



MANEJO Y CALIBRACIÓN DE ASPERSORAS PARA LA APLICACIÓN DE AGROQUÍMICOS

BOLETÍN DIVULGATIVO

Proyecto:
Diseño y capacitación en el uso de equipos de aplicación para pequeños agricultores aldoneros

Por: Jesús Hernán Camacho Tamayo¹
Pedro Pablo Herrera Vivas²
Omar Montenegro Ramos³

Espinal, Tolima - 2003

¹ Ing. Agrícola. MSc. Programa Nacional de Maquinaria Agrícola y Postcosecha. Corpoica, CI. Tibaitatá.

² Agrólogo. Esp. Manejo Integrado de Suelos y Aguas. Corpoica, CI. Nataima.

³ Ing. Agrónomo. MSc. Manejo Integrado de Suelos y Aguas. Corpoica, CI. Nataima.

ISBN: 958-8210-38-0

© Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica - Regional Seis
Programa Regional Métodos de Transferencia de Tecnología
Dibujante: Jairo Ulloa Santamaría
Material Fotográfico: Iader Correa Arango

Tiraje: 300 ejemplares
Primera edición: noviembre de 2003

PRODUCCIÓN EDITORIAL
Diagramación, armada, fotomecánica,
impresión y encuadernación



www.produmeditos.com

Tel.: 288 5338 Bogotá, DC - Colombia

Impreso en Colombia
Printed in Colombia

CONTENIDO

	Pág.
PRESENTACIÓN.....	5
INTRODUCCIÓN.....	6
1. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE ASPERSIÓN.....	7
1.1. Aspersión aérea.....	7
1.2. Aspersora de tractor.....	8
1.3. Aspersión manual.....	8
2. MANEJO Y CALIBRACIÓN DE ASPERSORAS DE TRACTOR.....	10
2.1. Programar su uso.....	10
2.2. Ajustes y pruebas preliminares.....	14
2.3. Calibración de equipos con barra de aspersión.....	14
2.4. Carga del tanque.....	22
2.5. Transporte de la aspersora.....	23
2.6. Operación en el campo.....	23
2.7. Limpieza.....	25
2.8. Almacenamiento.....	26
3. MANEJO Y CALIBRACIÓN DE ASPERSORAS DE ESPALDA.....	27
3.1. Ajustes y pruebas preliminares.....	28
3.2. Calibración.....	28
3.3. Carga del tanque.....	29
3.4. Operación en campo.....	29
3.5. Limpieza y almacenamiento.....	30
4. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA PARA APLICACIÓN DE PESTICIDAS.....	31
4.1. Calidad.....	31
4.2. Cantidad.....	31

	Pág.
5. FACTORES AMBIENTALES.....	35
5.1. Humedad del suelo.....	35
5.2. Textura del suelo	35
5.3. Rocío.....	35
5.4. Lluvia	35
5.5. Viento.....	35
5.6. Temperatura	36
5.7. Cultivo	36
6. SEGURIDAD Y MANEJO DE PLAGUICIDAS	37
6.1. Utilización de símbolos (Dibujos en la etiqueta)	37
6.2. Protección del aplicador	38
6.3. Cómo evitar la contaminación del operario y del ambiente durante la aplicación	38
6.4. Manejo de envases vacíos.....	39
6.5. Higiene durante la aplicación	40
6.6. Higiene personal	41
7. BIBLIOGRAFÍA.....	42



PRESENTACIÓN

Para la realización de esta cartilla se han tomado elementos del boletín divulgativo 3, publicado por la Regional 8 de Corpoica con el apoyo del Programa Nacional de Maquinaria Agrícola y el patrocinio de CONALGODON y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Así mismo se incorporaron elementos de las experiencias adquiridas durante los cursos taller, dictados por la Regional Seis a agricultores y asistentes técnicos en diferentes zonas algodoneras del Tolima y Huila, así como en la zona del Sinú y San Pedro (Sucre) pertenecientes al Caribe húmedo, sobre manejo eficiente de herbicidas y calibración de equipos terrestres contribuyendo tecnológicamente a la reactivación del cultivo del algodonero en Colombia.

Este nuevo documento permite ampliar la revisión bibliográfica, incluir nuevos conceptos precisando y corrigiendo deficiencias en campo más comunes que se presentan en la actualidad, en las zonas productoras de algodón, teniendo en cuenta la tecnología de la cual se dispone en las fincas de los agricultores.

La aplicación de las recomendaciones aquí propuestas permitirá documentar la eficiencia de la operación de las máquinas aumentando así la efectividad de los productos en el control de plagas y malezas, reduciendo los costos parciales en estos rubros y aumentando la rentabilidad del cultivo.

Además el uso correcto de los pesticidas permite disminuir el impacto ambiental que pueden causar estos en las zonas productoras.

INTRODUCCIÓN

Las pérdidas económicas que se presentan en la producción agropecuaria por el deficiente uso de pesticidas, se deben en parte, al desconocimiento o no-utilización de conceptos técnicos elementales en la operación de las aspersoras y en algunos casos a la falta de información renovada o que incorpore nuevos desarrollos tecnológicos. Conceptos como la calidad y cantidad de agua de aplicación, tipo de boquilla a emplear, altura de la barra de aplicación, regulación de la presión y velocidad de trabajo, son conocidos pero poco considerados en el momento de realizar una aplicación con pesticidas. En ocasiones esta ineficiencia se traslada a la calidad o cantidad del producto, sin realizar un análisis previo de los diferentes componentes y etapas que conforman esta labor, causando un incremento de los costos en el control de plagas, enfermedades y malezas.

Para realizar un efectivo control de enfermedades, malezas e insectos dañinos en el cultivo, se debe tener en cuenta las condiciones ambientales al momento de realizar la labor, así mismo las condiciones de aplicación del producto, (tipo, dosificaciones, presentación o formulación).

Dosis bajas producen un control deficiente, se pierde la inversión y parte del rendimiento debido a la competencia de las malezas o a los daños que causan los insectos y las enfermedades, siendo necesarios controles adicionales que incrementa los costos de producción.

Dosis superiores a las recomendaciones incrementan los costos y pueden causar daño al cultivo, aumentando los riesgos de pérdida de producción y de contaminación al medio ambiente.

Una buena aspersión garantiza mejor protección para el cultivo, buen control de malezas, menor desgaste de los equipos y ahorro de tiempo y combustible, lo que se traduce en reducción de costos en la operación y menor costo de producción del cultivo. Para una buena aplicación, se debe tener en cuenta:

- El sistema de aspersión.
- Calidad del agua de aplicación (pH, dureza y partículas en suspensión, principalmente).
- Clase de boquilla para la aplicación del producto.
- Presión de operación de la aspersora.
- Velocidad de operación adecuada a las condiciones del terreno.
- Cantidad de mezcla (agua y producto) que se necesita para la aplicación, generalmente considerada en litros por hectárea.
- Niveles de aplicación (% de daño insectos).

1. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE ASPERSIÓN

Para establecer cual es el sistema de aspersión más adecuado a las necesidades, es necesario considerar los siguientes factores y determinar cuales de ellos son los más importantes o representativos.

- Eficiencia requerida.
- Frecuencia de aplicación.
- Tipo de cultivo.
- Estado del cultivo.
- Mecanismo de homogenización.
- Área total de trabajo.
- Características de la zona de trabajo.
- Facilidad de uso.
- Durabilidad del equipo.
- Valor del equipo.
- Costo de operación del equipo.
- Servicio postventa (repuestos, asesoría).

1.1. Aspersión aérea

Se realiza con avión o helicóptero facilitando la aplicación de un producto en un tiempo corto, y es la más conveniente para grandes áreas. Además, desde el punto de vista agrícola, puede representar las siguientes ventajas:

- No causa daño mecánico a los cultivos, como puede suceder con el uso de equipos terrestres.
- Se evita la compactación, característica importante en el caso de realizar varias aplicaciones de pesticidas, durante el ciclo del cultivo.
- Puede usarse en cultivos densos o en áreas que por su sistema de riego y drenaje, dificulten el uso de equipos terrestres.
- Mayor seguridad para el operario, al quedar menos expuesto a los pesticidas.
- Requiere de un menor volumen de mezcla para la aplicación de un producto (entre 8 y 50 l/ha, dependiendo del tipo de boquilla).

Entre sus principales desventajas se tiene su alto costo y la dificultad para controlar la deriva, siendo recomendable dejar una “zona de seguridad” alrededor de la zona de trabajo.

1.2. Aspersora de tractor

Se utilizan equipos autopropulsados o acoplados al tractor. En la Figura 1 se observan los principales componentes de un aspersora de tractor.

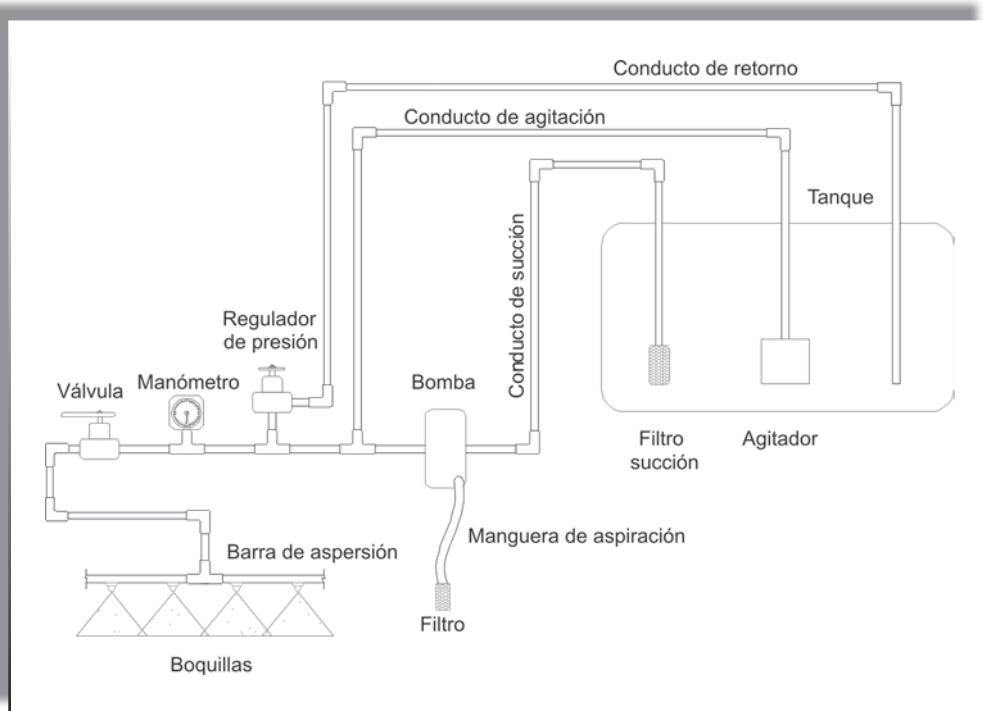


Figura 1. Componentes básicos de una aspersora de tractor.

Son adecuadas para extensiones medianas. Los equipos son más baratos que los usados en aplicaciones aéreas y el costo de operación y mantenimiento también es menor. La eficiencia de estos equipos depende del tamaño del tanque, del tipo de bomba y de la tasa de aplicación de la mezcla, y ésta a su vez, del tipo de boquilla, de la presión de trabajo y de la velocidad de operación o desplazamiento, como se describe en el numeral 2.1.

1.3. Aspersión manual

Estos equipos son adecuados para áreas pequeñas, de difícil acceso o terrenos con pendientes altas. En la Figura 2 se observa los componentes de una bomba de espalda, cuya presión es regulada por el operario. Debido a su forma de operación (manual), difícilmente se presenta deriva, por eso es recomendado para aplicación de pesticidas en áreas urbanas.

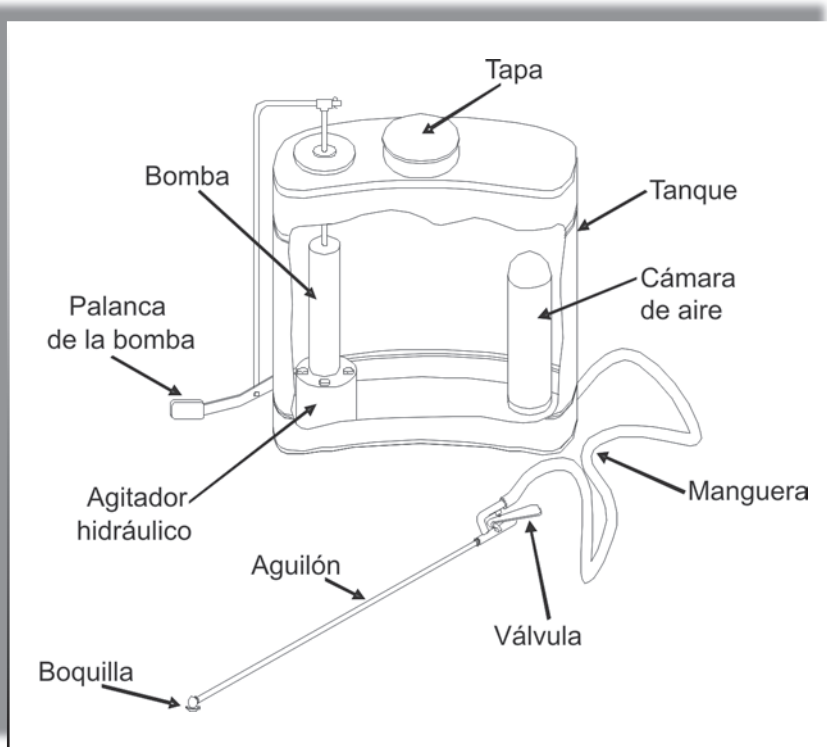


Figura 2. Componentes básicos de una aspersora manual.

También son adecuados para realizar controles localizados dentro del cultivo, por ejemplo donde se detectan focos de una plaga o para el control de una maleza que no esta diseminada en toda la zona de trabajo, sino concentrada en "parches o manchas".

Dentro de sus limitantes tenemos su baja capacidad y la uniformidad en la aplicación del producto depende de la destreza del operador. Por otra parte, el operador esta más expuesto al producto, por lo cual es indispensable seguir de manera estricta las recomendaciones de manejo y aplicación que aparece en la etiqueta.

2. MANEJO Y CALIBRACIÓN DE ASPERSORAS DE TRACTOR

La operación de una aspersora debe contemplarse como un todo antes, durante y después de su uso – para no afectar la calidad que se busca en esta labor. A continuación se presentan ocho pasos a seguir:

1. Programar su uso.
2. Realizar ajustes y pruebas preliminares.
3. Calibración.
4. Carga del tanque.
5. Transporte en carretera.
6. Operación en campo.
7. Limpieza.
8. Almacenamiento.

2.1. Programar su uso

Se inicia con la decisión de realizar una aplicación, teniendo en cuenta qué producto (ingrediente activo) se usará. De acuerdo con las características del producto y las indicaciones para el manejo, se establece volumen de aplicación, tipo y localización de las boquillas, velocidad apropiada de operación y presión requerida.

- Volumen de aplicación. Se regula de acuerdo al tipo de boquilla, la velocidad de operación en campo y la presión recomendada indicada en el manómetro (Figura 3).
- Número y ubicación de las boquillas. Depende de la forma de aplicación del producto, tamaño del cultivo y la distancia entre surcos, en el caso de hacer aplicación únicamente donde se encuentran las plantas. En algunas ocasiones por el tamaño de la planta y por su desarrollo foliar, es conveniente usar dos o tres boquillas por surco. Para aplicar pre-emergentes o quemas químicas, el aguilón debe quedar a 50 cm de altura sobre el suelo; además, es importante dirigir las boquillas en ángulo de 10 a 15 grados con relación al aguilón, para mejorar el barrido.

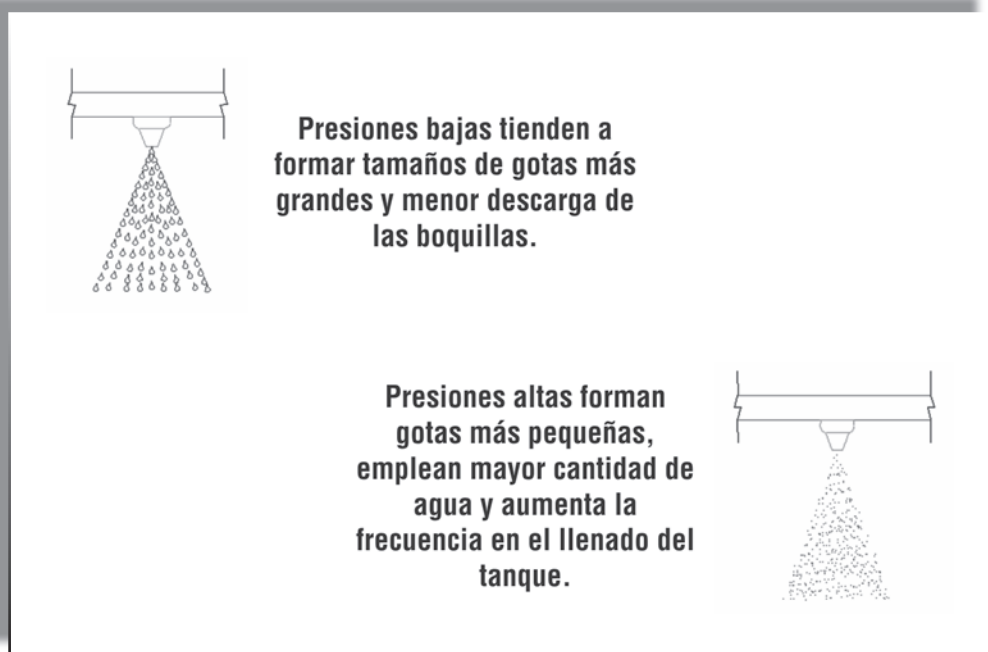


Figura 3. Efecto de la presión en el tamaño de la gota.

- Velocidad de operación. La velocidad de operación varía entre 4 y 12 km/h en operaciones con tractor o equipos autopropulsados y de 2 a 3 km/h para aplicación manual. Depende básicamente del tipo de boquilla, presión, volumen de aplicación y de la regularidad del terreno.
- Selección de boquillas. Gran parte del éxito de la aspersión esta en la selección de las boquillas. Para esto es necesario realizar las prácticas de calibración, las cuales se describen más adelante. Debe tenerse en cuenta capacidad y material de fabricación. El tipo de boquilla depende del producto a aplicar, volumen de aplicación, tamaño de la gota que entrega y del área que cubre. El material tiene que ver básicamente con la duración de las mismas (vida útil), característica que está influenciada por la aplicación de agroquímicos corrosivos o la presencia de sólidos en la mezcla aplicada.

En la Tabla 1 se observa las boquillas más utilizadas en la producción de cultivos y en la Tabla 2 se muestra un ejemplo con boquillas de abanico, con la identificación dada por el fabricante (código y color), a diferentes condiciones de operación y en la Figura 4 se presentan los componentes integrales de un sistema de boquillas.

Tabla 1. Tipos de boquillas más comunes




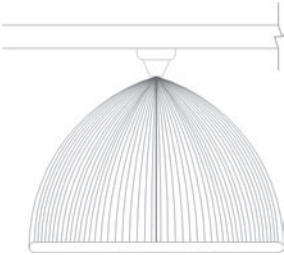
Tipo de boquilla	Características
 <p data-bbox="293 591 379 620">Abanico</p>	<ul data-bbox="530 378 1123 553" style="list-style-type: none"> • Para superficies planas y limpias. • Adecuadas para aplicación en bandas (surcos o entre-surcos). • Presión recomendada de pulverización: 1,5 - 3 bar (22 - 44 psi).
 <p data-bbox="273 919 396 948">Cono hueco</p>	<ul data-bbox="530 724 1123 862" style="list-style-type: none"> • Adecuada para aplicación dirigidas al follaje del cultivo, para el control de insectos aéreos o de hongos. • Presión recomendada de pulverización: 3 - 4 bar (44 - 59 psi).
 <p data-bbox="273 1255 396 1284">Cono sólido</p>	<ul data-bbox="530 990 1123 1263" style="list-style-type: none"> • Trabajo con presiones altas y gotas pequeñas; son las más indicadas para el manejo de hongos en el follaje. • Utilizadas par el control de plagas en árboles, presentes en el follaje. • Adecuada para tratamientos localizados, mediante aplicación manual. • Presión recomendada de pulverización: 3 - 5,5 bar (44 - 81 psi).
 <p data-bbox="229 1619 440 1648">Cortina o de impacto</p>	<ul data-bbox="530 1343 1123 1616" style="list-style-type: none"> • Para trabajo con baja presión y gotas gruesas. • Menor problema por taponamiento del orificio. • Comúnmente usada para aplicación de herbicidas, en suelos sin cultivo. • También son usadas para aplicación de nematicidas, insecticidas sistémicos y herbicidas en la base de árboles. • Presión recomendada: 2 - 3 bar (29 - 44 psi).

Tabla 2. Color y volumen de aplicación (l/ha), para boquillas XR Teejet de abanico.
Distancia entre las boquillas 0,5 m

Boquilla	Presión		Caudal l/min	Litros por hectárea			
	Bar	psi		4 km/h	8 km/h	12 km/h	16 km/h
XR8001	1	14,7	0,23	69,0	34,5	23,0	17,3
	2	29,4	0,32	96,0	48,0	32,0	24,0
	3	44,1	0,39	117,0	58,5	39,0	29,3
	4	58,8	0,45	135,0	57,5	45,0	33,8
XR80015	1	14,7	0,34	102,0	51,0	34,0	25,5
	2	29,4	0,48	144,0	72,0	48,0	36,0
	3	44,1	0,59	177,0	88,5	59,0	44,3
	4	58,8	0,68	201,0	102,0	68,0	51,0
XR8002	1	14,7	0,46	138,0	69,0	46,0	34,5
	2	29,4	0,65	195,0	97,5	65,0	48,8
	3	44,1	0,79	237,0	119,0	79,0	59,3
	4	58,8	0,91	273,0	137,0	91,0	68,3
XR8003	1	14,7	0,68	204,0	102,0	68,0	51,0
	2	29,4	0,96	288,0	144,0	96,0	72,0
	3	44,1	1,18	354,0	177,0	118,0	88,5
	4	58,8	1,36	408,0	204,0	136,0	102,0
XR8004	1	14,7	0,91	273,0	137,0	91,0	68,3
	2	29,4	1,29	387,0	194,0	129,0	96,8
	3	44,1	1,58	474,0	237,0	158,0	119,0
	4	58,8	1,82	546,0	273,0	182,0	137,0
XR8005	1	14,7	1,14	342,0	171,0	114,0	85,5
	2	29,4	1,61	483,0	242,0	161,0	121,0
	3	44,1	1,97	591,0	296,0	197,0	148,0
	4	58,8	2,27	681,0	341,0	227,0	170,0
XR8006	1	14,7	1,37	411,0	206,0	137,0	103,0
	2	29,4	1,94	582,0	291,0	194,0	146,0
	3	44,1	2,37	711,0	356,0	237,0	178,0
	4	58,8	2,74	822,0	411,0	274,0	206,0



Figura 4. Componentes integrales de un sistema de boquillas cono, cortina y abanico.

2.2. Ajustes y pruebas preliminares

Antes de iniciar las labores es necesario hacer una revisión del equipo, para observar el estado de rodamientos, chumaceras, llantas de transporte, nivel del aceite de la bomba y su calidad ya que es frecuente que con el tiempo éste presente un color lechoso, que indica presencia de agua. Nunca sobra tener el manual del operador a la mano para salir de dudas, revisar las mangueras y posibles agrietamientos del tanque, lavar los filtros con un cepillo de cerdas suaves e instalarlos con las boquillas, comprobar la distancia entre éstas y los ángulos de aplicación. Si las boquillas son usadas es conveniente comparar su funcionamiento con una nueva para evitar inconvenientes en el campo.

2.3. Calibración de equipos con barra de aspersión

Una buena calibración es de vital importancia para obtener el volumen adecuado de aplicación. Esta práctica debe hacerse en forma frecuente ya que las tablas de calibración de las boquillas se hacen con agua bajo condiciones controladas de laboratorio. Además el volumen de mezcla entregado por una boquilla aumenta con el desgaste de la misma. A continuación se describen dos métodos para la calibración:

2.3.1. Método 1 para calibración de la aspersora de tractor

Este método es el más confiable ya que verifica el flujo de cada boquilla y permite calcular el tiempo requerido para esta operación. En este método se siguen los siguientes pasos:

- Vierta agua en el tanque, entre 100 y 150 litros.
- Regule la presión (30-60 psi). Debe tener en cuenta que el manómetro funcione correctamente.
- Ponga en funcionamiento la aspersora y observe la alineación de las boquillas y su descarga. Verifique que no se presenten escapes. Si observa que alguna boquilla presenta un flujo menor que las demás, limpie el filtro y la boquilla y si este comportamiento sigue, cambie el filtro y/o la boquilla. En caso de que el flujo sea superior, es necesario reemplazarla.
- Velocidad del tractor: Esta se establece previamente de acuerdo a las posibilidades del tractor y condiciones del terreno, se recomienda que esté entre 4 y 8 km/h. Para comprobarla es aconsejable realizar pruebas sencillas en campo como medir 100 m y determinar el tiempo que utiliza el tractor para hacer este recorrido. De esta forma se determina la velocidad real del tractor en campo.
- Calcule el flujo de las boquillas. Ponga en funcionamiento las aspersoras con solo agua y espere 15 segundos para que el flujo sea uniforme. Luego recoja en recipientes la descarga de cada boquilla, durante un minuto (Figura 5). Mida el volumen recogido por cada boquilla, sume y realice el promedio. Si el volumen de cada boquilla no varía en un 5% respecto al promedio, no es necesario hacer algún cambio. En caso contrario, para volúmenes que estén



Figura 5. Medición del flujo de descarga de las boquillas.

por debajo, se deben limpiar filtros y las boquillas. Para entregas por encima del promedio, se deben cambiar las boquillas.

En el momento de la calibración del equipo se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

1. Ancho del trabajo del equipo ($A\hat{t}$), en metros.
2. Capacidad o volumen del tanque (V), en litros.
3. Dosificación del producto, en litros o kilogramos por hectárea.
4. Velocidad del tractor (V_o), en kilómetros por hora.
5. Caudal o volumen de entrega (Q) de cada boquilla, en litros por minuto.

Los aspectos uno y dos se obtienen del manual de funcionamiento, el tercero depende del producto a aplicar y de las recomendaciones del fabricante. Los dos últimos se establecen en la finca.

Ejemplo 1.

Supongamos que se trabajará con una aspersora de 24 boquillas, ubicadas cada 0,5 m con un tanque cuya capacidad es de 600 litros. Se realizará la aplicación de dos productos: uno líquido con una dosis de 3 litros/hectárea (l/ha) y uno granulado con una dosis de 2,5 kilogramos/hectárea (kg/ha).

De acuerdo con estas condiciones se tiene:

- Ancho de trabajo: $A\hat{t} = 12$ metros.
- Volumen del tanque: $V = 600$ litros.
- Dosis de los productos: $D_1 = 3$ litros/hectárea y $D_2 = 2,5$ kg/ha.

Velocidad de operación, V_o . Primero se establece cual va a ser la velocidad para operar el tractor. En este ejemplo, la velocidad que se busca será de 8 km/h. Es necesario comprobar la velocidad en campo. Para esto mida 100 m en el lote y determine el tiempo que el tractor utiliza en recorrer esta distancia. Repita este proceso mínimo tres veces y obtenga el promedio. Estos datos se pueden registrar en una tabla, como se muestra a continuación:

Tabla 3. Pruebas para la determinación de la velocidad de operación, V_o

Prueba	Distancia metros	Tiempo segundos
1	100	47
2	100	46
3	100	51
Promedio	100	48

Con el promedio se obtiene la velocidad de operación en campo (metros/hora o kilómetro/hora), teniendo en cuenta que la hora equivale a 3.600 segundos y que 1 kilómetro equivale a 1.000 metros.

$$Velocidad = \frac{distancia}{tiempo}$$

Entonces la velocidad de operación es:

$$Vo = \frac{100 m}{48 s} * \frac{3600 s}{1 h} = 7500 m / h$$

Que equivale a:

$$Vo = 7,5 km / h$$

Como se observa, la velocidad en campo es menor a la esperada. Esto se debe a diferentes circunstancias como el estado del tractor, regularidad del lote, estado de las llantas, patinamiento, presencia de obstáculos (zanjas, troncos, árboles) y destreza del operador, entre otras.

Con la velocidad de operación (Vo) y el ancho de trabajo (At), se determina la Capacidad de Campo (cobertura del implemento, en hectárea/hora).

Capacidad de Campo:

$$Cc = At * Vo$$

En este ejemplo se tiene:

$$Cc = 12 m * 7500 m / h = 90000 m^2 / h$$

Teniendo en cuenta que una hectárea equivale a 10.000 m², se tiene:

$$Cc = 9 ha / h$$

Este dato sólo es un indicador, pues aquí no se considera el tiempo requerido para el llenado del tanque, los desplazamientos y las vueltas requeridas para la aplicación entre una y otra franja. Se esperaría una Capacidad de Campo Real entre 6 y 7 ha/h, pero para los fines de calibración de la aspersora se debe tener en cuenta la cifra calculada de acuerdo con el procedimiento descrito. Para este ejemplo es de 9 ha/h.

Después de determinar la velocidad de operación, se determina el caudal de la aspersora (descarga de las boquillas), teniendo en cuenta las recomendaciones indicadas anteriormente.

Los datos se registran en una tabla y se realizan los cálculos necesarios, como se muestra a continuación:

Tabla 4. Cálculo del caudal de las boquillas de una aspersora

No. boquilla	Lectura ml			Suma	Promedio por boquilla
	1	2	3		
1	893	895	887	2675	891.67
2	905	915	901	2721	907.00
3	887	889	883	2659	888.33
4	915	925	935	2775	925.00
5**	829	858	861	2548	849.33
6	910	907	905	2722	907.33
7	920	918	923	2761	920.33
8	940	935	938	2813	937.67
9	932	925	928	2785	928.33
10	915	921	923	2759	919.67
11	890	878	894	2662	887.33
12	919	902	905	2728	908.67
13	903	906	908	2717	905.67
14	895	902	897	2894	898.00
15**	845	860	858	2583	864.33
16	920	925	925	2770	923.33
17	907	909	903	2719	906.33
18	889	895	882	2878	892.00
19	940	935	943	2818	939.33
20	925	918	917	278	920.00
21	915	918	923	2756	918.67
22	905	903	909	2717	905.67
23	910	913	917	2740	913.33
24	895	899	903	2697	899.00
TOTAL BOQUILLAS					21.744.33
PROMEDIO FINAL POR BOQUILLA					908.01
CÁLCULO DEL 5% DEL PROMEDIO FINAL					45.40
CAUDAL MÍNIMO EN UNA BOQUILLA					862.61
CAUDAL MÁXIMO EN UNA BOQUILLA					953.31

** Boquillas fuera del promedio de descarga recomendados

Como se aprecia en la Tabla 4, el caudal promedio por boquilla es de 906 ml/mln. De acuerdo con este promedio, se deben revisar los conjuntos de las boquillas 5 y 15, ya que el caudal que registra cada una se encuentra por debajo del caudal mínimo establecido, para esta aspersora.

Con el promedio final por boquilla se establece el caudal (entrega) de la aspersora (Q_a) en litros por hora, de la siguiente manera:

$$Q_a = Q * \text{No. de boquillas}$$

Primero se pasa el caudal de una boquilla a litros por hora:

$$Q = \frac{906 \text{ ml}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} * \frac{1 \text{ l}}{100 \text{ ml}} = 54,36 \text{ l/h}$$

Luego se determina el caudal de la aspersora, como sigue:

$$Q = \frac{54,36 \text{ l}}{\text{h}} * 24 \text{ boquillas}$$

$$Q_a = 1304,64 \text{ l/h}$$

Para determinar la Cantidad a Aplicar (C_q) en litros por hectárea, se toma el caudal de la aspersora (Q_a) y la capacidad de campo (C_c), mediante la siguiente operación:

$$C_q = \frac{\text{Caudal aspersora } (Q_a)}{\text{Capacidad de campo } (C_c)}$$

Cantidad a aplicar:

$$C_q = \frac{1304,64 \text{ l/h}}{9 \text{ ha/h}} = 144,96 \text{ l/ha}$$

Esto nos indica que se aplicará aproximadamente 145 litros de mezcla por hectárea. Después se determina el Área Cubierta (A_c) con el tanque lleno de la aspersora, de la siguiente manera:

Área cubierta:

$$A_c = \frac{\text{Volumen tanque } (V)}{\text{Cantidad a aplicar } (C_q)} = \frac{600 \text{ l/tanque}}{144,96 \text{ l/ha}}$$

Con este dato se determina que cantidad de producto (en litros o en kilogramos), se debe adicionar al tanque para obtener la mezcla deseada, de la siguiente forma:

$$A_c = 4,14 \text{ ha / tanque}$$

Cantidad del producto:

$$Cp = \text{Área cubierta (Ac)} * \text{Dosis producto (D)}$$

Para el producto líquido se estableció una dosis de 3 l/ha. Por lo tanto se debe agregar al tanque:

$$Cp_1 = 4,14 \text{ ha / tanque} * 3 \text{ l / ha} = 12,42 \text{ l / tanque}$$

Para el producto sólido se estableció una dosis de 2,5 kg/ha. Por lo tanto se debe agregar al tanque:

$$Cp_2 = 4,14 \text{ ha / tanque} * 2,5 \text{ kg / ha} = 10,35 \text{ kg / tanque}$$

2.3.2. Método 2 para calibración de la aspersora de tractor

Este método es más rápido que el anterior, pero no permite chequear el funcionamiento de las boquillas en forma individual ni permite determinar el tiempo que se requiere para realizar la labor de aspersión de un lote. Si se decide aplicar este método, revise cuidadosamente el funcionamiento de cada boquilla antes de seguir los siguientes pasos:

- Vierta agua en el tanque, entre 100 y 150 litros.
- Regule la presión (30 – 60 psi). Debe tener en cuenta que el manómetro funcione correctamente.
- Ponga en funcionamiento la aspersora y observe la alineación de las boquillas y su descarga. Verifique que no se presenten escapes. Si se observa que alguna boquilla presenta un flujo menor que las demás, limpie el filtro y la boquilla y si este comportamiento sigue, cambie el filtro y/o la boquilla. En caso de que el flujo sea superior, es necesario reemplazarla.
- Regule la velocidad del tractor de acuerdo a condiciones del terreno (de 4 a 10 km/h).
- Llene el tanque con agua.
- Mida 100 metros, para que el tractor realice este recorrido con la aspersora en funcionamiento.
- Llene nuevamente el tanque, teniendo en cuenta el volumen de agua agregado, esta será la cantidad de mezcla entregada por la aspersora.
- Realice los cálculos, para establecer que cantidad de producto se debe agregar en el tanque, para obtener la mezcla adecuada.

Ejemplo 2.

Supongamos que se trabajará con una aspersora de 24 boquillas, ubicadas cada 0,5 m, con un tanque cuya capacidad es de 500 litros. Se realizará la aplicación de un producto, cuya dosis recomendada es de 3,5 l/ha. Con base en estas condiciones se tiene:

- Ancho de trabajo: $At = 12 \text{ m}$
- Volumen del tanque: $V = 500 \text{ l}$
- Dosis del producto: $D = 3,5 \text{ l/ha}$

De acuerdo con lo descrito en el procedimiento, se realizaran las pruebas descritas con cinco repeticiones, en una distancia de 100 m, con una velocidad del tractor preestablecida entre 7 y 7,5 km/h, de donde se obtienen los resultados que se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 5. Pruebas para la determinación de la velocidad de operación, V_o

Prueba	Distancia, m	Entrega, l
1	100	15,5
2	100	15,2
3	100	14,6
4	100	15,4
5	100	14,8
Promedio	100	15,1

Se toman los datos del promedio, es decir, una distancia (D) de 100 metros y una entrega de 15,1 litros. Para determinar la cantidad de mezcla a aplicar (Cq) en litros por hectárea, utilice la siguiente formula:

$$Cq = \frac{\text{Entrega} * 10000}{At * D}$$

Donde At es el Ancho de Trabajo de la aspersora, que equivale a 12 metros para este ejemplo. Entonces se calcula la cantidad a aplicar:

$$Cq = \frac{15,1 * 10000}{12 * 100} = 125,83 \text{ l / ha}$$

Esto indica que se aplicará aproximadamente 126 litros de la mezcla por hectárea. Después se determina el Área Cubierta (Ac) con el tanque lleno, como se describe a continuación:

Área cubierta:

$$Ac = \frac{\text{Volumen tanque (V)}}{\text{Cantidad a aplicar (Cq)}} = \frac{500 \text{ l /tanque}}{125,83 \text{ l / ha}}$$

$$Ac = 3,97 \text{ ha / tanque}$$

Con este dato se determina que cantidad de producto (en litros o kilogramos), se debe adicionar al tanque para obtener la mezcla adecuada, de la siguiente forma:

Cantidad del producto:

$$Cp = \text{Área cubierta (Ac)} * \text{Dosis producto (D)}$$

En este ejemplo se quiere aplicar un producto cuya dosificación es de 3,5 l/ha, por lo tanto se tiene:

$$Cp_1 = 3,97 \text{ ha / tanque} * 3,5 \text{ l / ha} = 13,90 \text{ l / tanque}$$

Esto significa que se debe agregar 13,9 litros del producto al tanque, para obtener una aplicación de 3,5 l/ha del producto.

Aplicaciones con pantalla

En las nuevas estrategias de labranza de conservación la utilización de aplicaciones de herbicidas en forma dirigida es de vital importancia para el control de arvenses en presencia del cultivo y con el fin de no afectarlo.

Es necesario emplear Glifosatos a bajo volumen (la experiencia muestra que se puede aplicar 1 l/ha de producto con excelentes resultados), con baja presión y boquilla de abanico, empleando un aceite para dar más peso a la gota. No es necesario ganchar o aporcar el cultivo (Figura 6).

2.4. Carga del tanque

Hay dos puntos a considerar, la cantidad de producto a adicionar y la preparación de la mezcla.

Para esto se determina el volumen del tanque (la cantidad del producto que necesita aplicar por hectárea y realizar los cálculos que se describen en la sección anterior.

En el caso de productos líquidos, éstos pueden ser adicionados directamente al tanque cuando esté lleno y se pone a circular la mezcla para homogeneizarla.

En el caso de productos sólidos, la mezcla debe hacerse en un recipiente separadamente, de acuerdo a las indicaciones del fabricante, para luego ser agregado al tanque. En ambos casos deben tomarse las precauciones necesarias.



Figura 6. Pantalla para la aplicación pos-emergente de los herbicidas en sistema de labranza de conservación.

2.5. Transporte de la aspersora

No es conveniente transportar la aspersora con el tanque lleno, ya que de presentarse algún accidente, los químicos que se han incorporado en la mezcla pueden llegar a contaminar el medio ambiente. Procure llenar el tanque y preparar la mezcla en el sitio de trabajo. Además, con el tanque vacío se previene que el agua se filtre y se mezcle con el aceite de la bomba. En todo caso, para el tránsito en carretera cumpla con las normas y verifique que las luces del tractor y del implemento funcionen adecuadamente.

2.6. Operación en el campo

El operador debe estar atento para que el equipo funcione bien. Debe vigilar la presión del equipo, el flujo a través de las boquillas y conocer el lote para evitar traslapes o dejar áreas sin aplicar (conejos) (Figura 7). De acuerdo con las condiciones climáticas, se debe tomar la decisión de hacer o no la aplicación, ya que se puede perder el trabajo por causa de la lluvia o perjudicar cultivos vecinos cuando el viento es fuerte. La altura de los aguillones se ajuste entre 40 y 60 cm (Figura 8), dependiendo del tipo de boquilla, la altura de las plantas, de las condiciones climáticas y del producto a distribuir.

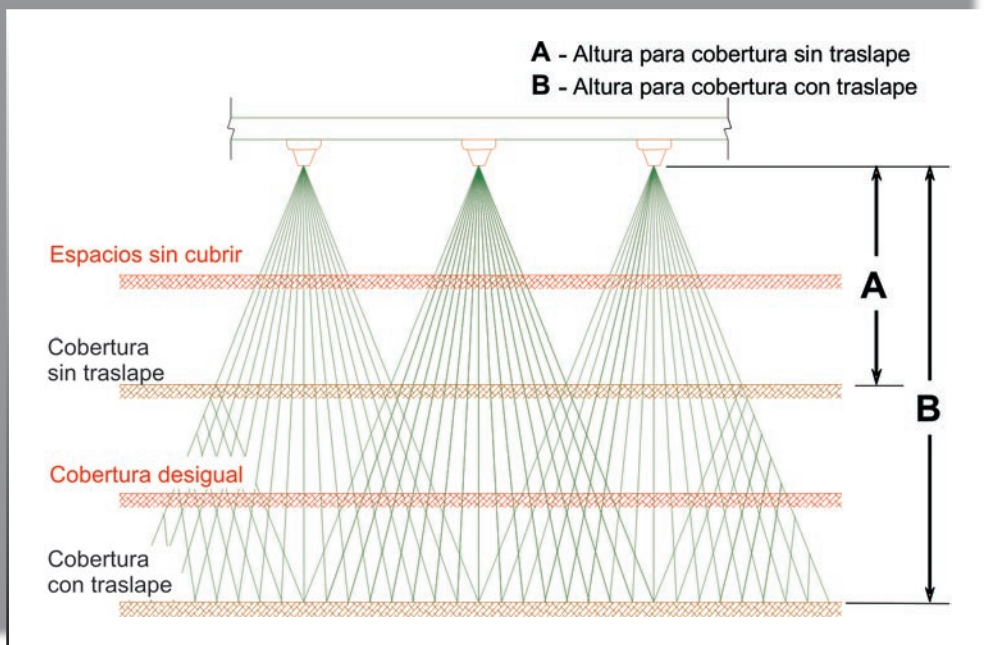


Figura 7. Altura de la barra de aspersión y formas de cobertura.



Figura 8. Posición horizontal adecuada del aguilón a la altura de 50 cm, para aplicación uniforme en el campo.

Si los aguillones no se encuentran en posición paralela al suelo, la aplicación será desuniforme y podrá causar daños a las plantas (Figura 9).

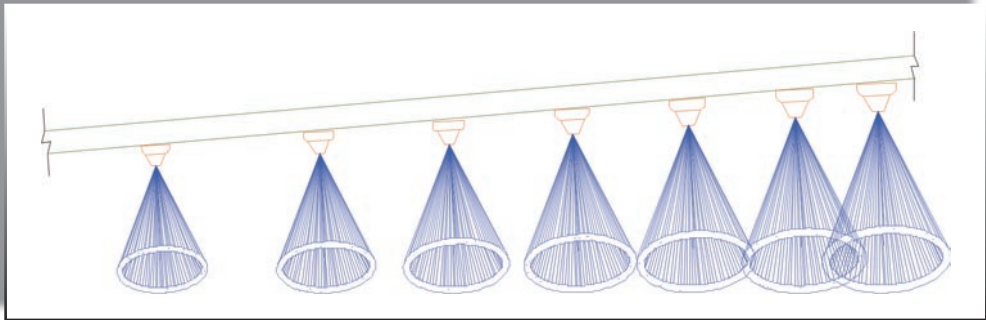


Figura 9. Cobertura desigual. Posición inclinada de la barra de aspersión.

2.7. Limpieza

Después de realizar la labor en el campo o para aplicar un producto diferente, es necesario hacer una buena limpieza de las aspersoras (Figura 10). Siga las siguientes recomendaciones:

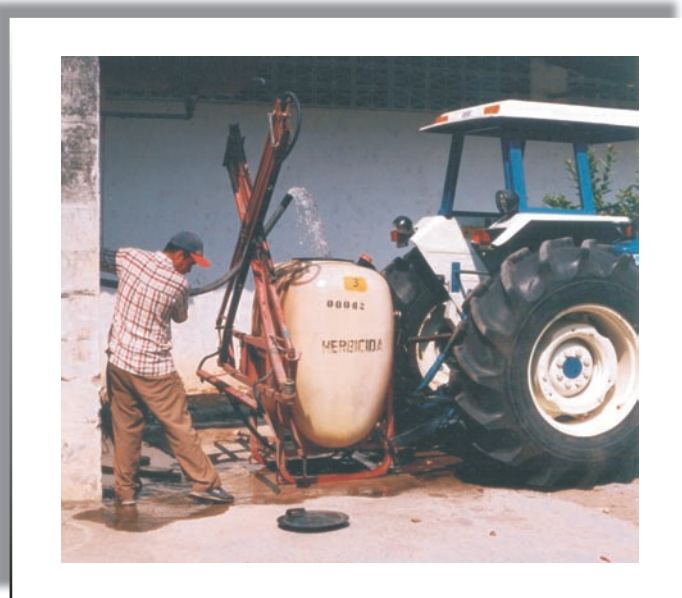


Figura 10. Lavado del equipo de aplicación después de usarlo.

- Con un cepillo o escoba, aplique agua y jabón a todo el equipo. Si el producto que utiliza pertenece al grupo de los organoclorados, añada vinagre para la limpieza.
- Con una manguera a presión, lave todo el equipo.

- Para limpiar las mangueras y las boquillas por fuera, utilice un cepillo de cerdas suaves. Lave estas partes con agua posteriormente.
- Vierta agua y jabón en el tanque. Ponga en funcionamiento el equipo.
- Por último, añada agua y ponga en funcionamiento el equipo. Repita esta operación dos veces.

2.8. Almacenamiento

Al final de la temporada es necesario preparar la aspersora para el almacenamiento. Una apropiada preparación le facilitará su uso para la próxima ocasión que la necesite. Tenga en cuenta los siguientes pasos.

- Realice la limpieza descrita en el numeral 2.7.
- Vierta ACPM en el tanque, entre 15 y 25 galones.
- Ponga la aspersora en funcionamiento, circule y vacíe el ACPM a través de las boquillas.
- Revise y limpie los filtros del tanque.
- Retire y limpie los conjuntos de las boquillas y luego deposítelos en frascos con ACPM y tápelos.
- Ubique la aspersora en un lugar ventilado y bajo techo.

3. MANEJO Y CALIBRACIÓN DE ASPERSORAS DE ESPALDA

Existen dos tipos: manuales (Figura 11), donde el operario regula la presión constantemente, y motorizados, que garantizan un flujo más uniforme. La forma de calibración de estos dos tipos de aspersoras de espalda es la misma. Para su operación tenga en cuenta los siguientes pasos:

- Ajustes y pruebas preliminares.
- Calibración.
- Carga del tanque.
- Operación en campo.
- Limpieza y almacenamiento.



Figura 11. Aplicación manual con bomba de espalda.

3.1. Ajustes y pruebas preliminares

Una vez se tome la decisión de realizar esta operación, verifique primero el estado y el funcionamiento de la aspersora, con las recomendaciones que dan los fabricantes de estos equipos. Siga las recomendaciones dadas por el fabricante con el manual de funcionamiento del equipo. Verifique la operación con agua de tal forma se pueden detectar problemas en el tanque, la manguera, la boquilla.

3.2. Calibración

La calibración de este tipo de aspersoras es sencilla y debe tenerse en cuenta tanto la aspersora como el operario. Trabajos prolongados agotan al operario y disminuyen el rendimiento, resultando en una aplicación desuniforme. Al cambiar de operario, la calibración se debe efectuar nuevamente. Tenga en cuenta los siguientes pasos:

- Determine un área sobre el terreno donde se realizará la aplicación del producto, entre 60 y 100 m².
- Llene la aspersora con un volumen de agua conocido y bombee hasta obtener la presión deseada. Si la aspersora tiene manómetro, lleve la presión en un rango de 2 a 3 bar (30 – 45 psi).
- En el área determinada, inicie la operación, manteniendo la presión constante y a un paso uniforme.
- Retire el agua que queda en el tanque y determine la cantidad que se aplicó.
- Repita esta operación tres veces y determine el promedio.
- Con el promedio se calcula la cantidad de mezcla (Cq) necesaria por hectárea, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Cq = \frac{\text{Agua utilizada (litros)} * 10000}{\text{Área aplicada (m}^2\text{)}} = \text{litros / hectárea}$$

Ejemplo 3.

Determine un área de 2 m de ancho por 40 m de largo, equivalente a 80 m². Realice tres pruebas, determine el volumen de agua y regístrelos en una tabla. Supongamos que de acuerdo a las pruebas realizadas, se tienen los siguientes datos:

Tabla 6. Pruebas para determinar el caudal entregado por la aspersora

Prueba	Área, m ²	Entrega, litros
1	80	2,2
2	80	2,6
3	80	2,4
Promedio	80	2,4

Se toman los datos promedios, es decir un área de 80 m² y una entrega de 2,7 litros y se determina la cantidad de mezcla a aplicar por hectárea (*Cq*).

$$Cq = \frac{2,4 \text{ litros} * 10000 \text{ m}^2 / \text{ha}}{80 \text{ m}^2} = 300 \text{ l} / \text{ha}$$

Esto nos indica que es necesario preparar 300 litros de mezcla por hectárea. Si se quiere aplicar un producto cuya dosis es de 3,5 kg/ha, se debe añadir esta cantidad al agua hasta completar un volumen de 300 litros y luego proceder a su aplicación.

3.3. Carga del tanque

Para garantizar una mezcla homogénea, prepárela en un recipiente aparte, nunca en el tanque de la aspersora manual. Esto se realiza generalmente en canecas de 200 litros. Inicialmente vierta entre 20 y 25 litros de agua en la caneca (2 baldes de agua), después agregue el regulador de pH del agua, luego llene totalmente la caneca de agua agitando, permanentemente, finalmente agregue el producto de acuerdo con la dosis recomendada, revolviendo para homogenizar la dilución. Siempre que realice la carga de la aspersora, agite la mezcla para homogenizarla.

3.4. Operación en campo

El operador debe estar atento para que el equipo funcione bien. Es importante que mantenga la presión uniforme para que el flujo de la boquilla sea constante. Tenga en cuenta las medidas de seguridad recomendadas por los fabricantes del producto, ya que son importantes para evitar problemas de salud.

Se recomienda usar guías (cuerdas) para evitar traslapes o dejar áreas sin aplicación (conejos). No olvide las condiciones climáticas, ya que se puede perder esfuerzo y dinero por causa de las lluvias o perjudicar áreas próximas cuando el viento es fuerte, por causa de la deriva.

3.5. Limpieza y almacenamiento

Después de realizar la labor en el campo o para seguir el trabajo con un producto diferente, es necesario hacer una buena limpieza de la aspersora. Siga las siguientes recomendaciones:

- Vierta agua y jabón en el equipo, agite la aspersora y circule esta mezcla a través de la boquilla. Repita esta operación y lave con agua dos veces más.
- Con un cepillo de cerdas suaves, agua y jabón, lave el equipo. Con una manguera a presión aplique agua, hasta que retire completamente el jabón. Repita este proceso una vez más.
- Retire la boquilla y el filtro, lávelos bien y límpielos con un cepillo de cerdas suaves. No use puntillas, alambres u otros elementos duros, pueden dañar el filtro y la boquilla.
- Para su almacenamiento, realice una buena limpieza, ubique el equipo en un lugar ventilado y bajo techo.

4. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA PARA APLICACIÓN DE PESTICIDAS

El agua es el medio más utilizado para la preparación de la mezcla de un producto y su posterior aplicación. El agua por tanto, no debe incidir en la eficiencia del producto ni alterar el ingrediente activo.

4.1. Calidad

Aguas duras y sucias pueden inactivar el producto y favorecer la formación de sólidos, como resultado de diferentes reacciones químicas. No se debe utilizar aguas que posean sedimentos en suspensión provenientes de canales o acequias; estas poseen arcillas y materia orgánica que bloquean el ingrediente activo, bajando drásticamente la eficiencia del producto.

El pH también debe ser determinado, pues este influye en algunos productos, como se muestra en las Tablas 7, 8 y 9. De igual manera la dureza o concentración de carbonato de calcio (CaCO_3) en el agua de aplicación, debe estar por debajo de 150 ppm.

4.2. Cantidad

Este es un concepto que varía entre los agricultores y su decisión depende del producto a aplicar y del estado del cultivo. Generalmente se encuentra que hacen aplicaciones entre 80-200 l/ha. En las actuales condiciones técnicas de aplicación en las fincas se sugiere hacer con volúmenes superiores a 120 l/ha.

Bajo condiciones climáticas favorables (ver indicaciones en factores ambientales) y el uso de métodos o productos antideriva o retardantes de evaporación (poco comunes en el mercado), es posible en la actualidad reducir el consumo de agua a niveles de 50 l/ha y de esta manera disminuir los tiempos de recarga, aumentando así la eficiencia de esta labor.

Esto también depende tanto del tipo de boquilla como de la velocidad de operación, como se observa en la Tabla 2.

Tabla 7. Efecto del pH del agua en la estabilidad de algunos insecticidas.
Adaptado de Worthing (1991)

Ingrediente activo	Nombre comercial	Tiempo y grado de hidrólisis (DT ₅₀) para el 50% de descomposición
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Agree, Baton, Dipel, Quark, Thuricide, Vectobac, Xentari	Sensible a radiación ultravioleta. Estable a 20°C, con pH 4 - 7. No compatibles con soluciones alcalinas. En soluciones con presencia de arcillas o limos, disminuye su efectividad.
Carbaryl	Sevin, Thorex	Incompatible con soluciones alcalinas, pH > 9. Estable a temperaturas menores a 70°C.
Carbofuran	Carbofuran, Carboter, Carbotox, Curater, Furadan, furalimor	Se descompone en medios alcalinos o a temperaturas mayores de 150°C DT ₅₀ en suelos 30 - 117 días.
Chlorpyrifos	Cicatrizante Hormonal, Dursban, Hostathion, Latigo, Lorsban, Purifos, Pyricron, Saluthion	Corroe el cobre y otros metales. Su descomposición aumenta con el pH. En solución, tiene un DT ₅₀ de 1,5 días, a una temperatura de 25°C y pH 8 y de 100 días a una temperatura de 15°C y pH 7. Persistencia en el suelo: 60 - 120 días.
Hexythiazox	Nissorun	Sensible a la luz. Se descompone en medios ácidos o alcalinos. DT ₅₀ en suelos, 8 días.
Methomyl	Lannate, Methavin	Sensible a la luz o a altas temperaturas. Estable a pH 6. Se descompone en soluciones alcalinas. Se descompone rápidamente en el suelo.
Monocrotophos	Azodrin, Inisan, Monocron, Monocrotophos, Nuvacron, Rhonecron	Corroe hierro, acero y latón. Sensible a temperaturas mayores de 38°C DT ₅₀ de 96 días (pH 5), 66 días (pH 7) y 17 días (pH 9). No es compatible con medios alcalinos.
Phosphamidon	Dimecron	A 20°C, presenta un DT ₅₀ de 60 días (pH 5), 54 días (pH 7) y de 12 días (pH 9), disminuyendo su efectividad en medios alcalinos.
Profenofos	Curacron, Fenom	Inestable en medios alcalinos. DT ₅₀ de 93 días (pH 5), de 14,6 días (pH 7) y de 5,7 horas (pH 9).
Terbufos	Counter	Se descompone en medios ácidos (pH <2) o alcalinos (pH >9) y a altas temperaturas (>120°C). DT ₅₀ en suelos, 9 - 27 días.

Tabla 8. Efecto del pH del agua en la estabilidad de algunos herbicidas.
Adaptado de Worthing (1991)

Ingrediente activo	Nombre comercial	Tiempo y grado de hidrólisis (DT ₅₀) para el 50% de descomposición
Alachlor	Lazo	Descomposición a temperaturas >105°C. Estable a radiación ultravioleta. Hidrólisis bajo condiciones fuertemente ácidas o alcalinas. Persistencia en el suelo: 42-70 días.
Ametryn	Ametrex, Ametrol, Atramet, Combi, Bonquer, Cañero, Cascabel, Gesapax, Rhonetrin	Presenta hidrólisis a 20°C, con una duración de 32 días a un pH de 1 y duración > 200 días a un pH 13. DT ₅₀ en suelo, 70 - 120 días.
Atrazine	Atramet, Atranex, Atrazina, Cañero, Cascabel, Combi, Gesaprim, Limpia Maíz, Triazol	Lenta descomposición. En condiciones neutras la hidrólisis ocurre a 70°C, pero en soluciones ácidas o alcalinas aumenta su descomposición. DT ₅₀ en suelos, 60 - 150 días.
Dicamba	Banvel	Estable a pH entre 5 - 6 Resistente a la oxidación y a la hidrólisis bajo condiciones normales. DT ₅₀ en suelos, 14 - 25 días.
2,4 D Amina Diclorofenoxiacético	2,4 D Amina, Anikilamina, Aminex	En medios fuertemente ácidos forma sales y en medios alcalinos forma metales o aminas pH adecuado de 5. Con aguas duras forma sales de magnesio o calcio. Altamente corrosivo. DT ₅₀ en suelos, < 7 días.
Diuron	Diuron, Karmex	Se descompone en medios ácidos o alcalinos o con temperaturas mayores a 180°C. Buen comportamiento en condiciones normales y pH neutro.
Fluazifop	Fusilade	Estable por tres años a una temperatura de 25°C y pH 4; a mayores temperaturas, disminuye su vida útil. Con pH 9, presenta un 90% de descomposición en 30 días.
Glyphosate	Candela, Coloso, Faena, Glifosol, Glyfosan, Panzer, Regio, Rocket, Roundup	Corroe hierro, acero y aluminio pH ideal entre 4 - 5 DT ₅₀ > 30 días, con pH 9 y 25°C.
Paraquat	Gramafin, Gramoxone, Gramuron	Corroe metales comunes Estable en soluciones neutras o moderadamente ácidas.

Tabla 9. Efecto del pH del agua en la estabilidad de algunos fungicidas.
Adaptado de Worthing (1991)

Ingrediente activo	Nombre comercial	Tiempo y grado de hidrólisis (DT ₅₀) para el 50% de descomposición
Azufre	Azuco, Elosal, Kimatio	Insoluble en agua e incompatible con derivados del petróleo. La forma cristalina es soluble con carbonatos no amorfos. Estable a temperatura normal.
Captan	Captan, Orthocide	No es compatible con soluciones alcalinas DT ₅₀ de 32 horas, a una temperatura de 20°C y pH 7.
Carbendazim	Bavistin, Carbendazim, Derosal, Kemdazin, Makio	DT50 > 35 días, con pH entre 5 y 7 y una temperatura de 22°C. Con pH < 5 presenta formación de sales DT ₅₀ en suelos entre 1 y 5 meses.
Carboxin	Progro, Vitavax	No es compatible con medios altamente alcalinos o muy ácidos. pH para manejo entre 5 y 9. En medio acuoso y expuesto a la luz, tiene una duración de tres horas.
Chlorothalonil	Bravo, Clortocaffaro, Control, Máximo	No es compatible con medios altamente alcalinos o muy ácidos. pH para manejo entre 5 y 9. Estable bajo condiciones normales de manejo.
Oxicloruro de cobre	Oxiclor, Oxicloruro, Oxicloruro de cobre, Oxicob	Corroe metales. No es soluble en agua ni en compuestos orgánicos. Generalmente se busca hacer mezclas con hidróxido de amonio.
Mancozeb	Acrobat, Cobrthane, Dithane, Manzate, Patacil, Rhodax, Ridomil, Vondozeb	Degradación rápida, DT ₅₀ en suelos entre 6 y 15 días. En solución acuosa presenta un DT ₅₀ de 20 días con pH 5, de 17 horas con pH 7 y de 34 horas con pH 9.
Prochloraz	Funcloraz, Sportak	Sensible a la luz e inestable en medios ácidos o alcalinos. Forma complejos con iones metálicos. En solución neutra, presenta un DT ₅₀ entre 7 - 28 días, bajo condiciones de campo.
Propineb	Antracol, Fitoraz	A 22°C, presenta DT ₅₀ de 1 día (pH 4) y mayor de 2 días a pH 9. No se recomienda su uso con soluciones fuertemente ácidas.

5. FACTORES AMBIENTALES

5.1. Humedad del suelo

En aplicaciones “pre” al igual que en las quemas químicas, el suelo debe estar con una humedad adecuada (encima del punto de marchitez permanente y debajo de la capacidad de campo del suelo) para provocar la germinación de las malezas y la translocación del producto.

5.2. Textura del suelo

De acuerdo con Pardo (1999) los suelos arenosos presentan mayor pérdida de producto por lavado; lotes arcillosos o pesados y altos en materia orgánica descomponen el producto pronto, inactivándolo. Siendo así, se recomienda para suelos arenosos, dosis bajas y para suelos arcillosos dosis altas.

5.3. Rocío

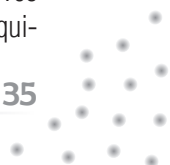
Influye en las aplicaciones al interferir en la retención del producto sobre la hoja, pues favorece la formación de gotas de mayor diámetro, que luego caerán al suelo lavando el producto.

5.4. Lluvia

Lava el producto, si ésta ocurre inmediatamente después de aplicado; debe existir un tiempo apropiado para que el producto actúe, antes de que llueva. Si es necesario realizar la aplicación en una situación de alta probabilidad de lluvia, es conveniente el uso de surfactantes que permitan una mayor y más rápida fijación del producto en las hojas.

5.5. Viento

Puede desplazar el producto a otra parte (deriva), perderse la aplicación y dañar cultivos cercanos debido a vientos fuertes. Para disminuir la deriva se puede bajar la presión, usar boqui-



llas de mayor ángulo de salida para disminuir la distancia entre la barra de aspersión y el suelo o cultivo. Otra opción es usar boquillas de mayor volumen de descarga. Se recomienda que la velocidad del viento sea inferior a 3,5 km/h.

5.6. Temperatura

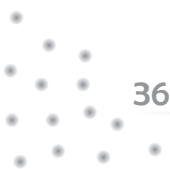
Altas temperaturas (mayores a 32°C), producen toxicidad del producto al cultivo sobre todo post-emergentes. Sin embargo, sabiendo manejar esta situación a favor, se pueden reducir las dosis en climas cálidos. Por otra parte, a altas temperaturas hay marchitez de las hojas haciendo que el producto no penetre en la planta y se presentan pérdidas del producto aplicado por evaporación.

A bajas temperaturas las malezas crecen lentamente, haciendo que la acción del herbicida se llegue a perder; por lo anterior se deben aumentar las dosis para buen control. En general se recomienda efectuar las aplicaciones con temperaturas menores de 32°C.

5.7. Cultivo

En el cultivo es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Selectividad:** Algunos cultivos resisten la aplicación de un producto, sin embargo algunas variedades pueden ser tolerantes al producto y otras no.
- **Época de aplicación:** El éxito en la aplicación de un herbicida depende también de la etapa de desarrollo y crecimiento del cultivo y de la maleza, ya que existe una época definida en que cada producto no afecta las plantas.
- **Uso de surfactantes:** Son sustancias que mejoran la actividad del herbicida, acondicionando la superficie de las hojas para que no resbalen las gotas y éstas permanezcan. Un uso inapropiado de los surfactantes puede causar toxicidad al cultivo o inactiva el producto.



6. SEGURIDAD Y MANEJO DE PLAGUICIDAS

6.1. Utilización de símbolos (Dibujos en la etiqueta)

En razón del número elevado de plaguicidas que hay en el mercado (insecticidas, herbicidas, fungicidas, nematocidas, raticidas, etc.), al nivel de escolaridad que se presenta en las zonas agrícolas, la falta de entrenamiento y supervisión técnica, muchos usuarios desconocen o no usan las normas o procedimientos para el manejo seguro de los plaguicidas.

Para solucionar estos problemas se han diseñado por parte de GIFAP (Agrupación Internacional de las Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Agroquímicos) y la FAO (Organización Mundial para la Alimentación y la Agricultura) una serie de símbolos o dibujos, los cuales tienen la función de resaltar las precauciones y las instrucciones de manejo y manipulación de los plaguicidas, para aquellas personas que puede tener deficiencias de comprensión a la hora de hacer las aplicaciones.

En la Figura 12 se muestran los símbolos de uso más frecuente en las etiquetas de los plaguicidas que se utilizan en nuestro país, para que el agricultor o técnico tome las prevenciones del caso.



Figura 12. Símbolos importantes a tener en cuenta y poner en práctica para guardar una adecuada salud de aplicación.

6.2. Protección del aplicador

En los cursos-taller se ha evidenciado que al operar bombas de espalda (de palanca, con presión retenida o motorizadas) es defectuosa a nivel de protección de la salud, así como la operación de plaguicidas en general se hace sin ninguna protección, con lo cual se corre un gran riesgo de contaminación a través de la PIEL.

En las aplicaciones de herbicidas es menos crítico, sin embargo es indispensable una buena protección de los muslos, piernas y pies: utilice overoles o pantalones de manga larga y botas de caucho de buena calidad.

En el caso de INSECTICIDAS: estos plaguicidas tiene una toxicidad dermal más alta que muchos herbicidas. Por tanto, se requiere una protección más completa cuando se aplican, especialmente, si el aplicador debe caminar dentro del cultivo tratado. La protección más apropiada es un overol, lo mismo que protección a piernas y pies utilizando botas de caucho. También es aconsejable la protección de las manos utilizando GUANTES DE CAUCHO, o si éstos no están disponibles en la finca, utilice bolsas de plástico.

Si no se cuenta con MASCARILLAS es aconsejable amarrar un trozo de tela limpio sobre la parte inferior de su cara, para reducir la contaminación directa de la piel alrededor de la boca y la nariz.

En los climas cálidos de las zonas aldoneras, es incómodo y en algunas ocasiones difícil utilizar mayores implementos de protección. Sin embargo, es necesario emplear protección con materiales cómodos, livianos y frescos. Esto debe acompañarse de un aseo personal. Ej.: lavar manos, brazos y cara frecuentemente con agua limpia y jabón, durante la labor de aplicación.

6.3. Cómo evitar la contaminación del operario y del ambiente durante la aplicación

Las observaciones de campo advierten, que los vientos fuertes en el momento de la aplicación, causan arrastre del producto afuera del objeto de control. Esto causa contaminación a otros cultivos, aguas para consumo humano o agrícola, animales, etc. Preferiblemente no hacer aplicaciones en condiciones de alta velocidad del viento. Para observar este fenómeno, basta con ver el movimiento de las ramas pequeñas de los árboles.

Cuando se hacen aplicaciones en condiciones de viento contrarias al desplazamiento del aplicador, se puede contaminar el operario, en tal caso se debe asperjar de forma que el viento arrastre la nube de aspersión en otra dirección. Por otra parte, si usted aplica productos cuando el cultivo ha alcanzado una altura 1,5 m es aconsejable dirigir la lanza o el aguilón hacia atrás del operario (colocándola sobre sus hombros y usando lanzas de mayor longitud).



Figura 13. Elementos de seguridad para guardar una adecuada salud de aplicación.

Aplique los plaguicidas en las primeras horas de la mañana. En los climas cálidos de Colombia, esto puede hacerse entre 6 a.m. y 10 a.m. Suspenda la aplicación cuando la temperatura y los vientos sean fuertes. Reanude esta labor en horas de la tarde más frescas. Ej.: entre 4 p.m. y 6:30 p.m.

Lávese la cara y las manos cuidadosamente, con agua limpia y jabón cuando vaya a consumir alimentos.

6.4. Manejo de envases vacíos

Todos los agricultores que utilicen plaguicidas, tienen la obligación con el medio ambiente, de enjuagar muy bien los envases vacíos, antes de destruirlos. Dependiendo de su forma y del material de que estén contruidos, un envase “vacío” puede contener todavía entre 0,5 y 1% del volumen del producto original (insecticida, fungicida o herbicida) que contenía cuando fue llenado en la planta del fabricante.

El procedimiento es sencillo y comprende los siguientes aspectos:

- Llene el envase hasta 1/3 de su capacidad con agua y póngale la tapa.
- Agite el envase un tiempo prudencial. Ej.: 30 segundos.
- Quite la tapa y añada el agua del enjuague, al volumen de mezcla (agua plaguicida) que se va a aplicar y que ya está dentro del tanque del equipo aplicador.

Nunca riegue las aguas que provienen de lavar los frascos o recipientes cerca viviendas, lotes cultivados o en aguas corredizas, esto contamina y aumenta los costos al agricultor.

6.5. Higiene durante la aplicación

¿Qué es la HIGIENE de aplicación?

Es la limpieza del equipo para aplicar plaguicidas y del sitio donde se preparan éstos, es el lavado de los overoles y ropas de trabajo con agua y jabón después de cada jornada de trabajo, y lo más importante, el lavado de la piel del aplicador.

Es aconsejable tener siempre disponible agua limpia y jabón, para este propósito. No solamente en la casa de la finca sino también en el lote de aplicación. En el caso de que haya salpicado accidental sobre la piel del operario, el hecho de tener agua limpia en una caneca y jabón con que lavar rápidamente, resuelve el problema de inmediato.

¿Y qué pasa si la mezcla (agua + plaguicida) o el producto concentrado cae accidentalmente **SOBRE LOS OJOS** del trabajador? En este caso, es necesario actuar muy rápidamente y para ello es vital disponer de agua limpia en la cercanía del lugar del accidente.

Limpie el equipo de aplicación (bomba de espalda o equipo tractorizado) mientras aún se encuentra en el campo, así evita la frecuente situación problemática de ¿qué hacer con el agua de enjuague? El agua de enjuague puede sencillamente aplicarse en los bordes de los lotes cultivados, y **NO** en el patio de la casa de la finca o en los sitios cercanos a las viviendas o cerca de galpones de ganado o aves de corral.

Nunca bote los residuos de aplicación o envases vacíos cerca de la vivienda o de las instalaciones para el ganado o las aves de corral y mucho menos en ríos, lagunas o fuentes de agua.

¿Qué hacer con los envases vacíos?

A fin de mantener limpios los campos de los cultivos y los alrededores de la casa de la finca sin envases vacíos de plaguicidas, se recomienda seguir una estrategia para disponer correctamente de ellos.

Los envases de papel y cartón deben ser apilados cuidadosamente y quemados. Tenga cuidado para que el humo proveniente de estos envases quemados no llegue hasta los sitios de vivienda. Cubra las cenizas con tierra seca, para evitar que los animales domésticos o las aves puedan consumirlo e intoxicarse, Seguro Social y ANDI, (1998).

Los envases de vidrio y plástico, después de enjuagados deben ser triturados cuidadosamente. Los envases de metal deben ser perforados con picas o herramientas manuales, aplastados y enterrados, Seguro Social y ANDI, (1998).

En caso de duda, consulte la legislación del Ministerio de Agricultura o las reglamentaciones del ICA y del Ministerio del Medio Ambiente, al respecto.

6.6. Higiene personal

La higiene personal es el factor más importante para reducir el riesgo de exposición a los plaguicidas agrícolas.

Bañarse todo el cuerpo con agua limpia y jabón inmediatamente después de la aplicación es la mejor manera para detener cualquier riesgo de contaminación que pueda haber penetrado hasta la piel del aplicador a través de sus vestiduras.

La ropa de trabajo, se lava con agua y jabón después de cada jornada de aplicación o cualquier actividad que incluya el manejo de pesticidas. Es indispensable cambiarse de ropa en cada jornada de trabajo. Es importante que la ropa utilizada, no se lave en los mismos recipientes en que se lava la ropa de la familia. La persona encargada de esta labor debe utilizar guantes de caucho.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT. 1981. *Unidades audiotutoriales. Factores que condicionan la eficacia de los herbicidas*. Guía de estudio. Serie 04SW-01.05. Segunda edición. Edit : XYZ. Cali, Colombia. 20 p.
- CIBA – GEIGY. *Manual de la aplicación terrestre*. Santafé de Bogotá. Sin fecha.
- HENAO, A.; HERRERA, P. y CORREA, I. 1999. *Manual de preparación de suelos y mantenimiento de maquinaria, "con énfasis en labranza de conservación"*. CORPOICA. Regional Seis, Espinal Tolima, en edición.
- HERRERA, P. Y CORREA, I. 1999. *Relación suelo labranza en el desarrollo del algodonero para suelos del valle cálido del alto Magdalena*. En: Memorias del primer encuentro de la cadena algodón textil confecciones. CI. Nataima. Espinal Tolima. Pg. 11-22.
- HUNT, D. *Maquinaria agrícola*. Editorial Limusa. México. 1986.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO – ICA. *Calibración de aspersoras terrestres*. Programa Nacional de Fisiología Vegetal. Santafé de Bogotá. Boletín Técnico No. 6.
- JOHN DEERE TECHNICAL SERVICES. *Crop Chemicals – Fundamentals of machine operation (FMO)*. Illinois, USA. 1982. Pag. 113 – 156.
- PARDO, P. (1999). *Técnicas de la aspersión*. Publicaciones del Convenio SENA – SAC-CONALGODON. Pg. 18.
- SEGURO SOCIAL y ANDI, 1998. *Manejo seguro de plaguicidas*. Campaña preventiva, cuarta edición. Santa Fe de Bogotá. Editorial Produmedios.
- TEEJET. *Manual de productos para la agricultura y horticultura*. Catálogo 46m-E. Illinois. 1998.
- VICOM. *Manual de instrucciones de la aspersora modelo LS 400/600*. Sin fecha.
- WORTHING, Charles R. y HANCE, R. J. 1991. *The pesticide manual*. British Crop Protection Council. Novena edición. Gran Bretaña.

Se terminó de imprimir en el mes de
noviembre de 2003 en los talleres de



www.produmedios.com

Tel.: 288 5338. Bogotá, DC - Colombia