

# APLICACION AEREA DE PLAGUICIDAS

Orlando Brñez Hamíez 1/

## INTRODUCCION

-----

Uno de los aspectos fundamentales que incide sobre la agricultura tecnificada de los Llanos Orientales, es el adecuado control de las plagas, lo cual requiere una oportuna y correcta aplicación de los diferentes plaguicidas específicos, para lograr así incrementar la producción de los cultivos, minimizando los riesgos del uso de los plaguicidas, como es en términos generales, LA CONTAMINACION AMBIENTAL.

## VENTAJAS DE LAS APLICACIONES AEREAS

### 1. RAPIDEZ

Cubrimiento de control de grandes extensiones agrícolas, en un menor tiempo que el control hecho desde tierra.

### 2. TERRENOS HUMEDOS

Permite tratar suelos demasiado húmedos, los cuales serían difíciles tratar con equipo terrestre.

### 3. DAÑOS

Evita daños físicos al cultivo y compactación de los suelos.

### 4. AHORRO

Ahorra esfuerzo, equipos y volúmenes de agua.

---

1/ Ingeniero Agrónomo, Distrito No. 1 - Acacias - Regional 8  
Apartado Aéreo 2011 Villavicencio

## DESVENTAJAS

### 1. CONTRATOS DE OPERACION

El agricultor está sometido a turnos de operación, que a veces lo perjudican por las demoras.

### 2. FACTORES ADVERSOS

Difícil control de algunos factores, como el viento, que pueden echar a perder la aplicación o causar daños a cultivos susceptibles.

### 3. AREAS DIFICILES

Difícil y antieconómico para operar en determinados sitios o áreas muy reducidas o distantes.

## ASPECTOS BASICOS QUE DEBEN TENERSE EN CUENTA EN

### UNA APLICACION AEREA

#### 1. VELOCIDAD DEL VIENTO

Como norma general no se debieran hacer aplicaciones de plaguicidas, cuando la velocidad del viento exceda a los 8 kilómetros por hora. A una mayor velocidad del viento, mayor es la deriva y mayores los peligros de contaminación del medio ambiente.

Deben evitarse las aplicaciones en períodos de mucho viento y durante el calor del día, cuando hay corrientes ascendentes. Entre las 11:00 a.m. y las 3:00 p.m. no son convenientes las aplicaciones de plaguicidas, ya que la temperatura aumenta y la humedad relativa disminuye, lo cual produce una mayor volatilización de las gotas del plaguicida. Además, en este lapso aumentan las corrientes de aire térmicas que no permiten que muchas gotas se depositen en el cultivo, sino que son arrastradas hacia arriba, lo cual produce una aplicación deficiente por subdosis y la posibilidad de producir problemas de contaminación ambiental.

En caso de la aplicación de herbicidas, buscar que el tamaño de la gota no sea inferior a 400 micras y que la velocidad del viento, no sea superior a 10 km/ha. ( 5 nudos ).

Cuando hay quietud absoluta de vientos, debe evitarse la aplicación de plaguicidas, por cuanto su distribución en el cultivo puede quedar mal realizada.

## 2. ALTURA DE APLICACION

La altura normal para aplicar plaguicidas en aviones equipados con boquillas, es de 1.5 a 2.0 metros de altura sobre el nivel del suelo o de las plantas.

Si se aumenta la altura de aplicación, aumenta el ancho de pasada, pero también aumenta la deriva ( arrastre ) y pérdida del plaguicida por evaporación.

A menor altura de vuelo dentro de los límites razonables, son menores los problemas.

## 3. ANCHO DE PASADA

El ancho de pasada define la cantidad de principio activo o de gotas aplicadas por unidad de superficie a lo largo de una franja tratada longitudinal y transversalmente.

Varía de acuerdo a la clase de aeronaves, la altura de vuelo y al tamaño de las gotas producidas.

Conocida la clase de aeronave y el tipo de aplicación convencional que se va a realizar, se marca sobre el cultivo unas fajas por medio de banderas, ojalá de colores intercalados, unas distancias determinadas y uniformes, que van a servir de guía para el Piloto en el cubrimiento del cultivo.

Para marcar el sentido del " bandereo ", es necesario tener en cuenta la dirección del viento, los cultivos aledaños, los caños, los ríos, las habitaciones, etc. para evitar efectos de contaminación.

## 4. VELOCIDAD DE LA AERONAVE

La velocidad normal de aplicación de plaguicidas, para aviones de ala fija, varía entre 90 y 115 millas por hora , según el modelo.

Para lograr una aplicación uniforme, la velocidad del vuelo debe ser constante.

Con el fin de obtener una velocidad constante, es recomendable efectuar las aplicaciones en las horas de menos viento, preferiblemente a tempranas horas de la mañana o al atardecer.

## 5. CLASE DE EQUIPO UTILIZADO

Los sistemas más conocidos para asperjar productos agroquímicos por avión son:

- a) Boquillas ( Spraying System Co.,
- b) Micronair
- c) Minisoín

Las empresas que operan en esta zona, solo tienen experiencia con el sistema conocido por boquillas.

## 6. COBERTURA

Es el factor más importante para el éxito de una aplicación aérea y se refiere al tamaño de la gota y número de éstas por centímetro cuadrado.

De acuerdo al producto a aplicar, se necesita gota  fina o medio fina, como sucede para fungicidas o herbicidas de contacto. En otros productos como insecticidas o matamalezas hormonales, puede usarse gota  gruesa.

Las gotas se clasifican de acuerdo a su diámetro, medido en micras en:

1.000	Micras	- - - -	Lluvia moderada
500	"	- - - -	Lluvia Ligera
200	"	- - - -	Llovizna ( pulverización )
100	"	- - - -	Neblina
30	"	- - - -	Nube
15	"	- - - -	Aerosol grueso

El tamaño de la gota está estrechamente relacionado con la altura de aplicación, la densidad del plaguicida y factores ambientales. El tamaño de la gota se regula con la elección de las boquillas y con la posición de éstas en el boom o aguilón.

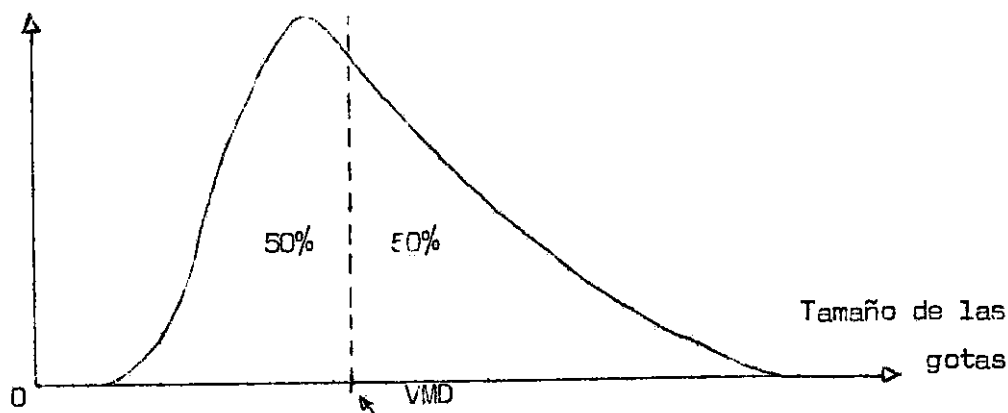
Para obtener buenos resultados en una aplicación de herbicidas, se requiere como mínimo una densidad de 20 gotas/ cm<sup>2</sup> con tamaños que pueden variar entre 200 y 1.000 micras de diámetro.

Para obtener un eficiente resultado con la aplicación de un insecticida, se requiere como mínimo una densidad de 50 gotas/ cm<sup>2</sup>, siendo su tamaño más pequeño que en el caso de los herbicidas.

En condiciones estables y dentro de ciertos límites las gotas pequeñas penetran más fácilmente en el follaje y las gotas grandes cubren la parte superior del follaje.

Es importante tener en cuenta que ningún implemento asperjador, produce gotas del mismo tamaño, lo cual dentro de un espectro de gotas, aparece el término diámetro Volumétrico Medio (VMD), que se define como el diámetro de las gotas que satisface la condición de que la mitad del volumen de aspersión consiste de gotas más grandes y la otra mitad consiste de gotas más pequeñas

Volumen de las gotas



Esta curva es aproximadamente para cada espectro de gota.

## 7. TEMPERATURA

Si la temperatura ambiental aumenta, también aumenta el grado de evaporación de un producto agroquímico.

Es así, que en horas de medio día (11:00 a.m.-3:00 p.m.) cuando la temperatura es alta, no son recomendables las aplicaciones, porque se forman corrientes de aire térmicos ascendentes que arrastran los plaguicidas hacia niveles superiores en la atmósfera, trayendo consigo problemas de contaminación ambiental.

## 8. HUMEDAD RELATIVA

Es un factor contrario a las oscilaciones de temperatura, es decir, su comportamiento es inversamente proporcional a la temperatura. A medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa.

El máximo porcentaje de humedad se registra en la mañana un poco antes de salir el sol y decrece luego súbitamente hasta las 3:00 p.m. poco más o menos para aumentar rápidamente primero y luego más bruscamente durante la noche hasta llegar al máximo a las 5:00 a.m. aproximadamente.

La amplitud de esta oscilación es menor en invierno que en verano, Las aplicaciones realizadas con una Humedad Relativa del 60% o menos no son las más aconsejables.

Como ejemplo para ilustrar la incidencia de la Humedad Relativa sobre las gotas, se puede citar el experimento realizado en un aire de 50% de Humedad Relativa y con un viento cruzado de 1 milla/hora.

Las gotas de 80 a 120 micras desaparecen en menos de 2 metros de caída; y las gotas de 200 micras alcanzan el suelo, pero a medida que aumenta la distancia de caída, las gotas se hacen progresivamente más pequeñas y aumenta su deriva.

#### 9. VOLUMEN DE LA MEZCLA APLICADA POR HECTAREA

Para efectos de establecer tarifas de cobro, las diferentes Empresas de Aplicación Aérea de Plaguicidas, han establecido los siguientes tipos de aplicaciones convencionales:

NORMAL	7 galones/ha.
SEMIPESADA	10 galones/ha.
PESADA	14 galones/ha.
ALTO VOLUMEN	20 galones/ha.

Como se verá más adelante, estos tipos de aplicaciones convencionales, deben estar ajustados técnicamente a la aeronave y equipo de aplicación que se utilice.

La cantidad de mezcla por hectárea debe controlarse constantemente sobre todo cuando se asperjan grandes extensiones. Es por eso importante conocer exactamente las dimensiones del campo a tratar.

Los lotes grandes deben subdividirse en zonas para poder comprobar más fácilmente si se ha aplicado efectivamente la cantidad de mezcla prescrita por unidad de superficie.

Hay Pilotos que " juegan " con la presión de aspersión para dar cubrimiento a un lote. Esta maniobra es incorrecta. No se puede admitir que el Piloto altere constantemente la presión, para corregir la relación entre la cantidad de mezcla que queda en el tanque con la superficie que falta por tratar.

Esta anomalía se observa en la práctica muy frecuentemente, con la consecuencia de que se aplican dosis muy diferentes aún dentro de un mismo lote.

#### 10. CLIMA

Se refiere a las condiciones del viento, temperatura, Humedad Relativa en el área inmediata de aplicación y hasta 300 metros de altura.

El clima en esta pequeña área tiene un gran efecto en la aplicación de plaguicidas, incluyendo la posibilidad de problemas por deriva.

Dentro de esta pequeña área se suceden fenómenos, como los siguientes:

**INVERSION**, el cual se produce cuando el aire está en calma y está más frío sobre el nivel del suelo, para irse calentando hasta cierta altura, haciéndose más frío de allí para arriba.

La aspersión en la capa de aire frío al nivel del suelo durante una inversión tiene un mínimo movimiento hacia arriba. Este mínimo movimiento puede causar que esta masa de partículas sea arrastrada a gran distancia antes de caer.

**CONVECCION**, ocurre cuando el aire es más caliente al nivel del suelo y se va volviendo más frío a medida que aumenta la altura. Durante una fuerte convección, el aire caliente cerca del suelo se eleva arrastrando las más pequeñas partículas de plaguicidas en él.

**VOLATILIZACION**, es otra clase de movimiento de la partícula de plaguicidas ejercida sobre el ingrediente activo durante o después de la aplicación. Algunos plaguicidas son altamente volátiles.

Temperaturas altas u otras condiciones climáticas, pueden causar evaporación del ingrediente activo o el solvente. Por esto deben ser aplicados durante períodos de relativa baja temperatura y alta Humedad Relativa.

Si el ingrediente activo es más volátil que el solvente, se presenta una subdosis en el área tratada. Si ocurre lo contrario, o sea que el solvente es más volátil que el ingrediente activo, se puede presentar una fitotoxicidad.

#### EQUIPO DE ASPERSION

En la zona de los Llanos Orientales, operan en labores de Aplicación Aérea de Agroquímicos, los siguientes tipos de aviones:

PAWNEE	235
PAWNEE	260
CESSNA AWAGON	
CESSNA TRUCK	

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS AVIONES AGRICOLAS UTILIZADOS EN LOS LLANOS ORIENTALES.

MODELO	ENVERGADURA ( m )	PESO DEL AVION Kg.		CUBRIMIENTO EFECTIVO *
		VACIO	PESO MAX. DE DECOLAJE	
PAWNEE 235	11.0	675	1.315	14 - 16
PAWNEE 260	11.0	706	1.315	14 - 16
CESSNA AWAGON	12.5	906	1.497	16 - 18
CESSNA TRUCK	12.7	937	1.497	18 - 20

\* Altura de vuelo entre 1.5 - 2.0 metros sobre el cultivo.

Se tratará aquí, hacer una descripción general del equipo utilizado por estas aeronaves solo por el sistema de aspersión con boquilla, debido a que este es el sistema de mayor uso por todas las empresas de la zona.

### 1. TANQUE

El tanque o depósito de la mezcla, está empotrado delante de la cabina del Piloto, Debe ser de un material a prueba de fugas y resistente a la corrosión.

Por encima del tanque hay una compuerta que comunica hacia el interior de éste, utilizada para cargar por allí los sólidos como los fertilizantes.

En la base del tanque existe otra compuerta, la cual en caso de emergencia, puede ser accionada desde la cabina del Piloto para vaciar el contenido de éste rápidamente.

Para cargar la mezcla al tanque, el avión está provisto de una tubería de entrada, situada en un costado del avión, detrás de la cabina del Piloto, en donde se conecta la manguera de una motobomba.

Interiormente, este depósito debe estar provisto de un sistema de "rompeolas" necesario para impedir que el líquido se desplace violentamente contra las paredes del tanque, cuando el avión hace los virajes.

Todos los equipos a presión están provistos de un tubo de retorno al tanque, que no solamente devuelve el líquido impulsado, sino que también sirve como agitador de la solución para conseguir homogeneidad en la mezcla.

Dentro de la cabina, el Piloto puede observar el nivel de el contenido del tanque, y sobre la pared de éste están marcadas dos escalas medidas en galones, que indican la cantidad de mezcla cuando el avión está en tierra ( GROUND ) y cuando está en vuelo ( FLIGHT ).

Dependiendo del tipo de avión, la diferencia entre las escalas mencionadas oscila entre 10 a 40 galones.

Cuando el avión se está cargando con la mezcla, el Piloto debe regirse por la escala de tierra ( GROUND ), ya que es ésta, la escala que indica la cantidad real de mezcla conque despega el avión.

Dependiendo del tipo de avión y de la aplicación convencional a realizar, el siguiente cuadro ilustra la cantidad de hectáreas tratadas por vuelo de acuerdo a la capacidad total de mezcla del tanque conque puede despegar el avión, de la pista.

TIPO DE AVION	CAPACIDAD TOTAL DE MEZCLA EN GALONES POR DESPEGUE	HAS. TRATADAS POR VUELO			
		GALONES POR HECTAREA			
		7	10	14	20
PAWNEE 235	100	14.3	10	7.1	5
PAWNEE 260	130	18.6	13	9.3	6.5
CESSNA AWAGON	180	25.7	18	12.8	9
CESSNA TRUCK	200	28.6	20	14.3	10

## 2. FILTROS

Para evitar la obstrucción de las boquillas, se hace necesario colocar filtros, desde la boca del cargue hasta las boquillas, las cuales se encuentran distribuidas en forma estratégica dentro de todo el sistema del equipo de aspersión.

Después de la bomba, entre el tubo que conduce al aguilón, se encuentra colocado un filtro grande principal y dentro de cada boquilla debe estar instalado un pequeño filtro.

Todo el sistema de filtros debe estarse revisando frecuentemente,

## 3. BOMBA

Los equipos PAWNEE y CESSNA AWAGON están provistos de una bomba centrífuga, que suministra presión al sistema, el cual puede ser regulable y alcanzar presiones que varían de 20 - 80 libras/pulg,<sup>2</sup>

Este sistema es accionado por una hélice cuatripala, que mueve el viento provocado por el desplazamiento del avión, al cual se suma la acción de la hélice del motor.

Dentro de la cabina existe una palanca de freno de expansión que al ser operada, detiene el movimiento del molinete que acciona la bomba, evitando así inútiles desgastes durante el vuleo, o cuando el motor se pone en marcha.

El CESSNA TRUCK, viene provisto de un moderno sistema hidráulico para accionar la bomba centrífuga

Accionado por el Piloto existe una LLAVE REGULADORA ( By - Pass ) que sirve para regular el retorno del líquido al tanque. Como el caudal es siempre constante, a medida que se cierra al paso de retorno del líquido, sigue aumentando la presión en la cañería del sistema, cuyo control se verifica por intermedio de un manómetro colocado en el tablero de instrumentos.

#### 4. BOOM

Del tubo principal que viene de la bomba, se derivan dos tubos a lado y lado de las alas del avión que soportan las boquillas y el cual se denomina BOOM o AGUILON.

El Boom debe ser de un material liviano. En los extremos del boom van colocados tapones, para facilitar la limpieza del aguilon. El boom debe poseer una válvula de cierre hermético.

Se debe evitar que el Boom llegue hasta los extremos de las alas, pues allí se forman vórtices o corrientes ascendentes de aire que pueden arrastrar la mezcla.

#### 5. BOQUILLAS

El número de boquillas instaladas depende del tipo de avión:

PAWNEE 235:	43 boquillas
PAWNEE 260:	43 "
CESSNA AWAGON:	44 "
CESSNA TRUCK:	64 "

La mayoría de las boquillas van soportadas en el boom por medio de una pieza de enrosque, las cuales deben estar atornilladas a igual profundidad para evitar errores o diferencias de caudal entre boquillas.

Debajo del fuselaje del avión están situadas el resto de boquillas, en forma colgante, con el fin de acceder a los choques que pueda tener con algunas ramas.

Las boquillas más utilizadas son la TEEJET de Diafragma No. 4664 de Spraying System Co. de cono con discos dosificadores, fácilmente cambiables.

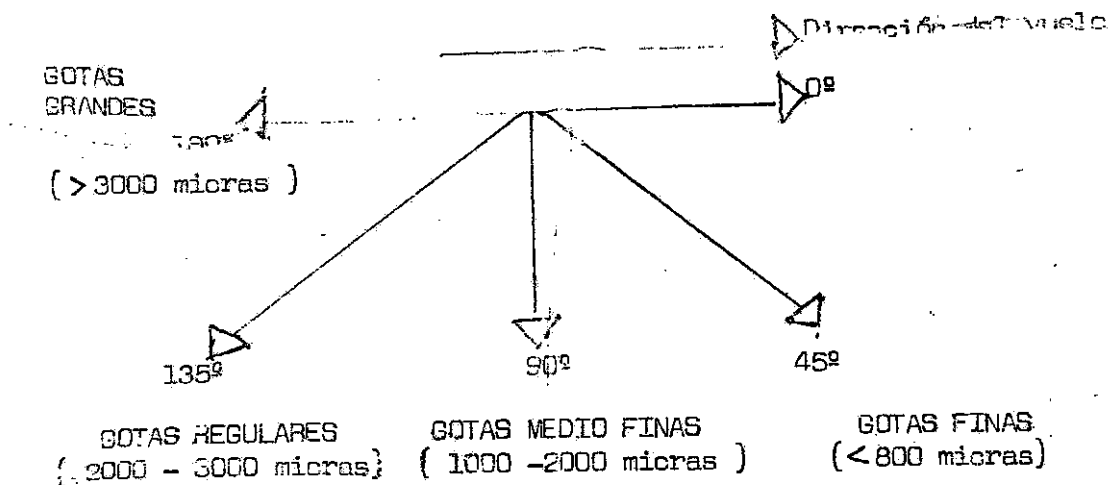
La uniformidad de una aspersión depende de una correcta colocación de las boquillas en el aguilón. Es importante tener en cuenta el movimiento de la hélice del motor con el fin de ajustar en el aguilón derecho las distancias más convenientes de distribución de las boquillas. Estas distancias pueden corregirse cuando se considere que la cobertura ha sido deficiente en algún sitio de la superficie tratada.

Las boquillas de los extremos deben colocarse  $3/4$  de la longitud del ala para evitar que los vórtices que se forman en las puntas de las alas, atrapen y arrastren las gotas finas, causando una distribución desuniforme y deriva del producto aplicado.

El ángulo de colocación de la boquilla en el Boom con relación a la dirección del vuelo, afecta enormemente el tamaño de la gota:.

- a) Cuando el orificio de salida queda enfrentando la corriente de aire, la nube asperjada se descompone y el líquido se adhiere a la boquilla, formando gotas gruesas ( Esta posición es contraindicada ).
- b) Cuando el orificio de salida está en posición contraria a la corriente de aire, se obtienen gotas demasiado grandes, con diámetros superiores a 3.000 micras, lo cual corresponde a un aguacero.
- c) La posición vertical de la boquilla con respecto a la corriente de aire, da gotas de tamaño medio, con diámetros que oscilan entre 1.000 a 2.000 micras.
- d) La posición de la boquilla en un ángulo de  $45^\circ$  hacia adelante, da gotas de tamaño fino, con diámetros inferiores a 800 micras.

RESUMIENDO: Para obtener diferentes tamaños de gotas, las boquillas se colocan también en diferente ángulo en el boom, en relación a la dirección del vuelo.



El efecto del flujo de aire sobre la reducción del tamaño de las gotas se incrementa porcentualmente aumentando la velocidad del flujo de aire y tamaño de gota. Dicho en otras palabras, a mayor velocidad del flujo de aire y mayor tamaño de la gota, el efecto de reducción es mayor.

Igualmente de acuerdo a la posición, el tamaño de gotas producidas por una boquilla determinada a flujo y presión constante, se reduce entre un 30 - 40 % variando el ángulo de 180 a 45 °.

#### COMPONENTES DE UNA BOQUILLA

##### 1. CUERPO DE LA BOQUILLA

Es el conjunto principal de la boquilla, el cual posee un orificio que se une al Boom por medio de una pieza enroscada. Por dicho orificio entra el líquido a una cámara, en donde por acción de la presión es conducida para pasar luego por una válvula hacia el interior central del cuerpo de la boquilla.

Por encima del cuerpo de la boquilla se encuentran las siguientes piezas:

##### 2. CASQUETE DE LA VALVULA DE PRESION

Es una pieza enroscable que asegura la válvula de presión al cuerpo de la boquilla.

### 3. VALVULA DE PRESION

Es un diafragma accionado por un resorte; su función es abrir y cerrar herméticamente. Cuando está abierto, permite la entrada del líquido hacia el interior central del cuerpo de la boquilla. Se cierra automáticamente cuando se interrumpe el paso del líquido, el cual fluye por la presión que normalmente oscila entre 20 y 60 lib/pul<sup>2</sup>.

### 4. JUNTA ó SELLO

Enseguida del diafragma, posee una junta en forma de disco de un material sintético ( caucho ), el cual al ser presionado por el diafragma contra el cuerpo de la boquilla, cierra herméticamente el paso del líquido. Esta junta se deteriora, por lo cual es necesario su revisión periódica y cambio. Cuando la junta está deteriorada, el líquido se escapa, ocasionando su desperdicio y fallas en el cubrimiento por la formación de gotas demasiado grandes, como también puede ocasionar problemas de contaminación.

Por debajo del cuerpo de la boquilla, se encuentran las siguientes piezas:

### 5. FILTRO

Es un pequeño filtro colocado dentro del cuerpo de la boquilla, el cual no permite la introducción de impurezas que hayan podido pasar por los otros filtros del sistema.

### 6. DIFUSOR

El difusor, pulverizador, nucleo, rotar o core, es una pieza circular con canales en forma de espiral, que permite pasar el líquido para darle un movimiento rotatorio formando el cono de aspersión.

Los hay de diferentes referencias: Números 13, 23, 25, 31, 35, 45, 46 y 56. De acuerdo a las calibraciones, los más utilizados son los Números 45 y 56.

El difusor incluye sobre el caudal o cantidad de líquido que sale por la boquilla.

### 7. DISCO

El disco, orificio o cazuela, es el terminal de la boquilla por donde sale el líquido ya asperjado en forma de cono.

Los discos tienen orificio de salida variable que regula la cantidad de líquido desalojado:

D2 - D4 - D6 - D8- D10 - y D12; siendo D2 el más reducido y D12 el de mayor salida de líquido.

#### 8. CASQUETE DE LA BOQUILLA

Es una pieza enroscable, que asegura el conjunto, filtro, difusor y orificio al cuerpo de la boquilla.

Desde la cabina se acciona una válvula de cierre rápido, bloqueando en forma instantánea el paso del líquido por la tubería. Esta acción se realiza simultáneamente con las válvulas de presión que poseen las boquillas, para interrumpir el flujo del líquido, evitando así la aspersion en sectores no deseados, durante el viraje o el vuelo a otro lugar de operación.

Dicho cierre hermético es fundamental cuando se trabaja con herbicidas, pues las gotas del sistema al concluir la aplicación sobre una franja, pueden causar perjuicios en aquellos cultivos sensibles a estos productos.

### CALIBRACION Y AJUSTE DE EQUIPOS PARA AVIONES DE APLICACION AEREA DE PLAGUICIDAS, CON BOQUILLAS TIPO TEEJET DE Spraying System Co.

#### 1. OBJETIVOS:

- a. Determinar la cantidad de mezcla por hectárea asperjada de acuerdo al tipo de aplicación convencional.
- b. Determinar la cobertura:
  - Tamaño de las gotas
  - Número de gotas por cm<sup>2</sup>.

## c. Ancho de pasada

Además, de los objetivos enunciados, la calibración y ajuste de equipos, sirve para detectar y corregir posibles fallas del mismo.

## 2. DATOS QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA:

- Tipo de avión
- Cantidad total de galones conque puede decolar el avión.
- Velocidad del avión ( M. P. H. )
- Velocidad y dirección del viento
- Hora y condiciones meteorológicas de la prueba
- Altura de vuelo ( m )
- Ancho de pasada ( m )
- Presión de la bomba ( Lib/pul<sup>2</sup> )
- Número de boquillas
- Diámetro del orificio
- Referencia del Difusor
- Experiencia del Piloto

## 3. MATERIALES

- a. Cintas para sumadora de color blanco de 25 m. de longitud y ancho no inferior a 6 cm.
- b. Un colorante ( anilina o azul de metileno ), en la proporción de  $\frac{1}{4}$  de libra para 100 galones de agua.
- c. Un decámetro
- d. Un cronómetro
- e. Equipo de tierra ( tanque de mezcla, agitador, motobomba ).
- f. Equipo aéreo completo.

## 4. PROCEDIMIENTO

- a. Lavar perfectamente el equipo de aspersión
- b. Revisión General del equipo ( estado y funcionamiento ):

- Boquillas con todos sus accesorios
  - Número de orificio y difusor igual para todas las boquillas.
  - Número indicado de boquillas en el boom.
  - Apropiado ángulo de inclinación de las boquillas en el boom.
  - Revisión de la bomba de presión
  - Revisión de tubería
  - Revisión del filtro principal
- c. Cargar el tanque del avión con agua y hacer funcionar el equipo en tierra, para constatar la salida uniforme del líquido por cada una de las boquillas.
- Igualmente de esta manera se purga el equipo ( Bomba, mangueras y tuberías.
- d. Completar con agua el tanque hasta un volumen determinado, medido en la escala de tierra ( GROUND ) Ejm: 100 gal.
- e. Agregar el colorante
- f. Colocar la cinta de papel al través de la pista, perpendicular a la línea de vuelo y marcar su centro.
- g. Volar a la velocidad y altura normal y operar el equipo de aspersión con presión constante, durante un tiempo determinado, pasando sobre la cinta de papel.
- Ej:  $V = 100 \text{ M.P.H.}$ ; altura = 1.5 m; 40 lib/ pulg<sup>2</sup> y 1 minuto.
- h. Aterrizar y medir en el mismo sitio la cantidad de agua ( con colorante ) asperjada
- i. Repetir la operación varias veces para promediar: Ej: 3 veces.
- j. Sobre la cinta determinar el ancho de pasada y observar la cobertura y tamaño de la gota.
- k. Realizar las operaciones aritméticas de acuerdo a los datos y fórmulas para determinar el número o cantidad de galones por hectárea asperjados.

#### 1) FORMULAS:

- 1 - Convertir la velocidad del avión dada en millas por hora a metros por minuto

$$V = \frac{M. P. H. \times 1.609m}{60 \text{ min.}} = m / \text{min.}$$

2. De acuerdo al Ancho de Pasada conseguir el Area asperjada por minuto.

$$\frac{m^2}{\text{min.}} = V \left( \frac{m}{\text{min.}} \right) \times \text{Ancho de P. ( m )}$$

$$\frac{\text{Has.}}{\text{min.}} = \frac{m^2 / \text{min.}}{10.000 \text{ m}^2}$$

3. De acuerdo a la cantidad de mezcla asperjada por minuto, conseguir la cantidad de mezcla asperjada por hectárea.

$\frac{\text{Gal}}{\text{Ha.}} = \frac{\text{Gal.} / \text{min.}}{\text{Has} / \text{min.}}$
--

Aplicando este sistema de calibración, el INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO REGIONAL No. 8, en el año 1.975 = 1976, obtuvo los siguientes resultados

CALIBRACION DE EQUIPOS AEREOS PARA APLICACION A  
ALTO VOLUMEN

Zona: META y LLANOS ORIENTALES

AVION	MEZCLA GAL/HA.	NUMERO ORIFICIO	NUMERO DIFUSOR	BANDEREO ( m )	PRESION (lib/pul <sup>2</sup> )	NUMERO BOQUIL LLAS
PAWNEE 235 260	6 - 7	4	45	16	40	43
	10	6	45	16	40	43
	12 -13	8	45	16	35-37	43
	19 -20	12	45	14	30	43
	26 -27	12	56	12	20	43
CESSNA AWAGON	6- 7	6	45	19	40	44
	9	8	45	18	30-35	44
	14	12	45	16	30-40	44
	22	12	56	16	25	44
CESSNA TRUCK	7 - . 8	4	45	20	40	64
	10 - 11	6	45	20	30-40	64
	14 - 15	8	45	18	30-40	64
	18 - 19	8	56	18	35	64
	19 - 20	12	45	18	30	64
	20- 21	12	56	18	27 - 30	64

Esos mismos datos obtenidos, aplicados en la práctica a los tipos de aplicaciones convencionales, realizadas por las diferentes Empresas de Aplicación Aérea de Agroquímicos de la Zona, se ilustran en el siguiente cuadro.

**CALIBRACION DE EQUIPOS AEREOS PARA  
APLICACIONES CONVENCIONALES**

Zona : META y LLANOS ORIENTALES

AVION	MEZCLA CONVENCIONAL Gal/Ha.	NUMERO ORIFICIO	NUMERO DIFUSOR	PRESION Lib/p <sup>2</sup>	BANDEREO m
PAWNEE 235	7	4	45	40	16
	10	6	45	40	16
	14	8	45	37	16
	20	12	45	30	14
PAWNEE 260	7	4	45	40	16
	10	6	45	40	16
	14	8	45	37	16
	20	12	45	30	14
CESSNA AWAGON	7	6	45	40	19
	10	8	45	35	18
	14	12	45	35	16
	20	12	56	25	16
CESSNA TRUCK	7	4	45	40	20
	10	6	45	40	20
	14	8	45	35	18
	20	12	45	30	18

## CRITERIOS PARA SELECCIONAR EL TAMAÑO DE LAS

## GOTAS Y VOLUMEN DE APLICACION

1. Para la aplicación de herbicidas de contacto o cubrimiento del suelo, se recomienda mezclas de alto volumen ( 20 gal/ha ) con tamaño de gotas entre 500 a 1.000 micras ( gotas finas ).

Para el caso de herbicidas de acuerdo a su sistema de acción no se recomienda utilizar en ningún caso bandereos superiores a 14 metros para los PAWNEES, 16 metros para la CESSNA AWAGON y 18 metros para el CESSNA TRUCK. Para herbicidas pre-emergentes ( acción radicular ) es recomendable usar gotas de mayor tamaño para evitar derivas.

2. - Para la aplicación de insecticidas debe tomarse como criterio el área foliar que tenga el cultivo según su desarrollo vegetativo.
  - De la germinación hasta los 30, 40, 50 días dependiendo del cultivo, se recomienda realizar aplicaciones normales ( 7 gal/ha ) o semipesadas ( 10 gal/ha ).
  - Para cultivos cuyo desarrollo vegetativo se encuentra más o menos en la mitad de su tiempo, se recomienda hacer aplicaciones pesadas ( 14 gal/ha ).
  - Para cultivos mayores, con bastante área foliar, se recomienda aplicaciones de alto volumen ( 20 gal/ha ).
  - Para insecticidas de contacto se recomienda seleccionar el tamaño de las gotas entre 250 a 500 micras. Para sistémicos el tamaño de la gota puede ser mayor, por la razón de que el efecto no depende totalmente del número de gotas/cm<sup>2</sup> como en productos de contacto e ingestión.
3. Para la aplicación de fungicidas se requieren volúmenes diferentes de acuerdo al punto de infestación.

En general, en épocas tempranas del cultivo, se pueden utilizar aplicaciones pesadas ( 14 gal/ha ): y para cultivos mayores se recomienda aplicaciones de Alto Volumen ( 20 gal/ha ). El tamaño de la gota puede escogerse entre 300 a 500 micras.

Es necesario tener en cuenta además que ciertas presentaciones de formulación de algunos productos como " polvos mojables " ( suspensiones ), requieren de un mayor volumen de agua ( menor concentración del producto ) para evitar la sedimentación.

#### B I B L I O G R A F I A

1. ANGEL, GOMEZ, HUMBERTO, s.f. Aplicación Aérea de Plaguicidas ( mimeografiado ) Universidad de Caldas. 28 p.
2. BAYER, s.f. Técnica de aplicación con aviones de Ultra Bajo Volumen. Alemania 35 p.
3. BRÍÑEZ RAMÍREZ, ORLANDO, 1.978. Calibración y ajuste de equipos para aviones de Aplicación Aérea de Agroquímicos de la Empresa FALL ( mimeografiado ) ICA REGIONAL No. 8 Acacias 2 p.
4. CIBA GEIGY. 1975. La Técnica de Aplicación de agroquímicos, su teoría y práctica. ( mimeografiado ) Bogotá 64 p.
5. \_\_\_\_\_ s.f. Aplicación Aérea del Herbicida GESAPRIM 80, Bogotá, 12 p.
6. \_\_\_\_\_ s.f. Correcta aplicación aérea de pesticidas. Suiza 30 p.
7. \_\_\_\_\_ s.f. Técnica de Aspersión. Suiza 19. p.

8. FEDERACION NACIONAL DE ALGODONEROS 1978. Bases técnicas para el cultivo del Algodón en Colombia. Bogotá. p.p. 401 - 436.
9. JARAMILLO, ARCESIO, s.f. Aplicaciones Aéreas Bogotá 36 p.
10. MORA MEDINA JULIO CESAR s.f. Tabla: Calibración de Equipos Aéreos para aplicación a Alto Volumen - ICA Villavencio.
11. PIPER AIRCRAFT CORPORATION. 1962. Rawnee Owners's Handbrook. E.E. U. U. 64 p.
12. \_\_\_\_\_ 1.957. PIPER OWNERS'S HANDBROOK . E.E.U.U.  
55 p.
13. ROHM AND HAAS. s.f. STAM. pp 19 - 24
14. \_\_\_\_\_ 1.967 Aplicación Aérea de los Fungicidas Dithane  
E.E.U.U. 12.p.
15. \_\_\_\_\_ 1.972 Calibración de Equipos Aéreos y recomendaciones sobre fumigación a Alto Volumen ( mimeografiado )  
Ibagué 5 p.