL NECESARIO (L/Ha)

Recuperación de plaguicida: 75% (19).

**Para productos sistemáticos el vol. varía: 15 -25 L/Ha.**

Considerando que los fungicidas más difundidos tienen acción sistémica, y se aplican con agua como dispersante, el volumen mínimo requerido es de 15 L/Ha, hasta un máximo de 25 L/Ha.

El mínimo volumen por hectárea tratada podría adoptarse en la condición de mínima deriva (baja temperatura, alta humedad relativa, poco viento y tamaño de gota uniforme). Los resultados de control mejoran notablemente cuando luego de los tratamientos químicos, el follaje permanece humedecido por un prolongado períodos de tiempo (Annone, J.G., comunicación personal).

El máximo volumen se reserva como variable de ajuste cuando por razones de deriva incontrolada no puede obtenerse la cobertura requerida. En estos casos es necesario considerar que se resiente notablemente la capacidad de trabajo, cuando se utilizan aviones, por un menor tiempo efectivo de aplicación (3). Esa menor productividad (hectáreas por hora de trabajo) debe compensarse a través de un mayor precio por el servicio (\$/Ha tratada). No obstante, conviene aclarar, que los mayores costos no deben imputarse en proporción lineal directa al mayor volumen requerido (3).

## 6 - CONSIDERACIONES FINALES

En el presente trabajo se trataron los aspectos teóricos de la calidad de aplicación y desde un punto de vista físico exclusivamente. Es importante tener en cuenta la participación de factores biológicos y agronómicos relacionados al control de plagas y los aspectos prácticos no detallados.

Los tratamientos con plaguicidas pueden hacerse por vía terrestre o aérea. En el control de enfermedades epidémicas, la rápida difusión de las mismas y el tiempo limitado disponible para su prevención o control, hacen del avión, por su capacidad de trabajo, una opción a tener en cuenta para grandes extensiones (19).

A su vez, en este caso, es donde más difícil resulta alcanzar la cobertura y uniformidad necesarios.

Por lo anteriormente expuesto, y luego de haber desarrollado los aspectos teóricos básicos, es necesario profundizar el estudio del avión como máquina pulverizadora. Analizar los aspectos de diseño y calibración, alternativas para reducir la deriva y la manera de realizar los ajustes para alcanzar la cobertura y uniformidad necesarios (3, 5, 8, 10, 11, 16).

No obstante los lineamientos básicos descriptos a lo largo de este trabajo, es necesario comprender que una buena calibración se alcanza luego de varios ajustes en base a ensayos de prueba y error. Esto es muy importante teniendo en cuenta que en nuestro medio se trabaja en más de un 70% con aeronaves adaptadas. Los aviones específicos están aerodinámicamente diseñados para pulverizar, los adaptados en cambio, se equipan y arman con accesorios convencionales.

Otros temas pendientes de gran importancia y que requieren estudio son: las técnicas de aplicación terrestre que mejoran la penetración de las aspersiones (7, 12); los factores que influyen la calidad del agua; y los procedimientos a seguir para el mezclado de diferentes plaguicidas entre si y con los aditivos (15).

## **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

- (1) Water sensitive paper for monitoring spray distribution. 3rd. ed. Agr. Div. Ciba-Geigy Limited, Basle, Switzerland. 15p.
- (2) Oil-sensitive paper CFI for monitoring spray distribution. Agr. Division of Ciba-Geigy Limited, Basle, Switzerland. 15p.
- (3) Curso de aeroaplicación. (Agosto de 1981) Ciba-Geigy, Bs. As. Argentina. 89p. (Pag. discontinua).
- (4) International Agricultural Centre (1991) Pesticide management. Application techniques. 20th International Course on Plant Protection, April 15 - July 26, 1991) (IAC), Wageningen, The Netherlands. 31p.
- (5) Rohm and Hass Company. Aerial application manual for DITHANE fungicides., USA. 16 p.

(6) Costa, JJ; Margheritis,AE; Mársico, OJV (1974): Introducción a la terapéutica vegetal. 1ra. ed. (Colección de Textos de Agronomía y Veterinaria, Número 8). Editorial Hemisferio Sur S.A., Buenos Aires. 533 p.

(7) Etiennot,A; Jalil Maful,E; Mazza Rossi,S; Frigerio,R; Dominicis,C de (1989): Comportamiento de la penetración del asperjado de algunas boquillas hidráulicas en cereales de invierno. Cát. Terapéutica Vegetal. FAUBA, Buenos Aires. 9p.

(8) Etiennot,AE (Ed.) (1990): Cuarto Curso de Actualización para Pilotos Aeroaplicadores (Pergamino-BA, 01 al 07 de Setiembre de 1990) Instituto Nacional de Aviación Civil (INAC), Buenos Aires. 119 p.

(9) Etiennot, AE (1993): Pulverizaciones terrestres. En: Jornada "Aplicación Terrestre". (12 y 13 de Agosto de 1993) (Ed: Etiennot,AE) Secretaría de Extensión Univ. Facultad de Cs Agrarias. Univ. Nacional de Rosario, Rosario, Santa Fé, 20 p.

(10) FMC (s/f): Hoja de datos de aplicación. Ajuste de distribución de la franja en aeronaves de ala fija. Grupo Agroquímico. FMC Argentina S.A. Buenos Aires. 7p.

(11) Aplicación aérea de volumen ultra bajo. Grupo Agroquímico (FMC-A1N585). FMC Argentina S.A. Bs. As. 8p.

(12) Hofman, V (1990): Penetration of spray into plant canopies. Extension Agricultural Engineering, NDSU Extension Service, Wageningen, The Netherlands. 5p.

(13) Larragueta, O (1985): Picos pulverizadores. (Boletín de Pulverizaciones, Agrícolas, Publicación Número 2.) Departamento de Ingeniería Rural, INTA Castelar - Barbuy S.A., Buenos Aires. 3p.

(14) Leiva,PD (1995): Manejo de la deriva en la aplicación de agroquímicos. Carp. Produc. Vegetal. INTA, EEA Pergamino, SERIE: Generalidades, Tomo XIV (Información N° 139, Setiembre, Ed: Puig,R), 6p.

(15) Marer, PJ (1988): The safe and effective use of pesticides. (Statewide Integrated Pest Management Project) (Series Ed: Flint, ML. Compendium 1, Pub. N° 3324.) Division of Agriculture and Natural Resources, UCLA, California, USA. 387p.

(16) Martínez, FF (1983): Aplicación aérea de plaguicidas. Pub. N°2 Asoc. Ing. Agr. Depto. Río II, Córdoba. 50p.

(17) Miguens, MM (1981): Aplicación de plaguicidas. 1ra. ed. (Series Ed: Departamento de Estudios. Cuaderno de Actualización Técnica, Número 29) Asoc. Arg. de Consorcios Reg. de Exper. Agrí. (AACREA), Buenos Aires. 43p.

(18) Spraying Systems Co. (1994): Teejet para la agricultura y horticultura (Catálogos, CAT 44M-E.) Spraying Systems Company, Wheaton, Illinois. USA. 80p.

(19) Walla. WJ (1980): Aerial Pesticide Application. Texas A&M University, Texas, USA. 26p.