TECNICAS DE APLICACIÓN AÉREA DE PLAGICIDAS AGRÍCOLAS

Clemente Bornacelly L. [1]

INTRODUCCIÓN

El uso de productos químicos constituye el factor que más encarece la agricultura, debido a que no ha producido retornos satisfactorios, como consecuencia de uso inadecuado que se hace de ellos.

Entre 1971 y 1975, la organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO y la organización mundial de la salud, OMS, realizaron una serie de seminarios para el uso adecuado de los agroquímicos en Asia, África y América Latina, haciendo énfasis en la tecnología de aplicaciones, con el único objetivo de reducir los problemas de inseguridad en las aplicaciones y aumentar la eficiencia de los productos, a partir de las recomendaciones establecidas manuales y reglamentarias.

Las primeras sustancias químicas destinadas al control de plagas no exigían una tecnología especializada, ya que antes predominaba el uso de prácticas muy conocidas como el empleo de un saco "ralo" para esparcir las que presentaban como polvos, o un "manojo" de ramas para rociar las de forma líquida, o algunas otras que aún están en uso.

El progreso alcanzado en la última década en las aplicaciones de plaguicidas, ha sido el fruto de una conscientización de los técnicos y productores acerca de las condiciones fundamentales que deben tener los equipos para obtener un buen resultado en su aplicación, porque estos exigen que se determine cuándo y dónde deben usarse, pues de nada serviría saber cómo utilizarlo si se desconoce cuándo y dónde, así como también sería inoficioso tratar toda una planta si la plaga que la afecta apenas se localiza en una parte de ella.

Con el fin de que el control resulte más económico, es necesario establecer, mediante los umbrales económicos ya definidos para las diferentes plagas, los niveles de aplicaciones, conocer la fase o estado en el que el insecto es más vulnerable al producto que se seleccione y las condiciones ambientales favorables para una aplicación. Con algunos herbicidas, por ejemplo, no es pertinente fumigar en horas de la tarde porque los insectos requieren mayor intensidad lumínica para actuar; razón por la cual, si esto se efectúa al final del día, su efecto herbicida solo comenzará al día siguiente en caso de que ni llueva.

Por otra parte, la mayoría de los insectos suspenden sus actividades a altas temperaturas y buscan lugares en donde refugiarse, fenómeno que puede producir un bajo efecto de control que se le puede atribuir, de manera errónea, al producto en sí y no a las condiciones en las cuales se procedió a aplicarlo.

La escogencia de un equipo de aplicación depende de la clase de cultivo y del área a tratar, del lugar en donde se localiza la plaga y de las características del producto seleccionado. Lo ideal sería disponer de un equipo que sea útil para aplicar todo tipo de sustancia con la misma eficiencia, y esto no ha sido posible todavía.

Además de lo anterior, es preciso considerar que algunos productos químicos contienen en su fórmula comercial un ingrediente activo y un material inerte conocido como vehículo, cuya función es permitir que el ingrediente activo se distribuya de forma uniforme sobre un área establecida, vehículos que pueden ser sólidos o líquidos. Cuando son sólidos, los más usados son los elaborados en forma de talco o de gránulos y en cuanto a los líquidos, el agua y el aceite. En Colombia, el más tradicional es el agua, debido a que es más barato y manifiesta mayor efecto residual. En algunas regiones del país se utilizan aceite como vehículo, porque disminuye los costos al reducir el volumen de aplicación, sobre todo en

[1] I.A. Investigador Asociado. Corpoica, C.I. Motilonia. Codazzi, Cesar

aquellas regiones en donde la temperatura y el viento son determinantes en el éxito de una aplicación.

En estos momentos se fabrican cada vez más productos y equipos nuevos, es decir, que se desarrollan nuevas tecnologías para minimizar los problemas que pudieran causar la aplicación de los agroquímicos, de tal manera que el futuro es muy promisorio en cuanto a seguridad. En todo caso, es necesario reflexionar acerca de las situaciones vividas antes y las consecuencias negativas que éstos hayan ocasionado, con el objetivo de ejercer una labor de conscientización en los productores, asistentes técnicos y en las empresas aplicadoras, en relación con la normatividad y el conocimiento de las técnicas de aplicación de esas sustancias químicas. Para lograr de ellos una mayor eficiencia y reducir al máximo sus efectos nocivos a la salud y al medio ambiente.

LA AVIACION AGRICOLA EN COLOMBIA

En nuestro país, todo lo relacionado con la aviación agrícola lo reglamenta el Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil, DAAC, el Ministerio de Agricultura y el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, en cada uno de los aspectos que les concierne. Hasta 1976 Colombia contaba con 248 aeronaves destinadas a las actividades agrícolas en diferentes regiones, y hoy en día esta disponibilidad ha disminuido en un 47%. Así mismo, en cuanto a la aplicación de agroquímicos, el Ministerio de Salud, el Ministerio de Medio Ambiente y las Corporaciones Regionales ejercen un control en manera de salubridad y conservación del medio ambiente.

El esparcimiento de agroquímicos en el ambiente tiene el inconveniente de que los productos puedan sufrir la influencia de los factores del clima (temperatura, humedad relativa, luminosidad), además de la velocidad del viento. Esto último puede ocasionar problemas de contaminación o fito-toxidad en otros cultivos debido al arrastre o deriva de la aplicación. Con el fin de reducir daños, están disponibles en el mercado equipos de aplicación de los volúmenes y coadyuvantes dirigidos a darle uniformidad a la parte biológicamente activa que se disemina sobre las áreas que se requieren tratar, para disminuir así el riesgo del arrastre o deriva.

La aviación agrícola se hizo popular después de la segunda guerra mundial, y en Colombia la literatura existente reporta que aquí se inició en el Tolima; Codazzi, (El Cesar) y Montería (Córdoba) en 1952 y 1954, respectivamente. Más adelante, en 1955, se introdujo en el Valle del Cauca con el uso de aviones Piper (pawnee) PA-18 y Stearman.

Por su parte el empleo de helicópteros en la aviación agrícola en el país, se registra desde 1959 en las zonas de Codazzi (El Cesar) y en el Espinal (Tolima).

IMPORTANCIA DE LAS APLICACIONES AÉREAS

Antes de abordar este tema, conviene tener en cuenta que por muy eficaz que se considere un producto, éste no puede ejercer su acción de control si no se aplica correcta y oportunamente, y que las aplicaciones aéreas siempre han jugado un papel importante en la obtención de buenos rendimientos en las cosechas, en especial de algodón, circunstancia que nos obliga a destacar sus ventajas en los siguientes términos:

- Permiten tratar los suelos, sea cual fuere su estado de humedad, sin problemas de compactación.
- Resultan más económicas que las aplicaciones terrestres, porque disminuye el volumen de agua y no hay necesidad de comprar equipo.
- Abarcan grandes extensiones en forma rápida, dependiendo del tipo de aeronave empleada (avión - helicóptero), de la ubicación y la forma del terreno y del sistema de aplicación.
- Se pueden efectuar en terrenos con obstáculos que impiden la aplicación terrestre como zanjas o cercas.
- El control de plagas puede realizarse de manera rápida y oportuna.

CARACTERISTICAS DE LAS AÉRONAVES

El uso de aeronaves para la aplicación de agroquímicos se ha generalizado en casi todo el mundo, en unos países más que en otros, y de ellas existen dos tipos, a saber:

Aeronaves de alas fijas

Son los aviones utilizados en las actividades agrícolas y de los cuales existen diferentes marcas y modelos, como sigue: el Piper Pawnee 235, 260 y el Pawnee Bravo 375, que son los dos últimos más grandes y tiene una capacidad para 225 a 280 galones de mezcla (agua más plaguicida). También los hay de otros tipos como el Sterman, el Grumoman, el Cessna AG Wagon, el Cessna AG Truck, el Cessna Husky y los Pijaos, con los cuales de diseminan de 240 a 280 galones de mezcla, así como Ag cat, el Trush comander y el Dromader, empleados en grandes áreas y en cultivos de frutales y maderables. Los dos últimos no se conocen en Colombia.

Aeronaves de alas rotatorias (helicópteros)

Se diseñaron y emplearon para la aplicación aérea de agroquímicos. Tiene dos rotores, uno principal y uno en la cola para mayor estabilidad, debido a que este último contrarresta la rotación del principal. Los rotores pueden poseer 2, 3 y 4 aspas.

En el país se han utilizado en las regiones del Tolima, Codazzi (el Cesar) y el Valle del Cauca, en donde fueron bien acogidos. Los más conocidos son el Hughes 300 C, el Hughes 500 turbo, con capacidad de carga de 265 a 280 galones y el Fairchildo Hille VH12E, el SL4 y el FH 1100 con capacidad de mezcla de 120 – 150 galones. Estos tres últimos no son conocidos en Colombia.

EQUIPOS DE ASPERSIÓN AÉREA DE AGROQUÍMICOS

Antes de entrar en el tema, conviene aclarar que la afinidad de las aplicaciones es disminuir la población de plagas por debajo de un limite mínimo de daño, para evitar perdidas o disminución de los rendimientos en los cultivos. De igual manera, se definirán los términos de fumigación, aspersión y aplicación, practicas empleadas, de manera indeterminada y que tienen, de su parte, una razón de ser:

Fumigación: aplicación de productos en forma de gas.

Aspersión: aplicación de productos en forma líquida (pulverización).

Los especialistas decidieron llamar "aplicación" a la técnica de uso de los agroquímicos, con el fin de que cobije a todo tipo de producto.

Equipos de aplicación para líquidos

Este sistema esta conformado de la siguiente manera:

- Tanque para los agroquímicos solos o en mezcla. Para aplicaciones en alto o bajo volumen.
- Sistema de agitación, para ayudar a la homogeneidad de las mezclas y prevenir la sedimentación.
- Bomba de aspersión que origina la presión elegida para el esparcimiento de los productos.
- Tuberias del sistema por donde circula el plaguicida.
- Filtros y boquillas.
- Barra portaboquillas, aguilón o boom.
- Nicronairs o elemento aspersor.

Tanque

Esta colocado delante de la cabina del piloto, para que le sirva de protección en caso de accidente. Debe ser resistente a la corrosión, tener ventilación y a prueba de fugas. Actualmente se fabrica en fibra de vidrio poseen en la parte superior la boca o abertura con una tapa de cierre hermético y un filtro para retener las impurezas o partículas extrañas, y asegurar que la mezcla depositada en él sea lo más limpia posible. En la parte inferior y dentro del tanque están dispuestas unas láminas con orificios denominadas "rompe olas" cuya función es disminuir el golpe cuando el avión esta en movimiento. En la base del tanque se encuentra la salida de emergencia, la cual se oca-

Ventajas y desventajas de las aeronaves

TIPO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Avión	Mayor desplazamiento	Necesita pista acondicionada para tanqueo, carreteo, decolaje y aterrizaje.
	Cubrimiento de grandes áreas en menor tiempo.	Está acondicionado a áreas libres de obstáculos (arboles, cables, torres de energía).
	Mayor capacidad de transporte de agroquímicos (280 galones).	Mantenimiento costoso.
	Mayor seguridad y protección para el piloto	
Helicóptero	No requiere pistas especiales: aterrizan o despegan donde quepa el rotor principal.	Menor capacidad de transporte del agroquímico (160 galones).
	Reduce el costo de la aplicación por "ferry".	Menor velocidad de operación (50-60 m.p.h).
	Se obtiene buena penetración y densidad de gotas (acción de la corriente de aire del rotor principal).	Su mantenimiento es muy costoso
	Poseen alta maniobrabilidad (virajes cortos, tratamiento de terrenos con obstáculos).	

siona desde la cabina, descargando con rapidez el contenido del tanque en 15 o 20 segundos, hecho que hace perder el peso al avión y sortear, de esta manera, los peligros de accidentes.

Hoy en día el tanqueo del avión se efectúa por medio del sistema de retrocarga para las aplicaciones líquidas en alto galonaje. El tanque esta ubicado en la parte lateral del avión y detrás del piloto, debe tener dos escalas, una de color negro y otra de color rojo que pueden apreciarse dentro de la cabina, lo cual indica el volumen contenido en él tanto en tierra como en el aire. Para las aplicaciones de granulados, polvos o bajos volúmenes, el tanqueo se hace por la boca o la parte superior del tanque.

Sistema de agitación

Para una mejor homogeneidad de la mezcla plaguicida + agua o plaguicida + aceite, los equipos de aspersión poseen un sistema de agitación por recirculación, cuyo fin no es sólo agitar, sino devolver al tanque, mediante la manguera de retorno, parte del líquido que se esparse. Este sistema siempre debe estar funcionando para que los productos permanezcan en total combinación y no ocurran problemas de separación de los productos o de su precipitación.

Bomba

La más usada es la bomba hidráulica la cual alcanza a producir una presión suficiente 20-80 lbs / pulg^2 para lanzar al ambiente de 2.5 a 25 galones por hectárea. Algunas aeronaves tienen instaladas bombas centrifugas accionadas por el viento a través de 2, 3, 4 o 6 paletas de madera o plásticas que giran de acuerdo con las velocidades del avión y con la de las corrientes de aire originadas en la hélice. El número de paletas no influye en la presión que se genera.

La rotación de las paletas se controla con un sistema de frenos por cable accionado desde la cabina. La mayoría de los pilotos hacen funcionar el sistema de agitación por este mecanismo sólo cuando el avión efectúa la labor de aspersión para contrarrestar el desgaste en las piezas de este tipo de bomba.

Hay equipos que tienen instalada una bomba eléctrica, con la cual se logran presiones más altas hasta de 80 psi y en donde no ejerce ninguna influencia la velocidad del avión; estas bombas son más modernas de mayor uso de las aplicaciones en bajo y ultrabajo volumen.

Llave reguladora

Con esta llave se controla el paso de los líquidos al aguilón o barra portaboquillas, y el retorno de las mezclas al tanque se conoce como "bay pass" o válvulas de tres pasos o vías, debido a que la palanca del control tiene tres posiciones. En la palanca con la cual se controla la salida del líquido de aspersión para que éste llegue a sitios que no son objeto de aplicación. La presión del sistema se verifica por medio de un manómetro situado en el tablero de instrumentos del avión.

La llave reguladora posee unas válvulas de acero inoxidable o aleación, y los sellos o bases son de polipropileno o teflon para reducir el desgaste y asegurar un cierre hermético aspecto fundamental cuando se aplican plaguicidas líquidos o concentrados emulsionables, ya que la deriva puede causar daños en los cultivos aledaños sobre todo si se trata de herbicidas, o daños de intoxicación a la población o contaminación a los estanques piscícolas.

Tuberias

Para la aplicación de plaguicidas en los diferentes volúmenes (alto, bajo y ultrabajo), las tuberías deben ser de un material resistente como el acero inoxidable o el aluminio. Por lo general si diámetro es de 5 cm, aproximadamente, dependiendo del tipo de aeronave (de alas fijas o rotatorias).

Boquillas y filtros

Están colocados sobre un tubo llamado boom, barra portaboquillas o aguilón, la cual también se diseña para soportar otros equipos de dispersión aérea como el micronairs o el minispin. Las boquillas se pueden fabricar con materiales de acero inoxidable, latón, plástico y aluminio sintetizado. Estos materiales están sujetos a desgaste por el uso continuo, en especial cuando se aplican polvos mojados.

Acondicionamiento del aguilón para la obtención de tamaño de gota.

Tomado de: Manual de la aplicación aérea. CIBA GEIGY

La elección del material adecuado para la fabricación de las boquillas es algo importante, ya que según sea el material escogido, así será el desgaste que ésto sufra. El desgaste de una boquilla no es uniforme y depende de la clase de plaguicidas por aplicar; las boquillas son de cono hueco y se usan para aplicar insecticidas y fungicidas, o de abanico plano para aplicar herbicidas. Las primeras, permiten una amplia diversidad de posibilidades de variación de los tamaños de las gotas (VMD) y las cantidades de flujo, mediante la combinación de diferentes placas de boquillas (orificios - cazuelas) y cuerpos rayados (rotores - difusores). El tamaño del orificio viene señalado en las plaquetas de la letra D, seguida de un número que indica el tamaño del orificio en fracciones de 1/64 pulgadas (0.64 mm).

Las boquillas de cono hueco se diferencian por los números de cuerpo rayado, o sea, 13, 23, 45 y 46. Los cuerpos rayados 31, 33, 35 y 36 producen conos llenos con un espectro de gotas más amplio. Las boquillas de abanico plano se distinguen de las de cono hueco en el diámetro volumétrico medio (VMD) o en el tamaño de las gotas que salen de ellas. Con igual presión y cantidad de flujo se obtiene un tamaño de gota superior con boquillas de abanico plano que al utilizar las de cono hueco; esto se debe tener en cuenta para disminuir la deriva en las aspersiones de herbicidas.

Las boquillas de abanico plano se clasifican según el ángulo del abanico de aspersión: por ejemplo, 65, 80, 110, etc. El número adicional en la boca de la boquillas indica la cantidad de flujo (E.E.U.U = USGAL) por minuto, a una presión de 40 p.s.i. (3 bar).

En términos generales, las boquillas están constituidas por la cámara de la boquilla o tapa superior, en cuyo interior se encuentra un resorte y la válvula del diafragma o válvula de cierre, recubierta por un caucho de teflón o neopreno. Cuando estas piezas se deterioran, se reemplazan, por lo general, con caucho común y corriente que no dura mucho y tiene que reponerse con frecuencia para que no haya goteo.

El cuerpo de la boquilla, es el conjunto principal de ésta, el cual posee un orificio en donde se inserta el acople que la une al boom o barra portaboquillas.

El filtro interno de la boquilla es una malla que tiene entre 10 y 100 orificios por centímetro cuadrado, las cuales evitan el paso de impurezas que han logrado pasar por otros filtros del sistema. Los filtros por utilizar también dependen de la boquilla (cono hueco – abanico plano); las boquillas de cono hueco van provistas de filtros de ranura de 25 – 40 mallas, en tanto que las de abanico plano pueden tener de 50 a 100 mallas.

El filtro principal esta situado dentro de la manguera que va del tanque a la bomba y ésta al aguilón y a la barra portaboquillas. Se aconseja hacer revisión y limpieza tanto de los filtros de las boquillas como a los principales para que no se tapen. Las boquillas se deben reemplazar cuando presentan una disminución del 15% en la descarga por minuto, en relación con la que producen cuando nuevas. Para las aplicaciones de volúmenes medianos y altos (BV y AV) se recomiendan las boquillas, mientras que para las de volúmenes pequeños (UBV y BV) los atomizadores rotatorios.

Núcleo, rotor o difusor

Se les conoce también con los nombres de "cuerpos rayados" y se identifican con los números 13, 23, 45 y 46. Son discos perforados que hacen posible el paso del líquido al rotor, produciendo un cono hueco, y el más usado en nuestro medio es el 45; estos discos producen entre 1/64 – 16/64 pulgadas y se aconsejan para aplicar insecticidas. Los rotores que producen cono lleno al rotar y que se recomiendan para la aplicación de herbicidas son 31, 33, 35 y 56, siendo este último el más común en nuestro medio. Una diferencia práctica de los rotores de mayor uso en Colombia radica en que el rotor 56 posee un orificio en el centro y el 45 no.

Disco – cazuela – orificio

Son los orificios de salida de plaguicida hacia el exterior dirigida a la superficie que se va a tratar. Se conoce también con el nombre de terminales de boquillas que sirven para regular el flujo o la cantidad de líquido aplicado.

Los discos o cazuelas de identifican con la letra D y un número que significa el tamaño del orificio en mm: D4 – D5 – D6 – D7 – D8 – D9 – D10 – D11 – D12, siendo los números pares tradicionales en Colombia.

En las aplicaciones de insecticidas en volúmenes de agua que se consideran bajos y medios, se recomiendan del D4 al D8, y los orificios D10 y D12 para las aplicaciones de altos volúmenes.

Desde la década de los 80, en el país las empresas de aviación agrícola han realizado trabajos de aplicación de plaguicidas con equipos de boquilla de cono hueco, al cual le cambian el rotor y el orificio cuando se trata de la aplicación de herbicidas.

La literatura reporta la popularización de las boquillas Spraying Systems, Multee – Jet por la disminución del tiempo en el cambio del orificio, las cuales permiten cambiar las ratas de flujo con solo girar un anillo exterior, el cual mueve un plato con orificios de 2, 4, 6, 8 y 12, seleccionándose, en segundos, el tamaño requerido para el galonaje que se desea aplicar por hectárea. No es técnico utilizar dentro de un mismo sistema la alteración de las boquillas.

Barra portaboquilla – aguilón o boom

Son tubos de diferentes materiales resistentes a la corrosión originada por algunos plaguicidas y en donde se acoplan las boquillas. En términos normales son de acero inoxidable o de aluminio y van localizadas en la parte trasera del ala del avión y un poco más abajo que el nivel del borde de la fuga del ala. Esta ubicación del aguilón hace posible aprovechar las fuerzas aerodinámicas, para que penetre mejor la aplicación dentro del follaje.

Se considera que el aguilón no debe llegar hasta el extremo del ala, sino que deje un tramo de 1 a 1.5 metros, medidos desde el extremo del ala hacia el fuselaje o tabaco del avión. Lo anterior fue recomendado por los fabricantes de equipos para eludir el fenómeno de vórtice que se produce en las puntas de las alas por la acción del viento, deformando el patrón de mojado y permitiendo que en estas zonas se pierda parte de la aspersión. Sin embargo algunas pruebas efectuadas en el país han demostrado que aunque se aumente el largo de la barra portaboquillas y el número de éstas, el fenómeno de vórtice no desaparece, ni tampoco si se baja la altura del aguilón con respecto a los planos del avión. Lo único que hasta ahora ha logrado disminuir un poco el vórtice ha sido la colocación de orificios de un tamaño superior (D10 – D12) en el extremo de la barra portaboquillas.

Las barras portaboquillas traen, por lo general, 44 – 48 o 66 boquillas, de acuerdo con el tipo y la clase de la aeronave. En la parte inferior central del fuselaje se deben colocar de 5 a 7 boquillas para obtener un buen cubrimiento en la franja central del ancho de pasada. Cuando las boquillas no se colocan, es necesario aumentar la altura de vuelo durante la aspersión.

Aspersores rotatorios

Denominados también atomizadores rotatorios,

Esparcimiento del producto en el cultivo, equipo de micronaire.

Tomado de: Manual de la aplicación aérea. CIBA GEIGY.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

los más conocidos son el micronair, el acumist y el minispin, los cuales tienen forma cilíndrica y rotan alrededor de su eje impulsados por las paletas, accionadas por el viento. Producen anchos de pasada superior al que se logra con el equipo de boquillas, según el tipo de avión y la altura del vuelo. Con este equipo se puede aplicar desde menos de un litro hasta 12 galones / ha.

Micronair

Es un equipo de aplicación que consta de una serie de atomizadores rotativos ajustables para la aplicación de plaguicidas de altos, medios, bajos y ultra bajos volúmenes. El tamaño de las gotas depende de la velocidad con la cual giren, y ésta se controla con el ángulo de posición en el que se sitúen las palas. Es el aspersor rotativo de mayor uso en Colombia y lo hay desde el modelo AU 3000, que es el atomizador más conocido, de tamaño superior al del modelo reciente

AU 5000 y que se acciona con el aire. El micronair AU 3000 se considera como uno de los primeros atomizadores rotatorios que se ofrecieron en el mercado y que aún se encuentran en uso. Está conformado por 4-6 canastas de 5 a 6", de 20 mallas y 5 paletas planas o torcidas de 11 a 1.5". por lo general, se utilizan 4 canastas, 2 en cada plano, yy funcionan con sistemas de frenos.

El micronair- mini AU 5000 está compuesto de 8 a 10 canastas más pequeñas que el AU 3000; son unidades de 4", 10 ó 20 mallas y 3 paletas torcidas de 10". Normalmente se emplean 4 por cada plano. El AU 3000 se recomienda para las aplicaciones UBV de plaguicidas (insecticidas y fungicidas) en cultivos que podrían tener follaje denso: de banano, plátano, palma de aceite, frutales y algodón. Con el micronair AU 5000, se puede aplicar insecticidas o fungicidas a bajo y ultra bajo volumen, y no es apto para las de insecticidas y fungicidas, ya que la distribución no es buena.

FUNCIONAMIENTO DE LOS ATOMIZADORES ROTATORIOS

El líquido que se quiere asperjar pasa el aguilón o boom al producto de entrada del atomizador y luego al cilindro en donde golpea, a su vez sobre la malla, pulverizando el líquido. Tanto el AU 3000 como el AU 5000 poseen una unidad de restricción variable U.R.V, pero el AU 5000 también posee una válvula de diafragma en el exterior que va montada frente al atomizador. Las partes que influyen sobre el tamaño de las gotas son no sólo las canastas y paletas (longitud, forma y ángulo de ataque), sino, además, la velocidad del vuelo porque se producen más revoluciones por minuto y causalmente un mayor número de gotas de menor tamaño.

Las paletas de los micronairs son, por lo común, torcidas pero de diferente tamaño. En nuestro medio se recomiendan las paletas de 3.63" debido a que la velocidad de desplazamiento del avión es superior a 90 millas por hora (m.p.h). Entre más largas sean las paletas, mayor será el número de revoluciones por minuto (r.p.m) y a medida que disminuya el ángulo de ataque de las paletas, mayor será la velocidad de rotación de las canastas.

La unidad de restricción variable, U.R.V., contiene un disco con orificios que se identifican con números pares o impares, lo cual permite cambiar de manera rápida a diferentes caudales. En nuestro medio se utiliza el disco perforado con números impares cuya designación es EX 194/0 (estándar).

TECNICAS DE APLICACIÓN AÉREA DE PLAGUICIDAS

En épocas anteriores, en cuanto al uso de los agroquímicos, la mano de obra y los productos eran más baratos, las técnicas se aplicación elementales y los equipos sencillos. Hoy en día, cuando existen áreas de cultivos con mayor extensión, se ha elevado el precio del los agroquímicos, se necesita de las técnicas de aplicación mejoren para producir de manera suficiente con una mayor rentabilidad, sin deteriorar el medio ambiente.

Un producto puede ser muy bueno, pero si se aplica mal conduce a un sinnúmero de problemas que no se solucionan rebajando los precios o arreglando situaciones, pero sí se pueden disminuir los riesgos que conlleven la aplicación de plaguicidas con prácticas o tecnologías más eficientes.

CALIBRACION DE EQUIPOS DE APLICACIÓN AÉREA

Antes de entrar en este tema, es necesario hablar de cómo se puede lograr el éxito en el empleo de un plaguicida, lo cual sé podría alcanzar teniendo en cuenta tres aspectos muy importantes: el momento oportuno, la cobertura y la dosis del producto.

El momento oportuno se produce, cuando los niveles de infestación o los umbrales económicos de las plagas así lo indiquen; dicho de otra manera, cuando existe un blanco definido.

La cobertura es el mayor número de gotas que se pueda depositar por unidad de área; la efectividad de un producto depende de la sustancia activa y de una buena cobertura, y la obtención de ésta se relaciona con las condiciones climáticas como los vientos, la humedad relativa y las turbulencias.

La dosis del producto, tiene que ser adecuada y ajustarse a las recomendaciones formuladas, pues no se necesita un poco más o un poco menos, sino la cantidad exacta para que un producto ejerza su acción de control.

CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE BOQUILLAS

La exactitud de la dosis aplicada por hectárea es muy importante para el éxito de la aplicación: una dosis demasiado alta puede ser fitotóxica para el cultivo, y además, representa un costo elevado. Una subdosis no será suficientemente eficaz y se necesitará otra aplicación del producto algunos días después de la primera, operación que representa un costo suplementario. La dosis eficaz del producto se obtiene con la calibración correcta del equipo de aspersión, actividad que las empresas de aviación agrícola deben hacer antes de iniciar la siembra en las zonas en donde operan; esta labor debe ser supervisada por la institución encargada de la vigilancia y el control.

$$\text{Flujo/minuto} = \frac{\text{velocidad del avión x ancho de pasada x volumen aplicado}}{K}$$

A manera de ejemplo, veamos lo siguiente:

Velocidad del avión = 120 Km/h

Ancho de pasada = 20 m

Volumen/ha = 50 lt (12.5 galones)

Coeficiente K = 600

$$\text{Flujo/minuto} = \frac{120\text{Km/h} * 20\text{ m} * 50\text{ lt}}{600} = 200\text{ lt/min}$$

CALIBRACIÓN

La calibración de los equipos de aspersión consiste en calcular el flujo agroquímico por minuto, lo cual es función de la velocidad de desplazamiento del avión en kilómetros por hora o en millas/hora, la cantidad de líquido aplicado por hectárea(volumen total del producto + agua) en litros/ha, y el ancho de pasada en metros y de un coeficiente K. El flujo/minuto se puede calcular con la siguiente formula:

Si la velocidad se expresa en m.p.h., el coeficiente K es igual a 373. En esta formula la velocidad del avión, el volumen de la sustancia aplicada por hectárea y el coeficiente K son conocidos u sólo hay que determinar el ancho de pasada, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Ancho de pasada para diferentes tipos de avión equipados con boquillas para aplicación de plaguicidas.

TIPOS DE AVIÓN	ANCHOS PASADA	
	INSECTICIDA	HERBICIDA
CESSNA Ag. Wagon	20 m	16 m
CESSNA Ag Truck	20 m	16 m
CESSNA Ag Husky	20 m	16 m
PIPER Brave	22 m	18 m
PIPER Pawnee	20 m	16 m

Cuando no se dispone de papel sensible, es necesario agregar al agua un colorante (anilina azul o roja) para que las gotas se hagan visibles en una cinta de papel común y corriente o sobre cartulina kromekote. En el mercado ya existen las tarjetas sensibles al agua o aceite, lo cual facilita el conteo de las gotas.

La practica de calibración de equipos tiene tres objetivos fundamentales:

- Determinar el volumen de mezcla asperjada por hectárea según el tipo de aplicación convencional.
- Verificar el ancho de pasada real de acuerdo con el tipo de aeronave.
- Determinar la calidad de la aplicación según la cobertura (tamaño y número de gotas/ cm^2).

Esta practica sirve, además, para detectar fallas y corregirlas antes de que se inicie la temporada, haciendo una buena revisión del equipo, aunque resulte dispendiosa, del filtro principal en tierra, así como de las boquillas para que no haya taponamiento. Todas las partes deben hallarse en buen estado (cauchos, orificios, rotores). También es preciso verificar y seleccionar el número y el ángulo e inclinación de las boquillas, en relación con los planos inferiores de las alas del avión, y revisar que las bombas de aspersión y los manómetros funcionen a la perfección.

Una vez revisado el equipo y su funcionamiento, se procede a su calibración, para cual se debe tener en cuenta:

a. El tipo y el modelo de la aeronave (helicópteros; avión Cessna, Piper, Gruman).

b. La cantidad de agua para tanquear el avión (50 a 100 galones).

c. Seleccionar la velocidad de desplazamiento del avión (90 a 120 m.p.h.).

d. Considerar la hora y las condiciones meteorológicas del lugar, la humedad relativa, la temperatura, la velocidad y la dirección del viento, que se presenten en el momento de la práctica. Para ello es preciso disponer de aparatos adecuados para su medición (reloj, hidrómetro, anemómetro y brújula).

e. Establecer un ancho de pasada y la altura del vuelo.

f. Seleccionar la presión de trabajo en la bomba.

g. Disponer de cintas de papel blanco para sumadora, y de tarjeta kromekote y colorante cromo azul de metileno cuando se carece de tarjetas hidrosensibles, así mismo, de una cinta métrica de 30 m, de cronómetro y siete banderas de color anaranjado para que faciliten la visión del piloto.

PROCEDIMIENTO

- Colocar el avión en la plataforma de la pista y marcar el sitio de tanqueo.
- Tanquear el avión con 50, 80, 100 galones de agua, medidos en la escala de tierra que se encuentra en la cabina del avión.
- Agregar el colorante cuando sea necesario.
- Esperar que despegue el avión y colocar la cinta de papel a través de la pista y en forma perpendicular a la línea de vuelo.
- Numerar y colocar sobre la cinta de papel las tarjetas kromekotes o hidrosensibles, distanciándolas a 1 mt una de otra.
- Colocar dos banderas en la cabecera de la pista y 3 para señalar el ancho de pasada al pie de la cinta de papel; estas deben ir en los extremos y el centro por donde deberá pasar el avión.
- Hacer pasar el avión a la velocidad y altura de vuelo de trabajo.
- Hacer funcionar el equipo de aspersión con presión constante desde la cabecera de la pista hasta el final. El tiempo que gasta en hacer este recorrido debe ser cronometrado. La aspersión sobre la cinta de papel simula una aplicación de plaguicidas.
- Esperar unos segundos mientras termina de caer las gotas y luego se recogen las tarjetas y las cintas de papel.
- Se parquea el avión en el sitio inicial del tanqueo y se mide lo que quedo de líquido en el tanque de mezcla.

Esta operación puede repetirse por lo menos 3 veces para obtener un promedio.

- Realizar las operaciones matemáticas para el calculo de volumen aplicado por hectárea. Inicialmente se debe convertir la velocidad del avión de m.p.h.

EJEMPLO

velocidad = 100 m.p.h (millas por hora)

Volumen de aplicación en un minuto = 50 galones

Ancho de pasada = 16 mt

Para convertir la velocidad de m.p.h. a m.p.m. (metros por minuto)

$$V = \frac{\text{m.p.h. x 1609 mt}}{\text{60 min}} = \frac{100 \times 1690}{60} = 2681.6 \text{ mt/min}$$

Conseguir el área asperjada por minuto de acuerdo con el ancho de pasada

M2 / min = velocidad (m/min) * ancho de pasada (mt)

Ha / min = 2681.6 mt/min * 16 mt

Ha / min = 42.905.6 M2 / min

$$\text{Ha / min} = \frac{42.905.6 \text{ M2}}{10.000}$$

Ha/ min = 4.2

Ahora se calcula el flujo/ha

$$\text{Galones / ha} = \frac{50 \text{ (volumen de aplicación)}}{4.2 \text{ ha}}$$

galones / ha = 11.9 galones.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Angel, H; Sierra, F. 1979. Aplicación aérea de agroquímicos. Temas de orientación agropecuaria. Nº. 141. 106 p.

Bridon, J. 1981. Algunos consejos prácticos para las aplicaciones aéreas. Rhone – Poulene.

Ciba Geigy Colombiana S. F. Técnicas de aplicación de agroquímicos; principios y fundamentos. División agrícola. Vol. 1: 64.

Ciba Geigy Colombiana S. F. Técnicas de aplicación de agroquímicos; principios y fundamentos. Sanidad vegetal. Parte II. Vol. 2: 115.

Ramos,A. 1995. Manejo seguro de plaguicidas. Memorias. En: Seminario Educación y Promoción para la Prevención de Riegos Profesionales Producidos por Plaguicidas. Santafé e Bogotá. Diciembre 1995.

Salazar, E. 1982. Insecticidas e acararicidas. Toxicología Recectuario Agronómico. Piracicaba, Brasil, 1982.