

Guías sobre

**BUENAS PRÁCTICAS PARA LA APLICACIÓN
AÉREA DE PLAGUICIDAS**



GUÍAS SOBRE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA APLICACIÓN AÉREA DE PLAGUICIDAS



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN

Roma 2001

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos de la guía	2
1.2 Adiestramiento para pilotos y personal terrestre de apoyo	3
1.3 Selección del equipo de aspersión	6
1.4 Uso correcto de los plaguicidas	6
1.5 Manejo de la exposición del operario	7
2. EL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES	7
2.1 Alternativas para el uso de los plaguicidas	8
2.2 Consideraciones de riesgo / beneficio	8
2.3 Selección de productos	9
2.4 Información de la etiqueta	9
2.5 Mezcla en el tanque	11
3. ASPECTOS DE SEGURIDAD	12
3.1 Inspección de la salud del operario	12
3.2 Transporte y almacenamiento del producto	12
3.3 Manipulación del producto	14
3.4 Manejo del contenedor de productos químicos	14
3.5 Procedimientos en caso de accidentes	15
3.6 Protección personal	15

4. APLICACIÓN	17
4.1 Antes de la aplicación	17
4.1.1. Equipo de aspersión	
4.1.2. Facilidad de servicio del equipo	
4.1.3. Revisiones de control y ajuste	
4.1.4. Calibración de la aspersión convencional	
4.1.5. Calibración de la aspersión UBV	
4.1.6. Llenado del tanque	
4.1.7. Advertencias previas	
4.2 Aplicación en el campo	24
4.2.1. Reconocimiento del campo	
4.2.2. Consideraciones meteorológicas	
4.2.3. Tiempos del tratamiento	
4.2.4. Operación en la pista de aterrizaje	
4.2.5. Operación en el campo	
4.2.6. Ajustes del aspersor en el campo	
4.2.7. Manipulación de productos químicos	
4.2.8. Manipulación del contenedor de productos químicos	
4.2.9. Advertencias después del tratamiento	
4.3 Después de la aplicación	31
4.3.1. Limpieza (“descontaminación”) del equipo y del EPP	
4.3.2. Descarte del sobrante de la aspersión	
4.3.3. Descarte de los recipientes vacíos de productos químicos	
4.3.4. Mantenimiento y reparación del equipo	
4.3.5. Almacenamiento del equipo	
4.3.6. Almacenamiento de plaguicidas	

5. REGISTROS	35
5.1 Registros de la aspersión en el campo	36
5.2 Reparación y mantenimiento del equipo	37
5.3 Inspección de la salud del operario	37
5.4 Equipo de protección personal	38
5.5 Contactos locales de emergencia	38
6. ANEXOS	39
6.1 Referencias	39
6.2 Contactos de emergencia locales	40

AGRADECIMIENTO

Estas guías fueron preparadas por Alan Leavers, Hereford, Reino Unido. Se agradece a la valiosa información y los comentarios de expertos internacionales tanto del sector público como del privado.

ANTECEDENTES

Desde 1995, la Subdirección de Ingeniería Agrícola de la FAO ha trabajado para mejorar tanto la seguridad como la eficiencia de los plaguicidas, dentro de sistemas de agricultura sostenible y manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE). Esto se inició con la publicación de las guías para ayudar a los estados miembros a controlar la calidad de la mayoría de los tipos de equipos de aplicación más comúnmente usados. Las primeras versiones de las guías de la FAO sobre equipos de aplicación de plaguicidas fueron aprobadas para su publicación en mayo de 1997 por el Panel de Expertos de la FAO sobre Especificaciones de Plaguicidas, los Requisitos de Registro, los Estándares de Aplicación y el Consentimiento Previamente Informado, así como el Panel de Expertos de la FAO sobre Ingeniería Agrícola

En 2001 la Subdirección de Ingeniería Agrícola de la FAO produjo una nueva serie guías, revisadas y ampliadas, las cuales se relacionan con equipos de aplicación. Las guías en el presente documento describen la aplicación de plaguicidas con el uso de aviones para la aspersión aérea: una guía similar describe el uso de aspersores para cultivos comerciales, forestales y hortícolas.

Guías sobre buenas prácticas para la aplicación aérea de plaguicidas.

Estas guías han sido preparadas para ofrecer ayuda práctica y orientación para todos aquellos relacionados en el uso de plaguicidas para la producción de alimento y fibra, lo mismo que en programas de salud pública. Ellas describen las principales técnicas de aplicación tanto terrestre como aérea.

La serie consiste de las siguientes guías:

Guías sobre los requisitos mínimos para equipos de aplicación de plaguicidas agrícolas;

Un importante objetivo de estas guías es ayudar a la FAO y otras agencias para asegurar que los aspersores que se compran sean seguros para los usuarios, para el medio ambiente y que a la vez sean eficientes y durables cuando se operen. Aun los modelos más baratos de aspersores deberían cumplir los estándares mínimos de seguridad y durabilidad.

Ellas tienen en cuenta los equipos que ya están en el mercado, muchos de los cuales ya cumplen los requisitos. Por lo tanto, el principal objetivo es que los países miembros deberían adoptar estas guías inmediatamente, para empezar a eliminar de los mercados nacionales y finalmente de la escena internacional los aspersores inseguros y los que estén por debajo de los estándares.

Guías sobre los estándares para los aspersores de plaguicidas agrícolas y procedimientos de pruebas relacionadas;

Estas guías son más exigentes que las de los requisitos mínimos y proporcionan blancos más precisos para los equipos aspersores. Ellas constan de especificaciones pormenorizadas y requisitos detallados, apoyados por procedimientos de pruebas para medir el cumplimiento de los estándares propuestos. Las guías cubren los tipos principales de aspersores de plaguicidas agrícolas, bien sea portátiles (cargados por el operario), los montados en vehículo y arrastrados, los fabricados los países o suministrados a los países miembros de la FAO.

Guías sobre los procedimientos para el registro, certificación y prueba de nuevos equipos para la aplicación de plaguicidas;

Estas guías describen una forma más avanzada por medio de la cual los gobiernos pueden influir sobre la seguridad de los equipos para la aplicación de plaguicidas, al controlar la calidad de los mismos, tanto en los fabricados en el país como en los importados. Al incorporarlas a la legislación nacional, como un requisito para los fabricantes e

importadores para declarar que el equipo de aplicación cumple los estándares de seguridad y durabilidad, debería ser posible reducir gradualmente y finalmente eliminar del mercado el equipo que esté por debajo de los estándares.

Guías sobre la organización de esquemas para la prueba y la certificación de los aspersores de plaguicidas agrícolas que están en uso.

Esta publicación describe la prueba y certificación de los aspersores que en la actualidad aplican plaguicidas en fincas comerciales. Ellas se concentran en una necesidad urgente en muchos países para asegurar que en donde se usen plaguicidas para la producción de cultivos ellos se apliquen por medio de equipos que sean seguros y completamente funcionales. El tema se aplica tanto a los equipos para cultivos grandes comerciales como a los cargados por el operario.

Guías sobre la organización y operación de esquemas de adiestramiento y procedimientos para operarios de equipos de aplicación de plaguicidas.

Estas guías consideran el adiestramiento, la prueba y la certificación de las personas que realmente operan los equipos de aplicación de plaguicidas. Aún los aspersores mejor diseñados y bien mantenidos pueden hacer daños incommensurables en manos de un operario inexperto y por esta razón no debería subestimarse la importancia de estas guías.

INTRODUCCIÓN

Cuando se usa un pesticida aprobado el propósito es distribuir la dosis correcta hacia un objetivo definido, con un mínimo de desperdicio y usando el equipo de aspersión más apropiado. Una distribución aceptable de rociado es relativamente fácil de lograr con la mayoría de la aspersión directa con base en el terreno, pero con aviones de ala rotatoria y fija se presentan problemas más complejos. El propósito de esta guía es identificar algunos de los problemas y sugerir medios de afrontarlos. Aunque el número de aviones licenciados para aspersión aérea ha decrecido recientemente, en donde hay que tratar rápidamente grandes áreas uniformes, la aplicación aérea se considera que es más eficiente en el combustible que el rociado en el campo. Los aviones se usan para aplicar materiales tanto líquidos como sólidos lo mismo que para plantar semillas al voleo cuando las condiciones del suelo prohíben el uso de equipo terrestre.

Siempre deben observarse las regulaciones y las leyes nacionales relacionadas con la aspersión aérea.

Estas guías han sido preparadas para ofrecer ayuda práctica a todos aquellos que tienen que ver con la aplicación de plaguicidas por aire para la producción de alimento y fibra e igualmente para el control de vectores en programas de salud pública. El potencial para alta productividad y uso seguro de los aviones puede solamente lograrse cuando la operación de rociado está bien organizada y la gente relacionada con este proceso está plenamente entrenada y consciente de sus responsabilidades.

La aspersión aérea puede usarse para tratar grandes áreas rápidamente y, a diferencia de la aspersión terrestre, puede llevarse a cabo cuando las condiciones del campo impiden el acceso de vehículos con ruedas, lo que posibilita que se mejoren los tiempos de aspersión de muchos tratamientos y que se reduzca la compactación del suelo. Hay, sin embargo, ciertas desventajas asociadas con la aspersión aérea. La alta velocidad del viento

y la inversión de temperaturas pueden limitar la aplicación de los tratamientos, mientras que los árboles, las vías de agua, las consideraciones ambientales y las líneas eléctricas aéreas pueden impedir que puedan tratarse algunos campos. El depósito preciso en copas de árboles densas también puede ser más difícil de lograr con aviones. La volatilidad y la deriva de la aspersión pueden ser un problema con la aspersión aérea y la contaminación ambiental puede ser significativa si el rociado se ejecuta en forma incorrecta.

En donde están vigentes los códigos de prácticas para el uso y la aplicación de plaguicidas y las regulaciones de la Aviación Civil (AC) Local, estas guías se ofrecen como una ayuda adicional. La importancia de referirse a la legislación existente no puede ser sobre estimada ya que la falla de cumplir puede tener implicaciones legales si resulta una queja sobre el producto o se presenta un incidente de contaminación fuera del objetivo.

1.1 Objetivos de la guía

Estas guías han sido elaboradas para describir tanto las aplicaciones diluidas acuosas convencionales como las formulaciones de ultra bajo volumen. Ellas dan información y consejos sobre prácticas seguras.

Las consideraciones siguientes deben tenerse en cuenta para una operación de aspersión aérea adecuada:

- a) Cooperación estrecha entre cultivador, contratista de aspersión y el piloto.
- b) Planeación previa adecuada antes de rociar.
- c) Conocimiento y entendimiento de las consideraciones ambientales locales.
- d) Consideración de la seguridad de la gente, los animales y los cultivos no objetivos.
- e) Selección precisa de los productos aprobados.

- f) Uso de tecnología de rociado apropiada y equipo bien mantenido.
- g) Administración bien entrenada, competente y personal de apoyo.
- h) Conocimiento del piloto.

1.2 Adiestramiento para pilotos y personal terrestre de apoyo

El cumplimiento de los requisitos legales debe ser el punto de partida para todos aquellos que estén comprometidos en aplicaciones con aspersión aérea. Se requiere adiestramiento para el personal terrestre de apoyo lo mismo que para el piloto. La Autoridad de Aviación Civil Local normalmente administrará la licencia de vuelo del piloto y el permiso para aplicar los plaguicidas; no obstante, se requiere, por lo general, adiestramiento adicional en las técnicas de rociado para calificar para el trabajo agrícola. Mientras que la licencia de un piloto privado por lo general puede obtenerse localmente, el entrenamiento para el trabajo agrícola puede tener que llevarse a cabo en otros lugares y en un centro reconocido

Un piloto debe probar su competencia en el uso de plaguicidas en relación con:

- a) La conveniencia del pesticida y la formulación
- b) La dosis correcta, la técnica de aplicación y los procedimientos
- c) El conocimiento de los riesgos asociados con el uso del producto
- d) Procedimientos de primeros auxilios en el caso de un accidente

En algunos países los contratistas de aspersión trabajan de acuerdo con las reglas de la compañía, las cuales se examinan regularmente y se actualizan por la aviación civil y / u otras autoridades que otorgan licencias de operarios y registran aviones individuales de rociado como listos para volar y que cumplen con las especificaciones de la operación de aspersión.

El personal de soporte terrestre (mezcladores, cargadores y de señales) debe ser adecuadamente adiestrado para asegurar que los trabajadores estén totalmente protegidos y que la operación de aspersión sea tan segura como lo permitan las posibilidades. Las operaciones con base en tierra cubren dos operaciones distintas:

- a) Mezcladores y cargadores
- b) Personal de campo y de señales

a) Los mezcladores y cargadores

Este personal debe estar completamente familiarizado con los procedimientos de la compañía, los manuales de operación y las prácticas para que los productos se mezclen en forma segura y se carguen en la tolva del avión en las cantidades correctas y a las diluciones recomendadas.

La protección de los mezcladores y cargadores es una alta prioridad ya que el potencial de exposición es alto cuando se manipulan plaguicidas concentrados. En donde despegan muchos aviones de cada pista de aterrizaje los resultados de exposición de las cuadrillas terrestres en períodos extendidos son un riesgo creciente. Deberían usarse los controles de ingeniería tales como los instrumentos de transferencia cerrada de productos químicos, los recipientes reemplazables y los paquetes de dosis de productos químicos previamente medidas, para reducir el riesgo del personal de tierra.

Por lo tanto, el entrenamiento debe cubrir el uso correcto y seguro de la cargada de productos químicos, de sistemas de transferencia y del uso de equipo de protección personal (EPP).

b) Personal de campo y de señales

Los integrantes del personal de campo son responsables de cumplir los requisitos legales para la seguridad de la operación, lo mismo que la distribución de advertencias a los posibles afectados por la operación de rociado, tales como los apicultores locales y los que están en terrenos

adyacentes a los que se va a tratar. Antes de rociar, el personal de campo visitará el sitio que se va a asperjar, anotando obstáculos tales como árboles, líneas de energía eléctrica aéreas, vías de agua, carreteras y casas sobre las cuales se vaya a volar durante la aplicación. Frecuentemente, un requisito adicional del personal terrestre es el de actuar como enlace entre el contratista de rociado y los miembros del público general.

El uso del Satélite de Posicionamiento Global (SPG) para la navegación aérea se recomienda, fuertemente, como una alternativa más segura que el uso de personal de señales; sin embargo en donde se utiliza personal de señales ellos deberían ser:

- capaces de seleccionar y usar equipo apropiado de protección personal;
- conscientes de la necesidad de evitar contaminación al trabajar contra el viento desde la **ruta** de vuelo;
- conscientes de que los registros de plaguicidas que se usan durante el día deben estar fácilmente disponibles (por ejemplo, para usarlos en casos de contaminación del trabajador o de su familia);
- capaz de comunicarse con el piloto y el personal en la zona de carga en el caso de un cambio en el tiempo que pueda afectar la operación de rociado. Nota: las condiciones meteorológicas en la pista de aterrizaje pueden ser muy diferentes de las que hay en el sitio que se va a tratar;
- apropiadamente adiestrado y en posesión de un certificado reconocido de competencia, el cual debería actualizarse regularmente.

Los instructores, con conocimiento de especialista y entendimiento de la aspersión aérea, deberían emplearse en adiestrar las cuadrillas terrestres.

1.3 Selección del equipo de aspersión

La selección y el uso de un equipo apropiado de aspersión juega un papel esencial en el uso eficiente y seguro de plaguicidas. Con el fin de obtener una licencia, el avión debe ser revisado por la Autoridad de Aviación Civil local; no obstante, el equipo de aspersión también debe ser aprobado. Es común que buena parte del equipo de aspersión se use en equipo terrestre; sin embargo, en donde se usa el avión para aplicar formulaciones no diluidas (UBV), el sistema de aspersión y los componentes deberían estar hechos de materiales que sean compatibles con tales formulaciones. En el caso de que se usen tasas de flujo líquido reducidas para rociar UBV, es esencial emplear un sistema de seguimiento de la aspersión y un medidor de flujo.

La Autoridad de Aviación Civil, en colaboración con el Ministerio de Agricultura u otra institución designada, debería verificar el sistema de aspersión. Esto debería incluir las revisiones del sistema de aspersión, la calibración y la distribución del rociado para asegurar que todas las válvulas, los instrumentos contra el goteo y las boquillas de aspersión estén trabajando satisfactoriamente. También debería revisarse la precisión de la calibración de los sistemas de seguimiento de la aspersión

1.4 Uso correcto de los plaguicidas

La selección del producto debería hacerse teniendo en cuenta el riesgo ambiental, el riesgo potencial de exposición del operario y las dosis recomendadas. Los productos escogidos deben usarse estrictamente de acuerdo con la especificación de la etiqueta. Para la aspersión aérea convencional son similares a los que se aplican por medio de aspersores terrestres convencionales; no obstante, cuando se aplican por aire, esos productos generalmente se usan con menores volúmenes de agua y por lo tanto a soluciones de aspersión de más alta concentración. En donde los productos que se usan no están diseñados para aplicación aérea, algunas formulaciones pueden presentar problemas tales como espesamiento, espuma excesiva e inversión de la emulsión.

1.5 Manejo de la exposición del operario

La velocidad de la aspersión y las grandes áreas que pueden tratarse rápidamente con el uso de aviones para rociar hacen que el manejo de la exposición sea una consideración importante cuando se seleccione un pesticida. La toxicología del producto influye en las limitaciones del tiempo de exposición del operario y los métodos y las tecnologías para mantener a un mínimo la exposición del trabajador deberían considerarse cuidadosamente en el proceso de selección del producto.

Las recomendaciones de la etiqueta y las instrucciones sobre el uso del EPP deben seguirse cuidadosamente.

Los controles de ingeniería tales como sistemas cerrados de transferencia de productos químicos, para reducir la contaminación del operario cuando manipule y cargue el material concentrado, son esenciales para minimizar la exposición del operario. Estos sistemas pueden ser capaces de extraer y medir con precisión productos de sus recipientes originales y deberían ser fáciles de calibrar para compuestos de diferentes viscosidades.

La vigilancia de la salud del operario es un requisito importante. Todo el personal debe someterse a exámenes médicos periódicos, los cuales deberían incluir pruebas de sangre. El seguimiento efectivo de la salud del operario puede indicar cambios en la salud del individuo, atribuibles al trabajo con un pesticida en particular.

2 EL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES

El uso de plaguicidas puede poner en riesgo a la gente, a otras formas de vida y al medio ambiente; así, la decisión de usar plaguicidas debería tomarse solamente cuando todas las otras alternativas de medidas de control hayan sido plenamente consideradas y su uso verificado dentro de un programa de control integrado (ver 2.1 más adelante).

2.1 Alternativas para el uso de los plaguicidas

Las alternativas pueden dividirse en Medidas de Control Naturales y Aplicadas. El Control Natural puede utilizar enemigos de las plagas que ocurren naturalmente o confiar en condiciones meteorológicas para lograr el control de plagas y enfermedades. El Control Aplicado puede incluir la rotación de cultivos, la selección de las variedades resistentes a las enfermedades del cultivo, los cambios en las fechas de siembra y el uso de plaguicidas. Debería seleccionarse el sistema que presenta menos riesgos. Si no están vigentes las regulaciones locales de plaguicidas el *Código Internacional de Conducta sobre la Distribución y Uso de los Plaguicidas (versión corregida) de la FAO*. ofrece ayuda.

2.2 Consideraciones de riesgo / beneficio

Los riesgos y los beneficios de usar un pesticida pueden encauzarse hacia una etapa anterior a la selección del producto químico. Cuando se complete una evaluación del riesgo los efectos dañinos pueden reducirse y mantenerse a un mínimo

En algunos casos un tratamiento profiláctico, por ejemplo puede justificarse el tratamiento de semillas, pero al efecto de las malezas y las enfermedades sobre la reducción del rendimiento de la cosecha del cultivo debería hacerse un seguimiento, para determinar cuándo es económicamente justificable usar un pesticida.

Tal información debería recolectarse sistemáticamente por medio de inspecciones regulares al cultivo, para observar el número de plagas o especies de malezas y su frecuencia de aparición, en combinación con trampas para insectos para ayudar en la determinación de la época de tratamiento. También ayudará en la toma de decisiones un entendimiento del ciclo de vida de las plagas y la habilidad del cultivo para compensar cualquier daño causado por la plaga o la enfermedad.

2.3 Selección de productos

La decisión para seleccionar un cierto producto pesticida debe estar basada en una evaluación de los riesgos y los beneficios, y del peligro potencial tanto para el hombre como para el medio ambiente.

En muchos países, si no en todos, hay legislación vigente para controlar y regular la fabricación, la importación, la distribución y la venta de plaguicidas. Los productos están registrados para el uso, después de la evaluación local en el campo sobre la seguridad y la eficiencia, y solamente pueden aplicarse los que estén aprobados y recomendados.

Donde hay una elección del producto, siempre debería seleccionarse el material que presente el mínimo riesgo. En donde no están disponibles las regulaciones locales sobre plaguicidas, la FAO ofrece orientación a través del *Código Internacional de Conducta sobre la Distribución y Uso de los Plaguicidas (versión corregida)*.

2.4 Información de la etiqueta.

La etiqueta del fabricante del producto es la principal fuente de información para el usuario final. Debe estar escrita en un lenguaje local apropiado, para que pueda ser leída y entendida por los usuarios. La terminología de la etiqueta debe ser entendida por los usuarios del pesticida. La etiqueta se pega al recipiente del producto y usualmente se reproduce en el contenedor exterior o en la envoltura del contenedor de transporte o en la caja de cartón. En la mayoría de los países es una obligación legal el acatamiento de las recomendaciones de la etiqueta.

NO USE UN PRODUCTO NO APROBADO Y NO -ETIQUETADO

La etiqueta del producto contiene instrucciones estatutarias para el usuario, las cuales deben incluir los cultivos para los cuales se le ha registrado, la dosis recomendada, el número de tratamientos permitidos durante la estación de crecimiento y hasta cuantos días antes de la cosecha se pueden aplicar. Adicionalmente, la etiqueta informará el usuario sobre

el EPP correcto que se debe usar cuando se manipule y se aplique el producto, así como consejos sobre las medidas que se deben tomar para la protección del medio ambiente. Tales medidas pueden referirse a barreras “no-aspersión” (zona de amortiguación).

Zonas de amortiguación

Una zona de amortiguación es un área no tratada lo suficientemente ancha para capturar la deriva proveniente de áreas adyacentes. El tipo de boquilla, el tamaño de la gota, la dosis del producto, la dilución y la técnica de aspersión deben considerarse cuando se determine el ancho de una barrera no rociada (zona de amortiguación).

Para el avión que asperja, la zona de amortiguación necesita que sea más ancha que la del rociado terrestre ya que es más difícil hacer un corte preciso con un aeroplano que vuela a velocidad. El ancho de la zona de amortiguación también está influido por el producto pesticida y por la presencia de vías de agua adyacentes.

Por ejemplo, para ciertos insecticidas organoclorados se recomienda una zona de amortiguación de 5000 m. Esta distancia se considera adecuada para capturar las gotas de rociado que se sedimentan después de que se completa una fase de aspersión.

Algunos plaguicidas son altamente tóxicos para la vida acuática, así que la deriva de la aspersión que cae sobre el agua debería evitarse cuidadosamente con productos de esta clasificación.

La información de la etiqueta debe dar detalles sobre la aplicación, los cuales deberían incluir la selección de la boquilla, el volumen aplicado y el tiempo de aplicación. Cuando se van a hacer aplicaciones con UBV con atomizadores rotatorios, la regulación del flujo del líquido y la velocidad rotacional también deberían mencionarse en la etiqueta.

La etiqueta también tiene información sobre primeros auxilios para ayudar al doctor en el caso de contaminación accidental.

Usualmente, se incluye en la etiqueta la información sobre la descontaminación y el descarte de los recipientes vacíos.

2.5 Mezcla en el tanque

La aplicación al mismo tiempo de más de un producto (mezcla en el tanque) puede mejorar la logística de la aspersión, siempre y cuando los tiempos de los respectivos tratamientos coincidan y las formulaciones sean química y físicamente compatibles. Deberían usarse solamente las mezclas aprobadas. Los riesgos asociados con la mezcla en el tanque pueden incluir una reducción en la actividad biológica debido a un antagonismo de productos. Esto puede ser visto como quemazón del cultivo que, aunque podría aparecer solamente transitoria, puede reducir la cosecha al final.

El problema más común que afecta a la operación de aspersión es la incompatibilidad física, la cual puede bloquear las boquillas y los filtros al igual que causar la separación en el tanque de aspersión, si la agitación es inadecuada. Esto es común cuando durante los vuelos al área tratada la bomba de rociado está cerrada o apagada, en el caso de una bomba movida eléctricamente. Esto significa que no hay circulación del líquido de rociado hacia el tanque.

La etiqueta del producto debería aconsejar sobre la mezcla en el tanque y los productos asociados aprobados, así como la información sobre la secuencia correcta de su introducción al tanque de aspersión y la necesidad de agitarlos.

La temperatura, la calidad y el pH del agua también influyen en la estabilidad química de las mezclas en el tanque.

3 ASPECTOS DE SEGURIDAD

La seguridad total de los productos químicos para la sanidad vegetal debe ser el objetivo de los usuarios de plaguicidas, lo mismo que el de aquellos relacionados con el almacenamiento, distribución y venta al detal de agroquímicos.

3.1 Inspección de la salud del operario

Debe hacerse un seguimiento a la salud de los operarios expuestos a los plaguicidas. La inspección debería cubrir los registros de sanidad y los exámenes médicos, los cuales pueden alertar a las autoridades sanitarias sobre cualquier cambio en la salud, que pueda estar relacionado con la exposición durante el trabajo con plaguicidas. La inspección en la salud también puede indicar si las prácticas de seguridad, la selección y el uso de EPP siguen siendo adecuados para los productos que se están aplicando.

3.2 Transporte y almacenamiento del producto

El transporte de plaguicidas por carretera puede ser controlado por regulaciones nacionales para el movimiento de mercancías peligrosas, cuando ya están vigentes los procedimientos de emergencia en el caso de un accidente en la vía. Muchos fabricantes de plaguicidas distribuyen el Código de Emergencia del Transporte (en inglés se le conoce como “Tremcards”) a los conductores de vehículos que transportan plaguicidas peligrosos.

En cuanto al viaje del distribuidor al usuario final, los recipientes de plaguicidas también se mueven dentro y fuera de las bodegas en la finca. En todos los casos, deben examinarse por filtraciones y daños y deben permanecer siempre claramente etiquetados. Esto es particularmente importante para la aspersion aérea, en donde se almacenan afuera tambores grandes y están expuestos a las inclemencias del tiempo.

LOS PLAGUICIDAS SE DEBEN TRANSPORTAR Y ALMACENAR SOLAMENTE EN SUS CONTENEDORES Y PAQUETES DE TRANSPORTE ORIGINALES

Es usual que grandes cantidades de pesticida se almacenen y se manejen en pistas de aterrizaje permanentes. Tales almacenamientos deben ser seguros, ya que pueden ser remotos y no siempre están atendidos. Debe proporcionarse sombra a los lotes de productos químicos, particularmente cuando estén envasados en tambores de 200 litros.

El personal de apoyo terrestre debe estar completamente familiarizado con los procedimientos, en el caso de una salpicadura accidental o contaminación del operario en las pistas de aterrizaje, las cuales deben tener equipos bien surtidos de primeros auxilios, una unidad de ducha de emergencia y cantidades adecuadas de materiales absorbentes para manejar salpicaduras.

Las bodegas de plaguicidas y las áreas de almacenamiento deben ser accesibles en caso de emergencia.

El almacenamiento de herbicidas en la finca debe estar previsto en la legislación local. El almacenamiento correcto y seguro es esencial para mantener un ambiente de trabajo protegido, para maximizar la vida de almacenamiento del producto y para minimizar el riesgo de fuego y salpicadura.

Los plaguicidas deben guardarse en una bodega especial que sea accesible en caso de emergencia y pueda cerrarse con llave cuando no esté en uso. Cuando se considere edificar una bodega para plaguicidas, las guías relacionadas con materiales de construcción, diseño, ubicación, procedimientos de emergencia, etc. pueden obtenerse con las autoridades reguladoras nacionales.

La información más avanzada sobre almacenamiento de productos puede obtenerse en *Las Guías para el Empaque y el almacenamiento de plaguicidas (FAO 1985)*, las cuales contienen reseñas sobre el establecimiento de pistas de aterrizaje permanentes.

¡En ninguna circunstancia deben almacenarse plaguicidas cerca de productos alimenticios!

3.3 Manipulación del producto

Usualmente, la etiqueta del producto es la primera referencia, como guía, en la manipulación del pesticida formulado. Ella, por lo general, describirá los requisitos para el uso del Equipo Personal de Protección (EPP) tanto para la manipulación del producto no diluido (concentrado) como para la solución de aspersión diluida..

La exposición del operario y la contaminación del medio ambiente pueden reducirse sustancialmente cuando se usan sistemas cerrados de llenado, para extraer el producto de su contenedor de embarque y distribuirlo bien sea directamente al tanque de aspersión o por medio de un sistema de medida a un tanque separado de mezcla. Esto evita el contacto con la cuadrilla de carga y la salpicada accidental. Algunos sistemas de transferencia cerrados pueden vaciar y enjuagar recipientes de productos químicos automáticamente y pueden eliminar la necesidad de lavar envases vacíos y el descarte de agua contaminada.

3.4 Manejo del contenedor de productos químicos

En ningún caso se deben volver a usar recipientes vacíos de productos químicos. Los recipientes deben limpiarse manualmente, en forma completa, y volverlos inservibles antes de descartarlos. Los recipientes vacíos pueden limpiarse efectivamente por métodos manuales o por sistemas de transferencia cerrados que colectan el agua de lavado (lavadura). Los envases vacíos deben recogerse y almacenarse en forma segura antes de descartarlos y no deberían dejarse que permanezcan inseguros en el sitio de mezcla.

Algunos países permiten el entierro controlado de recipientes vacíos y completamente limpios y al mismo tiempo, en otros casos, permiten incinerarlos a altas temperaturas. Deben consultarse las regulaciones locales sobre el control de la contaminación ambiental.

El manejo de recipientes de productos químicos puede facilitarse en el caso de que los productos se compren en envases reemplazables. En este caso los recipientes sellados se devuelven al fabricante para volverlos a llenar; un proceso que a menudo puede repetirse varias veces durante la vida del recipiente. Se requiere un sistema de extracción compatible y aprobado para no solamente medir y extraer el producto químico para el uso que se requiere sino que debe ser capaz de manejar productos de diferentes viscosidades y envases de diferentes tamaños de cierre.

3.5 Procedimientos en caso de accidentes

Si ocurre un accidente dentro del transporte o la manipulación de un pesticida, la salpicadura resultante puede dar como resultado un incendio, heridas a los humanos, daño en propiedad o contaminación ambiental. Después del accidente debe seguir una acción rápida para contener y minimizar los efectos adversos. Los transportadores de plaguicidas y los usuarios deben estar familiarizados con las recomendaciones de la etiqueta y los procedimientos que se deben seguir. En el caso de un accidente las autoridades competentes (ambientales, de agua, policiales etc.) deben ser notificadas. Deben registrarse todos los incidentes y las acciones remediables que se han tomado.

Para llevar plaguicidas a la pista de aterrizaje solamente deben usarse vehículos correctamente equipados para transportar plaguicidas.

3.6 Protección personal

Los productos químicos entran al cuerpo a través de:

- a) Ingestión o tragar, a través de la boca, accidental o deliberadamente;
- b) A través de la piel, cuando se carga, se mide o se vacía;

- c) Inhalación de pequeñas partículas o polvo durante la manipulación o la aspersión y las señales con bandera.

De las anteriores rutas, la exposición por la piel representa el riesgo más común. Se minimizará el riesgo al evitar la exposición cuando se use EPP apropiada y se ponga atención a la higiene personal, lavando las partes expuestas del cuerpo después del trabajo y antes de comer, fumar o ir al inodoro. El Equipo de Protección Personal debe ser seleccionado de acuerdo a las recomendaciones de la etiqueta (ver 4.6.2). Este equipo debe ser confortable para cargar o usar y estar hecho de un material que prevenga la penetración del pesticida.

En donde se asperjan soluciones no diluidas como las de UBV, se han establecido requerimientos específicos para el EPP que se mencionan en la etiqueta del producto

El EPP debe ser de una marca aprobada y debería ser confortable y no restrictivo para usarlo. Para ser usado, el material empleado para fabricar el EPP debe prevenir la penetración de una formulación en particular (tiempo que el material pueda resistir). El EPP solamente permanecerá efectivo si es mantenido correctamente. En el caso de que se dañe el equipo, las reparaciones deben restaurarlo a su condición original o, si esto no es posible, el artículo debe ser reemplazado.

Los respiradores deben ser examinados en forma regular y cambiar los elementos del filtro de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

La operación de una pista de aterrizaje implica consideraciones adicionales de seguridad. Al igual que el EPP para el personal de tierra y el personal de campo, debe suministrarse extinguidores de incendio tanto para el avión como para la pista de aterrizaje.

El piloto debe tener un casco protector contra choques y un arnés de seguridad aprobado para usarlo en la cabina, además de un respirador o máscara de aire fresco.

4 APLICACIÓN

4.1 Antes de la aplicación

El tiempo que se tome para revisar el equipo de rociado antes de la aplicación reducirá costosas demoras cuando comience la estación.

Las revisiones operacionales previas a la estación pueden llevarse a cabo sin agua limpia pero siempre debe usarse la ropa de seguridad. Cualquier revisión que se sugiera en esta publicación será adicional a los procedimientos específicamente planeados por los fabricantes del equipo, en sus instrucciones para los usuarios.

4.1.1 *Equipo de aspersión*

Es importante seleccionar el equipo apropiado para la formulación del pesticida que se va a usar. Por ejemplo, la mayoría de los plaguicidas serán aplicados como soluciones acuosas o suspensiones a través de sistemas de aspersión hidráulicos. Sin embargo, cuando los materiales se van a aplicar no diluidos a Ultra Bajo Volumen (UBV), deben acoplarse atomizadores adecuados a las lanzas de aspersión en lugar de boquillas.

Los diseños de bombas y tuberías son comunes para ambas aplicaciones, pero ciertos componentes del sistema puede que tengan que cambiarse en el caso de que se use un avión para aspersión a UBV. Las tasas de flujo de líquido para rociado a UBV son más bajas que las de los aspersores convencionales así que el avión que use este método requiere que se le instale un medidor de flujo líquido de aspersión.

4.1.2 *Facilidad de servicio del equipo*

Antes de rociar deben revisarse varios puntos clave relacionados con el equipo:

- Todas las estructuras que estén sobre la pista de aterrizaje y alrededor de ella: peldaños, escaleras, pasamanos y equipo de carga deben revisarse para la facilidad del servicio.

- Las guardas de bombas movidas a máquina y los sistemas de llenado deben estar en buen estado y seguros.
- El manual de mantenimiento del avión y las instrucciones del fabricante de equipos de aspersión, deben siempre consultarse en primera instancia.
- El piloto y el personal de apoyo son responsables de que el avión esté listo para volar; sin embargo, en muchos casos, el sistema de aspersión es mantenido por un mecánico de aviación que debe ser entrenado y protegido totalmente cuando trabaje en el equipo de aspersión.
- Cuando se prende el sistema, antes de rociar, es aconsejable rotar inicialmente la bomba de aspersión a mano, sin importar el tipo de impulsión (viento, hidráulica, eléctrica) para asegurarse que está libre para rotar.
- Los ángulos de las aspas, en algunas bombas impulsadas por el viento, pueden ser revisados por ajuste y los frenos de transporte, por cierre de la bomba durante los vuelos, deben estar completamente libres cuando se suelten.
- Todos los filtros deben estar en buen estado y tanto las válvulas de auto llenado como los acoplamientos deben estar limpios y fáciles de servir.
- Las mangueras y los empalmes de las mangueras deben evaluarse visualmente y, en el caso de que las partes componentes estén sujetas al avión con alambres por seguridad, debe revisarse la condición de los alambres.
- En la cabina, la operación de la válvula de tres vías debe ser positiva e igualmente debe ser seguro y operativo el mecanismo de vaciado de emergencia de la tolva

- Las boquillas y los cuerpos de las boquillas deben revisarse por desgaste y daño y las válvulas anti goteo de diafragma deben estar en buena condición para asegurar una apagada positiva del rociado. Los atomizadores rotatorios deben estar balanceados y rotar libremente. Si ellos son impulsados por aspas deben estar libres de daño y correctamente ajustados para la velocidad rotacional seleccionada (control del tamaño de gota). El ajuste de los restrictivos de flujo de líquido debe revisarse y ajustarse para el caudal adecuado a la tasa de aplicación deseada.
- Puede que no sea posible ajustar totalmente la presurización del sistema de aspersión en tierra, particularmente en donde la bomba de rociado está impulsada por el viento, pero en algún estado el sistema debe revisarse por filtraciones. El avión tendrá que volar para verificar la operación del sistema de aspersión y la eficiencia del medidor de presión. Si el medidor no regresa a cero cuando se apague el sistema de rociado, la válvula de tres vías puede que no esté cerrando correctamente. Esto, a su vez, reducirá la eficiencia del circuito que absorbe hacia atrás cuando se interrumpa la aspersión.
- El equipo eléctrico montado en el avión tal como el medidor de flujo del líquido de aspersión, la salida de la impresora y el sistema de ayuda para la navegación tienen que examinarse y volverse a calibrar, de acuerdo con las cifras de calibración del fabricante.

4.1.3 Revisiones de control y ajuste

El sistema de prender y apagar la aspersión y los controles de la tasa de flujo son ajustados por el piloto durante los chequeos operacionales. El sistema de aspersión debe revisarse como se describió atrás (ver sección 4.1.2) y la orientación de la lanza en relación con la dirección del vuelo

pueden tener que ajustarse para alterar el tamaño de gota de las boquillas hidráulicas. La selección de la boquilla puede hacerse de acuerdo con la recomendación de la etiqueta del producto pero los tipos de boquillas, los ángulos de aspersión y los caudales previstos deben mezclarse en la lanza. La orientación de la lanza y la posición de la boquilla deben verificarse finalmente para asegurar que la creación de vórtices sea mínima.

En donde se usan atomizadores rotatorios, ellos deberían ajustarse para velocidades similares. Ocasionalmente, los atomizadores internos se ajustan para compensar el aumento en la velocidad del aire del “tornillo” del fuselaje y hay que consultar las instrucciones del fabricante. En donde la tasa de flujo de líquido es controlada usando un restrictivo ajustable, es importante asegurar que la alimentación del líquido es la misma para cada atomizador. A la velocidad del atomizador se le hace un seguimiento por medio de una unidad de tacómetro que alimenta información de las velocidades rotacionales de los atomizadores individuales para un lector de la cabina.

4.1.4 Calibración de la aspersión convencional

El Ministerio de Agricultura puede tener asignado un programa de uso de las guías para aspersión aérea que incluye los sistemas de calibración de rociado, así como la distribución de revisiones y evaluaciones generales de la facilidad de servicio del equipo. Par asegurar que esas evaluaciones sean llevadas a cabo en forma eficiente se recomienda el uso de una agencia independiente de servicio.

La calibración del equipo de rociado debe hacerse al principio de cada estación, después de la reparación del equipo o cuando se cambie la técnica de aplicación. Hay tres factores principales, los cuales influyen en la calibración del aspersor:

- a) Velocidad sobre el terreno (Km/h)
- b) Anchura de franja y calle de separación

- c) Tasa de flujo del líquido (l/min)
- a) La velocidad sobre el terreno puede evaluarse midiendo el tiempo que gasta el avión para recorrer una distancia determinada, volando en ambas direcciones para compensar la influencia del viento. Esta operación debe replicarse tres veces para obtener una velocidad promedio y es necesario que los instrumentos del avión indiquen solamente la velocidad a través del aire.
 - b) La anchura efectiva de la franja se toma como la separación de la calle para cada pase del avión y variará entre la aplicación convencional y la de UBV. La altura de vuelo recomendada también debería ser revisada durante la observación del campo, como una función de la anchura de la franja.
 - c) La tasa de flujo del líquido de rociado desde las boquillas a una presión de operación dada, puede obtenerse de las hojas de información del fabricante de dichas boquillas. Tal información se genera rociando agua limpia y es un buen punto de partida. Sin embargo, a menos que las boquillas estén específicamente diseñadas para ello, las condiciones especiales y las tasas de bajo volumen de las aplicaciones aéreas pueden dar como resultado tasas de flujo diferentes a las indicadas en la información del fabricante.

La descarga del líquido de rociado desde un avión acoplado con bomba impulsada eléctrica o mecánicamente puede determinarse en el campo, pero para determinar la descarga de un sistema impulsado por el viento el avión tendrá que volar a la velocidad de aspersión.

4.1.5 Calibración de la aspersión UBV

En la aspersión UBV se aplican formulaciones, por lo general no diluidas, a altas concentraciones tanto de ingrediente activo como de agentes no volátiles. Hay un alto grado de deriva asociado con las pequeñas gotas que se usan para la aspersión UBV, lo que hace que la técnica sea más adaptada para grandes áreas de cultivo, praderas naturales o programas de

salud pública. La aspersión real de campos que usan aviones es más exigente que la del trabajo convencional debido a la viscosidad y, por lo tanto, varía la tasa de flujo de la formulación. Los ajustes iniciales pueden tomarse de los datos del fabricante para agua pero las formulaciones UBV listas para usar pueden tener una viscosidad más alta y menor tasa de flujo que el agua, así que habrá que corregirla multiplicando la tasa de flujo total por 1.1 o 1.3 dependiendo de la viscosidad de la formulación.

La determinación de la velocidad del avión sobre el terreno es la misma que para la aspersión convencional; sin embargo, con el rociado a UBV el ancho de la franja será más amplio, ya que por lo general el avión vuela ligeramente más alto. Para el UBV hay menos puntos de emisión de rociado que para la aspersión convencional y de acuerdo con esto la altura de vuelo deberá aumentarse en 2-3 metros, para permitir que las nubes de rociado de cada atomizador se desarrollen plenamente y se encuentren. De lo contrario hay el peligro de dejar franjas sin tratar en cada pase; no obstante, la solución alterna es aumentar el número de puntos de descarga en las lanzas (es decir, atomizadores adicionales a menor espaciamiento). La altura de vuelo puede reconfirmarse siguiendo y evaluando la distribución del rociado, la cual debe estar incluida como parte del proceso de calibración.

Los atomizadores son usualmente impulsados por aspas que utilizan la corriente de aire generada por las hélices, pero cuando se usan aviones lentos o helicópteros puede ser necesario emplear impulsores eléctricos o hidráulicos. Esto es particularmente importante para el rociado con helicópteros en los cuales los atomizadores pueden rápidamente volver a ganar velocidad operacional para mantener el tamaño correcto de la gota, después de vueltas agudas “fuera y dentro del trabajo”.

4.1.6 Llenado del tanque

El **cargador** del aspersor está al máximo riesgo cuando manipula el pesticida concentrado y su tiempo de exposición aumentará en la pista de aterrizaje en donde se maneja más de un avión para vuelos múltiples. En tales casos el uso de un sistema de transferencia de productos químicos cerrado reducirá el riesgo tanto para el operario como para el medio ambiente.

Las tolvas de los aviones pueden llenarse hasta el tope (con sólidos) pero la mayoría de los líquidos se cargan por medio de una válvula de auto llenado localizada en el fuselaje. Estas válvulas deben ser del tipo de acoplamiento de interrupción secos y lo suficientemente grandes para facilitar un llenado rápido. La válvula debe ser positiva en su acción para eliminar la filtración.

El procedimiento de llenado del tanque debe seguir las recomendaciones de la etiqueta para introducir el producto a la tolva; sin embargo, como la agitación de la solución es limitada durante el llenado y en los vuelos, se recomienda el uso de una planta de premezcla.

El punto anterior se vuelve más importante en el caso de un helicóptero acoplado con tanques de canasta y una bomba intermitente accionada eléctricamente, la cual solamente se usa cuando se está realmente rociando.

La carga del avión puede ser necesario reducirla para compensar las condiciones de la pista de aterrizaje o el efecto de las condiciones atmosféricas en el funcionamiento de la máquina, el cual a su vez determinará cuanto líquido de aspersión se puede cargar.

4.1.7 Advertencias previas

Los miembros del público, no directamente involucrados con la operación de aspersión, también pueden ser afectados por la aplicación de un pesticida, así que el contratista o el agricultor pueden tener la obligación legal de publicar advertencias previas a cualquier persona u organización que pueda ser perjudicada o relacionada. Estos grupos deben ser notificados con tiempo antes de la aplicación.

Las advertencias deben darse con suficiente tiempo a los apicultores locales, los dueños cultivos adyacentes y los que sean responsables de sitios cercanos que sean ambientalmente sensibles. En donde se vayan a usar materiales particularmente tóxicos, puede ser necesario advertir a los servicios de emergencia y a las autoridades locales responsables del agua y del medio ambiente. La etiqueta del producto debe dar un consejo preciso sobre advertencia previa y a quien llamar.

4.2 Aplicación en el campo

La adecuada preparación previa ayudará a verificar que la aplicación real se esté llevando a cabo bajo condiciones seguras y que la programación precisa de la aspersión asegure que el producto se aplique con efectos óptimos. Los empleadores y el operario deben asegurarse que todo el equipo de seguridad y la ropa estén limpios y en buen estado de reparación.

4.2.1 Reconocimiento del campo

El posible efecto del producto seleccionado sobre el medio ambiente ya debería haber sido considerado cuando se tome la decisión de usarlo. El piloto acepta la responsabilidad de tratar un campo particular y la decisión de rociar se tomará después de un vuelo de inspección preliminar para determinar los linderos de la ubicación y precisar el método para marcar el terreno. El piloto también anotará la posición de los árboles, las líneas eléctricas aéreas, las habitaciones, las vías de agua, el ganado que pueda asustarse por los vuelos bajos del avión y las ondulaciones del campo, los cuales pueden afectar el funcionamiento del avión además del número y la posición de los hombres de señales que se requieran. Deben anotarse los cultivos adyacentes y observarse las carreteras y los ferrocarriles, particularmente en donde ellos han sido construidos en alguna estructura que pueda restringir la maniobra del avión.

Los pilotos de aspersión aérea deben cumplir con la legislación nacional en lo que se refiere a la dimensión de las barreras “no asperjar” (zona de amortiguación). La etiqueta del producto estipulará las anchuras apropiadas de la zona de amortiguación.

4.2.2 Consideraciones meteorológicas

La eficiencia del depósito de la aspersión está grandemente influida por las condiciones meteorológicas locales a la altura del cultivo. La velocidad y la dirección del viento, la humedad relativa y la frecuencia de lluvia, todas ellas pueden influir en el depósito de la aspersión. La distancia que recorre

una gota de rociado depende de su tamaño y de la velocidad vertical, la altura de liberación y las condiciones ambientales. Los vórtices creados por el paso del avión influirán en la eficiencia de la distribución de la aspersión.

Viento

Normalmente la aspersión aérea se lleva a cabo cuando la velocidad superficial del viento es menos de 6-7 m/seg, la cual es segura para el aterrizaje y la seguridad del avión. No obstante, en áreas de excepcional turbulencia las cifras anteriores puede que tengan que reducirse. La consulta de las regulaciones locales y de las guías puede indicar la velocidad del viento que interrumpa la aspersión aérea; sin embargo, no es aconsejable rociar cuando las velocidades del viento excedan 8 m/seg, en la mayoría de las circunstancias. La dirección y la velocidad del viento también influirán en la altura del vuelo. Cuando la velocidad del viento es menor de 3 m/s una altura de la lanza entre 3 y 4 metros sobre el cultivo asegurará buen movimiento lateral del rociado pero la altura de vuelo debe reducirse si la velocidad del viento excede 3 m/s.

El rociado debe llevarse a cabo teniendo en cuenta el viento cruzado para asegurar que la velocidad del vuelo y la tasa de aplicación permanecen similares para ambas direcciones de vuelo. La distancia a la que se mueve el rociado variará de acuerdo con la fuerza del viento y la altura del avión.

Temperatura

En el rociado convencional (con base en agua) la temperatura alta combinada con baja humedad relativa reducirá el tamaño de la gota por la evaporación, lo cual aumentará el riesgo de deriva. A medida que aumenta la temperatura se eleva la turbulencia atmosférica. El rociado no debe llevarse a cabo en donde hay movimiento ascendente del aire o donde la inversión de temperatura impide el asentamiento de la nube en el área tratada.

Para la aspersión a UBV, son preferibles las condiciones de turbulencia suave, similares a las recomendadas para el rociado convencional.

La humedad relativa puede calcularse con las tablas, al determinar la diferencia entre termómetros de bulbo húmedo y seco (higrómetro). Cuando la diferencia entre los bulbos húmedos y secos excede 8°, no deben aplicarse las soluciones acuosas de rociado.

4.2.3 *Tiempos del tratamiento*

El tiempo óptimo para rociar dependerá de la plaga, de los estados de desarrollo de las malezas y de las enfermedades. El tiempo del tratamiento puede ser gobernado por las condiciones meteorológicas, las cuales pueden afectar las pérdidas por deriva y volatilidad de la aspersión. La temperatura, la humedad relativa, la dirección y la velocidad del viento y la lluvia, todas, pueden influir en la eficiencia del depósito del rociado. La etiqueta del producto indicará el periodo en el que el tratamiento puede aplicarse antes de la lluvia y puede también indicar las dosis para rellenar la aplicación si la aspersión original se diluye por lluvia inesperada poco después del rociado. Si los tiempos de aplicación son seguros pueden necesitarse menos tratamientos de aspersión. El uso de modelos de computadores para predecir el tiempo de aspersión puede ayudar a reducir el número de tratamientos requeridos y puede ser útil como predicción precisa.

El tiempo del día en el que se aplica un tratamiento puede ser importante. Los tiempos óptimos del tratamiento de aspersión para la eficacia pueden coincidir con el lapso de búsqueda de alimento de los insectos benéficos. Por lo tanto, es importante conocer y entender el desarrollo del cultivo, del insecto y de la enfermedad, así como el balance ecológico para determinar cuando rociar. También será ventajoso un entendimiento del modo de acción del producto en relación con el desarrollo del cultivo.

4.2.4 *Operación en la pista de aterrizaje*

El sitio debe estar tan cerca como sea posible del área de trabajo y debe tener un buen acceso para vehículos. El combustible de aviación y el pesticida no deben almacenarse juntos y este último debería tener sombra para evitar la luz solar directa.

Es preferible una superficie resistente para cargar y lavar el avión en pistas de aterrizaje permanentes, en donde pueden ser retenidas las filtraciones y las lavaduras **para luego drenarlas** en un tanque apropiado para el procesamiento.

Los equipo de primeros auxilios y de emergencia deben mantenerse en buen estado, marcados claramente y ubicados. Deben estar disponibles los servicios para el lavado y también el almacenamiento para el EPP.

Puede reducirse la contaminación para el operario y el medio ambiente si los productos se manejan y cargan usando sistemas de transferencia cerrados con recipientes que se puedan retornar (ver 3.4 y 3.5).

Cuando se apliquen soluciones acuosas la tolva del avión debería llenarse hasta la mitad con agua antes de añadir la formulación. Ya que la agitación del tanque de aspersión es, por lo general, limitada, los polvos mojables deben premezclarse antes de cargarlos. El uso de un tanque separado de mezcla con base en el terreno, acelerará la operación de transferencia y hará posible que la mezcla de la aspersión sea agitada totalmente antes de cargarla.

Los pilotos no deberían estar en contacto con los plaguicidas durante la cargada de la solución del compuesto en el avión, la cual es responsabilidad del personal de tierra que debería estar familiarizado con los productos que están manejando y los procedimientos de accidente, en el caso de una filtración o de un percance de contaminación. Los miembros del personal de tierra también son responsables de limpiar totalmente cualquier filtración en el mismo avión durante el llenado y por mantener libre y limpio el parabrisas de la cabina.

4.2.5 Operación en el campo

Siempre deben seguirse estrictamente las regulaciones locales relacionadas con la operación de los aviones.

Los integrantes del equipo de tierra son responsables por el manejo del sitio en el terreno.

La marcada del campo se hace después del vuelo de reconocimiento hecho por el piloto antes de que comience la operación. La separación de pases del avión puede efectuarse por varios métodos. El uso de marcadores naturales proporciona un sistema de marcado no costoso pero los marcadores fijos pueden considerarse solamente si el cultivo se va a tratar muchas veces y la dirección del viento permanece estable. Los globos y otros marcadores tipo cometa se han usado para marcar los pases del avión sobre cultivos altos, pero el método más común de marcar el campo todavía es el hombre con la bandera, el cual debe estar totalmente protegido todo el tiempo y permanecer visible para el piloto durante la operación de rociado.

Para reducir el contacto con la nube de aspersión los hombres de la bandera deben estar ubicados por lo menos 100 m fuera del borde del campo y deberían moverse contra la dirección del viento cuando el avión regrese de una vuelta y se nivele en preparación para el pase de aspersión. Debe medirse la distancia entre pases de aspersión usando una longitud fija de cuerda. En donde sea posible, se recomienda fuertemente el uso de un sistema PSG para eliminar el empleo de hombre con la bandera. El personal terrestre nunca debe entrar al área tratada.

La aspersión aérea precisa sobre praderas naturales ondulantes y franjas de bosque es más difícil de lograr cuando se tratan áreas de cultivo más pequeñas y, en estas circunstancias, la guía electrónica de rastreo puede justificarse financieramente. Tanto el Sistema de Navegación Inercial (SNI) independiente como el Sistema Doppler no requieren la contribución de referencia externa durante el vuelo, pero el tamaño y la complejidad de estas unidades restringe su uso a aviones grandes. Estos sistemas no son lo suficientemente precisos para el rociado agrícola a menor escala.

También están disponibles los sistemas que trabajan con referencias externas. La información de posición se recibe desde una serie de estaciones de transmisión ubicadas alrededor del mundo, que generan líneas hiperbólicas de fase constante, las cuales pueden convertirse a bordo en guías de navegación.

Tales sistemas eliminan la necesidad del hombre con la bandera y constantemente hacen el seguimiento y evalúan el proceso de rociado.

4.2.6 Ajustes del aspersor en el campo

Durante un vuelo, la presión del rociado, la descarga y la altura del avión sobre el cultivo pueden ajustarse si es necesario; sin embargo, en la medida que el piloto tiene que concentrarse en volar, él solamente puede, ocasionalmente, revisar el sistema de aspersión.

Se recomienda fuertemente el uso de blancos artificiales dentro del cultivo que se está tratando para revisar y evaluar la eficiencia del depósito, lo mismo que para confirmar las distancias de separación de las calles. Esto es en donde el personal de tierra puede informarle al piloto, por medio del radio, cualquiera de los problemas con el sistema de aspersión como las boquillas bloqueadas o los atomizadores que funcionan incorrectamente.

4.2.7 Manipulación de productos químicos

Para ayudar a mantener la exposición del operario y del aspersor a un mínimo, en donde sea posible, debe darse preferencia al uso de paquetes de plaguicidas manejados por medio de sistemas cerrados de transferencia.

El manejo y la cargada de productos químicos solamente puede llevarse a cabo por un personal protegido y plenamente entrenado. Debe usarse solamente EPP aprobado.

El material absorbente para contener salpicaduras debe estar disponible en el sitio de llenado. El depósito dedicado a productos químicos debe mantenerse protegido todas las veces y debe tener una sección segura para almacenar recipientes de productos químicos vacíos antes de recogerlos para descartarlos.

4.2.8 Manipulación del contenedor de productos químicos

Todos los operadores tienen que ser entrenados para manejar contenedores de agroquímicos, remover los sellos, medir y pesar formulaciones en seco y decantar formulaciones líquidas y lavar correctamente los contenedores vacíos.

Cuando la limpieza mecánica no esté disponible, el enjuague manual triple con agua limpia removerá los residuos de productos químicos dejando el recipiente listo para desechar. (use un 20% del volumen del recipiente en agua limpia para los tres enjuagues individuales) Los contenedores deben enjuagarse inmediatamente después del uso y la lavadura vaciarse dentro del tanque de aspersión.

La manipulación del pesticida no diluido enfrenta al operario con el mayor riesgo de exposición. Así que deben estar disponibles el equipo de seguridad y la ropa, lo mismo que los operarios adiestrados para usarlos y mantenerlos en forma apropiada. Deberían usarse, en donde sea posible, los controles de ingeniería, los sistemas de transferencia cerrados, los recipientes de plaguicidas reemplazables y las bolsas para dispersar en agua, entre otros.

Los productos químicos deben almacenarse en sus recipientes originales y los envases usados parcialmente deben cerrarse y llevarse a la bodega.

NO SE DEBEN VOLVER A USAR LOS CONTENEDORES VACÍOS

4.2.9 Advertencias después del tratamiento

Inmediatamente después de que se haya aplicado la aspersión deberían colocarse avisos de advertencia alrededor del área tratada, de acuerdo con las recomendaciones de la etiqueta. A los que reciben las advertencias, tales como los apicultores, puede decirseles que la aplicación se ha completado. La noticia del campo debería alertar a la gente sobre el tratamiento e instruirlos sobre el periodo de reentrada. Los avisos deben quitarse cuando ya no se requieran más. El ganado debe estar fuera de las áreas tratadas durante el periodo requerido

4.3 Después de la aplicación

La seguridad continúa siendo la consideración primaria después de la aspersión o cuando se limpien o reparen los equipos de aspersión y de carga. Tales operaciones deben llevarse a cabo por personal de mantenimiento de aviones que no está familiarizado con la protección requerida cuando se maneje equipo contaminado. Este personal debe estar plenamente protegido cuando limpie o repare el avión o el equipo de aspersión.

Consulte la literatura sobre las instrucciones del fabricante de aviones y de aspersores para los procedimientos correctos de mantenimiento. El mantenimiento de aviones estará sujeto a las reglas de la Aviación Civil local pero ningún trabajo debe iniciarse antes de que el equipo haya sido limpiado plenamente (“descontaminado”).

4.3.1 Limpieza (“descontaminación”) del equipo y del EPP

Después del trabajo, el equipo de aspersión debería lavarse interna y externamente en el campo y el líquido de enjuague asperjado en un cultivo en el cual el producto esté registrado, asegurándose que la dosis recomendada no esté excedida por la aplicación repetida en la misma área.. Después de una aplicación de rociado convencional el sistema de aspersión debe enjuagarse tres o cuatro veces con pequeñas cantidades de agua cada vez, en lugar de un solo enjuague desde un tanque lleno. Debe tenerse particular cuidado después de trabajar con polvos mojables, ya que los residuos pueden acumularse en las tuberías de aspersión y en la cavidad del filtro.

Las formulaciones UBV con base en aceite no pueden lavarse con agua. Debe usarse un solvente apropiado y recomendado para el enjuague del sistema de aspersión. Las lavaduras del tanque pueden ser rociadas en tierra no cultivada, siempre y cuando no haya posibilidad de efecto ambiental o, alternativamente, puedan recogerse, tratarse o incinerarse. Si la limpieza o la descontaminación es incompleta, los depósitos del producto pueden acumularse en áreas no purgadas o en atomizadores rotatorios afectando el

equilibrio. Los aceites vegetales usados como portadores de rociado pueden quitarse plenamente lavándolos con agua y una solución detergente, inmediatamente después de que se haya completado la aspersión. El enjuague del sistema completo de aspersión es importante, ya que alguna tubería del avión puede retener hasta 30 litros de solución de rociado o de producto de UBV cuando el avión se considere “vacío”. El equipo de protección personal debe limpiarse completamente después de usarlo, luego secarlo y almacenarlo en un depósito bien ventilado y fuera de otros materiales.

4.3.2 Descarte del sobrante de la aspersión

El desperdicio de pesticida está presente en forma de la solución de rociado (ver 4.3.1) remanente y del sobrante de producto no diluido. El equipo y la ropa de seguridad contaminados, los elementos del filtro de la cabina y el material usado para absorber salpicaduras, también hay que descartarlos. Una planeación previa debería asegurar que la solución de aspersión sobrante se mantenga en un mínimo y que solamente se compre producto suficiente para el área que se va a tratar. Esto puede ser difícil en donde la demanda del producto es alta y el objetivo de la administración es mantener el avión trabajando cuando las condiciones sean correctas. Un buen control de las existencias mantendrá los sobrantes de concentrados en un mínimo.

En algunos casos los productos químicos no usados pueden devolverse al distribuidor, o si no tendrá que usarse un contratista registrado para descartarlos. Cuando se use este servicio los productos químicos desechados deben empacarse en forma segura y ser etiquetados claramente cuando se transporten.

La aspersión diluida que no se ha usado y las lavaduras del tanque pueden causar problemas serios, particularmente en donde muchos aviones usan la misma pista de aterrizaje y se lavan muchos productos químicos diferentes del avión al final de los períodos de trabajo. En tales casos, la instalación de una planta de efluentes para tratar dichas lavaduras es probable que sea la única solución práctica.

4.3.3 Descarte de los recipientes vacíos de productos químicos

Antes del descarte final los envases de productos químicos deben limpiarse completamente, bien sea usando una boquilla de enjuague apropiada o por técnicas de lavado manual triple (ver 4.2.8). En donde sea posible, el enjuague debe hacerse inmediatamente después de que los recipientes se vacíen para que se puedan añadir las lavaduras al tanque de aspersion en el campo. Cuando esto no es posible la enjuagadura debe recogerse, etiquetarla claramente y almacenarla para el uso futuro, como un diluyente de la aspersion cuando se use de nuevo el mismo producto.

Los recipientes vacíos deben almacenarse en forma segura antes de descartarlos por un método oficialmente aprobado.

Los países difieren en su legislación sobre el descarte de los recipientes, la cual puede incluir el entierro, la incineración o la remoción por parte de un contratista registrado y especializado. Los contenedores vacíos de productos químicos deben limpiarse completamente y volverlos inservibles (perforados o comprimidos) antes de enterrarlos. El sitio de entierro no debe estar cerca de la superficie o del agua subterránea. El tipo de suelo y el drenaje natural deben tenerse en consideración cuando se seleccione el sitio de entierro y deben registrarse los productos plaguicidas originalmente almacenados en los recipientes enterrados.

Aun cuando la legislación lo permita, no todos los recipientes deberían quemarse. La consulta de la etiqueta del producto indicará si la vasija se usó para almacenar un producto inflamable o fue un aerosol. Los envases deben limpiarse completamente (“descontaminarse”) antes de quemarlos. Adicionalmente, la quema de contenedores puede presentar un riesgo posterior si la deriva de los vapores va hacia los caminos o se vuelve un inconveniente. Se ha diseñado un incinerador sencillo con base en un tambor de acero de 200 litros, el cual genera suficiente calor y produce poco humo.

4.3.4 Mantenimiento y reparación del equipo

Cuando se completa un período de aspersión, el equipo debe prepararse para el almacenamiento. Tanto dentro de la tolva de aspersión como de las superficies exteriores del avión se debe hacer una limpieza completa y enjuagar plenamente el interior del sistema del líquido de aspersión para asegurar que toda la tubería y las mangueras estén limpias. El lavado de la tela del avión es particularmente importante para evitar el daño de sus componentes. Todas las superficies de los controles del avión deben limpiarse y lubricarse en forma apropiada.

Bombear agua limpia a través del sistema de aspersión a una presión más alta que la normal de operación probará completamente el sistema de líquido e indicará filtraciones o mangueras dañadas. Los sistemas propulsores de la bomba, las máquinas eléctricas, hidráulicas o auxiliares deben mantenerse de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes y es necesario drenar totalmente el sistema del circuito de las tuberías de aspersión antes del almacenamiento.

Todas las boquillas hidráulicas se deberían quitar para almacenarlas e inspeccionar los diafragmas de las válvulas de cheque para detectar daños o desgaste. El medidor de presión del rociado debe verificarse que esté en cero cuando el sistema de aspersión no esté en uso.

Los atomizadores rotatorios deben limpiarse completamente y sus cubiertas deben revisarse por daños y por balanceo. Deben revisarse los sellos y las partes que funcionan con resortes (válvulas de interrupción o válvulas de restrictivos de líquido) para ver si están trabajando correctamente. Los frenos que se usan para parar la bomba de aspersión y los atomizadores que rotan durante el vuelo deben estar limpios y libres de contaminación de aceite y grasa.

Deberían examinarse todas las conexiones eléctricas y sellarlas para el almacenamiento, al mismo tiempo que se deben revisar por daños los acoples de control hidráulico y neumático.

Cuando se instalen nuevos componentes al sistema de aspersión o se reparan los existente, debe registrarse el trabajo que se hizo en el libro de mantenimiento del avión.

4.3.5 Almacenamiento del equipo

Consultar los manuales de instrucciones tanto del equipo de aspersión como el del avión. Por lo general, el equipo de aspersión montado en el avión se quita después de la aspersión para liberar el aeroplano para otras labores. Tanto el equipo de aspersión como el avión deben limpiarse totalmente (“descontaminarse”) y secarse antes de almacenarlos.

El almacenamiento del avión dependerá de las regulaciones locales pero debería hacerse bajo cubierta y estar plenamente seguro.

4.3.6 Almacenamiento de plaguicidas

El pesticida no usado debe ser devuelto al almacén. Los plaguicidas en recipientes o dañados deberían ser vaciados en vasijas limpias de reemplazo que sean plenamente etiquetadas. El control de existencias en la bodega debe asegurar que se use el material viejo antes de hacerlo con los nuevos productos similares, comprados recientemente. Consulte el *Código de Conducta sobre la Distribución y Uso de Plaguicidas, FAO, 1989*.

Un buen control de existencias y un planeamiento preciso significarán que el concentrado desperdiciado y la aspersión diluida se mantengan en un mínimo. Sin embargo, en donde se tengan que descartar productos químicos viejos u obsoletos debe recurrirse a un contratista aprobado. Los productos químicos para deshecho deben asegurarse en sus recipientes originales, en donde sea posible, y completamente etiquetados.

5 REGISTROS

Mantener registros del uso y la aplicación de plaguicidas es buen manejo. Los buenos registros se pueden consultar en el evento de una contaminación fuera del objetivo si hay una queja de un pobre funcionamiento en el campo.

Las anotaciones pueden ayudar en el control de las existencias de plaguicidas, pueden proporcionar una referencia útil y una guía para el funcionamiento del producto en una futura toma de decisiones.

En algunos países en donde es obligatorio llevar registros, los funcionarios encargados de hacer cumplir la ley tienen el poder de consultar los registros de años anteriores, algunas veces hasta tres años después de que se haya completado la última aplicación. En donde el seguimiento a la salud del operario es obligatorio, los registros pueden ser retenidos por un tiempo considerablemente mayor.

Los registros deberían contener tanto los detalles de las aplicaciones reales como los de cualquier observación llevada a cabo sobre la salud del operario.

Debe llevarse a cabo el registro del uso y mantenimiento del avión, usualmente de acuerdo con la Autoridad de Aviación Civil local y el departamento apropiado del Ministerio de Agricultura y / u otros ministerios relacionados.

5.1 Registros de la aspersión en el campo

Un sistema de registro seguro y completo debe describir toda la información pertinente y debe ser sencillo de anotar. Una investigación sobre el comportamiento insatisfactorio del producto o un incidente de contaminación fuera del objetivo se iniciará con una revisión de las tarjetas o las hojas de trabajo, las cuales deberían completarse el día de la aplicación. La tarjeta de trabajo debería incluir la siguiente información:

Campo número, tamaño y localización(referencia en el mapa)	
Plaga objetivo y estado de crecimiento	Hectáreas asperjadas
Fecha y hora de aplicación	Total del producto químico usado
Cultivo, estado de crecimiento	Cultivos adyacentes

Producto y dosis	Información sobre la mezcla en el tanque
Volumen de agua usado	Productos ayudantes usados
Tipo de avión y registro	Nombre del piloto
Información sobre barrera “no asperjar”	Tiempo de iniciación y terminación
Condiciones meteorológicas en el rociado	Método de marcada del terreno
Información sobre tiempo perdido, EPP usado y seguimiento del operario	Información sobre cargada del avión
	Tiempos de exposición del operario

5.2 Reparación y mantenimiento del equipo

Las reparaciones en el equipo de aspersión deben anotarse y los cambios en las técnicas de aspersión y calibración durante la estación deben registrarse en una lista para consulta futura.

La información sobre el mantenimiento del avión debería registrarse de acuerdo con las regulaciones de la Autoridad de Aviación Civil.

Las reparaciones del equipo de aspersión deben hacerse rápidamente a continuación de lo que debe recalibrarse en el avión y a la franja que se debe volver a revisar. Esto normalmente se requiere para cumplir con la legislación local.

Las boquillas sueltas, los diafragmas anti goteo, las aspas del atomizador, los resortes para válvulas, etc., todos, deberían guardarse como existencias durante la estación de rociado.

5.3 Inspección de la salud del operario

En el caso de que las recomendaciones de la etiqueta demanden la inspección de la salud del operario, debe prepararse un registro para cada trabajador individual que contenga el nombre, detalles de la salud e historia clínica previa.

Debe hacerse una lista de los periodos de exposición que incluya la fecha de la exposición inicial a un producto en particular y cualquier recomendación proveniente de un especialista clínico responsable del programa de seguimiento. También debe registrarse el contacto del operario con otros productos químicos durante el periodo de seguimiento.

Todo el personal comprometido con la operación de rociado debe someterse a chequeos de salud sobre bases regulares.

5.4 Equipo de protección personal

El EPP solamente es tan bueno como su mantenimiento y debería ser suministrado sobre una base estrictamente individual. Es importante un entrenamiento completo del operario para asegurarse que el equipo de seguridad dé máxima protección

El uso de equipo protector no garantiza la protección total del operario. Cuando se carguen productos químicos o cuando el equipo de manejo se vuelve defectuoso, por desgaste o por daño, deben llevarse a cabo inspecciones visuales regulares. El equipo especial, tal como el respirador, debe examinarse de acuerdo con la recomendación del fabricante. Los períodos entre revisiones deberían ser mas frecuentes cuando las condiciones de trabajo son más severas. Las fallas deben registrarse y corregirse antes de un uso posterior.

5.5 Contactos locales de emergencia

En el caso de un accidente debería estar disponible una lista accesible de contactos de emergencia locales que dispongan de facilidades médicas apropiadas y con acceso a información sobre venenos. Un punto de partida útil sería el fabricante local de productos químicos y / o el distribuidor, quienes deberían estar al día con la información del producto y los procedimientos en caso de accidente. Deberían estar en la lista los contactos tales como las autoridades locales de regulación de agua, las agencias locales de control de contaminación y del medio ambiente y los servicios

de emergencia, así como el nombramiento de un especialista local y bien entrenado en primeros auxilios. Este especialista debería estar familiarizado con los productos químicos que estén en uso y los procedimientos de emergencia en el caso de un accidente. El o ella deben estar al día en la información de las etiquetas de los productos y tener acceso a un suministro de antídotos apropiados para los productos que se están usando. Los envenenamientos con plaguicidas son, en general, agudos como resultado del contacto con la piel (ver 3.6). Por lo tanto, es esencial que los trabajadores de primeros auxilios puedan reconocer los primeros síntomas de envenenamiento que provocan los productos que se estén usando. Los síntomas varían para los diferentes productos químicos y pueden confundirse con otras enfermedades, particularmente aquellas que resultan de la exposición al calor.

6 ANEXOS

6.1 Referencias

1. Guidelines on organization and operation of training schemes and certification procedures for operators of pesticide application equipment, FAO Rome 2001
2. Guidelines on procedures for the registration, certification and testing of new pesticide application equipment, FAO Rome 2001
3. Guidelines on the organization of schemes for testing and certification of spray equipment in use, FAO Rome 2001
4. Guidelines on good practice for aerial application of pesticides, FAO Rome 2001
5. Guidelines on minimum requirements for agricultural pesticide application equipment, FAO Rome 2001
6. Guidelines on standards for agricultural pesticide sprayers and related test procedures, FAO Rome 2001

7. International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides (Amended version), FAO Rome 2001
8. Guidelines for Personal Protection when working pesticides in Tropical Countries FAO, Rome 1990
9. Legislation on the Control of Pesticides, Guidelines FAO, Rome 1990
10. Guidelines on Good Labelling Practice for Pesticides, FAO Rome 1995
11. Pesticide Storage and stock control manual, FAO Pesticide disposal series 3, Rome 1996
12. The WHO recommended Classification of Pesticides by Hazard and guidelines to Classification 1996-1997
13. Pesticide Application Equipment for Agriculture, Volume 1 Manually carried Equipment, Volume 2 Mechanically powered equipment, FAO Agricultural Services Bulletin 112, FAO Rome

6.2 Contactos locales de emergencia

1. Asistencia médica local: Doctor, Centro de Salud y Hospital.
2. Fabricantes locales y distribuidores de plaguicidas.
3. Agencias de control de contaminación y del medio ambiente.
4. Autoridad Reguladora del Agua.
5. Cuerpo de Bomberos
6. Autoridad Local. Policía local y de Carreteras.
7. Autoridad de Seguridad y de Salud.
8. Contratista aprobado para descartar desperdicios.