

CIAT
SB
611
M354
1976



EDICION PRELIMINAR

~~MANEJO Y CONTROL DE MALEZAS EN EL TROPICO~~

6302

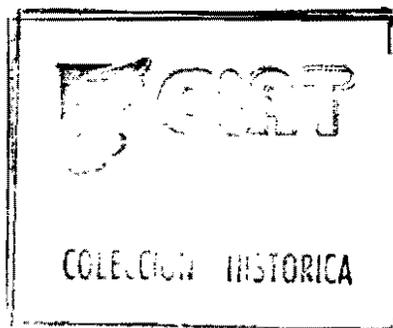
SERVICIOS REFERENCIALES Y BIBLIOGRAFICOS

Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT
Apartado Aéreo 67-13 Cali, Colombia, S.A.

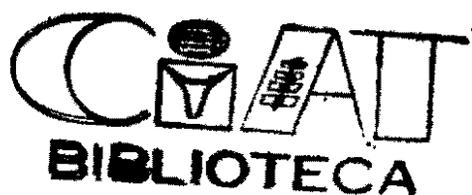
Cables CINATROP

**Edición preliminar no editada.
Los artículos son copia fiel
de su original.**

CONTENIDO



Principios de control de malezas en cultivos	1
Malezas tropicales comunes en los cultivos	12
Competencia y alelopatía	15
Equipo de aspersión	28
Calibración de aspersoras terrestres	55
Principios de selectividad de los herbicidas	69
Modo de acción y síntomas de daño de los herbicidas	94
Factores que inciden en la efectividad de los herbicidas	104
Formulaciones de herbicidas	117
Problemas y cálculos	130



PRINCIPIOS DE CONTROL DE MALEZAS EN CULTIVOS

DE CLIMA CALIDO

Jerry Doll*

Introducción

La agricultura moderna exige la integración de todos los factores de producción. Los factores de variedad, fertilidad, manejo de agua y control de insectos, enfermedades y malezas están relacionados íntimamente de tal manera que cualquier factor puede ser el limitante en la expresión óptima de todos los otros. Por ejemplo, la adaptación de una nueva variedad de arroz sin el uso de abonos o control de plagas no rendirá casi nada puesto que tales variedades necesitan un nivel de nutrimentos más alto que los tradicionales.

Aunque el control de malezas se ha practicado desde hace miles de años, ha sido el área más descuidada tecnológicamente. El hecho de que este factor no haya sido estudiado anteriormente, tanto como el control de insectos, por ejemplo, se debe a que el efecto de las malezas sobre los cultivos no es tan obvio o espectacular como el daño de insectos, enfermedades y deficiencias de nutrimentos. Además, siempre ha sido fácil realizar desyerbas manuales o mecánicas.

Sin embargo, la necesidad de aumentar los rendimientos, de mejorar la calidad de la cosecha y de reducir los costos de producción, obligaron a los científicos y agricultores a reconsiderar cuáles de los factores de producción eran limitantes. Experiencias en el campo han demostrado que los estragos causados por malezas son de igual magnitud o mayores que los ocasionados por insectos y enfermedades.

* Especialista en control de malezas CIAT, Colombia

Métodos de control

El control de malezas debe ser sistemático e integrado. No existe un método de control que se adapte a todos los problemas. Para realizar un control integrado se deben considerar los métodos culturales, los mecánicos y los químicos.

Por control cultural se entiende el control ejercido por el cultivo sobre las malezas debido a su capacidad para competir con ellas. Siempre se debe recordar que un cultivo bien establecido y vigoroso es el factor más importante en un programa integrado de control de malezas. Las bases para un control cultural son: el uso de semilla certificada (libre de semillas de malezas), una buena preparación de terreno, buena humedad que asegure el rápido y buen establecimiento del cultivo, fertilización adecuada y densidades de siembra óptima para la variedad y la zona (distancia entre surcos y distancia entre plantas en el surco).

Además, se debe mantener un buen programa de control de insectos y enfermedades y, en algunos casos, como en el cultivo del arroz, se debe mantener riego tal que conserve las malezas bajo control. En el caso de problemas como el arroz rojo, un programa de rotación de cultivos puede servir para reducir considerablemente la población de esta maleza.

En cultivos "cerrados" como el arroz en donde el control mecánico o manual es muy limitado el control cultural es de gran importancia y debe ser complementado con un control químico.

El control mecánico se realiza por medio de implementos adaptables al tractor o a mano y su propósito es desalojar las malezas de su contacto íntimo con el suelo causando su secamiento o enterrándolas. Una de las condiciones más importantes para un buen control mecánico es que debe efectuarse oportunamente, en los primeros 10 días de cultivo para evitar pérdidas de rendimiento y por facilidad de control. Malezas de más de cinco hojas son difíciles de controlar mecánicamente. Hay que tener en cuenta

también que para realizar una desyerba efectiva se requiere efectuarla tanto en el surco como entre surcos. En general, el control mecánico deja malezas en el surco si no se realiza adecuadamente. El factor más limitante con este método es que no hay ningún control residual y en é pocas lluviosas la maleza puede reinfestar el campo en corto tiempo. Al usarse cultivadoras, estas deben ser ajustadas de tal manera que con trolen las malezas entre surcos, cubran y entierren las malezas en el surco y no dañen el cultivo. Cuando el control mecánico es oportuno y bien realizado, una o dos desyerbas pueden ser suficientes para obtener un cultivo libre de malezas.

El control químico de malezas ha tomado un gran auge en años recientes, debido al desarrollo de herbicidas altamente selectivos hacia cultivos específicos. Sin embargo, siempre debe recordarse que el control químico es un medio de control de malezas, no el único y de ninguna manera el más efectivo en todos los casos.

La selectividad en cultivos desarrollados es un factor importante en los herbicidas, sin embargo, aquellas malezas que más se asemejan al cultivo son más difíciles de controlar. Por ejemplo, el alaclor (Lazo) y la trifluralina (Treflan), herbicidas selectivos usados en cultivos de soya y algodón, controlan la mayoría de las malezas que los frecuentan. Una de las excepciones más sobresaliente es la batatilla que no es controlada por estos productos. La batatilla es una dicotiledónea de semilla grande como la soya y el algodón.

En base a que ningún herbicida es totalmente selectivo a un cultivo específico y que en la mayoría de los campos el complejo de malezas es variado, siempre existe la posibilidad de que dentro de ese complejo se encuentren malezas resistentes al herbicida. (Cuadro 1).

Con relación a costos se debe hacer énfasis en que el método de control más barato no siempre es el más eficaz y económico. Para asegurar un control efectivo se debe integrar el control cultural, mecánico

y químico.

CUADRO 1. Tabla de susceptibilidad de algunas familias de malezas hacia varios herbicidas.

Los datos están sujetos a revisión y existen excepciones en cada caso.

<u>Familia</u>	<u>Herbicida</u>																
	Gesapax	Gesaprim	Gesagard	Karmex	Afalon	Cotoran	Vernam	Sutan	Treflan	Machete	Lazo	Stam F-34	MSMA	2,4-D	2,4,5-T	Gramoxone	Sencor
Gramíneae	0	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	-	-	+	0
Compositae	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	0	+
Malvaceae	+	+	+	0	0	0	-	-	-	-	-	0	-	+	+	0	+
Leguminosae	0	+	0	0	0	+	-	-	-	-	-	0	-	+	+	+	-
Amaranthaceae	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	+	0	+	+	+	+
Cyperaceae	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	0	+	0	0	0	-
Portulacaceae	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	+	0	+	+	0	+
Euphorbiaceae	+	+	+	-	-	0	+	+	0	0	0	+	0	+	+	+	+
Cucurbitaceae	+	+	+	0	0	+	-	-	-	-	-	0	0	+	+	+	+
Convolvulaceae	+	+	+	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	+	+	0	0

+ Susceptible.

0 Parcialmente susceptible o control errático.

- No susceptible.

Cómo determinar el programa de control

Cualquier tipo de control de malezas debe ser enfocado hacia el problema específico del campo. Para ello se debe conocer en detalle el

complejo de malezas, el tipo de suelo (textura y materia orgánica), los medios y equipo de que se dispone, los factores económicos, la residualidad del herbicida, los cultivos de rotación y la compatibilidad con otros insumos.

Las malezas anuales son relativamente fáciles de controlar por medios mecánicos; las perennes, como el coquito (*Cyperus rotundus*) y el pasto Argentina (*Cynodon dactylon*) por el contrario son difíciles de controlar mecánicamente.

Respecto al complejo de malezas se puede decir que existen malezas dominantes y malezas secundarias. Si, por ejemplo, el control químico se enfoca únicamente hacia el control de las malezas dominantes, las malezas secundarias pueden volverse agresivas y dominantes, de tal manera que el control inicial de las malezas predominantes puede llegar a ser desventajoso por las pérdidas que ocasionan las secundarias. Así, por ejemplo, el meloncillo, de hábito de crecimiento rastrero, puede ser una maleza dominante en un complejo de malezas gramíneas y de hoja ancha. Si se le controla con el uso de 2,4-D (en maíz) el desarrollo de las otras malezas, principalmente de las gramíneas puede ser de tales proporciones que el efecto de la competencia resulte ser más perjudicial al cultivo que el daño que puede causarle al meloncillo. Otro ejemplo es el control del coquito con herbicidas tiolcarbamatos (Vernam y Sutan). Estos productos controlan el coquito efectivamente, pero al eliminar esta maleza puede surgir una población de plantas de hoja ancha que impida el desarrollo normal del cultivo.

El mal uso de herbicidas puede provocar daño al cultivo y/o pérdida de dinero debido a un control de malezas deficiente. Los herbicidas recomendados como preemergentes no deben emplearse como postemergentes y viceversa. Por ejemplo, el 2,4-D en preemergencia es tóxico al arroz y al sorgo mientras que en postemergencia la selectividad es ampliamente adecuada. Los herbicidas recomendados para el control de un determinado tipo de malezas no deben emplearse para el control de otras male-

zas. Por ejemplo, el 2, 4-D es un herbicida que debe emplearse únicamente para el control de ciertas malezas de hoja ancha y no para el control de gramíneas.

El tipo de suelo influye en la dosis del herbicida y en algunos casos en la selectividad del herbicida hacia el cultivo. En general, se requieren dosis más altas de herbicidas en suelos pesados que en suelos livianos. Con la materia orgánica sucede lo mismo, ya que se requiere una mayor dosis en suelos con alto contenido de materia orgánica. Algunos herbicidas como el Karmex, en algodón y el Afalon, en soya, son recomendados únicamente en suelos pesados debido a que en suelos livianos pueden ser tóxicos al cultivo.

Mezclas de herbicidas

Recientemente se ha incrementado el uso de mezclas de herbicidas. Estas mezclas son efectivas y económicas únicamente cuando se les utiliza con un fin determinado. Las razones para emplear mezclas de herbicidas son:

1. Aumentar la selectividad hacia el cultivo. Por ejemplo, uno de los herbicidas es muy efectivo para el control de malezas pero la selectividad hacia el cultivo es marginal. En mezcla con otro herbicida de alta selectividad, pero con menos eficacia de control se puede emplear reduciendo la dosis.
2. Disminuir el costo. Cuando uno de los herbicidas de la mezcla es altamente eficaz pero demasiado caro.
3. Disminuir la posibilidad de residuos hacia cultivos de rotación. Por ejemplo, productos baratos y altamente efectivos pero con un poder residual largo y tóxicos al cultivo de rotación se pueden aplicar en una dosis reducida en mezcla con otro producto no tan residual.

4. Ampliar el rango de acción del herbicida. El uso de dos herbicidas que se complementan en el control de malezas resistentes a uno de los herbicidas en la mezcla, puede justificar su empleo.

PRECAUCION

En el uso de mezclas, algunas combinaciones de herbicidas resultan tóxicas al cultivo aun cuando la selectividad de cada herbicida usado individualmente sea alta. En maíz el uso de Gesaprim + aceite, o de 2, 4-D es relativamente selectivo. Cuando los tres son combinados en una aplicación postemergente, el cultivo es severamente afectado.

Herbicidas Hormonales

Los herbicidas "hormonales", como el 2,4-D el 2, 4,5-T, el picloram (Tordon) y el dicamba (Banvel D) deben emplearse con mucha precaución. Todos los cultivos de hoja ancha son susceptibles a los herbicidas hormonales en dosis extremadamente bajas.

Cultivos susceptibles a herbicidas " hormonales":

Algodón	yuca	ajonjolí
uva	banano	piña
maíz	hortalizas	arvejas
soya	papa	leguminosas forrajeras
frijol	tabaco	

Cultivos generalmente no susceptibles a herbicidas "hormonales":

maíz	arroz	avena
sorgo	trigo	pastos forrajeros
caña	cebada	

En general, todos los cultivos son susceptibles a los herbicidas "hormonales", cuando se encuentran en estado de floración. Se deben tomar las precauciones necesarias para prevenir el daño a los cultivos cercanos susceptibles, tales como: reducir la presión de la aplicación, no aplicar cuando hay viento hacia otros cultivos o cuando hay altas temperaturas, usar una formulación no volátil o de baja volatilidad.

La aspersora que se use para aplicar productos hormonales debe lavarse primero con agua limpia y después con una solución del 1 por ciento de amoníaco y dejarse en la aspersora por 12 horas.

Epocas de aplicación

1. Herbicidas presiembra incorporados (PSI)

Son herbicidas que se aplican antes de la siembra y requieren incorporación o mezcla mecánica con el suelo para que queden distribuidos en una capa uniforme, zona en la cual germinan la mayoría de las semillas de malezas (cuatro centímetros superiores). Su incorporación también evita la pérdida por volatilidad y fotodescomposición del producto. Mientras más corto sea el tiempo entre la aplicación y la incorporación, mayor será la efectividad del producto. Es importante la profundidad recomendada. La incorporación demasiado profunda del herbicida reduce su efectividad al distribuirse mucho en el suelo y además puede ocasionarle daños al cultivo. La incorporación demasiado superficial puede permitir la germinación de semillas de malezas que quedan por debajo de la zona de incorporación. La mezcla mecánica distribuye estos productos por debajo de la superficie del suelo, en la zona de germinación de las malezas, por lo tanto, la falta de lluvia después de la aplicación no les impide que actúen como ocurre con los herbicidas preemergentes.

Las herramientas más comunes para la incorporación de estos productos son: rastrillo de discos y el rotovator. Cuando se emplea el rastrillo de discos es necesario hacer dos rastrilladas en cruz (la segunda

rastrillada en dirección perpendicular a la primera).

2. Herbicidas preemergentes (PRE)

Son herbicidas que se aplican después de la siembra pero antes de que broten el cultivo y las malezas. Estos productos actúan sobre las semillas de malezas que están en el estado de germinación. Por ser aplicados sobre la superficie del suelo requieren lluvia después de su aplicación para ser distribuidos en la zona de germinación de las malezas. La ventaja de estos herbicidas es que no requieren incorporación (mezcla mecánica con el suelo).

Algunas ventajas de los herbicidas presiembra incorporados y preemergentes:

- a) Dan mejor control de malezas que con aplicaciones postemergentes
- b) Hay menos peligro de dañar el cultivo, en comparación con aplicaciones postemergentes
- c) No hay competencia temprana del cultivo con el control inicial de las malezas
- d) Las malezas ya están controladas en caso de lluvias fuertes que no permitan la realización de labores manuales o mecánicas.
- e) Se puede sembrar y aplicar en una sola operación.

Las desventajas son:

- a) Aplicaciones preemergentes generalmente no son efectivas en condiciones secas del suelo
- b) En suelos livianos, lluvias fuertes pueden lixiviar el producto hasta la semilla del cultivo y presentar daños
- c) No controlan muchas malezas perennes
- d) Pueden reducir la eficiencia de la siembra.

3. Herbicidas postemergentes (POST)

Son los que se aplican después de la emergencia del cultivo y/o las malezas. Tienen la ventaja de ser útiles en emergencia, pues no se aplican hasta que hayan salido las malezas. Pueden ser aplicados en cualquier tipo de suelo y no dependen de la condición de humedad del suelo. Hay mayor riesgo de daño al cultivo en algunos casos. No se deben aplicar cuando las plantas ya están mojadas de rocío o de lluvia. Asimismo, deben transcurrir por lo menos seis horas después de la aplicación sin llover para realizar el máximo efecto. A veces se recomienda el uso de surfactantes para aumentar la acción de estos herbicidas.

Formulaciones de herbicidas

Los herbicidas al igual que otros pesticidas, se venden en varias formulaciones (Cuadro 2). Los más comunes son: polvos mojables, concentrados, soluciones, granulares y polvos solubles.

Cuando se aplican polvos mojables, la aspersora necesita un buen sistema de agitación en el tanque para que no ocurra la sedimentación. Si la agitación no es suficiente, el control de malezas será deficiente y se puede ocasionar daño al cultivo, además de aumentar la posibilidad de residuos tóxicos para cultivos de rotación.

CUADRO 2. Formulaciones de varios herbicidas comunes

Polvos mojables	Polvos solubles	Concentrados Emulsionables	Soluciones	Granulares
Hyvar-X	Basfapon			
Gesaprin	Dowpon	2,4-D ester	Amiben	Lazo
Afalon	TCA	Lazo	2,4-D amina	Tok
		Vernam	Banvel-D	Ordram

Polvos mojables	Polvos solubles	Concentrados Emulsionables	Soluciones	Granulares
Cotoran		Erradicane	Gramoxone	
		Preforan	Roundup	
Tunic		Stam	MCPA	
Bladez		Treflan		
Sencor		Cobexo		
Karmex		Premerge		
Lorox		Saturno		
Tandex		2,4,5-T		
		Modown		
		Antor		

MALEZAS TROPICALES COMUNES EN LOS CULTIVOS

Jerry Doll*

1. CULTIVOS DE SECANO (maiz, soya, frijol, yuca, arroz de secano)

A. CYPERACEAE

Nombre científico

Nombre (s)

Común (es)

1. Cyperus diffusus
2. C. esculentus
3. C. ferax
4. C. rotundus
5. Rhynchospora corymbosa

B. GRAMINEAE

6. Cenchrus browii
7. Cenchrus echinatus
8. Cynodon dactylon
9. Digitaria sanguinalis
10. Echinochloa colonum
11. E. crusgalli
12. E. crus-pavonis
13. Eleusine indica
14. Ischaemum rugosum
15. Leptochloa filiformis
16. L. univervia
17. Panicum fasciculatum
18. P. maximum
19. Paspalum conjugatum

* Especialista en control de malezas

Nombres (s)

Común (es)

20. P. notatum
21. Rottboellia exaltata
22. Setaria geniculata
23. Sorghum halepense

C. HOJA ANCHA

24. Acalypha virginica
25. Acanthospermum hispidum
26. Achyranthes indica
27. Amaranthus dubius
28. A. spinosus
29. Anoda acerifolia
30. Bidens pilosa
31. Boerhaavia decumbens
32. B. erecta
33. Borreria laevis
34. Bouchea prismatica
35. Caperonia palustris
36. Cassia occidentalis
37. C. tora
38. Cleome spinosa
39. Commelina diffusa
40. Corchorus orinocensis
41. Crotalaria spectabilis
42. C. striata
43. Croton lobatus
44. Cucumis dipsaces
45. C. melo
46. Datura stramonium
47. Desmodium tortuosum

Nombres (s)
Común (es)

48. Eclipta alba
49. Euphorbia hirta
50. E. hypericifolia
51. Heliotropium indicum
52. Ipomoea congesta
53. I. hirta
54. I. hederifolia
55. Kallstroemia maxima
56. Lantana camara
57. Leonotis nepetaefolia
58. Melampodium divaricatum
59. Melochia pyramidata
60. Mimosa pudica
61. Mollugo verticillata
62. Momordica charantia
63. Phyllanthus niruri
64. Physalis angulata
65. Portulaca oleracea
66. Sesbania exaltata
67. Sida acuta
68. S. rhombifolia
69. Talinum paniculatum
70. T. triangulare
71. Trianthema portulacastrum
72. Tribulus cistoides
73. Tridax procumbens
74. Xanthium occidentale

COMPETENCIA Y ALELOPATIA

J. D. Doll *

Las malezas afectan directa o indirectamente el rendimiento de los cultivos y este fenómeno se conoce con el nombre de "competencia". Partiendo de la definición de una maleza como planta fuera de lugar, el principal motivo de no desearla junto con cultivos se debe a su capacidad de reducción en la productividad del mismo.

En la Tabla 1 se aprecia el tremendo efecto que hace la maleza en competencia durante todo el ciclo con varios cultivos. Algunas conclusiones saltan a la vista; en primer lugar los cultivos tropicales (arroz, algodón, maíz y frijol) son más susceptibles a la competencia que los de clima frío (cebada, papa y trigo). A veces el cultivo no sufre por competencia, pero en promedio se pierde más de la tercera parte de cultivo si no se controlan las malezas. El uso de herbicidas generalmente aumenta el rendimiento, más aún que el uso de desyerbas. Eso puede ser que siempre ocurre algo de competencia antes de realizar la desyerba y a que seguramente ocurre algo de daño físico al cultivo cuando se limpia éste mecánicamente.

De todos los aspectos que comprende el manejo de maleza, la competencia es uno de los más difíciles de estudiar; esto no se debe a que no haya sido estudiado lo suficiente, ya que se encuentran cientos de publicaciones relacionadas con la competencia. Sin embargo al compararlas, para llegar a conclusiones generales, se encuentra tanta variación entre los resultados que a menudo resultan contradictorias. La principal causa de esto es que hay muchos factores incluidos en la competencia y esto dificulta su estudio en conjunto.

* Especialista en control de malezas

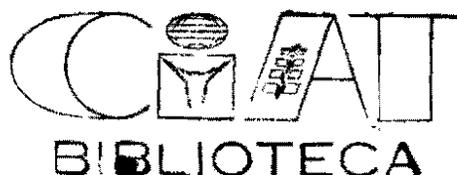


Tabla 1. El efecto de la competencia de malezas con varios cultivos y el rendimiento de cultivos tratados con herbicidas en comparación a los desyerbados manualmente.¹

Cultivo	Rango de pérdida (%)	Promedio de pérdida (%)	Aumento del herbicida sobre desyerbas ² (%)
Algodón	0 - 39	31	13
Arroz	30 - 73	54	24
Frijol	15 - 58	51	24
Maíz	10 - 84	46	21
Cebada	0 - 90	63	16
Papa	0 - 53	17	20
Trigo	0 - 90	29	17
Promedio	8 - 74	35	19

¹ Promedio de 12 años de investigaciones en Colombia, realizado por el ICA.

² Se comparó el mejor tratamiento químico con la parcela desyerbada a mano.

COMPETENCIA VERSU ALELOPATIA

La competencia puede definirse como la lucha entre el cultivo y las malezas por obtener la luz, la humedad, los nutrimentos y el CO₂ disponibles en un lugar determinado. Algunos factores intrínsecos establecen la habilidad competitiva de ciertas especies y esto permite, por ejemplo, que algunas variedades toleren la competencia mejor que otras.

Aunque se ha empleado la palabra maleza, en realidad la competencia es entre "plantas" y es mucho más genérico, pero en la presente discusión resultará más práctico usar la palabra maleza. Se debe tener en cuenta también, que la competencia puede ser inter y/o intraespecífica y que en algunos casos ambas son importantes.

La competencia entre plantas se debe a que en condiciones específicas, el ambiente y el suelo son capaces de proveer cantidades limitadas de los factores esenciales para el normal crecimiento de una población determinada de plantas. Cuando las poblaciones exceden este límite, se inicia la competencia en las plantas creadas por los factores limitantes. Aquellas plantas que poseen características agresivas y que se encuentran mejor adaptadas, compiten más favorablemente dominando así las especies menos competitivas. Casi siempre se encuentran malezas competitivamente iguales a los cultivos y de este concepto se desprende el principio de "control de malezas", que es de crear condiciones del ambiente y del suelo favorables al cultivo y no a las malezas.

Se entiende por alelopatía el efecto de algunas plantas sobre el desarrollo de otras. Eso puede ser por medio de sustancias producidas por unas plantas ó por compuestos producidos ó liberados durante la degradación de residuos de plantas. La influencia de plantas en el desarrollo de otras a través de la secreción de sustancias, no es nada nuevo. Por ejemplo, es bien conocido que la germinación de Striga (Scrophulariaceae) está condicionada por la previa germinación de la planta de maíz para establecer la relación entre ésta y su parásito.

Lo contrario sucede frecuentemente también, es decir, que las malezas pueden producir sustancias que estimulen ó retarden el crecimiento del cultivo. En el año de 1832 De Condolle, ya había observado este fenómeno en relación a las plantas del género Cirsium. Se encontró hace tiempo también, que las raíces de Juglans nigra (nogal) producían 5-hidroxi-alfa-naftaquinone, lo cual inhibe el desarrollo de muchas especies. Así mismo, el abundante coquito (Cyperus rotundus) es otra especie ya comprobada que contiene sustancias inhibitorias en el desarrollo de cultivos y otras malezas.

Es común encontrar casos en que ninguna especie crece alrededor de una planta ya establecida y por varios años esto fue atribuido simplemente a la competencia. Ahora se reconoce que la alelopatía puede jugar

un papel tan importante en este fenómeno. Sin embargo es muy difícil separar los efectos de competencia y alelopatía, especialmente cuando se refiere a malezas perennes. Por lo tanto, se ha reemplazado el antiguo concepto de competencia con la palabra "interferencia", la cual comprende los efectos tanto de competencia como de alelopatía.

PERDIDAS CAUSADAS POR MALEZAS

Generalmente se conoce que las malezas en áreas agrícolas compiten directamente con los cultivos por luz, agua, nutrimentos y espacio e indirectamente causan pérdidas económicas al afectar los costos de producción, la calidad de los productos y por una menor incidencia de insectos y enfermedades. A continuación, se especifican las pérdidas ocasionadas por malezas:

1. Disminución del rendimiento del cultivo
2. Disminución de la calidad de la cosecha
3. Aumento en los costos de producción
4. Depreciación de tierras
5. Mayor incidencia de enfermedades e insectos
6. Limitada escogencia de cultivos

En la Tabla 2 se presentan ejemplos de malezas hospedantes de insectos y enfermedades. Se debe mencionar que a veces las malezas pueden hospedar insectos benéficos en el control biológico de plagas, y por lo tanto no siempre representan relaciones negativas con los bichos presentes.

Tabla 2. Ejemplos de malezas como hospedantes de plagas y enfermedades de diferentes cultivos.

Malezas	Insectos	Enfermedades	Cultivos
1. <u>Ambrosia</u> sp. <u>Brassica</u> spp.	Thrips		Cebolla

Malezas	Insectos	Enfermedades	Cultivos
2. <u>Chenopodium</u> sp. <u>Polygonum segetum</u>	Gusano masti- cador de hojas		Papa
3. <u>Avena fatua</u>		<u>Puccinia</u> sp.	Cereales
4. <u>Chrysanthemum</u> sp.		Virus amarillo del enanismo	Papa
5. <u>Eleusine indica</u>	<u>Spodoptera</u>		Maíz

En cuanto a la limitación de selección de cultivos, puede decirse que es importante y más severa cuando la maleza tiene un ciclo de vida parecido a la de los cultivos y/o características morfológicas y fisiológicas similares. Cuando la maleza y el cultivo son semejantes, como lo son la Avena fatua y el trigo ó la cebada de clima frío, la Ipomoea y la soya y algodón, y la Rottboellia exaltata y el sorgo en los climas cálidos, limitan la escogencia de dichos cultivos en las áreas donde se presentan. Así mismo, la presencia de Cyperus rotundus ha causado a algunos agricultores el abandono de cultivos de secano por los de riego en el caso de arroz, ó por potreros los cuales són más competitivos con dichas malezas.

ADAPTACION DE LAS MALEZAS

Ciclo de vida parecido al cultivo.

La población de malezas en una región que ha sido cultivada por algún tiempo, se caracteriza por su similitud con el cultivo, en cuanto a los ciclos de vida. Generalmente las malas hierbas germinan junto con el cultivo y maduran poco antes que éste, ó a su mismo tiempo. Cuando se

practican sistemas como rotación de cultivos, por ejemplo, el complejo de malezas se adapta de tal manera que al sembrar el cultivo, aquella parte del complejo que posee sus características semejantes al cultivo, se desarrolla y la otra parte aparece en forma secundaria, pero al cambiar el tipo del cultivo en la rotación, otras especies complejas se desarrollan.

Recientemente con el uso de herbicidas se ha visto una reducción del complejo de plantas indeseables en los cultivos; sin embargo, frecuentemente escapan una ó dos especies del control que antes eran de poca importancia y ahora pueden tornarse en el problema principal.

Desarrollo rápido de raíces y partes aéreas.

Entre más rápido se establezca una planta, mayores ventajas tendrá para competir con otras. El desarrollo rápido de las raíces le permite una capacidad más de absorción de agua, nutrimentos y además de tolerar sequía prolongada. El de las partes aéreas le dará una mayor área fotosintética y la capacidad de crear sombra, lo cual detendrá el crecimiento de otras plantas. En general, las plantas con una tasa de crecimiento rápido producen follaje abundante en corto tiempo.

Plasticidad de poblaciones.

Al establecer una población de malezas, el número inicial de plántulas es elevado; al llegar a la madurez se puede observar que la población de dichas malezas se ha reducido: a este fenómeno se le llama plasticidad de la población. En otras palabras, se refiere al establecimiento de poblaciones iniciales altas, las cuales disminuyen con el tiempo, dejando un número de malezas vigorosas a un nivel óptimo para su desarrollo.

Esto sucede a nivel de la comunidad de malezas, mostrado por el hecho que se quedan las especies más indicadas para un ambiente dado.

Además, ocurre a nivel de especies individuales, reflejado en que la población de cada una se adapte a las condiciones ambientales y a los factores de crecimiento presentes, dejando la cantidad de malezas óptimas de cada especie.

Germinación desuniforme de las semillas de malezas.

En la mayoría de los cultivos, se busca la uniformidad en germinación por la necesidad de igualar la cosecha. En cambio, el fenómeno de la germinación desuniforme en las malezas es de gran ventaja para su sobrevivencia, porque si todas las semillas de una mala hierba germinan al tiempo, su control sería fácil pero si germinan en forma desigual solo es posible un control parcial. Esta ventaja también le permite a la maleza la sucesión de varias generaciones dentro de un ciclo vital.

Producción de inhibidores.

Una adaptación de gran importancia en algunas plantas es la producción de sustancias tóxicas que inhiben el crecimiento de otras, y a veces de la misma especie, presentándose solo en una área determinada. En general estos inhibidores actúan sobre las semillas de otras plantas impidiéndoles su germinación. Un ejemplo en Colombia, es el efecto inhibitorio del follaje de Tagetes patula sobre la germinación de frijol, Amaranthus dubius, Euphorbia spp. y Eleusine indica.

Producción numerosa de semillas y órganos reproductivos vegetativos.

La cantidad de semillas producidas por las diferentes malezas varía considerablemente presentándose en algunas de ellas un número al nivel de los cientos, mientras que en otras hasta más de 200.000 semillas por planta. En general la mayoría de las semillas son viables aunque tienen una latencia que difiere según las especies. Algunas especies tienen una tremenda capacidad de producir tubérculos, rizomas ó estolones, los cuales generan mucha más dificultad de controlar que las mismas semillas. El

coquito, por ejemplo, puede alcanzar más de 40'.000.000 de tubérculos en una hectárea.

Adaptaciones a variaciones del ambiente.

Generalmente los cultivos han sido seleccionados para rendir más, bajo condiciones limitadas del ambiente. Con relación al suelo requiere un determinado pH, buen drenaje ó riego, un nivel de fertilidad adecuado y una temperatura dentro de ciertos límites. Aunque la maleza también requiera condiciones óptimas, éstas prosperan con un rango más amplio del medio ambiente, de tal manera que si el óptimo de la maleza y el cultivo coinciden, la maleza será beneficiada tanto como el cultivo. Entre más se alejen las condiciones óptimas del cultivo, la maleza estará más beneficiada debido a su flexibilidad. Por ejemplo, el coquito se desarrolla bien en terrenos húmedos y drenados, pero tienen mayor agresividad en áreas mal drenadas. El barbasco (Polygonum segetum) es una maleza de clima frío que crece bien en terrenos fértiles y bien drenados, presentándose en mayor cantidad en los mal drenados y ácidos, por falta de competencia con otras plantas y por su flexibilidad de adaptación y crecimiento acelerado.

Adaptación a diferentes medios ambientales.

Con relación al ambiente, los factores de agua, luz y espacio son críticos para el crecimiento normal de las plantas. Las malezas son bastante flexibles a variaciones de estos factores, adaptándose a los extremos de sequía ó inundación, a luz limitante (sombra) y debido a la plasticidad de población, se adaptan al espacio disponible.

LAS MALEZAS COMPITEN POR:

Nutrientos.

Como toda planta, la maleza también depende de fuentes de todos los nutrientes para vivir y reproducirse. Varios estudios han demostrado que

frecuentemente las malezas acumulan mayores concentraciones de nutrientes. En estos casos, aunque la producción de materia seca pueda ser muy inferior por parte de las malezas, el consumo de los elementos esenciales puede ser mucho mayor que lo que parece.

Algunas veces este tipo de competencia se puede eliminar ó al menos reducir, al agregar mayor cantidad de nutrientes al cultivo a través de la fertilización. Por supuesto, esto puede resultar muy costoso y a veces el abono beneficiaría más a las malezas que al cultivo mismo y esto se deberá por la capacidad competitiva de ellas. Se sabe que el uso de fertilizantes incrementa la eficiencia de las plantas debido a que producen un sistema radicular mejor desarrollado, permitiendo así la exploración de niveles de suelo más profundos donde se encuentra más agua y nutrientes. Aparentemente este hecho es igual para ambos, el cultivo y la maleza y en base a esto, se puede realizar la fertilización en bandas, reduciendo las posibilidades de utilización del fertilizante por las malezas y también reducir el costo por hectárea.

Luz.

La competencia por luz es tal vez una de las menos importantes, con excepción de situaciones muy especiales tal como la Sesbania exaltata, que puede reducir el rendimiento de arroz de riego solamente si se la deja competir por casi 12 semanas debido a que crece rápidamente por encima del arroz y le da sombra. Otra especie que es capaz de competir por luz es la Rottboellia exaltata (caminadora) la cual parece que siempre es capaz de alcanzar la altura del cultivo y aún sobrepasarlo en 25 cm. Es decir, si la soya está a 75 cm de altura, la caminadora tendrá de 90 a 100 cm; si el sorgo está a 1.20 m, la caminadora alcanzará 1.5 m y si la caña de azúcar tiene una altura de 2.0 m, ésta maleza estará a 2.25 m.

Generalmente una vez que el cultivo ha formado una sombra completa, la competencia de malezas deja de ser importante. La competencia

por luz se vuelve crítica a veces en estados tempranos del desarrollo del cultivo, cuando la disponibilidad de luz determina dominancia.

Agua.

La competencia por agua es una de las más importantes y muchas veces supera a la competencia por nutrimentos. En un ambiente en el ciclo de cualquier cultivo, existe una cantidad determinada de agua para producir el rendimiento deseado. Si el agua se ve limitada a cualquier tipo de competencia por parte de las malezas, se reduce este rendimiento.

Las malezas son por lo general verdaderas bombas absorbentes de agua y lo hacen muy eficientemente. A menudo se encuentran cultivos marchitos por falta de agua, mientras que la maleza aparece normal. Como en el caso de los nutrimentos, se puede contrarrestar estos efectos al suministrar agua por medio de riego; si tanto la maleza como el cultivo encuentra suficiente agua para su supervivencia la pérdida resultante de la competencia se disminuye. Es por esto que los cultivos sufren menos por la presencia de malezas en ciclos de mucha lluvia, que en los ciclos de escasa agua.

EPOCAS CRITICAS DE COMPETENCIA

Para programar un control de malezas adecuado y económico, es necesario conocer el período en que las malezas ejercen la mayor competencia. Aunque esto cambia con las condiciones ambientales, la disponibilidad de los factores de crecimiento, el cultivo, su densidad, vigor y las malezas, se ha establecido que el tiempo crítico de competencia de las malezas con los cultivos es entre los 0 y los 45 días y en muchos casos entre los 10 y los 30 días. Se han presentado reducciones en los rendimientos en un 40% durante los primeros 45 días del cultivo y pérdida del 20% cuando la competencia se presenta en los primeros 20 a 30 días.

Como regla general, se puede decir que una vez el cultivo haya "cerrado" (formado una sombra completa sobre el suelo), la competencia

deja de ser importante. Por lo tanto cultivos como yuca y caña de azúcar presentan épocas críticas de competencia más largas que cultivos de rápido desarrollo inicial como soya, sorgo y frijol.

No obstante pueden haber otros periodos críticos de competencia, sobre todo cuando coinciden con los periodos de mayor requerimiento de agua y/o rápido crecimiento, como pueden ser:

- a) al final del periodo de establecimiento del cultivo
- b) durante el macollamiento
- c) al comienzo de la formación del fruto
- d) al principio de la maduración del cultivo (botones jóvenes en algodón y en la maduración de las espigas en cereales)

Considerando que el control manual y mecánico de las malezas no realiza sino hasta que su población se ha establecido (15 a 30 días después de la emergencia del cultivo) es necesario hacer énfasis en la importancia de un control oportuno. En general, el control manual se hace cuando las malezas están lo suficientemente desarrolladas como para arrancarse ó cortarse con machete ó azadón. Este tipo de control es lento y requiere bastante trabajo y se hace más intenso de acuerdo a la superficie cultivada, al grado de infestación y al cultivo.

El control mecánico puede ser realizado antes que el manual puesto que se basa fundamentalmente en la remoción violenta de la tierra, rompiendo la relación íntima entre malezas y suelo.

El control oportuno puede ser afectado por condiciones adversas del ambiente durante el periodo crítico de competencia. Así por ejemplo, las lluvias continuas pueden causar retraso de labores y pueden reducir la efectividad del control manual ó mecánico al crear condiciones favorables para la recuperación de las malezas.

Seguramente la mayor explicación del aumento de producción al emplear

el control químico en vez de mecánico ó manual (Tabla 1) se debe a que el control no se realice oportunamente. En cambio es precisamente durante las primeras épocas de desarrollo que el herbicida da su mayor efecto y es interesante anotar que las lluvias hacen trabajar aún mejor los herbicidas preemergentes, garantizando la protección de las malezas en períodos que sería imposible utilizar medios manuales ó mecánicos.

Aunque lo más dramático sea la baja en el rendimiento, es de suma importancia tener en cuenta las pérdidas en calidad del producto y los efectos en la cosechabilidad, que malezas como la batatilla (Ipomoea spp.) pueden ocasionar. A pesar de que se puede controlar inicialmente y así evitar reducciones en el rendimiento, ésta es capaz de germinar más tarde y reinfestar el cultivo y en el momento de la cosecha, la materia verde que contiene aumenta el costo a la recolección de los productos, además las semillas reducen la calidad del producto. Las malezas que producen cadillos (como Cenchrus spp. y Xanthium spp.) frecuentemente dañan la calidad de la cosecha del algodón.

RESUMEN

En resumen, la competencia que ejercen las malezas en los cultivos es compleja y varía con el ambiente, con el cultivo y con el complejo de malezas. Conociendo las interacciones de estos factores se puede establecer un programa orientado y económico para el control de estas plantas indeseables.

La competencia causa pérdidas directas e indirectas y el rendimiento es uno de los factores afectados. Cuando se considera un programa de control de malezas es necesario conocer la época crítica de competencia; este período generalmente es durante los primeros 30 a 45 días de germinado. En algunos casos el control manual ó mecánico es satisfactorio pero en otros, aunque el costo puede ser menor que el de otros métodos, se debe tener en cuenta la pérdida económica debido a la competencia inicial de las malezas.

EQUIPO DE ASPERSION

Juán Cárdenas*
Octavio Franco**
Jerry Doll***

El uso de productos químicos en el control de malezas es un concepto nuevo relativo al control químico de insectos y enfermedades. Los herbicidas difieren de los insecticidas y fungicidas en que deben aplicarse más uniformemente.

Una vez que se ha decidido usar herbicidas, es necesario saber los principios de aplicación y cual tipo de aspersora debe utilizarse. Existen varios tipos de aspersoras, cada uno tiene sus ventajas y sus desventajas y se debe saber cuál aspersora es mejor según su finca y cultivos.

Por aspersión de herbicidas se entiende la distribución uniforme del producto sobre un área determinada, lo cual se realiza por medio de aspersora. Para la obtención de una aspersión uniforme se requiere:

1. Equipo de aspersión en buen estado
2. Calibración correcta
3. Operario de tractor con experiencia
4. Terreno bien preparado
5. Condiciones ambientales favorables
6. Conocer el producto a usarse antes de aplicar

La cantidad de líquido a usarse varía si la aspersión se

* IPPC. Oregon State University /AID, Colombia

** Especialista en control de malezas del Instituto Colombiano Agropecuario ICA.

*** Especialista en control de malezas

aplica al suelo (en pre-emergencia) o sobre el follaje (en post-emergencia). Sin embargo, dentro de ciertos límites, la cantidad de agua aplicada por unidad de superficie no es de importancia crítica. Es más importante obtener una aspersión uniforme.

Aplicación de herbicidas.

La mayoría de herbicidas se aplican como líquidos, ya sea polvos mojables (Pm) en suspensión, como sales en solución o como emulsiones concentradas (EC) en solución. Además, algunos herbicidas son formulados en gránulos, los cuales se aplican en seco.

La aplicación de herbicidas puede ser por vía terrestre o área de acuerdo a las necesidades y conveniencias del caso.

Cualquiera que sea el método de aplicación es imprescindible una calibración exacta.

A continuación se enumeran las ventajas y desventajas de aplicaciones terrestres y áreas.

Aplicaciones terrestres

Ventajas :

1. Favorable en áreas no accesibles a la aplicación aérea.
2. Favorece el uso del herbicida que requiere incorporación inmediata.
3. Cuando el follaje es denso y se requiere cobertura total,

es más efectiva la aplicación aérea especialmente con herbicidas de contacto.

4. Facilita las aplicaciones en bandas.
5. Permite aplicaciones localizadas y dirigidas.
6. Presenta menos riesgo de perjuicio a cultivos cercanos o contaminación de fuentes de agua.
7. La aplicación terrestre es menos afectada por viento o corrientes convencionales de aire cálido.
8. No hay limitaciones de herbicidas o mezclas debido a dosis altas y/o baja solubilidad.

Desventajas :

1. Requiere más tiempo en la aplicación.
2. Son susceptibles a condiciones adversas del ambiente tal como humedad excesiva después de lluvias.
3. Necesitan ser aplicadas por operarios con buena experiencia.
4. En algunos cultivos extensos como el arroz de riego la aplicación terrestre es limitada.
5. Requiere grandes cantidades de agua (150 a 500 litros por hectárea).
6. Pueden causar daños mecánicos al cultivo durante aplicaciones en post-emergencia.
7. Aplicaciones con tractor causan compactación del suelo.

Aplicaciones aéreas

Ventajas :

1. Facilita la aplicación de áreas extensas en poco tiempo.

2. Son preferibles en áreas accidentadas o con vegetación densa en donde la aplicación terrestre se dificulta.
3. Requieren bajos volúmenes de agua (80 litros/ha o menos)
4. Permite hacer aplicaciones oportunas ya que las condiciones del suelo no son tan críticas como las requeridas para aplicaciones terrestres.
5. No causan daños mecánicos al cultivo.

Desventajas :

1. Volúmenes excesivos de agua por hectárea pueden limitar su uso debido al costo de aplicación. Por otra parte, el volumen de agua a usarse para herbicidas o mezclas de ellos está determinado por dosis altas y/o baja solubilidad.
2. Con herbicidas de contacto el volumen de agua requerido puede negar su uso práctico por ser anti-económico.
3. No se adapta a la aplicación de herbicidas que requieren incorporación inmediata.
4. El área de aplicación debe estar libre de obstáculos como cables de electricidad, árboles, postes de luz, casas o poblados.
5. Presentan mayor peligro a cultivos susceptibles cercanos.
6. Las aplicaciones aéreas son totales y no pueden ser localizadas.
7. Debido a la velocidad de aspersión y el volumen bajo de agua empleado, los errores de calibración se amplifican.
8. La aplicación requiere bandereo.

Como se puede apreciar ambos sistemas tienen ventajas y

desventajas, siendo necesario determinar cuidadosamente la aplicación que mejor se adapta a las diferentes situaciones, teniendo siempre en cuenta tres aspectos principales: economía, efectividad y seguridad.

En la aplicación de herbicidas es muy importante usar agua de buena calidad, puesto que además de alterar la efectividad del producto afecta el funcionamiento y desgaste de la aspersora. Siempre debe usarse agua limpia y de buena calidad.

El uso de surfactantes en aplicaciones post-emergentes no debe hacerse indiscriminadamente. Siempre debe seguirse las recomendaciones de la casa distribuidora, ya que los surfactantes cuestan dinero y pueden presentar toxicidad al cultivo o control menos eficiente.

La cantidad de agua a usar por unidad de superficie varía de acuerdo al método de aplicación (terrestre o aéreo) y a la solubilidad del producto o productos. En algunos casos, ajustando la velociddad de aplicación, el tamaño de la boquilla y la presión, se puede aplicar un volumen de 10 litros/ha obteniéndose así una distribución de 15 gotas/10 cm². Estas gotas son de suficiente tamaño como para no presentar serio peligro de acarreo por viento. En general, las aplicaciones de menos de 30 litros/ha se considerarán de bajo volumen y de alto volumen aquellas que se utilizan de 30 litros/ha.

Para aplicaciones terrestres pre-emergentes o post-emergentes dirigidas al suelo se recomiendan volúmenes de 150 a 300 litros / ha. En general se recomienda, de 150 a 300 litros/ha para aplicacio

nes terrestres pre-emergentes o post-emergentes dirigidas al suelo y de 200 a 400 litros/ha para las terrestres post-emergentes al follaje.

En cuanto a las aplicaciones aéreas debe seguirse la recomendación de la casa distribuidora. Un volumen inferior al recomendado no proporciona una cobertura uniforme, mientras que un volumen superior exige llenar el tanque más frecuentemente.

Una cantidad excesiva de agua se traduce en control deficiente puesto que una vez humedecido el follaje, el exceso de líquido cae al suelo en donde no ejerce su acción.

Tipos y componentes de aspersoras terrestres

Para que cualquier implemento de aplicación funcione y sea considerado como aspersora, debe llenar los siguientes requisitos:

1. La descarga del material debe ser uniforme y de fácil control.
2. El herbicida debe quedar uniformemente distribuido sobre la superficie tratada.
3. La calibración debe ser tan fácil que permita la aplicación de dosis determinadas bajo diferentes condiciones.
4. Su manejo debe ser sencillo, con facilidad para cargar y que permita un adecuado mantenimiento.

Todo tipo de aspersoras tiene los siguientes componentes : Tanque, fuente de presión y sistema de descarga. Entre los diferentes tipos de aspersoras, las más sencillas son las de mano, en las cuales la presión se obtiene por gravedad. A continuación se discutirán los distintos tipos de aspersoras, sus componentes, ventajas y desventajas.

Aspersoras o bombas de espalda

Existen diversos tipos de aspersoras de espalda, las cuales difieren principalmente en su capacidad de mantener una presión constante. En algunas, a menos de que tengan regulador, la presión disminuye a medida que se realiza la aplicación. Otras contienen adaptaciones de tal manera que el operario mantiene la presión bombeando constantemente al hacer la aplicación. (Ej. bombas de diafragma). Este tipo de bombas tienen funcionamiento por intermedio de una cámara de aire que permite mantener una presión alta y constante, la cual alimenta el resto del tanque sin ser afectado por la cantidad del líquido que queda en el tanque.

En general las bombas de espalda tienen una capacidad de 5- a 20 litros y operan a una presión de 40 a 60 libras y deben ser llenadas a 3/4 de su capacidad para permitir suficiente presión en el tanque. Es importante al terminar la aplicación abrir cuidadosamente el tanque de la bomba pues es factible que todavía permanezca líquido bajo presión. Las aplicaciones hechas con este tipo de bomba generalmente se realizan a una velocidad de 2-2.5 kph/ de acuerdo al operario, topografía, tipo de aspersión y tamaño de la aspersora.

La uniformidad de la aspersión con bombas de espalda depende de :

1. El operario
2. Tipo de boquillas
3. Topografía y condiciones del terreno
4. Presión

En cuanto a las ventajas, estas aspersoras presenta las siguientes:

1. Sencillez y facilidad de operación.
2. Bajo costo
3. Fácil de mantener
4. Especiales para aplicaciones localizadas
5. Pueden ser usadas en lugares no accesibles a maquinaria
6. Fáciles de transportar
7. Peligro mínimo a cultivos vecinos susceptibles.

Entre las desventajas, se anotan las siguientes :

1. Se dificulta el control de la presión, requieren bombeo se guido.
2. La calibración y la uniformidad de aplicación es más difícil debido a que influyen condiciones del ambiente y la topografa sobre el estado de ánimo del operario.
Como consecuencia, se debe tener cuidado para no aplicar so bre do sis, lo cual aumenta el peligro hacia el cultivo, resulta en desperdicio de herbicidas y tiempo y aumenta la posibili dad de residuos tóxicos a cultivos de rotación. Mientras que dosis bajas se traducen en control bajo o nulo.
3. No poseen sistemas de agitación
4. Su uso es lento y limitado a áreas pequeñas.
5. Generalmente se requieren volúmenes de agua altos, para aseg u r a r u n a d i s t r i b u c i o n u n i f o r m e.
6. Cansan, sobre todo con bombas grandes.
7. Más contacto directo entre el operario y el plaguicida.

Las aspersoras de espalda deben tener los siguientes componentes para asegurar su uso correcto :

1. Filtro de tanque
2. Bomba de aire o de presión
3. Tanque
4. Manómetro visible al operario
5. Regulador de presión
6. Llave de paso
7. Tubo o lanza de aspersión
8. Filtros y boquillas

Igualmente debe tenerse en cuenta el tamaño óptimo de la aspersora de acuerdo al operario, el nivel del terreno, la clase de aspersión, el área, la uniformidad deseada, etc. Realmente no se justifica comprar bombas grandes si el operario va a cansarse en corto tiempo o si la topografía dificulta su carga. También es de importancia que al usar producto tóxicos se proteja al operario y se limite al tiempo de aspersión por operario.

El manómetro debe estar en un lugar visible al operario y el más adecuado es cerca a la llave de paso. El regulador de la presión debe ser capaz de proveer una presión entre 20 y 60 libras (1,4 a 4,2 kilogramos) La manguera de descarga debe ser flexible y de suficiente longitud para que el operario pueda agilizar la operación. La lanza de aspersión no debe ser pesada pero sí fuerte. La llave de paso debe ser efectiva, de fácil operación y que permita controlar el goteo en la aspersión.

Las boquillas deben tener filtros para evitar que el orificio de las mismas se obstruya. Para aplicaciones de polvos mojables se recomienda que el filtro sea de 50 mallas por pulgada. Cuando las boquillas tengan un orificio muy pequeño o cuando se aplica herbicidas líquidos se recomienda filtros de 100 mallas.

Las aspersoras de espalda son de gran utilidad y en fincas donde se usan exclusivamente hacen buen complemento a otros tipos de equipo.

Aspersoras de tractor

Aspersoras de tractor pueden ser de dos tipos - montadas en el tractor o arrastradas por dicho implemento.

El límite de agua para aspersoras montadas generalmente es de 400 litros, mientras que para las de arrastre puede ser de mayor capacidad. Ambos tipos de aspersoras tienen los mismos componentes:

1. Tanque
2. Sistema de agitación
3. Conducto de retorno
4. Filtro de succión
5. Bomba
6. Manómetro
7. Regulador de presión
8. Llave de paso
9. Aguilón
10. Boquillas con filtros
11. Filtro de tubería (Véase Figura 1)

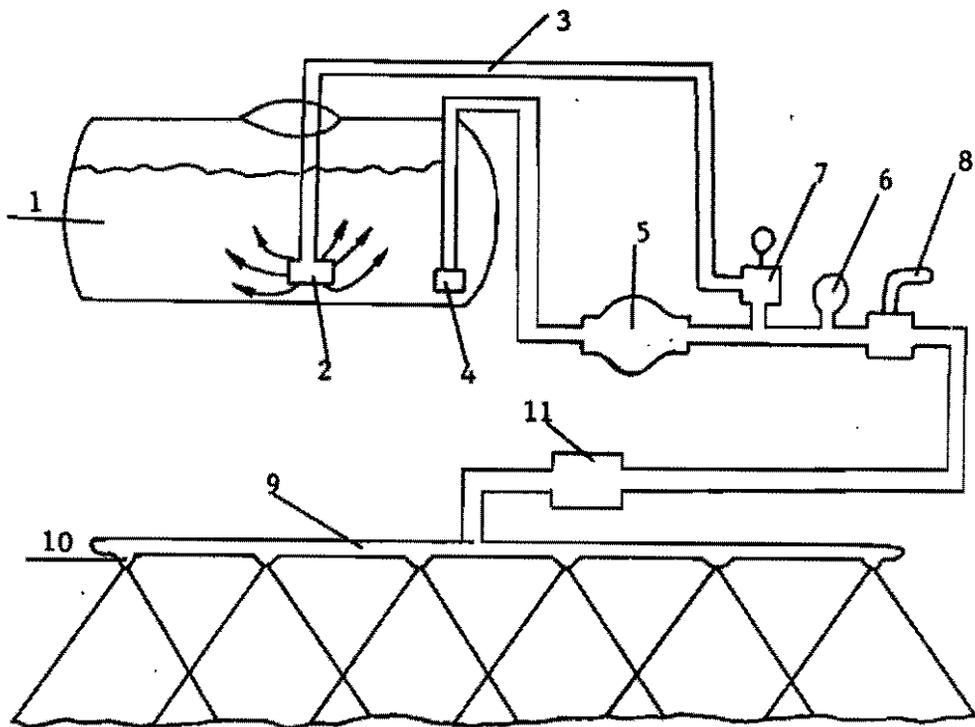


FIGURA 1. Los componentes de la aspersora de tractor.

El tractor empleado para la aspersión debe estar en buenas condiciones de funcionamiento. Debe mantener una velocidad adecuada uniforme, entre 4 y 10 KPH de acuerdo a las condiciones del terreno, al volúmen de agua requerida por hectárea y al cultivo. Es preferible que tenga velocímetro, pero si esto no es posible debe marcarse bien la velocidad en el acelerador. En terrenos húmedos o muy pendientes en donde las ruedas del tractor pierden tracción este método no es adecuado y se requiere un velocímetro.

Velocidades menores de 4 KPH resultan en un rendimiento bajo de aspersión, mientras que aspersiones a velocidades mayores de 10 KPH causan aplicaciones desuniformes y mayor desgaste del equipo.

TABLA 1. Para calibraciones sin velocímetro a continuación se presenta la relación Velocidad- distancia X tiempo :

<u>Distancia recorrida en</u>						
<u>metros</u>						
<u>Tiempo (seg.)</u>	<u>25</u>	<u>50</u>	<u>100</u>	<u>200</u>	<u>1,000</u>	
<u>Velocidad en KPH</u>						
5	1.2	24	48	96	480	'
15	6	12	24	48	240	
30	3	6	12	24	120	
60	1.5	3	6	12	60	
120	.75	1.5	3	6	30	

Tanque.

El tanque de la aspersora debe ser construido con material no corroible como acero inoxidable, de vidrio reforzado, de plástico o de fibra de vidrio. No es recomendable el uso de tanques de madera, debido a que absorben los herbicidas y son difíciles de limpiar. Por otra parte, los tanques de aluminio son satisfactorios para muchos tipos de materiales, pero no para productos corrosivos.

El tanque debe tener dos orificios uno superior, el cual debe ser grande y adecuado para poder llenarlo sin dificultad y otro en

el fondo para las funciones de drenaje.

El tamaño del tanque depende de los siguientes aspectos :

1. Capacidad del tractor
2. Tipo de montaje
3. Area de aspersion
4. Tamaño del aguilón
5. Longitud del campo
6. Volúmen de aplicación por hectárea
7. Condiciones del terreno

A mayor tamaño del tanque se requieren llantas más grandes, mejores condiciones del suelo, sistema de agitación adecuado y con la desventaja de que puede ocasionar mayor compactación del suelo.

Respecto a la agitación debe hacer un sistema adecuado y funcional puesto que una mala agitación causa "zonas muertas" en las cuales se puede presentar sedimentación del producto. Por el contrario, demasiada agitación (Ej. muy rápida o violenta) origina espuma excesiva debido a que tiende a incorporar aire en la solución. Si esto se convierte en un problema serio, puede hacer lo siguiente : después verifique por separado la compatibilidad del plagicida con el espumante (Kerosene) y si resulta positivo agregue medio litro de Kerosene por cada 400 litros de solución. Si la cantidad de espuma se debe a exceso de surfactante este será neutralizado al tener que emulsificar al kerosene.

Existen dos tipos de agitación: mecánica e hidráulica. La

mejor es la agitación mecánica, ya que mezcla mejor y en particular es más efectiva para emulsiones con un alto porcentaje de aceites y para polvos mojables. Hay dos métodos de aplicación mecánica: por paletas y por hélice.

La agitación más común es por medio de paletas las cuales tienen una extensión aproximada a la mitad de la longitud del tanque. Dichas paletas adhesivas a un eje horizontal giran con éste. En cuanto a la agitación por hélice éstas encuentran en los extremos del tanque y allí realizan su movimiento.

El otro tipo de agitación bastante común es el hidráulico. Este sistema consiste en hacer circular nuevamente el líquido antes de llegar al regulador de presión y después de pasar por la bomba. Esta nueva circulación se hace a través de la manguera de retorno que debe llegar hasta el fondo del tanque y proveer así una buena agitación, sin formación de espuma. Este tipo de agitación requiere más energía y es esencial la forma como está colocada la manguera de retorno para una buena agitación.

Mangueras.

Existen dos tipos de mangueras: de succión y de retorno. Las de succión conducen el líquido del tanque al aguilón, pasando por la bomba mientras que las de retorno sirven para conducir el exceso de líquido, que conducen las mangueras de succión, nuevamente al tanque. De esta manera alivian el exceso de presión y crean agitación-hidráulica.

El material de las mangueras generalmente es de caucho o plástico y deben ser flexibles y resistentes a diferentes presiones y a la corrosión. Si se usan solventes orgánicos debe procurarse que el contacto sea mínimo o poco prolongado.

Filtros.

Estos sirven para remover impurezas que puedan causar desgaste excesivo a la bomba y tapar las boquillas.

En general las aspersoras deben tener cuatro filtros:

1. Filtro de tanque: filtra el agua al llenarse el tanque.
2. Filtro de manguera de succión: filtra el agua entre el tanque y la bomba.
3. Filtro de aguilón : filtra el agua entre la bomba y el aguilón.
4. Filtro de la boquilla : protege el orificio de la boquilla.

Entre más pequeño sea el orificio más pequeña la malla del filtro. En general se usan filtros de 50 mallas y para las boquillas de orificios pequeños filtros de 100 mallas.

Cuando se trata de emulsiones y soluciones puede usarse filtros de 50 o 100 mallas pero para polvos mojables se debe usar filtros de 50 mallas. Debe procurarse siempre que todas las boquillas del aguilón tengan el mismo tipo y tamaño del filtro.

Puesto que los filtros protegen la aspersora, también existen cuidado y limpieza oportunos. Uselos y límpielos debidamente.

Bomba.

La bomba es el componente que crea la presión utilizada en la aspersión. Existen dos clases de bombas: de desplazamiento positivo (Ej. bombas de rodillo) y de desplazamiento negativo o de succion. (Ej. bombas centrífugas). En general, las bombas de desplazamiento positivo pueden ser accionadas por medio de toma fuerza del tractor, mientras que las de desplazamiento negativo o de succion requieren propulsión por un motor independiente.

Las bombas centrífugas crean presión debido a la alta velocidad desarrollada por el líquido que está sometido a la fuerza centrífuga. Este tipo de bomba tiene la ventaja de ser barata y resistente a materiales abrasivos; además, debido a su capacidad de flujo, provee suficiente fuerza para agitación hidráulica. Entre sus desventajas se anotan las de requerir un motor (no opera con el toma fuerza) y a altas velocidades.

Este tipo de bomba debe quedar inferior al tanque para que el líquido llegue a ella por gravedad.

Las bombas de desplazamiento positivo (de engranajes, rodillos, pistón o diafragma) pueden ser adaptadas al toma-fuerzas del tractor. Cada tipo de bomba tiene su uso particular y al comprar la aspersora debe considerarse una serie de factores tales como el tipo de aspersión, el volumen de aspersión, el tamaño del aguilón, la presión deseada, el costo, el mantenimiento, etc. En la Tabla 2, se presentan algunas características de las bombas

TABLA 2. Características de las bombas

Tipo de bomba	Litros por minuto	Rango de presión l b/pulg ²	Ventajas	Limitaciones
pistón	10-40	0-10000	sirve para todas formulaciones, hace presiones altas, resistente a desgaste; fácil de reparar	costosa, pesada
engranaje	0-250	0-200	barata; hace presiones medias	volúmen bajo; vida corta; no satisfactoria para polvos mojables.
rodillos	20-200	5-150	durable, volúmen medio y presión; fácil de reparar	Presión se baja con uso de polvos mojables.
centrífuga	0-375	0-65	sirve para todas formulaciones; no se gasta con productos abrasivos; volúmen-alto.	Necesita motor; hace presiones bajas.
diafragma	10-40	0-100	no se desgasta con productos abrasivos; fácil de reparar, presiones medias.	Volúmen bajo; diafragma de caucho no resiste aceites agrícolas.

Cuando el sistema de agitación es hidráulico la bomba debe producir una descarga mayor a la requerida para la aspersión. En general se requiere una descarga de 4 a 12 litros por minuto para obtener una buena agitación. De esta manera si se requiere una descarga de 200 litros por hectárea con un aguilón de 8 metros, con cobertura sencilla y viaja a una velocidad de 5 kph (cubre 4 ha/hora,) la capacidad de descarga deberá ser de 800 litros/ hora o 13 litros minuto. A esto le agregamos la necesidad de 4 a 12 litros/minuto para la agitación, obteniéndose así una capacidad final de la bomba para descargar de 17 a 25 litro/min. Al conseguir la bomba debe preferirse una que descargue un poco más de lo deseado y así obtener :

1. Suficiente presión que asegure la uniformidad deseada
2. Agitación hidráulica adecuada
3. Compensa el bajo poder de la bomba ocasionado por el desgaste de uso.

Manómetro.

Es un implemento que indica la presión, y es imprescindible para poder ajustar la presión en forma exacta. Debe estar localizado entre el regulador de presión y el aguilón, lo más cercano posible a éste y que pueda ser visto por el operario. Se debe mantener siempre en buen estado de limpieza y mantenimiento.

Regulador de presión.

Con éste, se puede ajustar la presión a niveles constantes y uniformes. Los equipos para aspersiones con baja presión son menos cosotosos, se reduce el desgaste y el acarreo por el viento y brindan

la posibilidad de usar boquillas con orificio más grande y/o un mayor número de boquillas.

Respecto a la aspersión, el tamaño de la gota está influenciado por la presión, el tamaño del orificio de la boquilla, la orientación de las boquillas, las propiedades de la solución y las condiciones ambientales. Entre más alta sea la presión, de menor diámetro serán las gotas de mayor tamaño.

En general con boquillas tipo Tee-Jet de abanico se recomiendan presiones entre 20 y 40 libras por pulgada cuadrada; presiones mayores o menores a éstos límites pueden afectar el patrón del abanico.

Llave de paso.

La iniciación y terminación de la aspersión regulando la dirección del flujo es controlada por esta llave. Durante la aspersión permite el flujo del tanque hacia las boquillas y durante la succión (al término de la presión) permite el flujo del aguilón al tanque. Igualmente evita el goteo al terminar la aspersión. Cuando el conjunto del aguilón está compuesto de varios aguilones en secciones es importante que la llave de paso pueda controlar las diferentes secciones individualmente. Muchas llaves de paso tienen una sección para hacer las conexiones necesarias que facilitan realizar aplicaciones localizadas.

Aguilón o barra de Aspersión.

Es la unidad que porta las boquillas y debe ser fuerte

y fácil de ajustar su altura para obtener la cobertura deseada adaptándolo al cultivo y a las malezas. El tamaño del aguilón depende de: área de aspersión, topografía, tiempo disponible y cultivo. Se recomienda que la longitud no exceda de 18 metros y que sea seccionado con manejo independiente en la llave de paso y en un extremo un tapón que facilite su drenaje.

Es de suma importancia que el aguilón se encuentre a la altura recomendada puesto que si es mayor la aspersión será más susceptible al acarreo por viento y aplicar sobre dosis, y si es menor pueden quedar "conejos" y ser interferido por los obstáculos del terreno.

La altura del aguilón depende de:

1. Cobertura deseada (sencilla o doble)
2. Distancia entre boquillas

Si se desea cobertura doble con un tipo de boquilla que está produciendo cobertura sencilla a una altura X , el aguilón debe elevarse a una altura de $2X$. Si con las mismas boquillas y el mismo aguilón se pueden doblar el número de boquillas, la cobertura doble se obtiene sin cambiar la altura del aguilón.

En caso de no poder ajustar la altura se puede cambiar las boquillas por otras de diferentes ángulos. Por ejemplo las siguientes boquillas esparcidas a 50 cm en el aguilón deben estar a las siguientes alturas para dar cobertura sencilla.

<u>Angulo de Aspersión</u>	<u>Altura del aguilón</u> (cm)
65	53 a 58
73	51 a 56
80	43 a 48

La regla general para cambiar la cobertura de sencilla a doble sin cambiar la altura es cambiar el ángulo por 1.5 veces más amplio: Ej: Si se tiene un ángulo de 80 grados y se desea obtener cobertura -doble a la misma altura del aguilón, debe usarse una boquilla con ángulo de 120 grados. Para evitar la aplicación de sobredosis se debe tener cuidado con las coberturas dobles al momento de la calibración. Las coberturas dobles cubren mejor el terreno y son ideales para aplicaciones de herbicidas al follaje y en particular los de contacto.

Boquillas.

Las boquillas son de gran importancia ya que este es el único componente que controla la aspersión. Su función consiste en convertir el líquido a gotas de aspersión y distribuir éstas en un patrón de aspersión determinado.

Existen diversos tipos de boquillas y las más comunes son de cono sólido, cono hueco, abanico plano, abanico uniforme, (even spray) y otras para usos especiales, (Tabla 3). Para la aplicación de herbicidas se usan boquillas de abanico debido a que proporcionan una cobertura más uniforme y más fuerza de descarga del líquido que las de cono. Las boquillas de cono son mejores que las de abanico para la aplicación de herbicidas cuando el volumen por hectárea de agua es menor de 30 litros. Las boquillas de abanico requieren una-

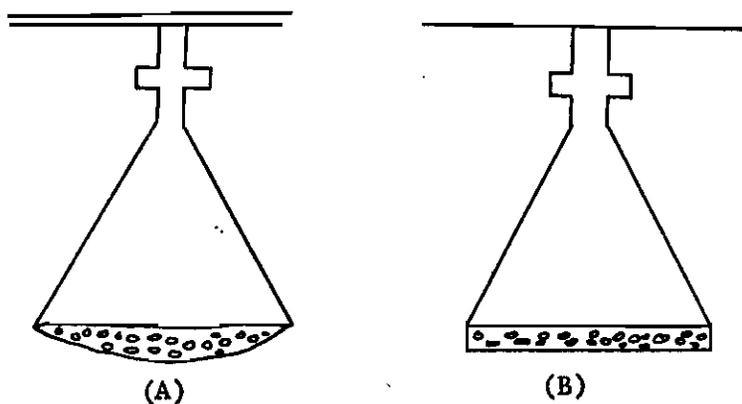
presión mínima de 10 a 20 lb/pulg² de acuerdo con el tamaño del orificio. Para aplicaciones dirigidas o en lugares con obstáculos se emplean también boquillas especiales.

TABLA 3. Tipos y características de boquillas

Tipo	Ejemplo de Teejet	Uso	Presión recomendada lb/pulg ²	Tipo del patrón de aspersión
abanico	8003	preemergen- cia y post- emergencia para herbi- cidas; con- trol de ar- bustos.	15-40	gotas de tamaño medio; abanicos- deben cruzarse- un poco
aplicación uniforme	8002-E	aplicaciones en bandas	15-40	volúmen uniforme sobre todo el a- banico; no se necesita una so- breposición con otra boquilla.
conos llenos y huecos	TXI y D2-23	insecticidas y fungicidas	60	abanico círculo; gotas finas y nu- merosas.
Flood-jet	TK2	preemergencia y postemergen- cia	5-20	gotas grandes; ángulo de as- persión ancho; boquilla cerca del suelo
aspersión lateral (off center)	3/4 TOC 20	para rociar en cercas, - taludes y - bermas	30-60	de amplia as- persión lateral

Al seleccionar las boquillas para su aspersora hágalo de acuerdo a aquellas que descarguen un volúmen de agua adecuado por hectarea y a una presión adecuada para evitar desgaste innecesario de equipo. Recuerde que la descarga de agua también puede ser controlada regulando la distancia entre boquillas en el aguilón, la velocidad de aplicación y la presión.

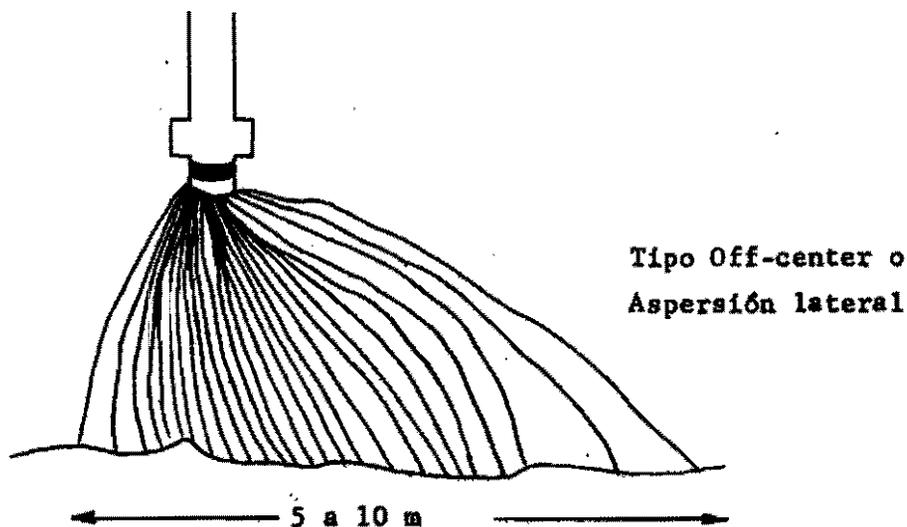
Las boquillas de abanico difieren entre si por el ángulo de aspersión y la capacidad de descarga o tamaño de orificio. A continuación se presentan varios ejemplos de descarga de boquillas : Dos tipos de boquillas son (A) las de abanico plano y (B) las de aplicación uniforme.



La aspersión de las boquillas de abanico plano debe estar superpuesta.

Las boquillas de abanico uniforme producen volúmen más uniforme a través del completo ancho del abanico. Este tipo de boquilla es especial para aplicaciones en bandas donde no es necesario una so preposición uniforme, con otra boquilla.

Las boquillas especiales son boquillas de ángulos irregulares, las cuales permiten aplicaciones en cercas, taludes y bermas.



Las boquillas más comunes como las Tee Jet, tiene números que designa su ángulo de aspersión y capacidad de descarga. Por ejem plo, boquillas 8002-E indican que el ángulo de aspersión es de 80 grados y que la descarga de boquilla a 40lb/pul^2 de presión es de 0.2 galones por minuto. La letra E indica abanico uniforme (E:even).

El tamaño de gota de la aspersión puede ser controlado de diferentes maneras:

1. Cambiando el tamaño de los orificios (misma presión)
2. Con mayor o menor presión.

Para cambiar el tamaño de la gota es preferibles cambiar el tamaño del orificio que la presión, puesto que para reducir el tamaño de la gota en 50% se necesita aumentar la presión cuatro veces.

Siempre debe iniciarse la temporada de aspersión con boquillas nuevas y cambiarlas después que cada boquilla haya aplicado 200 hectáreas. Estas pueden ser de acero inoxidable, aleación-cobre estaño (brass) ser de nylon, o aluminio. Las más comunes son de aleación cobre-estaño.

Cuando se emplean polvos mojables, el flujo de este tipo de boquillas pueden aumentar en un 20% a 48 horas de uso y lo más importante, el patrón de aspersión puede cambiar desuniformemente.

En conclusión, conociendo todos los componentes de su aspersora se facilitará su uso, calibración y manutención, obteniendo así mayores ventajas de su equipo.

Mantenimiento de aspersoras

Antes de usar la aspersora ésta debe ser lavada cuidadosamente para desalojar polvo o basura que se haya acumulado en el tanque, en las mangueras, el aguilón y las boquillas. Lave todas las boquillas y filtros primero en una solución con detergente y luego con kerosene usando un cepillo de dientes.

Después de usarla lávela bien para eliminar los residuos que pueden afectar a las aspersoras por su acción corrosiva o por su toxicidad a otros cultivos.

Para el lavado de aspersoras usadas para herbicidas de formulación polvo mojable o soluciones no hormonales llene el tanque de la aspersora con agua y agregue detergente al 0.5% agregue una solución de amoníaco a razón de un litro en 100 litros de agua.

Para el lavado de aspersoras usadas para herbicidas de formulación emulsión o cuando se emplean detergentes, surfactantes o aceites con polvos mojables o soluciones, agregue al tanque de la aspersora una solución de amoníaco al 1% o una solución de soda cáustica al 0.2%.

Después de llenar el tanque circule la solución por todos los componentes de la aspersora: tanque, mangueras, boquillas, etc.

Después de descargar la solución de la aspersora llénela con agua y detergente en el caso de emulsiones y con agua en el caso de polvos mojables y soluciones y sin dejar salir la solución circúlela manteniendo la agitación durante 15 minutos. Ejuage con agua.

Para el lavado de aspersoras en las cuales se han utilizado herbicidas hormonales (2,4-D; 2,4,5-T) llene el tanque con agua y agregue amoníaco, acetona, o alcohol etílico en la proporción de una parte de solvente por 50 partes de agua. Termine de llenar el tanque y haga circular la solución por la manguera de retorno permitiendo salir un poco por las boquillas. Apague el motor y deje que la solución perma-

nezca en el sistema durante la noche, al día siguiente pase toda la solución por las boquillas. Luego llene el tanque con agua haciéndolo pasar por el aguilón sin boquilla ni filtros. Esta última operación debe hacerse dos o tres veces consecutivas.

Almacenamiento de aspersoras

1. Lave la aspersora por dentro y por fuera con detergente y con un poco de aceite fino.
2. Desconecte las mangueras y guárdelas en un lugar fresco (ventilado) (no las doble).
3. Cerciórese de que no quede líquido en el tanque, las mangueras, la bomba, los filtros o el aguilón.
4. Desarme las boquillas, límpielas y guárdelas.

CALIBRACION DE ASPERSORAS TERRESTRES

Jerry Dell*
Juan Cárdenas**
Carlos Romero***
Darío Vargas ***

Introducción

Un efectivo control químico de malezas depende de la aplicación de una cantidad exacta de herbicida por unidad de superficie. Dosis bajas del herbicida resultan en un control de malezas deficiente, se pierde la inversión y parte del rendimiento debido a la competencia de las malezas o se incrementa el costo de producción al necesitarse un segundo control. Una dosis excesiva superior a la recomendada causa daños severos al cultivo, ocasiona pérdidas económicas por los altos precios de los herbicidas al no obtenerse mayores beneficios de control, aumenta la posibilidad de acumulación de residuos tóxicos hacia otros cultivos de rotación, y, en algunos casos, como con productos hormonales (2,4-D) la efectividad del herbicida se puede ver reducida al causar la muerte inmediata de los tejidos con los cuales entra en contacto y, así, evitar su translocación o movimientos hacia las raíces u otros órganos de la planta.

El dicho popular "Si un poco es bueno, un poco más será mejor" no es propio para el uso de los herbicidas y por lo tanto es importante recordar que para el problema específico de las malezas en su cultivo debe usarse el herbicida apropiado en la dosis correcta y en la forma más adecuada.

Más del 80% de las fallas en la efectividad de los herbicidas se deben a una aplicación deficiente del producto. Para evitar fallas de los

* Especialista en control de malezas

** IPPC. Oregon state University /AID, Colombia

*** Especialistas en control de malezas del Inst. Colombiano Agropecuario ICA.

herbicidas por una aplicación deficiente siga las recomendaciones sobre calibración de aspersoras formuladas a continuación.

Calibración de aspersoras

La calibración correcta de las aspersoras es de vital importancia para evitar problemas de control deficiente o daño al cultivo. Por calibración se entiende el ajuste correcto del equipo de aspersión para regular la descarga del herbicida a un nivel constante, uniforme y a una rata deseada.

Para regular la descarga de una aspersora, se pueden modificar:

La velocidad de aspersión

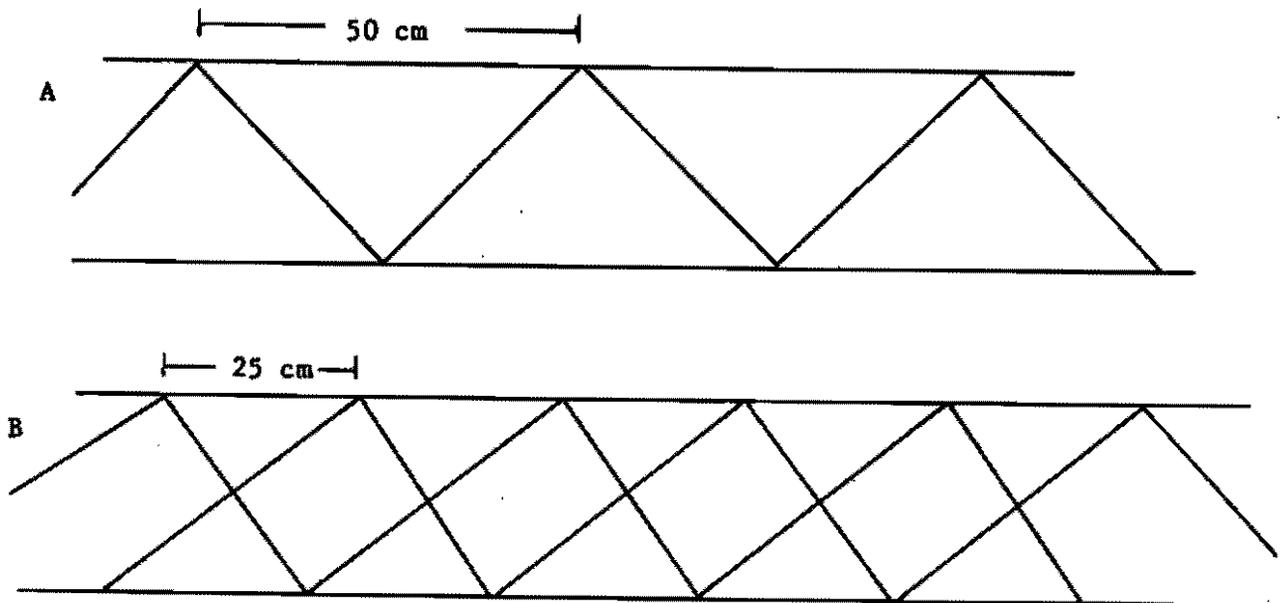
La descarga por unidad de superficie es proporcionalmente inversa a la velocidad a la que se realiza la aspersión (Tabla 1.)

TABLA 1. Relación entre velocidad de aspersión y descarga (a una presión constante).

KPH	litros/ha
2	800
4	400
8	200

El número de boquillas y la distancia entre éstas

FIGURA 1. Aguilón (A) con boquillas espaciadas a 50 centímetros y con una descarga de 250 litros/hectárea; mientras que el mismo aguilón (B) con boquillas espaciadas a 25 centímetros, tiene



una descarga de 500 litros/hectárea cuando la presión y velocidad son constantes.

El tamaño del orificio de la boquilla (Tabla 2)

TABLA 2. Relación entre tamaño de la boquilla, la presión y la descarga en litros por minuto.

No. de boquilla (teejet)	Descarga en litros/mínuto		CAMBIO DEBIDO A:	
	20 lb/pulg ²	40	presión %	tamaño de boquilla %
8001	0.265	0.380	43	-
8002	0.530	0.760	43	100
8004	1.060	1.520	43	100

La presión de aspersión

Aunque la descarga no es directamente proporcional a la presión (Tabla 2) al aumentar la presión se aumenta la descarga.

Para cambios grandes es más fácil ajustar la descarga cambiando el tamaño de las boquillas o la velocidad de aspersión que la presión.

La concentración del caldo

Para calibrar aspersoras terrestres deben observarse las siguientes reglas:

1. Empiece cada época de aplicación con boquillas nuevas. Las boquillas viejas pueden presentar problemas de irregularidad de descarga por medio de desgaste desuniforme del orificio de las boquillas. En general cambie las boquillas después de asperjar 200 hectáreas, sobre todo si se están aplicando polvos mojables (Figura 2).

2. Todas las boquillas deben ser del mismo número y sus filtros deben tener igual número de mallas.

3. Para aplicaciones terrestres use una presión entre 20 a 40 libras por pulgada cuadrada (1, 4 a 2, 8 kilogramos por centímetro cuadrado) (Tabla 4).

TABLA 4. Tabla de conversión de libras por pulgada cuadrada a kilogramos por centímetro cuadrado.

lb/pulg ²	kg/cm ²
20	1,40
25	1,75
30	2,10
35	2,45
40	2,80

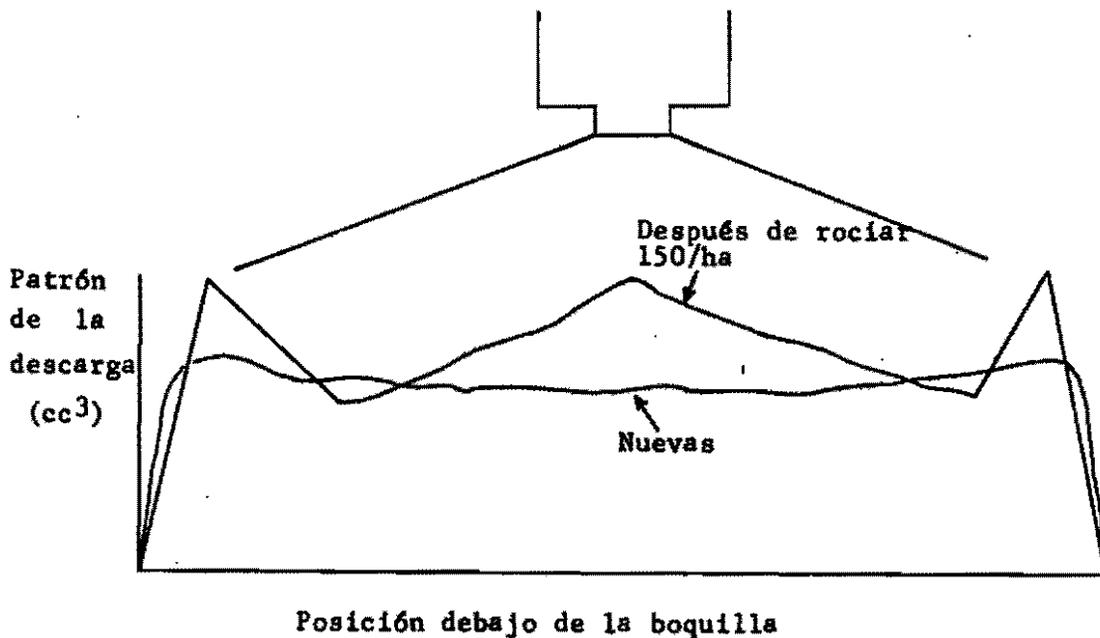


FIGURA 2. Comparación del patrón de aspersión de una boquilla nueva con una usada.

4. Aunque las boquillas nuevas están calibradas en la fábrica para descargar cierto volumen de agua bajo presiones específicas, este dato es relativo ya que ha sido determinado con agua y no con soluciones de herbicidas. Tome ese dato como un índice y compruebe la descarga de cada boquilla individualmente usando la solución o caldo que se va a aplicar.

Coloque un frasco debajo de cada boquilla y mida la descarga de cada una durante un minuto. La variación de descarga debe ser menor del 15% con relación al promedio de descarga de todas las boquillas. Si alguna boquilla está aplicando 15% menos o más del promedio de las demás, ésta debe cambiarse antes de hacer la calibración. Si la descarga de las boquillas no es uniforme revise la malla y el orificio de la boquilla para determinar si están tapadas.

5. Calibre sobre el terreno de aplicación. Al cambiar de un terreno a otro diferente calibre nuevamente. La velocidad de aspersión puede cambiar debido a condiciones diferentes del terreno. En terreno firme la velocidad de aspersión es más uniforme que en terrenos muy arenosos o

húmedos.

6. Nunca limpie los orificios de las boquillas con objetos duros como alambres, destornilladores, clavos, etc. Límpielas con un cepillo utilizando agua o gasolina.

7. Cerciórese de que la aspersora está en perfectas condiciones. Revise el equipo de aspersión mínimo 30 días antes de su uso para poder efectuar cualquier cambio o ajuste y para poder conseguir los repuestos necesarios.

8. Cuando se aplican polvos mojables, use filtros de 50 mallas. Para aplicaciones de soluciones o emulsiones, utilice filtros de 100 mallas.

9. Compruebe que el operario tenga experiencia.

10. Al terminar la aspersión, no deje la solución en el tanque, sobretodo si son suspensiones de polvos mojables, las cuales se sedimentan, tapando mangueras, filtros y boquillas. Lave la aspersora con una solución de jabón y enjuague con agua varias veces. De preferencia no use aspersoras con las cuales se han empleado productos hormonales, como el 2, 4-D, para hacer aplicaciones en cultivos susceptibles a dichos productos. Si se han aplicado productos hormonales lave la aspersora tres o cuatro veces con una solución de amoníaco y enjuáguela con jabón y agua para evitar daño a otros cultivos.

CALIBRACION DE ASPERSORAS DE ESPALDA

La calibración de aspersoras de espalda es relativamente sencilla, siempre y cuando se toman en cuenta las siguientes reglas:

Para usar aspersoras de espalda es necesario calibrar tanto la aspersora como al operario.

La aspersora y el operario deben calibrarse por lo menos dos veces diarias. Aspersiones prolongadas realizadas por el mismo operario lo fatigan causando una baja en eficiencia y, como consecuencia, alteran la calibración. Al cambiar de operario, la calibración se debe efectuar nuevamente.

Compre únicamente aspersoras que tengan regulador de presión y manómetro.

Es imprescindible mantener una presión constante durante la aspersión ya que esto determina la uniformidad de la aplicación. Esto se puede obtener por medio de un regulador de presión entre el tanque y la manguera de salida, ya sea bombeando inicialmente a una presión por encima de la presión de aspersión o manteniendo la presión promedio de bombeo constante.

Los efectos de tiempo de aspersión sobre descarga se presentan en la Tabla 5.

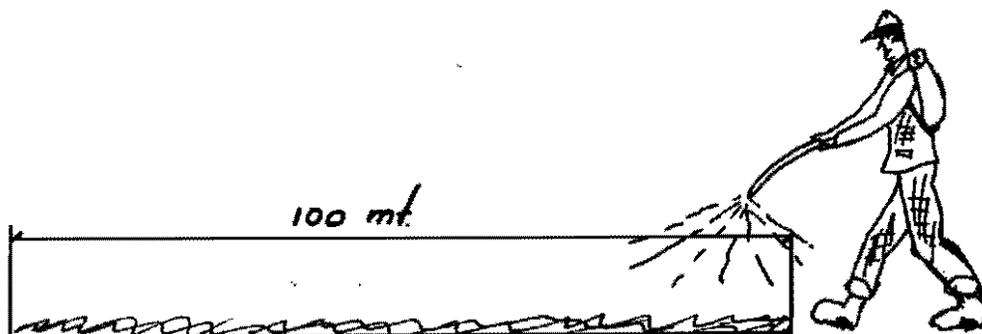
TABLA 5. Efecto de tiempo de aspersión sobre la descarga de las aspersoras de espalda sin regulador de presión constante.

Tiempo en minutos	Presión en kg/cm ²	Descarga en cc	Descarga % de reducción
0 - 1	3.00	760	-
1 - 2	2.83	728	4
2 - 3	2.60	699	8
3 - 4	2.46	674	11
4 - 5	2.33	642	16
5 - 6	2.30	633	17

Tiempo en minutos	Presión en kg/cm^2	Descarga en cc	Descarga % de reducción
6 - 7	2,20	616	19
7 - 8	1.96	602	21
8 - 9	1.85	576	24
9 - 10	1.76	571,	25
10 - 11	1.70	556	27
11 - 12	1.60	541	29
12 - 13	1.50	534	30
13 - 14	1.36	523	32
14 - 15	1.26	509	33

Teniendo en cuenta lo anterior, calibre las aspersoras de espalda de la siguiente manera:

1. Mida un área de 100 metros sobre el terreno donde se va a realizar la aplicación.



2. Determine el ancho de cobertura del aquilon de acuerdo con el tipo y número de boquillas y su altura sobre el suelo.

3. Llène la aspersora con un volumen determinado de agua.
4. Bombee hasta obtener la presión deseada (20 a 40 libras por pulgada cuadrada o 1, 4 a 2, 8 kilogramos por centímetro cuadrado).
5. Manteniendo una presión constante efectúe una aplicación con agua a un paso normal sobre el terreno en que se va a efectuar la aplicación.
6. Mida el agua que se requiere para llenar la aspersora hasta el nivel inicial y obtenga así la cantidad utilizada.
7. Repita esta operación tres veces y obtenga el promedio.
8. Calcule la cantidad de agua necesaria para una hectárea por medio de la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Agua utilizada en litros} \times 10000 \text{ m}^2/\text{ha}}{\text{Area aplicada en m}^2} = \text{litros/hectárea}$$

Ejemplo: una aplicación en 100 m² gasta 3,0 litros.

$$\frac{3,0 \times 10000}{100} = 300 \text{ litros/hectárea}$$

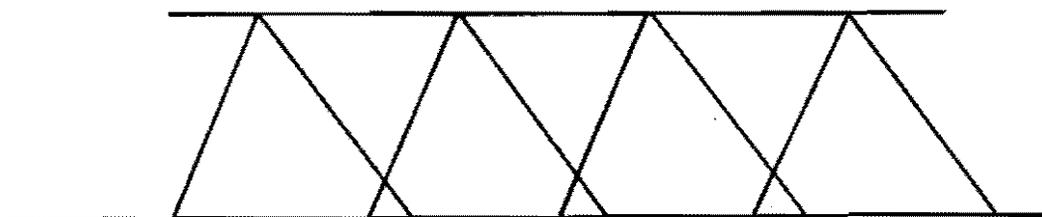
Calibración de aspersoras de tractor

La calibración de aspersoras de tractor se realiza en principio de la misma manera que se hace la calibración de aspersoras de espalda. Aunque la calibración del operario no es crítica con este tipo de aspersora, sí se requiere un operario con experiencia que conozca bien el equipo, el cultivo, las malezas, el herbicida y los factores que afectan la aplicación de los herbicidas. La calibración se realiza con una de

las siguientes maneras:

Método A

1. Llene el tanque de la aspersora con agua.
2. Regule la presión entre 20 y 40 libras por pulgada cuadrada (1, 4 a 2, 8 kg/cm²). Si la aspersora no tiene manómetro, empiece la aspersión con una presión baja y vaya aumentándola hasta que los abanicos de aspersión se crucen:



Esta recomendación es sólo para uso en casos de emergencia. Toda aspersora debe tener un manómetro en buenas condiciones.

3. Sobre el terreno donde se va a hacer la aplicación ajuste la velocidad del tractor entre 4 y 10 km/hora y fije una marca en el acelerador.
4. Determine el tiempo que gasta el tractor en recorrer 100 metros. Repítase varias veces y promedie.
5. Fije la altura apropiada del aguilón para que moje uniformemente. Mida el ancho de cobertura del aguilón. Nótese que el ancho de cobertura es más largo que el ancho del aguilón.
6. Con el tractor parado cerciórese de que la descarga de las boquillas sea uniforme. Coloque un recipiente debajo de cada boquilla y mida

la descarga de cada una en litros durante el mismo tiempo que tomó el tractor en recorrer los 100 metros.

7. De acuerdo a la cantidad de agua descargada por el aguilón y en el área cubierta en una pasada de 100 metros del tractor, calcule la descarga de la aspersora en litros por hectárea con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Descarga del aguilón en litros} \times 10000 \text{ m}^2/\text{hectárea}}{\text{Área cubierta por la aspersora en m}^2} = \text{litros/hectárea}$$

Área cubierta por la aspersora
en m²

Ejemplo:

Cobertura del aguilón: 6 metros

Descarga por boquilla: 1,5 litros

Descarga de aguilón de 12 boquillas: 18 litros

Área cubierta por la aspersora: 6 m X 100 m = 600 m²

$$\frac{18 \text{ litros} \times 1000 \text{ m}^2/\text{ha}}{600 \text{ m}^2} = 300 \text{ litros/hectárea}$$

Método B

1. Llénese el tanque con agua (las mangueras y el aguilón también deben quedar llenos).

2. Regule la presión entre 20 y 40 libras por pulgada cuadrada (1, 4 a 2, 8 kg/cm²).

3. Determine la altura adecuada del aguilón y mida la longitud de cobertura.

4. Regule la velocidad del tractor entre 4 y 10 km/hora de acuerdo a las condiciones del terreno en donde se va a realizar la aplicación y fije una marca en el acelerador del tractor.

5. Determine la cantidad de agua descargada sobre un trayecto de 100 metros llenando el tanque de la aspersora con agua hasta el nivel inicial o midiendo la cantidad de agua en el tanque.

6. Calcule la cantidad de agua utilizada por hectárea usando la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Descarga en litros X } 10000 \text{ m}^2/\text{ha}}{\text{Area cubierta por la aspersión en m}^2} = \text{litros/hectárea}$$

Ejemplo: una aspersora aplica 10 litros de agua en una distancia de 100 metros. El ancho de aspersión del aguilón es de 5 metros:

$$\frac{10 \text{ litros X } 10000 \text{ m}^2/\text{ha}}{5 \text{ metros X } 100 \text{ metros}} = 200 \text{ litros/ha}$$

Calibración para aplicaciones en banda

La calibración para este tipo de aspersión es igual a la calibración para aplicaciones totales, con la excepción de que cuando se considera el área sobre la cual se va a hacer la aspersión se debe tener en cuenta el ancho de la banda. La distancia entre boquillas y/o la altura del aguilón se modifican para este tipo de aspersión.

Use uno de los métodos presentados anteriormente para determinar la descarga en litros por hectárea. La única diferencia es que se deben hacer los cálculos en base al área efectiva cubierta (las bandas).

Ejemplo: Si se usa el método A de calibración de aspersoras terrestres y se requiere una banda de 33 centímetros sobre el surco en un cultivo que tiene una distancia de un metro entre surcos.

Cobertura total del aguilón: 6 metros (6 surcos)

Descarga por boquilla en 100 m : 1,0 litro

Descarga aguilón de 6 boquillas: 6 litros en 100 m

Area efectiva de aspersión:

$$6 \text{ boquillas} \times 0,33 \text{ m/boquilla} \times 100 \text{ m} = 200 \text{ m}^2$$

En base a este dato se calcula la descarga por hectárea.

Descarga del aguilón en litros

X 10000 m²/ha

= litros/hectárea

Area efectiva de aspersión en

m²

$$6 \text{ litros} \times 10000 \text{ m}^2/\text{ha}$$

= 300 litros/hectárea

$$200 \text{ m}^2$$

Una vez realizada la calibración en base a la descarga de la aspersora en litros por hectárea, calcule la cantidad exacta del agua y del herbicida que se debe añadir al tanque.

Ejemplo: Capacidad del tanque : 600 litros

Area de aspersión : 1,5 hectáreas

Descarga de la aspersora: 300 litros/hectárea

Dosis del herbicida: 2 kg/ha

Para aplicación total:

a. Llène el tanque con 450 litros de agua (300 X 1,5)

b. Con el sistema de agitación funcionando en el tanque de la aspersora, añada tres kilogramos del herbicida (2 X 1,5).

Para aplicación en banda (banda de 33 cm sobre surcos de 1 m):

a. Llénese el tanque con 150 litros de agua ($\frac{33}{100} \times 1,5 \times 300$)

b. Con el sistema de agitación funcionando en el tanque de la aspersora, añada un kilogramo de herbicida ($\frac{33}{100} \times 1,5 \times 2$)

Quando emplee herbicidas debe recordar que son productos tóxicos y requieren cuidado en su manejo. Siga todas las instrucciones y precauciones en el marbete o la etiqueta. Almacene todos los plaguicidas fuera del alcance de niños y animales. No haga aspersiones cuando haya viento excesivo (mayor 12 - 15 kg/hora) o cuando la dirección del viento es hacia cultivos susceptibles. La persona que realiza la aplicación es responsable por cualquier daño ocasionado por acarreo o por viento de herbicidas.

Siga las normas para la calibración de aspersoras y evite problemas debido a aplicaciones incorrectas.

PRINCIPIOS DE SELECTIVIDAD DE LOS HERBICIDAS

Juan Cárdenas*

Frank S. Davis**

Jerry Doll***

Desde la introducción del herbicida 2,4-D durante la segunda guerra mundial, los herbicidas selectivos han aumentado considerablemente en número y grado de selectividad. Ejemplos de herbicidas altamente selectivos son el triallate y el barban, los cuales poseen selectividad a un grado tan refinado que controlan la avena silvestre (*Avena fatua*) en trigo y cebada sin afectar al cultivo. En el desarrollo de insecticidas y fungicidas para protección de plantas la selectividad es más fácil de obtener que con herbicidas debido a que las diferencias anatómicas, morfológicas y fisiológicas entre insectos y plantas y entre patógenos y plantas son mucho más pronunciadas que las diferencias entre plantas.

A medida que la ciencia de control de malezas se ha desarrollado, la necesidad de herbicidas altamente selectivos hacia cultivos específicos se ha incrementado. Para poder hacer uso de las propiedades selectivas de herbicidas, es necesario conocer a fondo los factores que controlan el grado de selectividad.

Factores que determinan selectividad

Es importante entender que selectividad es un término relativo ya que todos los herbicidas selectivos pueden perder dicha propiedad a dosis altas y/o bajo ciertas condiciones. Así por ejemplo, es universalmente conocido que el 2,4-D se utiliza para el control de malezas

* IPPC, Oregon State University /AID, Colombia

** Nebraska Mission /ICA/AID, Colombia

*** Especialista en control de malezas

de hoja ancha en maíz. Sin embargo, dosis excesivas (más de 2 kilogramos de ingrediente activo por hectáreas (kg ia/ha) en postemergencia y cuando el maíz tiene más de 15 centímetros de altura y está creciendo activamente, pueden causar daños severos en el cultivo. De lo anterior se desprende la definición de herbicidas selectivos como aquellos que a ciertas dosis y bajo ciertas condiciones afectan el crecimiento de algunas plantas y no de otras.

Para que un herbicida pueda ejercer su acción fitotóxica, es necesario que ocurra lo siguiente:

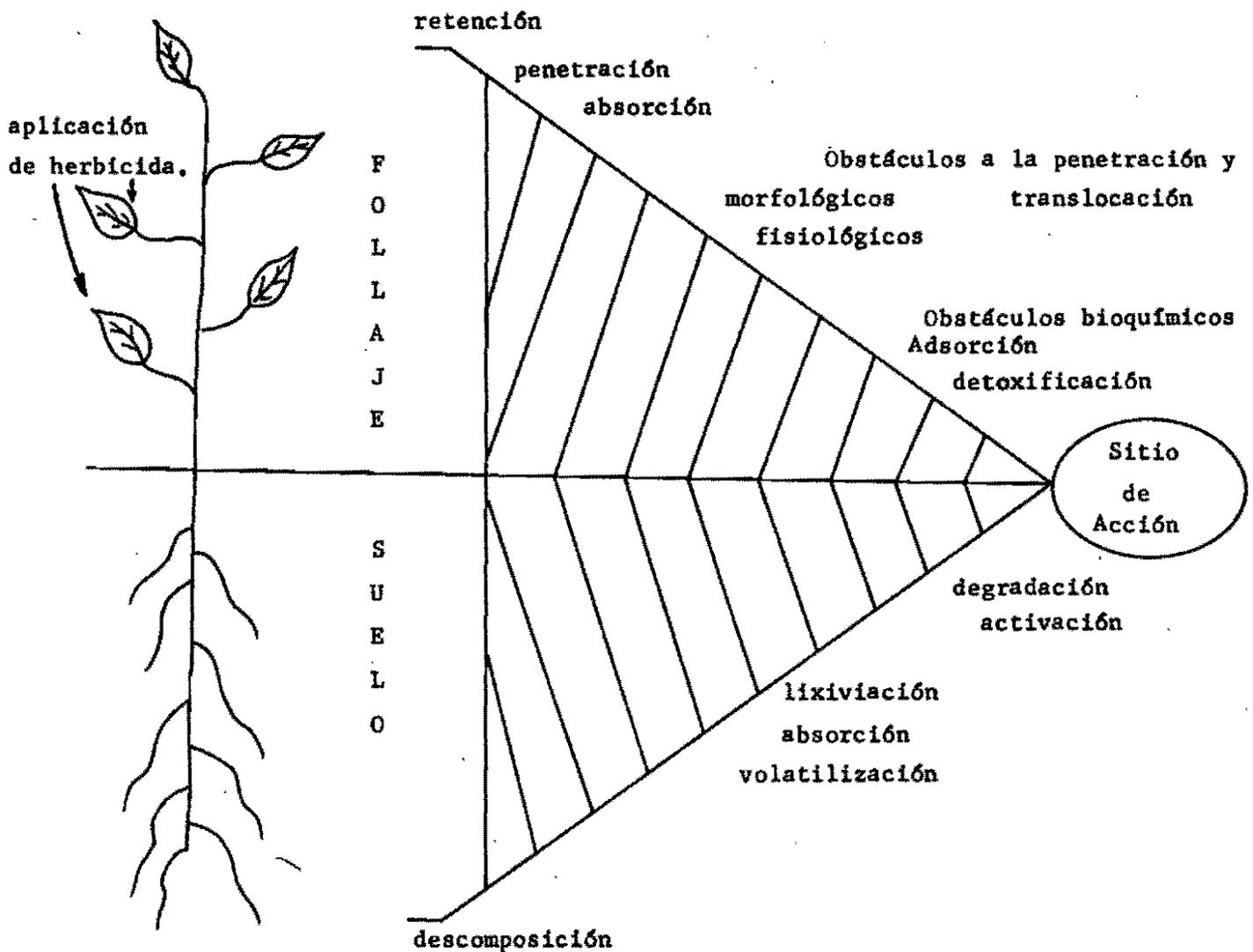
1. Contacto con la planta
2. Penetración dentro de la planta
3. Movilización al sitio de acción tóxica
4. Ejercer acción tóxica afectando procesos vitales.

De acuerdo a estas exigencias la selectividad de los herbicidas se puede regular controlando la cantidad del herbicida que entra en contacto con la planta y controlando parcialmente el grado y la rata de penetración del herbicida por medio de aditivos como surfactantes o aceites. De la planta depende la cantidad y velocidad de penetración del herbicida, su movilización al sitio de acción tóxica y su capacidad de resistir la acción del herbicida sobre procesos vitales.

Para que el herbicida pueda llegar a ejercer su acción tóxica sobre una planta, éste debe sobrepasar una serie de obstáculos (Figura 1).

Conociendo estos obstáculos en muchos casos se puede controlar la selectividad de los herbicidas. Estos obstáculos o factores que afectan la selectividad se pueden clasificar de la siguiente manera: físicos y mecánicos, ambientales, anatómicos y morfológicos y fisiológicos y bioquímicos.

Obstáculos del follaje



Obstáculos del suelo

FIGURA 1. Obstáculos que determinan la concentración del herbicida que llegará al sitio de acción (Shaw, W. C., et al. 1960 The Nature and Fate of Chemicals Applied to Soils, Plants and Animals Herbicides in Plants, USDA-ARS 20 - 9:119-133)

Factores físicos y mecánicos

Se denominan así porque la selectividad se puede controlar manipulando el herbicida o el modo de su aplicación. Para poder manipular estos factores se requieren conocimientos del cultivo, de las malezas, del suelo y del herbicida. Además, se requieren implementos adecuados para su aplicación. Selectividad física o mecánica se obtiene con aplicaciones dirigidas, aplicaciones localizadas, incorporación y colocación de herbicidas, controlando la época de aplicación con relación a la emergencia del cultivo y/o de las malezas, variando la formulación del herbicida y de acuerdo a las propiedades del suelo.

Aplicaciones dirigidas

Son aquellas hechas en postemergencia a las malezas evitando al máximo el contacto de la solución herbicida con el cultivo (Figura 2).

Por ejemplo, la aplicación postemergente de oreamás MSMA* para el control de malezas en algodón debe hacerse en forma dirigida ya que si la solución herbicida entra en contacto con el cultivo éste puede ser afectado severamente.

Aplicaciones localizadas

Denominada así porque la aplicación del herbicida se hace en forma directa e individual sobre plantas indeseables evitando el contacto de la solución herbicida con las plantas deseables. Ejemplos de este tipo de aplicaciones son las aplicaciones localizadas de dalapon para controlar gramíneas indeseables en potreros de gramíneas deseables.

* Herban - M

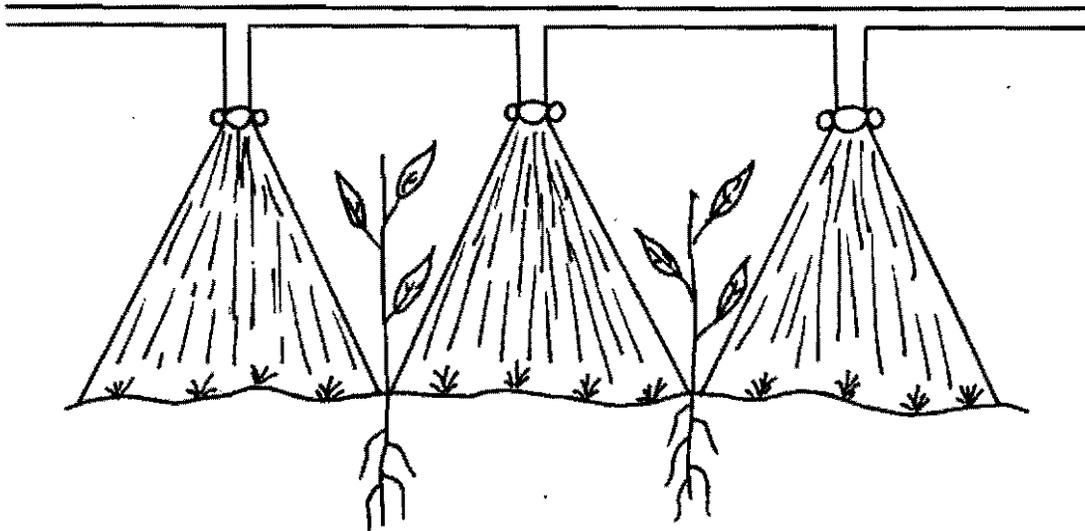


FIGURA 2. Aplicación dirigida hacia las malezas para evitar contacto con el cultivo.

Incorporación y colocación de herbicidas en el suelo

Por estos métodos se distribuye el herbicida por debajo de la su perficie del suelo de tal manera que el herbicida este en contacto fn timo con las malezas y no con el cultivo (Figura 3).

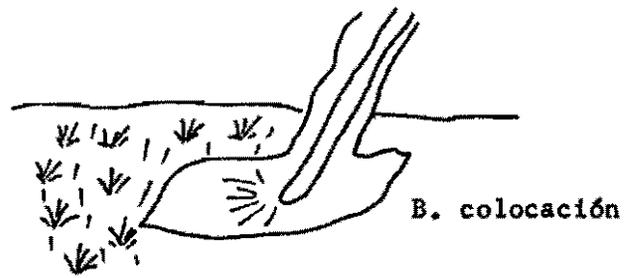
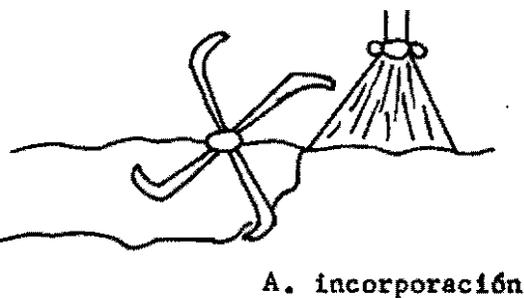


FIGURA 3.

A. Incorporación de herbicidas. Por este método el herbicida es aplicado sobre la superficie y luego es incorporado mecánicamente en el suelo. Un ejemplo es trifluralina en cultivos como algodón, frijol o soya. Este herbicida debe ser incorporado inmediatamente después de su aplicación para evitar su pérdida por fotodecomposición y para hacerlo llegar a la zona en donde germinan las malezas. Otro ejemplo de un producto incorporado es triallate en trigo. La incorporación es necesaria porque este producto es volátil. La efectividad en estos casos se obtiene haciendo la incorporación a una cierta profundidad y la siembra a una profundidad mayor (Figura 4).

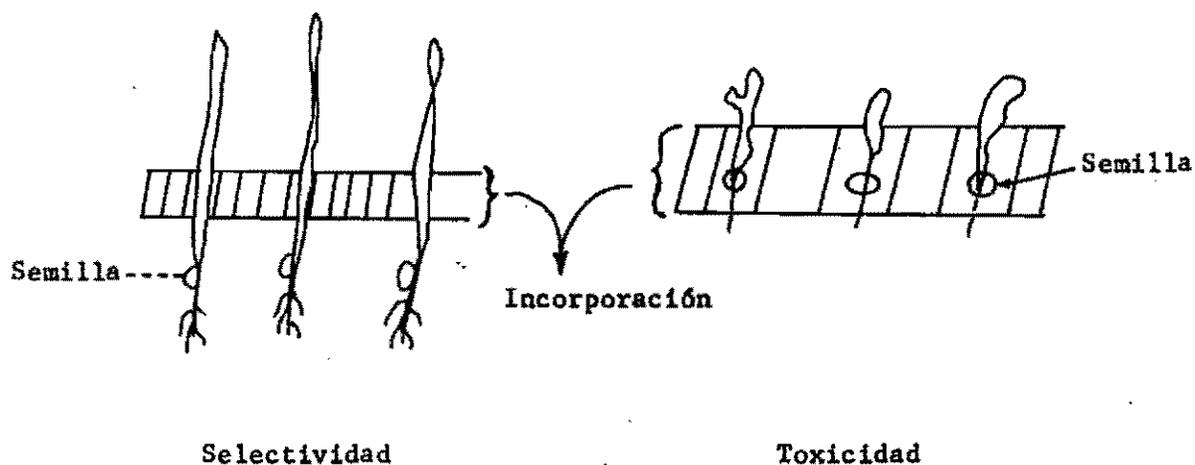


FIGURA 4. Selectividad por profundidad de incorporación y por profundidad de siembra.

B. Colocación de herbicidas. Difiere de incorporación de herbicidas en que el herbicida no es aplicado sobre la superficie del suelo sino que con implementos especiales se aplica por debajo de la superficie del suelo y no requiere incorporación mecánica puesto que se distribuye por difusión. Un ejemplo es el vernolate, un herbicida selectivo para el control de gramíneas y coquito (Cyperus rotundus) en soya y frijol.

Cuando se emplean herbicidas incorporados o colocados debe tenerse en cuenta el efecto de profundidad de siembra con relación a la selectividad del herbicida hacia el cultivo. En algunos casos es necesario sembrar por debajo de la zona en la cual se distribuye el herbicida mientras que en otros no lo es.

Epoca de aplicación

Selectividad se obtiene cuando se considera el estado de crecimiento en el cual un herbicida no es tóxico hacia el cultivo. La aplicación del herbicida se efectúa antes o después de la germinación del cultivo o las malezas. En aplicaciones postemergentes, el grado de selectividad o de control varía con el estado de crecimiento de las malezas. En general, entre más pequeñas sean las malezas, más susceptibles son a los herbicidas. Cuando las malezas tienen menos de 5 centímetros de altura son tiernas mientras que al desarrollarse se vuelven más resistentes debido a la formación de capas cerosas en las hojas y al desarrollo de un sistema radicular más profundo.

La mayoría de los herbicidas selectivos tienen solo actividad preemergente o postemergente, pero existen otros que tienen tanto actividad preemergente como postemergente hacia ciertas plantas.

Aplicaciones preemergentes a las malezas y al cultivo son muy comunes y se basan en la resistencia de las semillas y las plántulas

del cultivo y a la susceptibilidad de las malezas que germinan al herbicida.

En aplicaciones preemergentes al cultivo y postemergentes a las malezas se pueden utilizar herbicidas no selectivos de contacto como el paraquat. Este tipo de aplicaciones es factible donde se ha preparado el terreno pero la siembra se ha demorado, permitiendo así que las malezas germinen antes que el cultivo. En terrenos donde abunda el arroz rojo, es posible reducir la población de dicha maleza con este tipo de aplicación. Después de la preparación del terreno se puede realizar un riego para inducir la germinación e inmediatamente se siembra el cultivo.

Las aplicaciones basadas en épocas de aplicación se presentan en el Cuadro 1.

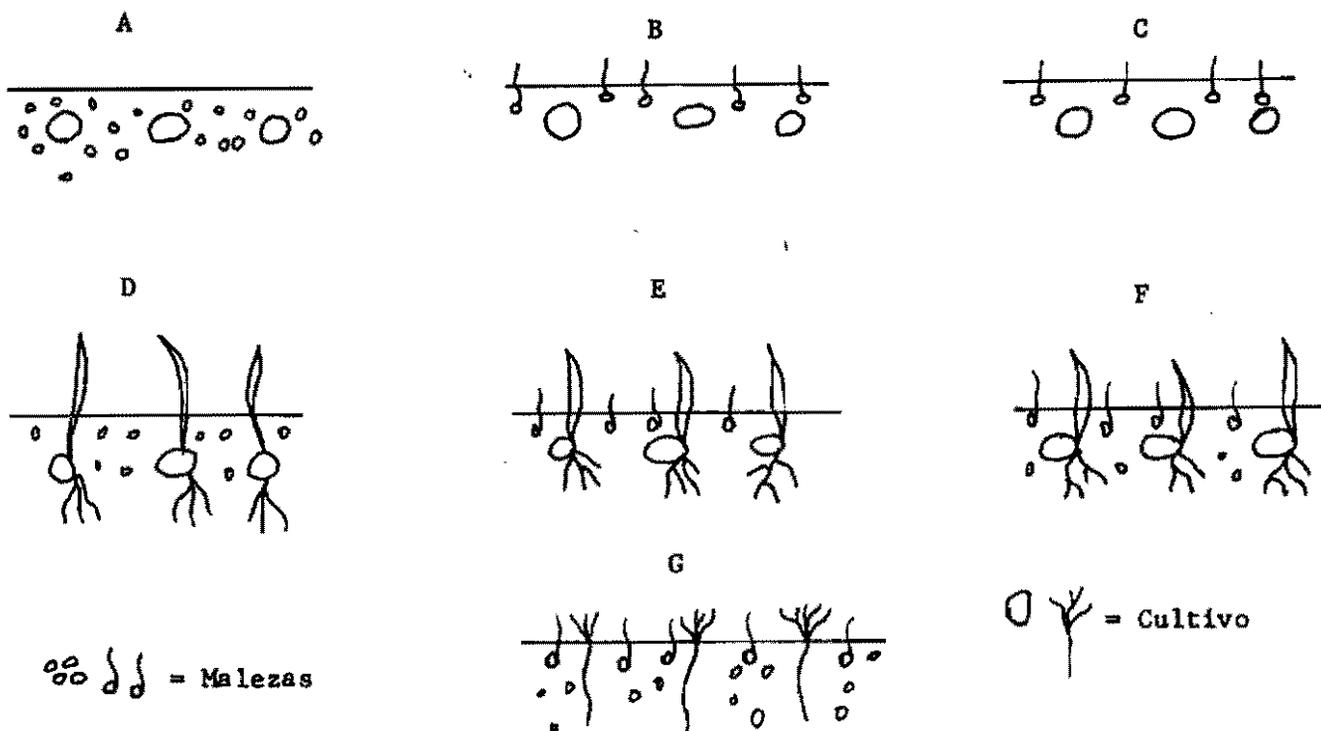
Aplicaciones preemergentes al cultivo y preemergentes o postemergentes a las malezas pueden realizarse con herbicidas que actúan en pre y postemergencia. Tal es el caso del DNBP en trigo, el cual ejerce un efecto preemergente y postemergente a las malezas. En papa, el linurón o DNBP pueden aplicarse preemergente al cultivo y pre o postemergente a las malezas. En donde se realiza un aporque tardío es posible hacer aplicaciones preemergentes (al cultivo) tardías de estos herbicidas aprovechando su actividad pre y postemergente. En general, este tipo de aplicación es deseable con este tipo de herbicida debido a que en postemergencia la gama de malezas susceptibles es más amplia.

Aplicaciones postemergentes al cultivo y preemergentes a las malezas son de dos tipos. Las aplicaciones pueden ser dirigidas al suelo como en el caso de diurón en algodón. También pueden ser aplicaciones de herbicidas granulados preemergentes (amiben en soya).

Aplicaciones postemergentes al cultivo y a las malezas pueden ser dirigidas como es el caso de diurón más surfactante y el de norea +

CUADRO 1. Selectividad basada en época de aplicación.

	Cultivo	Malezas	Ejemplo
A.	Pre	Pre	alaclor en algodón
B.	Pre	Post	paraquat en arroz
C.	Pre	Pre-Post	DNBP en trigo
D.	Post	Pre	DCEPA en tomate transplantado
E.	Post	Post	2,4-D en maíz; propanil en arroz
F.	Post	Pre-Post	atrazina + aceite en maíz
G.	Latencia	Pre-Post	simazina en alfalfa



MSMA en algodón, o más comúnmente son sobre el cultivo y las malezas, como el 2,4-D en postemergencia en maíz o el uso de propanil en arroz.

Recientemente la atrazina más aceite agrícola no fitotóxico se ha empleado con mucho éxito para el control postemergente de malezas en maíz. Este tratamiento, además de ejercer control postemergente permite control residual posterior preemergente.

Aplicaciones durante la latencia de un cultivo son selectivas debido a que el efecto de algunos herbicidas ocurre principalmente cuando estos se encuentran en períodos de crecimiento activo. Por ejemplo, el 2,4-D es mucho más eficaz en dosis bajas en clima caliente que en clima frío debido a la rata de crecimiento de las plantas. En clima caliente el 2,4-D es mucho más efectivo durante épocas de lluvia que durante épocas de sequía intensa. La alfalfa exhibe períodos de latencia durante épocas de sequía, de temperaturas bajas o en épocas post-corte. En este período de latencia es posible utilizar herbicidas como la simazina, la cual es tóxica a la alfalfa cuando está en período de crecimiento activo.

Formulación de herbicida

Formulación del herbicida es la manera en que el ingrediente activo viene preparado en forma comercial. Los herbicidas pueden ser formulados como soluciones, emulsiones, polvos mojables o solubles y granulados.

En el caso de herbicidas con estructura básica de ácidos éstos pueden ser formulados en solución como sales y aminos o como ésteres concentrados. La manera como los herbicidas están formulados afecta su grado de actividad y como consecuencia también su grado de selectividad.

Un caso es el 2,4-D cuyas formulaciones ésteres son más activas y menos selectivas que la formulación amina. En maíz, por ejemplo, la

formulación amina causa daños aplicada en postemergencia cuando el maíz tiene más de 15 centímetros de altura mientras que la formulación éster puede causar daños severos al maíz cuando éste tiene más de 10 centímetros de altura.

En general, herbicidas formulados como ésteres penetran más rápido en órganos aéreos, los cuales tienen cutícula y capas cerosas, que las formulaciones aminas.

Al comparar formulaciones líquidas y granulares la diferencia en selectividad se manifiesta principalmente cuando la aplicación es postemergente al cultivo. Si el herbicida se aplica en forma líquida éste es retenido por el follaje del cultivo, al cual puede ocasionar daños. Si el herbicida se aplica en forma granular, los gránulos no son retenidos por el follaje, llegando hasta la superficie del suelo. Aparte de obtener una mayor selectividad, si se desea hacer una aplicación postemergente al cultivo y preemergente a las malezas, el uso de herbicidas granulados en postemergencia permite una distribución más efectiva sobre la superficie del suelo que las formulaciones líquidas.

Propiedades del suelo

La actividad de los herbicidas aplicados al suelo como preemergentes o en presembrado e incorporados o colocados en el suelo es afectada por las características físicas y químicas del suelo. Una de las características más importantes de suelos con relación a la selectividad de herbicidas es su capacidad de adsorción. La capacidad de adsorción del suelo afecta la cantidad de herbicida en forma disponible y además afecta el grado de su lixiviación. La selectividad depende de la interacción entre los siguientes factores:

1. Capacidad de adsorción
 - a. textura
 - b. materia orgánica

2. Propiedades físico- químicas del herbicida

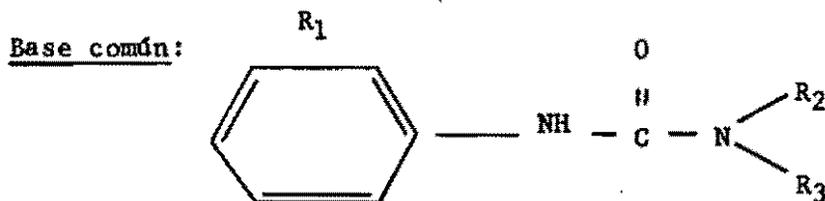
3. Precipitación.

Entre mayor sea la capacidad de adsorción del suelo mayor será la dosis de herbicida requerida y menor el riesgo de daño a la semilla del cultivo. Esta capacidad depende de la textura y el contenido de la materia orgánica del suelo. Suelos arcillosos (suelos pesados) y de alto contenido de materia orgánica requieren dosis altas de herbicidas. Suelos arenosos (suelos livianos) y de bajo contenido de materia orgánica requieren dosis más bajas de herbicidas para un control efectivo y para evitar daño al cultivo.

Las propiedades físico-químicas del herbicida influyen en la susceptibilidad de adsorción de los herbicidas. En general, entre más solubles sean los herbicidas menor será la adsorción en el suelo (Tabla 1).

Estas diferencias en propiedades físico-químicas de herbicidas influyen en el grado de selectividad de los herbicidas.

TABLA 1. Solubilidad y adsorción al suelo de ureas sustituidas



Urea	R ₁ *	R ₂	R ₃	Solubilidad en agua PPM a 25C	Adsorción en suelo Franco Limoso-PPM
Fenuron	-	-CH ₃	-CH ₃	3850	0.3
Monuron	4(-Cl)	-CH ₃	-CH ₃	230	2.6
Linuron	3,4(-Cl)	-OCH ₃	-CH ₃	75	-
Diuron	-3,4(-Cl)	-CH ₃	-CH ₃	42	5.2
Neburon	3,4(-Cl)	-CH ₃	C ₄ H ₉	5	16.0

* Sustituciones en el anillo

En general se pueden usar dosis mayores y herbicidas más solubles en suelos pesados (alto contenido de arcilla) y en áreas de lluvia escasa o moderada mientras que en suelos livianos con poca materia orgánica y en áreas de alta precipitación se requieren dosis bajas y herbicidas de baja solubilidad para obtener un buen control de malezas y disminuir el peligro de fitotoxicidad al cultivo.

Factores ambientales y su efecto sobre selectividad de herbicidas.

Las condiciones ambientales son de mucha importancia en la selectividad de herbicidas. Los factores ambientales que influyen en el grado de selectividad de un herbicida son: temperatura, agua disponible, humedad relativa y luz. Estos factores y la interacción de ellos influyen en la selectividad de un herbicida debido a su efecto directo sobre el herbicida y su efecto sobre la morfología y fisiología de la planta.

Efecto de temperatura

Dentro de ciertos límites, a medida que aumenta la temperatura

del ambiente y del suelo, mayor será la rata de crecimiento de las plantas y mayor será la actividad del herbicida. Por debajo del límite, el herbicida pierde actividad mientras que por encima del límite se aumenta su actividad, y este aumento puede reducir su selectividad.

El efecto de temperatura sobre la actividad de un herbicida depende de las propiedades físico-químicas del herbicida. Herbicidas de alta volatilidad aplicados en cultivos en forma dirigida pueden causarle daños a temperaturas elevadas. Es el caso de formulaciones de 2,4-D ester que pueden causarle más daño a cultivos de trigo o maíz que las aplicaciones de 2,4-D amina cuando hay temperaturas elevadas durante y después de la aplicación. Esto se debe a la mayor actividad de la formulación ester a temperaturas elevadas y a una rata de crecimiento mayor de las plantas. El 2,4-D y otros herbicidas " hormonales" pueden perder su selectividad hacia cultivos como trigo y maíz cuando éstos están en la etapa de desarrollo rápido. Esto se debe a la susceptibilidad de tejidos activos o meristemáticos a estos productos. En el caso del maíz, el efecto es sobre los meristemas en los nudos. Cuando éstos son afectados causan la caída del maíz y en consecuencia los nudos afectados permanecen en condiciones frágiles durante el desarrollo del cultivo. Con nudos frágiles, el maíz es susceptible a volcamiento excesivo durante ventarrones. En trigo el efecto se manifiesta como " aplastamiento" cuando la aplicación se hace antes del macollamiento del cultivo y cuando se realiza después de macollamiento completo, el daño se manifiesta en deformación de las espigas.

La capacidad de penetración se puede deber a un crecimiento rápido con temperaturas elevadas, durante el cual los órganos nuevos de la planta permanecen tiernos, sin depósitos normales de cutícula o cera en las hojas. Bajo estas condiciones la penetración de muchos herbicidas se facilita o acelera. Un ejemplo del efecto de temperatura sobre el grado de selectividad de un herbicida hacia un cultivo es el de linuron en trigo. En clima frío el linuron es un herbicida recomendado para control de malezas en trigo. El grado de selectividad es bastante amplio. Sin

embargo, este mismo producto en la misma dosis y el mismo cultivo, en clima caliente (Valles de Cauca y Tolima, Colombia) pierde toda su selectividad llegando a causar del 80 a 100% de mortalidad del trigo. Por otra parte, también puede ocurrir pérdida de selectividad con temperaturas muy bajas. Como por ejemplo, en el caso de que la selectividad del herbicida se base en su metabolismo dentro de la planta, con temperaturas bajas la detoxificación del herbicida podría ser demasiado lenta y como resultado el cultivo podría ser afectado.

Efecto de agua disponible y humedad relativa

El agua influye en el grado de selectividad de un herbicida de diversas maneras. Por ejemplo, la interacción de solubilidad de un herbicida, su capacidad de ser adsorbido en el suelo, la cantidad e intensidad de la precipitación y la textura del suelo en una región son factores importantes; así en regiones de baja precipitación, la selectividad es posible con herbicidas solubles. En regiones de precipitación elevada la selectividad se puede obtener con herbicidas de baja solubilidad.

El agua disponible influye en la rata de crecimiento de plantas y en la dureza fisiológica de ellas. Bajo condiciones óptimas de agua disponible y otros factores de crecimiento presentes, la rata de crecimiento es más elevada. A medida que el agua disponible disminuye, se establece en la planta un estado fisiológico menos activo. Bajo estas condiciones la susceptibilidad de la planta puede variar, cuando la selectividad se basa en la habilidad del cultivo de recuperarse después de daño leve. Si el cultivo sufre de marchitamiento durante y después de la aplicación de los herbicidas el cultivo no estará en condiciones de recuperarse normalmente. Si el otro extremo ocurre, de masiada agua (suelos supersaturados), las raíces del cultivo sufren debido a la falta de oxígeno. Bajo estas condiciones el cultivo no puede recuperarse debidamente después de la aplicación de estos herbicidas.

Factores morfológicos y anatómicos

La morfología y la anatomía influyen en la selectividad de un herbicida hacia la planta desde el punto de vista del contacto del herbicida con la planta, su penetración y eventual translocación o movimiento hacia el sitio de acción tóxica.

Los factores morfológicos de mayor importancia que influyen en la retención y penetración de un herbicida son: forma de la planta, posición de la hoja y área foliar, pubescencia, depósito de cera y/o cutícula en las hojas y distribución del sistema radicular.

La forma de la planta (erecta, postrada, etc.), la posición de las hojas y el área foliar influyen en la cantidad de herbicida interceptado y retenido durante aspersión o postemergencia.

Plantas postradas con hojas anchas en posición horizontal y con un área foliar abundante (ejemplo: batatilla, Ipomea spp) interceptan y retienen una mayor cantidad del herbicida que plantas erectas, con hojas angostas en posición vertical y de área foliar reducida.

La presencia o ausencia de pubescencia en los órganos aéreos de la planta influyen considerablemente en el grado de selectividad de un herbicida. Este factor influye en la cantidad de la solución herbicida que entra en contacto directo con la superficie de la planta. Entre mayor sea la pubescencia menor será el contacto íntimo entre las gotas de la solución herbicida y la superficie foliar.

La superficie foliar está cubierta por una capa cerosa y por la cutícula. Estas capas constituyen un obstáculo a la penetración del herbicida y varían en sus características y espesor de acuerdo a la especie de la planta y al estado de crecimiento de la planta.

De los factores anatómicos la posición de los meristemas terminales

y laterales y la distribución del sistema vascular son los más importantes. La posición del meristema terminal o la presencia de meristemas secundarios o laterales incluyen en el grado de selectividad de un herbicida. Las gramíneas, por ejemplo, tienen un meristema secundario en la base de la hoja y en los nudos. Plantas dicotiledóneas contienen un meristema continuo lateral a lo largo del tallo (cambium), como estos meristemas son zonas activas de crecimiento, éstas tienden a acumular sustancias. En el caso de las plantas gramíneas las sustancias se acumulan en estas zonas y únicamente permiten el paso de cantidades limitadas de herbicidas. De esta manera, únicamente uno o dos meristemas secundarios son afectados y el meristema terminal no es expuesto al herbicida.

Las dicotiledóneas o plantas de "hoja ancha" no contienen dichos "nudos" o meristemas secundarios sino que contienen el cambio o meristema lateral continuo a lo largo del tallo. Estos no constituyen una barrera física al movimiento del herbicida. Este tipo de plantas contienen yemas (meristemas secundarios) además del cambio, las cuales son afectadas a medida que el herbicida es movilizado hacia los meristemas terminales. De esta manera tanto los meristemas secundarios como los meristemas terminales son afectados con dosis excesivas de algunos herbicidas. En maíz el 2,4-D afecta los nudos y estos impiden el paso del herbicida hacia los ápices.

La posición del meristema terminal y de meristemas secundarios es de gran importancia para la sobrevivencia de especies. Aquellas que los tienen expuestos y por encima del suelo son, más susceptibles a la aplicación directa del herbicida (dicotiledóneas). Muchas gramíneas tienen el meristema terminal bien protegido por órganos vegetativos o por debajo del suelo.

Después de que el herbicida ha entrado en contacto con la planta, penetrado y movilizado, éste debe poder ejercer su acción tóxica.

En general las plantas que absorben herbicidas fácilmente son más susceptibles que aquellas en las cuales la absorción se dificulta. En plantas leñosas, por ejemplo, la tasa de absorción del 2,4,5-T por las hojas está directamente relacionada con su susceptibilidad al herbicida (Davis F. S., R. W. Brouj, and M.G. Merble, 1967, Foliar Uptake of herbicides in woody plants - Effect of light, concentración, and species, Forest Science 14: 164-169).

Cuando la penetración es por las raíces, las formulaciones aminas y sales penetran más fácilmente que las formulaciones éster. Esto se debe a que la cutícula y las capas cerosas tienen propiedades lipoides y las formulaciones ésteres son lipofílicas y las formulaciones sales y aminas son hidrofílicas.

En la cebolla el desarrollo de una capa cerosa excesiva permite el uso de una solución herbicida de ácido sulfúrico. Esta solución, al 10%, es rechazada por el cultivo pero es capaz de ejercer su acción tóxica sobre las malezas.

La distribución del sistema radicular influye en el grado de selectividad de un herbicida. En general, plantas con raíces profundas toleran un mayor número de herbicidas aplicados al suelo. Este tipo de selectividad depende de la solubilidad del herbicida, su adsorbabilidad, la cantidad e intensidad de precipitación y de la textura y materia orgánica del suelo.

Una vez que el herbicida ha penetrado dentro de la planta, éste debe ser movilizado al sitio de acción.

En algunas plantas la estructura anatómica puede servir de factor de selectividad al obstaculizar el movimiento del herbicida en la ruta desde su penetración a la planta hasta su sitio de acción. Por ejemplo, hay herbicidas que se movilizan únicamente por el floema y hay otros que lo hacen únicamente por xilema. Otros pueden moverse por ambos sistemas vasculares. En el caso de 2, 4-D, se moviliza

libremente en el floema pero su movilización por el xilema es bastante limitada. Otros como las úreas sustituidas (Ej; diuron) son movilizadas predominantemente por el xilema.

Selectividad fisiológica

Selectividad fisiológica se basa en la capacidad de ciertas plantas de activar o de detoxificar la molécula herbicida cuando ésta penetra en la planta, cuando es movilizada al sitio de acción, o cuando llega al sitio de acción. También se basa en la susceptibilidad de los procesos fisiológicos vitales que pueden ser afectados por el herbicida. Este aumento en la actividad del herbicida afecta su selectividad. Por ejemplo, el MSMA aplicado en postemergencia en dosis de 4 kg/ha causa una ligera clorosis en trigo, la cual desaparece poco tiempo después. Si se adiciona surfactante la clorosis es más pronunciada y el daño puede ser permanente.

Surfactantes son aditivos con propiedades detergentes y emulsificantes. Tienen propiedades lipofílicas e hidrofílicas debido a la naturaleza de las moléculas. Debido a esta propiedad lipo e hidrofílica, el surfactante reduce la tensión superficial de soluciones. Cuando este efecto se traslada a la interacción entre una solución herbicida y la superficie de la hoja, el efecto del surfactante es el de crear un contacto más íntimo entre las dos fases. En caso de pubescencia sobre la hoja, el surfactante permite que la solución la traspase y entre en contacto directo con la superficie foliar. En el caso de capas cerosas y cutículas, el surfactante facilita la penetración del herbicida a través de estas barreras ejerciendo su poder lipofílico a través de la capa cerosa y a través de la porción lipofílica de la cutícula y ejerciendo su poder hidrofílico a través de la porción hidrofílica de la cutícula.

Cuando la selectividad del herbicida hacia una planta se debe a la penetración del herbicida, el surfactante puede reducir la selectividad como en el caso de MSMA en trigo. De aquí la importancia de NO

USAR SURFACTANTES EN APLICACIONES POSTEMERGENTES A MENOS QUE SE RECOMIENDE SU USO. Cuando se desea ampliar la actividad del herbicida sobre un complejo de plantas, y cuando no existe el peligro de perder la selectividad hacia el cultivo, el surfactante puede emplearse.

Activación de herbicidas

Algunos herbicidas requieren "activación" o una transformación a una forma tóxica de la molécula. Inicialmente la molécula herbicida es inactiva o de muy baja actividad. El ejemplo más común es el de ácido 2,4-diclorofenoxibutílico (2,4-DB) el cual tiene una actividad herbicida relativamente baja. Sin embargo, entre plantas dicotiledóneas (hoja ancha) existen algunas que tienen un sistema activo de oxidación beta. En otras éste funciona pero es lento. Por ejemplo, la alfalfa es un cultivo que es capaz de oxidar el 2,4-DB a 2,4-D (Figura 5) pero el proceso es lento y el 2,4-D no se llega a acumular en concentraciones tóxicas. Muchas malezas particulares a este cultivo son susceptibles al 2,4-DB porque acumulan cantidades tóxicas de 2,4-D.

En este caso dosis excesivas de 2,4-DB o condiciones ambientales favorables a la transformación del 2,4-DB a 2,4-D pueden afectar el grado de selectividad. También es de mucha importancia prever la capacidad de nuevas variedades del cultivo que puedan ser capaces de hacer una conversión rápida.

La activación de herbicidas fuera de la planta también es un factor de selectividad importante. Por ejemplo, aplicaciones postemergentes de la sal sódica de 2,4-diclorofenoxietilosulfato (2,4-DES) no dañan al cultivo de maní, aún cuando el producto entra en contacto con el follaje mismo. Sin embargo, este producto es transformado por procesos químicos a una forma activa preemergente (Figura 6).

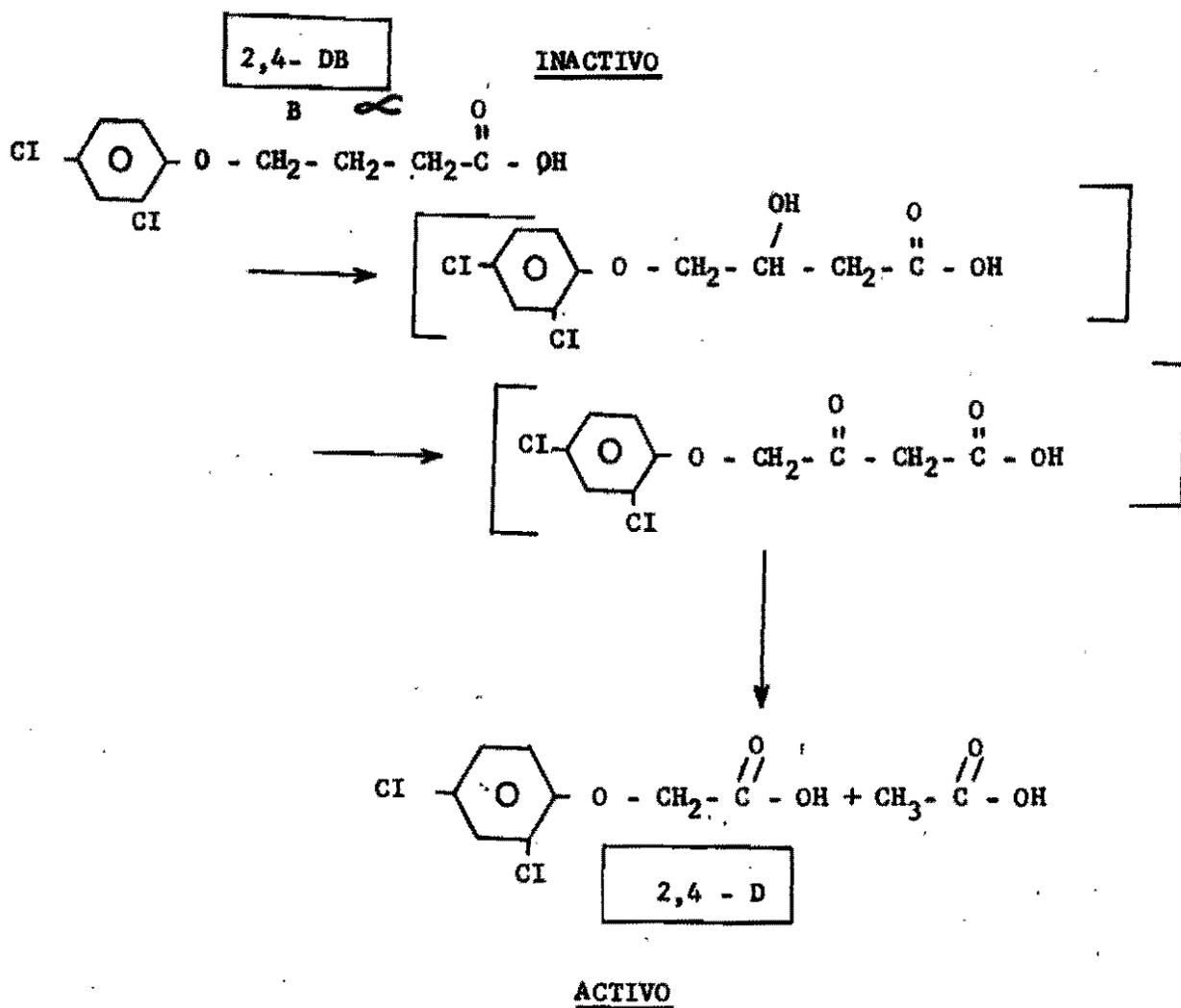


FIGURA 5. Transformación del 2,4-DB a 2,4-D por el proceso de oxidación beta.

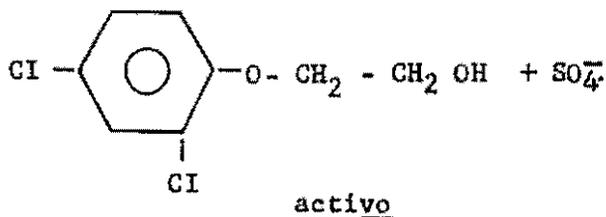
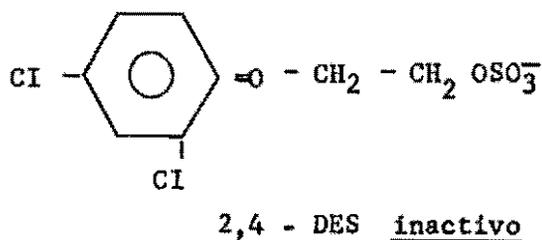


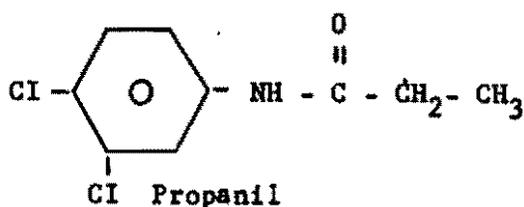
FIGURA 6. Activación de 2,4-DES

Detoxificación del herbicida

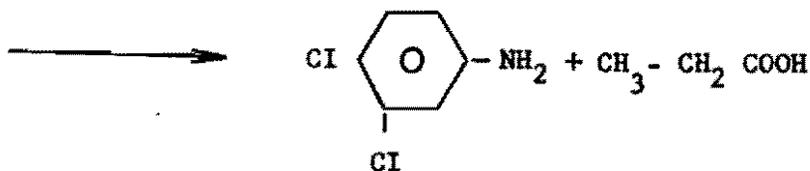
Es más común la detoxificación de herbicidas como factor de selectividad que su activación. En este caso la molécula herbicida es tóxica en la forma en que se aplica y la selectividad depende de la capacidad de la planta de convertir la molécula tóxica a una forma no tóxica.

La selectividad del propanil en arroz se debe a la capacidad de detoxificación enzimática de las moléculas herbicidas por parte del

arroz (Figura 7).



3,4 -dicloropropionanilida



3,4 dicloranilina acido propionico

FIGURA 7. Detoxificación del propanil en arroz.

Malezas susceptibles a este herbicida (Ej. Echinochloa colonum) carecen de este proceso enzimático y son afectados por el herbicida.

La selectividad del propanil hacia el arroz puede ser alterada por insecticidas orgánicos fosforados y por insecticidas carbamatos. Aplicación de dichos insecticidas pocos días antes, durante o pocos días después de la aplicación del propanil interfieren con el proceso enzimático de detoxificación y resultan en pérdida de selectividad del herbicida hacia el arroz.

En maíz la atrazina y la simazina también pueden ser deactivados

enzimáticamente. El proceso de detoxificación esta controlado por una enzima (hidroxamato cíclico, Figura 8).

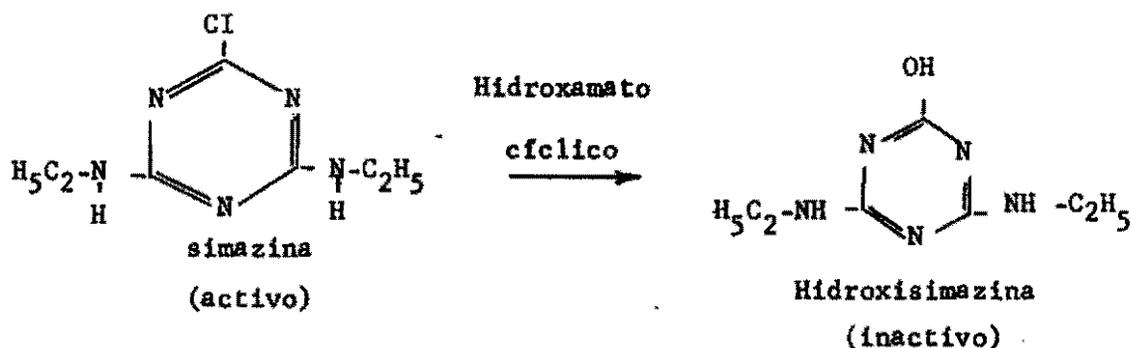


FIGURA 8. Detoxificación de simazina en maíz.

La producción de la enzima responsable de la detoxificación de las triazinas en maíz está controlada genéticamente por un gene dominante, Cuando el gene recesivo se manifiesta, como ocurre en ciertas variedades de maíz, el cultivo pierde su capacidad de detoxificar el herbicida.

La selectividad fisiológica también puede ocurrir debido a la adsorción del herbicida por proteínas y otros compuestos celulares o por la acumulación de los herbicidas en órganos celulares inertes como las vacuolas. En otros casos la selectividad fisiológica se debe a que la molécula herbicida no interfiere en lo absoluto con el proceso o los procesos vitales de ciertas plantas, o sea que aunque penetre dentro de la planta y sea distribuido en la totalidad de la planta, no altera ningún proceso fisiológico.

En resumen, la selectividad es un fenómeno relativo ya que se obtiene a ciertas dosis y bajo ciertas condiciones. Todos los herbicidas pierden su selectividad fuera de ciertos límites y bajo ciertas condiciones. Son muchos los factores que influyen en la selectividad de un herbicida y conociendo bien dichos factores, las propiedades del herbicida y las características del cultivo los herbicidas pueden ser usados con seguridad y con éxito.

J. D. Doll *

I N T R O D U C C I O N

El éxito de los métodos modernos de control de malezas en forma selectiva, radica en el poder que adquieren cantidades mínimas de herbicida para cambiar el metabolismo de las malezas, de tal manera que se impida su crecimiento y desarrollo sin afectar los cultivos. Todos los herbicidas actúan sobre algún proceso fisiológico de las plantas y hoy en día se conoce bastante sobre estos efectos.

Como es de esperar, todos los productos dentro de un mismo grupo químico funcionan de una manera similar; así por ejemplo, al entender el efecto de atrazina en una maleza, también se sabe cómo actúan la simazina, la ametrina y la prometrina puesto que todos pertenecen al grupo de las triazinas. Esto facilita bastante el estudio de este tema que a simple vista parece difícil y confuso.

A grandes rasgos, se puede catalogar la acción de los herbicidas en seis etapas, según el proceso fisiológico que afecte:

1. La fotosíntesis.
2. La síntesis de ácidos nucleicos.
3. La respiración y la formación de AIP.
4. La germinación y la formación de raíces.
5. Las membranas.
6. Las proteínas.

* Especialista en control de malezas

Síntomas de daño

Todos los herbicidas aplicados en cultivos tienen selectividad relativa, es decir que son selectivos a ciertas dosis y bajo ciertas condiciones ambientales. La aplicación de una sobredosis del producto, por ejemplo, ocasionaría daño al cultivo y éste se presenta de acuerdo al modo de acción del producto. Es así que una sobredosis del linuron en soya causa clorosis en las hojas del cultivo debido a que este producto inhibe la fotosíntesis dentro de la planta. Por lo tanto, un conocimiento de los modos de acción capacita al agricultor para poder identificar daños ocasionados por los herbicidas.

Se debe destacar que son muchas las posibles causas que ocasionan extraños síntomas en los cultivos y casi nunca se dificulta separar los síntomas de deficiencias nutricionales, enfermedades, insectos, temperatura alta o baja, herbicidas, incompatibilidad entre pesticidas u otros factores. En el presente estudio se pretende ayudar al reconocimiento de los síntomas más típicos de los herbicidas, según las categorías ya presentadas.

Es importante tener en cuenta porque a veces se observa daño por herbicidas. Las causas más comunes de fitotoxicidad de herbicidas en los cultivos son :

1. Dosis excesiva.
2. Producto aplicado a un cultivo susceptible.
3. Aplicación en estado de crecimiento susceptible.

4. Residuos de aplicaciones anteriores.
5. Lixiviación por mucha lluvia o riego.
6. Acarreo del producto por viento.
7. Volatilización del producto.
8. Aplicación dirigida mal hecha.
9. Incompatibilidad de insumos.
10. Herbicida muy soluble aplicado en el suelo arenoso.
11. Contaminación de la aspersora por otro producto.

Muchas veces se encuentra que hay un complejo de estos factores y no es fácil echar la culpa a uno solo.

Herbicidas que afectan la fotosíntesis.

La fotosíntesis es el proceso mágico en el cual las plantas transforman la energía solar en formas aprovechables para el hombre. Existen tres grupos de herbicidas capaces de interrumpir este proceso causando la muerte de las malezas.

a) Las triazinas, úreas sustituidas y uracilos. Los herbicidas de estos grupos bloquean la reacción Hill e impiden la producción de energía. Todos tienen actividad en preemergencia; son menos tóxicos y menos selectivos al aplicarlos en postemergencia. Se ha observado que después de aplicar estos productos muchas malezas no logran emerger, indicando que además actúa sobre otros procesos fisiológicos de las plantas. En el caso de daño causado por estos herbicidas, aparece primero una clorosis en las márgenes de las hojas inferiores. Si el daño es fuerte, la clorosis se vuelve necrosis y puede afectar el rendimiento del cultivo.

b) Los bipiridilios. El paraquat es el herbicida más conocido en este grupo químico. Su acción es violenta y no selectiva : mata cualquier tejido verde. Dentro de la planta se transforma en un radical el cual reacciona con una molécula de oxígeno para producir agua oxigenada (H_2O_2). Este último es capaz de destruir los cloroplastos en poco tiempo, explicando por qué se pueden observar los efectos del paraquat en la planta pocas horas después de la aplicación. No tienen ninguna actividad en preemergencia debido a que la molécula es un ion con cargas positivas, las cuales reaccionan inmediatamente con la fracción orgánica y mineral del suelo inactivando totalmente el herbicida. Los síntomas de daño conllevan a una necrosis en un período de 24 horas posterior a la aplicación. No afecta los troncos de los árboles ni ningún otro material vegetal que no tengan cloroplastos. Es un producto de contacto que no se translocan a tejidos no tratados.

c) Los triazoles. Este grupo de herbicidas también afecta la fotosíntesis pero de una manera indirecta. Actúa sobre el proceso de formación de cloroplastos y su acción es lenta. Lo primero que se observa después de la aplicación es que el nuevo material que produce la planta en los puntos de crecimiento brotan totalmente blancos debido a la ausencia de cloroplastos. Estos productos son más efectivos contra gramíneas y ciperáceas que contra malezas de hoja ancha. Mata las plantas por la falta de alimentos, resultado de la ausencia de cloroplastos; es sistémico y capaz de moverse por los estolones y rizomas de malezas perennes.

Herbicidas que afectan la síntesis de ácidos nucleicos.

Aquí se encuentran los productos conocidos como herbicidas

hormonales. Se refiere a los que en bajas concentraciones producen efectos similares a la hormona natural de las plantas, al ácido indolacético (AIA).

En el caso de los herbicidas, se aplican a dosis mucho mayores que la concentración normal de AIA, y por ser hormonas sintéticas, la planta no es capaz de controlar la translocación ni los efectos fisiológicos de estas sustancias. Este grupo incluye al 2,4-D; 2,4,5-T; MCPA; dicamba y picloram. A pesar de ser uno de los primeros herbicidas selectivos encontrados en el mundo, se sabe relativamente poco sobre su sitio de acción. Investigaciones realizadas en los últimos años indican que es sobre la síntesis de ácidos nucleicos. Además, afecta la respiración, transpiración, toma de nutrimentos, división celular y otros procesos dentro de la planta. El efecto es de estimulación del crecimiento, por eso se dice que la planta tratada "crece hasta la muerte", indicando que trata de crecer tanto que se agotan las reservas de energía y la planta se muere.

Los herbicidas hormonales casi siempre se aplican en postemergencia. Su acción es algo lenta, según el estado que desarrolle la planta en el momento de la aplicación; las plantas pequeñas mueren más pronto que las más grandes. En gramíneas los síntomas de daño pueden ser torcimiento del tallo y "encebollamiento" de las hojas jóvenes, retraso en el desarrollo de las raíces y la parte aérea y deformación de la hoja bandera y de la espiga. Puede aumentar la presión celular en el meristema, haciendo que la planta sea más susceptible al volcamiento durante vientos fuertes ó por contacto físico con cultivadores ó azadones. Este último efecto es común en maíz y sorgo; generalmente desaparece después de 10 a 14 días.

Los síntomas en especies de hoja ancha son distintas. Las hojas pueden responder en dos formas. Una se llama hiponastia y se refiere a mayor crecimiento por el envez que por el haz de la hoja. El picloram frecuentemente produce este síntoma. El otro se denomina epinastia y corresponde al efecto opuesto: mayor crecimiento por el haz que por el envez de la hoja. El 2,4-D y 2,4,5-T pueden ocasionar este efecto en muchas especies de hoja ancha. Normalmente los puntos de crecimiento y hojas jóvenes se ven más afectadas que los tejidos ya maduros. Puede provocar el torcimiento de los tallos, especialmente en especies herbáceas.

En algunos cultivos (algodón y uva por ejemplo) las hojas jóvenes salen deformadas en forma de "pata de rana". Muchos de estos productos se formulan como esterres y por lo tanto son muy volátiles. Cultivos como tabaco, uva y tomate son altamente susceptibles a estos herbicidas y aún a los vapores. Normalmente los cultivos de gramíneas son resistentes a los herbicidas hormonales pero todos los cultivos son susceptibles en el estado de floración.

Herbicidas que afectan la formación de AIP y la respiración.

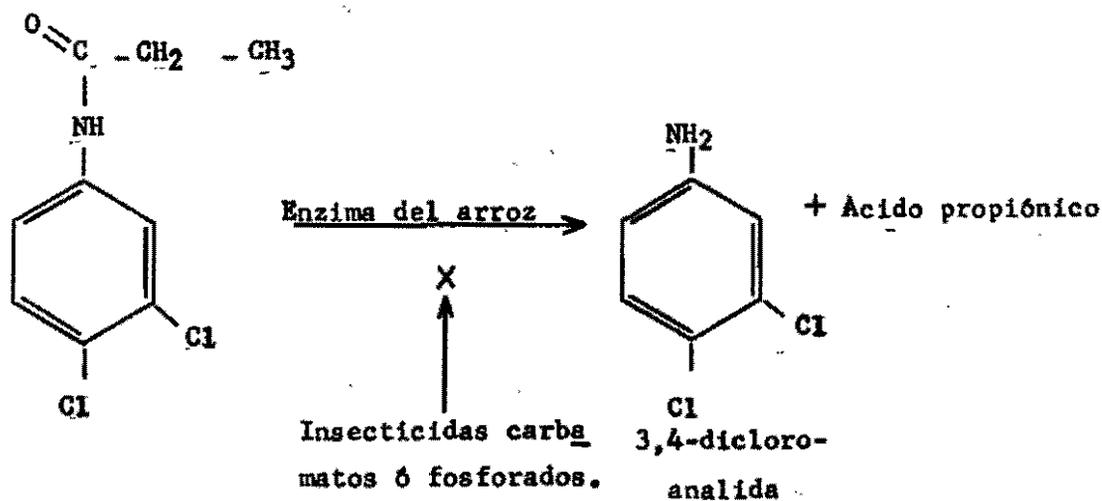
La respiración es simplemente la combustión de azúcares con la formación de CO₂, agua y energía. Ciertos herbicidas actúan de tal forma que no interfieren con la combustión pero no deja que la energía se conserve en una forma utilizable por la planta, sino que se pierde como calor. Los productos DNBP, ioxinil, propanil y nitrofen han sido reportados a ejercer su efecto tóxico de esta manera.

En este caso, no se puede describir síntomas típicos puesto que cada producto mencionado pertenece a un grupo químico diferente y no existen síntomas comunes a todos estos.

Herbicidas que afectan las membranas.

Estas estructuras controlan el flujo de iones, agua, nutrientes y otras sustancias de una célula a otra. Al dañarlas, la planta pierde control sobre este flujo y se puede morir. Así actúa el aceite aromático, el propanil y el MSMA en las plantas.

El caso del propanil merece ser mencionado debido a que es uno de los pocos productos en que se conoce el mecanismo de selectividad. En cuanto al arroz, actúa una enzima hidrolítica capaz de degradar la molécula de la siguiente manera:



La 3,4- dicloroanalida no posee ninguna actividad tóxica para el arroz. Tampoco afectaría las malezas pero afortunadamente estas no son capaces de hacer la misma transformación de la molécula original del propanil, permitiendo que ejerza su acción tóxica. Se puede observar que algunas insecticidas presentan incompatibilidad con el propanil en el cultivo de arroz; la enzima previene la degradación del propanil, lo que resulta tóxico para el arroz y de allí la recomendación de no aplicar estos tipos de insecticidas siete días antes ni 15 días después de la aplicación del propanil.

Herbicidas que afectan la germinación y crecimiento de las raíces.

Principalmente son los herbicidas de tres grupos químicos que obran de esta forma: los tiolcarbamatos, dinitroanilinas (bencenaminas) y acetanalidas. Casi todos los herbicidas son preemergentes ó de presembrado incorporados, aunque algunos carbamatos se pueden aplicar en postemergencia, lo mismo el propanil que es acetamida.

Así mismo los tres grupos son particularmente efectivos contra malezas gramíneas y los tiolcarbamatos incorporados también dan excelente control de ciperáceas. En cultivos de gramíneas los daños se presentan como torcimiento de las hojas y arrugamiento de estos, más inhibición en el desarrollo de las raíces en las dicotiledóneas. Los tiolcarbamatos tienden a inhibir más el crecimiento del coleóptilo de las plántulas más que de las raíces. Estos efectos probablemente se deben a la inhibición de la división celular, y en el caso de los tiolcarbamatos, a los trastornos causados en el metabolismo de ácidos nucleicos ó proteínas.

Es interesante notar que a pesar de que el efecto principal del producto puede manifestarse en las raíces, el sitio de absorción para muchos de estos herbicidas es el coleóptilo (parte aérea ó "shoot").

Herbicidas que afectan las proteínas.

Las proteínas son indispensables para todos los seres vivos; algunos herbicidas pueden afectar la síntesis de proteínas o destruir las ya formadas de tal manera que se produzca la muerte de las malezas. El grupo más estudiado es el de los herbicidas alifáticos (dalapon y TCA) y aparentemente el glifosato (un producto orgánico nitrogenado no cíclico) actúa sobre la síntesis de un aminoácido.

El TCA se emplea en los laboratorios para precipitar las proteínas solubles debido a que este compuesto destruye la estructura terciaria de la proteína igual a lo que sucede cuando se calienta la clara de huevo. Químicamente el dalapon es muy parecido al TCA y probablemente actúa en forma similar dentro de las plantas.

El TCA posee actividad preemergente y postemergente mientras que el dalapon y glifosato son netamente de uso postemergente. Todos controlan en forma especial las gramíneas; son sistémicos, que se mueven rápidamente a los sitios de nuevo crecimiento. El glifosato trabaja en forma excelente en especies perennes que tiene estolones ó rizomas debido a su gran movilidad dentro de la planta. Además controlan muchas malezas de hoja ancha.

Los síntomas aparecen lentamente, según la dosis aplicada y

las condiciones ambientales. Las plantas se vuelven cloróticas, luego necróticas y finalmente mueren. El dalapon deforma las yemas jóvenes en gramíneas y a veces produce torcimiento en los tallos. Las plantas tratadas con una dosis subletal de glifosato pueden quedar enanas para siempre.

* * *

En resumen se puede decir que el modo de acción de los herbicidas es muy variable pero dentro de un mismo grupo químico existe gran similitud. Al entender estos modos de acción resulta más fácil identificar síntomas extraños que se pueden presentar en los cultivos. Es de enfatizar que un herbicida, empleando las indicaciones del marbete al pie de la letra, casi nunca ocasiona daño.

Igualmente se ha relacionado el síntoma de daño con el modo de acción debido a que ambos aspectos están íntimamente relacionados. Al entender cómo actúa el herbicida fisiológicamente, se sabrá que tipo de síntomas de daño es el más probable a presentarse.

FACTORES QUE INCIDEN EN LA EFECTIVIDAD DE LOS HERBICIDAS

Octavio Franco *
Júan Cárdenas **

Un alto porcentaje de los problemas que se presentan en la utilización de los herbicidas se debe al descuido de sus usuarios ya sea por el desconocimiento de su manejo, por formas inadecuadas de aplicación o por falta de mantenimiento necesario en los equipos de aplicación. Esto trae como consecuencia alteración de las dosis de aplicación. Una sobredosis puede causar toxicidad en el cultivo y una dosis baja puede presentar un control deficiente de las malezas.

Los factores que intervienen en las aplicaciones terrestres y que inciden en la efectividad de los herbicidas son :

I. FACTORES EN LA APLICACION

1. MECANICOS

- a. Calibración
- b. Presión
- c. Velocidad
- d. Agitación
- e. Aguilón
- f. Boquillas
- g. Filtros

2. AGUA

- a. Calidad
- b. Cantidad

*Especialista en Control de malezas ICA

**IPPC, Oregon State University y /AID, Colombia

3. INCORPORACION

4. MEZCLAS

II. FACTORES AMBIENTALES

1. HUMEDAD

- a. Suelo
- b. Rocío
- c. Luvia

2. VIENTO

3. TEMPERATURA

III. FACTORES EDAFICOS

IV. CULTIVO

V. MALEZAS

VI. PRODUCTO

I. FACTORES EN LA APLICACION:

Es fundamentalmente que el equipo de aplicación se encuentre en las mejores condiciones, bajo constante revisión y cambio. Un concepto, muy generalizado por cierto y que se debe combatir a fondo, es el de pensar que el equipo de aplicación debe durar toda la vida con un mínimo de atención, cuando en realidad una buena aplicación depende en gran parte de su buen estado y correcto funcionamiento. Igualmente, pocas veces se le da la suficiente importancia al agua que interviene en la solución para obtener una aspersión adecuada. Entre estas fallas en la aplicación mencionamos las siguientes :

1. MECANICAS

Se refiere a las fallas que concretamente se presentan con los equipos de aspersión en los que es necesario tener en cuenta todas y cada una de las partes que los componen; entender su funcionamiento y tener claro que al fallar un accesorio por pequeño que sea produce un desequilibrio general en el equipo.

Trataremos brevemente sobre los diferentes aspectos que intervienen en el funcionamiento de los equipos. Estos diferentes aspectos dentro de las fallas mecánicas son :

- a. Calibración. Debe hacerse en el terreno donde se realizará la aplicación. Una calibración frecuente de los equipos de aspersión reduce a un mínimo la posibilidad de hacer aplicaciones con dosis incorrectas.
- b. Presión. Determina la fuerza con la cual sale el líquido de aspersión a través de las boquillas. En general para aplicaciones terrestres, se recomienda una presión constante entre 20 y 40 libras por pulgada cuadrada (1.4 a 2.8 kg/cm²) determinada en las boquillas. Presiones menores de 20 o mayores de 40 lb/pulg² ocasionan mala distribución del producto y mayores de 40 lb pueden presentar problemas de sobredosis, toxicidad al cultivo, desperdicio del producto y mayor efecto del viento como consecuencia de gotas más finas en la aspersión.
- c. Velocidad. Durante la aplicación la velocidad debe graduarse de acuerdo a la presión, topografía del terreno, tamaño del aguilón y forma de aplicación. Un exceso o disminución en la aplicación altera fácilmente la dosis recomendada para una superficie determinada.

d. Agitación. Se debe mantener una agitación constante dentro del tanque de la aspersora para evitar posibles sedimentaciones que obstruirán las boquillas afectando en esta manera la aplicación. Un exceso de sedimentación desuniformiza la aplicación presentándose en el cultivo partes sin ningún efecto, en otras control perfecto, toxicidad al cultivo. La agitación es indispensable cuando se usen productos formulados como polvos mojables. La preparación de la solución debe hacerse en la siguiente forma:

1. Llenar la mitad del tanque con agua.
2. Preparar la solución herbicida - agua en un recipiente pequeño.
3. Iniciar la agitación.
4. Agregar la solución al tanque.
5. Completar el volumen de agua.

e. Aguilón. Una posición horizontal y una altura adecuada del aguilón con respecto del suelo o de la vegetación es uno de los requisitos para que la distribución sea uniforme y se asegure la efectividad de la misma.

f. Boquillas. El volumen de líquido descargado está directamente relacionado con el tipo de boquilla. La distribución uniforme del herbicida depende del estado de la boquilla. El desgaste de una boquilla puede aumentar o disminuir la capacidad de descargue hasta en un 90%. El funcionamiento correcto está relacionado con:

1. Uniformidad en la capacidad de descargue: ej. partiendo de factores constantes (marca de boquillas, presión, velocidad, ángulo de dispersión) dos tipos de boquillas en un mismo aguilón aplicarán diferente volumen. Así una boquilla Tee-Jet 8004 aplicará el doble que una 8002.

2. **Angulo de aspersión.** Para el caso anterior, si las boquillas difieren en su ángulo de aspersión también se afectará la distribución. Angulos de 80° (8004 y de 150° (15004).
3. **Tipo de producto.** Ya sea polvo mojable, emulsión o solución, en general se recomienda para una mejor distribución:

1. Usar boquilla de aspersión en abanico.
2. Cambio de boquillas cada tres o seis meses.
3. Revisarlas cada vez que se realice una aplicación.

- g. **Filtros.** Su principal finalidad es la de impedir la obstrucción de las boquillas con gránulos o partículas gruesas provenientes del agua utilizada o del producto. Si se utiliza agua ligera o moderadamente turbia los filtros deben limpiarse diariamente; si es muy turbia limpiarla cada vez que se llene el tanque de la aspersora.

Un filtro obstruido puede causar una reducción hasta del 100% en la presión o descarga.

En general los filtros deben acoplarse a los diferentes tipos de boquillas. Si el filtro es de malla se recomienda usar los de 50 mallas por pulgada cuadrada.

- h. **Mantenimiento.** Los equipos de aspersión deben mantenerse siempre en condiciones óptimas libres de cualquier residuo de otros productos. No se deben dejar soluciones de herbicidas en el tanque de un día para otro. Pueden ocurrir problemas serios de toxicidad cuando se utiliza la aspersora para dos aplicaciones de productos diferentes sin un lavado adecuado intermedio. Ej. una aplicación con 2,4-D como el tomate.
Se debe hacer énfasis en que las personas responsables deben co

nocer muy bien el funcionamiento y el uso práctico de todos y cada uno de los accesorios de los diferentes equipos de aspersión.

2. AGUA

Puesto que el agua es el principal diluyente la efectividad de una aplicación es afectada por el agua utilizada. Los varios aspectos por los cuales puede fallar el agua son:

a. Calidad

1. Aguas sucias. Aguas muy turbias pueden anular totalmente la efectividad de los productos como en el caso del Gramoxone (paraquat). Igualmente ocasiona un mayor desgaste de algunas partes de la aspersora.
2. Aguas duras. Aguas calcáreas o ferruginosas pueden afectar la solubilidad del herbicida causando su sedimentación. Esta situación se presenta principalmente con aquellos productos cuya parte activa contiene radicales ácidos.

b. Cantidad

Volúmenes de agua menores o mayores de los necesarios pueden causar desuniformidad en la aplicación o disminución en la retención de la solución por las hojas. La cantidad necesaria de agua está influenciada por la época de aplicación :

- 1) Suelo : Incluye las aplicaciones de productos preemergentes y resiembra incorporados para los cuales se recomienda en general, un volumen entre 150 y 300 litros por hectárea.
- 2) Follaje : Se refiere a las aplicaciones efectuadas como

postemergentes ya sea en forma total o dirigida. Se recomienda un volúmen de agua entre 150 y 400 litros por hectárea . El ejemplo del mayor volúmen (400 litros) y de la mayor presión (40 lb) están determinados por la densidad del follaje.

3. INCORPORACION

Los siguientes factores se consideran importantes para una incorporación adecuada lo cual determina la efectividad del herbicida.

- a. Preparación del terreno: Se necesita que el suelo esté libre de terrones o desniveles topográficos que pueden interferir la labor de incorporación.
- b. Tiempo entre aplicación e incorporación . De preferencia la incorporación debe hacerse inmediatamente que se realice la aplicación para evitar pérdidas por foto-descomposición y volatilización. Ej. Vernám (vernolate) y Treflan (trifluralina).
- c. Profundidad. En general la incorporación debe realizarse en los primeros cinco (5) centímetros. Si se hace muy superficial los resultados serán erráticos y si muy profunda puede causar toxicidad en la semilla del cultivo o sus plántulas o también puede diluirse en el suelo.
- d. Equipo. En lo posible se prefiere que la incorporación sea efectuada con rastrillo de discos o un rotavator.

4. MEZCLAS

Es necesario tener precauciones con el uso de mezclas de herbicidas e insecticidas, fertilizantes, fungicidas y compuestos aditivos ya que aunque se pueden obtener efectos sinérgicos, también puede presentarse serios problemas de incompatibilidad. Un

ejemplo de incompatibilidad ocurre con el Stam F-34 (propanil) y los insecticidas orgánicos fosforados y carbamatos. Igual cuidado se debe tener con los surfactantes pues si bien aumentan la efectividad de ciertos herbicidas, también causan serios problemas de toxicidad.

Al mezclar herbicidas, principalmente polvos mojables y aceites es muy importante la forma de preparar la solución. Primero debe disolverse bien el producto en agua y luego agregar el aceite pues si el polvo mojable entra en contacto primero con el aceite se formarán grumos insolubles.

Cuando se trate de mezclas entre herbicidas debe verificarse su compatibilidad para evitar problemas de sedimentación. El principal problema se presenta cuando se mezclan polvos mojables con emulsiones o herbicidas de diferente formulación. En general, los herbicidas con igual formulación son compatibles.

II. FACTORES AMBIENTALES:

Los factores ambientales tienen marcada influencia en la efectividad y aplicación de los herbicidas y aunque hasta el momento algunos de ellos no son controlables por el hombre, si deben tenerse en cuenta para realizar las aplicaciones en los momentos en los cuales su efecto sea óptimo y no perjudicial.

1. Humedad

Su efecto puede manifestarse en varios aspectos :

- a. Suelo. Para aplicaciones de herbicidas al suelo (preemergentes y resiembra incorporados) se prefiere una humedad de arada o de germinación puesto que suelos muy secos o bastante húmedos alteran la efectividad y la aplicación de los herbicidas. Por otra parte los productos como los hormonales requieren una humedad adecuada y condiciones generales que favorezcan el crecimiento activo de las malezas y así facilitar la translocación de estos herbicidas.
- b. Rocío . Influye en las aplicaciones postemergentes al interferir con la retención de la solución herbicida.
- c. Lluvia. En aplicaciones postemergentes la lluvia puede disminuir la retención del herbicida y así disminuir su efecto. Por ejemplo el propanil en arroz requiere un mínimo de 12 horas después de su aplicación, lluvia durante ese tiempo disminuye el efecto del herbicida. En algunos casos puede aumentarse la retención añadiendo un surfactante a la solución. En aplicaciones al suelo es necesario una lluvia o un riego moderado, para obtener una penetración adecuada. Sin embargo un exceso de ellos puede ocasionar lixiviación o arrastre del producto o causar una dilución tal, que su concentración perderá la efectividad para el control de las malezas.

2. Viento

La distribución de la aspersión es afectada por un exceso de viento. El efecto del viento aumenta con la volatilidad del producto y puede ocasionar perjuicios en cultivos susceptibles cercanos, es preferible no efectuar aplicaciones cuando la velocidad del viento sea mayor de 10 kilómetros por hora.

Para contrarrestar el acarreo causado por el aumento en la velocidad del viento se le puede dar cierta elasticidad al patrón de aspersión disminuyendo la presión, aumentando el tamaño de las boquillas y/o la altura del aguilón.

3. Temperatura.

Temperaturas elevadas pueden :

- a. Aumentar la toxicidad del producto hacia el cultivo.
- b. Interferir la translocación del herbicida por marchitez de malezas.
- c. Inactivar los herbicidas por volatilización o degradación en el suelo.
- d. Aumentar la actividad de algunos herbicidas postemergentes permitiendo disminuir sus dosis. Ej. DNBP 2,4-D.

Temperaturas bajas pueden disminuir la actividad de los herbicidas debido a una menor tasa de crecimiento de las malezas. Ej. el 2,4-D en clima frío.

Se recomienda efectuar las aplicaciones cuando la temperatura esté entre 15°C y 32°C.

III. FACTORES EDAFICOS :

Las pérdidas en la efectividad de los herbicidas en relación con la textura del suelo pueden resumirse de la siguiente manera: en suelos livianos se puede presentar mayor pérdida por lixiviación y en suelos pesados por degradación microbiana relacionada directamente con el contenido de materia orgánica. También es afectada por excesos de acidez, alcalinidad y presencia de sales cálcicas o ferruginosas. En general se recomiendan las dosis bajas para suelos livianos y las dosis altas para los suelos pesados.

IV. CULTIVO :

Con frecuencia se presentan problemas respecto a la selectividad de los herbicidas a cultivos. Dicha selectividad puede ser parcial para algunas variedades de un mismo cultivo: Ej. el Gesaprim (atrazina) causa fitotoxicidad en ciertas variedades de maíz y sorgo.

También pueden presentarse fallas cuando se realizan aplicaciones en épocas o estados de crecimiento no adecuados. La mayoría de los herbicidas se aplican en una época determinada o en un estado de crecimiento definido.

En el caso de Vernán y de Treflán que se aplican únicamente en presiembra; Herban (norea) y Lazo (alaclor) sólo en preemergencia; Stam F-34 y Gramoxone en postemergencia; DSMA aplicado en postemergencia dirigido cuando el cultivo tiene determinada altura. Son muy escasos los matamalezas que pueden aplicarse en momentos diferentes a los recomendados, por ejemplo, los productos antes mencionados aplicados en época diferente presentarán resultados de menor efectividad y selectividad.

Respecto a los surfactantes, aunque pueden aumentar la efectividad de ciertos herbicidas no quiere decir que el uso del surfactante siempre es necesario y ventajoso. El empleo inapropiado del surfactante puede destruir la acción selectiva de un herbicida causando fitotoxicidad al cultivo o un control deficiente de las malezas. Esta última situación puede deberse a que una rápida penetración inicial del surfactante mataría los tejidos con los cuales entra en contacto impidiendo la posterior translocación del herbicida.

V. MALEZAS :

En las recomendaciones de herbicidas es importante tener en cuenta la población de malezas existentes ya que ningún herbicida selectivo controla todo tipo de malezas. Comúnmente ocurre que al eliminar la competencia de las malezas predominantes toman importancia las malas hierbas secundarias. Este problema se agudiza cuando no se realiza un control inicial de una de las especies de malezas predominantes. Un ejemplo de esta situación es la siguiente : en determinadas regiones de la Costa Atlántica, la maleza predominante en el cultivo de maíz es el coquito (Cyperus rotundus) pero al controlarla se desarrolla una serie de malezas de hoja ancha que pueden llegar a ser más perjudiciales que el coquito. Otro aspecto importante es el de que a medida que aumenta el crecimiento de las malezas disminuye la susceptibilidad al herbicida, por lo tanto el estado ideal de control postemergente es cuando las malezas tienen de 2 a 3 hojas. Es importante anotar que las malezas perennes son más resistentes a los herbicidas que las anuales. Otra interferencia por las malezas es el caso de aplicaciones postemergentes cuando la densidad de cobertura impide una eficaz distribución del herbicida.

VI. PRODUCTO:

Frecuentemente se presentan casos en los cuales la calidad de los herbicidas se ha afectado en forma tal que su poca efectividad trae consecuencias antieconómicas para los usuarios. Generalmente esta situación está bastante relacionada con dos aspectos principales: tiempo y lugar de almacenamiento.

En cuanto al tiempo de almacenamiento se recomienda no usar productos que hayan permanecido almacenados por más de un año puesto que, al cabo de un tiempo determinado, lentamente empiezan a degradarse o sedimentarse lo cual anula su actividad.

Respecto al sitio de almacenamiento, un producto al aire libre expuesto a la humedad, luz y temperatura inicia rápidamente la degradación.

Debe preferirse comprar el herbicida sólo durante el año en que se utilizará. Si los matamalezas se tienen en almacenamiento procurar tenerlos en un lugar seco, a temperaturas no mayores de 25°C, en envase sellado y separados de los demás pesticidas. Antes de usarlo debe agitarse bien para evitar posible sedimentación.

EL OBJETIVO PRINCIPAL DE LA ANTERIOR DESCRIPCION SOBRE LOS PRINCIPALES FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA EFECTIVIDAD Y APLICACION DE LOS HERBICIDAS, ES EL DE INSISTIR EN LA NECESIDAD DEL MÁNEJO ADECUADO Y DE LAS APLICACIONES CORRECTAS PARA OBTENER LOS BENEFICIOS PROPUESTOS. POR OTRA PARTE SE ESPERA QUE LOS APORTES SOBRE ESTE TOPICO CADA VEZ SERAN MAS CONCISOS Y CLAROS EN LA MEDIDA QUE CONTINUE EL INCREMENTO Y USO DE LOS HERBICIDAS.

FORMULACIONES DE HERBICIDAS

Jerry Doll *

Una vez que se ha seleccionado el herbicida apropiado a las condiciones de suelo, tipo de malezas y cultivo, el próximo paso es la selección de una formulación apropiada. Esto último muchas veces representa la diferencia entre éxito y fracaso. Además, la aplicación y el manejo del producto depende del tipo de formulación y por lo tanto el conocimiento de aspectos básicos sobre formulaciones es necesario para un uso apropiado.

En general, por formulación entendemos la preparación de productos químicos para su uso práctico. El tipo de formulación puede influenciar la precisión de la aplicación, la efectividad del control, la selectividad de ciertos herbicidas, la facilidad de manejo y lo que es más importante aún, el costo del tratamiento.

Los herbicidas son aplicados casi siempre en forma líquida (pulverizaciones) ó sólida, tal como gránulos. Algunos fumigantes como el bromuro de metilo son aplicados en forma gaseosa. Las formulaciones líquidas comprenden soluciones acuosas, líquidos solubles en aceites, polvos mojables, polvos solubles, concentrados emulsionables, suspensiones (flotables), emulsiones invertidas y encapsulados. Los sólidos son formulados como granulares ó como gránulos solubles en agua. En muy pocos casos se usan formulaciones en polvo.

* Especialista en control de malezas

Se deben considerar varios factores en la decisión de cómo formular un determinado ingrediente activo, ellos son :

- a) Las propiedades físicas y químicas del herbicida. La solubilidad del compuesto en varios solventes es de mayor importancia y la volatilidad puede también influir ó determinar el tipo de formulación a emplear.
- b) El uso. Si el herbicida va a ser usado fundamentalmente en el control de malezas arbustivas, leñosas, de cutícula cerosa, muy probablemente será formulado como concentrado emulsionable u otro tipo de formulación donde el solvente usado ayude a la penetración. Si su uso requiere selectividad, deberá ser formulado con menos aceite ó menor proporción de humectantes. Si su uso está orientado a controlar malezas pequeñas a través de actividad en el suelo en un cultivo en crecimiento, puede ser formulado como granular para permitir que pase por las hojas del cultivo y que llegue al suelo.
- c) El área de uso. Las prácticas usadas por los productores varían para diferentes regiones. Muchos productores en el Oeste medio de los Estados Unidos, han usado por mucho tiempo granulares y consecuentemente se han acostumbrado a su uso. En su contraste, en las regiones áridas del Oeste, los gránulos son menos

confiables en su comportamiento y por lo tanto menos aceptados por los agricultores.

- d) **Material disponible.** Muchos productos de herbicidas han cambiado la formulación debido a escasez de alguno de los solventes, emulsificadores y recipientes.
- e) **Razones económicas.** Un análisis económico incluirá algunos de los factores mencionados previamente. Se tendrá en cuenta el costo de los solventes, emulsificantes, recipientes, costo de transporte, etc. En general, formulaciones con bajo porcentaje de ingrediente activo resultan mas caras para el comprador.

Grandes aumentos en el costo de solventes y emulsificantes en los últimos años ha cambiado el panorama con respecto a los concentrados emulsionables. El costo relativo de la formulación tal vez no sea muy importante en cultivos de alto valor, pero para cultivos que producen bajos beneficios, esto puede ser muy importante en cuanto a la aceptación por parte del agricultor.

Formulaciones líquidas

Soluciones

En este tipo de formulación el ingrediente activo puede ser fácilmente disuelto en agua ó aceite (solventes orgánicos), forman

do una verdadera solución. Una solución es una mezcla homogénea formada al disolver una ó más sustancias (sólido, líquido ó gas) en otra sustancia. El compuesto que se disuelve es llamado soluto y la sustancia en la cual se disuelve se denomina solvente.

En el caso de herbicidas solubles en agua el fabricante puede proceder a disolver el compuesto en agua y venderlo como concentrado para ser diluido luego por el usuario. En general, el herbicida debe ser soluble por lo menos en un 25 por ciento ó sea aproximadamente 1/4 de kilo por litro de agua para que pueda ser vendido como concentrado. Hay muchos ejemplos de este tipo de formulación incluyendo el 2,4-D amina, Banvel (dicamba) y Tordon (picloram).

Los herbicidas solubles en agua también pueden ser vendidos como sólidos en polvo para luego ser mezclados con agua. Aditivos pueden ser agregados a los productos solubles en agua para mejorar su aplicación y efectividad. Comúnmente se agregan humectantes y sequestrantes para impedir la precipitación en aguas duras.

Generalmente la proporción de ingrediente activo oscila entre 50 y 80 por ciento y el resto corresponde a los aditivos y diluyentes. La mayor ventaja de los herbicidas solubles en agua es que son relativamente baratos y no requieren agitación en el tanque una vez que se han disuelto. Los siguientes problemas pueden presentarse, sin embargo, al usar este tipo de formulaciones:

- a) Pueden reaccionar contra aguas duras, tapando los caños y mangueras del equipo ó reduciendo la fitotoxicidad del herbicida.

- b) El ingrediente activo a veces no penetra en el follaje en forma adecuada. Esto puede ser debido a la excesiva tensión superficial propia del agua, lo cual aumenta la posibilidad de formación de cristales en la superficie de las hojas. Esta característica puede ser deseable cuando la selectividad del compuesto se basa en un remojo diferencial; resulta inefectivo cuando se busca que el tratamiento controle todas las especies ó si las malezas que se desean controlar tienen considerable cubierta de cera.
- c) El producto puede ser fácilmente perdido por lixiviación en el suelo. Esto puede ser ventajoso cuando se aplica para controlar malezas perennes con raíces profundas, sin embargo, cuando se pretende una aplicación preemergente selectiva esto no es deseable, pues puede ser lixiviado por el agua de lluvia ó riego, causando una pérdida del compuesto ó daño al cultivo.

Las formulaciones de herbicidas solubles en aceite u otros solventes orgánicos para los cuales el aceite es usado como portador y no el agua, son poco comunes. Su uso está restringido al control no selectivo de malezas arbustivas, ó al control no selectivo en áreas no agrícolas.

Concentrados emulsionables

Algunos herbicidas no pueden ser disueltos directamente en agua. Sin embargo, pueden ser solubles en solventes orgánicos no polares tales como xilol y luego mezclados con agua para formar una emulsión. Una emulsión es una mezcla en la cual un líquido es suspendido en pequeños glóbulos en otro líquido. El tipo de emulsión más común estaría representado por gotas de aceite suspendidas en agua. Generalmente cuando mezclamos agua y aceite, las dos fases se

separan rápidamente. Si agregamos el emulsificante (surfactante) ade cuando se formará una emulsión mucho mas estable que la previamente citada. La razón de esto es que las moléculas del emulsificante se orientan alrededor de las gotas de aceite como se indica en la siguiente figura.

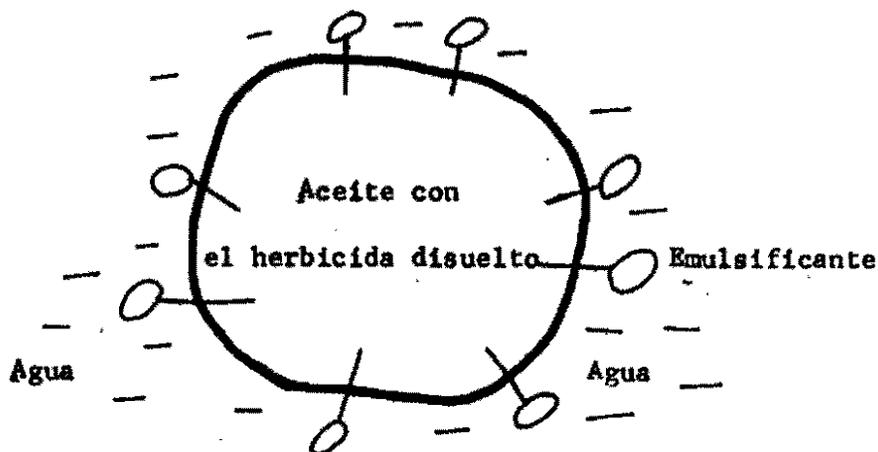


Fig. 1. Gota de aceite suspendida en agua para formar una emulsión. Las moléculas del surfactante actúan como un emulsificador ayudando a mantener la gota suspendida (impide la coalescencia de las gotas).

La porción lipofílica del emulsificante se introduce en la gota de aceite y la hidrofílica es atraída por el agua, mientras que las gotas que permanecen pequeñas son suspendidas en el agua. Cuando se juntan (coalescencia), forman gotas más grandes que tienden a separarse del agua. El agente emulsificante evita la coalescencia. La fracción hidrofílica de la molécula repele a las otras de la misma característica, por lo tanto mantiene las gotas separadas.

Un concentrado emulsionable consiste de un solvente no polar, el herbicida disuelto en dicho solvente y un agente emulsificante. Cuando el concentrado emulsionable (CE) se agrega al agua dentro del tanque, se forma una emulsión estable de pequeñas gotas con el herbicida disuelto en el solvente y dispersas en el agua. El herbicida no ha sido disuelto en el agua, sino que simplemente está suspendido en agua por estar disuelto en el solvente orgánico. El emulsificante actúa para mantener las gotas dispersas del solvente tal como se presentó en la Figura 1. Se encuentran cientos de concentrados emulsionables en el mercado y se incluyen entre ellos productos tales como el 2,4-D ester, Sutan, Treflan, Lazo y muchos otros.

Supongamos que se le entrega a usted una muestra de un concentrado líquido conteniendo un herbicida: cómo puede usted determinar si es un concentrado emulsionable ó una solución verdadera? La respuesta es simple. Sólo vierta el contenido en un recipiente con agua y agite ligeramente. Si se trata de una solución verdadera formará una mezcla clara auncuando pueda ser ligeramente coloreada. El concentrado emulsionable, por otro lado, siempre formará una mezcla lechosa. A propósito, leche es un buen ejemplo de emulsión natural donde los glóbulos de grasa son suspendidos en un medio acuoso siendo la caseína el emulsificante.

Una de las condiciones para poder formular un compuesto como concentrado emulsionable es que sea soluble en solventes no-polares. Una solubilidad de por lo menos 12 por ciento es necesaria para producir económicamente un concentrado emulsionable. La mayor parte de ellos contiene alrededor de 25 por ciento de solubilidad y algunos llegan hasta un 80 por ciento.

Los concentrados emulsionables postemergentes penetran la porción de cera de la cutícula de las hojas mejor que las otras formulaciones. Esto implica mas efectividad contra malezas difíciles de controlar, pero también menos selectividad que otras formulaciones. Pueden ser aplicados con aguas duras sin reacciones adversas. Es menos probable que sean lavados del follaje por la lluvia o por riego de aspersión. Son menos abrasivos para las bombas y otras partes del pulverizador comparados con los polvos mojables y permanecen suspendidos en el tanque por periodos mas largos que estos. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la emulsión es una suspensión y como tal requiere alguna agitación para mantenerse líquida.

Polvos mojables.

Algunas veces un nuevo herbicida no es suficientemente soluble en agua ni en solventes orgánicos y en tales casos puede ser finamente molido para formularse como polvo mojable. Se define como polvo mojable, aquel que forma una adecuada suspensión en agua.

La formulación se obtiene al vertir el producto técnico en un material inerte como arcilla y se agrega un humectante y un dispersante a la formulación. El humectante ayuda a mojar el producto técnico cuando se agrega al agua, de manera que no flote en ella. El dispersante hace que las partículas se dispersen en la fase acuosa. El típico polvo mojable de 50 por ciento de ingrediente activo puede contener 42 por ciento de arcilla, + 2 por ciento de humectante, +2 por ciento de dispersante, +4 por ciento de impurezas, +50 por ciento de ingrediente activo.

Los polvos mojables no son soluciones sino suspensiones y por lo tanto se necesita considerable agitación para evitar precipitación. Por ejemplo, imaginemos limo suspendido en el agua de un río. Mientras se mantenga la turbulencia, los sólidos permanecerán en suspensión, pero al parar la agitación el sólido se precipitará.

Los polvos mojables generalmente tienen menor actividad foliar. Cuando se aplican al suelo requieren activación por medio de lluvia ó de riego. Tienden a ser abrasivos para las bombas y boquillas. Debido a que por lo general continen alto porcentaje de ingrediente activo y no se necesitan ni solventes ni envases metálicos, logrando así que el costo por unidad de ingrediente activo tienda a ser mas bajo que muchas otras formulaciones.

Los polvos mojables deberán ser mezclados con una pequeña cantidad de agua para formar una pasta antes de mezclarlos con el agua de tanque. Esto favorece la dispersión en el agua así como asegurar el máximo de producto técnico en suspensión.

Pastas (flowables)

Esta formulación consiste en concentrados de sólidos ó líquidos suspendidos en un líquido. Los mas comunes contienen el herbicida finamente molido y suspendido en agua. Puede ser considerado como una pasta preparada de antemano y envasada para ser agregada al tanque. Puesto que es una suspensión, es necesario agitar bien el recipiente antes de medirlo.-

Emulsiones invertidas

En este caso la fase discontinua es el agua y la continua es el aceite, obteniéndose un producto similar a mayonesa. La ventaja - de este tipo de formulación es la reducción del rastreo del producto - frecuente en aplicaciones aéreas ú otro tipo de aplicaciones que pueden resultar en excesivo desplazamiento del producto fuera de la zona deseada.

Encapsulados

En este caso, pequeñas cantidades de herbicida son contenidos en cápsulas, los cuales posteriormente se suspenden en líquidos. Este concentrado puede ser mezclado con agua y aplicado con una aspersora común.

El objetivo de esta formulación es obtener una liberación controlada y lenta del herbicida por un cierto período de tiempo para prevenir una excesiva pérdida por evaporación, lixiviación ó degradación.

Formulaciones sólidas

Gránulos

Formulaciones granulares contienen de 2 a 20 por ciento del herbicida en forma de gránulos para ser aplicados. Se los prepara impregnando el herbicida de materiales inertes tales como arcilla, residuos vegetales (marlos ó cáscaras de nueces, etc.) Las particu-

las son cernidas de tal forma que la mayor parte está entre un tamaño de malla de 15 y 40*. El equipo necesario para aplicar granulados es mas barato que el utilizado para pulverizaciones.

Los gránulos pueden pasar sin adherir a la cubierta vegetal en aplicaciones postemergentes y llegar fácilmente al suelo. Pueden liberar herbicidas durante cierto periodo lo cual en ciertas circunstancias puede ser deseable. El desplazamiento fuera del área deseada es mínimo y el herbicida no tiene que ser soluble en agua ó otros solventes.

El costo, sin embargo, tiende a ser mayor cuando se compara con otras formulaciones. La uniformidad de distribución es generalmente inferior a la obtenida con otras formulaciones puesto que los gránulos pueden rodar ó ser llevados por el viento hacia el centro de los surcos, lo cual aumenta la concentración en esta zona.

Los herbicidas que requieren relativamente mas agua para su activación en el suelo, pueden ser menos efectivos cuando se los aplica como granulados.

Pellets

En esta formulación las partículas son mas grandes que los

* Cuadrados por pulgada lineal, la que los diferencia de los polvos mojables cuyo tamaño también está alrededor de una malla 300 (40 m).

gránulos y se los emplea para tratamientos de manchones. Muchos pellets son formulados en materiales solubles en agua tales como boratos que en lugar de impregnar el herbicida en materiales inertes e insolubles, tales como en los granulares, tienen además las mismas ventajas y desventajas de los granulares.

Ingrediente activo versus equivalente ácido

Ingrediente activo

Es el término aplicado a la parte del producto que es responsable del efecto herbicida. En formulaciones sólidas se expresa como porcentaje. Un polvo mojable puede contener 80 por ciento de ingrediente activo, en cambio un granulado contiene un cuatro por ciento.

La concentración de herbicidas cuya forma activa es un ácido, se expresa generalmente como equivalente ácido. Equivalente ácido se aplica al rendimiento teórico en ácido, de un ingrediente activo.

Tomando como ejemplo el 2,4-D, este puede ser activo en forma del ácido, sin embargo, por varios razones la forma ácida puede ser cambiada a sal o éster. En este caso la sal ó el éster se consideran como el ingrediente activo de la formulación, sin embargo las recomendaciones se basan en el número de moléculas de ácido por hectárea en lugar del número de moléculas de sal ó éster. Se recomienda entonces la dosis en kilogramos de 2,4-D ácido por hectárea en lugar de kilogramos de 2,4-D éster. Una molécula de 2,4-D éster puede ser considerablemente mas pesada que una molécula del ácido. Por lo tanto, si recomendamos un kilo de ingrediente activo por hectárea aplicaríamos considerablemente menos moléculas que si la recomendáramos en equiva

lente ácido. Para evitar esto, así como las diferencias en pesos moleculares de diferentes ésteres, aminas, etc., se convierte todo el peso en ácido, (es decir ácido equivalente).

En la siguiente fracción de etiqueta de una formulación de 2,4-D puede apreciarse la diferencia mencionada previamente. Nótese el porcentaje de ingrediente activo, que es 63.2, y el equivalente ácido, sólo 43.5 por ciento.

Ingrediente activo

Ester del ácido 2,4-Diclorofenoxiacético*.....	63.2%
Ingredientes Inertes	36.8%

* Acido equivalente

Acido 2,4-Diclorofenoxiacético	43.5% (en peso)
480 g/litro	

PROBLEMAS Y CALCULOS

Jerry Doll*

1. Usted es extensionista y llega a una finca momentos antes que el agricultor empiece aplicar cotoran. Al inspeccionar la aspersora descubre que hay cuatro boquillas de tamaño 8004 y cuatro más de 8002. No hay otras boquillas disponibles y el agricultor debe hacer la aplicación el mismo día. Qué le aconsejaría ?
2. Cuál aspersora tiene mayor descarga por hectárea?
 - a) _____ Una con presión de 40 lb/pulg², boquillas Tee-Jet 8002, velocidad de 6 KPH.
 - b) _____ Una con presión de 20 lb/pulg², boquillas Tee-Jet 8004, velocidad de 6 KPH.
3. Se tiene Lazo granulado que contiene 10% de ingrediente activo. Se quiere aplicar 2 kgia/ha. Cuántos kilogramos de Lazo granulado se deben aplicar por hectárea?
4. Usted tiene una aspersora calibrada para aplicar 250 L de agua por hectárea. Está aplicando Karmex a 2 kgpc/ha necesita llenar el tanque que tiene 400 L de capacidad. El tanque ya contiene 45 L de solución más Karmex. Cuántos gramos de herbicida debe añadir?

* Especialista en control de malezas

5. Al calibrar su aspersora, descubre que hay una descarga de 600 L/ha a una velocidad de 6 KPH y una presión de 40 lb/pulg². Qué deberá hacer para reducir la descarga?
- a) ___ 500 l/ha
- b) ___ 250 l/ha
6. Un agricultor viene a su oficina con una muestra de una maleza nueva en su región. El dice que hay bastante en su campo de cebada y quisiera controlarla pronto. Qué le preguntaría y qué le recomendaría ?
7. Usted tiene un campo de 12 hectáreas de yuca y piensa aplicar una mezcla de Lazo más Karmex (1.5+ 1.0 kgia/ha). Tiene una aspersora con un tanque de 300 L de capacidad. La aspersora está calibrada para descargar 240 l/ha.
- a) ___ Cuántos galones de Lazo y cuántos kilos de Karmex tiene que comprar (Lazo contiene 4 lb/gal de ingrediente activo y Karmex es del 80%).
- b) ___ Cuántas libras de Lazo y cuántos kilos de Karmex tiene que añadir al llenar el tanque ?
- c) ___ Cuántas cargas habrá en total?
- d) ___ Cuántas libras de agua y Lazo y cuántos kilos de Karmex se necesitan para la última carga?
8. Usted tiene un campo de 24 hectáreas de yuca y quiere aplicar

Karmex en bandas de 30 cm sobre surcos de 1 m. La dosis que va a usar es 2 kg/ha. Cuántos kilos del producto comercial tiene que comprar?

9. Usted es extensionista y un yuquero viene a su oficina a consultarle lo siguiente: piensa sembrar 5 ha de yuca y las malezas principales son Amaranthus dubius (bledo), Euphorbia hirta (leche leche), Digitaria sanguinalis (guardarocío) Cassia tora (bicho) y Eleusine indica (pata de gallina). Además 2 ha están infestadas de Cyperus rotundus (coquito). Qué programa de control de malezas le recomendaría?
10. Se debe hacer una aplicación dirigida del Gramoxone al 0.5% (v/v) en un lote de yuca de 80 días para combatir una invasión de gramíneas en las partes bajas del lote. La aspersora disponible es una de espalda de 16 litros de capacidad.
- a) ____ Cuántos centímetros cúbicos de Gramoxone se debe agregar al tanque?
- b) ____ Qué precauciones se deben tener en cuenta al usar Gramoxone?
- c) ____ Recomendaría el uso de un surfactante? En caso de ser positiva su respuesta, por qué y en qué concentración?

Especialista en control de malezas *