Serie Técnica Sanidad Vegetal
INFORME TECNICO No. 2

Documentación e Información Agrícola
CIDIA

SEMINARIO DE AGROQUIMICOS

MEMORIA DE LOS TRABAJOS PRESENTADOS EN EL SEMINARIO - TALLER DE APLICACION AEREA DE AGROQUIMICOS

La publicación de este trabajo ha sido posible gracias a el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) MELO Y CIA., S. A. y la CLC.

Editores: LEONARDO LaMOTH
GABRIEL von LINDEMAN

DEPARTAMENTO DE CONTROL Y REGISTRO DE AGROQUIMICOS
SUBDIRECCION NACIONAL DE SANIDAD VEGETAL
PANAMA, 1988

CONTENIDO

		PAGS.
	Lista de autores.	5
	Lista de participantes	7
	Lista de patrocinadores	10
	Siglas de empresas e instituciones	11
	Presentaciones	12
1.	Regulaciones jurídicas de la Dirección de Aeronáutica Civil que norman el trabajo aéreo en la modalidad de operaciones agrícolas. Castillero, Adrián.	14
2.	Propuesta de anteproyecto de reglamento sobre la aplicación aérea de agroquímicos: MIDA. Sousa, Donaldo	23
3.	Ecotoxicología e influencias ambientales de los agroquímicos. Espinosa, Jaime.	34
4.	Aspectos clínicos y patológicos de los plaguicidas. Diaz Mérida, Francisco Martín.	42
5.	Certificación aeromédica. Staff, Carlos Enrique.	61
6.	Manejo y uso adecuado de plaguicidas. LaMoth, Leonardo.	67
7.	Principios básicos de aplicación aérea. Tobutt, John.	79
8.	Terminología en aplicación aérea de agroquímicos. LaMoth, Leonardo.	92
9.	Influencias de las condiciones meteorológicas en los métodos de aplicaciones aéreas. Díaz, Lionel.	98
10.	Control de deriva y evaporación en las aplicaciones aéreas. Arguello, Mauricio.	106
11.	Atomizadores Tobutt, John	117

PAGS

12. Cómo verificar la cobertura de una aspersión aérea 128
Tobutt, John.

13. Calibración de equipos para aplicación aérea. 134
De Valdenebro, Juan.

14. El problema de las pistas de aterrizaje para las aspersiones agrícolas. 141
von Seidlitz, Cap.

15. Conclusiones y Recomendaciones. 145

AUTORES

- Arguello, Mauricio.,Ing.
  Gerente Técnico Centroamérica - Caribe, Stull Chemicals, Co.
  Especialista en aplicación efectiva de agroquímicos.
  Costa Rica.

- Castillero, Adrián E., Lic.
  Asesor Jurídico, Dirección de Aeronáutica Civil.
  Panamá.

- Díaz Cardenas, Lionel., Lic.
  Meteorólogo-Jefe Sección de Análisis y Pronósticos.
  Dirección de Aeronáutica Civil
  Panamá.

- Díaz Mérida, Francisco M., Dr.
  Jefe Programa de Salud Ocupacional
  Caja de Seguro Social
  Panamá.

- De Valdenebro, Juan., Ing.
  Gerente Técnico Norte - Sur América y Asistente del Programa de Servicios Técnicos y Calibración de Fermenta Plant Protection Co. Experto en Aplicación de Fungicidas y Utilización de Micronairs.
  E.E. U.U.

- Espinosa Gonzalez, Jaime., Dr.
  Jefe Toxicología y Protección Ambiental.
  Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.
  Panamá.

- LaMoth B., Leonardo., M.Sc.
  Jefe del Departamento de Control y Registro de Agroquímicos
  Subdirección Nacional de Sanidad Vegetal.
  Panamá.

- Sousa Guevara, Donaldo., Dr.
  Consultor Jurídico
  Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
  Panamá.

- Staff, Carlos Enrique., Dr.
  Jefe Aeromedicina
  Dirección de Aeronáutica Civil
  Panamá.

- Tobutt, John, Ing.
  Especialista en Sistemas Mecánicos y Eléctricos relacionados con Aplicaciones Aéreas y Terrestres de Plaguicidas.
  Imperial Chemical Industries Agrochemicals. Products Aplication Group.
  Inglaterra.

- von Seidlitz, Miguel.
  Subdirector Nacional Técnico, Dirección de Aeronáutica Civil.
  Panamá.

PARTICIPANTES

INSTITUCION	NOMBRE
Asesores Industriales, S.A.	Osorio, Néstor
Asociación de Productores de Maíz y Sorgo-Los Santos	Broce, Eustiquio
ATOPAN	Aguilar, Alberto Araujo, Eduardo Cedeño, León Hernández, Régulo Ledezma, Nemesio Motta, Carlos Quesada, Guillermo Rosales, Mauricio Vega, Artemio.
B.D.A.	Avila, Rigoberto
B.N.P.	Abrego, Generoso Morales, Néstor
CALESA	Espinosa, Emilio
CALV	Buitrago, Pedro
COAGRO	Fernández, Tomás
C.S.S.	Díaz Mérida, Francisco
D.A.C.	Castillero, Adrián Díaz, Lionel Guelfi, Ricardo Sarasqueta O., Germinal Staff, Carlos Vidal, Julio von Seidlitz, Miguel
Equipos y Agroquímicos, S.A.	Tapia, Aníbal
FAASA	Abrego, Alcibiades. Acevedo, Marcos Aurelio Marciaga, Humberto
FABSA	Alemán, Olmedo Ruíz, Matilde Sarría, Rubén

INSTITUCION	NOMBRE
FANSA	Sarría, Julio C.
FAPSA	Alvarado, Hernán Pimentel, Cristino Sam Cheu, Kui
FAPASA	Aguirre, Víctor Franco, Alcibiades Labastid, Manuel Marciaga, Pacífico Medina, Rogelio Quijada, Manuel Torres, Domingo
FERMENTA	De VAldenebro, Juan
FUVESA	Rodriguez, José A.
HELITRAG, S.A.	Méndez, Roberto Serrano, Gonzalo Serrano, Isaac Silva T, Carlos
ICI	González, Leonardo Tobutt, John
IDIAP	Acuña, Edgardo Alvarado, Alfonso Espinosa, Jaime Ferrer, Alejandro Palomino, Blas
IICA	Montoya, Ramón Sousa, Donaldo
MIDA	Berrocal, Alfonso Caballero, Audino Cárdenas, Fernando Concha, José Del R. Downer, Armando Falcón, Julia García S., José L. Garisto R., Mario Gaytán, Ezequiel Herrera, Campo Elías LaMoth, Leonardo

INSTITUCION	NOMBRE
MIDA	Lopez, Rodolfo Moreno, María Perez, Arturo Quijada, Luis Rodriguez, Cecilio Ruíz, Juana Rujano Enelvia Vargas, Eugenio Vargas, Julián Villalobos, Reynaldo
MINSAL	Cuevas, Guillermo
MONSANTO	Balladares, Luis Urrutia, Víctor
PASERSA	Díaz P., Juan B.
Servicios Agroquímicos, S.A.	Jiménez, Bolivar
S.S. HELICOPTERS, S.A.	Cotes, Ramón Frauca, Mario Morhaim, Isaac Saldaña, Porfirio Segovia, Miguel
Stull Chemicals, Co.	Arguello, Mauricio
TISA	De Puy, Edgar
UTP	Bayard, Carmelo.

PATROCINADORES

Agencias Cruz del Sur, S.a.

Atomizadora Panamá, S.A.
Biotécnica, S.A.
Cía. Azucarera La Estrella, S.A.
Ciba-Geigy (Panamá), S.A.
Comercial Agropecuaria, S.A.
Dirección de Aeronáutica Civil
E.I. du Pont de Nemours Latin America
Equipos y Agroquímicos, S.A.
Fermenta Plant Protection, Co.
Fertilizantes de Centro América (Panamá), S.A.
FMC Centroamérica, S.A.
Imperial Chemical Industries
Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
Ministerio de Desarrollo Agropecuario
Moore Agrícola (Panamá), S.A.
Monsanto Guatemala, Inc. (Panamá Branch).
Panagro, S.A.
Productos Químicos Agrícolas de David, S.A.
Química Integrada, S.A.
Rhone Poulenc Agrochimie de Costa Rica, S.A.
Rohm and Haas Panamá, S.A.
Servicios Agroquímicos, S.A.
Tabacalera Istmeña, S.A.
Tabacalera Nacional, S.A.
The Shell Company (W.I.) Ltd. Panamá

SIGLAS DE EMPRESAS E INSTITUCIONES

ANDIA	Asociación Nacional de Distribuidores de Insumos Agropecuarios.
ATOPAN	Atomizadora Panamá, S.A.
BDA	Banco de Desarrollo Agropecuario
BNP	Banco Nacional de Panamá.
CALESA	Cía. Azucarera La Estrella, S.A.
CALV	Corporación Azucarera La Victoria
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
CLC	Chiriquí Land Company
COAGRO	Federación de Cooperativas Agropecuarias de la República de Panamá, R.L.
CSS	Caja de Seguro Social
DAC	Dirección de Aeronáutica Civil
DUPONT	E.I. du Pont de Nemours Latin America.
FAASA	Fumigadora Aeroagrícola, S.A.
FABSA	Fumigación Aérea Bayano, S.A.
FANSA	Fumigación Aérea Nacional, S.A.
FAPSA	Fumigadora Aérea Pimentel, S.A.
FAPASA	Fumigadora Aérea del Pacífico, S.A.
FERMENTA	Fermenta Plant Protection, Co.
FUVESA	Fumigadora Veraguense, S.A.
ICI	Imperial Chemical Industries
IDIAP	Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
MIDA	Ministerio de Desarrollo Agropecuario.
MINSAL	Ministerio de Salud.
MONSANTO	Monsanto Guatemala Inc. (Panamá Branch)
PANAGRO	Panamá Agrícola, S.A.
PASERSA	Panamá Aviation Services, S.A.
TABACAL	Tabacalera Nacional, S.A.
TISA	Tabacalera Istmeña, S.A.
UTP	Universidad Tecnológica de Panamá.

PRESENTACION

Esta memoria da a conocer los trabajos presentados en el Seminario Taller de Aplicación Aérea de Agroquímicos, realizado en la ciudad de Panamá entre el 24 y 26 de Febrero de 1988. En la reunión participaron profesionales que trabajan activamente en esta disciplina provenientes de entidades del sector público y empresas privadas, en especial los coordinadores de Sanidad Vegetal y los pilotos que realizan aplicaciones aéreas de agroquímicos en la República de Panamá. El evento fué dirigido principalmente a fortalecer la capacidad de las instituciones en un área problemática para el sector agrícola como es la aplicación aérea de plaguicidas, a fin de enriquecer con conocimientos más actualizados y prácticos a este personal y disminuir así los efectos y riesgos ocasionados al ambiente en el control químico de plagas y enfermedades dentro del control agrícola integrado.

El evento fué ofrecido por el Departamento de Control y Registro de Agroquímicos de la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal con la colaboración de la Dirección de Aeronáutica Civil.

Los trabajos presentados reúnen los aspectos de mayor interés discutidos durante el Seminario, día de campo y mesa redonda efectuados durante el evento.

Dejamos constancia de nuestro especial reconocimiento a la ayuda financiera brindada por los patrocinadores.

Con la realización de este seminario, el Departamento de Control y Registro de Agroquímicos, MIDA, conjuntamente con el IICA Y el MIP/CATIE contribuyen a cubrir una de las áreas de capacitación en agroquímicos requeridas en el país.

LEONARDO LaMOTH, M.Sc.
GABRIEL von LINDEMAN, M.Sc.
Editores.

REGULACIONES JURIDICAS DE LA DIRECCION DE AERONAUTICA CIVIL QUE NORMAN EL TRABAJO AEREO EN LA MODALIDAD DE OPERACIONES AGRICOLAS

Adrian E. Castillero L., Lic.*

INTRODUCCION

A pesar que frecuentemente encontramos condiciones poco propicias para la realización de los trabajos aéreos, estos son necesarios para aumentar la producción mundial de alimentos, para la protección de los bosques y combatir los organismos patógenos.

Vemos así que se hace necesario recurrir a las operaciones aéreas cuando no hay otro medio de impedir que los cultivos se pierdan o estén expuestos a sufrir epidemias.

En consecuencia, se hace preciso seguir métodos de operación seguros, que permitan llevar a cabo dichas operaciones en forma económica y eficaz, entendiendo la eficiencia, como la habilidad de obtener un cierto resultado deseado, con un mínimo de esfuerzo, gasto o desperdicio. En las aplicaciones aéreas pueden citarse algunos ejemplos como: la eliminación de plagas, la siembra, la fertilización de una cosecha o bosque, la eliminación de vegetación no deseada, la lucha contra los insectos molestos y enfermedades y por último la extinción de incendios en pastos o bosques.

En cada una de estas funciones, existen consideraciones de caracter biológico o de otro tipo que rigen la clase y cantidad de sustancias que se debe emplear, la época de aplicación del producto químico y el objetivo previsto. En la ejecución de estas y otras tareas de aplicación aérea se debe tratar siempre de lograr la máxima eficiencia. Los procedimientos de operación seguros resultan ineficaces sin un adiestramiento completo, tanto de los pilotos como de los demás miembros de la tripulación y del personal de apoyo en tierra.

---

* Abogado, D.A.C., Panamá.

También reviste importancia en las operaciones aéreas, el diseño y el mantenimiento eficaz del equipo aéreo y terrestre. Con todo, si los procedimientos que más adelante mencionaremos y que son recomendados por la OACI, como seguros, no son observados uniformemente, inevitablemente se producirán accidentes.

ANALISIS DE LOS ACCIDENTES EN LAS OPERACIONES DE LA AVIACION AGRICOLA

En julio de 1986, la OACI publicó su circular Nº 85, que se tituló "La Seguridad en los Trabajos Aéreos, Parte 1. Operaciones Agrícolas", y en ella se señalaba que estadísticamente un 70% de las operaciones de trabajo aéreo eran del tipo agrícola. Sólo en los Estados Unidos, había unas 6,000 aeronaves dedicadas a estos trabajos, otras 6,000 se encontraban repartidas entre la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas y China y 4,000 en varios Estados miembros de la OACI.

Según datos estadísticos recopilados en los Estados Unidos, estos nos indican un aumento de accidentes en las operaciones de aplicaciones aéreas por el orden de 30% en relación a los accidentes en la aviación en general; sin embargo, la cantidad de accidentes mortales en las aplicaciones aéreas, se había reducido a sólo la mitad de la totalidad de la aviación general, tomando como referencia las horas de vuelo.

Esto parece indicarnos que se ha incrementado notablemente las medidas de protección de las nuevas aeronaves agrícolas para asegurar la supervivencia de los ocupantes en caso de accidentes.

Es posible también, que factores como la mayor visibilidad y la mejor navegabilidad de estas aeronaves, sumado a una mejor instrucción de los pilotos, haya hecho posible que los pilotos actuales eviten, accidentes mortales pasando estos a ser de menor jerarquía.

En el caso de los helicópteros utilizados para las operaciones de aplicaciones aéreas, tomando como referencia las horas de vuelo realizadas en los años comprendidos entre 1968-1976, los accidentes de helicópteros fueron aproximadamente el doble que la de los aviones. Por otra parte, la proporción de accidentes mortales en helicópteros siguiendo con la misma base de horas de vuelo fué aproximadamente la misma que en los aviones.

La conclusión a que se llegó es que en los accidentes de helicópteros hay en general más probabilidades de supervivencia ya que los accidentes llegan al doble en proporción a la de los aviones, sin embargo, el número de víctimas en los helicópteros es menor.

GUIA DE LA OACI PARA LA SEGURIDAD DE LAS OPERACIONES DE LA AVIACION AGRICOLA

Una vez concluído el análisis de los accidentes en las operaciones agrícolas nos encontramos que la seguridad es el elemento importantísimo que debe estar presente en el desarrollo de las mismas para protección de los pilotos, los demás miembros de la tripulación y del personal de tierra. (1)

Siendo las operaciones de la aviación agrícola de por sí, potencialmente peligrosas, existen sin embargo, fundamentos para afirmar que tales operaciones puedan realizarse en condiciones de seguridad, siempre que se cumpla con los siguientes principios:

1. Que el piloto y otros miembros importantes de la tripulación de vuelo, cuando corresponda, hayan sido especialmente seleccionados y adiestrados para este tipo de trabajo. Generalmente, deberán recibir instrucción adicional a la requerida para la Licencia de Piloto Comercial.

2. La aeronave utilizada deberá haber sido especialmente adaptada o modificada por una autoridad competente para realizar este tipo de tarea.

3. La franja de aterrizaje utilizada se deberá ajustar a las normas mínimas de seguridad. Deberá elegirse y prepararse de manera que permita realizar las operaciones en condiciones de seguridad, en todas las circunstancias previsibles bajo las que es probable que se realice la tarea. Deberá también proporcionar los medios que permitan al piloto determinar la dirección y velocidad aproximada del viento en la superficie.

4. Deberán conocerse y tomarse en cuenta las limitaciones estructurales de la aeronave, a fin de tomar todas las medidas de orden práctica que aseguren óptimas condiciones de aeronavegabilidad.

5. Deberán considerarse evaluaciones periódicas sobre las limitaciones físicas del piloto y otros miembros esenciales de

la tripulación de vuelo, cuando corresponda, y se mantendrá vigilancia por el propio piloto, así como por otras personas para detectar los primeros síntomas de fatiga.

6. El piloto deberá en todo momento utilizar un casco protector correctamente ajustado y mantenido, además de un atalaje de seguridad

7. Deberán averiguarse de antemano todos los obstáculos locales que se encuentren en la ruta de vuelo tales como: alambres y cables para prevenir accidentes.

8. Se estudiarán y anotarán las condiciones meteorológicas locales que se vayan a encontrar.

9. Será necesario tomar en cuenta los datos esenciales de operación de la aeronave. Esto incluye el conocimiento de los límites del centro de gravedad; las limitaciones de la carga, despegue y aterrizaje; así como las características de entrada en pérdida de todas las condiciones de vuelo previsibles.

10. Cuando se utilicen productos químicos, será necesario un estudio previo de sus características tóxicas y de la manera en que pueden ser absorbidos por el cuerpo humano. Estos aspectos deberán transferirse a todo el personal que entre en contacto con tales sustancias.

11. El piloto al igual que los otros miembros esenciales de la tripulación de vuelo cuando corresponda deben actuar utilizando su sentido común en asuntos que se refieran a alimentos; bebidas incluyendo el alcohol, tabaco, drogas autoadministradas o de otra manera, higiene y disciplina mental. (1).

Vestimenta e Higiene

Todo el personal encargado de la manipulación o de la aplicación de productos químicos deberá vestir ropa protectora adecuada para sus tareas específicas, que puede consistir en un traje que cubra el cuerpo, botas, guantes, sombreros y delantales, todos impermeables. Se requiere que los productos químicos de la categoría uno ostenten en un lugar prominente, una etiqueta con la palabra **"Peligro"**. y **"Veneno"**, debe aparecer la calavera y las tibias cruzadas.

Los productos químicos de categoría 2 a 4 deberán ostentar etiquetas con textos ya armonizados y unificados internacionalmente (1, 4).

Equipo de Seguridad del Piloto.

Todos los miembros de la tripulación de vuelo deben usar obligatoriamente un atalaje de seguridad bien concebido y aprobado y un casco como medida de protección en caso de accidente. El atalaje de seguridad, deberá ser por lo menos del tipo de "4-puntos", con cinturón de seguridad izquierdo y derecho y bandas para los hombros izquierdo y derecho.

Si fuera posible, también puede usarse un atalaje de cinco puntos que tenga aparte de los cuatro citados, una banda de entrepiernas para evitar que el miembro de la tripulación se vea forzado hasta más abajo de los cinturones de seguridad como resultado del impacto. Si no pudiera llegar fácilmente a todos los mandos con las correas de hombros ajustados, debe instalarse un dispositivo de inercia que deje libertad de movimiento en posición normal pero que trabe automáticamente el atalaje en caso de impacto. Todos los atalajes deben ser de tipo de aflojamiento en un solo punto y que requiera un sólo movimiento que pueda realizarse fácilmente por tacto, para soltar todos los cintos y bandas.

En cuanto a los cascos, deben ser cómodos y a la medida en cada caso con ventilación de aire forzado.

OBLIGACIONES DE LOS ESTADOS, SEGUN ESTUDIOS DE LAS NORMAS JURIDICAS HECHAS POR LA OACI

Por lo general, los Estados asumen la obligación de proteger las personas y la propiedad dentro de su territorio contra riesgos, daños o pérdidas que pudieran ocasionarse por la incompetencia o irresponsabilidad de terceros. Si bien, el proteger a las personas contra accidentes de trabajo o los que pudiera sufrir por incumplimiento de las precauciones de seguridad, está normalmente cubierto por la legislación laboral de cada Estado, es bastante frecuente que se instituyan otros reglamentos adicionales aplicables concretamente a la industria de los trabajos aéreos. El objeto de dicha reglamentación es fijar y hacer cumplir las normas de seguridad que garanticen dentro de ciertos límites prácticos, que las personas que ofrezcan comercialmente sus servicios aéreos al público sean competentes para realizarlos en un marco aceptable de seguridad continuada y economía.

Los pilotos privados que se limitan a ejecutar un programa de aviación agrícola en su propiedad, no están sujetos a más reglamentos que los necesarios para proteger a terceros.

Los trabajos agrícolas a veces suponen el cruce de bastantes fronteras cuando se contrata al explotador de un Estado para tratar las cosechas de otro Estado.

Habida cuenta de que estos trabajos redundan en beneficio de la humanidad al aumentar la oferta de alimentos en el mundo y controlar los organismos que transmiten las enfermedades y ocasionan daños; los reglamentos que promulguen los Estados en relación con los trabajos agrícolas, deberían fundamentarse en necesidades reales y tener como objetivo que el tránsito y la labor aeronáutica agrícola sea más fácil y goce de mayor seguridad. Debe evitarse toda reglamentación que restrinja indebidamente la movilidad del equipo y material obstaculizando con ello el empleo de la aviación en la agricultura.

El Estado puede desempeñar en este sentido un papel muy activo, pasivo o intermedio. En el caso de un papel activo, emplearía un órgano de inspección para seguir de cerca, día a día la dirección y control de los trabajos aéreos.

En el caso de una actitud pasiva, el Estado intervendría únicamente en los trámites jurídicos o en la investigación pertinente cuando se produjese un caso de contravención del reglamento. La OACI sugiere que el mejor programa normativo es uno que se sitúe en una combinación de actividad y pasividad y que:

a. Constituya una distribución equilibrada de las obligaciones entre las autoridades aeronáuticas de un Estado y el explotador, en cuanto a la seguridad de las operaciones.

b. Que pueda justificarse económicamente dentro de los recursos del Estado.

c. Que permita a las autoridades aeronáuticas mantener un reglamento vigente y supervisar a los explotadores sin que ello suponga circunscribir indebidamente la dirección práctica y el control de su labor.

d. Que se refleje en el cultivo el mantenimiento de relaciones armoniosas entre el Estado y los explotadores.

Datos de Accidentes en la Aviación Agricola ocurridos en Panamá

Gracias a la cooperación de la Dirección de Seguridad Aérea de la Dirección de Aeronáutica Civil, podemos exponer algunos accidentes ocurridos en el territorio nacional en el período de tiempo comprendido entre 1983 a 1987.

Tipo de avión	Año 1983 Lugar:	Fecha:	Causa:
Thrush Commander S-2R-600	Changuinola-Bocas del Toro.	31 marzo 1983	N/A *
Thrush Commander	Changuinola-Bocas del Toro	22 oct. 1983	N/A
Thrush Commander	Puerto Armuelles-Chiriquí.	7 Dic. 1983	N/A
	Año: 1984-1985		
Thrush Commander	Puerto armuelles-Chiriquí.	6 julio 1984	N/A
	Año 1986-1987		
Ayres-S2R-T34-A6	Changuinola-Bocas Del Toro	10 enero 1986.	N/A
Cessna A-188-B	Penonomé-Cocle	21 julio 1987	El tren izquierdo golpeó a una persona.
Cessna A-188-B	Pista Felipillo	30 Agosto 1987	El giro de la hélice golpeó a una persona

N/A = No aplicable

Regulaciones Jurídicas que norman el servicio de trabajo aéreo en la Modalidad de Operaciones Agrícolas

El servicio de trabajo aéreo comprende una serie de actividades entre las que se encuentran incluídas las operaciones de la aviación agrícola (2). A manera de ejemplo, el Decreto Ley Nº 19 de 8 de agosto de 1963, por el cual se reglamenta la aviación nacional, en su Artículo 90, regula el servicio de trabajo aéreo y sólo dos literales (d y e) de dicho Artículo se refieren, de manera directa a las actividades agrícolas y los mismos abarcan:

ARTICULO 90: Son servicios de trabajo aéreo, aquellos efectuados mediante remuneración y que comprenden:

d. Actividades aéreas para el fomento de la producción agrícola.

e. Aspersiones o espolvoreaciones aéreas para fines agrícolas o sanitarias.

La citada norma general ha sido desarrollada mediante la Resolución Nº55-JD, de fecha 28 de junio de 1984, vigente y que se refiere de manera directa a la actividad propiamente de la aviación agrícola, tanto del sector público como del privado, así como también para aquellas aeronaves agrícolas que operen en el territorio de la República de Panamá. (3).

Reglamentación del Trabajo Aéreo en el Anteproyecto de Ley de Aviación Civil

En el anteproyecto de Ley de Aviación Civil, se regula el trabajo aéreo en forma general en cinco artículos, uno de ellos se refiere de manera específica a las operaciones agrícolas al establecer:

ARTICULO 1368: "Toda persona natural o sociedad comercial que opere aeronave destinada a operaciones agrícolas, responderán pecuniariamente por los daños que cause a las personas o bienes de terceros en la superficie, con motivo de la aplicación de sustancias químicas peligrosas o de la caída de una aeronave o de objetos desprendidos o arrojados de ella. "

LITERATURA CITADA

1. D.A.C. 1984. Resolucción Nº 55-JD de 28 de junio. Panamá.

2. F.A.O. 1985 Directrices para el etiquetado correcto de los plaguicidas. Roma, Italia.

3. O.A.C.I. 1984. Manual de trabajos aéreos. 1a. ed. U.S.A. 1984.

4. PODER EJECUTIVO. 1963. Decreto Ley Nº 19 de 8 de Agosto. Panamá.

PROPUESTA DE ANTEPROYECTO DE REGLAMENTO SOBRE LA APLICACION AEREA DE AGROQUIMICOS : MIDA

Donaldo Sousa Guevara, Dr.*

INTRODUCCION:

En abril de 1981 (10) asistimos como expositor al Primer Seminario sobre Usos de Plaguicidas en Panamá, su Efecto en la Salud y en el Ambiente en donde efectué un análisis de las normas de aplicación aérea de agroquímicos.

En las conclusiones finales del Seminario el punto tercero sobre técnicas y metodología de aplicación, establece la necesidad de fiscalizar e implementar normas prácticas de fumigación aérea, preservando áreas, poblados,fuentes de agua y anidación de aves; se presentan alternativas en cuanto a la restricción de la aspersión aérea, cuando se presenta fitoxidad para otros cultivos.

El seminario citado, constituyó el primer debate amplio a nivel nacional sobre el tema y concluyó además con un serio llamado a los panameños, a las instituciones públicas y privadas para mejorarlas, pues peligra la salud y el ambiente en nuestro país, de tal manera que,fué de gran importancia para la toma de conciencia en este campo.

Luego de una serie de denuncias y hechos, como la contaminación en Azuero y casos de daños a la salud de personas por agroquímicos efectuada por grupos conservacionistas como el Círculo de Estudios Científicos Aplicados (C.E.C.A.), ponen una voz de alarma a la presente situación y el Ingeniero Cecilio Cigarruista, un estudioso investigador panameño nos dice sobre el tema: "En los procesos de fabricación de agroquímicos se generan subproductos y residuos que transportados por el aire y las aguas, a veces resultan más tóxicos que las materias primas. Un producto inofensivo se puede convertir en subproducto tóxico en el ambiente y puede acumularse en organismos vivos" (1).

---

* Abogado, IICA, Panamá.

Tenemos que en Estados Unidos mueren por envenenamiento más de quince mil personas al año, sin incluir los casos de cáncer, cálculo renal o del hígado, abortos, mal formaciones, etc.; debido al uso de agroquímicos.

La revista francesa "La Recherche" en su Nº 56 (15) en un artículo titulado "Los Plaguicidas y el Tercer Mundo", expresa que "aunque el empleo de agroquímicos se ha regulado crecientemente; la Organización Mundial de Salud(16| cifra en más de quinientos mil (500,000) las pérdidas de vida e intoxicaciones que estos causan anualmente, lo que constituye un verdadero grito de alarma".

El programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y otros organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la FAO y otras, han emprendido una campaña para controlar y regular esta materia. En particular el PNUMA, en un documento titulado: "El Medio Ambiente en el Mundo" de 1987, expresa en la página cincuenta y cuatro que: "la cantidad de plaguicidas que afecta a las plagas es reducidísimo (menos del 0.1%) de manera que el 99% pasa a los ecosistemas y contamina la tierra, el agua y el aire. Los residuos son causas comunes de intoxicaciones tanto en el campo como en las viviendas y son causa de exposición profesional crónica", luego trata el documento citado de los peligros de la aplicación repetida de plaguicidas y el fenómeno de la creación de cepas resistentes y las soluciones propuestas, entre ellas:

a. Evitar el uso de plaguicidas.
b. Introducir el <u>control integrado de plagas.</u>

Pero problemas de tipo económico impiden promover estos métodos por las subvenciones que se conceden a los agroquímicos en los países en desarrollo. Ante esta situación, en Panamá actualmente se implementan una serie de iniciativas, como el trabajo que efectuamos con el IICA, redactando con el apoyo de los técnicos de Sanidad Vegetal un proyecto de reglamentación sobre el uso y control de agroquímicos.

La importancia de dicho trabajo que consiste en un Decreto sobre control y uso de agroquímicos es de primer orden (10) pues trata entre otras cosas de la aplicación aérea de agroquímicos, lo más completa posible (CAPITULO XII y sobre las condiciones del uso general y del restringido (Capítulo XI).

Un reglamento específico sobre aplicación aérea de agroquímicos debe definirse y desarrollarse partiendo también de esta norma, que esperamos se apruebe cuanto antes.

- Es importante señalar también lo expresado por LaMoth (7) en uno de sus trabajos, el cual nos dice que: "Gran parte de la falta de respuestas efectivas se ha debido a la carencia de una legislación armónica para el adecuado control en el uso y manejo de los agroquímicos en el país; si revisamos la legislación vigente, encontramos ciertas inconsistencias legales y técnicas en cuanto a medidas, normas y reglamentos".

Entonces, es de gran importancia la uniformidad y mayor efectividad práctica sobre aplicación aérea de agroquímicos, que es uno de los objetivos del presente seminario, con lo cual, se puede lograr por primera vez un real avance y respuesta seria al problema del uso y control de los agroquímicos en nuestro país.

ANALISIS DE ALGUNAS NORMAS PANAMEÑAS ESPECIFICAS SOBRE LA MATERIA:

El Decreto Ley Nº 20 de 1º de septiembre de 1966, por el cual se crea el servicio de Sanidad Vegetal en el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (8) y se dictan otras medidas. En su Artículo octavo, establece que : "La importación y uso de insecticidas, fungicidas, etc. será en general objeto de Reglamentación por parte de este Ministerio.

Luego, el Decreto 384, del 11 de diciembre de 1967,(9), fundamentado el Artículo 8 anterior de la Ley 20 citada, entre otras cosas trata sobre el uso de los agroquímicos así como la maquinaria y equipo para su aplicación. Reglamentando dicha materia, pero solo en el Capítulo VI, Artículo 35, se refiere a Aspersiones Aéreas al establecer que: "deben ser comunicadas con veinticuatro horas de anticipación a la oficina más cercana del Ministerio de Agricultura, Comercio e Industrias, el cual tiene facultad de prohibirlas si hay peligro de intoxicación para humanos y animales o daños a cultivos".

Existe también el Decreto Ley Nº 19, Reglamento de Aeronáutica Civil de 8 de agosto de 1963, por el cual se reglamenta la Aviación Nacional, en su Artículo 90 establece que son servicios de trabajo aéreo entre otros: **d)** actividades aéreas para el fomento de la producción agrícola, **e)** aspersiones o espolvoreación aérea para fines agrícolas o sanitarios, y luego la Resolución Nº 55-JD de 28 de junio de 1984 (4) de la

Junta Directiva de la DAC sobre actividades de trabajo aéreo en particular el Artículo 2, numerales 1, 2 y 3 establecen que la operación de aeronave agrícola significa operación de una aeronave con el propósito de distribuir veneno ecológico por aspersión o espolvoreación,distribuir cualquiera otra sustancia para: nutrición de plantas, tratamiento de suelos, propagación de vida vegetal o control de pestes; o emplearla en actividades de distribución que afecten directamente a la agricultura, horticultura o preservación de bosques, pero no incluyen la distribución de insectos vivos.

Del análisis de las presentes normas, podemos concluir que, existen lagunas sistemáticas en las estructuras y en las definiciones pues no se aclara qué se entiende por una serie de terminologías utilizadas, ni existe un reglamento para las actividades de aplicación aérea que desarrolle en forma completa una normativa sobre esta materia que por sus implicaciones técnicas y jurídicas se presenta complicada en su aplicación práctica.

Para responder a la exigencia sobre esta materia y dar respuesta al presente problema, se debe armonizar todos estos elementos normativos y a través de un debate lograr una regulación sobre actividades de aplicación aérea de agroquímicos que responda a las exigencias actuales.

Para una mayor profundidad en la propuesta y para un debate sobre la norma de aplicación aérea de agroquímicos es necesario:

a. Tener en cuenta todas las normas panameñas que tratan sobre los agroquímicos en particular, es importante señalar:

    a.1 La Constitución Nacional en su Capítulo Séptimo sobre Régimen Ecológico y sus Artículos 114,115,116 y el Capítulo octavo sobre Régimen Agrario, el Capítulo Sexto sobre Salud, Seguridad Social y Asistencia Social; que textualmente dicen:

ARTICULO 114: Es deber fundamental del Estado garantizar que la población viva en un ambiente sano y libre de contaminación, en donde el aire, el agua y los alimentos satisfagan los requerimientos del desarrollo de la vida humana.

ARTICULO 115: El Estado y todos los habitantes del territorio nacional tienen el deber de propiciar un desarrollo social y económico que prevenga la contaminación del ambiente, mantenga el equilibrio ecológico y evite la destrucción de los ecosistemas.

ARTICULO 116: El Estado reglamentará, fiscalizará y aplicará oportunamente las medidas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna terrestre, fluvial y marina, así como los bosques, tierras y aguas, se lleven a cabo racionalmente, de manera que evite su depredación y se asegure su preservación, renovación y permanencia.

ARTICULO 117: La Ley reglamentará el aprovechamiento de los recursos naturales no renovables, a fin de evitar que del mismo se deriven perjuicios sociales, económicos y ambientales.

ARTICULO 118: El Estado prestará atención especial al desarrollo integral del sector agropecuario, fomentará el aprovechamiento óptimo del suelo, velará por su distribución nacional y su adecuada utilización y conservación, a fin de mantenerlo en condiciones productivas y garantizará el derecho de todo agricultor a una existencia decorosa.

ARTICULO 119: El stado no permitirá la existencia de áreas incultas, improductivas u ociosas y regulará las relaciones de trabajo en el agro, fomentando una máxima productividad y justa distribución de los beneficios de esta.

ARTICULO 120: El Estado dará atención especial a las comunidades indígenas y campesinas con el fin de promover su participación económica, social y política en la vida nacional.

ARTICULO 121: El correcto uso de la tierra agrícola es un deber del propietario para con la comunidad y será regulado por la ley de conformidad con su clasificación ecológica a fin de evitar la subutilización y disminución de su potencial productivo.

Las presentes normas constituyen la base material de toda la estructura jurídica del ordenamiento, pero es necesario exponer el conjunto de las normas para lograr comprender su real dimensión actual y ver hasta que punto estamos cumpliendo con estos principios constitucionales.

Como lo hemos planteado en otras ocasiones, desde el seminario citado de 1981, hasta los estudios y redacción del proyecto de Decreto con el IICA del año 1986; la materia sobre las normas de agroquímicos se encuentra repartida en varias

instituciones que tienen competencias específicas pero falta coordinación, actualización y sobre todo una real normativa práctica.

Por ejemplo, en el actual Código Sanitario vigente no se trata la materia adecuadamente, su ordenamiento, es obsoleto, el anteproyecto de Código de Salud de 1985, aunque en su título II: "De la contaminación ambiental" Artículo 22 y siguientes y luego en el Título IV "de las sustancias tóxicas peligrosas para la salud", Artículo 244 y siguientes; trata sobre la materia, algunos técnicos argumentan que no se contempla la utilización de la terminología adecuada ni se conforma a los métodos prácticos y efectivos de controles por parte de la Institución que en efecto desarrolla el trabajo práctico con relación a los agroquímicos, es decir, el MIDA y los profesionales de las Ciecias Agrícolas. Lo anterior se verifica en mayor o menor grado con relación a las otras Instituciones que intervienen en la materia.

Además, en un informe de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, en su reunión plenaria de 12 de febrero de 1987 (3) se establece con respecto al marco legal, que "Debido al surgimiento reciente de asuntos ambientales y la concepción de la protección integral del ambiente, aún no existe un marco legal adecuado que provea una base fundamental para el manejo y protección del ambiente. Aún no hay definiciones de conceptos básicos, tales como "contaminación" y "evaluaciones del ambiente". CONAMA ha identificado aproximadamente 780 leyes, decretos ejecutivos que tienen una relación directa o con el manejo y protección del ambiente, pero estos sufren de vacíos y frecuentemente son confusos, obsoletos y contradictorios. La elaboración y aprobación de una ley orgánica o la revisión de estatutos sobre el ambiente es necesario para resolver estas contradicciones y ordenar legalmente la administración y el manejo ambiental.

EVOLUCION DE LA ARMONIZACION Y UNIFICACION SOBRE NORMAS DE AGROQUIMICOS A NIVEL INTERNACIONAL

El presente problema no es solo panameño, sino es de orden internacional. Otros organismos regionales, entre ellos el IICA, están haciendo serios esfuerzos por responder a la solución del problema.

A este respecto, existe un serio compromiso de Panamá de aprobar el Decreto sobre agroquímicos citado, el cual preparamos el año pasado como Consultor del IICA conjuntamente con el MIDA y los técnicos que se relacionan con la materia el cual responde en gran parte a la problemática que nos ocupa.

Quiero también resaltar que en la reunión del PNUMA de expertos en Derecho ambiental efectuada en Ginebra, Suiza, en Enero de 1987 (17), a la cual asistimos en representación de Panamá, se tomó en cuenta el grave peligro de la aplicación de agroquímicos y la necesidad de incluirlo en las normas sobre evaluación del impacto ambiental que se definieron en dicha reunión para la O.N.U. y todos los países.

Existen normas internacionales como el Código Internacional de conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas de la FAO (Organización de la ONU para la Agricultura y la Alimentación) que son de gran utilidad sobre la condición jurídica de los países según el Derecho Internacional y la organización es decir, la ONU. Este documento expresa indicaciones importantes sobre el tema.

COMPETENCIA DEL MIDA EN LA MATERIA.

Le corresponde a la Dirección de Sanidad Vegetal del MIDA según normas vigentes, en particular el Resuelto del 8 de mayo de 1986, que crea la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal, hacer cumplir las disposiciones legales y reglamentarias que rigen la operación de aplicación aérea de agroquímicos, de tal manera, que es necesario que el MIDA, cuanto antes reglamente esta materia en forma adecuada.

La propuesta al respecto es un anteproyecto de reglamentos que presenta por primera vez una normativa completa sobre los aspectos científicos-técnicos requeridos, pero es necesario uniformar y sistematizar los aspectos técnicos de Aeronáutica Civil con los científicos; que son competencia, como hemos expresado del MIDA.

Es necesario que se mantenga la competencia de cada entidad y para ello solicito de los expertos estudiosos si es correcta la terminología utilizada, por ejemplo: en el Artículo 3 de la Resolución Nº55-JD de Aeronáutica Civil, así como en otras partes de dicha Resolución, consideramos que está anticuada, o no corresponde a los criterios porque invade otras competencias, entonces se debe tratar de modificar dicha resolución, y que la misma se circunscriba a los aspectos técnicos aéreos armonizando jurídicamente con la reglamentación que el MIDA elabore para esta materia.

La propuesta es la siguiente:

a. Que se apruebe el proyecto de Decreto sobre Agroquímicos en general (11).

b. Que se apruebe un Reglamento para las actividades de aplicaciones aéreas de agroquímicos (12) y luego modificar la Resolución Nº 55-JD de Aeronáutica Civil (5) de acuerdo con lo que se formule en dicho Reglamento del MIDA, de manera que exista uniformidad, continuidad y seguimiento en la norma para que sea operativa.

PROYECTO DE REGLAMENTO PROPUESTO PARA LAS ACTIVIDADES DE APLICACIONES AEREAS DE AGROQUIMICOS

Al respecto tenemos que:

Primero: Contiene una serie de definiciones imprescindibles para la comprensión del mismo que son necesarias en este tipo de norma jurídica. Haciendo un estudio comparativo con las normas panameñas; en general constatamos el gran avance técnico-científico que representan estas definiciones.

En particular, se definen conceptos científicos como por ejemplo; desechos, dosificación, fertilizantes, plaga, toxicidad, etc. y otros relativos a los aspectos aeronáuticos con relación a la aplicación aérea como aeródromo agrícola, aeronave agrícola, aplicación aérea, piloto agrícola, empresa de aplicación aérea agrícola, licencia para vuelo, etc. que son importantes para la compresión de la norma.

Por consiguiente las presentes definiciones representan un firme avance en la formulación de una norma que esté a tono con la situación actual.

Segundo: En los aspectos de organización, se determina claramente la autoridad competente que es la Dirección de Sanidad Vegetal del MIDA y la interacción con otras que intervienen en la materia.

Sobre el tema, el artículo cuatro del referido proyecto establece que, es necesario sobre este punto coordinar con las otras autoridades del Ministerio de Salud, el Ministerio de Trabajo, la Dirección de Aeronáutica Civil, el IDIAP, y el INRENARE y la Comisión Nacional del Medio Ambiente; todos los aspectos de las acciones relativas a las aplicaciones aéreas de agroquímicos en relación con estas instituciones u otras afines con esta materia.

Considero que esta coordinación deberá efectuarse a todos los niveles, es decir; tanto en el campo del mejoramiento de las normas en las diversas instituciones para que exista uniformidad normativa, así como también la coordinación práctica y ágil en el desarrollo de la aplicación de la norma.

Tercero: El desarrollo de la actividad de la aplicación y normas de control, como por ejemplo los Artículos diez, quince y otros.

Las actividades de aplicación aérea contempladas en el Artículo siete y siguientes del proyecto constituyen uno de los elementos esenciales de la norma y en ella tenemos los controles prácticos específicos para evitar los daños a la vida y del ambiente, por ejemplo lo que establece el Artículo diez:

ARTICULO 10: Las aplicaciones aéreas sólo podrán realizarse con plaguicidas agrícolas y productos afines que estén registrados para uso agrícola en la Dirección de Sanidad Vegetal de acuerdo con leyes y reglamentos establecidos por el MIDA el Ministerio de Trabajo y cualesquiera otras normas establecidas a este respecto.

Cuarto: Sobre las obligaciones y requisitos de los usuarios; por primera vez se establecen normas prácticas a este respecto.

Quinto: Que trata de los recursos y sanciones para que la norma tenga un imperativo firma que garantice su aplicación.

Se trata como podemos ver del primer proyecto completo sobre esta materia que es imprescindible que se apruebe como lo hemos sustentado, pero es necesario, repito que sus fundamentos se consoliden con un Decreto General sobre Agroquímicos que ya está confeccionado y que debe modificar en lo necesario la Resolución Nº 55-JD de 28 de junio de 1984 de Aeronáutica Civil.

Lo que se propone ha sido lo desarrollado en los últimos años por otros países, que han uniformado y concentrado en un organismo como el Ministerio de Desarrollo Agropecuario esta materia, garantizando la competencia específica de otras instituciones, por consiguiente esperamos que en nuestro país cuanto antes se logre este objetivo para salvaguardar la conservación de la vida de todos los panameños.

El presente seminario tienen el fin de profundizar las

consultas y el debate con los técnicos agrícolas y ambientales, pilotos de Aeronáutica Civil, el MIDA, los usuarios, etc.

Debemos lograr uniformidad y consenso para establecer la norma jurídica pero también se pretende elevar la calidad de la conciencia sobre esta materia por parte de todos los participantes y estamos seguros que con la plena contribución de los asistentes lograremos este objetivo y así en el menor tiempo posible establecer un Reglamento sobre la aplicación aérea de agroquímicos para nuestro país.

LITERATURA CITADA

1. CIGARRUISTA, C., 1987. Los Plaguicidas y el Medio Ambiente. CECA. Panamá.

2. CONAMA. 1986. Textos Legales sobre el Medio Ambiente. Panamá.

3. CONAMA. 1987. Reunión Plenaria, 12 de agosto. Panamá.

4. DAC. 1963. Decreto Ley Nº 19 de 8 de agosto. Panamá.

5. DAC. 1984. Regulación de Trabajo de Aeronaves Agrícolas. Resolución 55-JD de 25 de junio. Panamá.

6. FABREGA, J. 1985. Constitución Política de la República de Panamá. Panamá.

7. LaMOTH, L. 1986; Situación Legal Actual de los Plaguicidas en Panamá. Pp 72-76 en Pinochet, J. y 6. von Lindeman (Eds.) Seminario Taller de Fitopatología. Informe Técnico Nº 81 CATIE, Panamá.

8. MACI. 1966. Protección Fitosanitaria. Decreto Ley Nº 20 del 1º de septiembre. Panamá.

9. MACI. 1967. Reglamento sobre Pesticidas. Decreto Nº 384 de 11 de diciembre. Panamá.

10. MARTIZ, P., C. PARRILLON y E. TRUJILLO. 1982 (Eds). Seminario Sobre Uso de Plaguicidas en Panamá, su Efecto en la Salud y el Medio Ambiente. MINSAL-MIDA-AID. Panamá.

11. MIDA-IICA. 1986. Proyecto de Decreto General de Agroquímicos. Panamá.

12. MIDA. 1987. Anteproyecto de Reglamentación de la Aplicación Aérea de Agroquímicos. Depto. de Control y Registro de Agroquímicos. Dirección Nacional de Sanidad Vegetal. Panamá.

13. MINSAL. 1947. Código Sanitario. Ley 66 de 10 de noviembre. Panamá.

14. MINSAL. 1985. Anteproyecto de Nuevo Código de Salud. Panamá.

15. LA RECHERCHE. 1987. Nº 56. Francia.

16. PNUMA. 1986. Productos Químicos Peligrosos. Dossier Ambiental Nº 4. Suiza.

17. PNUMA. 1987. Reunión de Expertos en Derecho Ambiental. Suiza.

18. PNUMA. 1987. El Estado del Medio Ambiente en el Mundo Abril. Suiza.

ECOTOXICOLOGIA E INFLUENCIAS AMBIENTALES DE LOS AGROQUIMICOS

Jaime Espinosa Gonzalez, Dr.*

INTRODUCCION

El empleo de plaguicidas agrícolas está estrechamente relacionado con el medio ambiente en que se aplican. Por la naturaleza misma de la protección de los cultivos generalmente se ejercen medidas de control químico en grandes extensiones de tierra. El control químico se basa generalmente en la aplicación externa de plaguicidas sobre las plantas para reducir las poblaciones de insectos, malezas y parásitos; pero estos se aplican directamente al suelo, p. ej. en el control de malezas, insectos y nemátodos del suelo. En ambos casos se trata de una dispersión de sustancias químicas sobre grandes áreas de la naturaleza que si no se absorben por las plantas, se evaporan o se metabolizan y permanecen en el suelo. Las aspersiones aéreas favorecen la dispersión de los plaguicidas sobre mayores superficies; en ello incide el viento y su velocidad.

Desde un punto de vista ecotoxicológico, la aparente desaparición de los plaguicidas que se aplican, de su forma original en una determinada localidad del medio ambiente no significa que todo esté bien; podría ser que se presente acumulación, bioconcentración, o la transformación en una sustancia más tóxica para un eslabón determinado de los ecosistemas.

La influencia y la perseverancia de los plaguicidas es de mucha importancia en el humano,como también lo es su acción sobre el cultivo y demás flora y fauna. Se hace necesario mirar este complejo sistema en forma integral; la interrelación: insectos vectores de enfermedades, malezas, organismos benéficos, suelo, aire que si es de mala calidad puede ser tóxico a los cultivos y al hombre y otros factores que contribuyen en el equilibrio total.

---

* Toxicólogo, IDIAP, Panamá.

No sería posible omitir uno de esos factores sin influenciar otros aspectos bióticos como son, la vida acuática, (peces, algas), la vida silvestre, el suelo, las aguas y la fauna benéfica. Efectos comunes de las aplicaciones de plaguicidas son, la mortandad de organismos "blancos no específicos" que incluye depredadores, peces, aves, microflora, vertebrados o insectos benéficos.

El Suelo:

La permanencia de plaguicidas en el suelo que los hace en primera instancia responsables de considerables influencias ecológicas, está determinada por numerosos factores. Para un determinado plaguicida, la persistencia en el suelo depende de su composición y de la temperatura y humedad del suelo; además, son de importancia la cubierta edáfica, la preparación del suelo, la forma, formulación y movilidad del plaguicida así como los microorganismos y vientos. El tipo de suelo es determinante. Los plaguicidas se comportan diferente. La velocidad de lixiviación del plaguicida en el suelo es por lo general directamente proporcional a la solubilidad en agua, pero inversamente proporcional a las fuerzas adsorptivas del suelo. En cierto sentido, la humedad reduce la persistencia, ya que favorece la evaporación del plaguicida.

A diferencia de los colémbolos y ácaros, las lombrices de tierra son relativamente resistentes a los productos organoclorados, como HCH y aldrina; sin embargo, al clordano se le atribuye una acción específica ante las lombrices, por lo que ha encontrado utilidad para su control en sitios de recreo. También el carbarilo y benomilo son altamente tóxicos para las lombrices. Algunos efectos indirectos pueden ocurrir en aplicaciones de DDT contra vectores de enfermedades las cuales han causado acumulación en lombrices que no mostraron síntomas de daño; pero que al ser devoradas por aves, estas perecieron por el alto contenido de insecticida ingerido en esta forma.

En suelos secos y estériles, los plaguicidas suelen ser más persistentes que en suelos húmedos no estériles, por lo que se deducen influencias directas de los microorganismos sobre la degradación de los plaguicidas. Las bacterias, actinomicetes y los hongos tienen una gran importancia en los procesos degradativos (Cuadro I) de la materia orgánica y contribuyen en el ciclo biológico. Por su acción mineralizante ponen a la disposición de las plantas nutrientes fijados al humus.

La transformación y mineralización de los plaguicidas puede tener lugar por vía fisicoquímica o microbiana. Los plaguicidas sirven como fuente de carbono y energía a los microorganismos. La degradación se efectúa a una velocidad variable y depende de diferentes factores. Un peligro de acumulación en el suelo a largo plazo se presenta especialmente cuando los intérvalos de aplicación son más cortos que el tiempo requerido para la descomposición de los mismos. El efecto de los plaguicidas sobre los microorganismos del suelo se puede determinar midiendo la respiración del suelo (formación de anhídrido carbónico) o el movimiento del nitrógeno.

De los plaguicidas en uso actual, aproximadamente el 1% han revelado problemas de toxicidad microbiológica. Usualmente, los microorganismos poseen una gran capacidad de regeneración, y adaptación al proceso de descomposición de los plaguicidas. Ello es así, debido a la gran diversidad, cantidad y capacidad mutacional de los microorganismos.

El Agua:

La contaminación de aguas representa un gran problema ambiental en la actualidad. No escapa a ello la actividad doméstica e industrial. La contaminación descontrolada e imprevista que llega por el aire requiere de mayor atención. La contaminación de aguas se da por aplicaciones directas o por lixiviación. Los efectos son:

a. mortandad de invertebrados y peces,
b . residuos en la cadena alimentaria.
c. contaminación de las aguas de consumo humano (pozos o fuentes);

casos de esta índole se presentan aún cuando el riesgo parezca ser muy bajo. Generalmente, los suelos ofrecen resistencia a la movilidad vertical de un gran número de plaguicidas. Las aguas superficiales, las vías acuáticas y los océanos están más expuestos a la contaminación. Se estima que la cantidad de plaguicidas transportados a los océanos a través del aire son similares a los que llegan a través de las vías acuáticas. Ello es de especial consideración en aquellos países donde las aplicaciones aéreas son comunes. Una problemática especial es la del control de malezas acuáticas donde los herbicidas son depositados directamente en las aguas.

Los peces se ven afectados por la toxicidad específica

de sustancias determinadas; ellos están infestados mayormente por las sustancias persistentes que pueden acumularse en el plancton y sobre las fuentes de alimento de los peces, de tal manera que la concentración en el agua no es apreciable. Para evitar intoxicaciones de peces por plaguicidas no deberán aplicarse aquellos que son de alta toxicidad para peces cerca de aguas superficiales (Cuadro II). Pueden surgir también daños localizados por manipulaciones durante la aplicación o por el lavado de equipo en estanques y la consecuente deposición deficiente de los restos en las aguas.

El aire:

La atmósfera juega un papel muy importante desde el punto de vista ecotoxicológico. En primer lugar, la deriva y sus consecuencias fitotóxicas son de consideración. Ello es común cuando se tratan cultivos de arroz con herbicidas fenóxicos y existe turbulencia atmosférica que puede dañar aún en concentraciones muy bajas plantaciones como las de tomate que son muy sensibles a estos plaguicidas. La contaminación aérea con plaguicidas es también la causa de dispersión de sustancias persistentes lejos del sitio de aplicación, por ejemplo, zonas polares. La contaminación aérea de plaguicidas ocurre por lo general en bajas concentraciones (trazas) y no es estacionaria, pero ecológicamente no es desestimable. Además influyen en la contaminación de la atmósfera:

a. la erosión eólica de suelos tratados.
b. la evaporación de restos de plaguicidas en cultivos o en sitios de uso,
c. el manejo y producción de plaguicidas.

La Vida Silvestre:

Las influencias de los plaguicidas sobre la vida silvestre depende del nivel de contaminación del ecosistema y la susceptibilidad del material biológico. El peligro de intoxicación para la vida silvestre puede ocurrir por vía de la toxicidad aguda, o la crónica y en ello inciden la edad, el tamaño, el sexo y la especie del organismo expuesto. Aspersiones aéreas pueden incidir fácilmente sobre áreas de vida silvestre como bosques naturales, manglares, reservas y parques nacionales que estén ubicados cercanos a las áreas de cultivo tratadas. La mayoría de los insecticidas son tóxicos para una amplia gama de animales; los pequeños invertebrados son más susceptibles que los grandes; y que las especies vertebradas respec-

tivamente, por su similitud bioquímica con insectos. Dentro del reino de los vertebrados, los peces son más susceptibles que las aves y más susceptibles que los mamíferos. Grandes poblaciones de peces se han aniquilado por la contaminación de corrientes y ríos.

Las sobredosis de plaguicidas llevan en el caso de las aves a efectos negativos. En la grasa de aves silvestres se han detectado elevados niveles de plaguicidas organoclorados (35-158 ppm) y se indica que existe incidencia sobre el grosor de la cáscara de los huevos y con ello se afecta la tasa de natalidad.

Algunos plaguicidas, especialmente insecticidas, pueden causar daños a las abejas, pero, variando el momento y la forma de aplicación de ellos se pueden reducir esos riesgos. Generalmente, los fungicidas y herbicidas no son problemáticos para las abejas (fenóxicos, Tillam, Diuron), pero algunos herbicidas (Dinoseb, Diclobenil) han sido calificados como muy tóxicos para estas especies. Muy tóxicos para abejas son también Tetrasul, Metoxicloro, Binapacrilo. Insecticidas acaricidas poco peligrosos para las abejas son el Clorfenvinfos, Triclorfon, Bromofos.

El Hombre

Los peligros para la salud del hombre comprende a los aplicadores y consumidores de productos agropecuarios tratados. La aplicación correcta de plaguicidas requiere de una serie de medidas para evitar o reducir la contaminación con residuos por la vía directa (aplicaciones al follaje o sobre frutos) o indirecta (absorción de restos presentes en el suelo o el aire). Esta última forma también se presenta en productos de origen animal, cuando especies domésticas, peces, etc. consumen alimentos contaminados cuyos residuos se acumulan en sus organismos pudiendo presentarse luego en la leche o las carnes. Es común la presencia de residuos organoclorados en productos agropecuarios y hasta en el hombre.

CUADRO I ORGANISMOS VIVIENTES EN EL SUELO
(En 100 cm^2 y 30 cm. de profundidad)

G R U P O	CANTIDAD	PESO %
Microflora		
Bacterias	10^{12}	
Actinomicetes	10^{10}	76
Hongos	10^{9}	
Algas	10^{6}	
Microfauna		
Flagelados	5×10^{11}	
Rizopodos	10^{11}	4
Ciliados	10^{6}	
Mesofauna		
Rotatoria, nemátodos, acarinae, Colembolae	10^{18}	1
Macrofauna		
Gastropodo, enchitraida	10^{4}	4
Isopodos, diplopodos, miriopados, coleoptera, díptera, etc.		
Megafauna		
Lombrices, vertebrados	80	15

CUADRO II PELIGROSIDAD DE PLAGUICIDAS PARA PECES *

G R U P O	PLAGUICIDAS
A	
Sustancias que no deben aplicarse en la cercanía de sistemas acuáticos.	Endrina, Tiodan, Toxafeno, Dieldrina,Aldrina, Metoxicloro, DDT, Gusation. 2,4-D + 2,4,5-T y los herbicidas carbamatos.
B.	
Sustancias cuya aplicación cercana a sistemas acuáticos requiere de mucho cuidado	HCH, Lindano, Clordano, Heptacloro, Paration, Diazinón, Malation, Nicotina, Rotenoma, Piretro, DDT.
C.	
Sustancias que causan daños en peces de aguas superficiales.	Dipterex, Syxtox, Metasystox, 2,4,-D + 2,4,5-T
D.	
Sustancias que generalmente no causan daños a peces, bajo aplicación normal.	Dalapon, Simazina, 2,4-D , MCPA.

* Según K. Bauer (5)

LITERATURA CONSULTADA

1. BAUER, K. 1961. Studien Ueber Nebenwirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Fische und Fischnaehrtiere. Mitt. Bundesanstalt Laudwirtosch. Forsten Berlin-Dahlem H. 105.72 pp.

2. DUFFUS, J.H.1980. Environmental Toxicology. London. 35 pp.

3. FREITAG, D. y Col. 1985. Environmental Hazard Profile of Organics Chemicals. Chemosphere, 14 (10). 1589-1616.

4. GREEN, M.B. y D.A. SPILKER. 1986. Fungicide Chemistry. ACS Simposium Series, 304. 172 pp.

5. WEGLER, R. 1976. Chemie der Pflanzenschtz-und-schaedlings-bekaempfungsmittel, 3., 322 pp.

ASPECTOS CLINICOS Y PATOLOGICOS DE LOS PLAGUICIDAS

Francisco Martin Díaz Mérida, Dr.*

INTRODUCCION

Se entiende por plaguicidas, todos aquellos productos químicos naturales, sintéticos o mezcla de sustancias que se utilizan para prevenir, destruir, repeler o minimizar los efectos de cualquiera plaga (insectos, roedores, nemátodos, hongos, mala hierba u otras formas de plantas terrestres, acuáticas, animales, microorganismos). Así como también las sustancias o mezclas de sustancias cuyo uso sirva como regulador de plantas, desecantes o defoliantes. Se trata además de aquellos productos para adelantar la maduración, evitar la caída de los frutos e inhibir la germinación.

Los plaguicidas sirven para combatir enfermedades y parásitos de toda clase que dañen directa o indirectamente (como vectores) los sembrados, cultivos en desarrollo o granos almacenados y los sustraen de la alimentación humana y animal. Se trata también de productos para conservación de madera, fungicidas e insecticidas de uso doméstico, herbicidas y productos para adelantar la maduración, evitar daño a los frutos, inhibir la germinación, etc. Todos ellos se diferencian por su composición química, por sus propiedades físicas y sus efectos fisiológicos. Estos productos presentan la común característica de ser biológicamente muy activos.

En los plaguicidas deben diferenciarse el principio o materia activa, el preparado comercial, el vehículo y la dilución que se emplea en la práctica.

---

* Médico del Trabajo, C.S.S., Panamá.

I. Usos:

Se usan en forma sólida, como polvos para tratamientos de semillas, gránulos, espolvoreo o cebos. En forma líquida pueden emplearse en nebulización, atomización, pulverización, riegos y en tratamiento de semillas. En forma de fumigación por medio de aerosoles (niebla, humos) o de gases en agricultura, en tratamientos forestales, en almacenes o en sanidad contra insectos vectores de enfermedades y contra insectos molestos. Contra los diversos parásitos actúan por contacto, ingestión o inhalación y se dividen según sus propiedades en : Acaricidas, nematicidas, rodenticidas, fungicidas, herbicidas, insecticidas, etc.

II. Riesgos:

La condición previa para la acción de los plaguicidas en la penetración al organismo depende de:

a. Solubilidad en agua o en grasas,
b. del tamaño de las partículas, y
c. naturaleza de los coadyuvantes empleados (disolventes orgánicos). El ingreso de estos productos ocurre habitualmente por vía cutánea, inhalatoria, digestiva y por vía conjuntiva. Los efectos de los plaguicidas en el hombre, es decir el cuadro toxicológico, depende de 10 factores a saber:

    1. Concentración del producto: Es decir de la cantidad de sustancias presente en el medio de trabajo.

    2. La dosis letal 50% del producto (LD_{50}). Será el producto más tóxico cuanto menor sea su dosis letal.

    3. La dilución en que se emplea: un producto poco tóxico, puede ser peligroso, si se usa concentrado o puro: y a la inversa, uno muy tóxico no lo es tanto en grandes diluciones.

    4. El vehículo que acompaña a los principios activos: es más dañino como solvente de un plaguicida, un hidrocarburo que el agua.

    5. La presentación: Los aerosoles son los más peligrosos, siguen en el orden las pastillas fumigantes líquidos, polvos y por último las espirales.

    6. La rapidez de acción en el organismo.

7. Factores idiosincráticos y alergizantes: que determinan acciones tóxicas de un producto en algunas personas y dejan inmunes a otras.

8. El sujeto expuesto: en iguales condiciones de exposición son más susceptibles los niños, los ancianos y los enfermos que los adultos.

9. Tiempo y frecuencia de exposición.

10. La persistencia del producto en el organismo: por ejemplo un plaguicida órgano-fosforado puede originar un episodio grave y peligro de muerte, sin embargo, con un correcto tratamiento, no deja secuelas.
Un plaguicida órgano-clorado no originará un cuadro tan espectacular, pero encierra el riesgo potencial de dañar el hígado y el riñón.

III. Epidemiología de las Intoxicaciones por Plaguicidas.

La incidencia de intoxicaciones por plaguicidas, ha sido reportada en diferentes partes del mundo. Por ejemplo, en Japón en el período comprendido entre 1953-1969 hubo cerca de 19,436 casos de intoxicación por compuestos órgano-fosforados, incluyendo 10,031 casos accidentales o de exposición laboral y 9,405 casos por homicidio o intento de suicidio.

En California hubo casos de intoxicación por plaguicidas durante 4 años (1957-1960) incluyendo 789 casos, en el campo de la actividad agrícola. Freeman y Hines, reportan 17,170 intoxicaciones por plaguicidas, en el período 1968-1970, en Carolina del Norte. Es evidente que existe una mayor incidencia de intoxicaciones por plaguicidas por situaciones accidentales, en comparación con la incidencia que se ha observado por exposición laboral.

No obstante, en el campo específico de la actividad agrícola, los plaguicidas constituyen uno de los problemas más importantes en el marco de la Salud Ocupacional. Los trabajadores que generalmente resultan afectados por los plaguicidas son aquellos cuya actividad laboral básica es la de aplicación del producto, en orden de frecuencia siguen los encargados de realizar la estiba, el almacenamiento y transporte de los productos y en fin aquellos que efectúan el vaciado del producto en los sistemas de aplicación.

En el distrito del Barú en 1977, el 51.3% de trabajadores que aplicaron nematicidas, presentaron signos y síntomas de intoxicación por compuestos órgano-fosforados.

Cifra que se reduce en 1978 a 21.6% y que en 1979 se había reducido a 2.5%. En el área de Changuinola en 1977, un 35% de trabajadores expuestos a un producto nematicida conocido como "MOCAP", presentaron signos y síntomas de intoxicación por compuestos órgano-fosforados; esta situación ha mejorado notablemente y ya para el año 1983, su incidencia no era superior al 3%.

Los efectos producidos por otros plaguicidas, en dichas áreas nos indican que las lesiones dermatológicas producidas por el Ditane y Paraquat (gramoxone), fué para 1981, de 13% en Changuinola y del 12% en Puerto Armuelles.

En sector azucarero para 1977 se observaron 40 casos de intoxicación por plaguicidas, 270 casos con lesiones dermatológicas producidos por herbicidas, fungicidas y fertilizantes y 51 casos de lesión química en ojo por los agroquímicos. No existe informaciones en las otras áreas agrícolas del país, en materia de intoxicación de origen ocupacional producidos por tales sustancias.

IV Toxicología

Un concepto actualmente aceptado, es aquel de que una sustancia química no es completamente inocua, así como tampoco es enteramente dañina. Este concepto se basa en la premisa que cualquier agente químico que entra en contacto con mecanismos biológicos, sin producir efectos dañinos en el mismo se encuentra a concentraciones o niveles por debajo del nivel mínimo efectivo. Una implicación de este concepto es el hecho de que todos los agentes químicos producen un grado significativo de efectos indeseables en los mecanismos biológicos, con los cuales entren en contacto, si son suministrados en elevadas concentraciones. De allí que, el factor más importante que determina el potencial efecto dañino de un compuesto químico, es la relación entre la concentración del mismo y los efectos que produce sobre los mecanismos biológicos. En otras palabras, se hace necesario establecer la relación dosis-respuesta. En este sentido podemos movernos hacia los puntos:

1. Frecuencia-respuesta: que representa el rango de concentraciones requeridas para producir una respuesta cuantitativamente idéntica, en una amplia población; como indica la figura 1. Esta relación nos indica la variación biológica a compuestos químicos, que ocurre en los miembros de una especie. Esta relación es generalmente reducida si la comparamos con la variación biológica entre especies.

2. Respuesta acumulativa: que relaciona la concentración de un agente químico y el porcentaje de animales que muestran respuesta acumulativa al mismo, según la Figura 2.

FIGURA 1 . RESPUESTA BIOLOGICA VS. CONCENTRACION DE UN TOXICO

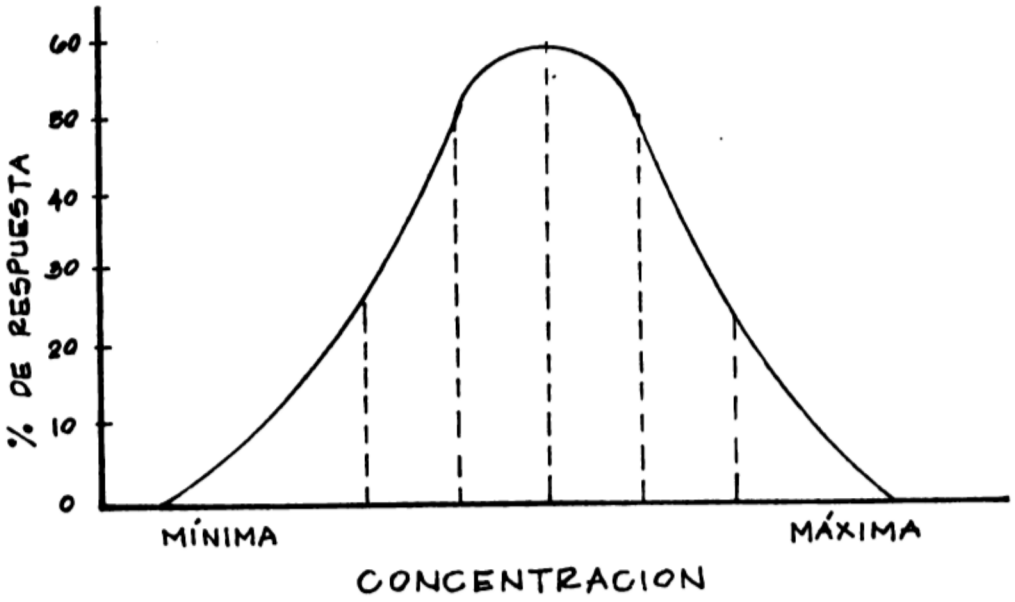
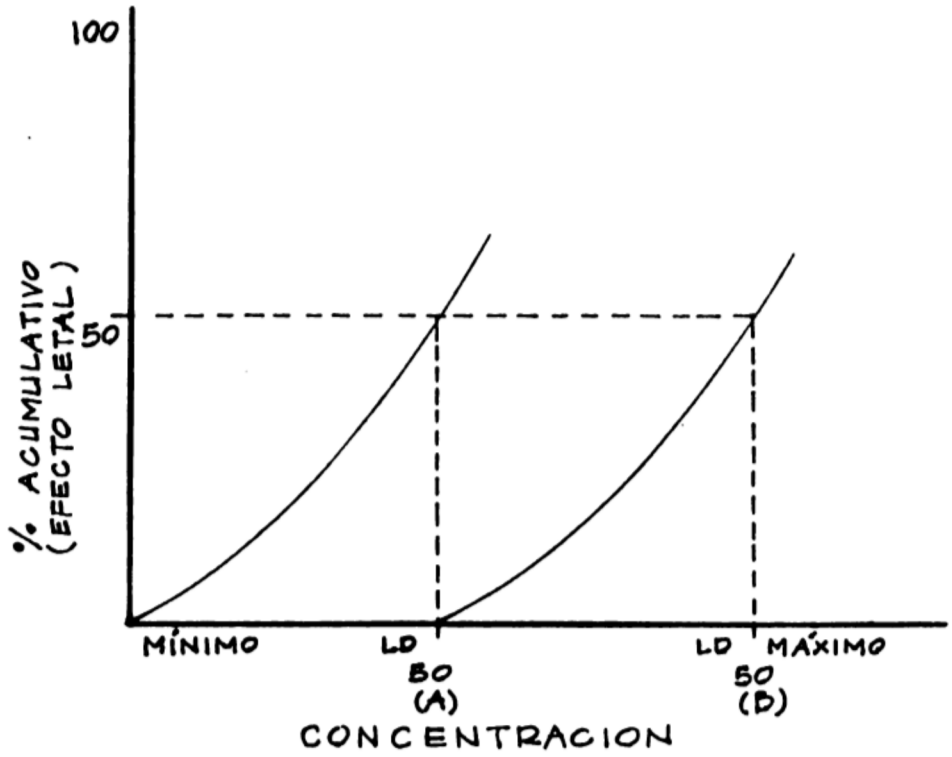


FIGURA 2. TOXICIDAD VS. CONCENTRACION DE UN TOXICO



Estas curvas son denominadas curvas de concentración-respuesta, y son la base del concepto dosis letal 50%. La LD_{50} es la concentración de un compuesto químico que produce la muerte, en el 50% de los animales que han entrado en contacto con el mismo. Siguiendo con lo señalado, en la figura 2, se podría afirmar que la LD_{50} para el compuesto B, es mayor que la del compuesto A y podríamos por lo tanto, afirmar que este último es más potente que el primero, lo cual lleva a considerar al compuesto A, más tóxico que el compuesto B. Esto significa que la potencia (en términos de cantidad de sustancia química involucrada) y toxicidad (en términos de daño) son términos relativos que pueden ser utilizados solamente en referencia a otro compuesto químico.

Para efectos del grado de toxicidad de los plaguicidas se usará como factor de evaluación DL 50% (Dosis Letal al 50%) del ingrediente activo sólido y se adoptaría la siguiente clasificación toxicológica de acuerdo a los parámetros a saber:

1. Dosis letal 50% por vía oral.
2. Dosis letal 50% por vía inhalatoria.
3. Dosis letal 50% por vía dermal.

1.1 Dosis letal 50% por vía oral:

Extremadamente tóxico: menor de 5 mg/kg de peso corporal.
Altamente Tóxico: de 5 hasta 50mg/kg de peso corporal.
Moderadamente tóxico: de 50 hasta 500 mg/kg de peso corporal.
Ligeramente tóxico: mayor de 500 mg/kg de peso corporal.

1.2 Dosis letal 50% por vía inhalatoria:

Extremadamente tóxico: Menos de 1 mg/1 de una mezcla de humos o polvos.
Altamente tóxico: más de 1 mg/1 de una mezcla de humo, polvos; pero menos de 20 mg/1.
Moderadamente tóxico: más de 20 mg/1 de una mezcla de humo o polvos pero menos de 100 mg/1.
Ligeramente tóxico: más de 100 mg/1 de una mezcla de humos o polvos, pero menos de 200 mg/1.

1.3 **Dosis letal por vía dermal:**

Extremadamente tóxico:	Menos de 10 mg/kg.
Altamente tóxico:	10-100 mg/kg.
Moderadamente tóxico:	100-1000 mg/kg
Ligeramente tóxico:	mayor a 1000 mg/kg.

En base a lo anterior, los plaguicidas agrícolas se clasifican en las cuatro categorías siguientes:

1. **Productos Categoría I:** Corresponden a los ingredientes activos sólidos considerados como extremadamente tóxicos; de acuerdo a la dosis letal 50% por vía oral. (menor de 5 mg/kg de peso).
   Las etiquetas de los envases llevan franja color rojo.
2. **Productos Categoría II:** Corresponden a los i.a., sólidos considerados como altamente tóxicos, de acuerdo a la clasificación por vía oral (5-50 mg/kg de peso). Las etiquetas de los envases llevan franja color amarillo.
3. **Productos categoría III:** Corresponde a los i.a. sólidos considerados como moderadamente tóxicos, de acuerdo a la clasificación anterior. (5-500 mg/kg de peso.) Las etiquetas de los envases llevan franja color azul.
4. **Productos Categoría IV:** Corresponde a los i.a. sólidos considerados como ligeramente tóxicos, de acuerdo a la clasificación anterior. (mayor de 500 mg/kg de peso). Las etiquetas de los envases llevan franja color verde.

V. Metabolismo

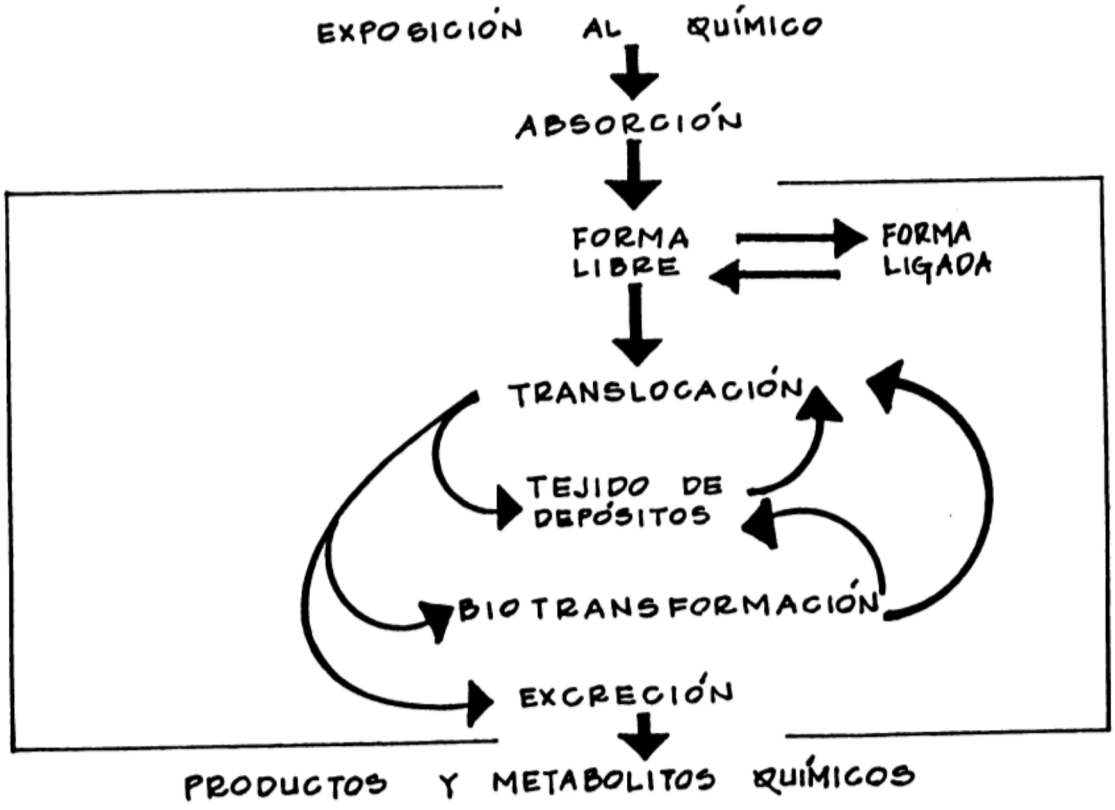
El metabolismo de estos productos puede ser esquematizado en la siguiente forma:

La vía de ingreso puede ser:

1. Inhalación
2. Cutánea
3. Digestiva
4. Intraocular

La figura 3 ilustra una quimio dinámica metabólica de un agente tóxico en humano.

FIGURA 3. METABOLISMO DE UN TOXICO



Algunos de estos compuestos son activos rápidamente, como es el caso del Tetraetil-pirofosfato y el Diisopropil-fluorofosfato; otros como el Malatión, Paratión y Metil-Paratión, no son activos hasta que son metabolizados a oxones activos (en el caso de Malatión-Malaxón; Paratión-Paraoxon, etc.) y posteriormente hidrolizados a compuestos inactivos.

VI. Efectos tóxicos de los plaguicidas:

1. Signos y síntomas a la intoxicación por compuestos organo-fosforados y carbamatos.

   A. SINDROME MUSCARINICO:

      1. Constricción toráxica
      2. Estertores húmedos
      3. Disnea

Aparato respiratorio	4. Incremento de secreción bronquial. 5. Tos 6. Cianosis.
Aparato gastro-intestinal.	1. Náusea 2. Vómitos 3. Dolor abdominal Contrictivo. 4. Diarrea 5. Tenesmo. 6. Incontinencia fecal
Glándulas sudoríparas:	1. Aumento de sudoración.
Glándulas salivares:	1. Incremento de la salivación.
Glándulas lagrimales:	1. Aumento de la lagrimación
Aparato cardio-vascular:	2. Hipotensión arterial.
Pupilas:	1. Miosis, ocasionalmente desigual.
Cuerpos ciliares:	1. Visión borrosa.
Riñón	1. Incontinencia urinaria.

B. SINDROME NICOTINICO:

	1. Espasmos musculares 2. Fasciculaciones 3. Debilidad muscular (incluyendo músculos respiratorios).
Ganglios simpáticos	1. Palidez 2. Taquicardia 3. Elevación de la presión arterial.

Ganglios simpáticos

1. Palidez
2. Taquicardia
3. Elevación de la presión arterial.

C. MANIFESTACIONES DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL:

1. Vértigo
2. Ansiedad y depresión
3. Labilidad emocional.
4. Inquietud.
5. Insomnio.
6. Somnolencia
7. Alucinaciones
8. Cefalea
9. Tremor
10. Apatía.
11. Dificultad en la concentración
12. Confusión.
13. Debilidad generalizada.
14. Coma con ausencia de reflejos
15. Respiración cheyne-stokes
16. Convulsiones.
17. Depresión de los centros cardio-respiratorios (con disnea, cianosis y disminución de la tensión arterial)

2. Signos y síntomas de la intoxicación por compuestos organo-clorados:

Sistema nervioso Central:

- Cefalea
- Somnolencia
- Desorientación
- Aprehensión
- Excitabilidad
- Debilidad Muscular

C. MANIFESTACIONES DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

1. Vértigo
2. Ansiedad y depresión.
3. Labilidad emocional.
4. Inquietud
5. Insomnio.
6. Somnolencia
7. Alucinaciones
8. Cefalea
9. Tremor
10. Apatía
11. Dificultad en la concentración.
12. Confusión.
13. Debilidad Generalizada
14. Coma con ausencia de reflejos
15. Respiración Cheyne-stokes
16. Convulsiones
17. Depresión de los centros Cardio-respiratorios(con disnea, cianosis y disminución de la tensión arterial).

2. Signos y síntomas de la intoxicación por compuestos organo-clorados:

Sistema Nervioso Central:	Cefalea Somnolencia Desorientación. Aprehensión. Excitabilidad Debilidad Muscular Temblores Convulsiones tonicoclónicas.
Sistema respiratorio:	Cianosis Disnea Depresión respiratoria

Sistema hepato-renal:	Alteraciones hepáticas y renales que suelen conducir a una insuficiencia hepática y renal.
3. Bipiridílicos:	
Lesiones dermatológicas:	Dermatitis irritativa Descoloración. Quemaduras químicas de II Grado.
Ojos	Queratitis y conjuntivitis
Gastro-intestinal:	Náuseas Vómitos diarrea Dolor abdominal
Aparato renal:	Albuminuria Hematuria Pliuria Oliguria
Aparato respiratorio	Tos Disnea Taquipnea Edema pulmonar
4. Compuestos arsenicales:	Vómito Shock hipovolémico Insuficiencia renal aguda. Diarrea Anorexis Pérdida de peso Debilidad Cefalea Ataxia Neuritis Alopecia Dermatitis

5. Compuestos mercuriales:	Parestesias Trastornos de la visión, audición del suelo Alucinaciones Delirio Salivación Estomatitis Vértigos Colitis hemorrágica, diarrea sanguínea. Lesión renal con anuria, uremia.
6. Ditiocarbamato.	Irritación o alergia de piel y vías respiratorias altas. Mareos, cefaleas, somnolencia.

Medidas Generales de Prevención y Control de los Efectos Tóxicos Plaguicidas.

1. Educación sanitaria sobre los riesgos inherentes a su aplicación, almacenamiento, transporte y manipulación, dirigida a trabajadores, empresarios, personal médico, paramédico, agrónomos, etc.

2. Exámenes médicos de pre-empleo y periódicos, a los trabajadores expuestos a plaguicidas (almacenamiento, transporte, manipulación y aplicación.)

3. Control periódico de actividad enzimática, metabolitos en sangre y/o orina.

4. Medidas de higiene general: no fumar, no beber, no comer, durante el manejo de productos.

5. Realizar ducha con agua y jabón por 10 minutos, al terminar la jornada de trabajo o contaminación masiva.

6. Rotación alterna en el manejo de los productos (3 días de labores por 3 días alejados de la fuente de exposición.)

7. Reducir el horario de trabajo a 4 horas diarias.

8. Los centros de almacenamiento de estos productos deberán estar situados a 200 metros(como mínimo) de poblados, centro de trabajo, escuelas, etc.

9. No almacenar estos productos en conjunto, sino de acuerdo al grupo a que pertenece o separarlos uno de los otros.

10. No almacenar o transportar tales productos junto a alimentos y personas.

11. Modificar métodos de trabajo, en el sentido de que el punto de aplicación de los productos, esté lo más lejos posible del hombre.

VII. Persistencia de manifestaciones secundarias a intoxicaciones de plaguicidas organo-fosforados, clorados y otros plaguicidas.

La muerte por intoxicación sobre-aguda con productos organo-fosforados suele ocurrir en las primeras 24 horas de aparición de la sintomatología en casos no tratados adecuadamente, y en 10 días en casos aún tratados acertadamente. Si en vez la intoxicación sobre-aguda, no ha sido fatal y si la severa anoxia no ha causado daño cerebral, generalmente existe una regresión completa de los síntomas en 15-25 días de iniciado el cuadro sintomático. Sin embargo, en ocasiones puede haber persistencia de los efectos que son referidos principalmente en relación al sistema nervioso central y periférico.

1. Efectos sobre el sistema nervioso central.

   Según Holmess y Grobb, en las intoxicaciones por productos órgano-fosforados aparecen alteraciones electroencefálicas, que pueden persistir por períodos prolongados aún después de superada la etapa aguda. Según los mismos autores, otros pacientes manifiestan irritabilidad, nerviosismo, fatiga y deterioro en períodos de semanas y/o meses
   Según Gerahan, de 16 pacientes que tuvieron exposición prolongada a compuestos órgano-fosforados, 8 presentaron deterioro en la memoria, 7 reacciones depresivas, 6 deterioro en la concentración, 5 reacciones equizoidea y 4 inestabilidad. Tales efectos psiquiátricos se consideran de regresión en la mayor parte de personas con intoxicación sobre-aguda.

2. Neuropatías periféricas debidas a la neuro-toxicidad de productos orgánico-fosforados, han sido descritos por la literatura mundial. El caso típico de neuropatía periférica persistente por intoxicación por dichos productos, es la que se presentó en los Estados Unidos en 1930-31, cuando se adulteraron con triorto-cresilfosfato; lo cual ocasionó cer

ca de 16,000 casos de neuropatías (gingercjaka paralysis).

Hay casos descritos por exposición a Mipafox , Paratión y Malatión en los cuales ha sido frecuente la asociación de manejo de dichos productos y neuropatías periféricas.

3. Alteraciones hematológicas:

Tales alteraciones han sido descritas en pacientes que han presentado intoxicación por Paratión e incluyen hipercoagulabilidad, disminución del tiempo de protombina y decremento del factor VII.

Frada y Salomones han desarrollado la hipótesis de que los compuestos órgano-fosforados poseen un efecto mielotóxico con prevalencia de la inhibición de las actividades evolutivas más que formativas.
Wentrobe afirma que el paratión y el malatión, pueden producir pancitopenia con hipoplasia de médula ósea.

4. Efectos en la función hepática.

Tales efectos son mínimos en lo que se refiere a los órgano-fosforados. Sin embargo, en etapa aguda se describen alteraciones en la transaminasa glutámico-oxalacética y deshidrogenasa láctica. Los compuestos organo-clorados, tienen un efecto en la función hepática que se caracteriza por un cuadro compatible con cirrosis hepática.

5. Efectos Mutagénicos y Teratogénicos:

En estudios realizados en ratas intoxicadas con Paratión, Metil-paratión, Malatión, Diazinón y Diclorvos se observó muerte fetal, retardo en el desarrollo fetal, muerte postnatal y malformaciones congénitas. En el hombre hay un caso reportado de muerte fetal con malformaciones en los miembros, en los cuales la madre había presentado intoxicación por órgano-fósforados. Además hay un caso reportado de degeneración de ovarios en una mujer que falleció a consecuencia de intoxicación por productos órgano-fosforados.

En ratas se ha observado que los compuestos ditiocarbamatos (Maneb, Zineb) pueden producir malformaciones congénitas probablemente a través del mecanismo de transferencia de zinc, ya sea en la madre o ya sea en el feto.

Deberá considerarse plaguicidas con propiedades mutagénicas y teratogénicas los que están descritos en el título 40 CFR, parte 162, EPA.

6. Efecto carcinogénico.

Según la IARC el arsénico es un producto asociado con las génesis de cáncer (piel, pulmones e hígado) en seres humanos.
El Clordano, Heptaclor, Dieldrín, Plomo y sus compuestos, se insertan en el grupo de agentes químicos con posibilidades de coadyuvar en la génesis de cáncer en el hombre.
Según OSHA, los agentes químicos con estudios epidemiológicos y/o en animales que sugieren carcinogénesis potencial se encuentran:

Arsénicos, Plomo, Aldrín, Mirex, Dieldrín, Heptacloro, Áramites.

Los ditiocarbamatos han sido relacionados con el cáncer de tiroides, probablemente por la acción de tiourea (metabolito de estos compuestos) o por un desenlace hormonal. Por lo que se refiere a los compuestos organofosforados, sus propiedades alquilantes sugieren su potencial carcinogénico.

7. Esterilidad:

Se ha observado que la mayor parte de los plaguicidas, pueden producir esterilidad en personas expuestas con predominio de los compuestos órgano-clorados, órgano-fosforados, carbamatos y bipiridílicos. En efecto en sustancias como Fumazone (DBCP), Kepone, Sevin, Gramoxone, Paratión, Malatión, se ha logrado demostrar la relación, causa y efecto entre estos productos y la infertilidad. Se considera que el daño en las gónadas resulta de la acción directa de los agroquímicos sobre las células germinales,afectando la secresión de la próstata, de las vesículas seminales e inhibiendo los mecanismos hormonales de control sobre las gónadas.

CONCLUSION:

De esta breve exposición de los aspectos clínicos y patológicos de los plaguicidas, se desprende que la acción tóxica de los mismos, guarda estrecha relación con la concentración, con el tiempo de exposición y con los mecanismos de protección del trabajador o del individuo expuesto. Sus efectos son claramente nocivos para el hombre, para su familia y para sus hijos; esta situación nos debe impulsar a establecer los mecanismos legales, de control biológico, ambientales que nos permitan utilizarlos con un amplio margen de seguridad. No obstante deberán buscarse otros mecanismos de control de plagas, tales como los controles físi-

cos,biológicos que producen menos daños en la ecología humana.

ANEXO 1

Plaguicidas suspendidos y descontinuados por las Agencias Americanas de Protección Ambiental (EPA) en 1979.

1. Aldrín
2. Trióxido de Arsénico
3. Arseniato de Cobre
4. Lindano
5. Bithionol
6. Cloranol
7. Clordano
8. Clorobencilato
9. DBCP
10. DDD
11. 2,4D
12. Dieldrín
13. Endrín
14. Heptaclor
15. Fluoracetamida
16. Kepone
17. Mirex
18. Metaldehidos
19. OMPA
20. 10,10, Oxibisfino Arsénico
21. Arseniato Sódico
22. Cianuros Sódicos
23. Paratión
24. PCB's
25. Terfenilos
26. Amonio Cuaternarios.
27. Silvex
28. Fluoruro Sódico
29. Fluoracetatos sódicos
30. Hipoclorito Sódico
31. 2,4,5-T.
32. Sulfato de TAlio
33. Toxafeno
34. Estricnina
35. Estrobane.

LITERATURA CONSULTADA

1. AMERICAN J. EPIDEMIOL. 1978. Epidemic Kepone Poisoning in Chemical Workers, 107 (6), 529-537. USA.

2. DIXON, R.L. 1980. Toxic Responses of the Reproductive System. Pp332-354 en Macmillan Publ. Co (Eds.). Toxicology the Basic Science of Poisons cap. 15.USA

3. GRANT, W.F. 1973. Cytological effects of Environmental Mutagens Pesticides. Mutat. Res. 21(4), 221-222. USA.

4. HAMILTON AND HANDY (Eds.). 1974. Industrial Toxicology. Publishes Group Screng.USA.

5. HAMMOND, B. 1978. Representation Toxicology of Mirex and Kepone. Fed. Am.Soc. Exp. Biol. 37(3), 501. USA

6. HAYES, W. 1982. Pesticides Studied in Man. Williams and Wilkins (Eds.) pp. 330-362 . USA.

7. HAYES, W. 1975. Toxicology of Pesticides. Williams and Wilkins (Eds).

8. IARC. 1979. Monograph on the evaluation of the Carcinogenic risk of chemicals to humans. Chemicals and Industrial Process Associated with Cancer in Humans. Supplement Nº 1 USA.

9. KAPP, R. W. Evaluation of the Genetic Toxicity of 1,2-dibromo-3-cloropropane in Humans. Diss. Abstr. Int.B

10. KLIMER, O.R. 1968. Plaguicidas. Editorial O.los ton. Barcelona, España.

11. LENZ, C. 1975. Occupational Medicine. Year Book Medical Pub. USA.

12. LOOMIS, T.A. 1969. Essentials of Toxicology Lea Befinger, Philadelphia, USA.

13. MATZU F. 1976. Toxicology of Insecticides. Plenum Press. USA.

14. PLUNKETT, E.R. 1968. Manual de Toxicología Industrial. Ediciones Ormo, Bilbao, España.

15. SCOTT, R. 1978. Reproductive. Hazard Job Save. Health, 6(5), 7-13.

16. SEUGE, J y R. BLUZAT. 1979. Stude de la Toxicity Chronique de Deux Insecticides. Hydrobiología, 66(1), 25-32.

17. SEMEONOVA, F.K. y FOUNIER, E. 1970. Les Pesticides et Home. Masson Editores, España.

18. THIENES, C. y T. HALEY. 1972. Clinical Toxicology. Editorial Lea Fabinger, Philadelphia, USA.

19. WHORTON, D. 1977. Infertility in Male Pesticide Workers. Lancet. Dic. 17.

CERTIFICACION AEROMEDICA

Carlos Enrique Staff, Dr. *

INTRODUCCION:

El Departamento de Medicina Aeronáutica, como dependencia de la Dirección de Seguridad Aérea - Dirección de Aeronáutica Civil, tiene como fin velar por la seguridad de la comunidad contribuyendo a la prevención de accidentes aéreos (asunto de interés público), mediante la vigilancia de la salud de las tripulaciones y personal de vuelo.

Sin embargo, la Medicina "per se" tiene como objetivos científicos, dos aspectos; que con un análisis de la definición de Medicina Aeronáutica nos permite una mejor comprensión.

Medicina Aeronáutica

Es la rama especializada de las ciencias médicas cuyos esfuerzos están encaminados a prevenir o solucionar problemas médico-biológicos relacionados con el vuelo, es decir, aquellos que surgen de la interacción de los seres humanos con el sistema MAQUINA-AMBIENTE, vinculado a las actividades aeronáuticas.

En su sentido más amplio está relacionada con la Medicina Preventiva. Difiere de la Medicina General, en que, ésta trata de restituir la salud perdida a los enfermos.

Por lo tanto, los objetivos científicos de la Medicina Aeronáutica son:

1. Seleccionar seres humanos sanos, para el desempeño de funciones aeronáuticas y mantenerlos en esta situación.

---

* Médico examinador de aviación e investigador de factores humanos en accidentes de aviación, DAC - Panamá.

2. Prevenir el agravamiento de enfermedades pre-existentes como resultado del vuelo.

Como medio para lograr los objetivos expuestos y de acuerdo con las disposiciones médicas aplicables al otorgamiento de licencias establecidas en el Anexo Nº 1 del Convenio de Aviación Civil de la OACI y del reglamento de licencias al personal de nuestra aviación, se han establecido tres clases de evaluación médica que son aplicables a los solicitantes de las diferentes licencias.

Evaluación Médica - Generalidades

Clases de Evaluación Médica

Se institiuirán tres clases de evaluación médica a saber:

a. Evaluación médica de clase 1:

aplicable a los solicitantes y titulares de :
- licencias de piloto comercial-avion y helicóptero.
- licencias de piloto comercial de primera clase - avión.
- licencias de piloto de transporte aéreo-avión y helicóptero
- licencias de navegante
- licencias de mécaníco de a bordo.

b. Evaluación médica de Clase 2:

aplicable a los solicitantes y titulares de :

- licencias de piloto privado-avión y helicóptero.
- licencias de piloto planeador.
- licencias de piloto de globo libre.
- licencias de radioperador de a bordo.

c. Evaluación médica de Clase 3:

- Licencias de controlador de tránsito aéreo.

Para el propósito de la certificación se han establecido una serie de requisitos médicos que aseguran un nivel óptimo de participación humana en la seguridad del vuelo. Por ello se atribuye la mayor importancia a los órganos y sistemas del hombre responsable de los mecanismos de adaptación y también de aquellos otros que puedan dar lugar a una incapacitación súbita o velada, como son: el aparato vestibular, sistema respiratorio, cardiovascular - nervioso y visual.

El solicitante de una evaluación médica para un certificado se someterá a un examen médico basado en los siguientes requisitos:

1. Psicofísico
2. Visuales y de percepción a los colores
3. Auditivos.

Requisito físico, visual, de percepción a los colores, auditivo y de aptitud mental que debe satisfacer el personal técnico aeronáutico para obtención, revalidación y/o recuperación de sus respectivas licencias

Tipo de Licencia:	Requisito Físico	Requisito Visual	Requisito para Percepción de los colores	Requisito Auditivo	Requisito Aptitud mental
1. Piloto Estudiante (ASP Comercial.....	Nº 1	Nº 1	Nº 1	Nº 1	Nº 1
2. Piloto comercial...	Nº 1	Nº 1	Nº 1	Nº 1	Nº 1
3. Piloto Comercial de transporte público restringido.	Nº 1	Nº 1	Nº 1	Nº 1	Nº 1
4. Piloto Comercial de transporte público ilimitado.	Nº 1	Nº 1	Nº 1	Nº 1	Nº 1
5. Piloto agrícola	Nº 1	Nº 1	Nº 1	Nº 1	Nº 1
6. Piloto comercial de helicóptero	Nº 1	Nº 1	Nº 1	Nº 1	Nº 1
7. Piloto comercial de transporte público de helicóptero.....	Nº 1	Nº 1	Nº 1	Nº 1	Nº 1
8. Mecánico de a bordo.....	Nº 2	Nº 2	Nº 1	Nº 1	Nº 1
9. Piloto privado de helicóptero	Nº 2	Nº 2	Nº 1	Nº 1	Nº 1
10. Controlador Auxiliar	Nº 1	Nº 2	Nº 1	Nº 1	Nº 1

Tiempo de Validez del Certificado:

Primera Clase:

Seis meses calendario para ejercer funciones de: Piloto T.L.A. y comercial de la. clase.

Doce meses calendario: para ejercer funciones de: Piloto Comercial de avión o helicóptero, Mecánico de a bordo, Navegante, radio operador de a bordo, Controlador ATC; y Pilotos de Planeador,Globo libre, avión ó helicóptero privado, cuando sean mayores de 40 años.

Veinticuatro meses calendario: para ejercer funciones de: Alumno aeronáutico: y pilotos de planeador, globo libre, avión o helicóptero privado, cuando sean menores de 40 años.

Segunda Clase:

Doce meses calendario: para ejercer funciones de: Piloto comercial de avión ó helicóptero, Mecánico de a bordo, navegante, radio operador de a bordo, controlador ATC; y pilotos de planeador, globo libre, avión ó helicóptero privado, cuando sean mayores de 40 años.

Veinticuatro meses calendario, para ejercer funciones de: Alumno aeronáutico: y pilotos de planeador, globo libre, avión ó helicóptero privado, cuando sean menores de 40 años.

Tercera Clase:

Doce meses calendario, para ejercer funciones de: Pilotos de planeador, globo libre, avión ó helicóptero privado, cuando sean mayores de 40 años.

Veinticuatro meses calendario para ejercer funciones de: Alumno aeronáutico; y pilotos de planeador, globo libre, avión ó helicóptero privado, cuando sean menores de 40 años.

Al observar las disposiciones de la OACI y las del reglamento de Licencias en Panamá, apreciamos que no aparece una licencia aplicable a la profesión de piloto agrícola.

Al analizar la Actividad de Aplicación Aérea de estas sustancias con aviones de ala fija o helicópteros se combinan los factores de riesgo propios de la operación de una aeronave y los factores de riesgo que implica el uso de agroquímicos.

Por lo anteriormente expuesto, sugerimos a la autoridad aeronáutica, que cuando se extienda una habilitación para piloto-Agrícola, se requiera un Certificado Médico - Clase I, y con una vigencia de doce (12) meses calendario para ejercer estas funciones. (Piloto Agrícola).

Además de los exámenes de laboratorio que rutinariamente se solicitan, sería importante determinar la actividad de acetil-colinesterasa en sangre.

Pruebas de funcionamiento hepático, electroencefalograma con una periodicidad menos prolongada.

Precauciones durante la aplicacion:

1. Respecto al uso del plaguicida.

   1.1 Precauciones previas a la aplicación.

2. Precauciones en relación con los elementos a utilizar

3. Precauciones en relación a la aplicación propiamente dicha.

Precauciones posteriores a la aplicación.

1. Tratamiento del equipo utilizado

2. Tratamiento de los envases y sobrantes.

3. Higiene personal.

4. Conocer el botiquín de primeros auxilios.

Equipo - Primeros Auxilios.

El siguiente equipo debe ser guardado, bajo llave, para usar en casos de intoxicación con plaguicidas.

1. 5 jeringuillas de 2 cc, 5 jeringuillas de 1 cc. y 5 jeringuillas de 5 cc, desechables.
2. Alcohol antiséptico.
3. 10 ampollas de Atropina de 1 mg.
4. 50 tabletas de Atropina de 1 mg.
5. 10 ampollas de Fenobarbital de 0.10 mg.

6. 10 ampollas de Cloruro de Protopan
7. Un equipo de oxígeno.
8. 10 ampollas de Vitamina B_1 de 100 mg.

LITERATURA CONSULTADA

1. CENTRO DE INVESTIGACION Y ASISTENCIA TOXICOLOGICA. 1976. Boletín de Plaguicidas; Nº 14, mayo, Argentina.

2. KIRKHAM, W. R. y COL. 1983. Crashworthines; FAA-AM-83-8 april, U.S.A.

3. OACI. 1982. Licencia al personal - Anexo 1, 7a. Edición, Suiza, 2pp.

4. REVISTA AEREA. 1987. 102 (3). 2pp.

5. SCT-DGAG. 1983. Reglamento de Licencia al personal. Apendice 1; Requeridos Médicos, México, 3pp.

6. SMITH, P.W. 1975. Medical Problems in Aerial Aplication. FAA-Department of transportation, June, USA.

MANEJO Y USO ADECUADO DE PLAGUICIDAS

Leonardo LaMoth, M.Sc.*

INTRODUCCION

La producción, distribución, transporte y uso de los plaguicidas en todo el mundo genera residuos de estos agentes tóxicos creando posibles riesgos a la cadena alimentaria.

Organismos de Naciones Unidas, como la Organización para la Alimentación (FAO) y la Organización para la Salud (OMS) han solicitado a los países que realicen esfuerzos encaminados a disminuir la concentración de estos agentes en la cadena de alimentación implementando el uso eficaz y seguro de los plaguicidas.

La producción mundial de alimentos, apenas se mantiene a la par del crecimiento demográfico en este siglo y es muy conocido que el 50% de la población mundial tiene una dieta insuficiente. El control químico en la agricultura moderna constituye una de las medidas esenciales necesarias para obtener la expansión masiva en la producción de alimentos. Los plaguicidas han dado en el pasado, en el presente y darán en el futuro beneficios incalculables a la humanidad, sólo observemos que la agricultura constituye la industria más importante del mundo si consideramos que el 50% de la población de este mundo depende de ella para su sustento.

CALIDAD DEL MEDIO AMBIENTE:

Los alimentos se cultivan, elaboran y consumen en tres estamentos íntimamente relacionados de los recursos naturales; litósfera (suelo), hidrósfera (agua) y atmósfera (aire).

---

* Químico-Toxicólogo, MIDA, Panamá.

Cualquier forma de contaminación de estos recursos y específicamente la descarga de residuos tóxicos de plaguicidas estará afectando la agroecología, es decir la conservación y recuperación de la flora y fauna silvestre, las fuentes hídricas y las actividades recreativas al aire libre entre otras.

Si en el manejo y uso de los plaguicidas aumentamos la capacidad natural de los límites máximos de residuos permisibles, se producirán efectos en todo el ecosistema e incluso en el ser humano.

Los efectos se verificarán una vez se sobredosifica utilizando incorrecta e irracionalmente los productos. Estos efectos disminuyen la calidad de vida del medio ambiente. Por ello, deben realizarse esfuerzos sostenidos y de consenso entre administradores, científicos, consumidores y técnicos de la industria, del comercio y gobiernos en el establecimiento y utilización de normas de conducta idóneas y aceptables que nos permitirán una seguridad alimentaria y una calidad ambiental. Este trabajo hace énfasis en los lineamientos armonizados y unificados que nos permiten disminuir el peligro de las sustancias tóxicas de uso agrícola.

MANEJO ADECUADO DE PLAGUICIDAS:

Con el manejo adecuado de plaguicidas se busca desarrollar el conocimiento y la destreza necesaria que permita la protección del hombre y de su medio ambiente a exposiciones innecesarias o evitables de los agentes químicos tóxicos de manera que el impacto que se cause sea mínimo.

El manejo adecuado involucra conocer las regulaciones legales y los medios disponibles de control integrado de plagas y enfermedades agrícolas.

La identificación de las plagas y enfermedades y el conocimiento de su biología permitirá determinar la mejor época para aplicar la medida de control de manera que resulte la más efectiva, etc.

Algunas de las medidas que debemos y podemos implementar son:

ALMACENAMIENTO

1. El sitio de colocación de los envases debe ser:

a. Seguro, ventilado y que no exista posibilidad de acúmulo de emanaciones tóxicas. Nunca debe ser la casa de habitación.

2. Los envases deben estar bien identificados, deben cumplir con las etiquetas legalizadas (véase Cuadro I), deben ser originales o legalizados, envase que no pueda ser identificado es preferible eliminarlo.

3. Nunca almacenar juntos fertilizantes, alimentos,ropa, materiales domésticos o de diversión, animales,con plaguicidas.

4. Almacenar los plaguicidas aisladamente de acuerdo a su clasificación de acción. Esto evita la contaminación cruzada.

5. Mantener los envases bien cerrados, observándolos periódicamente para verificar si no se encuentran corroidos.

6. Nunca almacene los plaguicidas por más de 12 meses.

7. Limpiar inmediatamente derrames o fugas de materiales.

TRANSPORTE:

1. Nunca transportar los plaguicidas junto a alimentos, animales, vestidos y seres humanos.

2. Verificar que el medio de transporte no causará daño a los envases.

3. Si ocurre en el proceso de transporte un derrame y fuga, limpiarlo inmediatamente.

4. Evite riesgos de incendio o circulación con vientos o lluvias fuertes.

MODELO DE ETIQUETA CATEGORIA I

LEA LA ETIQUETA ANTES DE USAR EL PRODUCTO

Precauciones y Advertencias de Uso

a) Equipo de protección adecuado al manipular el producto durante la operación de preparación de mezclas y carga del equipo de aplicación. (overoles, botas de hule, guantes, antiparras, etc.)

b) Equipo de seguridad de uso y aplicación del producto.

Primeros Auxilios

Medidas a tomar en caso de envenenamiento por vía:

oral
dermal
inhalación

Antídoto y Tratamiento Médico

En caso de intoxicación, lleve al paciente al médico y dele una copia de esta etiqueta.

Medidas para la Protección del Medio Ambiente

Almacenamiento y Manejo del Producto

Aviso de Garantía

Fecha de vencimiento del producto

LOGO DE LA COMPAÑIA
(Fabricante-formulador)

Nombre/Marca Registrada del Producto®
Clase de Plaguicida

COMPOSICION QUIMICA:

Ingrediente Activo:
Ingredientes Inertes:

gramos ingrediente activo/kg
gramos ingrediente activo/L

LEYENDA: CUIDADO / VENENO

Este producto puede ser mortal si se ingiere. Venenoso si se inhala. Puede ocasionar daño a los ojos.

No almacenar en casa de habitación. Mantengase alejado de los niños, animales domésticos y alimentos. Destruya este envase después de usar el producto.

CONTENIDO NETO:

Nombre y dirección del Fabricante-formulador®

Número de Lote:

CONSULTAR: HOJA COPAHIT 124-048

LD_{50} (RATAS)

ORAL		DERMICA	
Sólido	Líq.	Sólido	Líquido

Instrucciones de Uso

Cultivo	Plaga	Dosis	Frecuencia de aplicación	Intervalo aplicación y cosecha
nombre común y científico.	nombre común y científico.	sistema métrico decimal	cuando se aplica	

Compatibilidad y Fitotoxicidad

País | nº de Registro

Distribuidor o Importador

Dirección

BANDA DE COLOR ROJO

Extremadamente tóxico
CATEGORIA I

BANDA DE COLOR ROJO

MODELO DE ETIQUETA CATEGORIA II

LEA LA ETIQUETA ANTES DE USAR EL PRODUCTO

Precauciones y Advertencias de Uso

a) Equipo de protección adecuado al manipular el producto durante la operación de preparación de mezclas y carga del equipo de aplicación. (overoles, botas de hule, guantes, antiparras, etc.)

b) Equipo de seguridad de uso y aplicación del producto.

Primeros Auxilios

Medidas a tomar en caso de envenenamiento por vía:

oral
dermal
inhalación

Antídoto y Tratamiento Médico

En caso de intoxicación, lleve al paciente al médico y dele una copia de esta etiqueta.

Medidas para la Protección del Medio Ambiente

Almacenamiento y Manejo del Producto

Aviso de Garantía

Fecha de vencimiento del producto

LOGO DE LA COMPAÑIA
(Fabricante-formulador)

Nombre/Marca Registrada del Producto®
Clase de Plaguicida

COMPOSICION QUIMICA:

Ingrediente Activo:
Ingredientes Inertes:

gramos ingrediente activo/kg
gramos ingrediente activo/L

LEYENDA: CUIDADO / VENENO

Este producto puede ser mortal si se ingiere. Venenoso si se inhala. Puede ocasionar daño a los ojos.

No almacenar en casa de habitación. Mantengase alejado de los niños, animales domésticos y alimentos. Destruya este envase después de usar el producto.

CONTENIDO NETO:

Nombre y dirección del Fabricante-formulador®

Número de Lote:

CONSULTAR: HOJA COPAHIT 124-048

LD_{50} (RATAS)

ORAL		DERMICA	
Sólido	Líq.	Sólido	Líquido
> 500 a 5000	> 500 a 2000	> 1000 a 2000	> 2000 a 4000

Instrucciones de Uso

Cultivo	Plaga	Dosis	Frecuencia de aplicación	Intervalo aplicación y cosecha
nombre común y científico.	nombre común y científico.	sistema métrico decimal	cuando se aplica	

Compatibilidad y Fitotoxicidad

País | nº de Registro

Distribuidor o Importador

Dirección

Altamente Tóxico
CATEGORIA II

BANDA DE COLOR AMARILLO

MODELO DE ETIQUETA CATEGORIA III

LEA LA ETIQUETA ANTES DE USAR EL PRODUCTO

Precauciones y Advertencias de Uso

a) Equipo de protección adecuado al manipular el producto durante la operación de preparación de mezclas y carga del equipo de aplicación. (overoles, botas de hule, guantes, antiparras, etc.)

b) Equipo de seguridad de uso y aplicación del producto.

Primeros Auxilios

Medidas a tomar en caso de envenenamiento por vía:

oral
dermal
inhalación

Antídoto y Tratamiento Médico

En caso de intoxicación, lleve al paciente al médico y dele una copia de esta etiqueta.

Medidas para la Protección del Medio Ambiente

Almacenamiento y Manejo del Producto

Aviso de Garantía

Fecha de vencimiento del producto

LOGO DE LA COMPAÑIA
(Fabricante-formulador)

Nombre/Marca Registrada del Producto®
Clase de Plaguicida

COMPOSICION QUIMICA:

Ingrediente Activo:
Ingredientes Inertes:

gramos ingrediente activo/kg
gramos ingrediente activo/L

CUIDADO

Este producto puede ser mortal si se ingiere. Venenoso si se inhala. Puede ocasionar daño a los ojos.

No almacenar en casa de habitación. Mantengase alejado de los niños, animales domésticos y alimentos. Destruya este envase después de usar el producto.

CONTENIDO NETO:

Nombre y dirección del Fabricante-formulador®

Número de Lote:

CONSULTAR: HOJA COPAHIT 124-048

LD_{50} (RATAS)

ORAL		DERMICA	
Sólido	Líquido	Sólido	Líquido
> 50 ≤ 500	> 200 ≤ 2000	> 200 ≤ 1000	> 400 ≤ 4000

Instrucciones de Uso

Cultivo	Plaga	Dosis	Frecuencia de aplicación	Intervalo aplicación y cosecha
nombre común y científico.	nombre común y científico.	sistema métrico decimal	cuando se aplica	

Compatibilidad y Fitotoxicidad

País | nº de Registro

Distribuidor o Importador

Dirección

MODELO DE ETIQUETA CATEGORIA IV

LEA LA ETIQUETA ANTES DE USAR EL PRODUCTO

Precauciones y Advertencias de Uso

a) Equipo de protección adecuado al manipular el producto durante la operación de preparación de mezclas y carga del equipo de aplicación. (overoles, botas de hule, guantes, antiparras, etc.)

b) Equipo de seguridad de uso y aplicación del producto.

Primeros Auxilios

Medidas a tomar en caso de envenenamiento por vía:

oral
dermal
inhalación

Antídoto y Tratamiento Médico

En caso de intoxicación, lleve al paciente al médico y dele una copia de esta etiqueta.

Medidas para la Protección del Medio Ambiente

Almacenamiento y Manejo del Producto

Aviso de Garantía

Fecha de vencimiento del producto

LOGO DE LA COMPAÑIA
(Fabricante-formulador)

Nombre/Marca Registrada del Producto®
Clase de Plaguicida

COMPOSICION QUIMICA:

Ingrediente Activo:
Ingredientes Inertes:

gramos ingrediente activo/kg
gramos ingrediente activo/L

PRECAUCION

Este producto puede ser mortal si se ingiere. Venenoso si se inhala. Puede ocasionar daño a los ojos.

No almacenar en casa de habitación. Mantengase alejado de los niños, animales domésticos y alimentos. Destruya este envase después de usar el producto.

CONTENIDO NETO:

Nombre y dirección del Fabricante-formulador®

Número de Lote:

CONSULTAR: HOJA COPAHIT 124-048

LD_{50} (RATAS)

ORAL		DERMICA	
Sólido	Líquido	Sólido	Líquido
> 500	> 2000	> 1000	> 4000

Instrucciones de Uso

Cultivo	Plaga	Dosis	Frecuencia de aplicación	Intervalo aplicación y cosecha
nombre común y científico.	nombre común y científico.	sistema métrico decimal	cuando se aplica	

Compatibilidad y Fitotoxicidad

País | nº de Registro

Distribuidor o Importador

Dirección

REGULACION:

1. Utilizar productos debidamente legalizados (de acuerdo al Decreto Nº 384 del 11 de diciembre de 1967).

2. Cumplir las normas sobre autorización y permisos para aplicación de plaguicidas.

   2.1 Avisar previamente a los propietarios de tierras con cultivos susceptibles (en especial a los apicultores para que cierren sus colmenas y a fruticultores cuando se aplicará herbicida); a residentes de poblados para que estén prevenidos.

   2.2 Niños menores de 15 años no deben participar en ninguna actividad de aplicación de plaguicidas.

3. No neutralizar los recipientes vacíos en ningún caso.

4. Notificar a las autoridades todo tipo de accidentes en caso de plaguicidas.

5. No utilizar productos vencidos.

MEZCLADO

1. Leer con sumo detalle la información que suministra la etiqueta.

2. Verificar al preparar, los volumenes, la dilución recomendada y la agitación que le permita una estabilidad (la formación de precipitados o la separación de fases le indica una mezcla no apropiada).

3. Nunca adicione más de 3 productos comerciales, las bombas o cocteles, crean resistencia y en la mayoría de los casos existe pérdida de dinero por resultados no satisfactorios.

4. Siempre realice una premezcla,

   1. se adiciona el agua
   2. se adicionan los polvos mojables (PM) o solubles (PS)
   3. se adicionan los líquidos.

      3.1 1º las suspensiones acuosas.
      2º las soluciones
      3º las emulsiones (necesitan tensoactivos)
      4º los aceites (necesitan tensoactivos).

4. Recordar las causas de incompatibilidades, se manifiestan por:

   a. FISICA: cambio de viscosidad, formación de espuma, de separación de fases, adutivación,

   b. QUIMICA: degradación, condensación y

   c. FITOTOXICOS: formación de sinergéticos.
   Los resultados de la incompatibilidades son los siguientes:

   - efecto deficiente.
   - pérdida de tiempo
   - pérdida de dinero
   - contaminación.

5. Lleve un registro por cultivo, zona y temporada del comportamiento de sus mezclas.

ELIMINACION DE ENVASES Y TOXICOS REMANENTES

Los métodos de eliminación buscan lograr la destoxicación completa del agente químico sin que se ocasionen efectos o riesgos de exposición para la cadena alimentaria, el medio ambiente y el ser humano.

1. El método no debe rebajar o empeorar la calidad del agua, del aire o aumentar o superar los límites máximos de residuos permitidos. Los métodos conocidos son los siguientes:

   a. FISICOS: fotodegradación, contención, incineración, fijación y sorción,

   b. BIOLOGICOS: uso de la acción de microorganismos o de sus productos, formación de compostes, uso de preparaciones enzimáticas.

   c. QUIMICOS: uso de reactivos que ocasionen degradación del tipo oxidativa, hidrolítica o reductiva de los ingredientes activos.

2. La eliminación en terrenos cercanos al cultivo debe considerar lo siguiente:

   a. se reserva un terreno que posea diques de defensa, canales de drenaje y sumidero de evacuación; debe estar sobre el nivel freático,

b. se colocan preferiblemente los plaguicidas diluídos utilizando bomba de mochila o tractor.

c. aplicar arado de discos.

d. este terreno es exclusivo para superficie de eliminación, nunca se utilizará para cultivos en ningún caso.

2.2 FOSOS

a. Deben estar alejados de fuentes de agua,de viviendas, de cultivos, de animales,

b. que presenten poca posibidad de erosión,

c. que no estén sobre acuíferos a cursos de aguas subterráneas

d. las aguas deben penetrar al suelo con filtración hasta 3 m como mínimo pero que no lo inunden.

e. debe estar en sitio alto del terreno en donde pueda recibir un buen calor solar.

f. debe mantenerse la demanda biológica de oxígeno (no deberá existir presencia de charcos con mal olor) para ello se incorpora periódicamente estiércol, restos vegetales o fertilizantes nitrogenados, en suelos ácidos la incorporación de cal puede favorecer la acción microbiana.

g. la profundidad debe estar en función de un período mínimo de 10 años de uso.

h. agregue los remanentes de tóxicos preferiblemente en forma diluída.

i. el contenido de los envases deben vaciarse en el tanque de mezcla, luego se les quita la tapa, se enjuagan, se perforan o rompen según el material y aplastan antes de agregarlo al foso,

j. si se queman o incineran los envases, tomar precaución en los casos que la etiqueta advierta que no procede y al hacerlo, evitar que el viento arrastre el humo contaminado hacia los hogares, personas, cultivos vecinos, animales o en todo caso consultar a las autoridades locales.

USO O APLICACION ADECUADA

Con el uso o aplicación adecuada se busca emplear efectivamente el ingrediente activo con el mínimo peligro de contaminación. Enumeremos ciertas medidas que debemos, responsablemente, adoptar.

1. Comprar solo la cantidad necesaria para el cultivo.

2. Antes de eliminar un remanente, encuentre otro agricultor que pueda utilizar el material.

3. Leer la etiqueta y seguir las recomendaciones del formulador o fabricante del producto comercial y poner en práctica lo impreso.

   3.1 No utilizar productos que no tengan aprobación para la aplicación aérea y en casos de p.c. volátil, no aplicar a altas temperaturas y a bajo % de h.r.

   3.2 Suministrar la ropa mínima que permita protección al trabajador manual.

4. Aplicar los fungicidas en épocas tempranas del cultivo de acuerdo al historial de campo e incidencia de enfermedades, son recomendables para aplicación aérea mezclas de 60-300 l/ha. con un tamaño de gota del orden de 300-500 um. Los PM a los PH requieren de un mayor volumen de agua para evitar sedimentación.

5. Aplicar los insecticidas de acuerdo al historial de campo y el registro de la situación fitosanitaria de los insectos asociados;en el caso de aplicación aérea de plaguicidas se recomiendan mezclas de 28-40 l/ha; en cultivos de bastante area foliar, las aplicaciones cubren rango de 56-80 l/ha.

6. Aplicar los herbicidas considerando el tipo de avión que se posea ya que el diseño de estos afectan la cobertura del ancho de pasada, por ejemplo Pawnee a 14 m, ag-Wagon a 16 m y Cessna Ag-Truck a 18 m. Para evitar la deriva de los herbicidas sistémicos estos deben aplicarse con gotas superiores a los 1,000 um (1mm de Ø).

7. El piloto no debe en ningún caso realizar o recomendar mezclas, esta es responsabilidad del regente o profesional idóneo.

8. Deben evitarse aplicaciones aéreas durante condiciones meteorológicas adversas y en alturas que permitan posibilidad de derivas. Aplicar en días calmados.

9. El piloto y/o la empresa de servicio de aplicación aérea agrícola debe mantener registro geográfico y topográfico de las áreas servidas, conociendo en ellas los obstáculos materiales, las zonas rojas y utilizar en lo posible guías electrónicas para que la aeronave realice vuelos a través de anchos de pasadas previstos.

10. Utilizar equipos en buenas condiciones de operación y luego de trabajar, limpiarlo exhaustivamente. Eliminar todas las aguas de lavados en los fosos de destoxicación.

11. Aplicar dosis recomendadas, evitar daños a insectos benéficos y polinizadores.

12. Observar los períodos de carencias y de reingreso al área tratada.

13. Si existen síntomas de intoxicación. (véase Cuadro II) suspender la actividad y buscar atención médica, lleve consigo la etiqueta del producto utilizado. Realícese cada 6 meses un examen de control.

14. No trabajar solo al aplicar productos comerciales categoría I. Extremadamente tóxico. Color Rojo.

Finalmente presentamos un resumen (Cuadro III) de lo que se espera cuando se realiza un control adecuado vs. un control inadecuado.

CUADRO II. SINTOMAS DE INTOXICACION POR PLAGUICIDAS

A. INTOXICACION LEVE

- Fatiga
- Dolor de cabeza
- Mareo
- Visión Borrosa
- Exceso de sudor y saliva
- Náusea y vómito
- Dolores en el estómago o diarrea

B. INTOXICACION MODERADA

- Dificultad en caminar
- Debilidad
- Molestia en el pecho
- Estirón de músculos
- Constricción de pupilas
- Empeorar los síntomas anteriores.

C. INTOXICACION GRAVE:

- Inconciencia
- Constricción severa de pupilas
- Estirón de músculos
- Secreciones de la boca y nariz
- Dificultad al respirar
- Muerte, si no es tratada a tiempo.

CUADRO III. CONTROL ADECUADO VS. INADECUADO

	CONTROL ADECUADO	CONTROL INADECUADO
1.	Mezcla uniforme	Mezcla incompatible o incorrecta
2.	Ajuste de flujos y/o presión antes del vuelo.	Ajuste de flujos y/o presión durante el vuelo.
3.	Flujo aceptable y equipo bajo mantenimiento sistemático	Flujo errático por uso de equipo defectuoso u obstruído/sin mantenimiento.
4.	Temperatura estable del equipo de aplicación.	Fluctuación de temperatura. Fluctuación de caudal emitido.
5.	Correcta calibración	No uniformidad en tamaño de gotas
6.	Condiciones meteorológicas estables	Aplicación con vientos, turbulencia, tormenta, inversión de temperatura.
7.	Aplicación en áreas fijadas	No usar señaladores de áreas.
8.	Uso de dosis correcta.	Sub ó sobre dosificación-resistencia de las plagas o daños al cultivo.
9.	Tratamiento correcto para problema determinado.	Tratamiento preventivo y sin registro de situación fitosanitaria.
10.	Cobertura satisfactoria (P.C. de contacto)	Gotas inadecuadas-Cobertura insatisfactoria.
11.	Cobertura adecuada, sin daño al cultivo	Daño al cultivo, uso de aditivos no apropiados.
12.	Aplicación en horas de 5:00-10:00 a.m. y 5:00 - 6:30 p.m.	Aplicación en horas de 11:00 - 3:-- p.m. Baja deposición.
13.	Aeródromos organizados-operaciones aceptables.	Aeródromos desorganizados-operaciones insatisfactorias.
14.	Carga útil según condición de la pista.	Carga útil sin considerar condición de la pista.
15.	Limpieza cuidadosa de los sistemas	Contaminación-no limpieza de los sistemas.

LITERATURA CONSULTADA

1. DOLL, JERRY. 1981. Recomendaciones Básicas Sobre el Manejo de Agroquímicos. CIAT. Colombia.

2. FAO. 1985. Directrices para el envasado y el Almacenamiento de Plaguicidas. Italia.

3. FAO. 1985. Directrices para el Etiquetado Correcto de los plaguicidas. Italia

4. FAO. 1985. Directrices para el Registro y Control de los plaguicidas. Italia.

5. FAO. 1985. Directrices para la Eliminación de Residuos de Plaguicidas y de Envases de Plaguicidas en las Explotaciones Agrícolas. Italia.

6. FAO. 1986. Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas. Italia.

7. RAHMAN KHANE, ABD-EL (Ed.) 1983. Formulation of Pesticide in Developing Countries. UN. USA.

PRINCIPIOS BASICOS PARA APLICACIONES AEREAS *

John Tobutt, Ing.**

INTRODUCCION

En esta sección se discutirá:

1. Por qué se utiliza una aeronave en la aplicación de plaguicidas.
2. Qué se necesita conocer para realizar una correcta aplicación, y
3. Qué relación existe entre el tamaño de las gotas aplicadas y su volumen.

1. LA AERONAVE:

El uso de una aeronave en la aplicación aérea de plaguicidas tiene dos ventajas importantes sobre la aplicación basada en equipos terrestres:

1.1 Se pueden realizar trabajos en tierras donde el equipo terrestre resulta impráctico por su poca accesibilidad, ejemplos:

1.1.1 Areas donde el equipo terrestre causará excesivo daño.

Ejm. Aplicaciones extemporáneas en arroz

1.1.2 Areas donde el plaguicida debe recubrir la parte superior del cultivo, ejemplos lo constituyen los cultivos de banano y palmas de dátiles.

---

* Traducción al Español del original en Inglés por el M.Sc. Leonardo LaMoth.

** Ing. Agrícola, Grupo de Aplicación de Productos, ICI Agrochemicals, Inglaterra.

1.2 La aeronave puede cubrir áreas que necesitan aplicación muy rápidamente. Esto es particularmente importante en extensas zonas que necesitan ser tratadas frecuentemente o en cortos períodos de tiempo para lograr el efecto biológico deseado.

Para que sea económica la aplicación, los campos deben ser extensos y libres de obstrucciones, en Inglaterra, los campos tienden a ser pequeños y poseen muchas obstrucciones, como son árboles y alambres que hacen que la aplicación aérea sea impráctica.

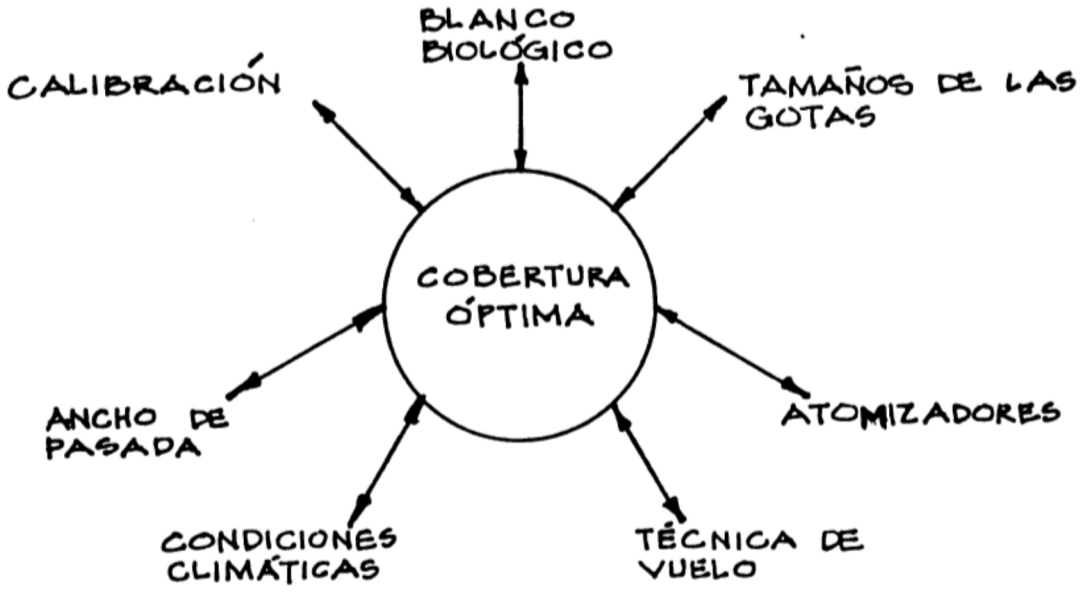
2. QUE SE NECESITA PARA REALIZARLA?

La aplicación de agroquímicos es una ayuda en el control agrícola integrado. El plaguicida se aplica para lograr un efecto biológico particular. Este método ayuda a controlar los efectos de las plagas, enfermedades y las malezas sobre el cultivo.

Para lograr dicho control es necesario obtener un buen recubrimiento en el sitio correcto.

Un recubrimiento óptimo se obtiene como resultado de muchos factores interrelacionados entre sí y algunas veces conflictivos. En la Figura 1, ilustramos dicha relación de factores y sobre cada uno de ellos discutiremos con más detalles durante el desarrollo del curso.

FIGURA 1 FACTORES INTERACTUANTES EN LA APLICACION AEREA DE PLAGUICIDAS



2.1 El blanco biológico:

Este constituye el biótico que se requiere controlar y que pueden ser insectos, enfermedades (microorganismos) o malezas. Algunos ejemplos de plagas insectiles son las siguientes:

2.1.1 Voladores como los mosquitos y moscas; encontradas en el trabajo de salud pública. Para su control se requieren gotas muy finas de plaguicida que queden suspendidas en la atmósfera por cierto tiempo.

2.1.2 En los cultivos, se utilizan insecticidas que son plaguicidas específicos para el control de insectos como son por ejemplo: los áfidos o los barrenadores (Heliotis spp) encontrados en algodón.

Es importante conocer dónde se encuentra la plaga dentro del cultivo para la aplicación y se logre el óptimo control. En el caso de algunas plagas, como la mosquita blanca que ataca al algodón, esta se ubica en el envés de las hojas; el control efectivo puede ser muy difícil, ya que el recubrimiento de la aplicación del insecticida no será efectivo sobre este blanco biológico. Un razonamiento similar es válido para el caso de las enfermedades. Sin embargo, a diferencia de los insectos que se movilizan alrededor y pueden en un momento ingerir una dosis letal del insecticida, en el caso de los fungicidas estos deben ser aplicados con una mayor exactitud para el control de los microorganismos. En el caso de los herbicidas, es necesario conocer donde está ubicada la maleza, el tipo de hojas que posee para determinar si se requiere aplicar un herbicida de contacto o de translocación. En estos casos se requieren de gotas más pequeñas para lograr una mejor cobertura sobre malezas de hoja angosta comparadas con las necesarias para malezas de hoja ancha. Este concepto es útil cuando se aplican herbicidas selectivos como el Fusilade (graminicida) sobre un cultivo de hoja ancha.

3. EL PRODUCTO COMERCIAL

Entender y conocer el producto comercial, es esencial para obtener buenos resultados. Los productos comerciales se clasifican en tres grandes categorías, a saber: insecticidas, fungicidas y herbicidas. El modo como actúan, es principalmente de "contacto", como es el caso de los insecticidas piretroides "AMBUSH" y "CYMBUSH". Otros insecticidas como el compuesto organo fosforado "PARATHION", posee una fuerte acción fungicida.

Para los compuestos que actúan por contacto es importante que el recubrimiento sobre el cultivo sea uniforme, y por lo tanto se precisa que se aplique en gotas finísimas para que su actividad sea satisfactoria, a diferencia del caso de los herbicidas que poseen actividad residual en los suelos, con los cuales se pueden utilizar gotas con diámetros mayores, con ello se obtienen recubrimientos aceptables con resultados satisfactorios.

Un herbicida cuya acción de control es de contacto, es un claro ejemplo del cuidado que hay que tener al escogerse entre una aspersión fina para obtener un buen efecto y una aspersión gruesa para disminuir el acarreo o deriva que perjudique otras plantas cultivables contiguas.

Otro aspecto a considerar en el modo de acción de un agroquímico, es si este se aplica como tratamiento de caracter protectivo o curativo.

La formulación del producto comercial tiene una influencia importante en recubrimiento que se quiera lograr con la aplicación. Los productos formulados a base de agua son generalmente más susceptibles a la evaporación y a la deriva que los productos con base aceitosa.

Las formulaciones con base aceitosa son generalmente usadas para aspersiones del tipo ultra bajo volumen (UBV o BUB). Estos se aplican utilizando gotas muy finas en dosis de 5 l/ha. Estas formulaciones tienen uso como insecticidas o fungicidas aceptándose un porcentaje de deriva. Para el caso de herbicidas la técnica de UBV en aplicaciones aéreas no es recomendable, excepto para circunstancias muy especiales.

Para el logro de una aplicación exitosa, es importante conocer el producto comercial, su modo de acción y eficacia esperada para que los resultados sean satisfactorios.

EL EQUIPO DE ATOMIZACION:

Este equipo determina el rango y tamaño de las gotas producidas. Puede dividirse en dos tipos:

a. boquillas hidráulicas y,
b. atomizadores rotatorios.

El número de gotas de diferentes tamaños tendrá gran influencia en el recubrimiento que la aspersión aplicada quiera lograr.

CALIBRACION:

Para el logro de un recubrimiento adecuado, la calibración juega un papel muy importante. No solamente es necesario asegurar que la dosis y el volumen que se aplica es el correcto para una área dada, también es importante lograr una distribución uniforme. Cualquiera podrá apreciar que, al colocar el volumen y la cantidad de agente químico correcto en el tanque de la aeronave para un campo agrícola específico y luego observar que se vacía la totalidad del tanque en la mitad de dicho campo, no constituye en definitiva una técnica satisfactoria de aspersión.

En este caso se habrá satisfecho el objetivo de aplicar un volumen y dosis correcta pero se habrá descuidado el área de distribución o cobertura del producto.

ANCHO DE PASADA.

Nuestra experiencia nos indica que en muchas ocasiones la sobre estimación del ancho de pasada por una aeronave ha llevado a una baja cobertura, con las consecuencias de pobres resultados; los factores más importantes que influyen en este parámetro son los siguientes:

a. El tipo de aeronave
b. La posición y el ángulo de las boquillas y,
c. La altura de vuelo.

CONDICIONES CLIMATOLOGICAS:

Las condiciones del tiempo, en el momento de la aplicación aérea de agroquímicos en la aspersión influirán en el número y porción en que se depositarán las gotas.

El factor que más influye sobre la deriva, es el viento; y este factor está ligado al tamaño de las gotas. Gotas finas, particularmente, menores a 100 um, sufrirán mayor deriva que aquellas de mayor diámetro.

Generalmente, vientos calmados (brisa) de 3 a 5 kilómetros por hora (kph) son aceptables para lograr un recubrimiento cuando se aplican herbicidas. Vientos con velocidades máximas de 15 kph son deseables para mantener la deriva entre valores aceptables.

La aspersión realizada bajo condiciones de inversión de temperatura puede resultar en deriva sobre varios kilómetros. Generalmente existe poco movimiento de aire asociado a estas condiciones.

Con respecto a la evaporación que sufren aspersiones de productos de base acuosa, es particularmente importante considerar la temperatura y humedad relativa; para estos casos, una aspersión gruesa debe utilizarse a medida que la temperatura ambiente aumenta y la humedad relativa disminuye con el fin de reducir el problema de la evaporación.

Generalmente, se acepta que las aspersiones no deben aplicarse cuando existe una diferencia de 8ºC entre las mediciones del "bulbo seco" vs. "bulbo húmedo" del termómetro. Idealmente es preferible no aplicar cuando la temperatura ambiente alcanza los 32ºC y la humedad relativa sea de 75%; es posible continuar hasta 36ºC y una humedad relativa de 55%, sin embargo, deben esperarse resultados muy pobres.

TECNICAS DE VUELO:

Posiblemente, un factor muy importante en la obtención final de un buen recubrimiento, lo constituye el piloto y la pericia que lo avala en maniobrar la aeronave.

Para las operaciones de aplicación agrícola, las alturas de vuelo oscilan entre 1, 5 a 4 m como valores estandar. Es preferible alturas de vuelos menores para las aplicaciones de herbicidas, para lograr disminuir la deriva al mínimo.

Se utiliza el mínimo, respecto al ancho de pasada y sólo las variaciones en los pases a través de éstos es lo que se debe considerar a estas alturas mínimas de vuelos. El piloto necesita y debe utilizar ayudas de orientación en el campo como son, las marcas visuales fijas o banderas en las posiciones de los anchos de pasadas o bandereros.

En los casos de aplicación de herbicidas, el piloto debe mantener un vuelo constante y con el mínimo de maniobras, o evitar éstas especialmente cuando se utiliza herbicidas, los vuelos deben ser rasantes, previos a la aplicación de la aspersión. Antes de efectuar un giro o alzar el vuelo debe omitirse la descarga. Las colinas o áreas que presenten obstrucciones, deben aplicárseles agroquímicos en forma separada con respecto a las zonas planas. De acuerdo a mi apreciación, lo anterior es una situación ideal, ya que en muchas circunstancias prácticas no es posible cumplirla, sin embargo, este método debe adaptarse en la medida de lo posible.

Existen muchos factores que influyen sobre el recubrimiento de una aspersión; muchos de estos factores pueden ser conflictivos entre sí y es necesario llegar a compromisos entre ellos para la obtención de resultados. En algunos no será posible influir sobre ellos para disminuir sus efectos y éstos deberán considerarse en la apreciación final.

4. LA RELACION ENTRE EL VOLUMEN Y EL TAMAÑO DE LAS GOTAS.

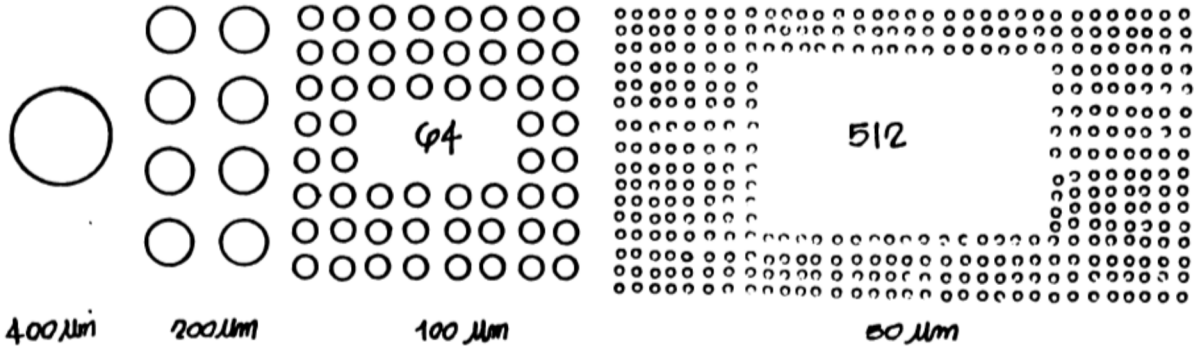
Comúnmente se estima el recubrimiento obtenido con una aspersión, determinando el número de gotas por centímetro cuadrado (gotitas/cm^2) que es aplicada y que llega a un blanco específico. Generalmente se requieren 40 gotitas/cm^2 en el caso de una aplicación de insecticidas y fungicidas; mientras que el valor de 20 gotitas/cm^2 son suficientes para herbicidas de acción sistémica.

La figura 2, ilustra la clasificación de las gotitas de acuerdo a su tamaño. Recordemos que una micra = un micrón = 0,001 y tiene como símbolo, μm

FIGURA 2: CLASIFICACION DEL TAMAÑO DE LAS GOTAS

DIAMETRO DE LAS GOTAS EN MICRONES (µm)	
MENOR QUE 50	AEROSOL
50 - 100	NEBLINA
100 - 150	ROCÍO FINO
150 - 350	ROCÍO MEDIANO
350 - 600	ROCÍO GRUESO

FIGURA 3. RELACION ENTRE EL TAMAÑO DE LAS GOTAS Y SU VOLUMEN



La figura 3, ilustra la relación entre el tamaño y el volumen de las gotas. Obsérvese que una gota de 400 um ocupa el mismo volumen que ocupan 64 gotas de 100 um o 8 gotas de 200 um.

Lo anterior nos demuestra claramente, que para un volumen dado, las gotas más pequeñas darán un recubrimiento mejor que las gotas más grandes en tamaño.

En el caso hipotético de que todas las gotas sean del mismo tamaño, observamos en la figura 4, la cantidad de líquido requerido para obtener un recubrimiento teórico de 40 ó 20 gotas/cm^2.

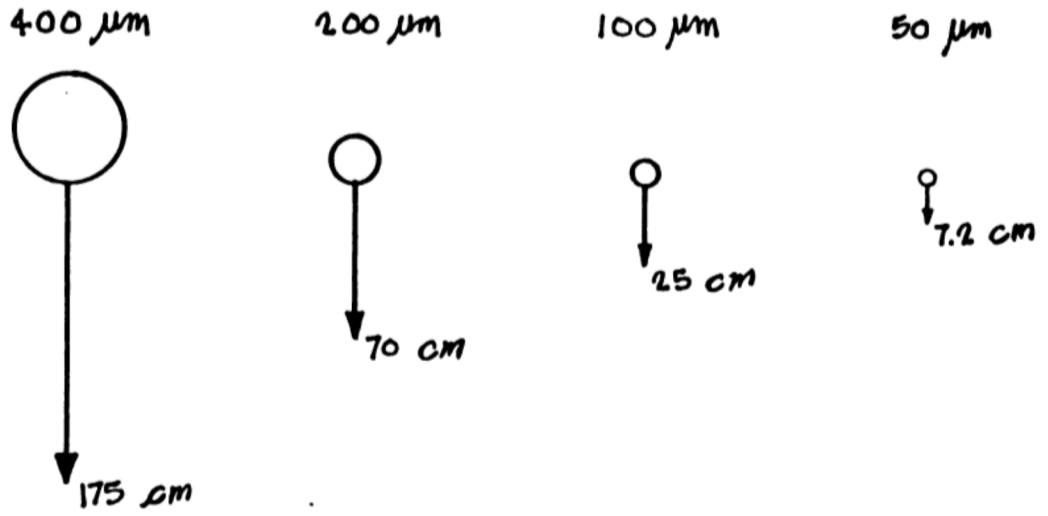
FIGURA 4. TAMAÑO DE LAS GOTAS VS. COBERTURA TEORICA

TAMAÑO DE LAS GOTAS	RECUBRIMIENTO (l/ha)	
MICRONES(µM)	40 GOTAS/cm^2	20 GOTAS/cm^2
400	134,0	67,0
200	16,8	8,4
100	2,1	1,05
50	0,26	0,13

Apreciàmos que las gotas superiores a 200 um darán un recubrimiento insatisfactorio a los volúmenes de trabajo que normalmente utilizan las aeronaves en aplicación aérea de plaguicidas.

La figura 5, ilustra sobre las velocidades de caída libre en el campo gravitacional de las gotas en relación a su tamaño.

FIGURA 5. TAMAÑO DE LAS GOTAS VS. DISTANCIA DESCENDENTE EN 1 SEGUNDO EN ATRACCION GRAVITACIONAL.

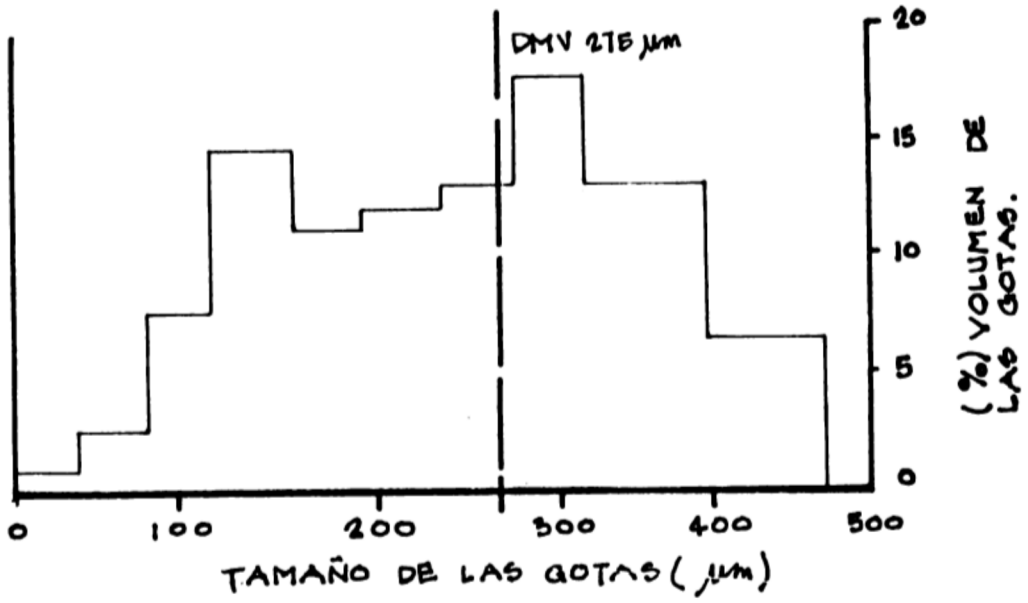


Las gotas más pequeñas poseen velocidad de descenso muy lento, como ejemplo, veamos que una gota de 100 um, liberada a una altura de 2 m sobre el cultivo; tomará 8 segundos para llegar a la parte superior de dicho cultivo. Una gota de 400 um, tomará 1 segundo en cubrir esa distancia. El ejemplo nos indica el potencial de deriva que existe de acuerdo al tamaño de las gotas.

Algunos atomizadores bajo ciertas circunstancias se refieren al tamaño de las gotas de acuerdo al diámetro medio del volumen (DMV). En este tamaño, la mitad de las gotas poseen un volumen menor al DMV y la otra mitad poseen un volumen superior a este valor.

La figura 6, ilustra la distribución de gotas respecto a volumen vs. diámetro. Observemos que 1% de la aspersión del ejemplo, posee un volumen en el rango de 0-40 µm. aproximadamente un 2% en el rango de 40 - 80 µm, aproximadamente un 8% en el rango de 80 - 120 um y así sucesivamente.

FIGURA 6. DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE LAS GOTAS EN RELACION A DIAMETRO-VOLUMEN PARA UN DMV DE 275 µm

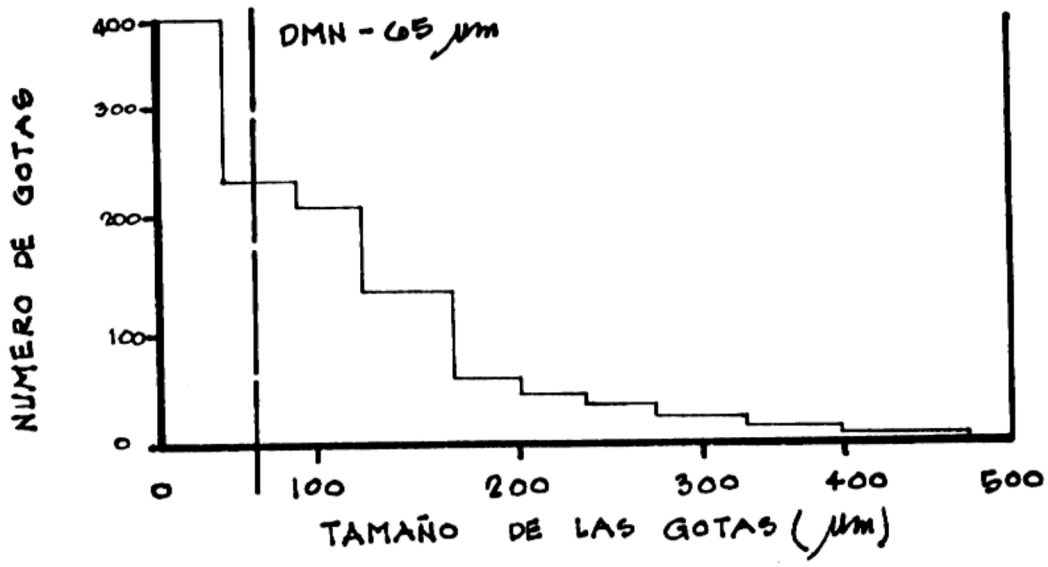


El área bajo la curva (línea de distribución) representa el 100% del volumen de la aspersión. Para encontrar el DMV, es necesario encontrar la posición de la línea vertical que divida la mitad del área bajo la curva hacia la izquierda y a la derecha en forma equidistante. Para el caso que nos ocupa, el DMV, es de 275 µm.

Otro término comúnmente utilizado para describir el tamaño de las gotas es el diámetro medio numérico (DMN). Este es aquel donde la mitad del número de gotas de una aspersión es menor que el diámetro medio y la otra mitad superior a ese valor.

En la figura 7, ilustramos la distribución del tamaño de las gotas en relación al número de gotas para la misma aspersión de la boquilla ilustrada en figura 6.

AFIGURA 7. DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE LAS GOTAS EN RELACION A NUMERO-VOLUMEN PARA UN DMN DE 65 um



En este caso, observamos que el número de gotas en rango de 0-40 um = 400 y en rango de 40-80 um = 200 ; en rango de 80-200 = 200 y así sucesivamente. El área bajo la curva representa el número total de gotas similar que para el DMV: se traza una línea vertical de manera que la mitad del área bajo la curva, representa tanto a la izquierda como a la derecha en distancia equidistante, las gotas menores y mayores respectivamente al valor medio que en el ejemplo es aproximadamente 65 um.

Si comparamos estas dos distribuciones observaremos claramente que el mayor número de gotas ocupando el volumen más pequeño del volumen total se encuentran en el rango de 0-40um

El uso de la distribución de gotas es muy importante y está relacionada con el tipo de boquilla o difusor utilizado.

Desafortunadamente no existe una medición sencilla que nos brinde una indicación verdadera de la distribución de una aspersión. En las boquillas hidráulicas la variación entre el DMV y el DNM es típico. En los atomizadores rotatorios esta diferencia es menor, particularmente cuando se han ajustado para obtener aspersiones finas.

El tamaño y el volumen de las gotas, es una relación compleja que influye sobre el recubrimiento que se quiera obtener en una aspersión.

LITERATURA CONSULTADA

1. AKESSON, N.B. y W.E. YATES . 1974. The Use of Aircraft in Agriculture. FAO. Italy.

2. I A A C . 1978. Handbook for Agricultural Pilots. 3a. ed. England.

3. MATHEWS, G.A. 1979. Pesticide Aplication Methods.

TERMINOLOGIA EN LA APLICACION AEREA DE AGROQUIMICOS

Leonardo LaMoth, M.Sc.*

INTRODUCCION

La lucha contra los insectos perjudiciales, las enfermedades de las plantas y las malezas en la agricultura, utilizando agentes químicos aplicados a los cultivos por vía aérea es una actividad muy común e importante desde el punto de vista económico sobre todo en el control integrado de cultivos intensivos.

La realización de la actividad utiliza una variedad de terminologías que trataremos en este trabajo con el fin de uniformar criterios sobre ellas.

Aplicación Aérea Agrícola.

Entenderemos como tal, la descarga al medio ambiente agrícola de productos comerciales para el control de la producción de alimentos.
Las técnicas varían según el estado (líquido o sólido) y la naturaleza química de los materiales que se aplican, de las características geográficas y topográficas de la zona que se trata, de los cultivos y de otros factores especiales que pueden estar presentes en cada caso. Por ejemplo en la aplicación de herbicidas se utilizan, productos selectivos, es decir que actúan fisiológicamente (sistémicos) o no selectivos que actúan por contacto. En el caso de los selectivos a los cultivos se les clasifica en:

a. preemergentes: se utilizan antes que aparezca ninguna planta del cultivo por encima de la superficie del suelo.

b. post emergente: que se aplica después de aparecer el cultivo sobre la superficie del suelo.

---

* Químico-Toxicólogo, MIDA-Panamá.

El uso de los herbicidas selectivos es bastante crítico en lo que se refiere a la oportunidad de la aplicación, ya que debe considerarse el grado de crecimiento de los cultivos, el tipo de malezas a combatir y su grado de crecimiento con relación a los cultivos, y el modo de acción del producto químico. Resulta muy importante considerar en estos casos, la ubicación de cultivos aledaños susceptibles al producto químico.

En el caso de ataque de insectos, sobre cultivos intensivos, la aplicación aérea de insecticidas es el único método disponible para resolver el problema.

En el caso del control de enfermedades, se depositan grandes cantidades de fungicidas sobre las plantas a intérvalos regulares con el fin de cubrir todas sus partes y evitar infestaciones posteriores. Es muy importante e indispensable una cobertura total para evitar que queden áreas desprotegidas donde prolifere la enfermedad y comprometa incluso áreas debidamente tratadas. Es crítico en este caso la aplicación precisa y uniforme sobre el cultivo del agente químico para asegurar una cobertura total para lo cual es importante el tamaño de gota utilizado.
Sobre este aspecto haremos énfasis en este trabajo, discutiendo los términos utilizados.

Partículas:

El término resulta con frecuencia ambiguo, a menos que se defina cuidadosamente en cada caso específico. Por ejemplo cuando consideramos un suelo, sus partículas pueden ser los agregados sueltos que la integran o las finas partículas que forman estos agregados, o incluso los granos individuales, desde el punto de vista geológico que forman aquellas finas partículas. En la aplicación aérea de agroquímicos, entenderemos como partícula: el tamaño menor con el cual se obtiene un material en forma de esfera irregular. La medida se da en relación al diámetro, utilizando como unidad el sistema internacional de unidades de medidas. Toda partícula descansa sobre un plano en la posición correspondiente a la máxima estabilidad y se les da tres diferentes formas que son, la circular, la laminar y sin forma o amorfa.

Como ejemplo de partículas tenemos las: arcillas, bacterias, virus, emulsiones disoluciones, sales de metales, dispersiones poliméricas, cristales coloides, gases, cenizas, etc.

Términos:

Para el caso de los agentes químicos utilizados en el control químico de enemigos de los cultivos por vía aérea, nos interesa conocer la distribución de las partículas y bajo este criterio de distribución utilizamos varios términos como los siguientes:

a. Atomización: es la distribución de partículas con diámetros de 0,01 a 0,03 mm

b. Pulverización: es la distribución de partículas con diámetros de 0,075 a 0,15 mm

c. Aspersión: es la distribución de partículas con diámetros de 0,20 a 0,30 mm

d. Granulación: es la distribución de partículas con los diámetros siguientes:

MICRO: 0,05 - 0,30 mm
FINO: 0,30 - 0,50 mm
GRUESO: 0,50 - 5,00 mm

e. Nebulización: es la distribución de partículas gaseosas acuosas suspendidas en la atmósfera (semejantes en diámetro al rango de nubes a neblina)

f. Aerosol: Es la distribución de partículas líquidas suspendidas en un gas.

Recordemos que un metro (m) = 1000mm y por lo tanto, 1 mm = 10^{-3}m. El término micrón = micra = 0,001 mm, es decir que será igual a 1 x 10^{-6}m.

Otro término que utilizamos frecuentemente es el siguiente:

Fumigación: Acción por la cual se somete un material a distribuirse en partículas, en forma gaseosa (humos, vapor). La sustancia que se distribuye puede ser de naturaleza sólida o líquida o mezcla de ellas, que debido a su punto de ebullición sumamente bajo pasa rápidamente a la forma gaseosa.

Si nos referimos a la distribución de partículas del agua atmosférica a la que denominamos gotas de acuerdo al diámetro específico que presentan cada una; el cuadro I nos

permite observar una clasificación de estas respecto al tamaño (diámetro) de la partícula.

CUADRO I. DISTRIBUCION DE PARTICULAS ACUOSAS

Partículas	Diámetro Aprox. (mm).
Aerosol grueso	0,015
Nube	0,030
Neblina	0,100
Brisa	0,200
Rocío o llovizna	0,300
Lluvia ligera	0,500
Lluvia moderada	1,000
Aguacero	3,000

Generalmente utilizamos, al comunicarnos, indistintamente estos términos e inclusive en sinonimia algunos de ellos pero realmente existe una división de tamaño por la distribución de las partículas. Esta distribución es muy importante en la aplicación eficaz de los productos para la obtención de resultados satisfactorios y lo mismo debe ser el correcto uso de los términos que identifican cada caso.

Respecto a la formulación de los productos, que tiene que ver con la resistencia mecánica y la densidad de descarga según los dispositivos utilizados para que llegue al sitio deseado (el cultivo). Veamos una clasificación que nos permitirá conocerlos mejor:

a. **Sólidos que no se disuelven al aplicarlos:** granulados, formadores de humos, polvos

b. **Sólidos que se disuelven al aplicarlos:** granos solubles dispersables, cebos, polvo mojable o humectable

c. **Líquidos que no se disuelven al aplicarlos:** aerosoles, solución de menor o de ultra bajo volumen (UBV = VUB).

d. **Liquidos que se disuelven al aplicarlos:** emulsión concentrada (EC), suspensión concentrada (SC), volumenes bajos (VB = BV), Volumen mediano (VM = MV), Alto volumen (AV = VA).

Estas formulaciones se utilizan de acuerdo a la clasificación que ilustra el cuadro II.

CUADRO II: DOSIS UTILIZADAS

Dosis	l/ha
Menor a UBV	Menor 0,5 l/ha
UBV	0,5 a 4 l/ha
BV	5,0 a 50 l/ha
MV	50 a 150 l/ha
AV	mayor a 150 l/ha

Los otros términos de importancia que debemos considerar son los referentes a los factores que afectan la llegada de las gotas al sistema: planta-medio ambiente y estos los indicamos en el Cuadro III.

CUADRO III: FACTORES Y EFECTOS EN LA APLICACION AEREA DE AGROQUIMICOS

Factores:	Efectos:
Viscosidad y tamaño de la partícula.	Cobertura, penetración, deriva.
Agroecologia del sistema planta-medio ambiente.	Volatilidad
Calidad del producto	Resultados satisfactorios
Hora de aplicación, % de h.r., vientos, turbulencia	Momento adecuado de la aplicación.
Altura y volumen	Dosis, cobertura, deriva.
Conocimientos del aplicante	Calidad de la aplicación
Tipo de formulación, dosis, tipo de ataque, tipo de cultivo	Sistemas de aplicación

Finalmente indicamos que la distribución de gotas para la aplicación de agentes químicos puede tener la siguiente guía:

Fungicidas: de 300 a 500 micrones (µm)

Herbicidas: Selectivos: 500 a 1000 µm
No selectivos: mayor a 1000 µm

Insecticidas:	Selectivos:	mayor a 500 µm
	No selectivos:	250 a 500 µm

LITERATURA CONSULTADA

CLARK, G.W. Partículas. 1961.en Clark, George L. y Hawley, Gessner G. (Eds). Enciclopedia de Química. Ediciones Omega, S.A. España.

OACI Manual de Trabajos Aéreos. 1984. 1a. ed. Doc. 9408-AN/922 Canadá.

ROTH, L.O. Manual on Pesticide Application Equipment. 1987. 1a. ed. FAO. USA.

ZERLE, L. (Ed.): Aerial Aplication. 1983. in Using Pesticide Commercial Applicator Manual. TAES - The Texas A&M University System. U.S.A.

INFLUENCIAS DE LAS CONDICIONES METEOROLOGICAS EN LOS METODOS DE APLICACIONES AEREAS

Lionel Díaz C., Lic.*

INTRODUCCION

La definición clásica de meteorología es: la ciencia, parte de la Física, que se encarga de estudiar los fenómenos que se producen en el seno de la atmósfera; ésta última, es aquella capa gaseosa que envuelve a la tierra, la cual trataremos en sus niveles más cercanos a la superficie terrestre, por ser allí donde se desarrollan los fenómenos meteorológicos que afectan los métodos de aplicación aérea.

Sabemos que las condiciones meteorológicas son un factor fundamental para la operación segura y eficiente de una aeronave, en nuestro caso, aeronaves agrícolas.

Elementos tales como, temperatura, humedad relativa, condición de estabilidad en la atmósfera y el viento son muy importantes para una correcta aplicación de los agroquimicos; ya que afectan en ella, tanto la deriva desde la superficie que se pretende pulverizar, como también la eficacia de la deposición del rocío sobre dicha superficie.

Condiciones

Iniciaremos el temario con un factor importante que afecta la aplicación aérea, como es, el tamaño medio de las gotas, y luego trataremos por separado cada uno de los elementos meteorológicos que también son determinantes en dicha efectividad como son:

a. la temperatura,
b. la humedad relativa,
c. la estabilidad y
d. el viento.

---

* Meteorólogo, D A C. Panamá.

Debe tenerse en cuenta que todos estos factores meteorológicos se encuentran interactuando en todo momento en la atmósfera y no de forma aislada o separada, cuando se trata de modificar o afectar una aplicación aérea.

Tamaño medio de las gotas.

Para apreciar los efectos de las condiciones meteorológicas sobre pulverización aérea de líquidos, la clave la constituye el conocer la importancia del tamaño de las gotas. Si el tamaño de las gotas es pequeño, mayor será la cantidad de gotas que quepan en un volumen dado del rocío, y esto mejorará la cobertura de las superficies de las plantas.

Comúnmente se utilizan gotas pequeñas en las aplicaciones aéreas debido a la cobertura requerida y al volumen reducido de producto que se aplica.

Existen ciertas desventajas con relación al uso de las gotas pequeñas y es que, su tamaño reducido y su poco peso la hacen más susceptibles al desplazamiento lejos de la superficie involucrada. Por esta razón, deberá prestársele más atención a los factores meteorológicos que incidan sobre estas gotas pequeñas.

Variaciones en el tamaño de las gotas.

Actualmente, todas las boquillas producen diferentes tamaños de gotas, más pequeñas o más grandes que el tamaño medio especificado para una boquilla a una presión determinada.

Una adecuada selección de las boquillas, de su orientación con respecto al flujo de aire, y de la presión, eliminará algunas de estas gotas más pequeñas, pero no todas.

Esto nos indica que los factores meteorológicos (flujo de aire, presión, etc.) deberán tomarse en cuenta para todo tipo de operación de pulverización aérea.

LA TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA

Definiciones:

Temperatura: Es el mayor o menor grado de calor que experimenta un cuerpo, o también podría definirse como, la energía cinética promedio de las moléculas que componen un cuerpo.

Humedad relativa: Se denomina así la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene el aire en un momento dado y la que contendría si estuviese saturado a la misma temperatura. Se expresa en porciento de humedad.

La temperatura y humedad relativa son factores importantes debido a que influyen en el grado de disminución del tamaño de la gota pulverizada, desde el momento en que sale de la boquilla hasta que llega al cultivo.

Cuanto mayor sea la temperatura y menor la humedad relativa, mayor será el efecto de evaporación de la gota.

La pérdida de la gota por evaporación dependerá no sólo de la temperatura y humedad relativa, sino también, de la composición del producto y tamaño de la gota usada.

Lógicamente, la temperatura y humedad relativa están fuera de nuestro control y sólo podrían variarse mediante la selección de la hora de aplicación; no así, la composición del producto y el tamaño de la gota, los cuales, pueden ser controlados o regulados por el aplicador. Por ejemplo: si se pulveriza con gotas de 200 micrones o mayores y se utilizan diluyentes no evaporativos como el aceite vegetal, disminuirá grandemente el efecto de pérdida de la gota por evaporación.

En las gotas de menor tamaño, tanto el efecto de la temperatura como el de la humedad relativa es mayor.

Esto se debe a que, las gotas pequeñas tienen un volumen menor desde el comienzo y caen mucho más lento que las gotas mayores, ello aumenta el tiempo de exposición a las condiciones que causan la evaporación. Significa esto que algunas gotas nunca llegan a alcanzar el cultivo, sino que se evaporan antes de alcanzar su objetivo y el plaguicida queda "cristalizado" en el ambiente en forma de aerosol, trasladado lejos de la superficie que queremos pulverizar.

Además,se reduce el tamaño de muchas otras gotas, al punto que pueden derivarse fácilmente con vientos de baja intensidad.

El desplazamiento de la pasada: Es el movimiento del rocío, e inclusive de algunas gotas más grandes en la dirección del viento, por distancias cortas.

Este desplazamiento es importante, porque amplía el ancho de la pasada y ayuda a integrar las distintas pasadas individuales sobre el campo.

Cuando hay cultivos sensibles, aguas, animales o personas en la dirección del viento con respecto al campo pulverizado, debe evitarse el desplazamiento de la pasada porque habrá riesgos de daños o lesiones.

Es importante también tomar en cuenta que un aumento considerable en la separación entre pasadas al aumentar la velocidad del viento ocasionará una aplicación dispareja en el campo.

Deriva: Se refiere al desplazamiento de pequeñas gotas lejos de la zona que interesa pulverizar. La velocidad del viento y la estabilidad atmosférica afectan la distancia recorrida por estas pequeñas gotas que se hayan presentes en toda pulverización. Una de las principales responsabilidades del aplicador consiste en reducir la deriva al mínimo.

La deriva del rocío es proporcional a la velocidad del viento: cuanto mayor sea la velocidad del viento, mayor será la deriva. Normalmente, la velocidad del viento aumenta a medida que se incrementa la altura sobre la superficie o cultivo a tratar.

Esto ocurre porque, a medida que nos separamos del suelo el flujo de aire se mueve con menos fricción, lo que implica por ejemplo, que si en tierra existe una intensidad del viento de 10 km/h., probablemente a la altura del vuelo programada, la velocidad del viento será de 20 km/h. El tipo de superficie involucrada en la aplicación influye en la diferencia entre la velocidad del viento a nivel de la superficie del suelo o de la capa superior del cultivo, con relación a la velocidad por encima de las mismas. En general, cuanto menos lisa y menos pareja sea la superficie, mayor sera la diferencia entre las velocidades del viento.

La altura de vuelo debe reducirse a medida que aumenta la velocidad del viento, para contribuir a reducir la deriva al mínimo.

En condiciones de vientos de poca velocidad, la altura de vuelo, medida desde las ruedas del avión hasta la altura del cultivo, puede llegar a 5 metros, con el fin de facilitar la

Las gotas pequeñas quedan atrapadas bajo la capa de inversión y pueden desviarse largas distancias antes de que la gravedad o movimientos turbulentos repentinos les permita asentarse.

Los aplicadores deben estar atentos para descrubrir la presencia de estos efectos en las horas que con mayor frecuencia se presentan.

La manera más práctica de determinar si existe una inversión de temperatura, consiste en observar una columna de humo que se origine en el nivel del suelo o cerca del mismo.

Las columnas originadas en chimeneas o escapes altos no constituyen buenos indicadores puesto que pueden estar por encima del nivel de inversión.

Un pequeño recipiente para hacer humo o un neumático encendido son adecuados para observar la dirección del viento y determinar así la presencia de inversiones de temperatura.

Viento

Tanto la rotación de la tierra, como la distribución desigual del calor resultante de las variaciones de insolación, debidas a la latitud y a diferencias en la capacidad de absorción de la superficie terrestre originan movimientos del aire.

Estos movimientos del aire son de tres tipos:

1. Movimientos horizontales.
2. Movimientos verticales (ascendentes o descendentes)
3. Movimientos desordenados.

Al primero, lo conocemos como viento, al segundo como corrientes y al tercero como turbulencia.

El viento es un vector y como tal posee magnitud, dirección y sentido.

En un análisis del efecto del viento en las pulverizaciones aéreas, es importante diferenciar entre el desplazamiento de la pasada y la deriva.

El piloto deberá usar manómetros de buena calidad o calibrar frecuentemente el instrumento que tiene instalado en el avión.

El viento variable:

Cuando el piloto se ve forzado a continuar su trabajo mientras prevalece el viento variable y con ráfagas, el uso de gotas más grandes ayuda a vencer este problema.

LITERATURA CONSULTADA

1. AUSTIN BOURKE, P.M. y Col. 1960. Meteorological service for Aircraft Employed in Agriculture and Forestry. Nota técnica Nº 32 OMM. USA.

2. CRESS, D.C. y D.K. KUHLMANN. 1981. AErial Aplication Handbook for aplicators. Universidad de Kansas.USA

3. HILL, J.D. 1976. Meteorological Effects on the Drift of Chemical Sprays NWS-CR60. NOAA. USA.

4. OACI. 1984. Manual de Trabajos Aéreos. 1a. ed. Doc. 9408-AN/922 ICAO-OACI-HKAO. Canadá.

CONTROL DE DERIVA Y EVAPORACION EN LAS APLICACIONES AEREAS

Mauricio Arguello, Ing. *

INTRODUCCION

La reciente necesidad de alimentar núcleos de población cada vez más grandes ha obligado al hombre a implementar cada día más la agricultura de gran escala para aumentar la producción de alimentos. Estas áreas cada vez más extensas, requieren a su vez de formas más eficientes de protección fitosanitaria.

El avión, comenzado a usarse en forma generalizada hasta después de la Segunda Guerra Mundial, ha probado ser el medio más rápido y eficaz para la aplicación de agroquímicos. En condiciones de terreno plano posee un alto rendimiento por unidad de superficie y se ha convertido en la agricultura actual en un medio de uso muy extendido para ciertos cultivos. En otros casos es el único medio eficaz de aplicar plaguicidas. Sin embargo, las aplicaciones aéreas muchas veces distan de ser perfectas. Esto se debe a problemas ajenos al control del piloto o del agricultor, como lo son las condiciones atmósféricas que afectan en forma negativa la aplicación y por consiguiente el resultado de la misma. La razón de este ensayo es estudiar el problema y proponer una solución.

IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

El avión puede ser una máquina muy eficiente en la aplicación de plaguicidas, sin embargo, ello no implica que los plaguicidas son siempre eficientemente aplicados.
El problema principal que enfrentamos en una aplicación aérea es el "**recubrimiento**", o sea la cantidad de químico que realmente llega al blanco. Podemos asegurar que solamente una parte se pierde en el ambiente circundante.

---

* Ingeniero Agrónomo, Gerente Técnico, Centroamericano y el Caribe , Stull Chemicals, Co.

Si recordamos que los resultados dependen de la **DEPOSICION y RETENCION** de los agroquímicos; entre más sea la cantidad del agroquímico que logremos depositar de acuerdo a la dosis recomendada durante la aplicación, tanto mayor será la protección al cultivo. La **DEPOSICION** se ve afectada negativamente por la **DERIVA** y por la **EVAPORACION.** Estas son enemigas de las aplicaciones ya que restan eficiencia a las mismas y por consiguiente efectividad a los químicos. Podríamos asegurar que las pérdidas que sufren los agricultores, en concepto de mayor costo de protección a sus cultivos y pérdidas en cosechas por concepto de aumento de las plagas es mayor que las que sufren las mismas cosechas luego de almacenadas. En muchos cultivos las buenas aplicaciones fitosanitarias son esenciales para una rentabilidad positiva de la empresa. Veamos como se afectan las aplicaciones de agroquímicos con estos dos grandes problemas.

A. DERIVA.

La deriva, la definimos para nuestro propósito como el desplazamiento de una gota de mezcla por razón del viento. Es influenciada por:

a. Velocidad del viento.
b. Tamaño de gota.
c. Velocidad de caída, y
d. Altura del vuelo.

El viento es causante de acarreo o deriva de los productos químicos. Esto de por sí ocasiona una pérdida, ya que evita que el químico se deposite en la zona a tratar, además del daño potencial de la deposición de plaguicidas en zonas sensibles a daños por contaminación y/o envenenamiento por el ingrediente activo (áreas habitadas, establos , cultivos susceptibles, ríos, etc.). En el Cuadro I observamos los efectos del viento y del tamaño de la gota en la deriva.

Una gota de agua de 100 um en un viento de 9.6 km/hora (6 mph) recorre una distancia de 13.6 m (44.7 pies) pero con esa misma intensidad de viento, una gota de 59 um recorre una distancia 4 veces mayor; 54.5 (178.8 pies). Como vemos, existe una relación inversamente proporcional entre el tamaño de gota aplicada y la distancia recorrida antes de caer. Las gotas más pequeñas son las más susceptibles a la pérdida por deriva.

CUADRO I INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE GOTA Y VELOCIDAD DEL VIENTO EN EL DESPLAZAMIENTO DE LA GOTA

Tamaño de gota (en 10^{-6} m = um)	Distancia recorrida por la gota al caer en vientos de: 3,2 kph	6,4 kph.	9,6 kph.
5 um	1.8 km	2,0 km	5,4 km
10 um	454 m	908 m	1.3 km
50 um	18	36 m	54 m
100 um	4,5 m	9,1 m	13,6 m
200 um	1,1 m	2,2	3,4 m

CONDICIONES:

1. Caída - 5 pies
2. Movimiento horizontal sin termales
3. La gota mantiene su tamaño, no evapora.

Entre mayor sea la altura a la que vuela el avión, mayor será la deriva, ya que la distancia que tendrá que recorrer la gota para llegar al blanco será aumentada proporcionalmente. Veamos el caso de aquellas aplicadas a una altura de 10m que caen a su velocidad final en condiciones meteorológicas estables según señala la figura 1.

Solamente el 7% del volumen cae a menos de 40 metros del blanco, el 51% cae entre 40 y 85 m y el resto a distancias mayores. Como observamos por lo anteriormente descrito, la deriva puede ocasionar que el químico asperjado no se deposite donde es necesitado, sino en lugares aledaños o incluso lejanos donde puede incluso causar perjuicio.

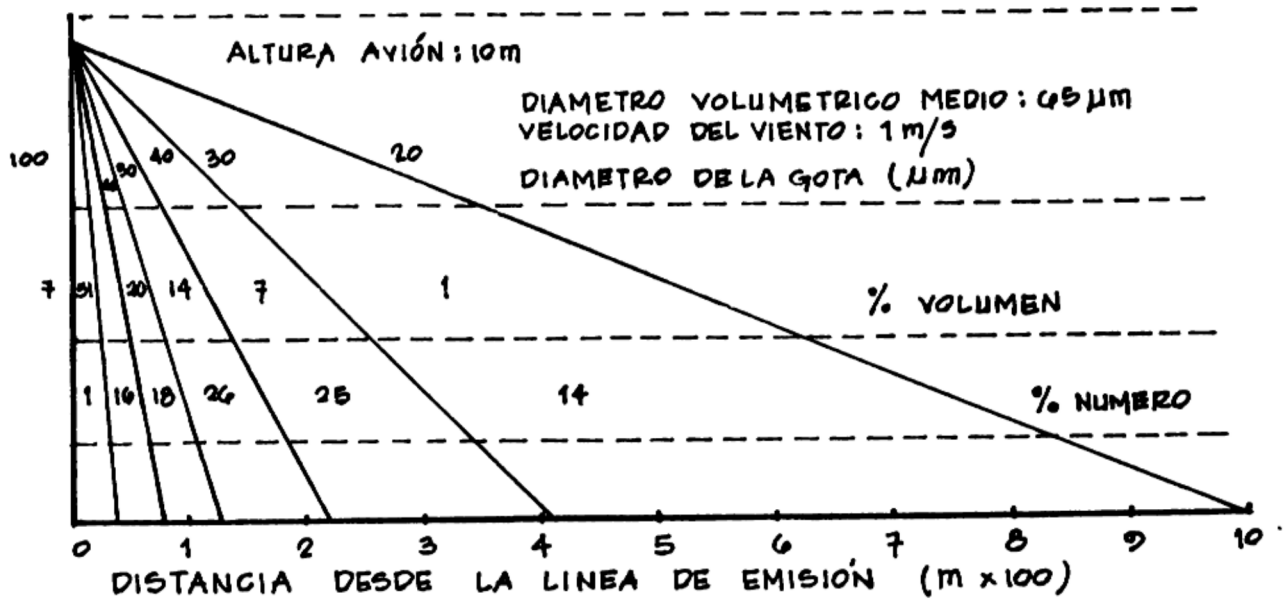
En todo lo anterior hemos supuesto que no hay evaporación. Estudiaremos a continuación los efectos de ésta variable.

B. EVAPORACION

La evaporación se ve influenciada por:

a. la humedad relativa
b. la temperatura
c. el tamaño de la gota.

FIG 1 . DISTRIBUCION TEORICA DE LAS GOTAS DE UNA ASPERSION



La temperatura influye negativamente sobre la eficiencia de las aplicaciones ya que es el principal causante de las pérdidas por evaporación. La humedad ambiental es también un factor a tomarse en cuenta ya que indica la capacidad de absorción de agua por la atmósfera.

La relación existente entre temperatura y la evaporación es directamente proporcional mientras que con la humedad ambiental la relación es inversa. A mayor tamaño de la gota, mayor será el tiempo que tardará en evaporarse, como se ilustra a continuación en el Cuadro II.

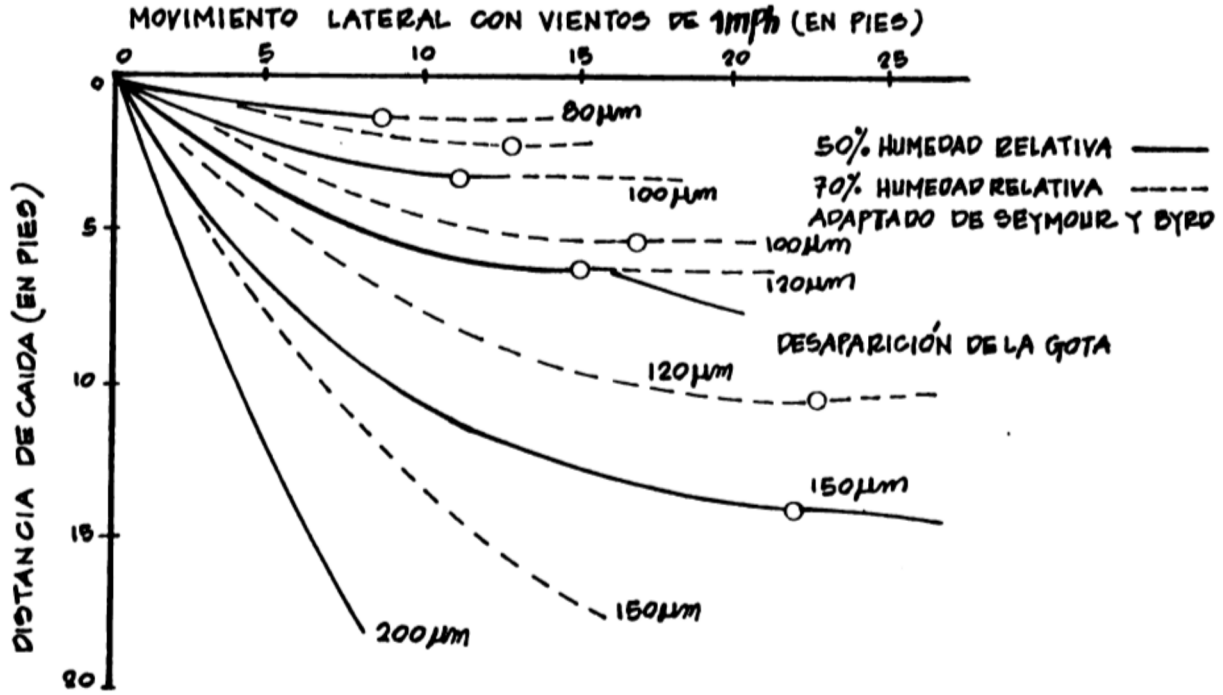
CUADRO II. TIEMPO DE VIDA DE GOTAS DE AGUA *

Diámetro de gota (micras)	Temperatura (ºC)	Humedad Relativa (%)	Tiempo de Vida (s)
100	20	70	20
100	20	40	9
100	30	70	17-18
100	30	40	8
100	40	70	16, 8
100	40	40	7, 8
50	20	70	5
50	20	40	2
50	20	40	1, 9

Aquí se demuestra claramente la influencia de la temperatura y humedad relativa en el tiempo que tarda una gota en evaporarse.

Ahora; cuánto se desplaza una gota en ese tiempo? Será suficiente para llegar al objetivo? Veamos una aclaración sobre esto a continuación; utilizando la Figura 2.

FIGURA 2 . EFECTO DE LA HUMEDAD RELATIVA EN EL MOVIMIENTO LATERAL DE LAS GOTAS CON VIENTOS DE 1 mph



* En función del tamaño de la gota, de la temperatura y de la humedad relativa del aire (según von Eickstedt).

Como vemos en la Figura 2, la influencia de la humedad ambiental y la temperatura hacen que a medida que la gota se traslada de la boquilla al objetivo, esta vaya perdiendo tamaño hasta evaporarse. Seymour y Byrd (1969) han calculado que una gotita de agua de 80 micras que cae a través de una atmósfera con 70% de humedad relativa, desaparecerá en unos 8,5 segundos. Durante ese lapso, la gota no habrá ni siguiera llegado a descender un espacio de medio metro.

Normalmente se le indica a los pilotos, que dependiendo de la temperatura y de la humedad relativa (h.r.) ellos deben calcular el tamaño de la gota que sale de la boquilla. De acuerdo con esto se les indica por ejemplo que con una h.r. del 70% si el avión volara a una distancia de 10 pies, suponiendo que no hay viento, deberá sacar gotas de 100 um para que lleguen al blanco de 80 cm. Lo que no se dice es la pérdida grande de volumen que hay entre el tamaño inicial de las gotas al salir de la boquilla y su tamaño final.

Con las figuras 3 y 4 podemos ilustrar este punto:

FIGURA 3. COMPARACION DE VOLUMEN DE DIVERSOS TAMAÑOS DE GOTAS

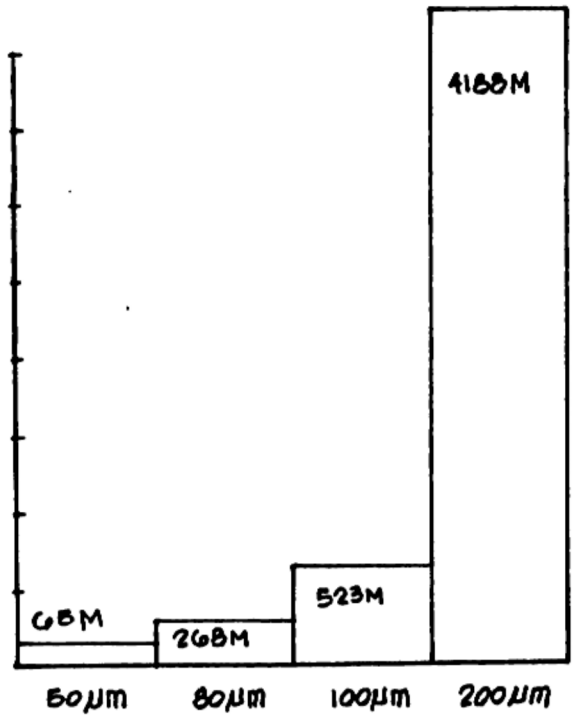
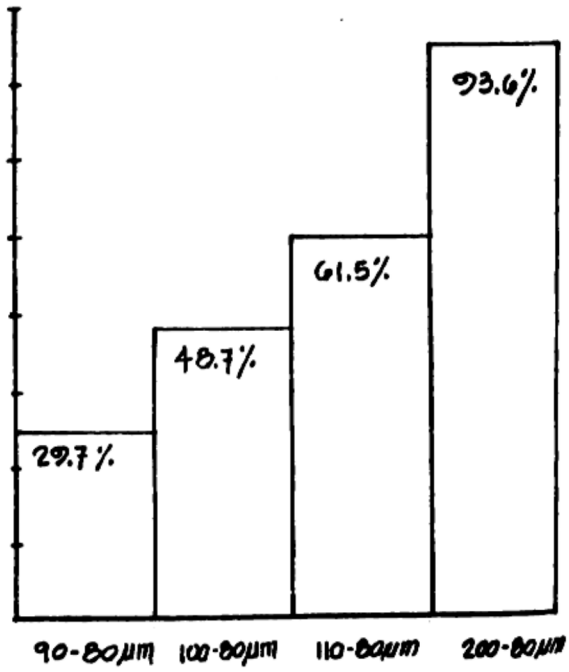


FIGURA 4. % DE PERDIDA POR EVAPORACION.



Si de 100 a 80 um la gota pierde casi el 50% de su volumen inicial, podemos deducir que si necesitamos depositar 500 cc de químico en el cultivo por ha.; debemos calcular aplicar 1000 cc por ha para contrarrestar la pérdida y obtener un control satisfactorio. Una pérdida grande de dinero!

El Concepto BIVERT.

Bivert consiste en rodear los productos activos (polvos y líquidos con una película de aceite (micro-cápsula) y suspender estas micro-cápsulas uniformemente (100 um de diámetro); además esta película posee una carga iónica positiva que cumple la doble función de mantenerlas separadas y en suspensión, y de adherirlas a la superficie de las plantas o el suelo luego de la aplicación. El proceso BIVERT protege a los químicos de pérdidas causadas por el acarreo y evaporación a través de la protección brindada por la micro-cápsula.

CUADRO III. AGENTES DE ACARREO DE AGROQUIMICOS

Agente	Ventajas	Desventajas
Agua	Universal Económico Galonaje Opcional No usa equipo especial	Acarreo por el viento Cobertura variable Evaporación extrema Pérdida del químico
Aceite	No es volátil cobertura superior (con equipo especial) Aumenta la deposición del químico	Usa equipo especial y calibración cuidadosa Problemas de compatibilidad Equipo sucio.
Agentes Espesativos	Aumentar el tamaño de la gota No requiere de equipo especial Galonaje opcional	Pobre cobertura Compatibilidad Acarreo al Desintegrarse la macrogota.
BIVERT	Reduce la evaporación y la pérdida del químico. Control de acarreo y uniformidad de estela. Cobertura superior con gotitas de tamaño controlado. Carga positiva que lo adhiere al blanco. Compatible y económico. No requiere de equipo especial de aplicación.	

15. La versatilidad de dosificación:
La técnica BIVERT de aplicación permite aplicar los productos químicos desde ultra bajo volumen (UBV) a alto volumen (AV) sin necesidad de variar la formulación del producto. Sólo la cantidad de agua varía en la técnica BIVERT.

16. No toxicidad:
BIVERT no es tóxico al ser humano. Su toxicidad en rata macho es de 250000 mg/kg.

17. No inflamable:
BIVERT no presenta problemas de acarreo ni almacenaje por ser ligeramente tóxico y de baja inflamabilidad.

Beneficios de la Técnica BIVERT de aplicacion

Economia.

El agricultor economiza dinero al utilizar la técnica BIVERT de aplicación ya que reduce sus pérdidas por acarreo, evaporación, derrame, lavado y lixiviación. Además obtiene el máximo beneficio de los químicos que aplica lo que se convierte en mayores y mejores cosechas al final.

Seguridad

El agricultor obtiene el beneficio de la seguridad al utilizar la técnica BIVERT de aplicación puesto que BIVERT hace que los químicos agrícolas sean más eficaces y funcionen cuando es debido, en el momento adecuado.

Comodidad

La técnica BIVERT de aplicación permite al agricultor librarse de las preocupaciones y las angustias producidas por las aplicaciones erráticas de químicos.

Orgullo:

El agricultor que usa la técnica BIVERT de aplicación puede estar orgulloso de utilizar una técnica avanzada que le permita lograr el máximo de sus productos químicos con el mínimo de esfuerzo. BIVERT está respaldado por más de cuarenta años de investigación y experiencia en el campo de las aplicaciones de productos agroquímicos.

Características del BIVERT

Bivert es un proceso de emulsión invertida controlada, y cargada positivamente. Esta carga positiva mantiene la microcápsula en suspensión en el agua y una vez que llega a su destino la mantiene allí. El proceso BIVERT encapsula al químico y no al agua. De esta forma, a pesar de que algo de agua se evapora el químico está protegido y llega al blanco.

Bivert es una mezcla de sales animadas de ácidos aromáticos y alifáticos provenientes de destilados del petróleo.

El proceso de microencapsulación regula el tamaño de las gotitas para una cobertura uniforme. El tamaño es de aproximadamente 100 um lo cual es un tamaño ideal para una cobertura eficaz y completa de la planta a proteger. En las aplicaciones de herbicidas este tamaño asegura una mejor distribución del producto en la zona de control.

Ventajas de BIVERT.

1. Deposición:
   La técnica BIVERT de aplicación permite depositar 1/3 más producto en la zona de control que otros sistemas de aplicación y el acarreo de los químicos en el nuevo sistema de aplicación.

2. Cobertura:
   Las gotas pequeñas y uniformes que se obtienen con el proceso BIVERT dan cobertura superior a cualquier otro sistema anterior.

3. Retención:
   El proceso BIVERT mantiene al producto en el blanco resistiendo el lavado, derrame y lixiviación debido a la carga iónica positiva de que está provisto, que lo adhiere a las hojas o al suelo como un imán.

4. Penetración:
   La micro-cápsula formada en la técnica BIVERT de aplicación permite a los químicos penetrar rápidamente dentro de la planta, al saturar la cutícula con el producto químico micro-encapsulado. BIVERT lubrica la cutícula de la hoja permitiendo el paso más rápido del producto químico dentro de la planta.

5. Economía:
La técnica BIVERT de aplicación reduce los costos al agricultor al hacer que los productos lleguen al blanco y mantenerlos allí. Le reduce las pérdidas ocasionadas por la evaporación, el acarreo, el lavado, la lixiviación y el derrame.

6. Mezcla homogénea:
La técnica BIVERT permite mezclar homogéneamente los productos químicos evitando depósitos de los mismos o asentamiento de los caldos.

7. Compatibilidad:
Todos los productos pueden beneficiarse de la técnica BIVERT de aplicación.BIVERT al ser químicamente neutro no reacciona con ningún químico agrícola.

8. Reduce la volatilidad:
La técnica BIVERT de microencapsulación reduce la volatilidad de los compuestos químicos volátiles al estar estos protegidos del medio ambiente por la película de BIVERT.

9. Reduce la formación de espuma.
Cuando los productos son mezclados con el producto BIVERT no tendremos problemas con la espuma. En los casos en que se forme ésta se deshace rápidamente.

10. Equipo limpio:
El equipo de aplicación es fácilmente limpiable con agua cuando los químicos han sido aplicados con la técnica BIVERT.

11. Reduce el desgaste del equipo:
La acción corrosiva y abrasiva de algunos químicos es grandemente reducida al ser mezclados con la técnica BIVERT.

12. Efecto amortiguador:
Las aguas puras no son problemas ya que el proceso BIVERT separa los químicos del agua mediante la micro-encapsulación.

13. No es fitotóxico:
La técnica BIVERT de aplicación no causa Fitotoxicidad en los cultivos, ni aún en usos repetidos.

14. Versatilidad de aplicación:
Los productos químicos en el proceso de BIVERT pueden aplicarse con cualquier equipo de aplicación disponible sin ninguna modificación al mismo.

LITERATURA CONSULTADA

1. SEYMOUR, K.G. y B.C. BYRD. 1964. Wind Tunnel Evaluation of Spray Drift Potential. Nº 64-6096 ASAE USA.

2. STULL CHEMICAL COMPANY. 1982. BIVERT en las Aplicaciones Agrícolas. U.S.A.

3. YATES, W.E y N.B. AKESSON. 1973. Reducing Pesticide Chemical Drift. Pp Vol. 7 en von Valbenburg, W.(ed.) Pesticide Formulation. Marcel Dekker. U.S.A.

ATOMIZADORES *

John Tobutt, Ing.**

INTRODUCCION:

Para la obtención de gotas finas en una aspersión de equipo especial y su mejor forma de empleo para obtener una deposición adecuada. Estas técnicas de aplicación pueden clasificarse básicamente en dos tipos:

a. Boquillas hidráulicas y
b. Atomizadores rotatorios.

Boquillas Hidráulicas:

Discutiremos sobre ellas lo siguiente:

A. Tipos existentes y
B. Factores que afectan el tamaño de las gotas como por ejemplo la presión usada y el ángulo de posición de las boquillas.
C. Cantidad y posición de las boquillas.

A. Tipos de Boquillas:

Los dos tipos principales son:

a. Abanico plano y,
b. Cónicas.

Tanto en las boquillas de abanico plano como en las cónicas, se forma una capa delgada de líquido a medida que este desaloja la boquilla. Según el ángulo del abanico o el cono esta capa delgada se va engrosando progresivamente a medida que se aleja de la boquilla; eventualmente y debido al aumento del diámetro de deposición la capa se debilita, rompiéndose y formando las gotas de diferentes tamaños.

---

* Traducido al Español del original en Inglés por M.Sc. Leonardo LaMoth.
** Ing. Agr. Grupo de Aplicación de Productos, ICI Agrochemicals, Inglaterra.

La boquilla de abanico plano se utiliza para las aplicaciones convencionales que comprenden volúmenes de 20 a 50 l/ha. Generalmente no están siendo utilizadas en aviones para el trabajo agrícola. El orificio que poseen estas boquillas comparado con una boquilla cónica, se observa en el flujo de líquido en forma de bloque debido a que este orificio tiene forma de ranura que es muy susceptible a obstrucciones. Esto produce una gama particularmente amplia de tamaños de gotas cuando se opera a presiones normales de trabajo.

En el caso de boquillas de cono hueco, estas son giratorias, poseen un disco y un núcleo o cavidad circular (cilindro) que proporciona una cámara de turbulencia. El disco regula el flujo o descarga de la boquilla y comparativamente posee poco efecto sobre el tamaño de las gotas. Existen varios tamaños de discos; los D_4, D_6 y D_8 son los de uso más frecuente para trabajos con fungicidas e insecticidas. Los discos de tamaño D_8, D_{10} y D_{12} se utilizan principalmente para trabajos con herbicidas. El número subindicado después de la letra D, se refiere al tamaño del orificio, por ejemplo, un disco D_{10} es de 10/64 de pulgada (4.0 mm) de diámetro, el orificio se clasifica por 1/64 de pulgada (0.4 mm).

El núcleo posee una mayor influencia sobre el tamaño de las gotas ya que crea la turbulencia. Mientras más pequeños sean los orificios, más rápido girará el líquido y más pequeñas serán las gotitas producidas. También este orificio determina el ángulo del cono de descarga. Los conos usados comúnmente son el Nº 45, para descarga fina y el Nº 46 para una aspersión gruesa. El número del núcleo se encuentra impreso sobre su extremo y se refiere al tamaño del orificio de la placa de turbulencia (mientras más pequeños sean los orificios mayor será la rotación impartida a la aspersión), el Nº 45 imparte un efecto de turbulencia mayor que el Nº 46.

Un núcleo Nº 56 es similar al Nº 46, con la diferencia de que posee un orificio en el centro para darle solidez; estos discos no tienen número de identificación. Otros núcleos utilizados son los Nºs. 13,23,25,31 y 35, con los cuales se obtiene una aspersión fina, alguna más que otras. Generalmente no son usados en aplicación agrícola debido a que las descargas obtenidas son muy finas.

Al colocar un disco, debe colocarse con el número hacia afuera del cuerpo de la boquilla, sino tenderá a obstruirse el orificio.

Recientemente se ha desarrollado el disco tipo "Multi-jet", en el que se ha reemplazado el disco por un anillo con 5 orificios estandares, los cuales pueden rotarse para seleccionar el tamaño deseado; otro núcleo estandar se coloca para obtener la turbulencia deseada.

Otro tipo de boquilla de cono hueco, utilizada en trabajo agrícola es la conocida como "Whirljet", esta boquilla difiere de la discutida anteriormente en que la turbulencia se origina dentro del cuerpo de la boquilla. Para cambiar los flujos se utilizan tapas con diferentes tamaños de orificios. Este tipo de disco está diseñado para brindar aspersiones finas y no son recomendables en la aplicación de herbicidas, para los cuales las aspersiones gruesas son las recomendadas para minimizar la deriva.

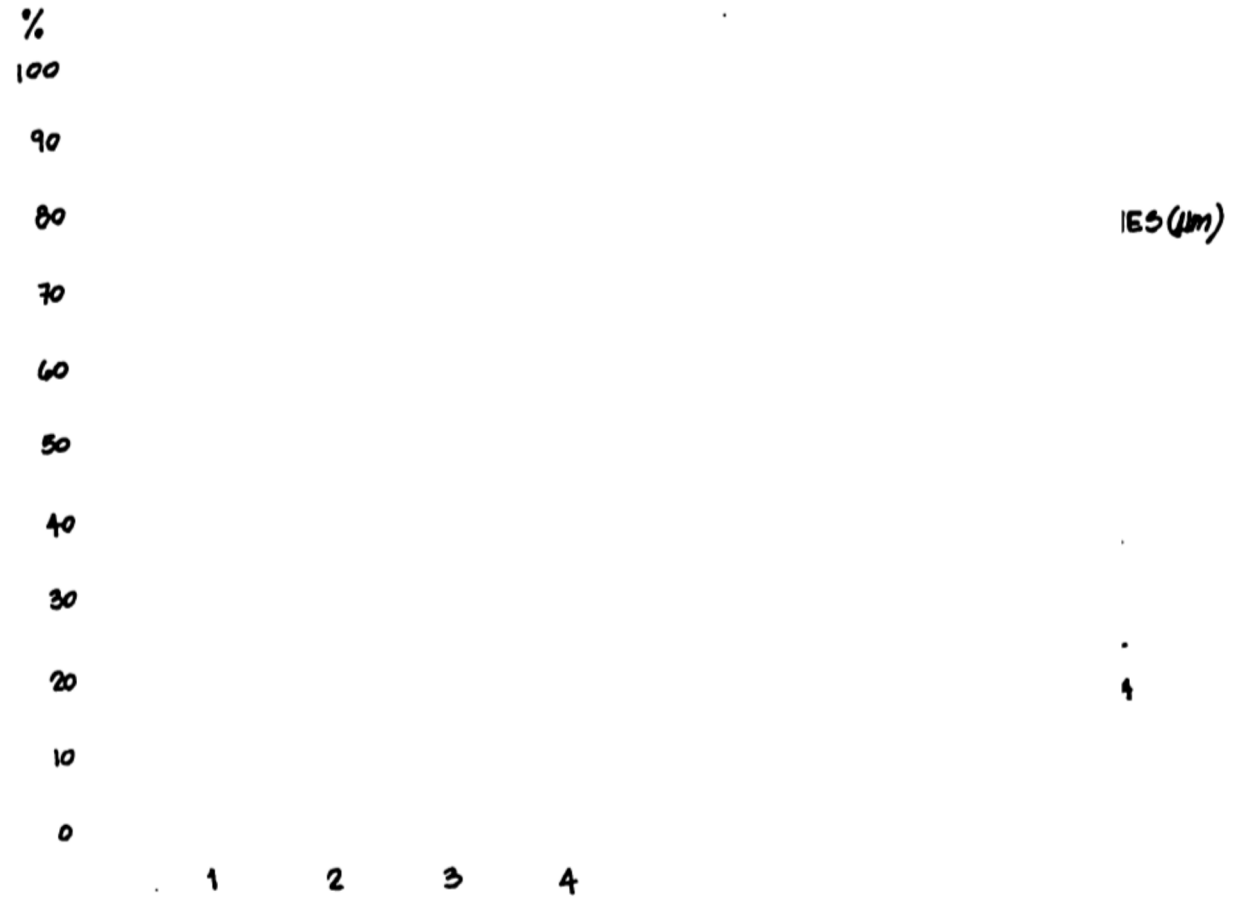
Los soportes de las boquillas son similares a los diafragmas de las válvulas de control, como por ejemplo, los de tipo DVC. El diafragma se encuentra ajustado con resortes para prevenir el goteo de la boquilla posterior a la descarga de la aspersión.

Generalmente, requieren de presiones que oscilan de 5 a 7 libras por pulgada cuadrada para abrir y descargar el volumen. Estas válvulas son muy efectivas, sensibles y exactas para flujos altos comparadas con las válvulas de control por esfera.

En la Figura 1, ilustramos los efectos del uso de los tipos de boquilla en una aspersión gruesa producida por la combinación de boquillas D8-46. Observamos que menos del 10% del volumen de la aspersión son gotas menores a 130 um en tamaño . Si utilizamos la combinación D8-45, obtendremos aproximadamente gotas con el doble de este tamaño, es decir 260 um.

El tamaño de las gotas es inicialmente determinado por las características inherentes de la boquilla escogida.

FIGURA 1. COMPARACION DE LA DESCARGA DE 4 SISTEMAS DE BOQUILLAS COLOCADAS VERTICALMENTE (90º) Y SOMETIDAS A UNA CORRIENTE DE AIRE DE 40 m/s.

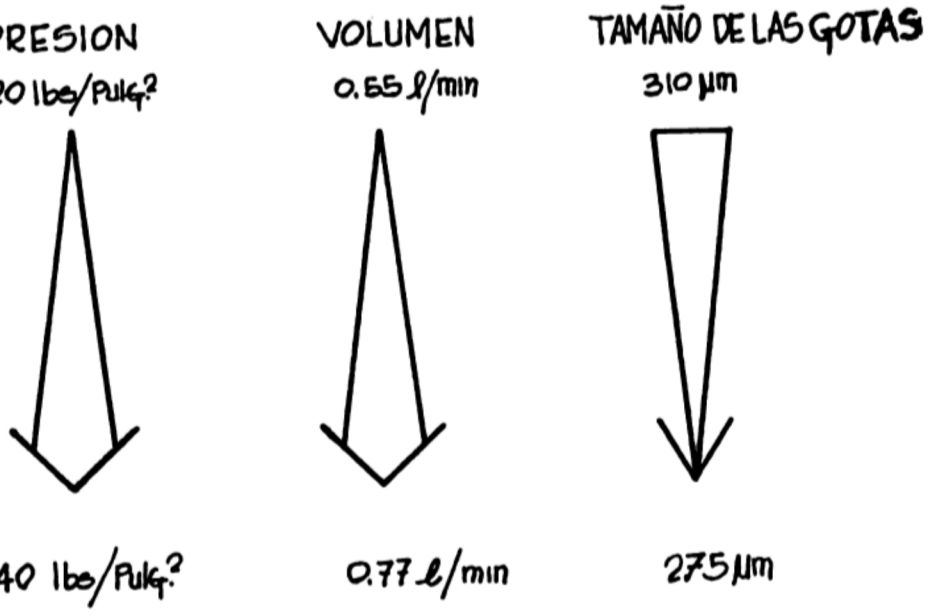


B. Otros Factores que Afectan El Tamaño de las Gotas.

B.1 La Presión.

La figura 2, ilustra el efecto del aumento de presión para una boquilla hidráulica. Como es de esperarse, el flujo aumenta y el tamaño de las gotas disminuye. En el trabajo agrícola de una aeronave estos efectos no son tan grandes comparados con el efecto dramático de los cambios en las corrientes de aire.

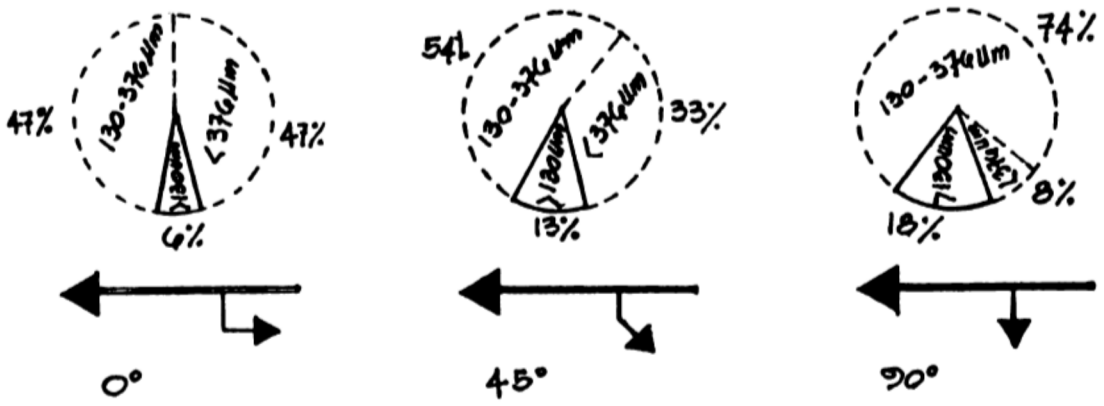
FIGURA 2. EFECTO DE LA PRESION EN BOQUILLA HIDRAULICA



B.2 Angulo de Descarga:

La figura 3 ilustra el % de volumen de gotas finas menores a 130 um en tamaño que aumentan de un 6% a un 18% a medida que la boquilla se ajusta desde una posición hacia atrás, es decir, hacia la cola del avión en ángulo de 180º hasta una posición en un plano perpendicular, ángulo de 90º. Las gotas de tamaño grande, superiores a los 376 um, son reducidas de un 47% a un 8%.

FIGURA 3. EFECTO DEL ANGULO DE DESCARGA EN EL VOLUMEN DE LAS GOTAS (Boquilla Cónica D_8-46, Flujo = 6 l/min.)



C. Cantidad y Posición de las Boquillas.

En las aeronaves por lo general se colocan de 40 a 70 boquillas. El número y el tipo de unidades que se utilizan depende del volumen aplicado y del recubrimiento de la aspersión deseada.

Las boquillas no deben colocarse cerca del extremo del ala del avión pues la aspersión será atraída hacia el vórtice.

Como quía, el portaboquillas o aguilón deberá tener un largo que sea 3/4 del largo del ala. La boquilla final, por lo tanto deberá colocarse de 1,5 a 2 m antes del final del ala en cualquier aeronave.

Las boquillas se colocan distanciadas entre sí a lo largo del aguilón y debajo del fuselaje. Usualmente a alturas de vuelo de 3 a 4 m se obtienen distribuciones aceptables a los anchos de pasadas de trabajo agrícola. En alturas menores es necesario realizar ajustes para compensar los efectos del vórtice que origina la hélice.

En resumen, las boquillas hidráulicas son particularmente aceptables para aplicaciones aéreas de agroquímicos utilizando dosis de entre 20 a 70 l/ha.

Con ellas se obtiene una amplia gama de aspersiones. Por propie experiencia, las prefiero para la aplicación aérea de herbicidas.

Atomizadores Rotatorios:

Haremos énfasis en esta sección en lo siguiente:

1. Tipos y
2. Características y factores de operación.

1. Tipos:

Probablemente el atomizador rotatorio más conocido para aplicación aérea de agroquímicos es el "Micronair AU 3000". Generalmente se colocan 4 unidades (dos en cada ala) en una aeronave, pequeña similar al modelo Piper Pawnee y 6 unidades (3 en cada ala) en aeronaves más grandes, como el modelo Trush Commander. Recientemente la firma Micronair ha introducido el modelo "AU 4000", básicamente el similar al "AU 3000" pero con una canastilla más corta. El último modelo producido por Micronair es el "AU 5000 mini".

Otros modelos de atomizadores rotatorios son el "Acumist", el "Sprayspun" y el "Becomist"; al igual que otros modelos que ya han salido del mercado, los tres modelos arriba indicados son más baratos que el modelo Micronair y los mismos no han sido bien diseñados, por ello su exactitud y funcionabilidad es inferior.

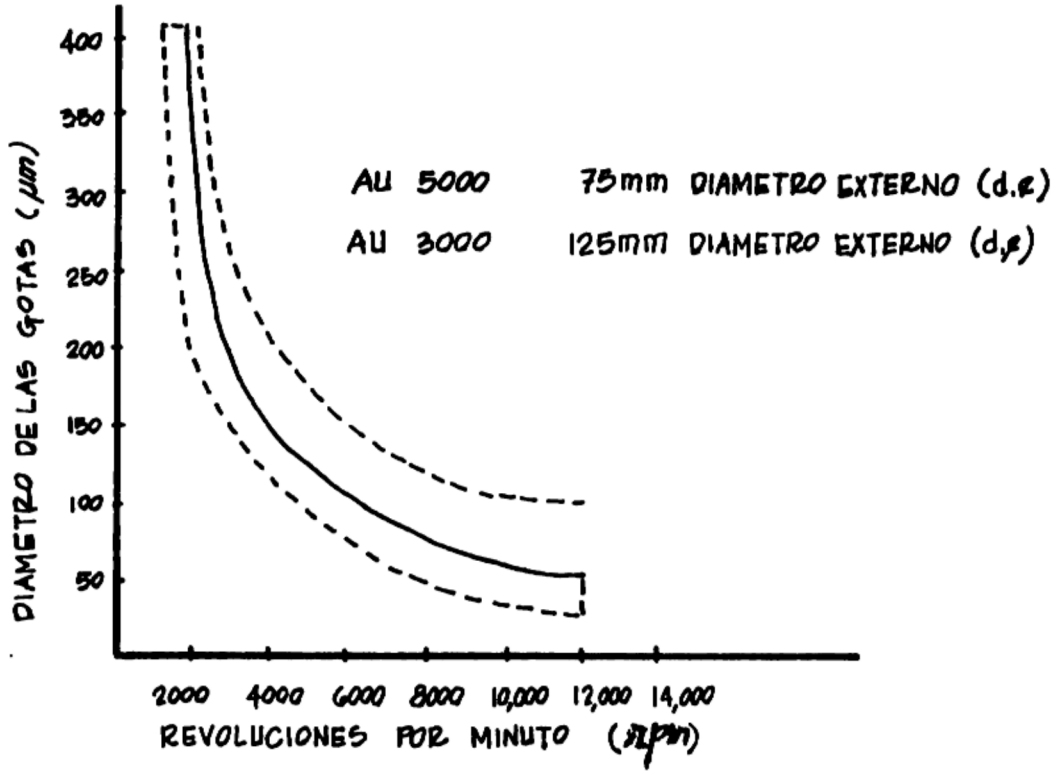
2. Características y factores de Operación:

El tamaño de las gotas descargadas de un atomizador rotatorio dependen del tamaño del cilindro de tela metálica o canastilla. La velocidad periférica dependerá de la velocidad de flujo, los flujos altos darán velocidades bajas. En el modelo "Acumist", además de la dependencia de la velocidad del flujo, el tamaño de las gotas solamente se altera con el cambio de la canastilla colocando apropiadamente mallas mayores o menores.

En el atomizador "Micronair", la velocidad de rotación se ajusta variando el ángulo de posición de las paletas en el anillo abrazadera; con ello se logra un control más fino del tamaño de las gotas y no será necesario un cambio de canastilla.

La figura 4, ilustra el tamaño de gotas obtenido a una velocidad rotacional fijada. La curva superior nos muestra la situación para un atomizador "Micronair mini", el cual, posee una canastilla de pequeño diámetro y con baja velocidad periférica para una velocidad rotacional dada.

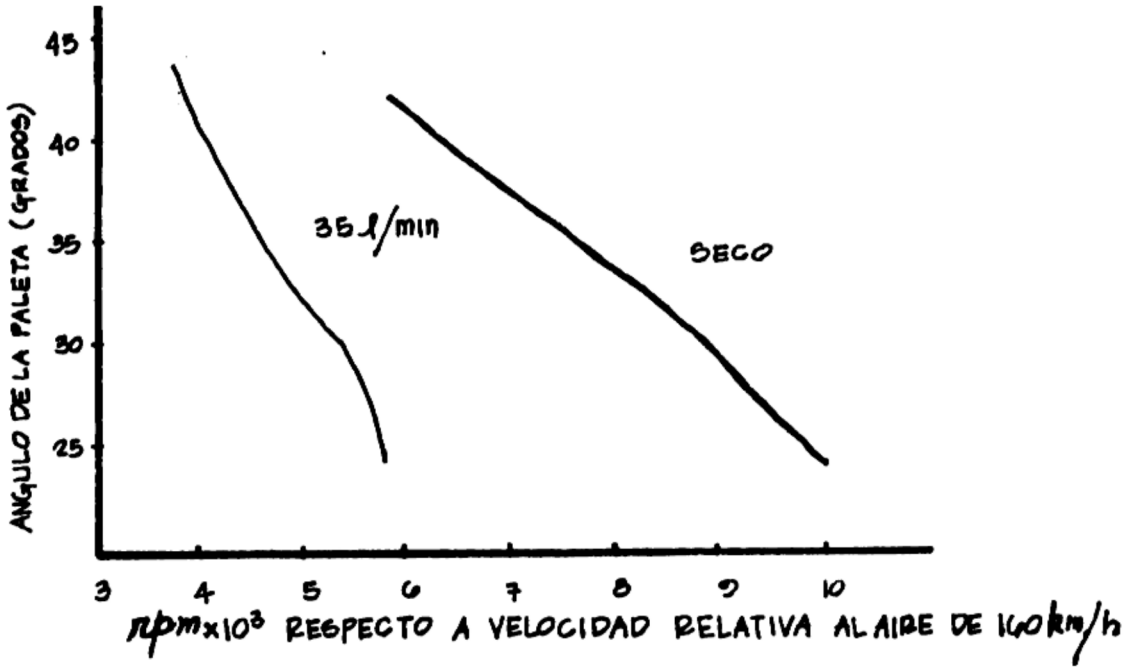
FIGURA 4. RELACION DEL TAMAÑO DE LAS GOTAS Y LA VELOCIDAD DE ROTACION EN ATOMIZADORES MICRONAIR .



Con este modelo de atomizador se obtienen gotas más grandes en tamaño que con el modelo "AU 3000" para la misma velocidad rotacional dada.

Tal como he mencionado el ángulo de posición de las paletas y la velocidad de flujo afectan la velocidad de rotación, esto se ilustra en la figura 5.

FIGURA 5. RELACION ENTRE ANGULO , FLUJO Y VELOCIDAD DE ROTACION EN ATOMIZADOR MICRONAIR AU 3000

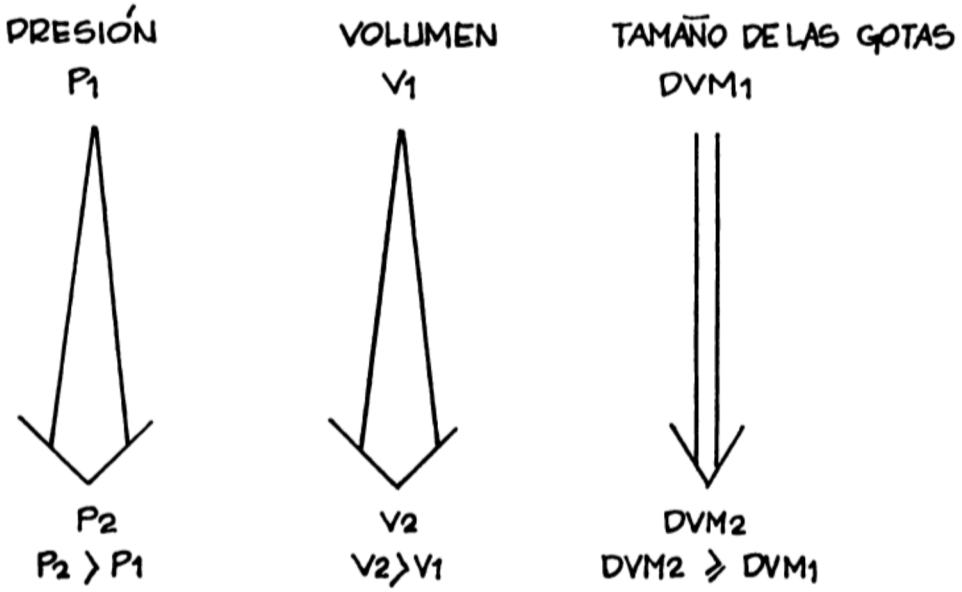


Observamos que la velocidad más rápida se logra colocando las paletas en ángulo de 25º y la menor en ángulo de 45º. Si se quieren obtener velocidades menores, esto se logra aumentando el valor del ángulo de ajuste de las paletas. En el modelo "Micronair" no existen marcas de referencia para el ajuste del ángulo. Reducciones dramáticas en la velocidad se observan al cambiar los flujos desde 0 a 35 l/min.

Efecto de la Presión:

La figura 6, ilustra el hecho de que al aumentar la presión en las boquillas hidráulicas se obtienen mayores velocidades de flujo; sin embargo, teóricamente con velocidades de flujo mayor se obtienen velocidades rotacionales menores y por consiguiente gotas de mayor tamaño, pero en la práctica dado el tamaño tan fino que se maneja, esto no es observado.

FIGURA 6. EFECTO DE LA PRESION EN BOQUILLA HIDRAULICA



Ajuste de Volumen:

La mejor regulación de la velocidad de flujo es utilizando placas restrictoras ajustables. Los modelos "Micronair" tienen estas placas conocidas como Unidad Restrictora Variable (URV). Estas placas tienen una serie de tamaños diferentes de orificios en un disco, el cual rota para seleccionar el tamaño requerido.

Los atomizadores rotatorios generalmente brindan un amplio espectro de gotas y son muy buenos produciendo gotas de tamaño pequeño a muy fino. Otra ventaja de estos modelos es que no sufren obstrucción, inclusive, utilizando velocidades de flujo muy bajas.

Los modelos "Micronair" son en la actualidad la mejor herramienta para las aplicaciones aéreas de plaguicidas a volumenes ultra bajos (VUB=UBV).

Se obtienen muy buenos resultados en aplicaciones con velocidades de flujos aproximados desde 0,1 hasta 30 1/ha.

LITERATURA CONSULTADA

1. MICRONAIR AERIAL LTD. Micronair AU 3000 Handbook.

2. SPRAYING SYSTEMS COMPANY. Teejet Spray Manual Catalogue.

COMO VERIFICAR LA COBERTURA DE UNA ASPERSION AEREA *

John Tobutt, Ing. **

INTRODUCCION

Existen muchos factores que pueden influir en la cobertura de una aspersión de plaguicidas. Es muy útil conocer la capacidad de cobertura de una aspersión bajo diferentes condiciones como son:

a. En la pista de aterrizaje y
b. en el cultivo que sirve de blanco a la aspersión.

En ambos casos se requieren tarjetas indicadoras para medir la efectividad, por lo que discutiremos en esta sección algunas sugerencias respecto a estos indicadores.

Tarjetas Indicadoras

Generalmente son papeles a los cuales se les ha impregnado una cara con una sustancia reactiva.
De ellos tenemos los siguientes:

a. Papeles sensibles al agua - CIBA GEIGY
b. Papeles o placas con una cara brillosa que reciben una solución de colorante, colocada en el tanque de la aeronave y
c. Papeles sensibles a soluciones aceitosas para aspersiones a base de aceite como es el caso de aplicaciones a ultra bajo volumen (UBV=VUB)

Debe tenerse en cuenta que estas tarjetas de papel son sólo indicadores y de ninguna manera son capaces de colectar las pequeñas gotas con total eficacia.

---

* Traducido al Español del original en Inglés por M.Sc. Leonardo LaMoth.

** Ing. Agr. Grupo de Aplicación de Productos. ICI Agrochemicals, Inglaterra.

La calibración de las pequeñas gotas del líquido asperjado es muy difícil y tediosa de determinar utilizando este método de captura de gotas.

Antes de empezar es necesario conocer el "factor de propagación de la cobertura". Por ejemplo una microfogota de 100 um puede dejar en el papel una marca correspondiente a una de 130 um. Para aumentar la confusión, "el factor de propagación de la cobertura" generalmente cambia con el tamaño de la gota, así, a mayor tamaño de gota, aparente mayor cobertura.

La superficie del papel puede influir en la determinación de la cobertura por la que se recomienda el uso de papel con superficie brillosa para la determinación de este factor. Lo más importante es lograr una apreciación visual correcta acerca de la efectividad o no de la cobertura.

Cuando se prueban estos indicadores en la pista de aterrizaje, los papeles sensibles deben colocarse en ángulo recto a la dirección del viento. Las tiras deben estar colocadas sobre un material que les impida todo tipo de movimiento y deben estar separadas un metro entre sí cubriendo todo el ancho de la pasada. Las tiras deben cubrir de 1 1/2 a 2 veces la distancia del ancho de pasada; ejemplo: Si se estima un ancho de pasada de 16 metros, se requiere colocar de 24 a 32 tiras sensibles espaciadas un metro entre cada una a través del ancho estimado.

Resulta ventajoso colocar 2 ó 3 tiras sensibles en línea paralela en distancia aproximada de 10 metros de la línea inicial para poder diferenciar entre efectos característicos o transitorios en la aplicación.

Volando la aeronave en la dirección del viento, se lleva a efecto la aplicñación de la aspersión sobre las tiras sensibles, luego se realiza una estimación del ancho de pasada y del % de recubrimiento obtenido, utilizando como medida, un cuadrado de un cm por lado y se cuenta dentro de él el número de gotas. Esto nos dará el número de gotas/cm^2

En las mediciones a realizarse dentro del cultivo, las tiras pueden fijarse en hojas apropiadas o a otras partes del cultivo donde se requiere que la aspersión llegue.

Es conveniente asperjar completamente toda el área bajo examen antes que realizar una evaluación final ya que frecuentemente los anchos de pasadas adyacentes contribuyen a mejorar la deposición.

Nota de precaución: en un experimento en el cual se utilizó un insecticida se logró que la aspersión tuviera un buen recubrimiento pero tuvo resultados biológicos pobres; sin embargo, en aquellos sitios donde hubo recubrimiento muy defectuoso según las tiras sensibles, el control sobre los organismos bióticos fué excelente; la razón de lo ocurrido es que las gotas pequeñas dan un buen control sobre los bióticos específicos pero estas o no se depositan sobre las tiras sensibles o no pueden ser observadas sobre el papel.

TALLER DE CALIBRACION.

1. Velocidad de la aeronave.

   Tiempos para el recorrido de 1 km.

   13 s a favor del viento
   18 s en contra del viento
   31 s; $\bar{x}$ = 15,5 s

- La distancia en km, recorrida en 1 minuto (60 s) es la siguiente:

$$\frac{60 \text{ s/min}}{15,5 \text{ s}} = 3,87 \text{ km/min}$$

- La velocidad calculada en km/h es la siguiente:

  3,87 km/h x 60 min/h = 232 km/h (232 km/h/1,6 mph = 145 mph)

OBSERVACION: La aeronave utilizada para la práctica, por su diseño, no puede recorrer esta velocidad, por lo que deduzco que los valores calculados para la distancia (km) o el tiempo (s) son incorrectos.

Este tipo de avión, generalmente desarrolla una velocidad de 150-160 km/h (95-100 mph) aproximadamente 2,6 km/min, o sea un promedio de 23 s para recorrer 1 km.

2. Volumen descargado en un minuto:

   a. Es necesario llenar el tanque de la aeronave con agua para conocer su capacidad; por ejemplo 120 galones.

b. Escogidas las boquillas, instaladas correctamente y calibradas, debe realizarse un vuelo para descargar parte del volumen contenido en el tanque del avión a una presión escogida en un tiempo determinado, por ejemplo, 1 minuto.

c. El avión realizará vuelos en la distancia escogida y a una altura determinada, luego aterriza. Se anota el volumen residual en el tanque; dicha lectura debe ser lo más exacta posible, si es necesario utilice un metro para determinar el volumen cuando el nivel está entre dos marcas. Una alternativa al uso del metro es medir el volumen de agua que se necesita añadir para llegar a la marca inmediatamente superior.

NOTAS:

1. Un estimado cercano a 5 galones no es medida aceptable.
2. Mediciones durante el vuelo no son confiables.
3. Cuando se utilice boquillas D_6-45 a presión de 45 libras por pulgada cuadrada y colocadas 62 unidades en el aguilón el volumen de salida esperado en un minuto será:

   62 u. x 0.,62 gls/min = 38,.44 gls/min (145 1/min);

   La velocidad de salida de líquido en boquillas D_6-45 a 45 lbs/pulg^2 es de 0,62 gls/min (2,35 1/min)

3. Determinación del ancho de la pasada;

Se colocan una serie de tiras sensibles al agua, espaciándolas 1 m entre cada una sobre línea que se encuentre en un ángulo recto ($\measuredangle$ 90º), respecto a la dirección del viento.

El avión asperjará las tiras, volando directamente en la dirección del viento utilizando posición central respecto a la línea donde se colocaron las tiras indicadoras. En el primer vuelo, con boquillas D_6-45 a 45lbs/pulg^2 y ángulo vertical (180º), el ancho de pasada era de 15 m. Al segundo pase con boquilla D_8-56 colocada directamente hacia atrás, el viento cambió de dirección, tal como se pudo observar en las marcas a el ángulo esperado en el papel sensible. Bajo esta situación, no es posible emitir juicio sobre el ancho de pasada.

4. Calibración:

4.1 Utilizando los valores obtenidos, tenemos que:

4.4.1 Velocidad de vuelo:

1 km en 15,5 s (3,87 km/min)

4.4.2 ancho de pasada: 15 m, estimado de la lectura de las tarjetas indicadoras.

4.4.3 Volumen aplicado:

Volumen inicial:	120 galones (gls)
Volumen final:	90 galones
Volumen usado:	30 gls

4.4.4 Area aplicada en 1 min: Area (A)/min:

A/min = 3,87 km/min x 1000 m/km (velocidad) x 15 m (ancho de pasada)

A/min = 58050 m^2/min

$$ha/min = \frac{58050\ m^2/min}{10{,}000\ m^2/ha} = 5{,}81\ ha/min$$

4.4.5 Volumen aplicado en 1 min:

Se aplicó un volumen de 30 gls/min; por lo tanto el volumen por hectárea será:

$$\frac{30\ gls/min}{5{,}81\ ha/min} = 5{,}17\ gls/ha\ (19{,}5\ l/ha)$$

4.2.Utilizando valores más reales, tendremos lo siguiente:

4.2.1 Velocidad del avión: 1 km en 23 s (2,61 km/min)

4.2.2 Ancho de pasada; 15 m, estimado de las tarjetas indicadoras

4.2.3. Volumen aplicado:

Volumen inicial:	120 gls
Volumen final	81 gls
Volumen usado	39 gls

4.2.4 Area aplicada en 1 min: A/min

$$A/min = 2,61 \text{ km/min} \times 10^3 \text{ m/km} \times 15 \text{ m} =$$

$$39130 \text{ m}^2/\text{min}$$

$$ha/min = \frac{39130 \text{ m}^2/\text{min}}{10000 \text{ m}^2/\text{ha}} = 3,913 \text{ ha/min}$$

4.2.5 Volumen aplicado en 1 min:

El volumen utilizado fué de 39 gls/min, así el volumen/ha será de,

$$\frac{39 \text{ gls/min}}{3,913 \text{ ha/min}} = 9\text{m}97 \text{ gls/ha (37,7 l/ha)}$$

Esta diferencia entre los dos valores calculados, ilustra claramente la necesidad de realizar y verificar cuidadosamente las mediciones de las velocidades de la aeronave y volumenes aplicados: Si los cálculos de calibración dan diferencias amplias, mayores a 15%, como sucedió en esta práctica, será necesario repetirla para localizar y corregir el error.

LITERATURA CONSULTADA

1. AKESSON, N.B. y W.W. YATES. 1974. The Use of Aircraft in Agriculture. FAO. Italy.

2. IAAC. 1978. Handbook for agricultural Pilots. 3a edition. England.

CALIBRACION DE EQUIPOS PARA APLICACION AEREA

Juan De Valdenebro, Ing. *

INTRODUCCION

La mala utilización de los equipos de aspersión terrestre y aérea en el control de plagas, malezas y enfermedades, es muchas veces la razón de la pérdida de utilidades y cosechas que afectan gravemente la economía agrícola, no solamente latinoamericana, sino mundial.

Esta mala utilización, no radica solamente en la escogencia del equipo, muchas veces equivocado, sino, en la subutilización del equipo correcto y aunque la no calibración de estos, es muchas veces la razón de esta subutilización, no es necesariamente la única.

Calibrar un equipo podría consistir en poder regular la cantidad y forma de descarga de cualquier insumo agrícola para que su efecto en el cultivo sea el esperado a un costo razonable.

Como no es posible ahora revisar todos los conceptos de física que este tipo de calibraciones conlleva, digamos solamente que es necesario tener equipo como tacómetros especiales para micronairs (equipo especial para aplicaciones a bajo y ul trabajo volumen), flujómetros, que estén en capacidad de medir la descarga efectuada por el equipo y de ser posible un equipo computarizado con mini-impresora, localizado en la cabina del avión con el fin de tener una vez efectuado el trabajo, el tiempo de aplicación y el flujo. Estos son los parámetros más importantes de la calibración. Al mismo tiempo que se efectúa esta observación, es necesario medir la cantidad de producto que se recobra y correlacionarlo con la cantidad necesaria para controlar la plaga, enfermedad o maleza.

---

* Ing. Agrónomo, Gerente de Servicios Técnicos (Bananos), Fermenta Plant Protection Co.

Son numerosas las ventajas que tiene la aplicación aérea, especialmente cuando se usa en el control de las enfermedades en bananos y plátanos, asperjando cualquier plaguicida o semillas en campos encharcados, muy extensos o de difícil acceso. Es indispensable entonces conocer los factores que pueden afectar estas aplicaciones y cómo los mismos alteran los resultados esperados. Algunos de estos factores son:

1. Condiciones climáticas adversas, tales como, vientos, inversión de temperatura, corrientes térmicas, lluvias y neblina.
2. Obstáculos, tales como, arboles en los linderos o entre la plantación, líneas de conducción de energía, torres,etc.
3. Desplazamiento de la mezcla o de las gotas por exceso de velocidad, demasiado viento, altura de aplicación o localización del equipo de boquillas con respecto al fuselaje o al tamaño de las alas de la aeronave.

Veamos a continuación algunas de las técnicas tendientes a reducir y/o a corregir definitivamente los efectos adversos de estos factores y cómo lograr entonces un buen control.

CALIBRACION:

Los principios básicos usados para la calibración de un equipo terrestre son los mismos que los utilizados para un avión. La fórmula sería:

$$\text{GALONES/HECTAREA (g.p.ha.)} = \frac{\text{GALONES/MINUTO (gls. p. min.)}}{\text{HECTAREAS/MINUTO (ha. p. min.)}}$$

Donde galones/minuto = flujo por boquilla por número de boquillas. El flujo por micronair a una presión dada es suministrada por la fábrica, sino se conoce este valor, es posible calcularlo colocando un recipiente para recoger la descarga de uno o varios equipos, una vez alcanzada la presión deseada en un tiempo conocido. Este proceso no mide solamente el flujo por cada boquilla sino también el comportamiento de este a lo largo del boom (soporte de las boquillas).

El flujo por boquilla de otra forma se podría calcular así:

$$\text{FLUJO POR BOQUILLA} = \frac{\text{VELOCIDAD X ANCHO DE LA FRANJA (m) X VOLUMEN (l/ha)}}{\text{CONSTANTE (K) \# DE BOQUILLAS ABIERTAS.}}$$

Valores de la constante:

Velocidad de vuelo en mph, K = 373
Velocidad de vuelo en km/h. K = 600
Velocidad de vuelo en nudos, K = 324

Una vez conocido el flujo, por tablas se puede conocer el tamaño de la boquilla necesaria.

El total del flujo por minuto así calculado para aspersiones aéreas deberá entonces ser comprobado ejecutando los siguientes pasos en el orden indicado:

1. Llenar el tanque con 100 L. de agua.
2. Volar a la velocidad de aplicación, abrir el sistema hasta que la presión se acabe, esto asegura que todo el sistema está cargado con agua.
3. Cargar otra vez el avión con el volumen de agua igual al obtenido al aplicar la fórmula.
4. Volando a la velocidad de aplicación, asperjar el agua y medir el tiempo hasta que la presión se acabe, cerrar inmediatamente el sistema.

Si el tiempo medido es de un minuto, todo está bien, Si es más del minuto, el flujo es bajo, se necesita abrir más la válvula (si ya está toda abierta es necesario cambiar por boquillas o restrictores más grandes); si es menos de un minuto, el flujo es muy grande, cerrar la válvula.

5. Volar otra vez pero con la mezcla.

El cálculo de hectáreas por minuto cubiertas por un avión sería entonces:

$$\text{HECTAREAS/MINUTO} = \frac{\text{ANCHO DE LA PASADA (SWATH) X m.p.h.}}{\text{T I E M P O}}$$

Para poder utilizar esta fórmula es necesario determinar primero el ancho de la pasada y la velocidad de vuelo sin que se cree turbulencia en la parte trasera del avión.

La velocidad se puede determinar tomando el promedio del tiempo utilizado por un avión en recorrer una distancia conocida en favor y en contra del viento.

El ancho de la pasada es casi siempre el mismo para aviones semejantes, está recomendado por el fabricante y determinado por el peso del equipo, el tipo de boom, la posición de este, la posición de los aspersores con relación al largo del

ala, al flujo de aire de suspensión sobre ésta, etc.

Para poder calibrar el ancho de pasada efectivo de un avión es necesario entonces usar papeles sensibles al agua o a una determinada sustancia química, colocados estos cada metro en una línea de 50 m. de largo; se volará en línea perpendicular a esta a la altura determinada o usualmente utilizada para aplicar.

Las mediciones deben hacerse en días calmados con vientos menores a las 5 m.p.h. y humedad relativa promedio para la zona. Cuando se ha pasado el avión se recogen los blancos utilizados, se juntan y se analizan, buscando visualmente la distribución del material asperjado, en las áreas con poca cobertura y se determinan entonces los ajustes necesarios. La contínua comprobación de este patrón es una de las claves para obtener la mejor cobertura, que es a la vez el criterio más importante en el control de las enfermedades, de las plagas y de las malezas.

La cobertura entonces es un factor determinado básicamente por parámetros como los siguientes:

1. Volumen
2. Altura de aplicación.
3. Patrón de aplicación (Swath).
4. Condiciones ambientales.

Después de calcular muy bien los volúmenes de producto que irán en la mezcla y efectuada la aplicación es necesario:

a. Medir el recobro de producto (ingrediente activo) en el blanco.
b. Saber que muchas mezclas en fase acuosa son susceptibles a pérdidas por evaporación.
c. Las gotas pequeñas no alcanzarán el blanco, convirtiéndose en partículas a la deriva. Esta deriva depende mucho de la altura de vuelo, del tamaño de la gota en relación con su velocidad terminal y de la velocidad del viento.

La altura de aplicación es tal vez, el concepto con que más se juega, por creer siempre que incrementando esta, se puede ampliar el patrón de aspersión, concepto erróneo. La mejor y más acertada será entonces la que está en relación con el largo del plano del avión utilizado.

Como ya se mencionó anteriormente, es necesario determinar la altura justa de vuelo, pues si ésta es mayor de lo recomendado se creará la deriva del producto y la evaporación.

Si el vuelo es muy bajo, dejará la aspersión en franjas sin poder cerrar los pases paralelos.
El patrón de aspersión o ancho de pasada, entonces estará determinado para los aviones de la misma forma que lo está para los equipos terrestres y está en relación muy directa con los siguientes elementos:

1. Boquillas o emisor de gotas.
2. Localización.
3. Velocidad de giro.
4. Presión.

La selección del productor de gotas se hace siempre basado en el hecho de que debe generar gotas de un tamaño tal que sean capaces de llegar al blanco, estar en un rango entre los 50 y 150 micras y el flujo a través de cada uno sea limpio e igual.

Su localización a lo largo del boom a diferencia de las aplicadoras terrestres está altamente afectado por la turbulencia del aire, la posibilidad de incurrir en un exceso de deriva y la desuniforme deposición de material a lo largo del ancho de pasada. Dos factores afectan este movimiento; el primero será el vórtice creado en las puntas de las alas y por la hélice y el segundo el movimiento hacia afuera del aire que fluye sobre las alas.

La velocidad de giro de estos emisores de gotas está determinada por el ángulo de las aletas y esto a la vez repercute directamente en el tamaño de las gotas, factor muy importante cuando se habla de deriva, de evaporación, de altura de pase, número de gotas y su volumen.

Cuando se trabaja con boquillas, la posición de estas con respecto al flujo del aire cuando el avión está en vuelo, hace variar el tamaño de las gotas. Paralelo al flujo se producirán gotas grandes y perpendicular al flujo gotas medianas, semi-contrario u oblicuo gotas muy finas y contrario totalmente, dejará adherida a la estructura.

La presión en cambio no se puede relacionar directamente con los conceptos emitidos anteriormente, la presión debe ser solamente la necesaria para lograr constantemente el flujo determinado de material de equipo emisor de gotas.

La presión siempre debe ser mínima y jamás será utilizada para incrementar el volumen para hacerlo sería necesario incrementar la presión al cuadrado, significa esto que si por ejemplo a 30 psi se produce 1 gpm, necesitaría 900 psi para producir 2 gpm.

En conclusión es bueno considerar siempre:

1. Tipo de ación, swath, vórtices, etc.
2. Boom, emisores de gotas, y localización.
3. Material a asperjar, volumen, viscosidad.
4. Gotas, tamaño, número, vida y volumen

El avión y el equipo debe ser siempre escogido de acuerdo a la operación que se efectuará, si se debe usar micronairs o boquillas, si estas deben ser de cono o abanico, si la aplicación va a ser de BV o de UBV, fertilizante o semillas, etc.

El momento óptimo para aplicar sería entonces muy temprano en la mañana o en la tarde con vientos menores a 5 mph, temperaturas no mayores a 28ºC y humedad relativa arriba del 80%.

Taller de Calibración:

Durante la práctica llevada a cabo en el campo aéreo de Felipillo, el proceso efectuado fué el siguiente:

1. Se voló el avión en contra y en favor del viento, sobre una distancia conocida (1 km.) Se tomaron los tiempos para cada caso, 13 y 18 segundos (s) respectivamente.
2. Se promedió este tiempo, dando como resultado 15,5 s .
3. Se calculó entonces la velocidad de la aeronave así:

$$\text{VELOCIDAD AVION} = \frac{60 \text{ s/min.} \times 1 \text{ km.}}{15{,}5 \text{ s}} = 3{,}87 \text{ km/min}$$

4. Determinar el ancho de pasada (swath) poniendo en el piso tarjetas sensibles al agua o anilina el el tanque del avión, se determinó un ancho de pase de 20 m aproximadamente, entonces:

$$20 \text{ m (ancho)} \times 3870 \text{ m (largo)} = 77400 \text{ m}$$

5. Determinar el número de hectáreas (ha)

$$\frac{77400}{10000 \text{ m/ha}} = 7{,}7 \text{ ha}$$

6. Se vuela el avión con un volumen conocido de mezcla o agua, en un tiempo conocido.

$$1 \text{ min} = 30 \text{ galones (gls)}$$

7. Determinar el número de galones a aplicar por hectárea, así:

$$\frac{30 \text{ gls}}{7,7 \text{ ha}} = 3,89 \text{ gls/ha}$$

8. Se cambiaron los cores (difusores) y los primero buscando gotas finas, luego se cambiaron otra vez poniendo cores más grandes y boquillas a favor del viento y a muy baja presión; resultando gotas muy grandes, pobre cobertura y ancho de pasada menos amplio.

CONCLUSION:

CORRECTA		PILOTO			APLICADOR
	x		=	= GANANCIAS	
CALIBRACION		EXPERIENCIA	APLICACION EFICIENTE		AGRICULTOR

LITERATURA CONSULTADA

1. ASAE. 1977. Calibration and Distribution Pattern Testing of Agricultural Aircraft. Nº S386T. USA.

2. FAA. 1965. Agriculture Aircraft Operations. CA-137.1 USA

3 SHANKLAND, D.L. y J. TUCKER. 1980. Aerial Aplication of Pesticide Sprays. Tec. bull. 104. MDAC. USA.

EL PROBLEMA DE LAS PISTAS DE ATERRIZAJE PARA LAS ASPERSIONES AGRICOLAS

Miguel von Seidlitz, Cap.*

INTRODUCCION

No queremos caer en el terreno de las fechas históricas porque pudiéramos incurrir en error, pero de lo que si estamos seguros es que a excepción de la empresa bananera que opera tanto en el sector Pacífico en la pista de Puerto Armuelles como en el Atlántico en Changuinola, la fumigación agrícola a pesar que es de corta edad, ha tenido un desenvolvimiento vertiginoso al punto que hemos tenido que hacer un alto para analizar algunos aspectos importantes como lo es la salud y la ecología, razón por la cual las distintas autoridades gubernamentales involucradas en las consecuencias de esta actividad nos vemos en la obligación de reunirnos con los productores, empresarios, trabajadores, ingenieros agrónomos y pilotos aviadores dedicados a estos menesteres con los resultados positivos que se producen cuando la gente se sienta a dialogar, para resolver un asunto.

APLICACION AEREA AGRICOLA

La fumigación aérea se ha desenvuelto primeramente en forma significativa en las áreas bananeras y tanto en el Atlántico como en el Pacífico han usado los aeropuertos de Changuinola y Puerto Armuelles, ambos para el servicio de pasajeros, correo, carga y se han construído otras pistas dentro de las propias fincas de cultivo del guineo, con el fin de abaratar costos.

---

* Piloto, DAC, Panamá.

Con la aplicación de las aspersiones a las siembras de arroz y a la caña de azúcar, la actividad se incrementó sobre todo en las provincias de Chiriquí, Veraguas, Herrera, Los Santos, Coclé y Panamá, utilizando los aeropuertos designados como terminales aéreos, lo que ha causado las consiguientes quejas de los moradores aledaños a ellos. Algunas empresas han procedido a la construcción de sus propios campos de aterrizaje para lo que deben llenar unos requisitos mínimos que establecen las leyes a fin de que los mismos puedan ser reconocidos por la Dirección de Aeronáutica Civil de tal forma que reciban su clasificación oficial que determina su uso y a la vez queda publicado en los Servicios de Información Aeronáutica de la República de Panamá (AIP) que entre las ventajas que ofrece es que en caso de percance ocurrido en la pista las empresas aseguradoras de esa aeronave, atendería el reclamo con prontitud por ser una pista autorizada.

Aunque la acción gubernamental se enfila en proteger la producción agrícola, desafortunadamente en el campo de la aeronáutica, no se puede emprender una campaña para construcción de campos de aterrizajes para las labores por la multiplicidad de sectores agrícolas de fumigación aérea, porque sería demasiado costoso, excepto como en el cultivo de la caña, que por su característica, infraestructura, terrenos propios y posición geográfica se construyeron.

Actualmente en la fumigación de arroz las empresas aéreas, sabemos que vienen confrontando graves problemas por la falta de pistas de aterrizaje y algunas que se desplazan de una provincia a otra les resulta en ocasiones difícil establecer sus bases cerca de los lugares de labor y no sería rentable para ellos ni para los productores construir sus propias pistas ya que en el mayor de los casos los terrenos son alquilados, y el que tiene terreno propio con pistas solo permite que allí aterricen las aeronaves que le trabajan sus siembras.

Por otra parte, el cultivo de arroz, es el que más ocasiona una actividad nómada de las empresas de aspersiones aéreas, la inversión en pistas de aterrizaje que tuvieran que hacer afectarían los costos de operación que encarecerían uno de los productos básicos de la alimentación panameña.

PISTAS AUTORIZADAS:

Aparte de los seis (6) aeropuertos que sirven como terminales de entrada y salida internacional existen otras ciento diez (110) pistas a las que la Dirección de Aeronáutica Civil debe prestar atención a través de sus inspectores y otras dependencias oficiales y algunos de ellos sirven a la aplicación

aérea de agroquímicos.

La probable solución podría ser que en regiones arroceras productores vecinos, se pusieran de acuerdo para que en uno de los terrenos que fuera equidistante a otros, acordaran la construcción de la pista y que su costo fuera compartido con los que desearan utilizarla.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL SEMINARIO-TALLER DE APLICACION AEREA DE AGROQUIMICOS

Al cierre del seminario se realizó una mesa redonda en la que se discutieron algunos problemas prioritarios en la aplicación aérea de agroquímicos en el país.

Las conclusiones y recomendaciones que se derivaron de esta reunión fueron las siguientes:

1. Se determinó la necesidad de implementar medidas de control (productores, técnicos y pilotos) en el uso de plaguicidas para disminuir sus efectos y riesgos en la contaminación del medio ambiente y del ser humano

2. Establecer un reglamento de la actividad que permita que los sectores involucrados conozcan las normas a seguir.

3. Establecer la educación nacional continuada y obligatoria para la formación de pilotos agrícolas entre la DAC y el MIDA.

4. Crearse sectorizaciones de zonas productoras agrícolas para disminuir la contaminación a cultivos susceptibles.

5. Toda empresa de servicio aéreo agrícola debe contar con aeródromo agrícola y suscribir contrato de servicio con el productor.

6. El derrame y la dispersión de plaguicidas fuera de áreas a tratar debe prohibirse.

7. Los pilotos agrícolas no deben recomendar la aplicación de productos comerciales para el control químico de los cultivos.

8. El uso preventivo de los agentes químicos debe ser sustituído por criterios de uso basados en la inspección de los cultivos y la aplicación en estos del manejo agrícola integrado .

9. Las empresas de servicio aéreo y los productores deben comprometerse a no usar productos prohibidos y en el caso de productos restringidos aplicarlos bajo la supervisión de personal idóneo.

10. Para todas las aplicaciones debe llevarse un registro de uso que incluya: áreas de aplicación, obstáculos, zonas críticas (poblados, cursos de agua, cultivos susceptibles), tipo de ataque, tratamiento sugerido, producto comercial

utilizado, dosis/ha, preparación de mezclas, volumen/ha, distancia del cultivo a la pista, velocidad y orientación del viento, temperatura ambiental, % de h.r.,vuelos a realizar y otros.