



COLECCION HISTORICA

CURSO CORTO POSGRADO
EN CONTROL DE MALEZAS

IPPC - CIAT

JUNIO 15 - JULIO 12

1975

BIBLIOTECA

3666



BIBLIOTECA

CALI - COLOMBIA

36660

PRESENTACION

CIAT
SB
611
- C87

Excelente experiencia con magníficos resultados dio a todos los participantes y conferencistas del Curso Corto Posgrado de Control de Malezas realizado con ayuda del International Plant Protection Center (IPPC) en las localidades del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) durante el 15 de junio y 12 de julio de 1975. Es por esta razón que estamos haciendo un compendio de las conferencias dictadas y algunas prácticas que darán al lector una idea global de las fases de control de malezas especialmente en países tropicales.

Las conferencias fueron dictadas por los doctores Stanley Miller, Juan Cárdenas, Larry Burrill y Herb Fisher del IPPC, por Jerry Doll y Wilson Piedrahíta del CIAT y por Jaime Sierra de la compañía Du Pont de Colombia. Hubo una variada asistencia de 31 participantes provenientes de 12 países latinoamericanos que lograron unificar sus conocimientos con el estudio continuo e intenso de cuatro semanas. Buenas inquietudes quedaron del curso, siendo una de ellas la repetición del mismo en un futuro no muy lejano.

El orden de los trabajos aquí reproducidos está de acuerdo a una progresividad de los temas en investigación y conocimiento de control de malezas. Queremos anotar que dichas conferencias pueden ser consultadas y de nuevo reproducidas para cualquier trabajo siempre y cuando se dé la completa bibliografía que lo identifique.

CIAT, A. A. 6713, Cali - Colombia

TABLA DE CONTENIDO

Presentación

✓ Malezas: su rol en la sociedad

3. Características prácticas para el reconocimiento de algunas familias importantes de malezas
4. Recolección de los ejemplares
5. Interferencia y competencia
6. Diseños de ensayos de competencia
7. Factores que afectan los herbicidas aplicados al follaje
8. Herbicidas aplicados al suelo
9. Bases de Química Orgánica
10. Triazinas, Ureas y Uraciles
11. Carbamatos y Tiolcarbamatos
12. Herbicidas Hormonales
13. Derivados de ácido benzoico, dinitroanilinas, arsenicales y bipiridilos
14. Amidas y anilidas
15. Herbicidas misceláneos
16. Algunos herbicidas comerciales en Colombia
- ✓ 17. Principios de selectividad de los herbicidas
18. Síntomas de daño de los herbicidas
19. Equipo de aspersión
- 20. Evaluación de los resultados de campo
21. Unificación de los sistemas de evaluación de control de malezas

22. Los Surfactantes
23. Formulaciones
24. Laboratorio sobre formulación
25. Control en cultivos hortícolas
26. Control en cultivos perennes
27. Control en arroz de riego
28. Guía para controlar arbustos en poñeros
29. El coquito y su control
30. Problemas de malezas en sistemas de riego
31. Métodos de control en sistemas de riego ✓
32. Control químico en áreas no agrícolas
33. Precauciones en el uso de herbicidas
34. Razones para usar estadística
35. Diseños

MALEZAS - SU ROL EN LA SOCIEDAD

Como no podría ser una excepción, antes de comenzar a hablar sobre una disciplina debemos definirla.

Existen muchas versiones más o menos sofisticadas y elaboradas que tratan de definir lo que una maleza es. Para algunos, aún el nombre es diferente; malezas, malas hierbas y yuyos para los habitantes del río de La Plata. En Brasil, se ha iniciado como una ciencia bajo el nombre de Matología con todas sus sub-disciplinas. Sin embargo, e independientemente de todas las definiciones que encontremos en la literatura, tal vez la forma más racional de definir las es a través de los factores que determinan no solo a las malezas, sino a casi toda plaga que de alguna forma interfiere con la actividad humana. En esta última palabra está la clave, es el hombre quien establece el molde dentro del cual se colocan los individuos que constituyen una plaga desde su punto de vista.

La aceptación social de una especie como plaga es lo que define una maleza, por lo tanto adoptando una de las definiciones más simples digamos que una maleza es toda planta o parte de ella que interfiere con los objetivos del hombre en una situación específica. Esta definición implica que no se persigue la erradicación, puesto que lo que es plaga en un momento y lugar determinados, puede no serlo si las condiciones cambian.

Pueden mencionarse varios ejemplos de plantas que son o no clasificadas como malezas, dependiendo fundamentalmente del habitat donde se encuentran. Lantana camara introducida como planta ornamental a algunos países es un ejemplo. Cuando invade campos de pastoreo es definida como maleza. Cytisus scoparius, antiguamente llamado Spartium junceum (papilionoidea), es considerada como maleza en algunas partes de California, mientras que es ornamental en Oregon.

Es obvio entonces que el factor humano juega un papel preponderante en establecer el status de una peste; son las personas directamente afectadas quienes determinan los niveles de aceptación económicos de la peste y

consecuentemente de una forma u otra, pretenden su eliminación. El segundo factor importante que establece definitivamente la condición de maleza es posterior al acuerdo sobre su existencia y es su necesidad de controlarla. Son necesarias medidas de control económica y socialmente adecuadas.

Efecto de las malezas y razones para considerarlas como tales.

Prácticamente cada situación agropecuaria e/o industrial enfrenta un problema u otro con respecto a malezas. Malezas acuáticas interfieren con la navegación, pesca y utilización del agua de los lagos, canales y bebederos. Malezas en pasturas interfieren con la productividad de las especies benéficas y con la utilización eficiente por parte del ganado. Malezas tóxicas producen pérdidas por muerte o intoxicación de animales, etc. Generalmente tendemos a pensar que malezas solo existen en el monocultivo como consecuencia de una excesiva simplificación del ambiente causada por la intervención humana. Para los ecólogos, esta falta de diversidad introducida por la monocultura, favorece el desarrollo de pestes que en un ambiente climax (diverso), permanecen en equilibrio debido a la interrelación biológica con sus enemigos naturales. Sin embargo, aún en ambientes no simplificados por el hombre existen plantas que interfieren con nuestra utilización de sus recursos.

Para que una planta manifieste todo su potencial genético necesita de condiciones especiales, generalmente aquellas bajo las cuales ha sido seleccionada. Resulta cada día más normal que la selección se haga contando con algunos de los factores que permiten la manifestación del potencial genético como constantes. Tal sucede con fertilidad de suelos, control de plagas, disponibilidad de agua, etc. Sin embargo, esta selección puede llevarnos a elegir la variedad de menor habilidad competitiva. Luego en el campo esta variedad no solo no manifestará sus posibilidades potenciales sino que indirectamente estará permitiendo el establecimiento de plantas (malezas). Esto a su vez, es indirectamente un proceso de selección de aquellas especies mejor adaptadas a las condiciones en que dicha variedad está siendo cultivada. Esto implicará un aumento de los problemas de control por asociación. Veamos ahora algunas de las formas en que las malezas nos causan problema:

1) Compiten con las plantas del cultivo, que de una forma u otra son menos adaptadas a variadas condiciones ambientales, por nutrientes, agua, luz espacio.

2) Interfieren con las cosechas, utilización, comercialización y almacenamiento de los monocultivos.

3) Disminuyen la calidad de los productos.

4) Son hospedantes de insectos y enfermedades.

5) Afectan directa e indirectamente la producción de carne.

6) Afectan la salud humana y de animales.

7) Causan depreciación de la tierra invadida.

8) Incrementan los costos de producción, cosecha, transporte, limpieza, etc.

Además de esto, en la determinación del daño causado por malezas existen factores que son difíciles de evaluar. Generalmente factores tales como efecto en la cosecha (tiempo, costo, etc.), almacenamiento, limpieza y comercialización, resultan difíciles de determinar. De la misma forma hay situaciones agronómicas donde la estimación de pérdidas es más difícil que en cultivos anuales. En un cultivo anual, el efecto se mide fácilmente a través de una medida comparativa del rendimiento potencial y su rápida transformación a dinero. En una pastura por ejemplo, la evaluación muchas veces no puede hacerse solo a través del incremento de materia verde utilizable. En algunos casos la eliminación de la especie problema no solo se traduce en incremento en la producción de pasto, sino en un aumento de palatabilidad de las especies presentes, mejor y más eficiente utilización del área dedicada a pastoreo al reducir el área de búsqueda de pastos succulentos. En última instancia esto sería evaluado a través de la producción de carne, y como se comprenderá esto no resulta fácil de hacer, especialmente donde la explotación es de carácter extensivo y los animales llegan a los 3 o 4 años antes de ser faenados.

Pérdidas producidas por malezas.

Es muy difícil determinar o cuantificar la incidencia de las malezas desde el punto de vista económico. Su efecto puede dividirse en dos categorías:

- 1) Costo debido a su incidencia en los factores previamente mencionados tales como rendimiento, cosecha, almacenamiento, etc.
- 2) Costo implícito en los métodos de control utilizados.

Independientemente de cual es la incidencia de las malezas sobre el cultivo, el hombre tiende a su eliminación, lo mismo que hace cuando ve algunos insectos en su cultivo. Para ello utiliza desde el método más rudimentario hasta el más sofisticado. En contados casos esta labor es innecesaria tal como sucede en malezas de escasa habilidad competitiva o cuando se presentan en periodos no críticos en el crecimiento del cultivo (punto final de las malezas).

La cuantificación del costo de su incidencia es difícil y más aún en muchos casos parcializada. Casi seguro que si asistimos a tres seminarios diferentes, uno dado por un Entomólogo, otro por un Patólogo y otro por un "Malezólogo", la proporción relativa de pérdidas estará inclinada hacia insectos, enfermedades o malezas respectivamente. Las cifras que presentamos son el resultado de estimaciones y en muchos casos no reflejan la realidad. No pueden hacerse generalizaciones así como no podemos comparar la incidencia de malezas en el trópico con la de climas templados. Los datos de pérdidas porcentuales para cultivos varían tremendamente desde muy pocas unidades hasta varios cientos por ciento aún dentro de un mismo complejo climático.

Características de las malezas

Aún cuando por definición "cualquier" especie puede ser maleza, aquellas que son más agresivas y por lo tanto más obvias, tienen en común ciertas características que las diferencian de las plantas cultivadas y que son res-

ponsables por su amplia distribución y abundancia. Estas especies generalmente se establecen sin haber sido deliberadamente introducidas por el hombre. Una vez que esto sucede, su erradicación resulta difícil o imposible. Obviamente, especies introducidas con propósitos benéficos pueden también resultar en futuros problemas y si bien esto es menos común que la introducción accidental, no debemos descartarlo como posibilidad.

Las malezas tienden a ser agresivas, competitivas, adaptables y capaces de utilizar ambientes simplificados por el hombre. Tal vez su atributo más importante sea su eficiente capacidad de reproducción asociada a la capacidad de resistir periodos en que las condiciones ambientales son desfavorables.

Muchas de las malezas más difíciles de controlar cuentan con eficientes medios de propagación vegetativa. Estos, tales como rizomas y estolones, etc. son considerados (en gramíneas al menos) como una manifestación de evolución avanzada en comparación con aquellas especies que solamente se propagan por semillas. Como se sabe, muchas malezas poseen ambos medios de propagación y además sus semillas están especialmente adaptadas para ser transportadas y resistir condiciones adversas. Las malezas son capaces de sobrevivir en un ambiente desfavorable debido a varios mecanismos morfológicos y fisiológicos.

De estos mecanismos, tal vez el más importante es la posibilidad de latencia. Latencia es la interrupción del proceso de germinación por un periodo de tiempo. Su manifestación depende de varios factores tales como cubierta impermeable, embrión inmaduro, inhibidores, que generalmente son solubles en agua y por lo tanto la germinación solo ocurre cuando son lavados por el agua de lluvia o riego, etc. Existen varios mecanismos que regulan la latencia así como su ruptura. La necesidad de un periodo de post maduración en algunas semillas, por ejemplo, asegura su perpetuación. La germinación de todas las semillas de una especie presentes en el suelo en forma simultánea, sería muy riesgoso para su perpetuación pues unos pocos días de condiciones desfavorables o la intervención humana, bastarían para erradicarla.

Muchas semillas de malezas poseen eficientes medios de dispersión, lo que les permite incrementar su distribución geográfica al ser transportadas

por el agua, viento o animales.

Algunas especies tienen adaptaciones especiales que aseguran casi sin posibilidades de falla, su perpetuación. Un ejemplo son las semillas de Xanthium. Cada fruto posee dos semillas encerradas en una cámara impermeable a gases. Una tiene menor requerimiento de oxígeno y puede germinar enseguida, mientras que la otra (superior) no germinará hasta que se destruya la capa impermeable.*

El grado de asociación entre cultivos y malezas es otro factor importante en el éxito de las malezas en perpetuarse o incrementarse. El Sorghum halepensis puede ser muy bien correlacionado con la expansión de las áreas de cultivos de maíz y sorgo en algunas regiones. Muchas malezas como en el caso mencionado, la maleza tiene casi exactamente los mismos requerimientos y características morfológicas que el cultivo, lo que dificulta su erradicación. Esto se complica más aún cuando pertenecen a la misma familia. Esto nos está indicando la importancia de un simple método de lucha --el uso de la rotación.

Existen innumerables factores además de los mencionados, que definen a una planta como maleza. Los mencionados arriba son quizá los más importantes. Sin embargo, factores tales como la potencialidad genética, que transmite generación tras generación la posibilidad de usufructuar al máximo las condiciones ambientales, no deben menospreciarse. Más que esto, deben ser tenidos en cuenta como otro posible método de lucha (posibilidad de hibridación con especies menos agresivas). Este potencial genético hace que especies de Typha y Scirpus vivan sin problemas en ambientes inundados. Algunas especies de Pteridium y Rumex son especialmente adaptadas a suelos ácidos. No es que crezcan mejor en tales ambientes, sino que son más adaptables que otras especies lo que asegura su preeminencia en tales habitats.

Polygonum aviculare por ejemplo tolera tanto suelos-ácidos como alcalinos (5.6 a 8.4pH).

* Esta no es la única explicación; posibles inhibidores en la superior han sido también sugeridos.

Podríamos seguir enunciando factores, pero muchos de ellos son también comunes a los especies cultivadas. No debemos olvidar que nosotros hemos influido enormemente en la selección de especies resistentes así como en el transporte de especies adventicias de unas regiones a otras en las cuales muchos de sus enemigos naturales no están presentes. La modificación del ambiente en forma tan drástica como ocurre en el monocultivo obviamente favorecerá la especie más agresiva y con más capacidad de supervivencia.

Para algunos ecólogos, y refiriéndonos fundamentalmente a malezas de potreros, el concepto de maleza puede ser asimilado a aquellas especies pioneras, similares a los primeros colonizadores que aparecen enseguida de una drástica modificación del ambiente. Para ellos, estas especies tienen bajos requerimientos de nutrientes y son también poco competitivas, respondiendo en su presencia o desaparición a las modificaciones que el hombre produce. Si una especie pionera permanece en un ambiente por largo tiempo, significa que el hombre está continuamente alterándolo. Evidentemente este es un punto de vista diferente de lo que una maleza es. Sin embargo, cuando nos referimos a malezas en pasturas tiene cierta lógica. En la mayor parte de los casos una pequeña modificación de las condiciones ambientales resuelve el problema. El manejo de la vegetación es parte integrante de un programa de control de malezas.

Seguramente muchos de ustedes están familiarizados con lo que hemos dicho hoy. Muchos de nosotros, desde el momento que estamos dentro de esta disciplina, conocemos todos los factores mencionados previamente y algunos más. Sin embargo, ese conocimiento nos hace olvidar principios básicos. En un programa de control de malezas, no podemos olvidar ninguno de ellos. Deberá ser la integración del conocimiento de todos los factores que inciden o que hacen que una especie sea agresiva. Una de las principales limitantes que ha tenido y tiene el mejoramiento de los métodos de control es el poco conocimiento que se posee sobre las malezas.

La adaptación empírica de métodos sin un previo conocimiento del problema que encaramos, aún cuando a veces proporciona éxito, este puede ser momentáneo y posteriormente transformarse en un problema más grande.

La simple eliminación de una especie dominante de un habitat determinado puede resultar en la manifestación de una plaga secundaria más difícil de erradicar aún. El control de malezas debe ser el resultado de la integración de varias disciplinas tal vez bajo la denominación de Matología, adoptando la terminología introducida por colegas brasileros. La Matología como ciencia de las malezas debe abarcar básicamente ramas tales como Matobotánica, Matoeología, Matobiología y Matocontrol.

El adecuado conocimiento de los procesos biológicos y ecológicos que regulan la preponderancia de una especie pueden ayudar a resolver problemas en forma simple, o bajo costo y tal vez en forma permanente.

Una de las herramientas más poderosas y efectivas que el hombre posee -el control químico-, podrá ser utilizado con máxima eficiencia en base a tales conocimientos.

Finalmente, la integración de estos conocimientos básicos con los distintos métodos de control disponibles, es necesaria para hacer de la Matología una ciencia racional.

CARACTERÍSTICAS PRÁTICAS PARA O RECONHECIMENTO DE ALGUMAS FAMÍLIAS
IMPORTANTES DE PLANTAS INVASORAS

34

A agricultura moderna exige o emprego de técnicas cada vez mais sofisticadas. Por exemplo, o controle eficaz e econômico de plantas-invasoras muitas vezes inclui o uso de herbicidas altamente seletivos. Esta seletividade, às vezes, baseia-se em diferenças morfológicas e fisiológicas entre várias plantas (cultivos e ervas daninhas). Por isso, e por outras razões, é essencial conhecer as ervas mã para desenvolver um programa adequado de controle.

Há no mundo inteiro, aproximadamente, 170.000 espécies de angiospermas - (plantas com flores). Este grupo inclui quase todas as plantas consideradas daninhas ou invasoras - cerca de 30.000. Destas, 1.800 se denominam nocivas, que, por suas características e por seu comportamento, são normalmente daninhas, causando grandes perdas à agricultura cada ano.

Pode-se aprender a identificar muitas destas invasoras pelas características que possuem, mas há várias vantagens em se poder determinar a família botânica de uma específica erva mã:

- Para o indivíduo não treinado especificamente em botânica sistemática, o uso de chaves botânicas, mesmo com ilustrações, pode ser um trabalho árduo.
- O pesquisador não se encontra "perdido" quanto à identificação de ervas mã fora da área na qual ele se formou.
- A atividade herbicídica muitas vezes é semelhante dentro de alguma família botânica ou entre famílias relacionadas. Por exemplo, o uso contínuo de trifluralin ou diphenamid em tomate permite um número sempre maior de espécies de

Solanum e Physalis, de mesma família do tomateiro. O número de famílias de plantas importantes na agricultura é suficientemente pequeno, havendo esperanças de serem compreendidas reações entre famílias e os, aproximadamente, 160 herbicidas disponíveis no mercado. Das 300 famílias de angiospermas, apenas 75 incluem quase 75 por cento das espécies. Destas 75 famílias, talvez 40 sejam realmente importantes, com referência a plantas invasoras.

- Identificar uma planta estranha requer o conhecimento da posição da "desconhecida" dentro das unidades de classificação progressivamente menores. Algumas destas categorias são:

REINO (Vegetal)

DIVISÃO (Spermatophyta)

SUBDIVISÃO (Angiospermae)

ORDEM (Graminales)

FAMÍLIA (Gramineae)

TRIBU (Paniceae)

GÊNERO (Echinochloa)

ESPÉCIE (Echinochloa crusgalli)

VARIEDADE OU FORMA (frumentacea)

A família é a menor destas categorias principais e é a categoria mais útil e mais natural. Também, a família é a unidade mais encontrada nos estudos taxonômicos.

- Uma vez conhecida a família, não é difícil usarem-se flores ou espécimens de herbários locais para se chegar a uma determinada espécie de erva má.

Para se ter uma idéia sobre quais as ervas daninhas mais importantes na América Latina, foram revisados os trabalhos das primeiras duas Reuniões da Asociación Latinoamericana de Especialistas en las Ciencias Aplicadas a las Malezas (ALAM), a de 1971 e a de 1974. As plantas invasoras de maior manção se encontram nas 40 famílias botânicas que se seguem. A fim de ser uma lista ainda mais completa, acham-se algumas famílias que têm ervas daninhas de interesse especial; tais ervas daninhas não foram necessariamente citadas nas Sessões da ALAM.

FAMÍLIAS IMPORTANTES DE PLANTAS INVASORAS NA AMÉRICA LATINA

I. Divisão Pteridophyta

1. Família Equisetaceae

2. Família Polypodiaceae

II. Divisão Spermatophyta

Subdivisão II. Angiospermae

Classe Monocotyledoneae

3. Família Typhaceae

4. Família Gramineae

5. Família Cyperaceae

6. Família Commelinaceae

7. Família Juncaceae

8. Família Liliaceae

9. Família Maranthaceae

10. Família Cannaceae

Classe Dicotyledoneae

Grupo Apetale - sem pétalas verdadeiras

11. Família Urticaceae

12. Família Polygonaceae

13. Família Chenopodiaceae

14. Família Amaranthaceae

15. Família Nyctaginaceae

16. Família Alzooaceae

Grupo Polypetales - pétalas separadas e distintas

17. Família Portulacaceae

18. Família Caryophyllaceae

19. Família Papaveraceae

20. Família Capparidaceae

21. Família Cruciferae

22. Família Leguminosae

Subfamília I. Mimosoideae

Subfamília II. Caesalpinioideae

Subfamília III. Papilionoideae

23. Família Oxalidaceae

24. Família Zygophyllaceae

25. Família Euphorbiaceae

26. Família Malpighiaceae

27. Família Malvaceae

28. Família Melastomataceae

29. Família Onagraceae

30. Família Umbelliferae

Grupo Sympetales - pétalas unidas

31. Família Apocynaceae

32. Família Asclepiadaceae

33. Família Convolvulaceae

34. Família Boraginaceae

35. Família Verbenaceae

36. Família Labiatae

37. Família Solanaceae

38. Família Rubiaceae

39. Família Cucurbitaceae

40. Família Compositae

O presente estudo inclui famílias de plantas invasoras, principalmente, de cultivos anuais, perenes e de pastagens. Não se encontram famílias de ervas aquáticas, especificamente. Estas serão tratadas em outras sessões.

Para uma mais simples identificação da planta invasora em questão, deve-se ter em mente que as 40 famílias se dividem naturalmente em dois grandes grupos - as pteridófitas (duas famílias) e as spermatófitas. Dentre as spermatófitas, somente a Subdivisão Angiospermae é tratada; daí, a divisão entre duas classes - as monocotyledôneas (8 famílias) e as dicotyledôneas. Por conveniência, as dicotyledôneas são divididas em três grupos, segundo a disposição das pétalas - Apetale - sem pétalas verdadeiras (6 famílias), Polypetale - pétalas separadas e distintas (14 famílias) e Sympetale - pétalas unidas (10 famílias).

As características apontadas não servem para identificar a família desejada com absoluta certeza, mas indicam serem elementos de suspeição.

A seguir, encontra-se uma Lista Sumarizada para Identificação, a qual visa facilitar ainda mais a determinação.

LISTA SUMARIZADA PARA IDENTIFICAÇÃO

A. Sem flores vs. com flores

- Se sem flores, provavelmente nas pteridófitas - verificar se há rizomas (segue-se para B.)
- Se com flores verdadeiras (segue-se para C.)

B. Com soros ou estróbilos vs. samaras

- Se com soros, provavelmente Família Polypodiaceae - verificar se há folhas compostas curvadas para baixo
- Se com estróbilos, provavelmente Família Equisetaceae - verificar se há caule estriado, oco, com folhas diminutas nos nós

C. Monocotyledôneas vs. dicotyledôneas

- Se cotilédon 1, folhas paralelinérvias, flores trímeras, raiz fasciculada e cilindro cambial ausente, é uma monocotyledônea (segue-se para D.)

- Se cotilédones 2, folhas com nervuras ramificadas, flores pentâmeras, tetrameras ou dímeras, raiz axial e ramificada e cilindro cambial presente, é uma dicotyledônea (segue-se para E.)

D. Monocotyledôneas - revisar famílias 3-10

E. Dicotyledôneas - pétalas presentes vs. pétalas ausentes

- Se pétalas ausentes, provavelmente Apetale - revisar famílias 11-16

- Se pétalas presentes, verificar se são separadas e distintas ou unidas (segue-se para F.)

F. Pétalas distintas vs. pétalas unidas

- Se distintas e separadas, Polypetale - revisar famílias 17-30
- Se unidas, Sympetale - revisar famílias 31-40

CARACTERÍSTICAS PRÁTICAS PARA O RECONHECIMENTO DE ALGUMAS FAMÍLIAS IMPORTANTES DE PLANTAS INVASORAS

I. Divisão Pteridophyta - sem flores verdadeiras, reproduzem por meio de esporos e/ou vegetativamente.

1. Família Equisetaceae - cavalinha

- Caule articulado, estriado e oco
- Rizoma subterrâneo
- Folhas pequenas, escamiformes e somente nos nós
- Estróbilos terminais nos ápices de ramos férteis

Exemplo: Equisetum

2. Família Polypodiaceae - samambaia

- Folhas compostas, provenientes de rizomas subterrâneos, espalhadas para baixo
- Soros nas margens ou nas partes inferiores dos folíolos

Exemplo: Pteridium

II. Divisão Spermatophyta - com flores verdadeiras, reproduzem por meio de sementes e/ou vegetativamente.

Subdivisão II. Angiospermae

Classe Monocotyledoneae

3. Família Typhaceae - taboa

- Flores de sexo separado reunidas em densas inflorescências cilíndricas (♂ em cima ♀ em baixo)
- Folhas longas, lineares, nervação paralela
- Rizomas com raízes fibrosas

Exemplo: Typha

4. Família Gramineae - grama, capim

- Haste cilíndrica, com nós e entrenós, haste oca entre nós
- Folhas de inserção distica (em duas séries)

- Bainha aberta (exceções: Bromus, Mallica, Schizachne e Glyceria)

- Lígula normalmente presente

Exemplos: Echinochloa, Digitaria, Eleusine, Cynodon

5. Família Cyperaceae - tigríca

- Haste triangular, sem nós
- Folhas em três séries
- Bainha fechada, sem lígula

Exemplos: Cyperus, Fimbristylis, Scleria, Dichromena

6. Família Commelinaceae - trapoeiraba

- Caule cilíndrico, nodoso, mole
- Bainha amplexicaule (sésil) e com a base ao redor do caule)
- Selva mucilaginosa
- Inflorescência geralmente protegida por brácteas distintas - (Em Commelina a inflorescência é envolta por uma grande bráctea em forma de canoa)

Exemplos: Commelina, Zabrina, Tradescantia

7. Família Juncaceae - junco

- Folhas cilíndricas, caneladas (estriadas) ou lineares, como a rama
- Caule cilíndrico, não oco
- Fruto, uma cápsula

Perigônio bracteoide

Exemplo: Juncus

8. Família Liliaceae - lírio

- Perigônio corolínico
- Seis estames
- Ovário súpero
- Flores vistosas

Exemplos: Allium, Moracordum

9. Família Maranthaceae - araruta

- Ovário ínfero, tricarpelar, trilocular
- Folhas pecioladas, assimétricas com pulvino distinto
- Pecíolo intumescido (inchado) no ponto de inserção da bainha

Exemplos: Thalia, Maranta

10. Família Cannaceae - birl

- Caule revestido pela bainha formada pelo pecíolo das folhas
- Androceu de 4 estaminódios petalóides e 1 estame que tem somente uma teca fértil e outra petalóide

Exemplo: Canna

Classe Dicotyledoneae

Grupo Apetale - pétalas verdadeiras ausentes

11. Família Urticaceae - urtiga

- De habitat fresco e úmido
- Flores esverdeadas, pequenas, geralmente unissexuais, pêlos urticantes no caule e nas folhas
- Seiva aquosa

Exemplos: Urtica, Boehmeria

12. Família Polygonaceae - erva-de-bicho

- Presença de ôcrea
- Nós do caule inchados
- Seiva ácida e pungente

Exemplos: Polygonum, Rumex

13. Família Chenopodiaceae - beterraba

- Folhas de disposição alternas, sem estípulas
- Flores muito pequenas, esverdeadas
- Caule estriado
- Planta caspenta (escamosa)

Exemplos: Chenopodium, Spinacia, Beta

14. Família Amaranthaceae - brejo, crista-de-galo

- Flores muito pequenas, esverdeadas
- Brácteas espinhosas
- Inflorescências condensadas

Exemplos: Amaranthus, Alternanthera, Celosia

15. Família Nyctaginaceae - pega-pinto, três marlas

- Pétalas verdadeiras ausentes
- Cálice em forma de funil ou tubo e com brácteas coloridas
- Folhas na forma de coração, margem inteira
- Caule dicotomo, nós inchados

Exemplos: Boerhaavia, Mirabilis, Bougainvillea

16. Família Aizoaceae - cabelo-de-jia

- Folhas 5, ou 6 em cada verticilo
- Cálice com 5-8 lobulos, flores vistosas e sem estípulas
- Vários estames
- Fruto, uma cápsula de muitas sementes

Exemplos: Mollugo, Trianthema

Grupo Polypetale - pétalas separadas e distintas

17. Família Portulacaceae - beldroega, onze horas

- Folhas e caule suculentos
- Fruto muitas vezes capsular com deiscência transversal
- Cálice de 2 sépalas

Exemplos: Portulaca, Talinum

18. Família Caryophyllaceae - cravo

- Folhas opostas e inteiras, unidas aos nós inchados do caule
- Pétalas 5, com entalhes (cortes)
- Cálice inflado, com 5 dentes

- Estames 10

- Fruto seco e capsular

Exemplos: Drymaria, Spergula

19. Família Papaveraceae - papoula

- Planta latescente, seiva colorida

- Folhas alternas, recortadas, muitas vezes com espinhos

- Sépalas 2, pétalas enrugadas

- Em geral, ovário unilocular e com muitos óvulos

Exemplos: Argemone, Papaver

20. Família Capparidaceae - cleome

- Estames numerosos ou tetradínamos (4 maiores e 2 menores)

- Quatro pétalas em cruz

- Fruto sem o pseudo-septo das Crucíferas (unilocular)

- Muitas vezes com folhas trifoliadas

- Ginóforo longo

Exemplos: Cleome, Capparis

21. Família Cruciferae - mostarda

- Estames tetradínamos (4 mais compridos, para dentro, e 2 curtos, para fora)

- Quatro pétalas em cruz

- Fruto, uma silíqua com falso-septo

Exemplos: Brassica, Capsella, Raphanus, Lepidium

22. Família Leguminosae

- Fruto, um legume

Subfamília 1. Mimosoideae - dormideira

- Corola actinomorpha

- Estames 4 a infinitos, sobressaindo-se às pétalas

- Folhas bipenadas ou penadas

Exemplos: Mimosa, Acácia, Pithecolobium

Subfamília II. Caesalpinoideae - mata-pasto

- Corola irregular com estandarte interno, ausência de quilha
- Estames 3-12, inseridos no cálice
- Em geral, folhas penadas

Exemplo: Cassia

Subfamília III. Papilionoideae - fava

- Corola com estandarte externo, asas e quilha
- Estames 10, geralmente (9) + 1, inseridos na corola
- Folhas nunca bipenadas

Exemplos: Desmodium, Phaseolus, Sesbania

23. Família Oxalidaceae - azedínhas

- Folhas inteiras (as folhas de trevos são dentadas nas margens), ternadas (múltiplos de três)
- Cada folíolo em forma de coração
- Pécíolos com gosto azedo (ácido oxálico)

Exemplo: Oxalis

24. Família Zygophyllaceae

- Folhas penadas (um folíolo maior do que o outro) e com estípulas
- Planta rasteira
- Fruto, uma capsula com 4-5 lóculos

Exemplos: Kalistroemia e Tribulus

25. Família Euphorbiaceae - leiteira

- Muitos membros com caule e folhas latexcentes
- Fruto trícoco (em três partes)
- No gênero Euphorbia, inflorescência em forma de ciátio (sempre e sempre enfiada e com brácteas vistosas que dão a impressão de uma flor individual. Realmente há uma flor feminina, central, pendula e cinco inflorescências masculinas, circundantes)

Exemplos: Euphorbia, Phyllanthus, Croton, Jatropha,

26. Família Malpigiaceae

- Usualmente árvores, arbustos ou trepadeiras lenhosas
- Cálice com glândulas grandes nas sépalas

Exemplo: Mascagnia concinna (extremamente tóxica)

27. Família Malvaceae - malva

- Flores vistosas, partes em 5's
- Usualmente anuais com seiva mucilagínosa e caules fibrosos
- Muitos estames no andróforo tubuloso
- Fruto muitas vezes uma cápsula

Exemplos: Malva, Abutilon, Sida, Pavonia, Malachra

28. Família Melastomataceae

- Folhas curvinérveas, opostas
- Anteras falciformes (curvadas como uma foice)
- Caule quadrangular

Exemplo: Clidemia

29. Família Onagraceae - cruz-de-malta

- Flores vistosas, 4 pétalas, androceu de 8 estames
- Fruto na forma de vaso, capsular
- Ovário ínfero com muitos óvulos

Exemplos: Jussiaea, Oenothera

30. Família Umbelliferae

- Inflorescência, uma umbela
- Caules parcialmente ocos
- Folhas compostas ou muito divididas
- Pecíolo inflado na base
- Fruto, um esquiocárpo

Exemplos: Daucus, Cicuta, Pastinaca

Grupo Synstele - pétalas unidas

31. Família Apocynaceae - Apocynaceae

- Planta lenhosa

- Flores soltas, não em panículas

- Corolla não presente ou reduzida

- Corolla de 5 lobos de comprimento desigual

- Estames 5, filamentos

- Estames com filamentos

- Fruto de 2 lobos

Exemplos: Apocynum, Tabernaemontana, Vitex

32. Família Asclepiadaceae - Asclepiadaceae

- Planta lenhosa

- Flores em panículas corollas

- Corolla presente (exceção: Asclepias albida)

- Corolla não filamentos

- Estames 5, filamentos

- Fruto de 2 lobos de charuto

Exemplos: Asclepias, Araucaria, Asclepias

33. Família Scrophulariaceae - Scrophulariaceae

- Trepadeiras com folhas alternas, sem estípulas

- Corolla na forma de funil

- Estames, 5 de tamanho desigual

- Filamentos inseridos no fundo do tubo da corolla

Exemplos: Ipomoea, Convolvulus, Euphorbia (membro parafilético)

34. Família Boraginaceae - Boraginaceae

- Usualmente perenes de um roseto basal

BIBLIOGRAFIA

1. BENSON, L. 1959. Plant Classification. D.C. Heath and Co., -
Lexington, Massachusetts.
2. CÁRDENAS, J., O. FRANCO, C. ROMERO e D. VARGAS. 1970. Malezas -
de Clima Frio. ICA, OSU, USAID. Carvajal's Cia., Bogotá.
3. CÁRDENAS, J., C. REYES e J. DOLL. 1972. Typical Weeds/Malezas
Tropicales, Vol. 1. ICA, OSU, USAID. Isalgraf, Bogotá.
4. HITCHCOCK, A.S. 1935. Manual of the Grasses of the United -
States. 2nd edition, revised by Ames (later, 1971). Dover
Publications, Inc., New York.
5. ISELY, D. 1960. Weed Identification and Control - In the North
Central States. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
6. JAKES, H.E. 1959. How To Know the Weeds. W.C. Brown Co., -
Dubuque, Iowa.
7. JOLY, A.B. 1966. Botânica - Introdução à Taxonomia Vegetal. E-
ditora Nacional, São Paulo.
8. LAWRENCE, H.M. 1951. Takonomy of Vascular Plants. The -
Macmillan Co., New York.
9. MORRE, D.J. 1971. Plant Identification Using Field by -
Characteristics. Belt Publishers, Lafayette, Louisiana.
10. SACCO, J. da Costa. 1973. Características de Importância Práti-
ca para o Reconhecimento de Algumas Famílias Botânicas. Em Cur-
so Intensivo de Controle de Ervas Daninhas. Universidade Fede-
ral de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.
11. VELEZ, I. e J. van OVERBEEK. 1950. Plantas Indesejáveis en Los -
Cultivos Tropicales. Editorial Universitaria, Río Piedras, P.R.

- Inflorescência escorpióide
- Ovário dividido em 4 segmentos
- Estilete ginobásico (com origem numa depressão entre os lobos do ovário)
- Folhas (do caule, não da roseta) geralmente sem pecíolos

Exemplos: Heliotropium, Cynoglossum, Lappula

35. Família Verbenaceae - camará

- Estames, 4 (2 pares de comprimento desigual)
- Folhas sem o odor das mentas
- Haste tetragonal
- Ovário com 4 clausos (lóculos)
- Estilete terminal
- Corola não expressivamente labiada

Exemplos: Lantana, Verbena, Lippia, Stachytarpheta

36. Família Labiatae - menta

- Odor característico das mentas
- Haste tetragonal
- Ovário com 4 clausos
- Estilete ginobásico (com origem entre os lóculos do ovário)
- Corola expressivamente labiada

Exemplos: Hyptis, Leonorus, Lechotis, Stachys

37. Família Solanaceae - batata, tomate

- Estames 5, anteras agrupadas ao redor do estilete
- Folhas e caule muitas vezes com odor forte e característico
- Folhas irregularmente recortadas
- Caule e folhas muitas vezes com espinhos

Exemplos: Solanum, Physalis, Datura

38. Família Rubiaceae - café

- Folhas opostas, com estípulas grandes (interpeciolares)
- Ovário ínfero

Exemplos: Richardia, Borreria, Diodia

39. Família Cucurbitaceae - melão

- Trepadeira succulenta com gavinhas
- Flores imperfeitas (de sexo separado); as flores masculinas amadurecendo primeiro
- Ovário ínfero
- Folhas com organização palmífera
- Fruto tipo pepônio

Exemplos: Cucumis, Momordica, Sicyos

40. Família Compositae - girassol

- Inflorescência em capítulo (flores muito pequenas e dois tipos, tubulosas e liguladas)
- Filetes livres e anteras conatas (unidas)
- Cálice transformado em papus (papelho)
- Fruto, um aquênio

Exemplos: Bidens, Acanthospermum, Ageratum,
Melampodium, Xanthium

C. CARACTERÍSTICAS DE PLANTAS INVASORAS

1. Introdução

O conhecimento inadequado das plantas invasoras em si limita seriamente o desenvolvimento de métodos avançados de controle. Como no caso das demais pragas e moléstias (insetos, doenças, nematôides, etc.) que atacam os cultivos, devemos conhecer muito melhor o ciclo de vida e as características de cada planta invasora. Assim, podemos encontrar um ponto de ataque no qual a erva daninha seja mais vulnerável. Por isso, quaisquer diferenças entre o cultivo (hábito de crescimento, morfologia, fisiologia, etc.) e a erva má devem ser investigadas.

Todas as definições de uma erva má ou planta invasora são baseadas na indesejável presença de tal planta em relação ao homem numa determinada situação. Então, uma planta é má, daninha ou não desejada em termos de uma atitude humana. Talvez, a definição mais simples seja "planta que interfere com os objetivos do homem numa situação específica".

Assim, qualquer planta, mesmo um cultivo, pode ser uma planta invasora, mas, na prática, há algumas plantas que, em razão das características e do comportamento são denominadas daninhas.

Dentre talvez 30.000 ervas más no mundo inteiro, aproximadamente 1.800 causam perdas econômicas sérias à agricultura, cada ano. Upton e Herberger (6) têm reportado que as dez invasoras mais importantes na agricultura (ocorrem nas principais culturas do mundo e são encontradas em todas as regiões onde se acham tais culturas) são:

1. Cyperus rotundus

2. Cynodon dactylon

3. Echinochloa crusgalli

4. Echinochloa colonum
5. Eleusine indica
6. Sorghum halepense
7. Panicum maximum
8. Imperata cylindrica
9. Lantana camara
10. Eichhornia crassipes

Nota-se que oito são gramíneas ou ciperáceas, sendo apenas duas de folha larga. Das oito mencionadas, cinco são perenes.

Os mesmos autores (7) observaram que existem outras ervas tão prejudiciais à agricultura quanto as mencionadas anteriormente, mas que se encontram apenas em algumas áreas do mundo - isto é, são de distribuição restrita. - Por exemplo, Monochoria vaginalis, uma folha larga, é problema sério em arroz, mas, especificamente na Ásia, embora exista também na Califórnia, EE.UU. - Rottboellia exaltata, uma gramínea, é séria em algumas regiões da América Latina.

Na Colômbia, atualmente, muitas plantações de milho estão sendo abandonadas porque os colhedores recusam-se a trabalhar por causa dos milhares de espinhos finos e agudos, presentes na semente de Rottboellia, que lhes penetram nos braços e nas pernas.

Estes são apenas alguns exemplos que mostram a seriedade dos problemas causados pelas ervas daninhas. Para melhor compreendermos este conceito - a erva má ou planta invasora e aprendermos algo mais sobre suas características, vamos dizer alguma coisa sobre a ecologia de ervas daninhas.

. Ecologia de Plantas Invasoras

Esta disciplina é o estudo das relações recíprocas entre organismos e seu ambiente. A ecologia de ervas não trata das características e das adaptações que deixam com que as ervas daninhas possam aproveitar dos nichos ("habitats") ecológicos abertos nos ambientes alterados pelo homem e também, dos

mecanismos de sobrevivência que dão condições às ervas mãs persistirem em tais ambientes.

Origem de Ervas Daninhas

Julga-se que as ervas daninhas tiveram origem com os distúrbios naturais, tais como a glaciação, os desmoronamentos de montanhas, a ação de rios e mares, etc. Com o correr de milhares e milhares de anos de adaptação a tais ambientes, as ervas já tinham a capacidade de sobreviver em ambientes de distúrbios da terra, causados pelo homem nas suas atividades. Com a seleção e domesticação de várias plantas (e animais), as ervas evoluíram juntamente e em conformidade às práticas agropecuárias empregadas, mas sempre em lugares de distúrbios causados pelo homem e seus animais.

"Habitat"

É onde vive a erva daninha. O "habitat" ou ambiente fornece as condições necessárias para a erva mã, tais como água, sais minerais, luz, proteção, suporte ou apoio, etc.

A erva daninha vive onde pode. Uma só planta pode não se adaptar a qualquer "habitat" ou ambiente. Ou vive ou morre. Uma espécie, com o correr dos séculos, pode evoluir e adaptar-se a novos "habitats". Mesmo assim, por causa da rusticidade (grande fonte genética) de algumas ervas mãs, pode acontecer que um ecótipo (variante dentro de uma espécie) sobreviva num novo "habitat", espalhando-se para outras regiões. Por exemplo, no caso do capim maçambará (Sorghum halepense), é uma erva daninha que modernamente está se infiltrando cada vez mais nas regiões temperadas do mundo. Muitas ervas mãs têm uma grande amplitude ecológica. Isto quer dizer que tal erva possui características que lhe permitem a sobrevivência em muitos ambientes diferentes. Por exemplo, o capim pé-de-galinha (Eleusine indica) é encontrado em muitas regiões do mundo, tanto nos trópicos como em áreas de clima mais temperado. A tiriúca (Cyperus rotundus) é

encontrada mais nas regiões quentes e úmidas, isto é, nas áreas tropicais e subtropicais. A amplitude ecológica de outras ervas é menos ampla. Por exemplo, a contraparte ou correspondente de Cyperus rotundus é Cyperus esculentus, que é problema nas regiões de climas subtropicais e temperados. A distribuição de C. esculentus é bem mais restrita do que a de C. rotundus.

Em cada "habitat", a população de ervas mostra certa plasticidade de respeito da sua densidade. Cada parcela de terra suporta uma determinada quantia de massa verde composta de apenas ervas daninhas, de ervas e cultura ou de apenas cultura, dependendo do meio ambiente e das práticas agrícolas adotadas. Uma vez preparado o solo para o plantio, a população de plantas cresce rapidamente, até chegar a um ponto de concorrência entre elas, por água, sais minerais, luz, espaço e outros fatores necessários. Mais tarde, também, pode ocorrer ainda maior concorrência por luz, quando se acham mais crescidas. Com esta competição, o porte de cada planta diminui e algumas morrem, ou então, a população poderá sofrer uma redução em número de indivíduos, atingindo cada planta restante maior porte.

Distribuição

Hoje, as ervas daninhas encontram-se onde se acha o homem, porque é ele quem provê o ambiente favorável a elas. Nas suas atividades agropecuárias, o homem cria um micro-ambiente especial. Assim, todas as ervas daninhas ocorrem em locais ocupados ou mais ou menos modificados pelo homem, tais como em culturas, viveiros, sementeiras, gramados, florestas, margens de estradas, etc. As populações de ervas são compostas de espécies nativas ou indígenas e de espécies introduzidas. Com os modernos meios de transportes, é fácil a erva daninha alastrar-se de uma região para outra, de um país ou continente para outro. Muitas vezes, as ervas não introduzidas se dão muito bem com o novo ambiente, por causa de ótimas condições de solo, clima, etc., onde a competição de outras plantas é menor ou quando certas pragas e doenças da erva em questão, estão ausentes.

Atualmente, existem algumas ervas daninhas que se espalham mais pelo mundo do que outras. Por exemplo, as ervas de plantas cultivadas em muitas regiões do mundo são as mesmas (assumindo condições ambientais semelhantes), por causa do transporte fácil de sementes e propágulos, hoje em dia. Não se pode dizer o mesmo com respeito às ervas de pastagens, sendo muitas destas (as pastagens), plantas nativas, e não tão melhoradas ou domesticadas como as culturas.

As ervas mãs podem ser diferenciadas com relação ao clima:

- Climas quentes - Cyperus rotundus, Cynodon dactylon, Paspalum conjugatum, Sorghum halepense e Sesbania exaltata
- Climas temperados - Avena fatua, Poa annua, Rumex crispus e Taraxacum officinale
- Áreas secas - Tribulus terrestris e Bromus tectorum
- Áreas úmidas - Echinochloa spp., Eichhornia crassipes, Typha spp. e Heteranthera limosa
- Distribuição universal - Amaranthus spp., Eleusine indica, Digitaria sanguinalis, Portulaca oleracea e Datura stramonium

As condições locais de solo também afetam a distribuição de plantas invasoras:

- Solos ácidos - Pteridium aquilinum, Rumex acetosella e Spergula arvensis
- Solos alcalinos - Cressa sp., Sonchus sp. e Agropyron repens
- Solos salinos - Alguns membros das famílias Chenopodiaceae, Polygonaceae, Amaranthaceae, Gramineae e Cyperaceae
- Solos de fertilidade baixa - Muitos exemplos, incluindo Andropogon virginicus

Os distúrbios do solo também influem na composição de ervas mãs. Quando a profundidade é rasa, as ervas daninhas perenes, tendo raízes profundas, tendem a aumentar em número, não sendo, assim, controladas com arações ou grade.

ções frequentes, estas mesmas perenes tendem a desaparecer. As reservas alimentícias das raízes nesta situação diminuem até a planta morrer. Por exemplo, Cynodon dactylon pode ser bem controlada nos lugares onde há um período seco estabelecido, durante o correr do ano, com gradeações periódicas.

Há ervas daninhas obrigatórias que vivem somente em associação com o homem. Estas plantas nunca foram encontradas no estado silvestre. São exemplos, Raphanus raphanistrum e Convolvulus arvensis.

As ervas mãe que frequentam lugares silvestres ("habitats" primários) e também "habitats" cultivados são denominadas facultativas. São incluídas neste grupo, as espécies de Opuntia e Allium.

Sucessão na Flora de Ervas Daninhas

Uma vez a agricultura foi definida como "uma luta contra as ervas daninhas" e, por sua vez, o controle de ervas daninhas pode ter esta definição : "uma luta contra a natureza". Sempre há uma sucessão dinâmica na vegetação da terra recém-preparada até a floresta.

A sucessão é a série de estágios consecutivos, através dos quais a vegetação de uma determinada área alcança um estágio final de equilíbrio, chamado clímax. A série destes estágios também se chama sere. Quanto às ervas daninhas, a sere chama-se plagiossere, porque é uma série interrompida e modificada pela ação do homem. Quando o clímax não é realizado, chama-se subclímax. A sucessão pode ser primária quando o local anteriormente não teve seres vivos, como por exemplo, um vulcão que emerge num oceano ou uma rocha recentemente exposta. As plantas daninhas são pioneiras de sucessões secundárias.

Quando o homem começa a desenvolver a agricultura de uma área virgem, ele destrói a vegetação natural e a substitui por uma vegetação artificial. As ervas daninhas logo aparecem, e a sucessão começa a partir do estágio herbáceo. (O lavrador sempre quer deixar a sucessão neste ponto.) Com efeito, ele substi-

tui o plagioclímax por clímax. Se a área for abandonada, a sucessão continuará até alcançar o clímax. Então, a sere completa pode ter várias partes: herbácea (gramíneas e ervas de folhas largas), lenhosa ou arbustiva, seguida pelo clímax arbóreo. Por exemplo, no Equador, é comum em certos lugares queimar a floresta e plantar logo em seguida. Durante o primeiro ano, as culturas praticamente não têm ervas. No segundo ano, as gramíneas já constituem um problema. No terceiro ano, o rendimento, por causa da concorrência das ervas (gramíneas e de folha larga), é tão baixo que a área é abandonada. A sucessão daí em diante se faz por folhas largas, mais tarde, por arbustos e, finalmente, por árvores. A semelhança do novo clímax com o velho não é total. Provavelmente algumas espécies terão desaparecido e outras ter-se-ão naturalizadas. Mas, de qualquer forma, o controle de ervas daninhas visa deixar a vegetação espontânea num estágio inicial herbácea, impedindo, assim, o prosseguimento da sucessão.

As ervas, numa determinada situação, por exemplo, num plantio de milho, existem em populações ou associações, competindo ou concorrendo com outras plantas, sejam elas, outras ervas ou culturas. A competição se desenvolve quando a demanda por água, nutrientes, luz e, possivelmente, dióxido de carbono excede a quantidade disponível no meio ambiente. Esta concorrência resulta na associação característica ervas más/cultivo. As ervas daninhas mais capazes de concorrer no ambiente em questão (espaçamento, densidade de plantio, fertilidade, vigor de cultivo, etc.) são aquelas mais associadas e mais nocivas ao cultivo. (Usualmente há várias espécies de ervas em cada população.) Estas populações compõem-se de invasoras reais e invasoras potenciais, dependendo das condições existentes no meio ambiente que favoreçam ou não o crescimento e desenvolvimento das ervas. Dentre as invasoras reais, encontram-se algumas dominantes e secundárias. As dominantes são as que por suas grandes características agressivas em concorrer com as culturas, como também pela habilidade de se propagarem rapidamente, são mais nocivas

As secundárias são de menor importância, embora também façam concorrência, etc. No entanto, as secundárias facilmente podem transformar-se em dominantes, por diversas razões, tais como, mudanças no tempo, mudanças nas populações de insetos ou doenças que atacam as ervas (que também se vincula ao tempo) e mudanças nas práticas agrícolas. No primeiro caso, um ano mais chuvoso (ou mais frio) que o normal pode fornecer as condições ambientais ótimas para o aparecimento de um número elevado de uma ou várias espécies de ervas. O próprio tempo influi no segundo caso. No terceiro, há várias práticas agrícolas que afetam a composição de uma tal população de ervas daninhas. Plantar uma só cultura, durante muitos anos, comumente causa um aumento no número de algumas invasoras. Isto é, algumas se tornam dominantes ou mais nocivas do que outras. Por exemplo, em trigo, a gramínea Avena fatua desenvolve-se rapidamente, em razão da semelhança da cultura. Germina, cresce, desenvolve-se e produz sementes dentro do ciclo do trigo. Sendo gramínea, como o trigo, é ainda de mais difícil controle. No plantio contínuo de milho pode-se notar um aumento em algumas ervas, como Ipomoea spp. Se não for controlada, esta erva pode tomar conta do milho em pouco tempo. Ao contrário, a rotação de cultivos evita ou reduz este problema, não permitindo que algumas ervas se tornem tão dominantes.

A fertilização também pode mudar a população das ervas. Existem ervas mais com maior capacidade que outras de extrair sais minerais do solo. Quando um campo é mal fertilizado, as dominantes não se destacam muito, porém, com a adubação melhorada, algumas ervas crescem de tal maneira que se tornam dominantes. Uma só planta de diversas espécies de Brassica (mostarda), por exemplo, pode conter até duas vezes a quantidade de nitrogênio e fósforo e quatro vezes a quantidade de potássio e água, do que uma planta de aveia (9).

A cultivação mecânica é outro meio, em razão da qual a população de ervas se muda. As cultivações podem prevenir o estabelecimento de algumas ervas perenes. Com o uso constante de herbicidas para controlar ervas anuais, e onde falta

a cultivação mecânica (onde não há distúrbios do solo), algumas ervas perenes resistentes a estes mesmos herbicidas podem aparecer, constituindo isto um problema, isto é, ervas de difícil controle ou erradicação.

Além disso, a cultivação mecânica, no caso de ervas perenes com estolhos, tubérculos, bulbos ou rizomas, podem causar grande infestação de uma erva, onde anteriormente este problema não se verificava. O implemento de cultivação pode cortar e arrastar pedaços de tais propágulos vegetativos para várias partes do campo onde não existiam antes. O capim maçambarã (Sorghum halepense), a tiririca (Cyperus rotundus), a grama seda (Cynodon dactylon), etc. são comumente espalhados assim.

O uso de herbicidas muitas vezes influi na população de ervas nas culturas. Mesmo os herbicidas de espectro amplo quase sempre deixam algumas ervas escaparem. Estas, que não estão mortas, podem reproduzir-se, e na ausência de competição (das ervas que foram mortas), sua população aumenta cada vez mais. Assim, as ervas daninhas secundárias ou as invasoras potenciais passam a ser as dominantes. Por exemplo, numa plantação de milho, às vezes, o maior problema de ervas é o da folha larga. Com o uso de 2,4-D a população de ervas de folha larga diminui, enquanto a população de gramíneas cresce rapidamente por falta de concorrência.

Em muitas áreas, em certos lugares do Brasil, agora está sendo cultivada a soja. Nestas áreas, o primeiro problema de invasoras, muitas vezes, é a gramínea. O herbicida trifluralin tem sido aplicado em grande escala. Com o resultante controle de gramíneas o problema transformou-se em ervas daninhas de folha larga, principalmente Polygonum spp. e Euphorbia spp.

Em outro caso, o uso repetido de atrazine em milho selecionou para uma forma resistente de Senecio vulgaris, uma composta nociva. Então, a população daquela forma de erva aumentou rapidamente, tornando-se um problema sério.

Em resumo, a população de ervas numa determinada área, seja composta de invasoras potenciais, ervas daninhas secundárias ou dominantes, está sempre em dinâmica. Dependendo da ação (ou inação) do homem, a população sofre mudanças

contínuas. A meta do lavrador, então, é fazer todo o possível para favorecer o crescimento da cultura e prejudicar o crescimento da erva daninha, que é, na realidade, a definição mais exata de controle de ervas daninhas.

3. Mecanismos de Sobrevivência

As plantas invasoras são altamente capazes de sobreviver (reproduzir-se, estabelecer-se e persistir) em lugares de distúrbio criado pelo homem em suas atividades.

A reprodução das plantas invasoras é efetuada por sementes ou por propágulos vegetativos ou por ambos os meios.

Sementes

1. Produção - Normalmente, as ervas produzem muitas sementes. Isto assegura uma probabilidade alta de dispersão e restabelecimento de uma infestação.

Exemplos de plantas que produzem grande número de sementes:

<u>Orobanche elatior</u>	270.000
<u>Amaranthus retroflexus</u>	117.400
<u>Digitaria sanguinalis</u>	8.850
<u>Avena fatua</u>	250

Embora a produção de Avena fatua seja pequena, ela germina ao mesmo tempo que o trigo, e produz sementes antes da colheita dessa cultura. Não sendo o trigo cultivado, isto assegura a infestação.

A beldroega (Portulaca oleracea) e algumas outras invasoras podem ser cortadas até antes de florescerem e ainda produzem milhares de sementes viáveis.

A erva perene não tem tanta dependência em sementes para propagar-se como a anual. Mesmo assim, há certas ervas perenes altamente nocivas, por que além de produzirem sementes em abundância, propagam-se, também, vegetativamente.

2. Dormência - A dormência deixa que as ervas sobrevivam e persistam, apesar dos distúrbios drásticos feitos ao solo na produção agrícola. As ervas daninhas têm sementes que germinam somente sob certas condições restritas do ambiente. É por isso que há sempre sementes prontas a germinarem no solo. Ao contrário, as sementes de cultura germinam facilmente sob condições favoráveis de temperatura, umidade, etc.

Basicamente, são três tipos de dormência:

a. Inerente - Esta dormência é uma qualidade própria da semente quando se desprende da planta. Para a germinação, é preciso um período de amadurecimento que pode ser feito por congelamento e descongelamento repetido ou por lixiviação de inibidores naturais presentes na semente.

As condições de dormência induzida e forçada dependem das interações entre a semente e o ambiente.

b. Induzida - Este tipo se desenvolve quando uma semente não dormente se torna dormente depois de sofrer a ação de altos níveis de dióxido de carbono, altas temperaturas de solo, etc. Esta dormência persiste depois de remover tais condições ambientais.

c. Forçada - As condições ambientais controlam a germinação, e quando elas são removidas a germinação ocorre rapidamente.

As causas de dormência são até hoje obscuras, e podem ser:

a. Inerentes - Pensa-se que as causas sejam:

- embriões rudimentares

- embriões imaturos

- tegumento restritivo

- tegumento impermeável

- Inibidores de germinação

b. Induzida e

c. forçada - Os dois tipos podem acontecer ao enterrar as sementes, por exemplo, na aração ou gradeação e por outras razões.

Até hoje, a dormência é um mecanismo de sobrevivência muito eficiente. Ela permite que as sementes persistam por muitos anos de distúrbios no solo.

3. Germinação - Heydecker (5) reportou quatro estágios de germinação:

a. Crescimento perceptível do embrião e a saída, pelo tegumento, da radícula e posteriormente, da parte aérea.

b. Alongação subterrânea, principalmente, da raiz primária.

c. Emergência da parte aérea, que pode ser do tipo epígeo (feijão) ou hipógeo (ervilha).

d. Crescimento independente, à custa da fotossíntese.

Para ocorrer a germinação, a entrada d'água por imbibição é necessária.

As sementes que germinam sob as mesmas condições ambientais (com a cultura) e ao mesmo tempo (ou antes) são as piores.

A variação em requisitos para a germinação parece ser tão complexa como os níveis de dormência nas sementes invasoras.

4. Germinação nas Condições de Campo - Embora normalmente haja um número elevado de sementes de ervas mãs no solo, muitas destas não germinam por muito tempo - fator muito importante na sobrevivência. Há vários requisitos quanto à germinação no campo:

- Temperatura - A temperatura ótima é muitas vezes específica; variações na temperatura podem cessar a dormência, e, às vezes, um certo número de calorías é necessário.

- **Umidade** - Enbebição por amido e, mais tarde, pelo embrião, é necessária. A secagem e a molhagem alternadas removem substâncias inibidoras, por exemplo, em Digitaria spp. e Setaria spp.
- **Profundidade** - Geralmente há germinação com profundidades não maiores que quatro vezes o diâmetro da semente.
- **Distúrbios** - Na maioria das espécies, a germinação é estimulada pelos distúrbios superficiais do solo, que, por abrasão, facilitam a abertura do tegmento da semente, proporcionam melhor aeração, maior umidade, maior produção de nitratos e melhor regime de luz.
- **Luz** - Estas reações são muito complexas. Existe uma grande variedade no comportamento de várias espécies quanto a intensidade, duração e tipo de luz.
- **pH** - A maioria das ervas daninhas tem um intervalo grande neste aspecto, garantindo, assim, o estabelecimento.
- **Adaptações Morfológicas** - As sementes de muitas gramíneas e compostas têm protuberâncias que facilitam a penetração no solo e germinação subsequente.

Um dos maiores problemas para quem luta contra as ervas daninhas é a periodicidade de germinação. A remoção de "sementeiras" ajuda, mas, sempre há muitas sementes que restam (que não germinaram) para assegurar a infestação futura. Num estudo, a germinação de Amaranthus retroflexus teve picos de maior intensidade aos 10, 22, 44 e 70 meses depois de plantadas as sementes, aos 20°C. (1,2)

5. Estabelecimento, Sobrevivência de Sementes e Mortalidade --

Quanto ao estabelecimento, as ervas daninhas, geralmente, desfrutam de crescimento precoce, rápido e extensivo de raízes, especialmente, da raiz

primária. Excelentes exemplos são encontrados nas famílias Compositae e Cruciferae. Muitas vezes, os cotilédones são do tipo foliar, tendo grande capacidade de crescimento, como em Xanthium, Raphanus e Ricinus. Muitas gramíneas possuem caules múltiplos que facilitam também o crescimento rápido. O armazenamento de água logo cedo na vida da erva daninha também permite a sobrevivência, como em Jatropha. A posição da folha, que muda durante o dia, interceptando, assim, menos luz solar e economizando água, é importante em algumas espécies, como Portulaca. Várias ervas mas também têm a capacidade de permanecerem (estágio de plântula) num estado de quiescência, tolerando, assim, condições provisórias inadequadas de desenvolvimento. Digitaria spp. são exemplos desta adaptação fisiológica.

Um outro fator da sobrevivência de ervas daninhas é a grande resistência, em geral, às doenças, enquanto se encontra na forma de plântula.

Propágulos Vegetativos

Reprodução vegetativa ou assexual é um mecanismo de sobrevivência de maior importância nas ervas daninhas perenes. As partes vegetativas destacam-se da planta-mãe, formando, assim, indivíduos novos. Este tipo de propagação é realizado por:

- Caules rastejantes e epígeos ou estolhos, capazes de se enraizar nos nós - Cynodon dactylon.
- Caules hipógeos ou rizomas - Sorghum halepense.
- Bulbos e bulbilhos subterrâneos - Allium spp., Oxalis spp.
- Bulbilhos aéreos - Allium vineale.
- Tubérculos subterrâneos - Cyperus rotundus.
- Raízes com gemas (que brotam quando há corte artificial) - Cirsium arvense, Sonchus arvensis e Convolvulus arvensis.

Os propágulos vegetativos têm duas características importantes : a dormência e reservas alimentícias. Também estes órgãos, usualmente, resistem à destruição por meio de cultivos, arado, etc. De alta importância, são algumas ca

características inerentes às ervas perenes, tais como: ciclo de vida, profundidade de penetração de raízes e rizomas, profundidades delas, das quais a regeneração ocorre, a idade em que a plântula assume as características perenes, potencial de produção e disseminação de sementes e a resistência da planta ao controle.

Algumas ervas perenes possuem mais de um meio de propagarem-se. Existe um tipo de alho silvestre que dispõe de três espécies de propágulos vegetativos, e ainda semente. Ele tem dois tipos de bulbos subterrâneos, moles e duros e bulbilhos aéreos.

Em relação aos órgãos subterrâneos, as plantas perenes podem ser classificadas em:

- Perenes simples, nas quais a reprodução sexuada é a única que se dá normalmente; a multiplicação vegetativa ocorre só por corte artificial, como em Taraxacum officinale.
- Perenes bulbosas, nas quais ocorre multiplicação através de bulbos ou bulbilhos, como em Allium vineale.
- Perenes rizomatosas, nas quais ocorre multiplicação através de rizomas ou de raízes rastejantes; tais rizomas ou raízes podem ser rasas (até 20-25 cm de profundidade) como em Cynodon dactylon ou profundas (até um metro e meio), como em Convolvulus arvensis.
- Perenes tuberculosas, nas quais a multiplicação ocorre por meio de tubérculos, geralmente providos de muitas gemas, como em Cyperus rotundus.

Há certas espécies de ervas más que se reproduzem por dois tipos de órgãos vegetativos. Convolvulus arvensis possui raízes e rizomas e Cynodon dactylon tem estolhos e rizomas. Estas ervas perenes têm grande capacidade de reprodução vegetativa.



Apesar de sua persistência em várias culturas, as ervas perenes - são mais sérias nos ambientes de distúrbios mínimos do solo, porque assim, os propágulos vegetativos não são destruídos.

Usualmente, os propágulos vegetativos têm uma reserva enorme de substâncias alimentícias, permitindo a sobrevivência em períodos de distúrbio para a planta. Por exemplo, as raízes de Cirsium arvense podem manter a planta viva por muitos meses, enquanto toda a parte aérea verde é removida logo que aparece.

A regeneração de propágulos vegetativos também garante a infestação no caso de perenes, tais como Sorghum halepense, Cynodon dactylon e Cirsium arvense. Com a remoção de dormência apical, as outras gemas de estolhos, rizomas, raízes, etc. germinam com facilidade, propagando, assim, indivíduos novos. Por exemplo, pedaços de 0,5 cm de comprimento de raízes de Cirsium arvense podem, comumente, mostrar uma capacidade de germinação de 80%.

Muitas ervas daninhas (especialmente perenes) dispõem de raízes profundas e extensas. Paczosky (11) reportou que raízes de Cirsium arvense e Euphorbia virgata penetraram até 6,5 m e 3,25 m, respectivamente. Pavlychenko (12) determinou que, apenas uma raiz seminal de Avena fatua mediu 6,52 quilômetros.

Outros fatores importantes na sobrevivência são:

- Rapidez em crescimento - Com maturidade cedo completada com floração e produção de sementes.
- Densidade alta de população (efeito de tapete) - Por exemplo, Galinsoga, Abutilon e Digitaria muitas vezes apresentam populações altas que podem afogar um cultivo crescendo mais lentamente.

- Tamanho e área superficial total - Em estudos feitos por Pavlychenko (12) num campo de trigo, na época de floração do cultivo, as áreas superficiais (folhas) de Sinapsis arvensis, Amaranthus retroflexus e trigo foram 7.300 cm², 1.400 cm² e 140 cm², respectivamente.

- Mau odor, espinhos, etc. que protegem a planta contra animais, aves, etc.

Dispersão de Samantas e Propágulos Vegetativos

A dispersão ou disseminação (distribuição à distância de novos indivíduos independentes) é efetuada por meio de vento, água, animais (incluindo o homem) e é, com certeza, um dos maiores fatores de agressividade. Chama-se disseminulo qualquer parte da planta capaz de prover origem a um novo indivíduo - uma parte vegetativa, um esporo, uma semente ou fruto contendo uma semente.

a. Sementes

Algumas sementes são providas de adaptações especiais que facilitam a disseminação pelo vento, por exemplo, os paraquedas das asclepiadáceas e das compostas. Algumas ervas, como Salsola kali, Amaranthus albus e Solanum rostratum têm sementes que se desprendem com dificuldade. Seus pêlos enaranham-se, a planta desprende-se do solo e fica rolando por meses antes de terminar a sua disseminação. Em outros casos, inflorescências maduras podem se desprender inteiras e são levadas pelo vento, como em Panicum capillare e Eragrostis ciliaris.

Muitas sementes flutuam n'água, e, assim, espalham-se. Por exemplo, algumas ciperáceas possuem involúculos membranosos que retêm ar. Algumas espécies de Rumex têm sépalas internas que envolvem o fruto (aquênio) e facilitam a flutuação.

Outro fator importante na sobrevivência de sementes de plantas invasoras é a habilidade de permanecerem viáveis depois de terem se submetido a tempos longos de submersão. Shull (13) manteve sementes de várias espécies de baixo d'água por quatro anos e meio. No fim deste período do experimento, eram ainda viáveis as sementes de algumas espécies, incluindo as de Digitaria sanguinalis. A germinação de 48% e 45% de sementes de Cynodon dactylon e Sorghum halepense, respectivamente, foi verificada depois de 38 dias de submersão num experimento de Thumber (15).

Existem, também, vários animais e pássaros que transportam as sementes de ervas daninhas. Muitas sementes, assim disseminadas, contam com a presença de adaptações morfológicas, tais como aristas (gramíneas como Cenchrus echinatus), ganchos ou bárbas (Xanthium, Acanthospermum, Bidens). Mesmo sem esta adaptação, o disseminulo pode ficar preso no pêlo de mamíferos ou nas penas de aves.

Às vezes, os disseminulos são ingeridos e expulsos nas fezes (o que muitas vezes não prejudica a viabilidade da semente ou propágulo vegetativo, e sim, até a estimula).

b. Propágulos Vegetativos

Como no caso de sementes, a dispersão de propágulos é feita pela água, pelo vento e, especialmente, pelo homem. Por exemplo, este último, durante o preparo do solo, arrasta pedaços de raízes (possuidoras de gemas), rizomas, estolhos, etc. pelo campo. Os propágulos também são levados por maquinaria agrícola, através do solo, de produtos agrícolas, etc.

Mas, é o homem que, em primeiro lugar responde pela disseminação de sementes e propágulos de ervas daninhas à grande distância. Hoje em dia, o transporte é facilíssimo. Com o movimento de equipamentos agrícolas de um campo para outro, com o envio de sementes selecionadas (infelizmente, às vezes, contendo sementes de invasoras), com o despacho de mudas de fruteiras (a terra envolvendo as raízes da muda provida de raízes, estolhos, bulbos, rizomas, etc.) de um local para outro, etc., a dispersão de plantas mães é provável.

Teletoxicidade

A teletoxicidade ou alelopatia é uma das interações complexas envolvendo o solo, a rede de raízes emaranhadas das ervas daninhas e da cultura e os resíduos orgânicos destas plantas em vários estágios de decomposição. Mais especificamente, a teletoxicidade se define como a ação e interação destas diversas substâncias supramencionadas com a germinação o crescimento e o desenvolvimento de plantas, particularmente nos aspectos adversos.

As tres formas de teletoxicidade mais comuns são:

1. excreção de toxinas pela planta viva

- Raízes de Digitaria sanguinalis inibem a germinação de girassol
- Raízes de Setaria spp. inibem o crescimento de milho. - Estolhos de Agropyron repens reduzem tanto a germinação como o crescimento de Brassica spp. Tem sido observado que partes subterrâneas de Cyperus rotundus afetam adversamente o desenvolvimento de culturas tais como milho, etc. Extratos aquosos de diversas ervas daninhas contem inibidores de germinação. Por exemplo, Canavalia ensiformis produz este efeito em Cyperus rotundus.

2. formação de toxinas pela planta em decomposição sob condições de solo aeróbicas ou anaeróbicas

- aeróbicas - Artemisia e Encelia farinosa (folhas) previnem o desenvolvimento de outras plantas circunvizinhas.

- anaeróbicas - A presença de raízes e rizomas de Agropyron repens reduz o crescimento de várias culturas.

3. alteração do índice carbono/nitrogênio do solo pela planta em decomposição

- Agropyron repens as vezes causa uma elevacao deste indice.

Em geral, esta acao teletóxica-mao tem recebido a devida atencao.

Talvez a agressividade de membros das ciperáceas (Cyperus, Scirpus, etc.) e dos gramíneas (Agropyron, Arundo, Cynodon, Imperata, Panicum, Paspalum, Saccharum, Sorghum, etc.) se deva, em grande parte, as fitotoximas liberadas de órgãos de plantas vivas ou mortas. Mais pesquisa deve ser realizada nas condições de campo especialmente, para elucidar melhor este assunto.

4. Características Morfológicas e Fisiológicas Importantes no Controle de Plantas Invasoras

Quantidade de cera na folha

As plantas cujas folhas têm a superfície com alto grau de cerosidade, tais como Allium vineale, Portulaca oleracea e Sorghum halepense, repelem as gotículas do herbicida aplicado. A adição de surfatantes (agentes ativadores de superfícies) aumenta o umedecimento das folhas, ou espalhantes proporcionam melhor distribuição da gotícula. Inversamente, esta película cerosa na superfície das folhas de algumas culturas, por exemplo, abacaxi, aumenta o espectro de herbicidas que podem ser usados no combate às ervas daninhas.

Pêlos nas folhas

Evita o contato mais íntimo das gotículas da pulverização com a superfície das folhas. Há ocasiões, entretanto, que esta pilosidade incentiva a retenção do herbicida quando a superfície dos pêlos fica saturada.

Formato e ereção das folhas

A quantidade de substância química que permanece sobre a planta após ser feita a pulverização nas folhas, é afetada pela posição ou ângulo em que se apresentam as folhas e pelo seu formato. Quando elas são eretas e estreitas retêm menos substância do que quando largas e na posição horizontal.

Estômatos

Os estômatos variam em número, localização e tamanho, nas diferentes espécies de plantas. Podem ser encontrados tanto em ambos os lados das folhas (superfície superior e inferior) ou apenas na parte inferior. O número de estômatos pode ser até 10 vezes maior em algumas espécies. Nas plantas que possuem estômatos grandes e em maior número em ambas as superfícies, a absorção do herbicida mata com mais facilidade do que aquelas que possuem poucos e pequenos estômatos.

Cutícula

A espessura e a natureza da cutícula varia de uma espécie de planta para outra, dependendo da idade e das condições do meio-ambiente. As folhas - que se desenvolvem na sombra possuem cutícula mais fina do que as que crescem em pleno sol, e as folhas novas têm a cutícula mais fina do que a das velhas. Assim, a camada de ervas daninhas sombreadas numa cultura amadurecida ou crescida, é mais fácil de ser exterminada do que uma cultura exposta ao sol intenso.

Localização dos meristemas

A localização dos meristemas das plantas pode determinar a seletividade do herbicida. Os meristemas das gramíneas encontram-se na parte inferior - da planta e podem ser protegidos dos herbicidas de contato, pelas folhas circunvizinhas ou pelas bainhas das mesmas. As plantas de folhas largas geralmente têm os meristemas expostos na ponta dos brotos ou rebentos ou nas axilas das folhas, e estes podem ser facilmente destruídos com uma boa distribuição de um herbicida de contato.

Idade

A idade da planta invasora muitas vezes determina seu comportamento perante um herbicida específico. As plantas mais jovens geralmente são extinguidas com mais facilidade do que as plantas velhas (maduras). Os herbicidas de pré-emergência que matam sementes (na germinação) de ervas daninhas ou plântulas, comumente têm pouco efeito para com as ervas já estabelecidas.

Taxa de crescimento

Em geral, as plantas que se desenvolvem rapidamente são mais suscetíveis aos herbicidas do que as ervas que crescem lentamente.

Sistemas de Raízes

As ervas anuais num campo de culturas perenes podem ser controladas, em virtude das culturas perenes possuírem sistemas de raízes profundas e extensas. As raízes profundas se restabelecem dos danos sofridos nas partes da plan

ta acima da superfície, enquanto que as ervas anuais, tendo raízes pouco profundas, são exterminadas. Também, as raízes profundas não são afetadas pelos herbicidas aplicados na superfície do solo.

Translocação

Os níveis variados de translocação causados por diferenças em espécies ou idade de ervas são importantes na determinação de seletividade herbicida. A translocação fraca de 2,4-D em gramíneas contribui para sua resistência a este herbicida, enquanto as ervas daninhas de folhas largas conseguem translocar 2,4-D e são, por conseguinte, mais suscetíveis.

Sistemas de Enzimas

A presença de certos enzimas nas plantas provocam respostas diferentes aos herbicidas. A ausência de ou talvez uma taxa reduzida de β -oxidação de 2,4-DB para 2,4-D nos legumes, em contraste com a mesma em certos tipos de ervas daninhas resulta na conservação da cultura de legumes e numa destruição para as ervas daninhas.

O milho possui um sistema de enzimas que retira a parte tóxica do simazine, removendo, assim, o átomo de cloro da molécula, o que outras plantas não conseguem fazer.

O arroz tem um sistema de enzimas que pode desintoxicar o propanil, o que as ervas daninhas não podem fazer - daí a suscetibilidade destas.

5. Classificação de Plantas Invasoras

Existem várias maneiras de classificar as plantas invasoras, isto é, porque as ervas más são muito diversificadas com relação ao "habitat", ciclo de vida, fisiologia, morfologia, etc. (Embora as ervas daninhas sejam tratadas posteriormente, esta discussão trata apenas das terrestres.)

Classificação por ciclo de vida

- Plantas monocarpicas florescem e frutificam quando do término de seu ciclo, permanecendo no solo em forma de semente.

Anuais - Vivem menos de um ano - Amaranthus spinosus

Anuais de inverno - germinam no verão tardio ou outono e crescem lentamente durante o inverno. Completam o crescimento, florescem e produzem sementes na primavera e no verão do ano seguinte.

Anuais de verão - germinam, se desenvolvem e frutificam da primavera ou do verão até o verão ou o outono, isto é nos meses quentes.

Bianuais - Vivem até dois anos; no primeiro ano desenvolvem-se vegetativamente, produzindo uma roseta de folhas basais.

No segundo ano, florescem e produzem frutos - Daucus carota

Verbascum thapsus.

- Plantas policarpicas são perenes e florescem e frutificam todos os anos, uma vez adultas.

Perenes simples - Normalmente reproduzem somente por semente. No entanto, se a raiz for cortada, os pedaços restantes reproduzem-se vegetativamente. - Taraxacum officinale.

Perenes arrastadoras - Reproduzem vegetativamente por rizomas, estolhos, raízes, bulbos ou tubérculos. - Cyperus rotundus, Cynodon dactylon.

Perenes herbáceas - A parte aérea morre cada ano após a floração, enquanto que a parte subterrânea permanece viva, florescendo nos anos seguintes. - Rumex acetosella, Sorghum halepense.

Perenes lenhosas - Partes aéreas se desenvolvem ano após ano, produzindo sementes cada ano. - Bambusa spp.

Classificação por "habitat"

- Plantas herbáceas, que são na maioria anuais e bianuais, mas

incluem perenes também.

- Plantas arbustivas, que são perenes, de porte baixo e ramificadas desde a base.

- Plantas arbóreas, que são também perenes, mas de porte maior e ramificadas bem acima da base.

- Plantas trepadeiras (ou escandentes), que podem ser herbáceas ou lenhosas e se distinguem em cirríferas, que sobem por meio de gavinhas e volúveis, que sobem enrolando-se no suporte.

- Plantas hemiepífitas, que vivem inicialmente sobre outras plantas

mas depois alcançam o solo com as suas raízes, como as figueiras estranguladoras, chamadas mata-paus.

- Plantas epífitas, que vivem sobre outras plantas, afastadas do solo, mas não são parasitas, como muitos líquens, musgos samambaias e bromeliáceas.
- Plantas parasitas, que podem ser verdes e executar a fotossíntese (plantas hemiparasitas) ou, então, não verdes e completamente parasitas (holoparasitas); umas vivem sobre caules, como as ervas-de-passarinho (Lorantáceas) e o cipó-chumbo Cuscuta, outras, sobre raízes, como certas plantas estrangeiras dos generos Striga e Orobanche.
- Plantas arvenses, as que infestam as culturas agrícolas e as pastagens.
- Plantas ruderais, as que ocorrem em lugares abandonados pelo homem.
- Plantas viárias, as que ocorrem ao longo dos caminhos.

Classificação por tipo de planta

Esta classificação é mais útil de ponto de vista de controle

- Plantas de folhas estreitas - Gramineae, Cyperaceae, Juncaceae, Typhaceae, etc. - monocotyledóneas.
 - Plantas de folha larga - dicotyledóneas
- ou
- roriminos

- Gramíneas
- Cyperáceas
- De folho largo
- Arbustos e árvores ("brush")
- Aquáticas

Classificação por clima

- Plantas de clima quente, - Cyperus rotundus, Cynodon dactylon, Paspalum conjugatum, Sorghum halepense, Setaria verticillata.
- Plantas de clima temperado - Cyperus esculentus, Avena fatua, Poa annua, Rumex crispus, e Stellaria media.
- Plantas de climas diversos - Amaranthus spp., Echinochloa indica, Digitaria sanguinalis, Portulaca oleracea, e Datura stramonium.

Sumário de Características de Plantas Invasoras

As ervas daninhas possuem certas características que lhes permitem fixar-se como invasoras. Por não terem sido submetidas a um longo processo de melhoramento como a cultura, a erva má tem certa rusticidade que deixa como que ela tenha um grande vigor vegetativo e reprodutivo. As invasoras têm a capacidade de: sobreviver, crescer e reproduzir em extremas condições de ambiente, tais como a seca, a umidade excessiva, altas e baixas temperaturas, fertilidade variável, alta salinidade, acidez ou alcalinidade, doenças, insetos, fogo e distúrbios causados pelo homem na lavoura. As invasoras prosperam em tais ambientes ou habitats, porque tem alto grau de especialização, longa vida e resistência em seus ciclos de vida, morfologia e fisiologia.

Mais especificamente, algumas espécies de plantas, comparadas com as culturas, possuem certas características que lhes permitem um comportamento como ervas daninhas:

habilidade de produzir número muito alto de sementes. A beldroega (Portulaca oleracea), comum em explorações hortícolas, comumente

produz acima de 150.000 sementes por planta.

- adaptações que facilitem uma disseminação eficaz de sementes pelo vento, pela água e por animais (incluindo o homem).
- habilidade das sementes de ficarem dormentes (mas também viáveis) no solo por muitos anos.
- germinação desuniforme, (mesmo dentro de uma espécie), há algumas espécies que apresentam sementes viáveis até 80 anos no solo, como

Rumex spp.

- ciclo de vida parecido com o da cultura que dificulta seu controle.

Por exemplo, a gramínea Avena fatua germina, cresce, desenvolve e produz semente juntamente com o trigo.

- habilidade de propagar-se vegetativamente através de pequenas partes de raízes e caules (incluindo estolhos, rizomas, bulbos e tubérculos);
- crescimento rápido, tanto em forma de plântula como adulta;
- habilidade de extrair mais água e sais minerais do solo do que as culturas;
- capacidade de invadir vários tipos de solo;
- capacidade de assimilar carbono mais eficazmente e assim produzir massa verde mais rapidamente que culturas. Muitos ervas daninhas têm um ciclo de quatro carbonos (C_4) na fixação fotossintética, que lhes assegura um desenvolvimento mais eficiente.

BIBLIOGRAFIA

1. BARTON, L.V. 1945. Respiration and germination studies of weeds in moist storage. Ann. N.Y. Acad. Sci., 46, 185-206.
2. CROCKER and L.V. BARTON. 1953. Physiology of seeds. Chronica Botanica, Watham, Mass., 267 pp.
3. DE MARINIS, G. 1971. Ecologia das Plantas Daninhas e Classificação das Plantas Daninhas e Classificação das Plantas Daninhas. Em Texto Básico de Controle Químico de Plantas Daninhas. Univ. de São Paulo, Coordenador: Paulo Nogueira de Camargo. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, São Paulo.
4. FISHER, H.H. 1973. Conceito de Erva Daninha; Origem, Distribuição, Habitat e Problemas Especiais de Ervas Daninhas, Ecologia e Sucessão na Flora de Ervas Daninhas e Multiplicação e Dispersão de Ervas Daninhas. Em Curso Intensivo de Controle de Ervas Daninhas. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.
5. HEYDECKER, E. 1956. Establishment of seedlings in the field. I. Influence of sowing depth on seedling emergence. J. Hort. Sci. 31: 76-88.
6. HOLM, L. and J. J. HERGERGER. 1969. The world's worst weeds. Second Asian - Pacific Weeds Conf. (Filipinas) pp. 1 - 14.
7. HOLM, L. and J. J. HERBERGER. 1970. Weeds of Tropical Crops. Proc. 10th British Weed Control Conf. (Inglaterra)
8. KING, L. J. 1966. Weeds of the World. Interscience Publishers, Inc. New York., 526 pp.

9. KLINGMAN, G.C. 1961. Weed Control as a Science. John Wiley and Sons, Inc., New York.
10. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1968. Weed Control - Vol 2. Principles of Plant and Animal Pest Control. Publ. 1957. Washington, D.C. 471 pp.
11. PACZOSKY, I. 1914. (Investigations on roots - em Russo) Bull. Appl. Bot. i, 816-20.
12. PAVLYCHENKO, T.K. 1940. Investigations relating to weed control in Western Canada. Em R.O. Whyte, The Control of Weeds, Herbage Publ. Ser. Bull. 27, 168 pp.
13. SHULL, C.A. 1916. Measurements of the surface forces in soils. Bot. Gaz. 62: 1 - 31.
14. THEO, C.K.H. 1974. Biology of Weeds: Grasses, Broadleaves, Sedges, Parasitic and Aquatic Weeds. Em Curso Intensivo de Controle de Ervas Daninhas. BIOTROP (Centro Regional SEAMEO de Biologia Tropical), Bogor, Indonesia.
15. THORNER, J.J. 1908. The viability of seeds. Plant World, 11: 158-159

Herbario

Después de que se han montado los ejemplares, se separan por familias, las que pueden ordenarse de acuerdo con un sistema, el cual depende del gusto del encargado del herbario, la mayoría de los herbarios del mundo tienen las familias ordenadas de acuerdo con el sistema de Engler y Prantl, aunque algunos de ellos le han hecho algunas modificaciones, unos prefieren ordenar las familias en orden alfabético y, otros, prefieren el sistema de Basy.

Los ejemplares pertenecientes a cada familia se separan en géneros, para hacer esta distribución se pueden usar varios sistemas filogenéticos, usando para ello el libro "GENERA SIPHONOGRAMMARUM" editado por Dello Torre & Hornum; otros, prefieren distribuir los géneros en orden alfabético, sistema este que es más práctico y mediante el cual podemos encontrar más fácilmente el género que se desea entre las plantas de una familia determinada.

Las especies de cada género se pueden distribuir por orden alfabético o según sus relaciones filogenéticas, usando para ello el mismo orden que tienen en el libro de Dello Torre & Hornum, citado anteriormente, pero es mejor usar el primero de los sistemas enunciados.

En los herbarios muy grandes acostumbran poner todas las plantas que pertenecen a un género dentro de un "folder" de papel manila grueso, el que recibe el nombre de "cubierta de género", dentro del cual se colocan las especies pertenecientes a dicho género en orden alfabético; en la parte externa del "folder" y en su extremo exterior derecho, se escribe el nombre del género al cual pertenecen las plantas que se encuentran incluidas en él. En los herbarios pequeños, cada especie puede colocarse en el interior de un "folder" de papel manila grueso semejante a la "cubierta del género" y en dicho caso, se coloca en el exterior del mismo, en su extremo inferior derecho, una etiqueta en la cual se escribe a máquina el nombre científico de la especie que se encuentra en su interior (género, especie y autor del nombre).

Una vez terminado el trabajo de distribución de las plantas ya montadas en familias, géneros y especies, ya se pueden colocar en los armarios especiales que se tienen para guardar. Los mejores armarios para depositar las plantas son los metálicos, contruidos de láminas de acero, los cuales miden aproximadamente 3.20 mts. de alto, 0.47 mts. de profundidad y 0.70 mts. de ancho; el interior del armario se encuentra dividido en dos partes iguales por medio de una lámina de acero colocada a lo largo; cada una de las dos mitades se encuentran divididas por medio de láminas de acero, en 13 compartimientos pequeños cada uno de los cuales mide 31.5 cms. de ancho, 15 cms. de alto y 47 cms. de profundidad; al exterior se encuentra una puerta que está rodeada en sus bordes, interiormente, por una banda de material esponjoso, impregnado de cianuro de potasio, lo que hace que ni el polvo ni los insectos pueden entrar al interior del armario; tales puertas tienen sus respectivas cerraduras.

También se pueden utilizar muebles de madera, cuyas dimensiones pueden variar de acuerdo con las necesidades, teniendo en cuenta que las dimensiones de los compartimientos pequeños en los cuales se han de colocar las plantas, tienen un espacio libre de 31.5 cms. de ancho, 15 cms. de alto y 47 cms. de profundidad.

Las plantas deben guardarse en los armarios siguiendo el mismo orden de familias, géneros y especies que utilizamos al repartir los ejemplares montados, el cual ya se explicó antes.

Montaje de los ejemplares

Una vez envenenados y secos los ejemplares, se procede al montaje de ellos en cartulinas de papel bristol blancas, que tengan un tamaño standard de 11 a 1/2 por 16 y 1/2 pulgadas.

Los ejemplares se colocan sobre la cartulina de tal manera, que a la derecha de ella quede espacio suficiente para pegar en él la etiqueta con los datos, que ha de acompañar al ejemplar que se va a montar; luego se asegura la planta a dicha cartulina por medio de tiras angostas de papel engomado ó, mejor de tela de lino engomado, no con papel "scoch" transparente puesto que esta clase de cinta se despegue muy fácilmente cuando se seca y en dicho caso, el ejemplar pueda desprenderse después de montado. Al asegurar el ejemplar en la cartulina, es necesario tener presente que no se deben tapar las flores con las cintas de papel engomado y que deben pegarse tantas cintas cuantas sean necesarias para asegurar bien el ejemplar sobre la cartulina, sin necesidad de recargar mucho el número de cintas, lo cual hace que el ejemplar montado se vea muy antiestético. Esta clase de montaje tiene la ventaja que puede desmontarse fácilmente el ejemplar para su estudio y luego volverlo a montar.

Etiquetas de herbario

Las etiquetas que se han de pegar sobre la cartulina en la cual se encuentra montado el ejemplar deben tener un tamaño aproximado de 11 x 8 cms. En la parte superior de la etiqueta, si es posible en letras de imprenta, se pone como especie de título el nombre de la institución a la cual pertenece el herbario, o el nombre del país, departamento, etc. en el cual fué coleccionado el ejemplar, v.gr. "Herbario Facultad Nacional de Agronomía", "Herbario Nacional Colombiano", "Plantas Colombianas", "Plantas del Departamento de Antioquia", etc. En el espacio que queda en blanco, debajo del título, se escriben, a máquina o en imprenta, los siguientes datos: a) nombre científico de la planta; b) nombre de la persona que hizo su clasificación, entero ó abreviado; c) el nombre vulgar de la planta, cuando éste se conoce; d) las características más importantes de la planta, extractadas de los apuntes que se tomaron en la cartera de campo; e) la localidad precisa en la cual fué coleccionada la planta, lo mismo que la altura sobre el nivel del mar, cuando éste se conoce; f) el número de recolección que le corresponde a la planta; g) el nombre del coleccionador ó coleccionadores; y, por último, la fecha de recolección de la planta.

Ejemplo de una etiqueta:

HERBARIO NACIONAL COLOMBIANO

Gnaphalium elegans H.B.K.

det. J. Cuatrecasas

Arbusto de 2 m. de alto. Flores amarillos. Invólucro blanco, Tomento blanco en el envés foliar y en el tallo.

COLOMBIA.

Departamento de Cundinamarca; Bogotá; Cerro de Monserrate
No. 2484 R. Romero C. Abril 26, 1951

color que puede ser una estufa eléctrica, en los lugares en donde exista electricidad ó una estufa de petróleo o gasolina en donde no exista aquella; alrededor de la prensa se coloca una especie de "falda" de lienzo grueso, para defender al fuego de las corrientes de aire y para que se concentre el calor, forzándolo a pasar a través de los canales que se presentan en el cartón corrugado o en las latas.

Cuando se está en una área en donde el secado de las plantas directa y rápidamente es absolutamente imposible, se pueden preservar de la acción de los hongos o de la humedad, vaciando sobre ellas un poco de formol teniendo presente que esto debe hacerse sobre cada una de las plantas por separado, cuando se han colocado sobre el papel periódico; luego se hacen montones con los ejemplares así tratados, se amarran y se empaacan en papel grueso o papel celofán. De esta manera los ejemplares se conservan en buen estado hasta que se llegue al lugar en donde se puedan secar en una forma adecuada.

Para enviar los ejemplares ya secos a una institución botánica o a un especialista para que los clasifique, deben empacarse cuidadosamente, teniendo sumo cuidado en que no se deterioren, ajen o rompan. El paquete que contenga varios ejemplares para envío deberá protegerse con tapos de madera o cartón fuertes y gruesos, para que los ejemplares no sufran y se dañen durante el transporte.

Es de advertir que, por lo general, se coleccionan tres o más ejemplares de cada planta con el fin de que le quede uno de ellos al coleccionador, otro para enviar al especialista ó a la institución en donde se pueda clasificar y los otros ejemplares que quedan, sirven como duplicados para establecer intercambios con entidades científicas.

Envenado de los ejemplares

En los trópicos los ejemplares botánicos son atacados rápidamente por los insectos, razón por la cual hay que proceder, después de que aquellos se encuentren secos, a envenenarlos.

Para envenenar los ejemplares se utiliza una solución alcohólica de bicloruro de mercurio (sublimado corrosivo ó solimán del comercio), que contenga 30 gramos de bicloruro por litro de alcohol; dicha solución se coloca en una cubeta metálica locada, con el fin de que el bicloruro no ataque al metal; más tarde, se sumergen los ejemplares en el líquido, uno a uno, hasta que queden bien entrapados, se sacan, se vuelven a poner en los mismos papeles periódicos en donde se hallaban colocados, se separan unos de otros por medio de papeles secantes, dejándolos en montones hasta que se sequen; una vez secos, el alcohol se evapora y todos los tejidos del ejemplar quedan impregnados de bicloruro, lo que hace que no sean atacados por los insectos.

Cuando se trate de prevenir el ataque de los insectos a los ejemplares que no se han envenenado y que se encuentran depositados en cajas o en cualquier otra clase de depósito, se puede esparcir naftalina o paradichlorobenceno en el depósito, produciendo mejores resultados el paradichlorobenceno.

- j) Todas las raíces y partes subterráneas de las plantas, cuando sea posible, debe lavarse para que queden libres de tierra, antes de prensarlas.

Una vez que se han colocado las plantas en el papel periódico, se procede luego al secado de las mismas, separando un papel periódico que contenga un ejemplar de otro en las mismas condiciones, por medio de cojines formados por tres o más periódicos, completos doblados, los que obran como secantes. Si tenemos una buena cantidad de plantas dispuestas de la manera anteriormente descrita. (cojín de periódicos, periódico con planta, cojín de periódicos, periódico con planta, etc.), se somete el montón a una presión suave por medio de una tabla colocada encima sobre la cual se coloca una o varias piedras u objetos pesados.

Durante los cuatro primeros días, los papeles humedecidos, se cambian una vez al día por otros secos; más tarde se cambian un día por medio hasta completar una semana.

Es necesario tener presente que algunos ejemplares requieren mayor tiempo para secarse, especialmente las plantas suculentas y las que contienen jugo lechoso.

No se deben dejar los ejemplares dentro de los papeles húmedos durante mucho tiempo porque entonces se dañan!

Los papeles húmedos, que sirvieron como cojines, pueden secarse al sol y usarse nuevamente al día siguiente.

Las plantas y flores delicadas, principalmente las que tienen jugo lechoso y las leguminosas y otras plantas que tengan las hojas pinnadas o bipinnadas generalmente sueltan las hojas al secarse. Para evitar esto pueden sumergirse los ejemplares en agua hirviendo durante 10 ó 15 segundos, el mismo día en que se hace la colección.

Las frutas carnosas, que se alteran, deben preservarse en un líquido conservador que puede ser cualquiera de los siguientes:

- a) Alcohol de 40°
- b) Alcohol metílico ó impotable
- c) Agua con el 3% de formal
- d) Aguardiente
- e) Vinagre
- f) Agua muy salada

El ejemplar se sumerge en el líquido contenido en un frasco que debe taparse muy bien. Dentro del frasco debe introducirse un papelito en el cual se escribe el número de orden y nombre vulgar del ejemplar botánico, escritos con lápiz común ó con tinta china que no se borran por la acción del líquido.

También se usa mucho el secado de los ejemplares por medio del calor artificial. Este método consiste en lo siguiente: 1) cada uno de los periódicos que contienen plantas se colocan en medio de dos cartones de papel secante, 2) en medio de los dos cortones secantes que separan entre sí a dos papeles periódicos con plantas, se coloca un cartón corrugado, ó mejor una lata corrugada; 3) una vez hecho esto, entonces se coloca el montón formado por los papeles periódicos con plantas y las latas corrugadas, en una prensa semejante a la que se utiliza para hacer las colecciones; 4) por último, se suspende la prensa con las plantas sobre una fuente de

Secado de los ejemplares

Los ejemplares una vez coleccionados, se se dejan en el mismo papel, debido a la humedad que conservan cuando están frescos, se enmohecen o pudren rápidamente, razón por la que hay que proceder a su secamiento, lo más pronto que sea posible. El procedimiento para secar los ejemplares es el siguiente:

Se coloca cada ejemplar dentro de un papel periódico doblado a la mitad e la manera indicada anteriormente al tratar del material necesario para coleccionar plantas, teniendo presente que, para poder tener buenos especímenes botánicos, sería muy conveniente que el coleccionador siguiera las siguientes instrucciones:

- a) Es muy conveniente que el espécimen ocupe la mayor extensión del papel periódico que le sea posible.
- b) Cuando las plantas individuales de un espécimen son muy pequeñas deben colocarse varias de ellas en un solo papel, con el fin de ocupar la mayor extensión posible de éste.
- c) Las especies herbáceas que tengan una longitud mayor de 45 cms. pueden acomodarse del todo en una hoja de papel periódico, doblando el espécimen en forma de V. N. ó M., teniendo el cuidado de no quebrar los tallos ó ramas al doblarlo.
- d) Para evitar que los especímenes que tiene muchas hojas unas de ellas se monten sobre las otras, se pueden cortar algunas de ellas, dejando siempre la porción basal (segmento del pecíolo) adherida al tallo, con el fin de poder observar la posición que ocupaban dichas hojas en el tallo. Esto mismo se puede hacer con algunas inflorescencias, caso en el cual se debe dejar siempre el pedicelo sobre el cual se encontraba adherida la flor.
- e) Cuando sea posible, arregle las hojas de tal manera que algunas de ellas queden con el envés mirando hacia la parte superior.
- f) Cuando sea posible, arregle las hojas de tal manera que algunas de ellas queden con el envés mirando hacia la parte superior.
- g) Cuando las hojas son pinnado-compuestas; algunas veces, cuando son muy grandes, es necesario cortarlas todas y no dejar sino una en el espécimen. Si la hoja que se deja es muy grande para caber en la hoja de papel, puede cortarse longitudinalmente en dos ó arrancar los folíolos de un lado de ellas, dejando sobre el raquis el ó los folíolos terminales.
- h) Las hojas palmeado-compuestas muy grandes, pueden partirse a la mitad, descartando una de las dos mitades; también pueden doblarse en varias partes hasta que queden de un tamaño tal que puedan caber en la hoja de periódico.
- i) En algunas plantas sola se puede acomodar una hoja y la inflorescencia en cada hoja de papel. En dicho caso, es necesario anotar, en la cartera de apuntes, la disposición que ocupaban las hojas en el tallo e incluir todo el pecíolo y parte del tronco sobre el cual se encontraba adherido éste.

Ejemplo de una cartera de recolección

Planta coleccionada por: -Gabriel Gutierrez V. - Agosto 31 de 1941

Depto. de Cundinamarca; Municipio de Villeta; Villeta, cerca a los baños "El Diluvio"; 842 mts. de altura sobre el nivel del mar.

- 1- Arbusto de 1.50 a 2.00 mts. de altura; flores de color pajizo.
- 2 - Hierba de 0.50 a 0.70 mts. de altura. Inflorescencia de varias espigas que primero tienen un color verde y luego, cuando maduras, se vuelven de color pajizo.
- 3 - Arbusto de 2.50 a 3.00 mts. de altura; flores de color amarillo.
- 4 - Hierba de 0.50 a 0.60 mts. de altura; flores de color amarillo
- 5 - Planta enredadera; flores en umbelas compuestas; tallos cuadrangulares y retorcidos.
- 6 - Hierba de 0.50 a 0.70 mts. de altura; flores amarillas con muchos estambres.

Depto. de Cundinamarca: Santa Inés, junto a una quebrada que se encuentra subiendo de Villeta a Bogotá, cerca a la partida de la carretera que lleva al Hotel San Bernardo. Agosto el de 1941.

- 7 - Arbusto de más o menos 2 mts. de altura, formando matorrales junto a la planta anterior; flores blancas.
- 8 - Arbusto de más o menos 2 mts. de altura; flores de color rojo.
- 9 - Hierba de 0.70 a 0.80 mts. de alto; flores de color blanco.

Depto. de Cundinamarca; carretera que conduce de Bogotá a Chipaque, entre los kilómetros 8 y 10; 2650 mts. de altura sobre el nivel del mar. Septiembre 25 de 1941.

- 10 - Hierba, 0.80 a 1.20 mts. de altura; flores en racimos de color morado, el cual puede variar desde el blanco hasta el morado oscuro; muy abundante.
.....
.....

Colectores: Gabriel Gutierrez V. y R. Jaramillo Mejía.

Depto. de Cundinamarca; Municipio de Fusagasugá; entre los kilómetros 63 y 60 de la carretera que va a Bogotá - 1950-1800 mts. de altura sobre el nivel del mar. Junio 5 de 1942.

- 306 - Arbol de más o menos 10 mts. de altura, sin fructificaciones.
- 307 - Arbol de más o menos 7 mts. de alto; siconos rojos con pintas oscuras.
.....
.....

debe la iniciativa de la excursión; en dicho caso, el número de recolección corresponde a la serie numérica de la persona que encabeza la lista; v.gr. G. Gutierrez V. & R.E. Schultes 545, la planta que lleva dicho número corresponde a la serie numérica de G. Gutierrez V. y fué coleccionada en una excursión hecha en compañía del Dr. Richard E. Schultes.

b) Localidad. - ó lugar en donde ha sido coleccionada la planta. Esta debe expresarse lo más exactamente que sea posible, señalando en ella la dirección y distancia desde un lugar conocido y que esté señalado en un mapa, v.gr. una población, un río etc. incluyendo el nombre del Municipio y el del Departamento. Por ejemplo: "Departamento de Antioquia, Municipio de Medellín, Quebrada Bocaná, 10 kms. al oriente de Medellín".

c) Altura sobre el nivel del mar, sería muy conveniente que el coleccionador llevara en su equipo de recolección un altímetro con el fin de poder averiguar este dato, el cual es muy importante desde el punto de vista ecológico, ya que las condiciones ambientales varían a medida que cambia la altura sobre el nivel del mar y, por lo tanto, la vegetación también varía; así, por ejemplo, las plantas crecen al nivel de mar es imposible encontrarlas en los páramos, etc.

d) Nombre vernáculo ó vulgar de la planta. En cuanto sea posible, debe averiguarse el nombre vernáculo o vulgar de la planta. Aunque dichos nombres varían mucho de un lugar a otro, aún pueden servir para orientar a las personas poco conocedoras de la botánica y aún a los mismos científicos, para la clasificación de las plantas por medio de floras regionales.

e) Características de la planta. Todo coleccionador, al observar una planta, debe darse cuenta que el ejemplar preparado solo da una idea más o menos precisa de lo que es la planta viva. Para que el botánico que ha de clasificar la planta pueda tener una idea más real de la manera como se presenta la planta en la naturaleza, el coleccionador tendrá que complementar, por medio de anotaciones, lo que no sea posible observar en los ejemplares coleccionados. Los datos más importantes que deben tomarse en el campo, al momento de hacer la recolección de la planta, son los siguientes: si se trata de una planta herbácea, un arbusto ó un árbol; altura aproximada de la planta (en centímetros o metros); hábito de crecimiento de la misma; color y fragancia de las flores y frutos; si las hojas expiden algún olor característico al estregarla entre los dedos; si produce látex ó savia coloreada al cortar el tallo; abundancia relativa de la planta en el lugar en donde se colecciona; el suelo y el ambiente en el cual crece la planta; anotar, cuando sea posible, algunas de las plantas que crecen junto a la planta.

f) Número de recolección. Cada colección que se haga debe llevar un número, al que se anota en la margen derecha de la parte inferior de la hoja de periódico en la cual se coloca el espécimen coleccionado y en la libreta de apuntes. El coleccionador debe empezar con el número uno (1) para el primer ejemplar que colecciona y continuar numerando los demás de ahí en adelante, de una manera continua, con los números 2, 3, 4, 5, etc. asignando un número a cada colección que haga. Debe tener mucho cuidado para no repetir el mismo número a especímenes diferentes o a colecciones diferentes de la misma planta. Cada número debe aplicarse a todo el material tomado de una sola planta ó de una colonia homogénea de plantas que se ha coleccionado en una fecha determinada y en una fecha determinada y en una localidad particular.

g) Fecha de recolección. Este dato es muy importante porque nos indica la época de la floración y fructificación de las especies coleccionadas, lo que puede variar, en los diferentes localidades en las cuales se puede encontrar la planta, debido a las diferencias en el medio ambiente en el cual crecen. En la fecha debe indicarse claramente el año, mes día en que se coleccionó la planta, así: Julio 28 de 1952, ó 1952, Julio 28.

RECOLECCION DE LOS EJEMPLARES

Como la determinación botánica de las plantas se hace principalmente por medio del estudio de los órganos de reproducción, por las hojas y por los frutos y semillas, un buen ejemplar botánico debe constar de hojas, flores, y frutos. Cuando no se puedan conseguir ejemplares que tengan los tres órganos antes mencionados, entonces se pueden coleccionar los que tengan hojas y flores u hojas y frutos. Nunca deben coleccionarse ejemplares estériles, esto es, sin flores y sin frutos.

Es recomendable que las plantas herbáceas se arrunquen, siempre que se pueda, con sus raíces ó partes subterráneas, ya que muchas veces la presencia de dichas partes de la planta son necesarias para hacer la determinación.

En las plantas herbáceas, cuando son muy pequeñas, se necesitan de 10 a 15 de ellas para formar un solo ejemplar; en plantas más grandes, que midan de 15 a 25 cms. de largo, 2 ó 3 de ellas forman un solo ejemplar; en ejemplares que tengan de 30 a 40 cms. de alto, una solo de ellas forma el ejemplar.

Si las plantas herbáceas que coleccionamos tienen más de 40 cms. de alto, podemos doblarlas para ponerlos dentro del papel periódico; el primer doblez se hace a no menos de 35 cms de distancia a partir de la raíz y se sigue doblando con el mismo intervalo de cms. para formar espacios de V. N. 6 M.

De los árboles, arbustos ó hierbas muy grandes, deben coleccionarse de 35 a 45 cms. de la parte terminal de una rama que tenga flores, frutos ó ambos.

Número de ejemplares que deben coleccionarse. Es muy conveniente que se coleccionen el mayor número de ejemplares de cada espécimen, con el fin de tener una buena cantidad de duplicados que se puedan usar para establecer intercambios con otros herbarios y, al mismo tiempo, poder observar, en los ejemplares coleccionados, si se presentan algunas variaciones en la misma planta. El menor número deseable es el de tres ejemplares de cada planta; se desafortunadamente no se puede encontrar sino un solo ejemplar de una planta determinada en el lugar en donde estamos haciendo la recolección, entonces ésta debe coleccionarse, y como no tiene duplicados, se le dará el nombre de único.

Información necesaria. Al tiempo que se hace la recolección de una planta, es necesario anotar en la cartera de apuntes algunos datos que son indispensables para poder estudiar más tarde, en el laboratorio, el ejemplar coleccionado y así poderlo determinar. Los datos más importantes que deben tomarse en el campo, son los siguientes:

a) Nombre del colector. - El cual debe ir anotado en la primera página de la libreta de apuntes, v.gr. "Plantas coleccionadas por Juan Pérez". Cuando se va en excursión con varios botánicos ó individuos interesados en estudiar y coleccionar las plantas, todos los cuales intervienen en la recolección de ejemplares, es conveniente citar también los nombres de los demás compañeros, en orden de jerarquía, empezando con el nombre del Jefe del grupo ó el de la persona a la cual se

1. Tomada de: Gutiérrez, Gabriel, 1963. *Cursos de Botánica*, Dec. de Agr. Nac. Medellín pp 62-69

INTERFERENCIA Y COMPETENCIA

De todos los aspectos que comprende el control de malezas, competencia es uno de los mas difíciles de estudiar. Esto no es debido a que no haya sido estudiada lo suficiente dado que cientos de publicaciones relacionadas con competencia pueden encontrarse. Sin embargo, cuando tratamos de compararlas para sacar conclusiones generales, hay tal variación entre los resultados que muchas veces resultan contradictorios. La principal causa de esto es que son muchos los factores incluídos en competencia. Esto dificulta su estudio en conjunto.

Las plantas compiten por luz, humedad, nutrientes y CO_2 y factores intrínsecos establecen la habilidad competitiva de ciertas especies. Esto permite que por ejemplo, ciertas variedades toleren competencia mejor que otras.

A partir del descubrimiento de otro fenómeno estrechamente relacionado a competencia llamado alelopatía, la palabra Interferencia reemplazó a competencia con un significado más amplio y que comprende a las dos: competencia y alelopatía.

Competencia puede definirse como la lucha entre el cultivo y las malezas por la luz, humedad, los nutrientes y el anhídrido carbónico disponibles en un lugar determinado. Deberá notarse que hemos usado la palabra maleza, cuando en realidad la competencia es entre "plantas" que es mucho más genérico, pero para nuestros propósitos, resulta más práctico usar la palabra maleza. Debemos también recordar que la competencia puede ser inter- y/o intraespecífica y que en algunos casos ambas son importantes.

Se entiende por alelopatía el efecto de las secreciones de algunas plantas al inhibir el desarrollo de otras. La influencia de algunas plantas en el desarrollo de otras a través de la secreción de sustancias, no es nada nuevo y un muy buen ejemplo es la germinación de Striga (scrophulariaceae), que está condicionada a la germinación previa de la planta de maíz establece la relación entre este y su parásito. Por lo tanto no es sorprendente que lo opuesto ocurra, en otras palabras, que las malezas segreguen sustancias que o estimulen o depriman el crecimiento del cultivo. Ya en 1832, este fenómeno fue denunciado por De Candolle en relación a plantas del género Cirsium.

Es también sabido desde hace tiempo, que las raíces de Juglans nigra (nogal), producen 5-hydroxy-alfa-naphtaquinone, que inhibe el desarrollo de muchas especies. Es muy común encontrar casos en que nada crece alrededor de una planta. Por muchos años esto fue atribuido simplemente a competencia.

Sin embargo, es muy difícil establecer la diferencia entre pura competencia y alelopatía y me temo que en algunos casos, la separación será muy difícil, especialmente cuando nos referimos a malezas perennes. Obviamente debido al prolongado ciclo de una malezas perenne, puede haber partes de ese ciclo en el cual segregue sustancias nocivas para otras plantas. Durante otras etapas, debido a su desarrollo, puede simplemente competir. La aseveración de que los cultivos son más susceptibles a la competencia cuando están en las etapas tempranas de desarrollo, puede ser errónea, puede ser simplemente que durante esta etapa sean más susceptibles a los efectos de alelopatía. Es obvio por ejemplo,

que la cantidad de sustancia necesaria para producir daño, será menor cuanto menor sea el tamaño de la planta. Muchos casos de competencia han sido estudiados, sin embargo la aislación adecuada de agentes causantes de alelopatía no es tan común. Una de las razones de esto es que alelopatía es algo relativamente nuevo cuando se compara con el concepto de competencia. Por otra parte la separación de competencia de alelopatía exige cierta imaginación, especialmente en el diseño de los experimentos.

Rice, el autor de todo un libro sobre alelopatía, explica la sucesión ecológica tendiente a la obtención del climax a través de alelopatía y entre otras cosas realiza una abundante serie de experimentos y extrae algunos compuestos que se consideran de acción alelopática. Algunos de los compuestos que se consideran responsables por dicha acción son fenólicos tales como:

ácidos clorogénico, isoclorogénico, p-cumárico y gálico. Es interesante el hecho de que algunos de los compuestos que han sido aislados de plantas que muestran resistencia a algunas enfermedades son del mismo grupo, tales como el ácido clorogénico.

Hay una serie de experimentos diseñados para separar competencia de alelopatía. La idea principal es por ejemplo, aislar el compuesto responsable y aplicar los postulados de Koch. Esto consiste en aislarlo de la planta produciendo alelopatía, ponerlo en contacto con la planta susceptible (por inyección, inoculación, en el medio nutritivo, etc.) y finalmente ser capaz de reproducir los mismos síntomas (tales como reducción en tamaño, etc.) que se observaron previamente.

Algunas de las sustancias mencionadas arriba, al influir sobre bacterias y probablemente sobre virus, pueden influir también indirectamente

sobre las plantas. Al destruir bacteria, pueden destruir Rhyzobium, necesario para la fijación de nitrógeno de las leguminosas, por lo tanto afectando su rendimiento.

Competencia

La competencia puede ser por:

a) nutrientes. Algunas veces, este tipo de competencia puede ser eliminado o reducido por medio del agregado de nutrientes a través de fertilización. Por supuesto, esto puede resultar muy caro, especialmente con el costo actual de el fertilizante puede beneficiar más a las malezas que al cultivo por la mayor capacidad competitiva de alguna de ellas.

Es sabido que el agregado de fertilizantes incrementa la eficiencia de las plantas puesto que produce un mayor desarrollo del sistema radicular permitiendo así la exploración de niveles del suelo más profundos donde más agua y nutrientes se encuentren. Evidentemente esto cuenta no solo para el cultivo sino para las malezas. Conociendo esto podemos recurrir a la fertilización en bandas reduciendo así las posibilidades de que las malezas utilicen el fertilizante, y también reduciendo el costo por hectárea.

Como podemos apreciar en las gráficas siguientes, bajo determinadas condiciones, a bajos niveles de nitrógeno en maíz, la competencia es mayor. Población también juega un papel importante al reducir el rendimiento de la maleza que en este caso es una Setaria.

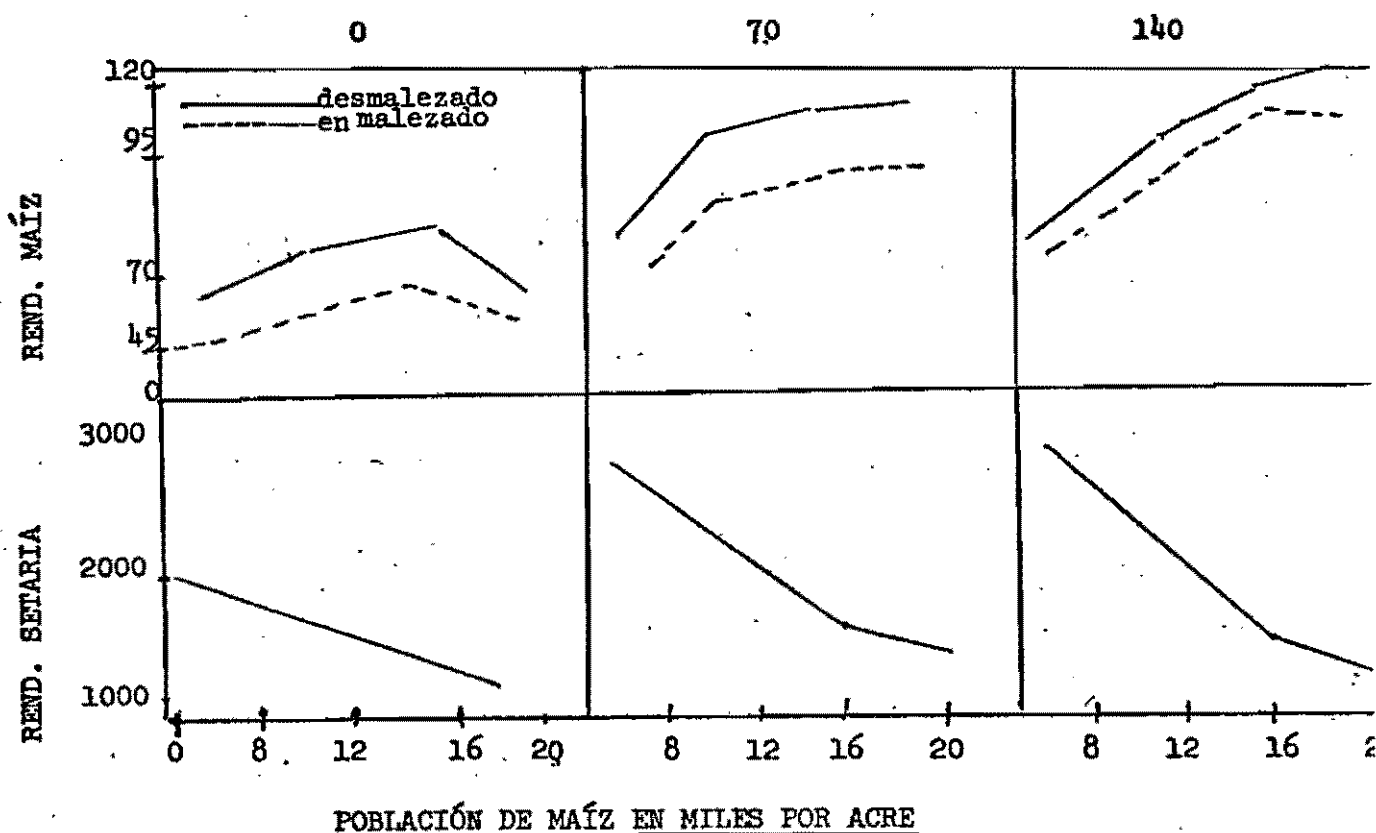
Juntos, fertilizante y mayor población resultan en la mejor combinación para reducir la población de Setaria y aumentar los rendimientos del maíz.

Esto sin embargo, no siempre sucede y mientras que puede ser adecuado para maíz, puede no ser de valor para un cultivo, que tal como el trigo no responda significativamente a los cambios de población.

Aplicación del fertilizante cerca de las filas, reportará beneficios siempre y cuando esto esté en concordancia con los resultados de experimentos en fertilidad de suelos para el cultivo y la zona en cuestión.

Puede reducir la cantidad de fertilizante necesario y proveer una mejor utilización debido a la cercanía. En casos tales como para cultivos como sorgo en regiones templadas, este tipo de aplicación resulta en una mejor y más precoz emergencia, con los consecuentes beneficios desde el punto de vista de su habilidad competitiva. Las malezas en la entre fila, por otra parte, estarán privadas de la fertilización. Esto nos está mostrando también que control de malezas no consiste solamente en el uso de compuestos químicos, sino en la inteligente combinación de todas las técnicas disponibles dentro de las cuales, manejo, así como la utilización de herbicidas, juegan un rol preponderante.

FERTILIZACIÓN NITROGENADA



ARRIBA: Podemos ver que para o fertilizante, el rendimiento de maíz aumenta con aumento de población tanto cuando enmalezado como libre de malezas. Lo mismo ocurre más marcadamente aún con uso de fertilizante. Esto se correlaciona con la parte inferior de la gráfica en la que se ve como el rendimiento de Setaria disminuye con el aumento de la población de maíz.

La idea central aquí es que si hay suficiente nutrientes para ambos, malezas y cultivo, no habrá disminución de rendimiento. Como se comprenderá, eventualmente, esto puede resultar muy caro.

Luz

La competencia por luz es tal vez una de las menos importantes excepto por situaciones muy específicas. Sesbania exaltata por ejemplo, reduce el rendimiento de arroz solamente si se deja competir por alrededor de 12 semanas en arroz de transplante en tierras bajas debido a que crece rápidamente por encima del arroz y lo sombrea.

La competencia por luz se vuelve crítica algunas 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 lo es más que por nutrientes. Existe una cierta cantidad de agua necesaria para producir un rendimiento determinado. En el Noroeste de los Estados Unidos, específicamente en ciertas regiones de los estados de Oregon y Washington, el rendimiento potencial de trigo en áreas de baja precipitación se predetermina basándose en la cantidad de precipitación esperada y en el contenido de humedad del suelo. Cualquier tipo de competencia debido a la presencia de malezas reduce este rendimiento potencial. Las malezas son por lo general verdaderas bombas chupadoras de agua y lo hacen muy eficientemente.

Investigación realizada en Soya, muestra que el suministro de humedad es el principal factor de competencia en la reducción de rendimiento.

El suministro de agua no es solo importante en permitir un mejor y más rápido desarrollo de las malezas, sino también determinando la germinación de nuevas malezas, tarde en la estación.

Períodos críticos de competencia

Estos son específicos para cada cultivo y aún para cada situación en particular. Sin embargo, algunas generalizaciones pueden hacerse, teniendo en cuenta lo antedicho. Muchos de los períodos críticos de competencia son coincidentes con los períodos de mayor requerimiento de agua y/o rápido crecimiento.

- a) al final del período de establecimiento del cultivo
- b) al macollado
- c) al comienzo de la formación del fruto cuando la planta orienta la mayor parte de los nutrientes acumulados o los que absorbe, hacia la formación de frutos.
- d) al principio de la maduración del cultivo (botones jóvenes en algodón, aparición de los estilos (barbas) en el maíz, y en la maduración de la espiga en cereales.

La competencia es importante también por el efecto indirecto en el momento de la cosecha debido a la interferencia que causa. Cuando la cosecha mecánica fue evaluada en soya con diferentes densidades de malezas, se registraron grandes pérdidas debido entre otros factores a excesiva dehiscencia, propiciada por las malezas. El tipo de malezas es también importante: malezas latifoliadas redujeron el rendimiento un 19 por ciento más que las gramíneas de acuerdo a este estudio realizado por O. Burnside. Los períodos de competencia, son como fue indicado arriba, específicos para determinadas condiciones, cultivo, etc.

Arroz de siembra directa de 120 días tiempo de cosecha, necesita un período de 20 a 40 días libre de malezas para producir máximo rendimiento. En arroz de secano, para escapar al efecto detrimento de las malezas,

necesita dos desmalezados, uno a las dos a tres semanas luego de la germinación y el otro luego de la diferenciación de las flores.

Como también se sabe, el tipo de malezas es importante, cuando Echinochloa crusgalli predomina, la competencia temprana puede ser más importante.

El arroz de secano debido a sus características especiales, merece consideración preferencial, especialmente cuando se compara con el inundado. Además del suministro de agua, el otro factor que causa rendimientos bajos es la falta de un control de malezas adecuado. Pérdidas del 79 por ciento de promedio son reportadas.

El control químico, puede evitar parte de tales pérdidas. Sin embargo, por el momento resulta muchas veces en el cambio de un tipo de vegetación a otra, evolucionando fundamentalmente a gramíneas perennes y cyperaceas, Cyperus rotundus es la más importante. Sin embargo, la reducción causada en rendimiento es menor cuando se compara Cyperus con gramíneas anuales, debido tal vez a su menor habilidad competitiva. Sin embargo, si los cambios en población ocurren, el problema no consiste solo en los efectos que produce sobre rendimiento sino en la dificultad de erradicación.

Mono vs. Multiespecies

Cuando varias especies actúan juntas compitiendo, generalmente lo hacen a diferentes niveles de población. ¿Cuándo es la competencia más nociva? Algunos experimentos realizados en India muestran que cuando cuatro especies de malezas actúan juntas resultan más competitivas que cuando lo hacen individualmente con el mismo número de plantas por unidad de superficie.

La mayor parte de los experimentos en competencia en el pasado han sido diseñados para determinar:

- 1) períodos críticos de competencia
- 2) el efecto de diferentes densidades en el rendimiento y otras características agronómicas del cultivo.

Debido a la complejidad del sistema en estudio, muy pocos intentos se han hecho para usar esta información desde el punto de vista predictivo.

En otras palabras, en entomología existe actualmente abundante información tendiente a la determinación empírica de lo que se llama umbral

económico. Por umbral económico se entiende aquel nivel de

población de peste que causa un daño que no puede ser tolerado por

más tiempo, y por lo tanto la reducción de rendimiento que está

causando justifica la aplicación de métodos para reducir dicho nivel.

Obviamente esto suena más complicado para malezas que para insectos

debido a la diversidad. Sin embargo tarde o temprano deberemos encarar esta tarea.

Existen algunos investigadores que han sido pioneros en esta línea

de trabajo. Schweizer (1973) hace predicciones de pérdidas en el

rendimiento de raíces de remolacha azucarera basado en el número de

Kochia scoparia por metro de fila. Para enfatizar la importancia

de este trabajo, el autor muestra que cuando la población de la

maleza va de 0.2 a 16.5 plantas por 30.5 metros de fila, en 28 de 30

sistemas de control de malezas usados, la reducción de rendimiento

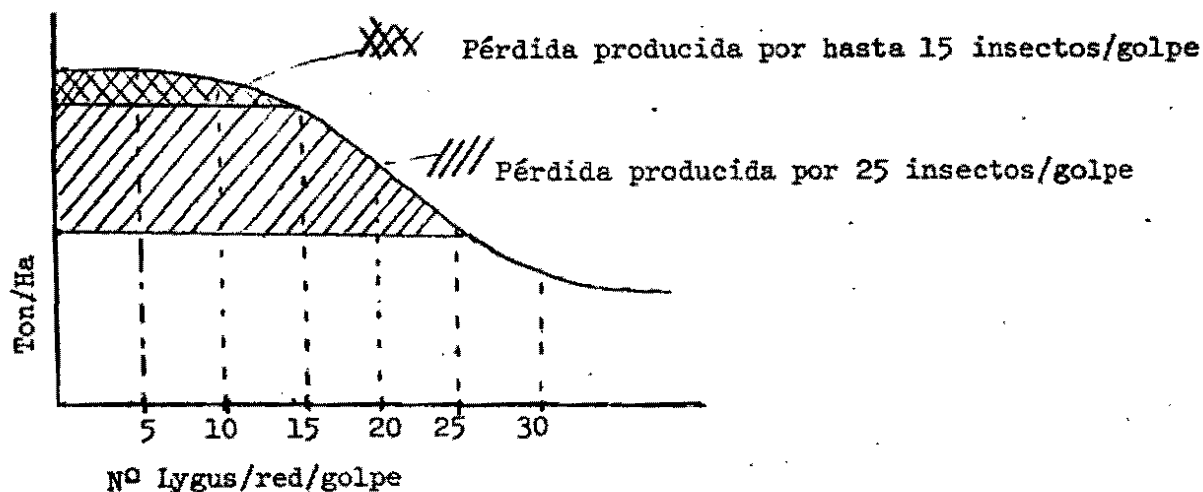
predicha estuvo tan cerca como el 5 por ciento del rendimiento actual. Esto

muestra que predicción puede hacerse también en control de malezas.

La simplicidad de la situación encarada por el autor no invalida sus resultados.

Surge de la discusión anterior que el umbral económico variará con cultivo, mercado, costo de los métodos de control, etc. etc. La siguiente gráfica es un ejemplo simplificado de como es aplicado en entomología.

ALFALFA



Resulta obvio también que por el momento la predicción sería útil para cuando métodos de control post emergentes son disponibles. También es evidente que no se tiene en cuenta el efecto que producirá el no utilizar ningún control cuando el nivel es bajo, en la población de malezas del año siguiente. Aún así entendemos que muchos progresos se conseguirían con un mejor conocimiento de los factores de competencia, en especial si se relacionan económicamente. Estudios de competencia poseen valor teórico así como práctico, si se diseñan con ese objetivo.

DISEÑOS DE ENSAYOS DE COMPETENCIA

Uno de los inconvenientes que se presentan para promover el uso de nuevos métodos de control de malezas es que las pérdidas no son tan inminentes como lo son en los casos de insectos, enfermedades, deficiencias nutricionales ó sequías. La maleza es un ladrón de primera clase que casi no deja evidencia del robo que está haciendo a los cultivos. Se han hecho numerosas investigaciones en el mundo para determinar los efectos de competencia en los cultivos, sin embargo parece que es algo que se debe realizar en cada país para convencer a los administradores del gobierno y directores de institutos de investigación, la importancia de la pérdida causada por las malezas. Además, al salir nuevas variedades con diferentes características físicas, justificaría determinar su habilidad competitiva con las malezas.

Estudios mas comunes

1. Época crítica de competencia

Por medio de ensayos de este tipo se puede determinar el tiempo que el cultivo debe permanecer libre de competencia para alcanzar su máxima producción. Con esta información, es fácil buscar la mejor integración de los métodos de control para mantener el cultivo limpio. La época crítica es un aspecto que se puede estudiar desde varios puntos de vista, tales como: (1) el cultivo, (2) el complejo de malezas, (3) la calidad del suelo, (4) la densidad de siembra, (5) la variedad y (6) las condiciones climáticas.

Generalmente los tratamientos constan de tres clases (Tabla 1). En los primeros se va aplazando la fecha de iniciación de las desyerbas y una vez comenzada, se las continúa cada vez que sea necesario hasta la cosecha. En la segunda categoría se comienza a desyerbar todos los tratamientos después de la siembra y se continúa por períodos progresivos de duración pero no se desyerba en ningún momento hasta la cosecha. El tercer grupo de tratamientos consiste en dos ó tres desyerbas realizadas en las fechas que se aproximan a las que comúnmente se emplean en la práctica para el cultivo en estudio. Por supuesto, se pueden modificar el número y la frecuencia de desyerbas según los factores ya mencionados, el tiempo y la mano de obra disponible. El tratamiento de control con herbicidas dará información de la máxima producción posible (suponiendo que el control obtenido es excelente) y siempre se lo debe incluir. Es recomendable tomar el tiempo por parcela en cada desyerba para tener un estimativo del costo de cada tratamiento.

2. Diseños sistemático (abónicos)

Como ya se ha dicho, la competencia depende de numerosos factores, uno de ellos de mucha importancia es la densidad de siembra del cultivo. Se puede ver que el número de tratamientos en ensayos de época crítica de competencia es elevado y si ahora se piensa adicionar otro variable en dos ó tres niveles, resultaría un experimento demasiado grande. Un método para estudiar simultáneamente un gran número de densidades de siembra es el diseño de abónicos.

Tabla 1. Tratamientos comunes para ensayos de época crítica de competencia (1).

Desyerbado después de:		Notas
0	semanas	Se continúan las desyerbas hasta la cosecha
2	semanas	
3	semanas	
4	semanas	
5	semanas	
6	semanas	
7	semanas	
Desyerbado hasta las:		
2	semanas	Se comienzan las desyerbas después de la siembra
3	semanas	
4	semanas	
5	semanas	
6	semanas	
7	semanas	
Desyerbado a las:		
2 y 4	semanas	Solamente en estas fechas
1 y 3	semanas	
3 y 5	semanas	
2, 4 y 6	semanas	
Control con herbicidas		

(2) Kasasian y Seeyave, 1969.

En este diseño se pueden colocar poblaciones variadas debido a que las distancias se aumentan progresivamente entre plantas y también entre surcos (Fig. 1). Así en la misma parcela del tratamiento de control de malezas se tienen densidades que van de 2,000 a 200,000 plantas por hectárea. El número de surcos por tratamiento y las poblaciones utilizadas dependen del cultivo y el mínimo número de plantas (ó el área) que se necesita cosechar para tener resultados confiables. En la Figura 2 se presentan las distancias exactas entre cada sitio de siembra para dos surcos del diseño sistemático (1).

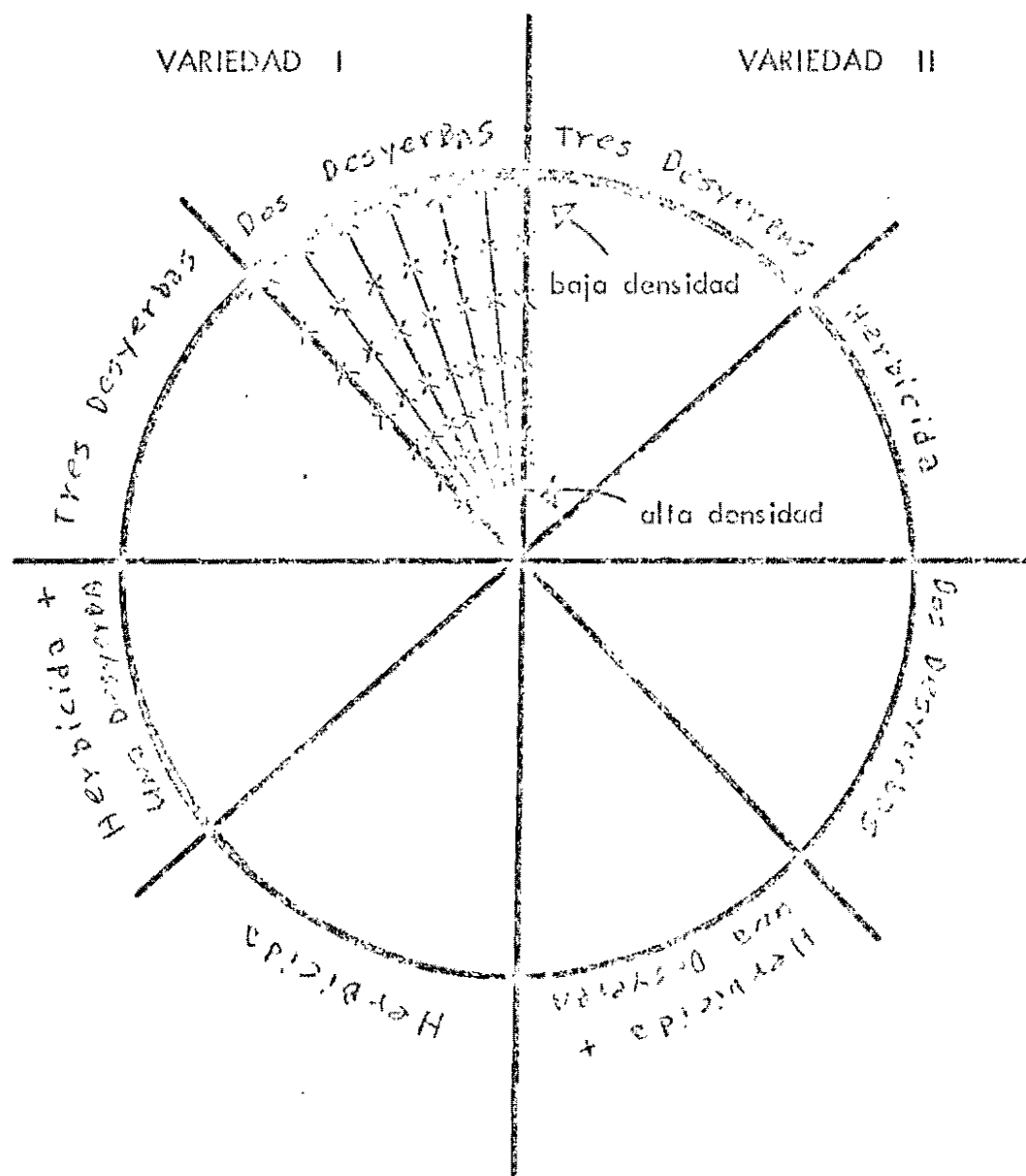
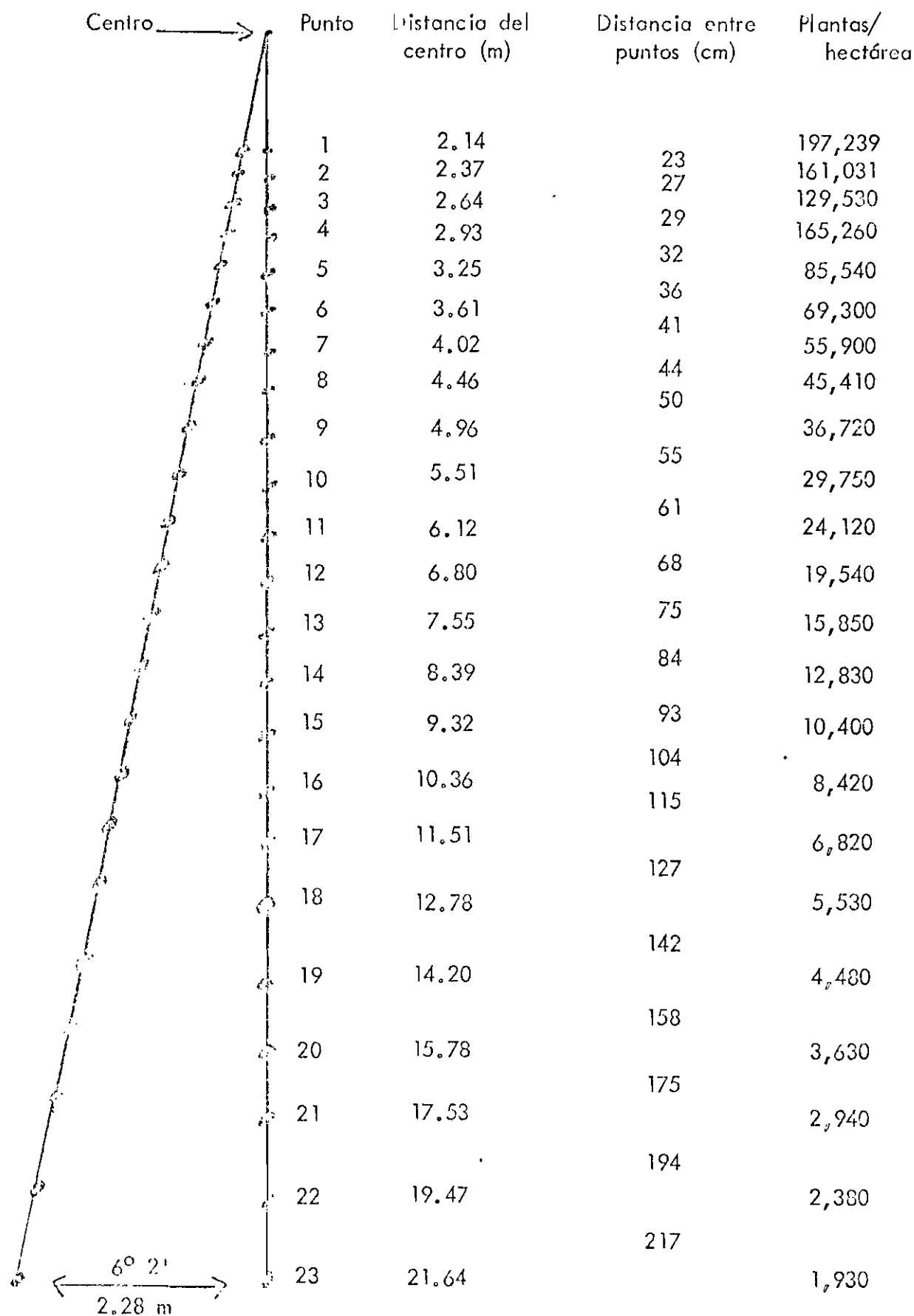


Figura 1. Diseño de un posible ensayo de densidad de siembra y sistemas de control de malezas con dos variedades de cultivo.

Figura 2. Las distancias entre los puntos de siembra 1 al 23 y las poblaciones por hectárea para el diseño sistemático (1).



3. Factores de la competencia

A menudo se desea separar los factores de competencia es decir, determinar si alguna maleza ó complejo de ellos compete mas por nutrimentos (y si son N, P ó K) agua ó luz. Para lograr eso hay que realizar trabajos en el invernadero ó casa de mallas bajo condiciones controladas.

Siempre se ha tratado de reproducir las proporciones del número de plantas del cultivo y número de plantas de la maleza bajo estudio que se encuentran en la naturaleza. Si este dato no se conoce se deben tomar datos de varios campos infestados con esta especie, por ejemplo, *Cyperus rotundus* (coquito) alcanza densidades de 20×10^6 plantas por hectárea y el frijol se siembra a 20×10^4 plantas por hectárea. Los materos en que se han de sembrar en el invernadero serían de 100 plantas de coquito por cada una de frijol como si fuera una situación normal. Por supuesto se puede aumentar ó reducir esta proporción para determinar el efecto de la densidad de la maleza sobre el aspecto de competencia a investigarse, pero se necesita la población normal como punto de comparación.

El tamaño del matero debe ser suficientemente grande como para que el cultivo crezca normalmente hasta el estado de desarrollo en que se piense dejar. Si es hasta la cosecha del grano, requiere materos grandes que ocuparán mucho espacio y por lo tanto podrían limitar el número de tratamientos que se pueden incluir.

Nutrimentos y Luz

Para determinar si la competencia se debe mas al factor luz ó al factor nutrimentos, se acostumbra usar materos especiales según la Figura 3, sembrando por un lado el cultivo y por el otro la maleza.

Se puede apreciar que el matero "a" mantiene las raíces separadas y por lo tanto no hay competencia por nutrimentos, solo por luz. En el matero "b" se tiene el caso contrario: no hay competencia por luz sino por nutrimentos.

Se deben regar todos los materos frecuentemente para eliminar cualquier competencia por agua. Los testigos se representan en el matero "c" donde no ocurre competencia por ninguno de los dos factores. La lámina para colocar en los materos deberá ser de plástico transparente para que no dé sombra al cultivo ni a la maleza. La ubicación del matero dentro del invernadero también se debe tener en cuenta. Los datos a tomarse por lo general, son peso seco de las partes aéreas y subterráneas por separado y el porcentaje de los nutrimentos de mayor interés. La fecha de la cosecha depende del cultivo, la maleza y el propósito del investigador. Lo mejor es cosechar en dos ó tres épocas diferentes (p. ej. a los 30, 45 y 60 días de sembrado) para medir el efecto de la competencia durante todo el tiempo.

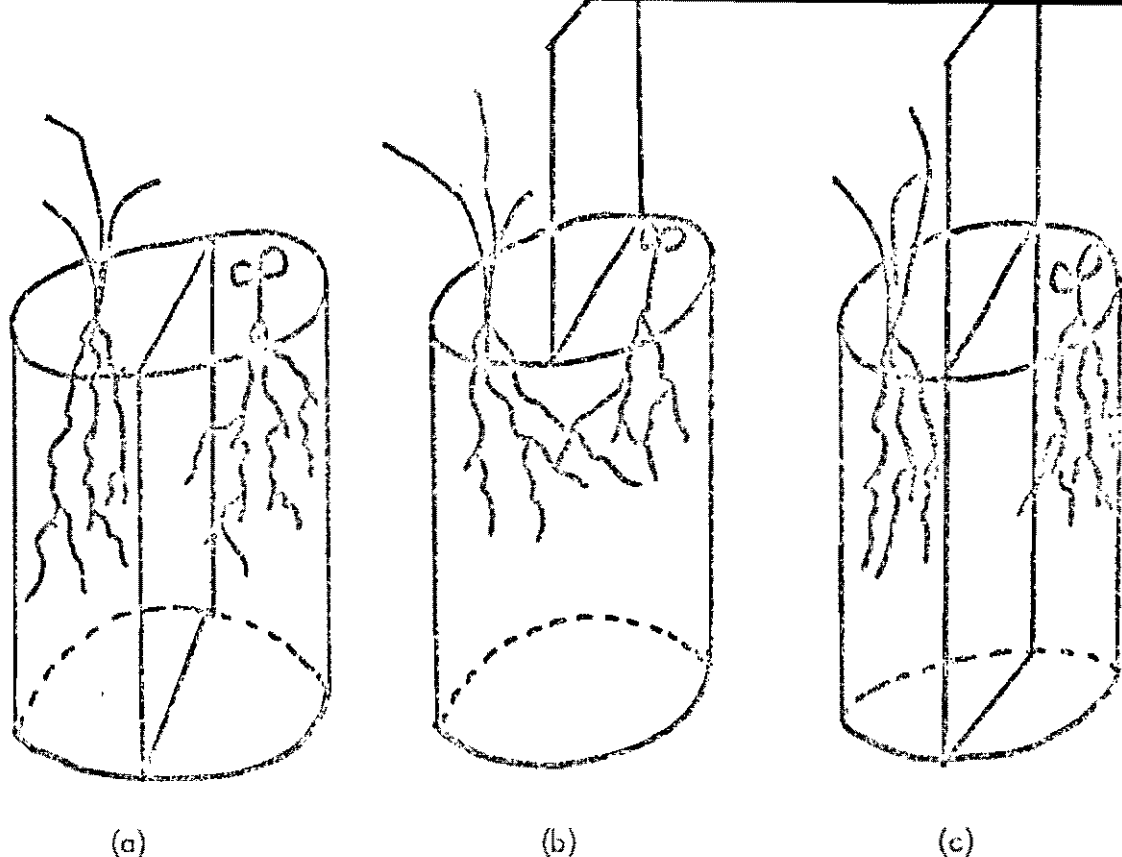


Figura 3. Materos usados para separar los efectos de competencia por luz y nutrimentos

4. Cultivos asociados

El propósito de mencionar cultivos asociados (ó múltiples) en el presente es de estimular interés en realizar estudios de competencia en este sistema tan tradicional del campesino y tan poco investigado por los científicos. Cabe incluirlo porque se puede considerar fácilmente que uno de los cultivos es como una maleza para el otro ya que le quitará agua, luz y nutrimentos, pero para el agricultor las dos especies son deseables. Lo que sucede frecuentemente y tal vez explica mucho el "por qué" el campesino siembra cultivos asociados es que el segundo cultivo reemplaza la maleza y así elimina una buena parte de la competencia que normalmente ocurre.

Este tipo de ensayo también presenta la oportunidad de comparar simultáneamente la susceptibilidad de dos ó mas cultivos con la competencia y estudiar el sistema de control mas apropiado para cada uno y la asociación. Un posible ensayo en cultivos asociados se presenta en la siguiente página.

Es importante ser flexible en los ensayos de competencia y por eso no se deben fijar las fechas exactas de las desyerbas sino hasta que las malezas estén presentes. Además, en el caso del frijol solo y yuca más frijol, no se justifica la desyerba donde se aplica el herbicida debido al rápido crecimiento inicial del frijol.

Cultivo (s)		Densidad (plant./ha)	Sistema de control
1.	yuca	10,000	una desyerba
2.	yuca	10,000	dos desyerbos
3.	yuca	10,000	herbicida + desyerba
4.	yuca	10,000	testigo
5.	yuca - frijol	7,500 + 120,000	una desyerba
6.	yuca - frijol	7,500 + 120,000	dos desyerbos
7.	yuca - frijol	7,500 + 120,000	herbicida + desyerba
8.	yuca - frijol	7,500 + 120,000	testigo
9.	yuca - frijol	5,000 + 160,000	una desyerba
10.	yuca - frijol	5,000 + 160,000	dos desyerbos
11.	yuca - frijol	5,000 + 160,000	herbicida + desyerba
12.	yuca - frijol	5,000 + 160,000	testigo
13.	frijol	200,000	una desyerba
14.	frijol	200,000	dos desyerbos
15.	frijol	200,000	herbicida + desyerba
16.	frijol	200,000	testigo

Presentación de los Resultados

1. Época crítica de competencia

Se puede usar un gráfico para presentar la mayoría de estos datos (Figura 4) ó tablas en donde se expresen los rendimientos como porcentajes del rendimiento de tratamiento siempre libre de malezas. Otros datos que se deben tomar y registrar son las especies de malezas y el peso seco de ellos. Datos de altura del cultivo y maleza también pueden ser de interés.

2. Diseños sistemáticos

Puesto que este diseño implica muchas densidades, se recomienda el uso de gráficos con el eje horizontal representando las poblaciones y el vertical el factor variable (altura, rendimiento, peso de las malezas, etc.) como se ilustra en la Figura 5. De esta manera se comunica fácilmente lo esencial de los resultados obtenidos.

3. Cultivos asociados

Lo importante en este caso es determinar el efecto de los dos cultivos sobre ellos mismos, de manera que se calcule el "rendimiento equivalente". Se toma el rendimiento de los cultivos solos para cada sistema de control bajo estudio como el punto de referencia, es decir, el 100% de la producción. Usando la regla de tres se determinan los

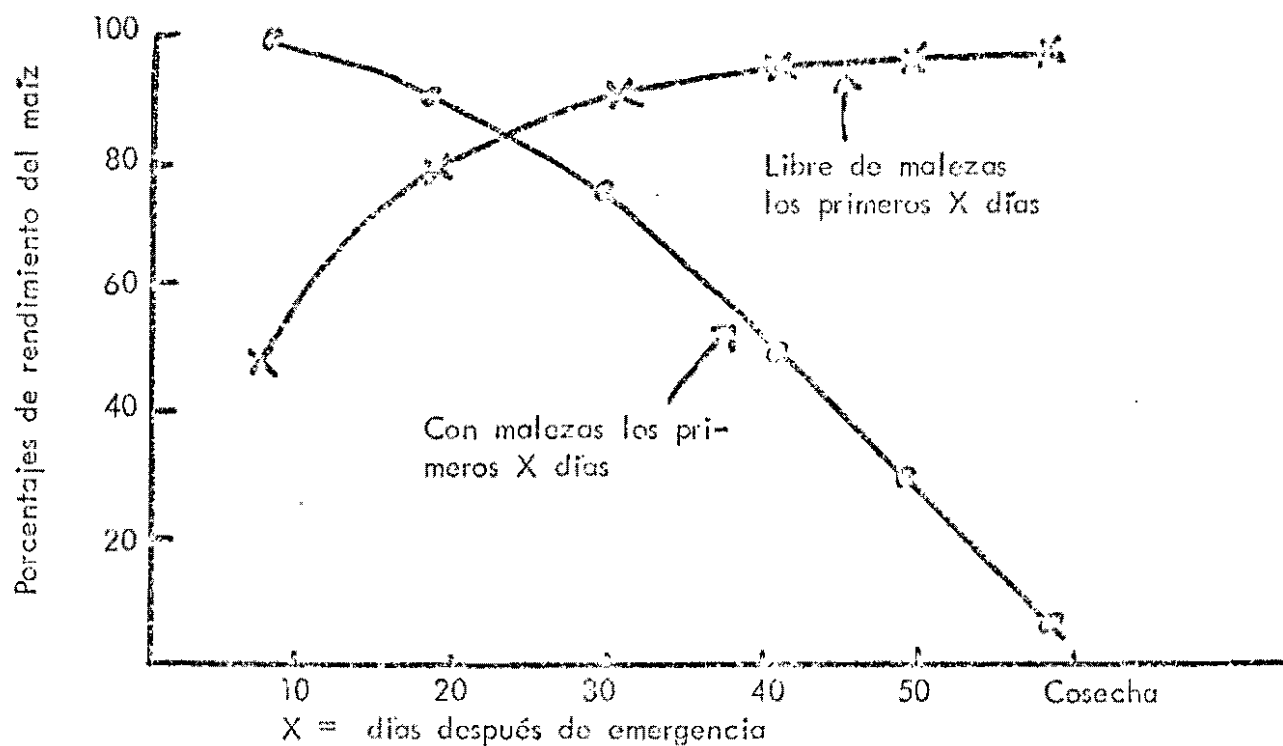


Figura 4. Ejemplo de presentación de datos de ensayos de época crítica de competencia (C)

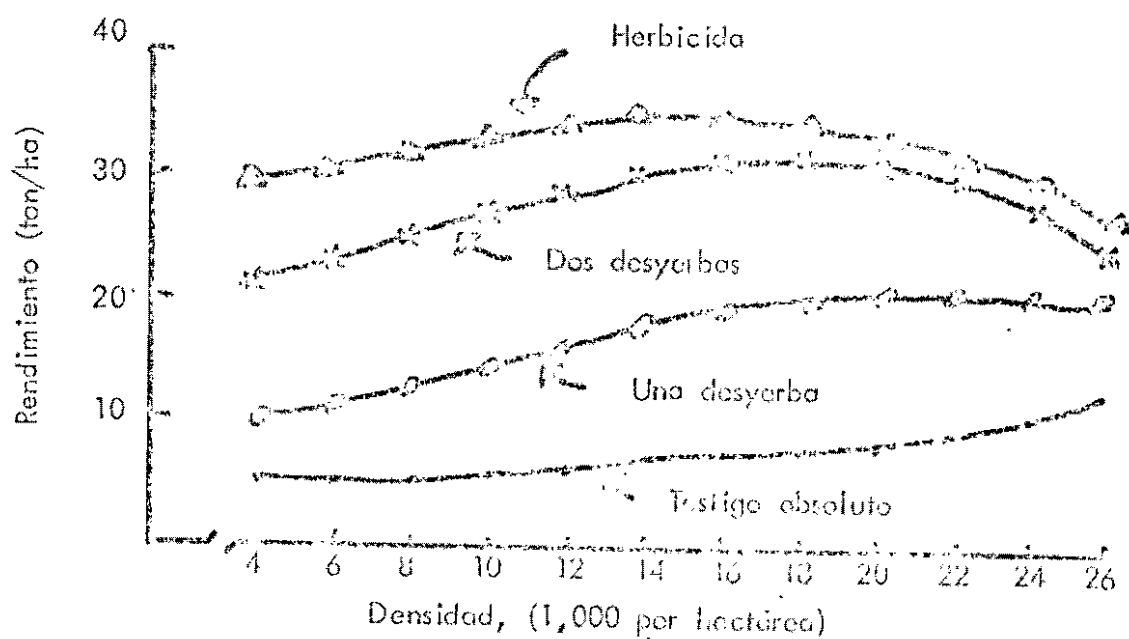


Figura 5. Efecto de la densidad de siembra y sistema de control de malezas sobre el rendimiento de yuca a los 10 meses de sembrado.

valores para el caso del cultivo asociado.

Asociación	Sistemas de Control y sus rendimientos (t/ha)					
	1 desyerbo		2 desyerbos		herbicida	
	Maíz	Frijol	Maíz	Frijol	Maíz	Frijol
maíz	1.5	-	2.5	-	3.0	-
maíz + frijol	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5
frijol	-	1.8	-	2.2	-	2.5

Para el presente caso se tiene:

Con una desyerba el maíz dió 1.5 t/ha y el maíz + frijol 1.0 t/ha, entonces:

$$\frac{1.5}{1.0} = \frac{100\%}{X}$$

$$X = 66.7\% \text{ del maíz}$$

Siguiendo el mismo procedimiento para el frijol se tiene:

$$\frac{1.8}{1.0} = \frac{100\%}{X}$$

$$X = 55.6\% \text{ del frijol}$$

El rendimiento equivalente es igual a:

$66.7 + 55.6 = 122.3\%$, es decir que el rendimiento de los cultivos asociados fue de 22.3% mayor que el rendimiento de los cultivos separados.

* * *

En resumen, se ha presentado una explicación de los ensayos más comunes en los estudios de competencia de malezas. Se debería realizar más o al menos a la clase de ensayos puesto que la información obtenida complementa muy bien los estudios de control con productos químicos.

Es básico además, para establecer recomendaciones que son verdaderos sistemas de control de malezas y no solamente recomendaciones de herbicidas.

BIBLIOGRAFIA

1. BLEASDALE, J. K. A. 1967. Systematic designs for spacing experiments. *Expl. Agri.* 5: 73-85.
2. KASASIAN, L. and J. SEEYAVE. 1969. Critical periods for weed competition. *PANS*: 15: 208 - 212.
3. NIETO, J., M. A. BRONDO y J. T. GONZALEZ. 1968. Critical periods of the crop cycle for competition from weeds. *PANS* 14: 159 - 166.

FACTORES QUE AFECTAN LOS

HERBICIDAS APLICADOS AL FOLLAJE

Para que los herbicidas aplicados al follaje sean efectivos, se requiere una serie de etapas por las cuales debe pasar: (1) hacer contacto con la planta, (2) retenerse sobre la hoja, (3) penetrar la hoja, (4) moverse al sitio de acción y (5) permanecer en su forma tóxica por largo rato.

(1) Hacer contacto con la planta

Obviamente esto debe ocurrir para que sea efectivo el herbicida, pero es sorprendente la forma tan distanciada con que se tiene en cuenta en situaciones comunes en el campo. Se pueden citar por lo menos tres causas que impiden que cantidades suficientes del herbicida lleguen a la planta: Una de ellas es el acarreo por viento. Consiste en movimientos de las partículas de la solución (agua y herbicida). Generalmente el uso de boquillas con orificios grandes y presiones bajas reducen el problema de acarreo porque dan origen a gotas mas grandes. Se puede agregar al tanque productos especiales para reducir el acarreo también.

La volatilización del material. Ocurre a veces antes de llegar a la planta, sobre todo con aplicaciones aéreas. Esto se refiere al cambio de estado líquido ó solido a gaseoso. Varios herbicidas son tan volátiles que se podría perder un alto porcentaje del producto en esta manera.

Se debe establecer la diferencia entre acarreo y la volatilización. Este último se refiere al movimiento del material en forma de gas, mientras que acarreo se refiere al movimiento de las gotas asperjadas. A veces los que han causado daño a un cultivo vecino sostienen que no son responsables pero saben que han aplicado un producto volátil y no han pensado en el factor viento.

A menudo el producto no da en el blanco debido a la sombra proporcionada por plantas mas altas que pueden ser del mismocultivo ó demás malezas. Sabemos tambien de quejas en cuanto a que en la acción de herbicidas de contacto hay malezas que escapan. La razón de esto se debe a que el herbicida solamente entró en contacto con las plantas mas altas y al morir estas, las que no fueron aplicadas siguen creciendo y en pocos días el campo estará infestado de nuevo. Este factor no es tan importante en el caso de los herbicidas sistémicos, pues son capaz de llegar al sitio de acción aún cuando la aplicación haya sido algo deficiente.

(2) Retenerse sobre la hoja

Una vez el herbicida llega a la hoja, debe permanecer encima de ella por largo tiempo para ser absorbido, factor afectado por varias razones.

La morfología de la planta, por ejemplo, juega un papel importante si las hojas son muy derechas, las gotas pueden caerse con mas facilidad que si están horizontales. También si la superficie de la hoja es cerosa, las gotas rodarán con mucha facilidad. Como ejemplo tenemos Scirpus spp. vs. Ipomoea spp.: la primera es vertical y cerosa y tiene una mínima área foliar, mientras que la batatilla presenta hojas hori-

zontales sin cera.

Las características de la solución son de considerable importancia en este aspecto. Se puede agregar "aditivos" con propiedades adherentes ó pegantes. Los humectantes actúan como adherentes cuando se aplican bajos volúmenes de agua. Por ejemplo, se recomienda el uso de un surfactante con paraquat para controlar gramíneas ya que sin este la retención en la hoja es mínima.

La volatilidad de herbicidas también es digna de mención. Algunos productos pueden ser tan volátiles que se evaporan antes de que hayan penetrado la hoja. Tal vez el EPTC sería un herbicida efectivo en postemergencia, si no fuera tan volátil.

(3) Penetración de la hoja

Los herbicidas pueden entrar a las hojas tanto por el envez como por el haz y generalmente el envez es más premiable que el haz; penetran por la cutícula ó directamente por los estomas. Existe mucho por descubrir sobre la penetración de los productos por las hojas y depende bastante de la especie bajo estudio y las condiciones del medio ambiente (luz, humedad, estado del estoma, etc.). Además, depende de la índole de la molécula que se ha aplicado, (polar, apolar), la formulación (ester, amina) y el volumen del agua. Se sabe que la penetración por los estomas pueden suceder, pero es mas importante por la cutícula. Aunque la siguiente discusión ó planteamiento trata de absorción por la cutícula, no se debe olvidar que no es el único medio de penetración.

Suponiendo que la gota se haya quedado en la superficie de la hoja, existen cuatro destinos posibles:

- a) Puede permanecer afuera, bien sea en forma de cristal ó como líquido. Así sucede con las sales al evaporarse el agua
- b) Puede penetrar en la cutícula y quedarse en la porción no polar. Ese es el caso de varios aceites agrícolas
- c) Puede entrar al sistema acuoso de la hoja y pasar por las paredes celulares al sistema vascular. El amitrol y el dalapon se mueven de esta forma
- d) Puede entrar al sistema vivo de las células y luego al sistema vascular. El mejor ejemplo de esta situación es el 2,4-D.

Naturaleza de la Cutícula

Para comprender lo anteriormente dicho se debe conocer a fondo la composición y estructura de la cutícula de la hoja. Consiste en capas complejas que cubren la superficie de la hoja. Funciona para prevenir la pérdida de agua de la planta durante sequías y al mismo tiempo presenta un fuerte obstáculo en la penetración de los herbicidas. Los componentes de la cutícula se pueden describir así:

- ceras de cutina: apolares y lipofílicas. Cadenas cortas de esterres y alcoholes de poco peso molecular; carecen de grupos reactivos al final de la cadena, algunos pueden ser cíclicos

- cutina: parcialmente hidrofílica y parcialmente lipofílica; ácidos y alcoholes polimerizados de bastante peso molecular; contienen grupos terminales reactivos.
- pectinas: amorfos y supremamente hidrofílicos; consta de "poliuronides" (ó sean sustancias similares a los azúcares).
- celulosa: hidrofílica y fibrosa; permeable al agua y compuestos polares.

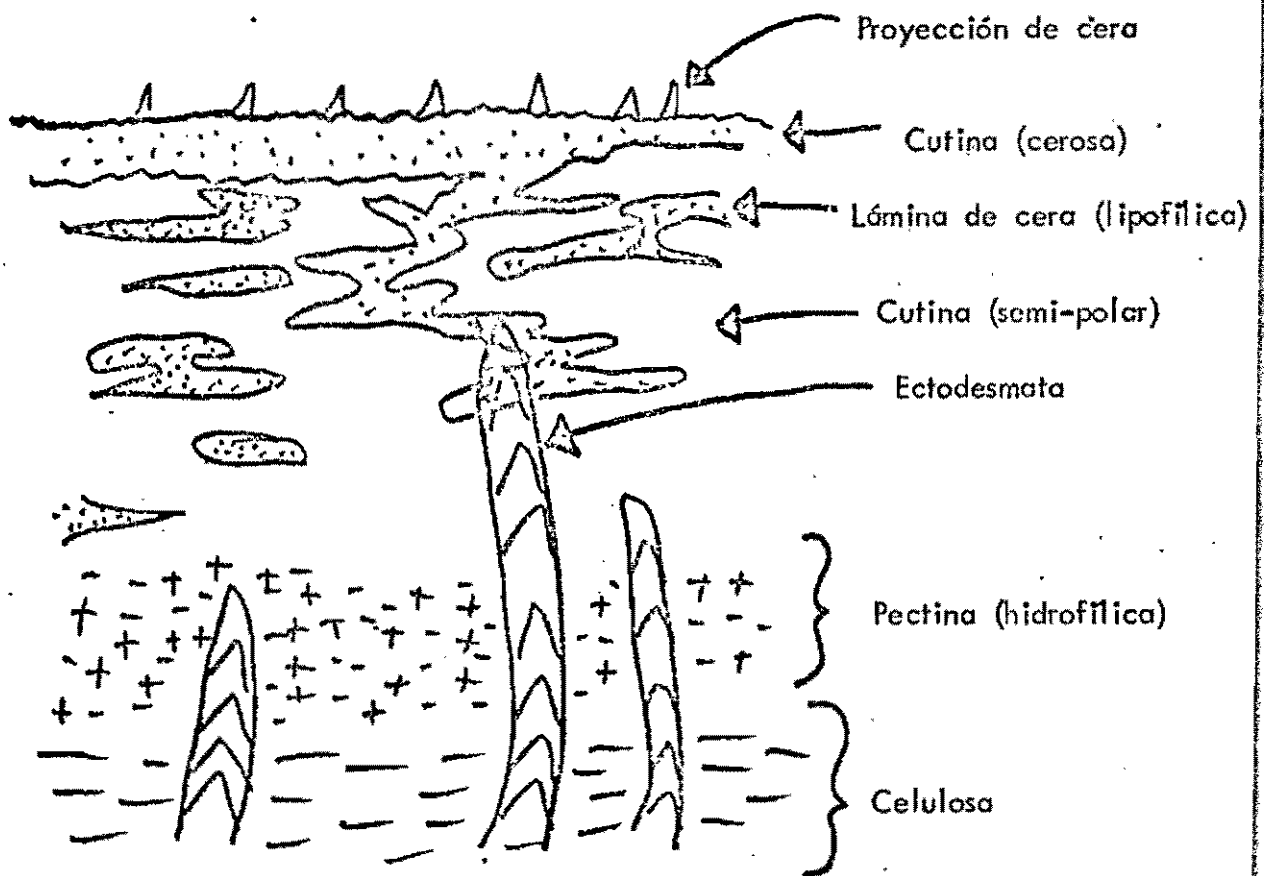


Figura 1. Diagrama de la cutícula

Vías acuosas y cerosas de absorción

Los herbicidas polares (solubles en agua) siguen una ruta diferente a los apolares. La cutina cerosa es bastante lipofílica y por lo tanto los herbicidas polares no penetran fácilmente por la cutícula. La presencia de grietas ó daños de insectos ayudan en la absorción de estos productos, pasando por la parte hidrofílica de la cutina y evitando el contacto con las láminas de cera (Figura 1). Al llegar a la pectina y celulosa, el camino se hace mas fácil porque no encuentra ninguna dificultad en moverse por las sustancias hidrofílicas. Se ha denominado este camino "ruta acuosa".

Los herbicidas apolares toman la "ruta cerosa" ya que dichos productos son lipofílicos y penetran rápidamente la barrera cerosa, luego pasan por las porciones lipofílicas de las ceras y la cutina. En el caso de algún herbicida demasiado lipofílico, se dificulta la penetración por las sustancias hidrofílicas que son la pectina y la celulosa.

Las condiciones ambientales afectan notablemente la absorción de los herbicidas, sobre todo los hidrofílicos. Bajo condiciones de alta humedad relativa, las gotas se evaporan menos rápido permitiendo mas tiempo para el herbicida disuelto en el agua a penetrarse. Al mismo tiempo las porciones hidrofílicas de la cutina y pectina pueden absorber humedad e hincharse separando las láminas de cera y así abren camino más fácil para los herbicidas polares a seguir. La humedad relativa tiene menos efecto sobre la penetración de productos lipofílicos.

Se destacan los siguientes conceptos importantes a cerca de la absorción cuticular de los herbicidas:

- a) Rutas acuosas y cerosas
- b) Cutícula más espesa bajo condiciones de secano y más delgado con ambientes húmedos: ejemplos de los extremos son los cactus vs. malezas acuáticas; eso puede afectar bastante la penetración de herbicidas foliares.
- c) Las propiedades de los herbicidas inciden en la absorción (polar vs. apolar, vs. solubilidad, etc.)
- d) La formulación de productos concentrados emulsionables penetran mejor que los polvos mojables.
- e) Aditivos tales como humectantes, pegantes y emulsificantes pueden aumentar la absorción sobre todo para materiales polares.
- f) La alta humedad relativa mejora la penetración al (1) reducir la evaporación del agua con el producto de la hoja y (2) proveer humedad a las sustancias hidrofílicas de la capa cuticular, causando a ésta hinchazón y haciéndola mas accesible a la ruta acuosa para los herbicidas polares.

(4) Translocación

Algunos de los herbicidas foliares se consideran "de contacto", es decir que solamente afectan los tejidos tratados. Al mismo tiempo, hay otros productos capaz de ser translocados del sitio de aplicación a otras partes de la planta. Este grupo incluye los herbicidas amitrol, glifosato, dalapon, 2,4-D, 2,4,5-T y muchos mas.

El simplasto y apoplasto

Un concepto básico en cuanto a la translocación de los herbicidas se refiere al simplasto y apoplasto. El simplasto consiste de todo el protoplasma de la planta, en forma interconectada de todas las células de la planta que funciona como una entidad. Esto incluye el floema, las células vivas, y el plasmodermato ó fibras de protoplasma que conectan las células vivientes, es decir la fase viva de la planta. El apoplasto se refiere a los tejidos muertos y el agua alrededor del simplasto, lo cual incluye el xilema y las paredes celulares. Los herbicidas pueden moverse por cortas distancias por difusión pero para que sean verdaderamente "sistémicos" deben moverse en el xilema ó el floema de la planta.

Los herbicidas se distribuyen en diferentes grados al simplasto ó al apoplasto. Algunos se translocan solamente en uno ó el otro sistema, pero otros pueden moverse tanto en el apoplasto como en el simplasto. El 2,4-D, dalapon, amitrol, dicamba y picloram se mueven en el follaje por el simplasto junto con los azúcares, sin entrar en las hojas no tratadas que están produciendo y "exportando" azúcares.

Un concepto de suma importancia para comprender el movimiento de herbicidas foliares es sobre el transporte de sustancias químicas del sitio de producción a los de su metabolismo ó almacenamiento (Figura 2). Los azúcares tienden a moverse de los sitios de producción (las hojas) hacia los sitios de consumo (activos en metabolismo) ó de almacenamiento (raíces gruesas, bulbos, granos, etc.) y en el proceso pueden llevar con ellos el 2,4-D y otros herbicidas. Se ha establecido que el 2,4-D no se mueve por sí solo sino que siempre su translocación va ligada con el movimiento de azúcares a través de las vías del floema.

La mayoría de la translocación de las hojas ocurre por medio del floema y dicha translocación depende de tejidos vivos. Al aplicar herbicidas muy fuertes ó una sobredosis se puede reducir la cantidad de producto translocado y por consiguiente bajar el grado de control obtenido a largo plazo. Es por eso que no se recomienda tampoco el uso de los herbicidas de contacto en mezcla con los sistémicos, porque sería contraproducente al matar solamente la parte aérea de la planta sin permitir suficiente movimiento del producto sistémico al sistema radicular para así eliminar toda la planta.

El tipo de maleza también influye en la translocación. Se observa generalmente en malezas anuales donde no es necesario que el herbicida sea translocado a largas distancias en comparación con otros factores importantes para el buen comportamiento del producto. El malezas bianuales se debe aplicar en estado de plántulas ó rosetas pero antes de que brote la flor.

Los conceptos de Figura 2 son de alta importancia en cuanto a las malezas perennes para poder determinar la mejor época de aplicación. Al emerger el brote de partes vegetativas subterráneas mucha cantidad de azúcar producida y almacenada se utiliza para producir nuevas hojas y tallos y por lo tanto el movimiento es hacia las partes nuevas (arriba) y no hacia las partes subterráneas. Al llegar al estado de prefloración, el crecimiento vegetativo se reduce ó se para totalmente y los azúcares producidos por las hojas comienzan a moverse a los tejidos de almacenamiento subterráneos. Es en este momento que la aplicación foliar va a ser lo más efectivo para los productos sistémicos, simplemente debido a que la translocación es mas completa por toda la planta que en cualquier otra época.

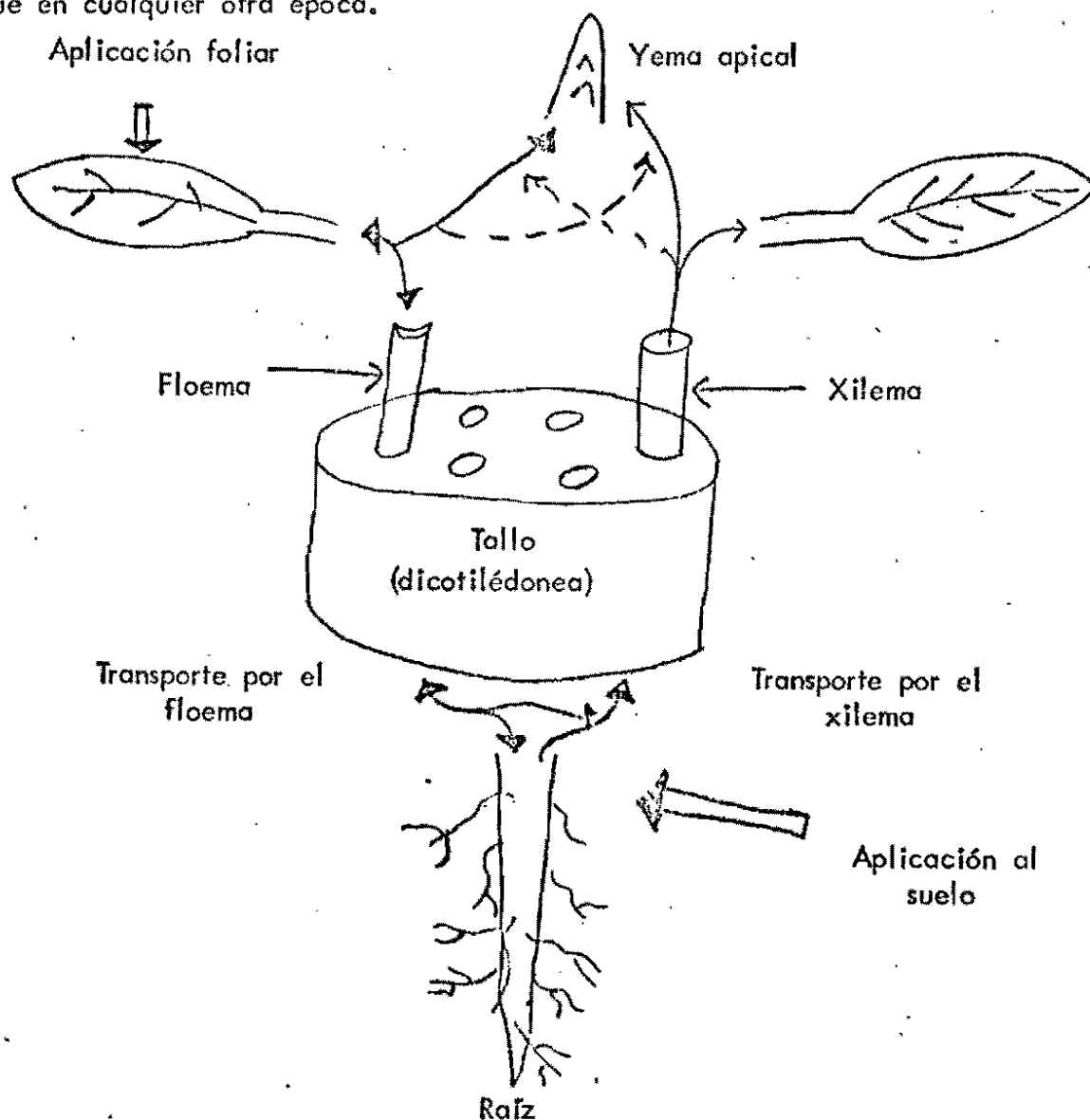


Fig. 2 Movimiento de sustancias químicas dentro de la planta

HERBICIDAS APLICADOS AL SUELO

Triazines, áreas substituídas, uracilos, etc.

Características

1. tienen alguna actividad foliar, lo cual depende fundamentalmente de su solubilidad aún cuando temperatura también es importante. Acción foliar del diuron es aumentada con aumentos de temperatura, consecuentemente en los trópicos es altamente activo.
2. Absorbidos por la raíz y transportados por el xilema.
3. Activos contra malezas germinando, fundamentalmente gramíneas y también algunas latifoliadas y perennes.
4. baja solubilidad desde el punto de vista de la formulación.
5. necesitan agua para su activación
6. la selectividad se basa por lo general en ubicación en el suelo aún cuando pueden citarse por lo menos dos casos de excelente selectividad fisiológica que son atrazina en maíz y terbacil en menta.
7. movimiento en el perfil del suelo (drenaje) afectado por :
 - a) solubilidad del herbicida (a nivel de familia)
 - b) características de adsorción del herbicida. Atrazina es menos adsorbida y mas soluble que simazina, por lo tanto puede moverse con mas facilidad.
8. muchos de ellos afectan la reacción de Hill.
9. susceptibles a fotodescomposición.
10. pueden actuar como esterilizantes del suelo a altas concentraciones.
11. presentan baja toxicidad para mamíferos
12. por lo general dejan residuos de una estación a la otra.

HERBICIDAS APLICADOS AL SUELO Y FACTORES QUE AFECTAN SU COMPORTAMIENTO

El suelo es una entidad dinámica y como tal constituye un ambiente especial para los herbicidas. La aplicación de herbicidas al suelo los expone a todos los procesos físicos y biológicos que normalmente tienen lugar en el. ADSORCIÓN, REACCIONES QUÍMICAS, ACTIVIDAD MICROBIANA, están directamente relacionados a la dinámica de suelos. VOLATILIDAD, DRENAJE (MO-

VIMIENTO EN EL PERFIL) y FOTODESCOMPOSICION también afectan el comportamiento herbicida.

Independientemente del método de aplicación y de si nuestra intención es obtener actividad en el suelo o no, parte del herbicida llega siempre al suelo. Evidentemente hay una cierta dosis que es necesaria para obtener actividad biológica. Para que esta dosis alcance el blanco (lugar de la planta donde el efecto tóxico se manifiesta), es necesario contar con condiciones climáticas y de suelo adecuadas. Un conocimiento del efecto que tales factores ejercen sobre los herbicidas nos permitirá un uso mas racional de ellos.

Puede verse que desde que tanto las condiciones climáticas como las de suelo, no pueden ser fácilmente controladas, un buen herbicida de este grupo debe funcionar bajo un razonable rango de condiciones adversas con confiabilidad repetible.

De los factores mencionados adsorción y drenaje (lavado) juegan un rol muy importante del punto de vista práctico. Un conocimiento de ellos, es útil para interpretar actividad y residualidad.

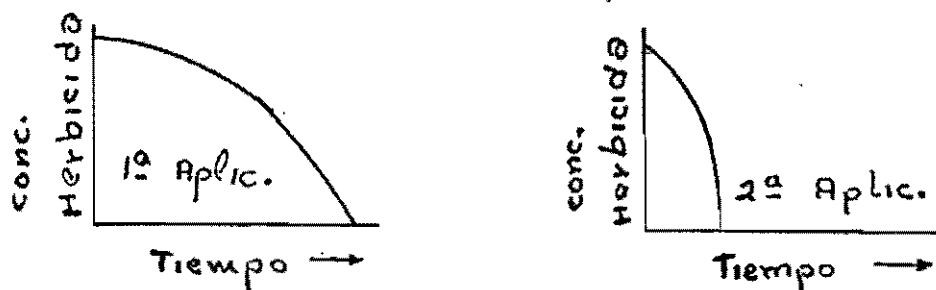
BIO-DESCOMPOSICION -ACTIVIDAD MICROBIANA

Descomposición de los herbicidas por los micro-organismos juega un importante rol en la degradación de varios compuestos. Este proceso es común, los micro-organismos usan los herbicidas de la misma forma en que usan cualquier otra fuente de C ó N, mineral u orgánico. En la mayor parte de los casos los mismos procesos que afectan la descomposición del humus, la materia orgánica o los procesos de amonificación y nitrificación, también afectan la degradación de los herbicidas.

Suelos cálidos y húmedos con moderado pH, y aereados, favorecen una acelerada descomposición. La disponibilidad de otras fuentes de alimento, la concentración del herbicida; exposición previa de los micro-organismos al mismo herbicida y la especie de micro-organismo predominante son importantes en definir la velocidad de degradación. Es obvia la importancia de los micro-organismos en reducir residualidad. En regiones áridas, o en húmedas y frías, la actividad microbiana es reducida considerablemente con la consecuente reducción en degradación. Cuando se riega por surco en zonas áridas, con alta evaporación, el herbicida es acarreado a la parte superior de los caballones, donde debido a condiciones adversas, no hay actividad microbiana. Acumulación de herbicida en esa zona, resulta en daño a cultivos posteriores.

En suelos con pH bajos, usualmente por debajo de 5.0, la actividad microbiana es reducida (excepto por especies adaptadas tales como algunas de *Rhizobium* en los trópicos, adaptadas a altas condiciones de acidez) por lo tanto reduciendo la descomposición. Exceso de agua y bajas temperaturas ejercen la misma influencia sobre la actividad microbiana.

Luego de sucesivas aplicaciones de ciertos herbicidas, la población de organismos degradantes se incrementa. Luego estas poblaciones aumentadas degradan los herbicidas más rápidamente.



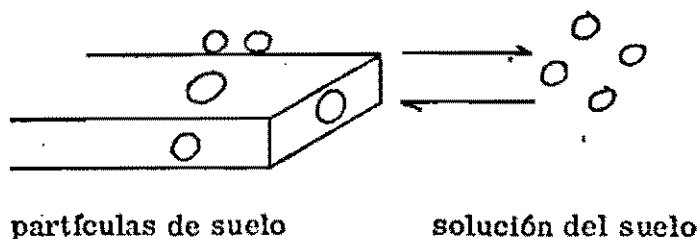
En relación al efecto de los herbicidas sobre los micro-organismos, no mucho se conoce. Evidentemente, la inducción de cambios en la flora microbiana, seleccionando determinadas especies o razas puede afectar considerablemente las reacciones del suelo en su conjunto.

La velocidad con que los diferentes herbicidas son degradados por actividad microbiana es variable. Para 2,4-D e IPC por ejemplo es de alrededor de 4 semanas al igual que para dalapon. Picloran y fenac son altamente resistentes siendo atrazina y diuron medianamente resistentes. Varias razones contribuyen a este comportamiento diferencial de los micro-organismos a herbicidas de grupos diferentes. Configuración molecular, halogenación (fundamentalmente clorinación), parcialmente determinan preferencias.

ADSORCION

Es tal vez uno de los mas importantes factores en condicionar la disponibilidad de un herbicida cuando es aplicado al suelo.

Adsorción resulta de la atracción física o química de las sustancia a una superficie. Puede ser mirada como un proceso de equilibrio entre la sustancia adsorbida a las partículas de suelo, y la disponible en la solución del mismo. El mismo equilibrio que existe entre los cationes del suelo y los de la solución del mismo.



Una parte de las sustancias es atraída por la partícula del suelo y otra parte integra la solución del mismo de la cual es directamente disponible para las plantas. La planta obtiene sus nutrientes fundamentalmente de esta solución

aún cuando hay reportes de absorción desde las partículas de suelo.

Es evidente entonces que cuando se trate de herbicidas que son fácilmente adsorbidos, su disponibilidad para las malezas es seriamente afectado, a menos que sepamos esto de antemano y tomemos medidas para evitar completa inactividad.

La adsorción puede tener lugar en la superficie de las partículas de suelo, o puede ser interlaminar. Cuando la adsorción es interlaminar, como sucede con algunos herbicidas (diquat, etc.) su liberación es mucho más difícil que cuando la retención es en la superficie.

Factores que afectan la adsorción

a) textura del suelo

Suelos con alto contenido de arcilla tienen una mayor superficie de contacto que los arenosos. Debido a que el tamaño de las partículas de arcilla es mucho menor que las de arena, el área es mayor por unidad de volumen. Como veremos esto afecta considerablemente la dosis a aplicar.

La materia orgánica en general tiene mayor superficie de contacto que las arcillas y consecuentemente su capacidad adsorptiva es mucho mayor. *

b) tipo de arcilla

Debido a que el número de cargas negativas generadas en diferentes tipos de arcillas es distinto, así como el número de capas que constituyen diferentes arcillas, adsorción es también diferente. La intensidad de adsorción sigue mas o menos la capacidad de intercambio catiónico de las arcillas.

Arcilla	CIC
kaolinita	15 meq/100 g. soil
Chlorita	30 " "
Illita	30 " "
Montmorillionita	100 " "
Vermiculita	150 " "
Materia orgánica	200 " "
La Superficie del humus	500 - 800 m ² / g.

Elasticidad de las capas así como la distancia entre ellas también influencia la adsorción.

Como puede verse la capacidad adsorptiva de la materia orgánica está por encima de las arcillas, consecuentemente, en la mayor parte de los casos es definitoria en cuanto a la actividad que tendrá un determinado producto. Por lo general existe una mejor correlación entre contenido en materia orgánica y adsorción, que la que existe con las arcillas. Debemos además tener en

* Teniendo en cuenta que el suelo es en general una mezcla y difícilmente un solo tipo de material.

cuenta que salvo en condiciones muy especiales, general los suelos consisten en una mezcla de diferentes arcillas y diferente contenido de materia orgánica. Algunos suelos de áreas tropicales con alta precipitación estarán constituidos fundamentalmente por 1:1 tipo de arcillas tales como la kaolinita, con menor capacidad de retención. Para algunos herbicidas el contenido de arcilla es muy importante. Bipiridillums por ejemplo (Paraquat y diquat) pueden ser adsorbidos interlaminarmente aumentando no solo la adsorción sino la irreversibilidad de este proceso. Como se comprenderá, adsorción es un proceso reversible en la mayoría de los casos, pero la liberación es más difícil cuando la adsorción es interlaminar.

c) humedad.

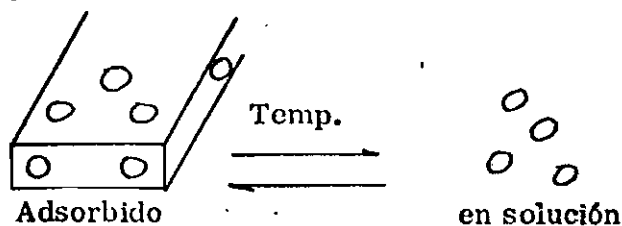
Tiene varios efectos, directos e indirectos tales como influenciando la cantidad de herbicida en solución. El efecto más evidente y general es el del agua compitiendo por sitios de adsorción. El agua forma una película que impide la adsorción. Cuando esto sucede en la aplicación de compuestos volátiles, el exceso de humedad resulta en pérdida del compuesto por volatilización al no ser adsorbido. Por otro lado, cuando el suelo está seco, la adsorción es mucho mayor. Esto puede ser beneficioso o no dependiendo de cada caso en particular. Cuando un herbicida que normalmente es fuertemente adsorbido se aplica, tal como diuron para el control de *Lolium* anual en trigo, y el suelo está demasiado seco, su efecto es reducido y si está extremadamente seco, puede ser casi irreversiblemente fijado, no nos será posible liberarlo ni con irrigación.

d) temperatura

Adsorción es un proceso exotérmico (libera energía) libera calor, consecuentemente incrementos de temperatura incrementa la inestabilidad de las moléculas, su movimiento y por lo tanto disminuye adsorción en general. Existe también una relación con solubilidad. La mayor parte de los compuestos aumentan su solubilidad con aumentos de temperatura y por lo tanto son menos adsorbidos pues pasan a integrar la solución del suelo. Hay excepciones a esto, tal como sucede con EPTC cuya solubilidad en agua disminuye con aumento de temperatura y por lo tanto su adsorción se incrementa. En este caso el efecto de temperatura es mas importante sobre solubilidad que sobre adsorción, resultando en una mayor adsorción neta.

Para EPTC $T^{\circ} < \text{Sol.} > \text{Ads.}$

Para la mayoría de los casos :



La reacción indica que temperatura acarrea el equilibrio hacia la derecha (excepto para EPTC). Adsorción y solubilidad pueden ser adecuadamente correlacionados dentro de algunas familias de herbicidas pero no entre familias.

Dentro de una familia en particular, solubilidad puede ser un indicador adecuado de cual será su comportamiento con respecto a adsorción :

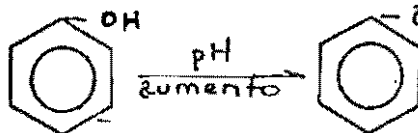
diuron	42 ppm	más adsorbido
linuron	75 ppm	menos adsorbido

Sin embargo esto no puede hacerse entre familias porque paraquat por ejemplo es completamente soluble en agua y sin embargo es uno de los herbicidas mas fuertemente adsorbidos.

En general puede decirse que herbicidas volátiles aplicados a suelos secos, y no volátiles a suelos húmedos es una buena práctica.

d) pH

Su efecto no es muy conocido para todos los herbicidas. Atrazina por ejemplo es mas adsorbida cuando el pH disminuye porque la concentración de iones hidrógeno se incrementa y alguno de los H^+ se asocia a la molécula de atrazina dándole carga positiva que es atraída al coloide donde predominan cargas negativas. Para 2,4-D por ejemplo, aumento de pH (menos H^+) causa disociación de la molécula pasando a una forma mas negativa que es menos adsorbida.



En general fenoxis, picloran, amiben, glifosato, dalapon, TCA, son ácidos mientras que paraquat y triazines son básicos y consecuentemente mas adsorbidos.

Movimiento en el perfil (drenaje)

Refiere al movimiento del producto químico con el agua del suelo o aplicada al suelo. Esta íntimamente relacionado con el contenido de arcilla o materia orgánica, solubilidad del herbicida y la cantidad de agua que se mueve a través del perfil.

En general hay un mayor drenaje cuando los compuestos tienen alta solubilidad en agua, sin embargo esto no siempre es cierto y diquat es un buen ejemplo de ello tal como fue mencionado anteriormente. Si tenemos una lluvia de 100 mm, equivale aproximadamente a 1 millón de kilos de agua, teóricamente disolverá todo el herbicida que tiene 1 ppm de solubilidad desde que una parte por millón equivale a 1.kilo de herbicida en un millón de kilos de agua. Si esto fuera así, el herbicida seguiría el movimiento del agua en el perfil. Sin embargo esto no sucede así. Monuron es soluble en la proporción de 230 ppm, 400 mm de agua aplicados posteriormente, serían capaces de disolver cientos de veces una dosis normal de aplicación y sin embargo no sucede así. CIPC tiene una solubilidad de 88ppm sin embargo es fuertemente adsorbido y raramente se mueve mas de 25 mm en el perfil excepto en suelos fundamentalmente arenosos. Dalapon por otro lado, no es fuertemente adsorbido y es fácilmente drenado.

Volatilidad

Cambio de estado líquido a vapor. Depende de una constante física presión de vapor, la cual a su vez influenciada por varios factores.

La presión de vapor cambia fundamentalmente con cambios de temperatura. Incrementos de temperatura alteran el equilibrio molecular aumentando la presión de vapor.

Cuando la presión de vapor equilibra a la presión atmosférica (760 mm a nivel del mar) el líquido cambia a vapor.

El agua a 0°c tiene una presión de vapor de 4.58 mm, a 30° es 31.6 y a 100° es 760, igualando a la atmosférica y transformándose en vapor.

Presión de vapor es una medida relativa y no es de utilidad a menos que pueda compararse con una de efecto conocido en la volatilidad. Ciertos herbicidas sin embargo tienen una alta presión de vapor (relativa) y son altamente volátiles y deben ser protegidos en su aplicación para impedir pérdidas totales como consecuencia de esto.

Altamente volátiles : RoNeet, Treflan, Casoron y bromuro de metilo

Medianamente volátiles : 2,4-D (ésteres de alta volatilidad), CIPC e IPC.

Baja volatilidad : Ureas, triazines.

No volatilidad : Bromacil

Volatilidad no es siempre un factor negativo. Es útil por ejemplo en la actividad del Casoron que controla malezas volatilizándose dentro del follaje.

Como fue indicado, volatilidad depende de la presión de vapor, pero también de adsorción y solubilidad. Bajo altas condiciones de humedad, aumento de volatilidad debido a la competencia del agua por los sitios de adsorción. Normalmente adsorción debería decrecer volatilidad. Compuestos altamente volátiles en general deben ser incorporados para evitar pérdida total.

CIPC e IPC deben ser aplicados en suelos húmedos y fríos.

EPTC en cambio, debe ser aplicado a suelos secos o húmedos pero en este último caso, inmediatamente incorporado.

Resumen :

>T ^o	< ADS				
<<pH	> ADS				
>T ^o	> SOL	<	ADS		
>SOL	< ADS				
					General
>T ^o	<SOL	>	ADS	-	EPTC
>T ^o	<H ₂ O	>	ADS	-	CDA
(R11)					

Descomposición química

Es un proceso no muy estudiado pero que es muy similar al realizado por los microorganismos, por lo tanto los factores que influyen en la descomposición micro-orgánica, también afectan la química.

Los triazinas son descompuestos químicamente en el suelo. Amitrol puede ser también degradado químicamente. Varias reacciones, tal vez similares a las que ocurren en las plantas son responsables por este tipo de degradación, incluyendo hidrólisis como una de las más comunes.

Fotodescomposición

La luz, especialmente la fracción ultravioleta de su espectro, altera el balance de energía de las moléculas resultando en algunos casos en rotura de los enlaces moleculares. Esto es particularmente cierto para compuestos conteniendo nitrógeno que permanecen en la superficie del suelo, expuestos a la radiación ultravioleta.

Trifluralin, paraquat y diuron son buenos ejemplos de este tipo de descomposición, que bien puede incluirse dentro de la categoría anterior.

Como podrá apreciarse a través de la revisión previa, solo alguno de los factores mencionados tiene importancia desde el punto de vista práctico.

Es evidente, por ejemplo, que para la mayoría de los casos el efecto que la adsorción ejerce sobre el comportamiento de un compuesto, es mucho mayor que el del pH.

Tal vez lo más importante es que un conocimiento previo de los factores así como de la forma en que actúan nos permitirá predecir comportamiento o explicar resultados.

Residualidad y actividad de los compuestos usados son las características más afectadas por los factores mencionados.

Obviamente, juegan un papel preponderante en la cantidad de compuesto activo que permanece en el suelo luego de la cosecha.

Por otra parte, la actividad del herbicida está condicionada a dichos factores. Ellos determinarán por ejemplo, que cuando aplicamos una triazina a un suelo arcilloso, la dosis deberá ser incrementada con respecto a la usada en el suelo arenoso.

TENSION DE VAPOR

	mml Hg
EPTC	. 1
2,4-D Isop	10 ⁻²
linuron LINURON	10 ⁻⁵
atrazina	10 ⁻⁷
sifmazina	10 ⁻⁹

DESCOMPOSICION MICROBIANA

2,4-D
IPC
DALAPON

> rápida - 4 semanas

ATRAZINA
DIURON

> mediana

PICLORAN
FENAC

> Poca

VOLATILIDAD

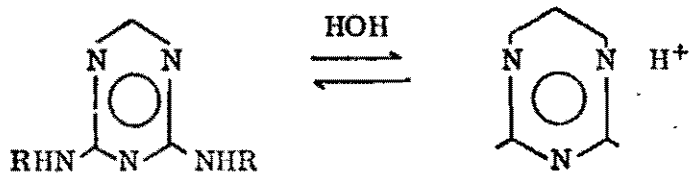
ALTA	EPTC, Trifluralin, RoNeet, Casoron, Br Mc
MEDIA	2,4-D (esteres) CIPC, IPC
BAJA	Ureas - Triazines
NINGUNA	Bromacil

SOLUBILIDAD

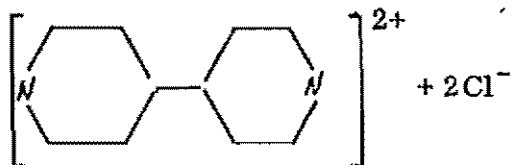
simazina	5
atrazina	33
diuron	42
linuron	75
ferbacil	710
fenuron	3.850
dalapon	500.000

I. HERBICIDAS

Cargados + = Adsorbidos



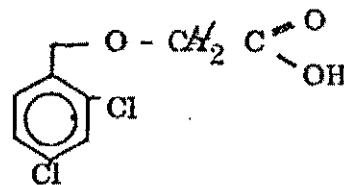
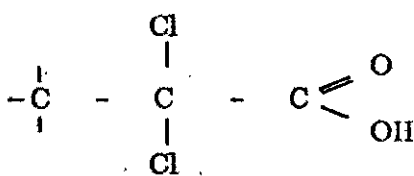
TRIAZINES



PARAQUAT

OTROS: Uracilos - Anilinas - Ureas, etc.

Cargados - = No adsorbidos



II. RESIDUALIDAD

LARGA $\left\{ \begin{array}{l} \text{metoxi - cloro triazinas} \\ \text{ureas} \\ \text{uracilos} \\ \text{picloram} \end{array} \right.$

MEDIANA $\left\{ \begin{array}{l} \text{metil tio triazinas} \\ \text{linuron} \end{array} \right.$

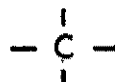
CORTA $\left\{ \begin{array}{l} \text{carbanilatos} \text{ tior} \text{ carbanilatos} \\ \text{2,4-D y derivados} \\ \text{dalapon} \end{array} \right.$

III. LIXIVIACION *Relativa*

trifluralin	1
diuron	2
atrazina	10
bromacil	15
picloram	25

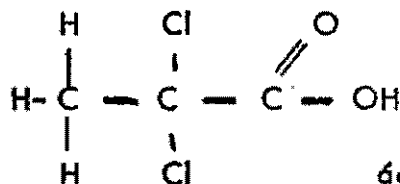
BASES DE QUIMICA ORGANICA PARA EL ENTENDIMIENTO DE LA QUIMICA DE LOS HERBICIDAS ^{1/}

- I. La base común de todos los compuestos orgánicos es el Carbono (C). El elemento C tiene cuatro valencias y se representa así:



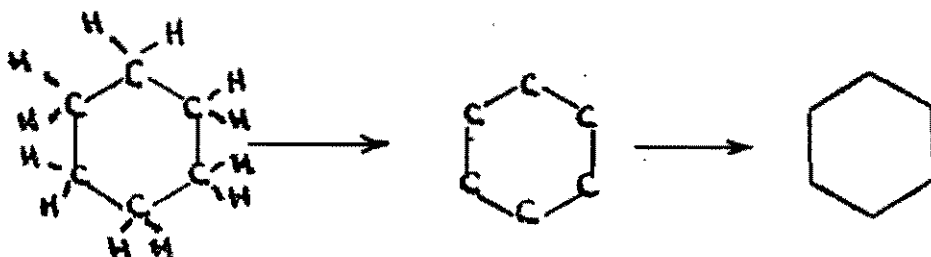
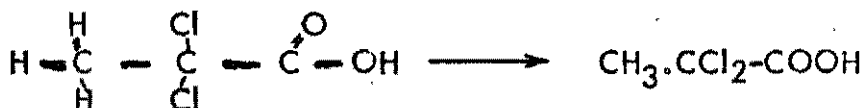
Cada valencia representa un enlace potencial con otros átomos. En los herbicidas generalmente estos átomos son: otros carbonos (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), fósforo (P), sulfuro (S), nitrógeno (N), los halógenos, cloro (Cl), flúor (F), yodo (I), y bromo (Br), y otros menos comunes.

Ejemplos:

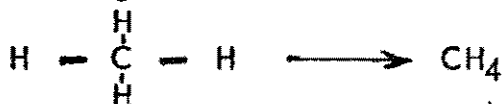


ácido, 2,2 dicloro propiónico

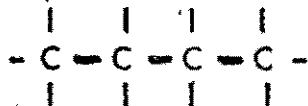
Al escribir las fórmulas generalmente se omiten los hidrógenos ó se agrupan con el C:



- II La molécula orgánica más sencilla es el metano:



- III Del metano se derivan dos familias de hidrocarburos (compuestos de hidrógeno y carbono) que son los hidrocarburos en cadena:



^{1/} Modificado de la separata del curso en control de malezas: Dr. A. Appleby, Oregon State University, Corvallis, Oregon.

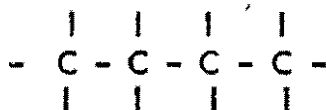
y los hidrocarburos ó cíclicos (en anillo)



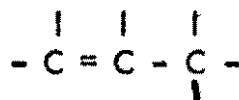
IV Hidrocarburos en cadena

Tres tipos:

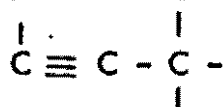
Alkanos: todos los enlaces entre carbonos son sencillos



Alkenos: uno ó más enlaces entre carbonos son dobles



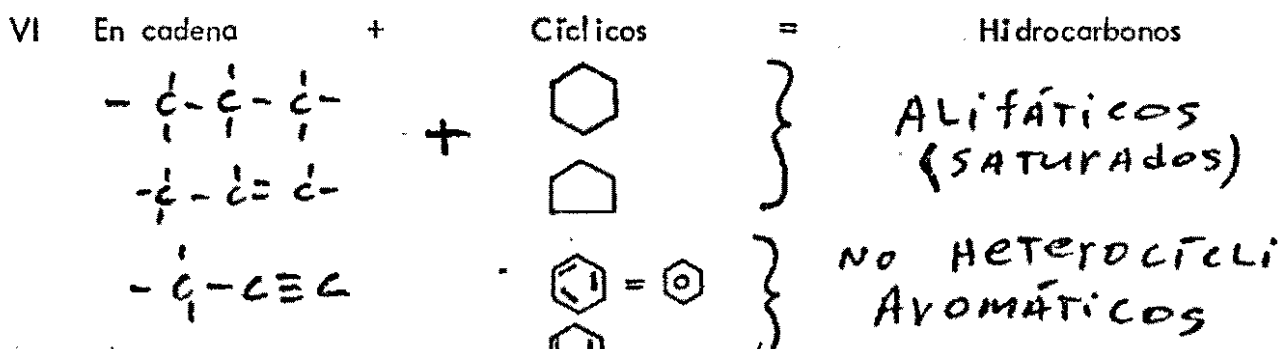
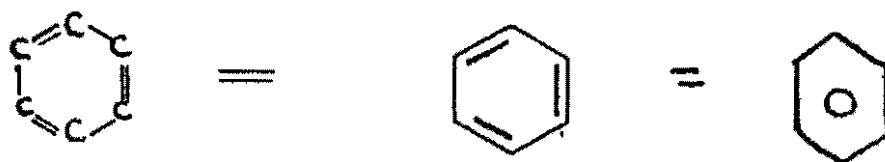
Alkinos: uno de los enlaces entre carbonos son triples:



V Los hidrocarburos en anillo de enlaces sencillos son alifáticos

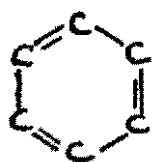


Los hidrocarburos cíclicos con enlaces dobles son los aromáticos

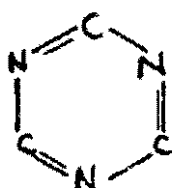


VII Los cíclicos no saturados pueden ser no-heterocíclicos ó heterocíclicos

Los no-heterocíclicos son aquellos que solo tienen una especie de átomo en el anillo como el benceno



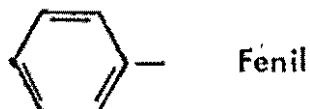
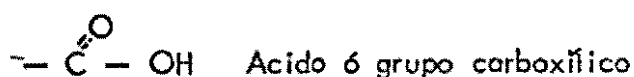
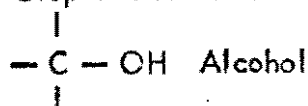
Los heterocíclicos tienen mas de una especie de átomo en el anillo:



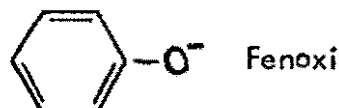
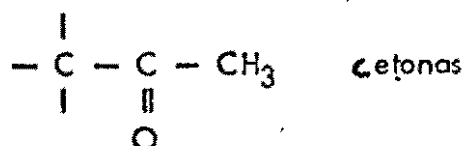
Triazina simétrica

Otro átomo comúnmente encontrado en el anillo es el oxígeno

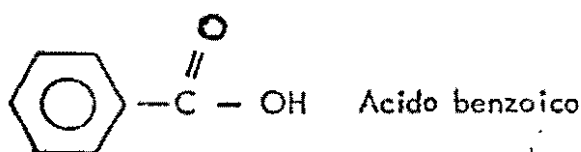
VIII Grupos funcionales orgánicos:



Fenil



Fenoxi



Acido benzoico

IX Sales y Esteres

A. Sales se forman por medio de la combinación entre grupos ácidos y bases:



B. Esteres se forman por medio de la combinación entre ácidos y alcoholes:



Generalmente las sales son polares y solubles en agua y los ésteres son no-polares y solubles en aceite.

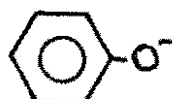
X Grupos base comunes



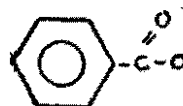
Benceno



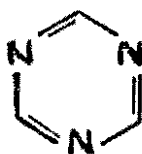
Fenil



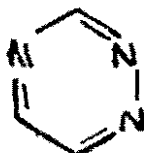
Fenoxi



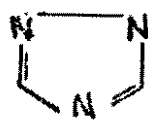
Acido benzoico



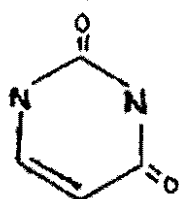
Triazina simétrica
(Tres nitrógenos en el anillo simetricamente distribuidos)



Triazina no-simétrica



Triazol
(Tres nitrógenos en el anillo)



Uracil (diazina)

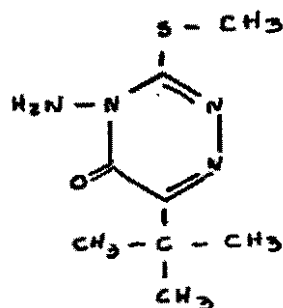
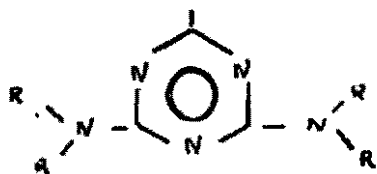
TRIAZINAS, UREAS Y URACILES

I Características generales de los tres grupos de herbicidas :

- A. Generalmente aplicados al suelo aunque también se aplican al follaje con surfactantes.
- B. Aplicadas al suelo son absorbidos por las raíces y son translocados dentro de la planta únicamente por el xilena (apoplasto)
- C. Aplicados al follaje son absorbidos por la planta, pero actúan como si fuesen de herbicidas de contacto (no se translocan).
- D. Inhiben la fotosíntesis (O_2 derivado de la reacción "Hill" disminuye).
- E. Muchas malezas que germinan inicialmente se ven sanas y vigorosas, pero después de poco tiempo mueren.
- F. Generalmente son más activos contra malezas de hoja ancha que contra gramíneas.
- G. Son de baja toxicidad hacia mamíferos.
- H. Todos requieren ser movilizados a la zona de terminación y desarrollo de raíces por medio de lluvia, riego o incorporación para realizar su efecto.
- I. Generalmente son formulados como polvos mojables.

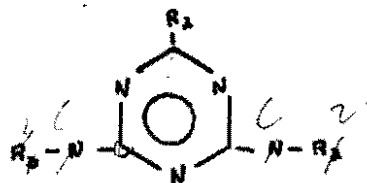
II Triazinas

- A. La gran mayoría de las triazinas comerciales son triazinas simétricas las cuales son de baja solubilidad. Recientemente se han desarrollado triazinas no simétricas las cuales generalmente son de mayor solubilidad y de menor residualidad:



B. Triazinas Simétricas :

Existen tres clases de triazinas simétricas de acuerdo a la substitución en la posición dos en el anillo representada por el grupo R_1 :



- R_1 :
- Cl Clorotriazinas
 - OCH_3 Metoxitriazinas
 - SCH_3 Metilmercaptotriazina
 (tiometil triazinas
 o util triazinas)

La solubilidad en agua de éstas varía considerablemente y en general es así:

Clorotriazinas :	5 a 40 PPM
Metilmercaptotriazinas	50 a 450 PPM
Metoxitriazinas:	750 a 1800 PPM

2. Fisiología de las triazinas:

- A. En concentraciones sub-tóxicas ciertas triazinas como la simazina ... en maíz, se ha notado una estimulación de su crecimiento y del peso seco y en trigo se ha reportado un aumento en el contenido de la clorofila en las hojas. En Colombia se ha notado mayor vigor del pasto Guinea (*Panicum maximum*) después de ser tratado con simazina en dosis de 1 kg ia/ha.
- B. Absorción y translocación: la temperatura y la concentración del herbicida están correlacionadas directamente con su absorción y translocación. El movimiento de las triazinas es por el apoplasto (xilema) y esto se nota en los síntomas de fitotoxicidad en gramíneas donde el herbicida se acumula progresivamente de la punta de la hoja hacia la base y en plantas de hoja ancha de los márgenes foliares, hacia el centro y base de las hojas.

En general la penetración foliar y la toxicidad aguda están correlacionadas directamente con la solubilidad del herbicida, no hay translocación en el floema, pero tiene buen movimiento en el apoplasto y su absorción es aumentada considerablemente con el uso de surfactantes.

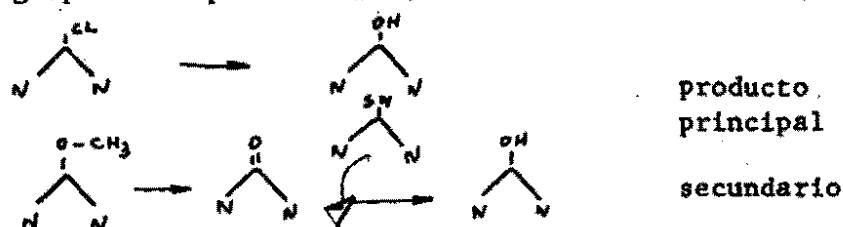
- C. Fisiología de acción: En general se dice que el efecto fisiológico de las triazinas, ureas y uraciles es sobre la fotosíntesis ya que el síntoma universal es el de clorosis foliar seguido por necrosis y muerte de la planta. El efecto se mide por medio del oxígeno, el cual es liberado como O_2 durante la fotosíntesis y este O_2 proviene de la "fotólisis" del agua. En presencia de estos herbicidas la producción del O_2 de "fotólisis" disminuye o desaparece. Los diferentes herbicidas afectan la fotosíntesis en diferentes grados.
- En un estudio comparado, el efecto de la simazina, la atrazina y el diuron, se encontró que la atrazina era dos veces más potente que la simazina, y el diuron cinco veces más potente que la simazina.

D. Susceptibilidad de malezas: Las malezas comunes controladas por las triazinas son: Ipomoea, Amaranthus, Chenopodium, Portulaca oleracea, Setaria, Echinochloa y Cyperus diffusus.
Las malezas no controladas: Digitaria, malezas gramíneas perennes (sorghum halepense, Cynodon dactylon etc.) Cyperus rotundus, Rottboellia exaltata y Panicum sp.

E. Residualidad: La residualidad de las triazinas varía de acuerdo al grupo. Generalmente las clorotriazinas y las metoxi-triazinas son de mayor residualidad que las metilmercaptotriazinas. La atrazina y la simazina, en particular, han causado problemas de fitotoxicidad en cultivos de rotación susceptibles a las triazinas y en base a esto se han desarrollado otras clorotriazinas de menor residualidad como la cianazina y la triazina no simétrica, la metribuzina.

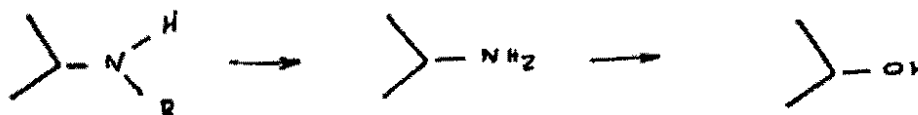
La degradación de las triazinas es por medios químicos (hidrólisis) y biológicos (degradación por microorganismos). Las dos son de igual importancia en general.

La descomposición química es principalmente por medio de la hidrólisis del grupo en la posición # 2.



De-alkilación de los grupos R₂ y R₃, también es de importancia en la degradación de estos herbicidas. La degradación del anillo no se ha demostrado y la foto descomposición ocurre, pero no es de mayor importancia.

Descomposición microbiológica se ha demostrado con Aspergillus y se ha observado el proceso de dealkilación e hidrólisis.



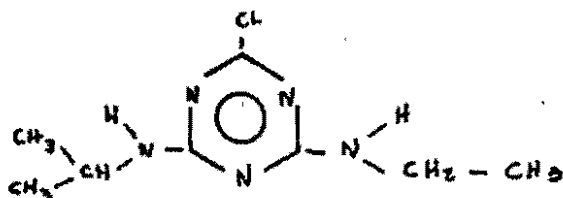
En dosis comúnmente empleadas para el control de malezas en cultivos anuales, la residualidad de las triazinas es de 4 a 12 meses y está relacionada con la temperatura, la humedad del suelo, la materia orgánica y la dosis.

F. La clorosis en malezas de hoja ancha empieza en las nervaduras.

3. Clorotriazinas

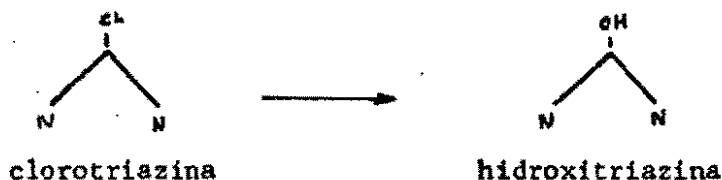
Las clorotriazinas más comúnmente empleadas son: simazina, propazina, atrazina, cianazina y ciprazina. Su solubilidad es menor que el de las otras triazinas.

Atrazina: 2 cloro - 4 etilamino - 6 isopropilamino -s triazina.

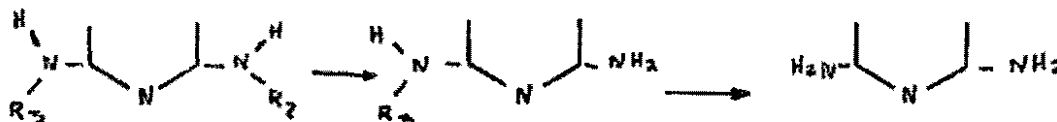


Solubilidad en agua: 33 PPM

Selectiva en maíz, sorgo, caña de azúcar, usadas en zonas industriales. La selectividad en maíz es bioquímica ya que ésta planta es capaz de degradar el herbicida a una forma inactiva. La degradación puede ser por medio de la hidroxilación del anillo en la posición # 2.



o también puede ser por medio de la dealkilación de las cadenas R₂ y R₃ :



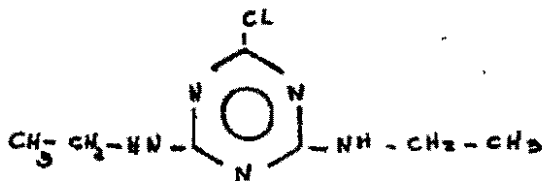
En sorgo se ha encontrado únicamente, la degradación por medio de la dealkilación.

En general, la susceptibilidad de las gramíneas está directamente relacionada a su capacidad de metabolizar la atrazina. Comparando la susceptibilidad de cinco gramíneas a la atrazina se encontró lo siguiente: El maíz (Zea mays) metabolizó 96% del herbicida seis horas después de su absorción, mientras que especies de Panicum, Digitaria, Setaria y Avena sativa lo hacían en un 44, 50, 17 y 2%, en el mismo tiempo.

* La resistencia de éstas plantas a la atrazina es:

MAIZ > PANICUM = DIGITARIA > SETARIA > AVENA

B. Simazina : 2 - cloro - 4,6 -bis (etilamino) s - triazina

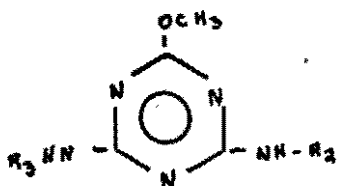


solubilidad en agua : 5 PPM

Selectivo en maíz, espárrago, alfalfa, ornamentales, frutales; usado en zonas no agrícolas.

Su selectividad en maíz se debe al mismo mecanismo bioquímico que ocurre con la atrazina. Por su menor solubilidad es selectivo en cultivos perennes de raíces profundas como lo es la alfalfa.

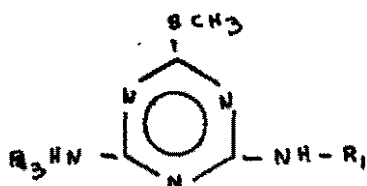
3. Metoxitriazinas: Generalmente las metoxitriazinas son más solubles que las clorotriazinas y las metil-mercaptotriazinas. También tienen mayor acción foliar que las clorotriazinas.



Ejemplos: 1. Secbumeton
sol. H₂O : 750 PPM
uso: caña de azúcar, alfalfa.

2. Prometona,
sol 620 PPM
uso : industrial

4. Metilmercaptotriazinas: Mayor actividad foliar que las clorotriazinas y de mayor poder residual.



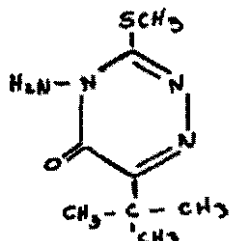
Ejemplos: 1. Prometona
Sol H₂O : 48 PPM
Uso: algodón, industrial

2. Ametrina:
Sol H₂O : 185 PPM
Uso: caña de azúcar, banano, piña, papas, cítricos.

* Thompson, L. et al 1971 Metabolism of Atrazine by Fall Panicum and Large Crabgrass Weeds 19 (4): 409 - 412.

C. Triazina no simétricas:

El grupo de las triazinas no simétricas es relativamente nuevo entre los herbicidas y el representante es la metribuzina:



4- amino - 6 - 3 (metiltio) as -triazina
5 (4H) - one (metribuzina)

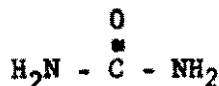
Sol . H₂O : 1220 PPM

Uso: Soya, papa, caña de azúcar, tomate, maíz
sorgo, alfalfa.

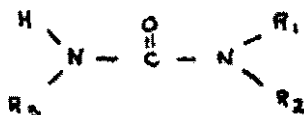
Menor residualidad que las triazinas simétricas. T 1/2 : 40 a 50 días
LD50 2000 mg/Kg.

Aunque el producto es de alta solubilidad es absorbido por el suelo tenazmente lo cual significa que requiere poca humedad para ser efectivo.

III UREAS SUBSTITUIDAS : Las ureas substituidas tienen como base de su molécula la urea:



en la cual se substituyen los hidrógenos de los grupos aminos para obtener los herbicidas.



En la mayoría de estos herbicidas el grupo R_3 es el grupo fenílico.

Al grupo fenílico se le pueden añadir elementos halógenos.

La acción fisiológica de las fenilureas, su absorción y translocación, es similar al de las triazinas en el sentido de que causan clorosis, necrosis y muerte - y el oxígeno de fotólisis es afectado adversamente. También son adsorbidos por las raíces y tienen momento únicamente por el apoplasto y no por el simplasto. Cuando se les aplica en post-emergencia su acción es de contacto.

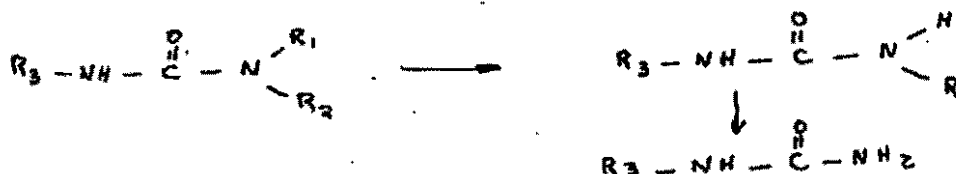
Aunque la acción es similar, la selectividad hacia cultivos y hacia malezas, varía. Las malezas susceptibles son * : *Amaranthus*, *Caperonia*, *Chenopodium*, *Physalis*, *Galinsoga*, *Cucumis*, *Bidens*, *Portulaca*, *Digitaria*, *Echinochloa*, *Leptochloa*, *Eleusine*, *Cyperus diffusus*, *Desmodium* y *Cenchrus*.

Las resistentes son: *Ipomoea*, *Euphorbia*, *Xanthium*, *Rottboellia*, *Cynodon*, *Cyperus rotundus*, *Malachra*, *Gramineas perennes*, *Bromus*, etc.

Las bases de la selectividad de las ureas son :

- 1.) Solubilidad y absorción al suelo
- 2.) Absorción y translocación
- 3.) Inactividad fisiológica bioquímica
- 4.) Profundidad de las raíces

Ureas de baja solubilidad y de alta absorción pueden emplearse en cultivos de raíces profundas. En el caso de la flumeturona la resistencia del algodón se debe a la menor absorción y translocación del producto por las raíces y a su mayor metabolización. En el caso del cucumis sp, el fluometurón es absorbido y translocado en mucho mayores cantidades que en algodón y no es metabolizado. En zanahoria, la selectividad del linuron se debe a su metabolización:



* En dosis comúnmente empleadas en cultivos anuales.

En soya las raíces acumulan igual cantidad de clorobromurón que la Ipomoea pero la translocación del herbicida en la Ipomoea es varias veces mayor.

Los síntomas de toxicidad de las ureas varían de acuerdo al producto y de acuerdo a si la toxicidad es aguda o crónica.

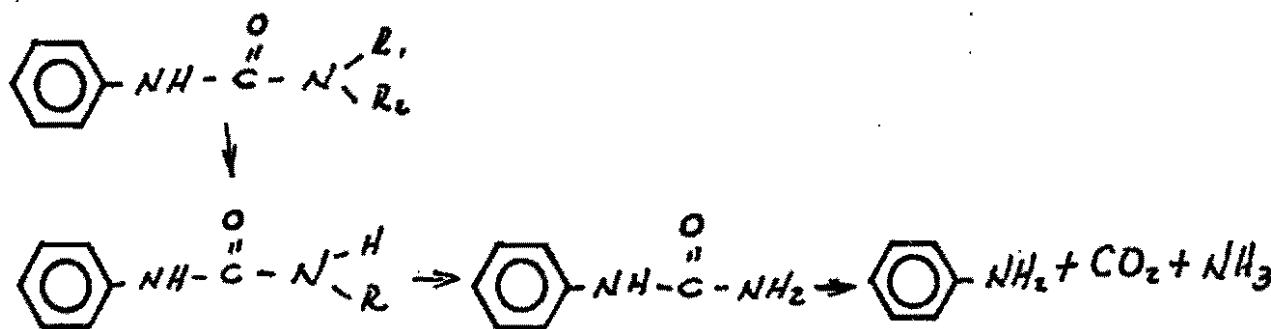
Los síntomas agudos ocurren a concentraciones altas de los herbicidas y aparecen en pocos días y se caracterizan por:

- 1.) Areas foliares verde- pálidas
- 2.) estas se tornan en areas que parecen manchadas de agua
- 3.) Necrosis

Los síntomas de toxicidad crónica son:

- 1.) Marchitamiento de las hojas
- 2.) Areas plateadas o grises
- 3.) Amarillamiento rápido

Con relación al herbicida, los síntomas de fitotoxicidad del fluometuron se presentan entre las nervaduras como clorosis mientras que la clorosis del metobromuron es en las nervaduras.



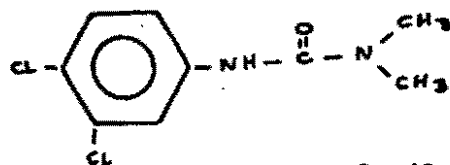
La degradación de las ureas en el suelo es principalmente microbiológica. En general, entre más fuertemente absorbida mayor su residualidad y los organismos implicados en su degradación son, entre otros: Pseudomonas, Xanthomonas, Sarcina, Bacillus, Aspergillus y Penicillium. La degradación es por medio de dealkilación. La hidrólisis química de las fenil ureas no es de gran importancia.

La inactivación en las plantas es de dos maneras: por conjugación y por metabolismo. El monuron en ciertas plantas forma complejos con compuestos nitrogenados. Dealkilación en algunas plantas como el algodón es de importancia (proceso similar a la dealkilación microbiológica). Ejemplos de fenilureas: diuron y linuron.

Diuron :

Sol. H₂O : 42 PPM

Uso: Alfalfa, espárragos, algodón, áreas no agrícolas
trigo, frutales, sorgo, caña de azúcar, cítricos, et

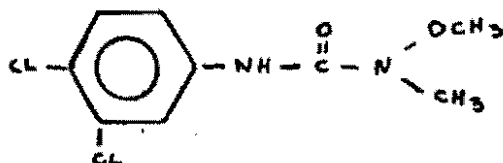


3- (3,4 - diclorofenil) 1,1- dimetilurea

Linuron:

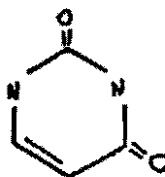
Sol. H₂O 75 PPM

Uso: zanahoria, apio, algodón, maíz, papa, soya, cereales

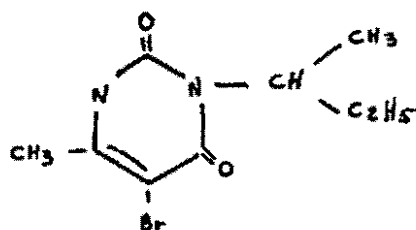


3- (3,4 -diclorofenil)
1-metoxi- 1 metilurea
(linuron)

IV URACILES: Los uraciles son herbicidas más activos que las ureas y las triazinas y de acción similar a éstas. Generalmente tienen solubilidad alta a media pero son absorbidos fuertemente al suelo, (una vez absorbidos no se lixivian fácilmente). Debido a su mayor solubilidad y acción son menos selectivos que las ureas y las triazinas. La fórmula general de los uraciles es :

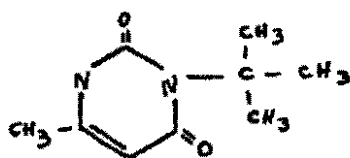


Los dos herbicidas comercialmente usados son el bromacil y el terbacil. El bromacil tiene una solubilidad en agua de 815 PPM y se emplea en áreas no agrícolas como esterilizante de largo plazo y además en cítricos



5- bromo - 3 - sec. butil - 6-
metiluracil.

El terbacil tiene una solubilidad de 710 PPM y se emplea para el control selectivo de malezas en caña de azúcar, cítricos, menta, árboles frutales; y como esterilizante en áreas no agrícolas.



3- terc - butil - 5 cloro - 6- metiluracil

CARBAMATOS Y TIOLCARBAMATOS

Estos herbicidas presentan características interesantes que les destacan. En general son volátiles y por lo tanto requieren incorporación con el suelo y su espectro de control es hacia gramíneas y cyperáceas. Últimamente han llegado al mercado varios herbicidas con propiedades diferentes, (p. ej. bentiocarbo, asulam y karbutilate) pero la mayoría son similares y deben ser conocidos para poder emplearlos correctamente.

I HISTORIA

Los grupos carbamatos y tiolcarbamatos es uno de los mas antiguos. En 1945 Templeman y Sexton encontraron que el IPC tenía actividad herbicida, sin embargo, debido a su alta volatilidad el efecto residual fue corto y no causó impacto como tal. Es interesante anotar que por su acción inhibitoria de brotación y germinación se lo desarrolló mas bien como inhibidor de brotación en papa almacenada.

En 1945 Stauffer introdujo el EPTC, el primer herbicida tiolcarbamato que necesita incorporación al suelo para ser efectivo. En 1956, Monsanto introdujo el CDEC, primer ditiolcarbamato. Dos años después la misma compañía descubrió que el dialate tenía acción contra avena negra (Avena fatua) mientras conservaba selectividad en trigo y cebada.

También en 1958 se presentó el barbán, un carbamato de acción postemergente para controlar Avena fatua en cereales menores. Fue el primero con actividad postemergente. En 1959, Stauffer comercializó pebulate y vernolate, y en 1962 butilate y molinate. Monsanto en 1961, lanzó un herbicida análogo al dialate y lo llamaron trialate.

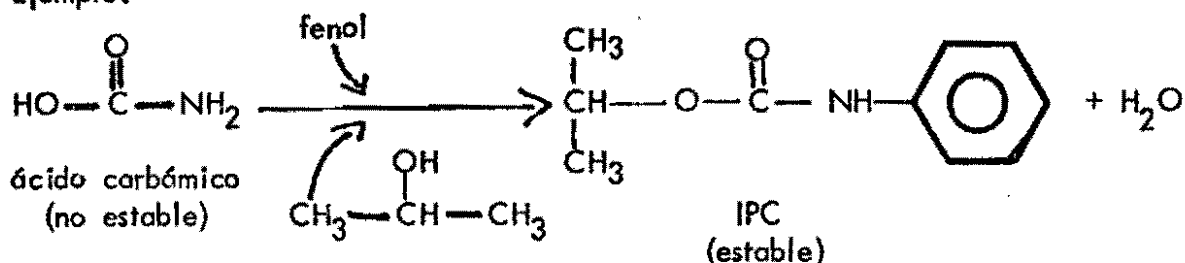
Recientemente se han desarrollado tres productos de este grupo con características bastante diferentes a los demás, sobre todo en ser no volátiles. Se trata de asulam (1965), karbutilate (1968) y el bentiocarbo (1970). El primero se aplica en postemergencia y los dos últimos son preemergentes.

II ESTRUCTURA Y PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS

Las estructuras de todos estos productos se encuentran en el boletín "Clasificación de Herbicidas" de ahí que no se repiten en el presente informe.

Cabe mencionar que el ácido carbámico no es estable y espontáneamente produce $\text{CO}_2 + \text{NH}_3$. Al agregar un grupo a la porción amino del ácido carbámico tampoco se obtiene un producto estable. Cuando se producen derivados de esteres, se logra la estabilidad de una molécula (esterificación).

Ejemplo:



Aunque el IPC es una molécula estable posee una desventaja para su uso ambiental debido a su alta volatilidad. Dicha propiedad se expresa por medio de presión de vapor, la cual se define como la igualdad del número de moléculas que salen de una solución al número de moléculas que entran. Se dice entonces que el vapor recibe el nombre de "presión vapor". Se habla de la presión de vapor en términos de mm de mercurio y los productos con valores mayores a 9×10^{-5} generalmente se clasifican como volátiles. La volatilidad es afectada por la temperatura y la humedad relativa del ambiente. En la Tabla 1 se encuentran los valores de solubilidad y presión de vapor para la mayoría de los herbicidas carbamatos y tiolcarbamatos.

Tabla 1. Solubilidad y presión de vapor de varios herbicidas carbamatos y tiolcarbamatos

PRODUCTO	SOLUBILIDAD (ppm)	PRESIÓN DE VAPOR (mm Hg)
I. Aril Carbamatos		
1. Profam (IPC)	250	*
2. Clorprofam (CIPC)	89	1×10^{-5}
3. Barban	11	*
4. Karbutilate	325	*
5. Asulam	5000	*
II. Tiolcarbamatos		
1. EPTC	370	3.4×10^{-2}
2. Molinate	800	5.6×10^{-2}
3. Vernolate	90	1×10^{-2}
4. Butilate	45	1.3×10^{-2}
5. Dialate	40	1.5×10^{-4}
6. Trialate	4	1.2×10^{-4}
7. Pebulate	60	3.5×10^{-2}
8. Bentiocarbo	30	1.5×10^{-6}
III. Ditiolcarbamatos		
1. CDEC	92	2.2×10^{-3}

* No conocida

III VOLATILIDAD Y MOVIMIENTO EN EL SUELO

En general, productos tales como butilate y EPTC deben ser incorporados al suelo inmediatamente después de aplicados, sin embargo, en suelos secos la pérdida es poca, aún bajo altas temperaturas (Tabla 2).

Tabla 2. Volatilidad de EPTC y Vernolate bajo dos niveles de humedad del suelo y tres temperaturas.

HERBICIDA	HUMEDAD DEL SUELO (%)	PERDIDA EN 24 HORAS (%)		
		0	16	27 C
EPTC	1	12	9	12
EPTC	14	62	81	81
Vernolate	1	7	13	14
Vernolate	14	53	77	73

Debido a su alta volatilidad, productos de este grupo pueden ser inyectados al suelo en bandas y se distribuye equitativamente para dar buen control.

IV MODO DE ACCION

1. CARBAMATOS

Como vimos en la primera sección, el grupo de los carbamatos es tan diverso que se dificulta la posibilidad de llegar a conclusiones generales. Por lo tanto es necesario tratarlo a nivel de productos.

Profam y clorprofam son dos carbamatos similares y por eso se comportan de la misma manera. Ninguno se transloca por el simplasto sino por el apoplasto. Aplicando C^{14} clorprofam a las raíces de Amaranthus y Polygonum se nota translocación por toda la planta, por el contrario, al aplicarlo a la hoja no se mueve, comprobando que solo tiene movimiento apoplástico.

Se fijan mucho al suelo y por eso no requieren incorporación, no se lixivian mas de 2 cm en la mayoría de los suelos. Como son poco solubles en agua, se requiere buena humedad en el suelo para su absorción la cual no se hace por el follaje. Ambos se han mostrado como toxinas mitóticas, es decir, inhiben la división celular en el estado de mitosis. Se ha encontrado que los esteres de los carbamatos se asocian con las cadenas laterales lipofílicas de las proteínas del "spindle" lo que produce la precipitación intramolecular y la interrupción de la división celular. Su efecto principal es contra malezas gramíneas y tiene selectividad en soya, cebolla, remolacha azucarera, arveja, lino y otros cultivos, haciendo aplicación preemergente. Controlan cuscuta en alfalfa.

La absorción de clorprofam por semillas es mas rápida a temperaturas altas (30 C) que a bajas (10 C). El sitio de absorción en gramíneas parece ser el coleóptilo y no las raíces.

El barban es un carbamato de alta selectividad para controlar Avena fatua en cultivos de trigo, cebada, lino, arvejas, remolacha azucarera y soya. Controla muy bien Phalaris arundinacea y algunas especies de Rumex y Polygonum. Solamente tiene acción postemergente y el estado de desarrollo de la maleza es crítica.

Produce un ensanchamiento del ápice terminal, deformaciones de los meristemas y las yemas axilares no se desarrollan. Funciona mejor cuando las malezas se encuentran en un estado activo de crecimiento. Se absorbe por la hoja, tanto en avena loca como en cebada y avena común, mostrando que la selectividad no se explica por absorción diferencial. La translocación es apoplástica y por eso se requiere un buen cubrimiento de toda la planta durante la aplicación porque no se mueve hacia abajo.

El karbutilate es un herbicida interesante desde el punto de vista de su clasificación. El nombre químico lo identifica como carbamato, si a la vez la molécula posee una parte basada en urea sustituida. Aunque esté en el grupo de los carbamatos, la mayoría de sus características corresponden a los herbicidas de ureas sustituidas.

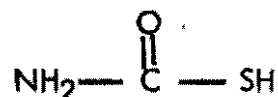
Se absorbe por las raíces y se transloca por el apoplasto. No es selectivo en ningún cultivo y controla malezas anuales con dosis de 2 a 4 kg/ha y las perennes y arbustos con 6 a 20 kg/ha. Existen formulaciones en base de polvos mojables, pastillas y bolitas; las dos últimas se utilizan principalmente para hacer aplicaciones a arbustos en potreros. No requiere agua para ser aplicado y es muy práctico para colocar a la base del tronco de cada planta y así obtener un control selectivo.

El asulam es otro herbicida poco típico de este grupo. Es efectivo especialmente para gramíneas perennes en caña de azúcar en postemergencia en dosis de 1 a 6 kg/ha. Controla helechos (Pteridium spp.) en forma selectiva en algunos campos forestales. Se absorbe fácilmente por el follaje y se transloca hacia las raíces y los meristemas, sitio donde ejerce su acción tóxica al afectar los procesos de división y expansión celular. Debido a su alta solubilidad, se lixivia bastante en el suelo y es degradado por los microorganismos sin problemas. En un estudio de residualidad se pudo sembrar cultivos susceptibles, sin daño, a las 4 ó 6 semanas después de haber aplicado 6 kg/ha.

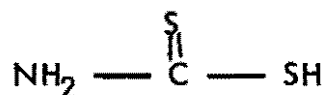
En cuanto a los efectos bioquímicos los carbamatos pueden inhibir la reacción de fosforilación, la síntesis de RNA y de proteínas, y la reacción Hill de la fotosíntesis. Probablemente el efecto sobre la síntesis de ácidos nucleicos y proteína sea la causa principal sobre la división celular. El profam y clorprofam inhibe la incorporación del amino ácido leucina en la cadena de proteína. El barban interrumpe la producción de ácidos nucleicos, lo cual causa división celular anormal. Aunque pueden afectar la reacción Hill el efecto principal no es en este sitio sino en los arriba mencionados.

2. TIOLCARBAMATOS

Estos herbicidas tienen el grupo "tiol" unido al carbono así:



y los ditiolcarbamatos reemplazan el oxígeno también con azufre:



Algunas de las moléculas de este grupo son herbicidas mientras que otros son insecticidas, nematocidas y fungicidas.

Los ditiolcarbamatos son mas antiguos pero son muy reducidos en número. En el presente trabajo solo se hablará del CDEC. Ha sido empleado como preemergente para controlar malezas anuales en cultivos y hortalizas. Se obtiene el mejor control en zonas bastante lluviosas y donde no es así, se puede incorporar superficialmente. Controla mas que todo gramíneas y también Amaranthus y Portulaca.

Los tiolcarbamatos incluyen EPTC, butilate, vernolate, cycolate, dialate, trialate, molinate y bentiocarbo. El EPTC fue el primer herbicida descubierto de este grupo y debido a su alta volatilidad requiere incorporación con el suelo, la cual se hace por medios mecánicos ó con el agua de riego por aspersión. Butilate y vernolate son muy parecidos químicamente y los tres son efectivos contra gramíneas y cyperáceas. El EPTC es selectivo en papa, alfalfa y maíz; vernolate en frijol, soya y maní y butilate en maíz. El cycolate se puede usar en espinaca y remolacha azucarera y también debe ser incorporado.

Molinate puede ser aplicado en PSI para arroz de semilla pregerminada ó en agua de riego cuando las malezas gramíneas tengan de 15 a 20 cm de altura en postemergencia, es indispensable dejar el agua en el campo después de la aplicación.

El dialate y trialate son muy parecidos y controlan efectivamente avena loca en remolacha azucarera, lino, cebada, maíz, trigo y arveja. Debido a su poca solubilidad, necesitan ser incorporadas superficialmente. La acción principal de estos productos es de inhibir el crecimiento de cogoyos de las gramíneas, sobre todo y su efecto sobre las raíces es mínimo.

El EPTC puede reducir la disposición de capas de cera en la superficie de las hojas y del tallo. En Michigan, EE UU, se ha reportado mayor daño del hongo "pudrición de raíz" al aplicar el EPTC en frijol blanco y el efecto es asociado con la reducción de cera en los tallos, lo que permite la mas fácil penetración del hongo en la planta.

El dialate y el trialate son toxinas de la mitosis, sobre todo en los tallos jóvenes, pero parece que es un efecto secundario y el principal están en reducir la expansión y elongación de las células.

El bentiocarbo es un tiolcarbamato no volátil y su uso principal está en arroz de riego, aplicándolo de 3 a 7 días después de la siembra. Puesto que es un producto nuevo no se tiene toda la información sobre su modo de acción. Puede ser absorbido por las raíces y coleóptilos de las plantas, moviéndose dentro de la planta. Se ha mostrado que inhibe la reacción Hill en cloroplastos aislados de espinaca pero no de los de arroz ó Echinochloa. Parece que la síntesis de proteína también se afecta. La planta degrada las moléculas por medio de oxidación y dealkilación. En el suelo los microorganismos lo pueden metabolizar rápidamente.

Un estudio mostró que después de 16 días de aplicado, solo permanece el 20% de lo que se había aplicado y que está sujeto a la fotodescomposición por la luz ultravioleta cuando es disuelto en agua.

La absorción y translocación de estos herbicidas se pueden clasificar según la presencia ó ausencia del grupo alil. El CDEC entra por las raíces y mueve en el apoplasto de las plantas mientras que el dialate y trialate son absorbidos por los coleóptilos jóvenes y ejercen su acción fitotóxica allí mismo, sin ser translocados a las raíces.

El EPTC, vernolate, butilate y ciclate se mueven tanto en el apoplasto como en el simplasto pero este último es de poca importancia puesto que todos se aplican al suelo y no al follaje.

Parece que todos los herbicidas descritos afectan la mitosis con poca actividad en las raíces. Se ha mostrado que el EPTC y CDEC pueden inhibir la síntesis de proteínas y la incorporación de leucina en la cadena, pero aparentemente no afectan la cantidad de ATP en las células. El molinate puede reducir la producción de RNA en el coleóptilo y así inhibir la síntesis de proteínas en este importante sitio.

Existe antagonismo entre el EPTC y el 2,4-D. Se ha reportado que el EPTC solo inhibió el crecimiento y síntesis de RNA en soya, mientras que en la presencia de 2,4-D se observó un aumento en la producción de RNA y menos daño en la soya debido al EPTC. Esto muestra que dos herbicidas que ejercen acciones contrarias en el mismo punto fisiológico, pueden resultar antagónicos.

En resumen, se puede decir que estos herbicidas inhiben los coleóptilos de semillas germinado mas que el crecimiento de las raíces. Se absorben mas rápidamente por el coleóptilo que por las raíces. Se supone que el principal sitio de acción es sobre el metabolismo de los ácidos nucleicos ó la síntesis de proteínas.

V DESTINO MOLECULAR Y DEGRADACION

Los carbamatos pueden reaccionar de muchas maneras en la planta y en el suelo. A continuación se presentan las reacciones conocidas hasta el momento:

A. HIDROLISIS

1. ester
2. amida

B. HIDROXILACION

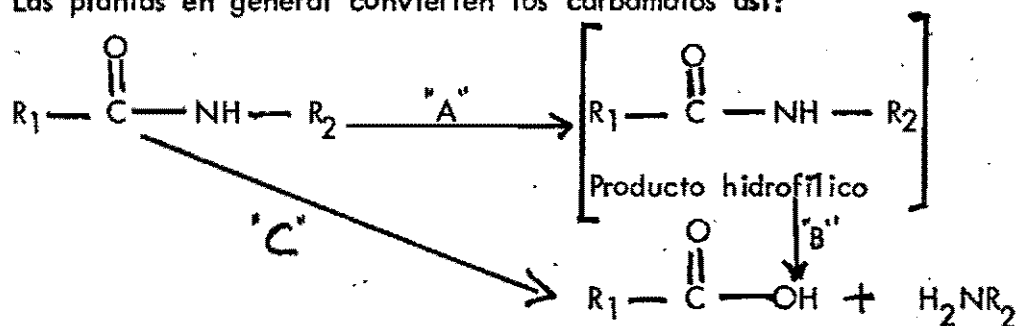
1. N-alkil
2. aril
3. N-hidroxi lación

C. N-DEALKILACION

D. OXIDACION DEL AZUFRE

E. FORMACION DE CONJUGADOS

Las plantas en general convierten los carbamatos así:



A = formación de moléculas hidrofílicas

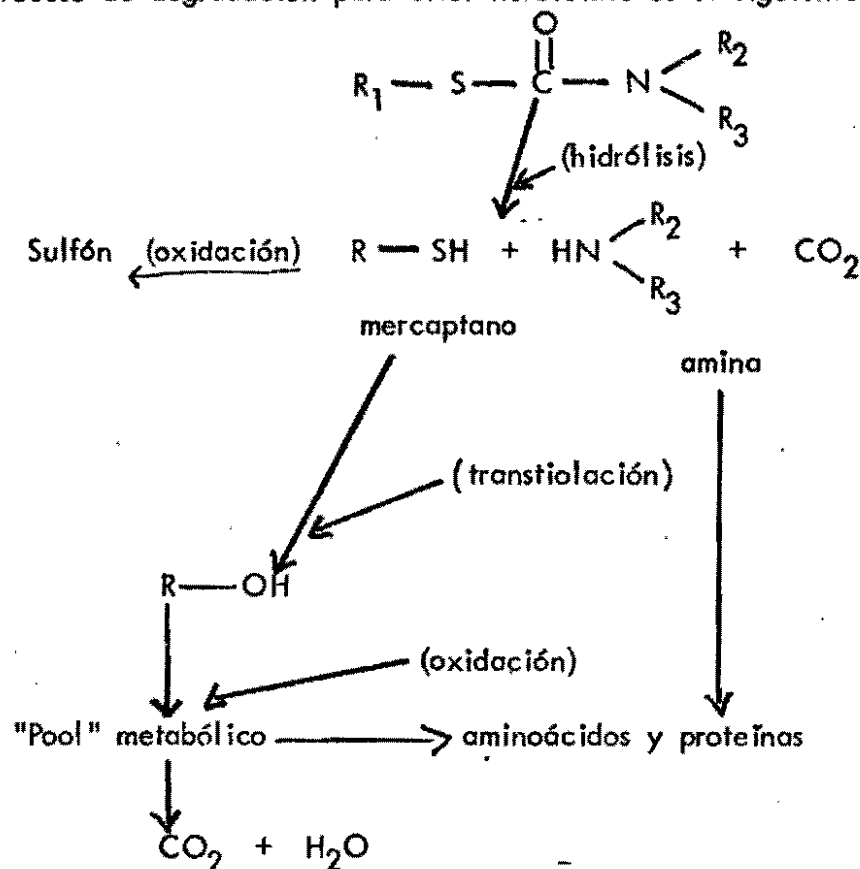
B = hidrólisis de la molécula hidrofílica

C = hidrólisis de la molécula original

Las plantas susceptibles tiene la reacción "A" y el producto hidrofílico es el que causa daño en las malezas. En los cultivos resistentes, la reacción "C" es la más común. Al agregar inhibidores de la reacción "C" en las plantas resistentes, el producto pierde su selectividad. Afortunadamente los carbamatos se degradan totalmente tanto en la planta como en el suelo y por lo tanto no dejan residuos dañinos.

Los tiol y ditiolcarbamatos también se metabolizan y degradan fácilmente en la planta y el suelo. La selectividad radica en el más rápido metabolismo de la molécula original por las especies tolerantes que por las susceptibles. El carbono de EPTC fue encontrado en el dióxígeno de carbono y otros componentes naturales de la planta y el azufre en los aminoácidos. La temperatura y la especie determinan la velocidad de la conversión.

El proceso de degradación para estos herbicidas es el siguiente:



VI TIOLCARBAMATOS Y ANTIDOTOS

El uso de antídotos para proteger a los cultivos de posibles daños causados por herbicidas es relativamente nueva. En el año 1962 (5), Hoffman reportó un efecto antídoto a trigo con el herbicida barban. Aplicando a la semilla el 4'-cloro-2-hidroximinio-acetato, se redujo notablemente la toxicidad en aplicaciones postemergentes del barban. Sin embargo, no se aprovechó de este fenómeno sino hasta hace poco.

Diez años después, Chang et al. (1972), informaron que el N,N-dialil-2,2-dicloroacetamida (R-25788) aplicado a la semilla ó aplicado en mezcla de tanque con el EPTC evadían el daño que puede ocasionar el EPTC en maíz, sin reducir el control de maleza. La firma Stauffer, quien produce ambos, el antídoto R-25788 y el EPTC, ha comercializado esta mezcla bajo el nombre de "Erradicane" y lo recomiendan para control de coquito (*Cyperus rotundus*) y gramíneas en maíz (ver Revista COMALFI, I: 126-131 y II: 26-37).

La compañía Gulf ha comercializado el 1,8-anhídrido naftálico (1,8-AN) bajo el nombre de "Protect", sin embargo no es tan efectivo en aplicaciones al suelo (mezcla de tanque) como el R-25788. Cuando se aplica a la semilla alcanza casi el mismo nivel de control que el R-25788.

Los estudios fisiológicos no han descubierto aún el mecanismo de acción de los antidotos. Chang et al. (19), observaron que el maíz que absorbió EPTC¹⁴ + R-25788 produjo mas $C^{14}O_2$ que el tratado con solo EPTC¹⁴, pero la magnitud no fue suficiente para explicar el alto nivel de selectividad al maíz que tiene EPTC + antidoto. El R-25788 no afectó la absorción ni la distribución del EPTC dentro de la planta del maíz.

Es interesante anotar la similitud química que hay entre el R-25788 y los herbicidas del grupo acetamidas (es casi idéntico al CDAA) y, a la vez, la gran diferencia fisiológica entre el antidoto y los herbicidas de este grupo químico.

Se ha encontrado que el 1,8-AN estimula la degradación del herbicida pirrolidina (5328), (Holm and Szabo, 1974). El 0.5 por ciento de 1,8-AN aplicado a la semilla del maíz no afectó la absorción del herbicida, pero se aumentó la tasa de conversión a metabolitos no tóxicos en grande escala.

BIBLIOGRAFIA

1. ASHTON, F. M. and A. S. CRAFTS. 1973. Mode of Action of Herbicides. John Wiley & Sons. New York, 504 p.
2. BRACEY, D.J. 1970. Thiolcarbamate herbicides: their properties, activity and use. Proc. 4th East African Herbicide Conference. 13 p.
3. CHANG, F. G., R. STEPHENSON and J. D. BANDEEN. 1973. Comparative effects of three EPTC antidotes. Weed Sci. 21: 292-295.
4. CHANG, F. G., R. STEPHENSON and J. D. BANDEEN. 1974. Effects of R-25788 on EPTC uptake and metabolism by corn seedlings. J. Agric. Food Chem. 22: 245 - 248.
5. HOFFMANN, O. 1962. Chemical Seed Treatments as herbicidal antidotes. Weeds. 10: 322-323.
6. HOLM, R. E. and S. S. SZABO. 1974. Increased metabolism of a pyrrolidine urea herbicide in corn by a herbicide antidote. Weed Res. 14: 119-122.
7. KEARNEY, P.C. and D. D. KAUFMAN. 1969. Degradation of Herbicides. Marcel Dekker, Inc. New York. 394 p.
8. PALLOS, F. M. et al. 1974. Antídoto para proteger al maíz de daño causado por herbicidas. Revista COMALFI I: 126-131.
9. PULVER, E. 1975. Control de coquito en maíz con EPTC mas antídotos. Revista COMALFI II: 26-37.
10. TEMPLEMAN, W. G. and W. A. SEXTON. 1945. Effect of some aryl carbamic esters and related compounds upon cereals and other plan species. Nature 156: 630.

.- HERBICIDAS HORMONALES -.

I Definición de hormona:

Sustancia química que dentro de las plantas afecta procesos fisiológicos de tal manera que regulan o alteran el crecimiento y desarrollo de la planta. Hay varios tipos de hormonas en las plantas y las principales son las auxinas, las giberelinas y las citokininas. Además, se postulan otras, como la vernalina, la florigena, la dormalina (de latencia) y la abscisina. El etileno también se considera hormona, a veces, debido a su capacidad de acelerar el proceso de maduración en ciertas frutas como el banano (Salisbury).

Las hormonas pueden ser naturales o sintéticas. Con relación a los herbicidas las hormonas más importantes son las auxinas y el ejemplo más común de una hormona auxina natural es el ácido indolacético (AIA). Las hormonas naturales son producidas dentro de la planta y su concentración está regulada por procesos intrínsecos de tal manera que existe un balance delicado que, permite el desarrollo normal de la planta así como capacidad de adaptación oportuna.

Un ejemplo de una hormona sintética es el ácido 2,4 diclorofenoxido acético (2,4-D) el cual puede ejercer todas las acciones que ejerce el AIA, pero no está sujeto a regulación intrínseca. Para obtener efectos hormonales debe ser aplicado a la planta en dosis específicas. Estas hormonas no son producidas por la planta.

II Efectos de las hormonas :

Las hormonas del tipo AIA (auxinas) ejercen control sobre muchos procesos dentro de la planta y algunos de estos son: crecimiento longitudinal y de diámetro de tallos, de-diferenciación de células, resultando en mayor división celular y formación de callos, iniciación de raíces, tropismos (ej. geo- y foto-tropismos), desarrollo del ovario en la producción del fruto, abscisión de las hojas, las flores y el fruto y dominancia apical. En base a estas propiedades se han usado las hormonas en la agricultura para el control de la maduración de frutas como el banano, para aumentar el tamaño y evitar la caída prematura de la fruta y de las hojas, para promover la coloración de frutas como la manzana, y para promover la formación de raíces en propagación vegetativa.

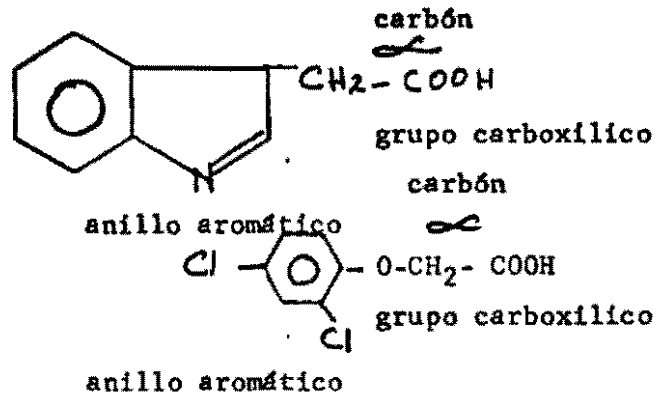
III El AIA y el 2,4 -D.

A Los requisitos para actividad auxina se establecieron como los siguientes

- A. grupo carboxílico ($-\text{COOH}$)
- B. anillo aromático
- C. unión del grupo carboxílico al anillo aromático por medio de un carbono alfa (α) lo cual permite a los dos grupos quedar en distintos planos.
- D. Un balance hidrofílico/lipofílico específico.

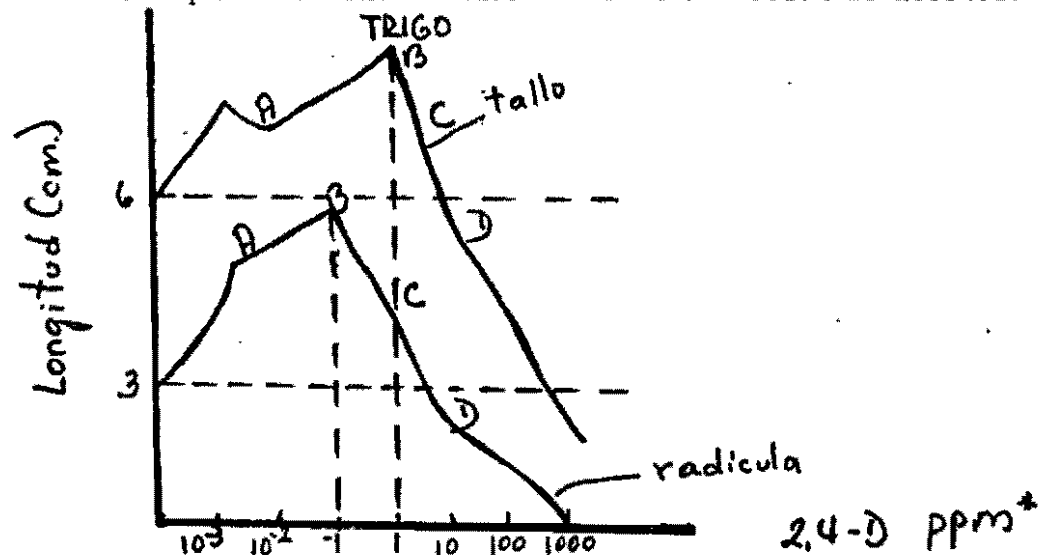
Estas características no son estrictas. Hay compuestos como los ácidos benzoicos y el ácido picolínico que no contienen el carbono alfa y que tienen propiedades de auxinas.

B. Fórmulas del AIA y el 2,4 - D



Las diferencias principales entre la auxina natural, AIA y la auxina sintética 2,4 D son:

1. la auxina natural está sujeta a control intrínscico , mientras que el 2,4-D no lo está.
2. las dosis del 2,4-D generalmente empleadas a nivel uso herbicida son mucho mayores que las concentraciones hormonales naturales de AIA. A concentraciones bajas el 2,4-D tiene acción de auxina mientras que a concentraciones altas tiene acción de herbicida.



Se puede apreciar que concentraciones bajas del 2,4-D causa aumento de tamaño tanto del tallo como de la raíz en trigo (A) y que se llega a un óptimo (B) después del cual a medida que aumenta la concentración se produce una reducción del efecto (C) y finalmente se inhibe el crecimiento (D). También se nota que la raíz es más sensible al 2,4-D que el tallo, llegándose al óptimo (B) y a la inhibición (D) a concentraciones diez veces menores.

Con relación a la germinación se ha notado que el 2,4-D puede estimularla aún en especies consideradas como altamente susceptibles como el Amaranthu sp en el cual concentraciones de 1 PPM estimulan la germinación de las semillas. A mayores concentraciones hay inhibición.

IV Familias de herbicidas hormonales con efectos de auxinas: Herbicidas hormonales son aquellos que afectan los procesos fisiológicos de las plantas, de la misma manera que las hormonas auxinas naturales pero en forma exagerada

* (Rojas-Garcidueñas et.al. - Woods 1961)

resultando en desarrollo fisiológico, anatómico y morfológico totalmente alterados.

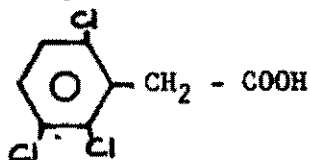
Las familias principales y ejemplos de los "herbicidas hormonales" son:

A. Fenoxidos - 2,4- D, 2,4,5- T, MCPA, etc.

B. Benzoicos - dicamba, 2,3,6 - TBA y cloramben

C. Picloram

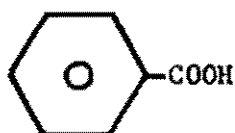
D. Fenilaceticos - Fenac →



E. Naftalan- autiauxina

El efecto del 2,4-D como auxina es directo y no es debido a la mayor producción del AIA o de su menor metabolización,.

Debe hacerse notar que en los ácidos benzoicos y el picloram en el grupo COOH no está unido al anillo aromático por un carbón α :



ácido benzóico



ácido picolínico

Aun así tienen efectos similares al de las auxinas. El naftalan se incluye en este grupo de herbicidas hormonales debido a su actividad antiauxina : por ejemplo una de sus acciones es la de eliminar la capacidad de geotropismo de las raíces, la cual es mediada por el AIA.

V HERBICIDAS FENOXIDOS :

A. Los herbicidas fenoxidos de importancia económica son el 2,4-D, 2,4- DB, diclorprop, MCPA , mecoprop, MCPB, 2,4,5-T y 2,4,5 TP (Silvex).

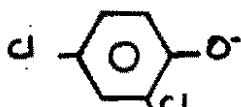
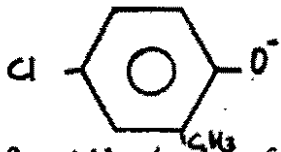
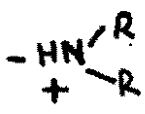
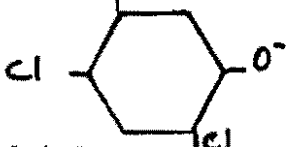
B. Características generales de los herbicidas fenóxicos:

1. mayor toxicidad hacia plantas de hoja ancha que a plantas gramíneas.
2. Acción "hormonal auxina "
3. Translocación: principalmente por el simplasto/floema, con las azúcares, y de fuente de producción ("source") a fuente de consumo o almacenamiento ("Sink.")
4. Generalmente son de poder residual corto en el suelo.
5. Toxicidad (DL₅₀) hacia mamíferos, es de media a baja

C. Generalizaciones del uso de los fenoxidos : 1. 2,4-D y MCPA:

- a. usados principalmente para el control de malezas de hoja ancha en cultivos de gramíneas anuales y perennes.
- b. usados en combinación con otros herbicidas hormonales (fenoxidos benzoicos y picloram) para el control de malezas de hoja ancha en potreros y áreas no agrícolas.

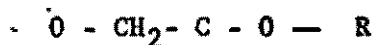
- c. El 2,4-D se emplea bajo ciertas condiciones para el control de ciertas malezas acuáticas.
- d. El MCPA tiene mayor selectividad que el 2,4-D en dosis equivalentes hacia ciertos cultivos como el lino, ciertas leguminosas y cereales, en general.
2. El 2,4-DB y el MCPB son herbicidas empleados en algunos cultivos de leguminosas como lo son la alfalfa (*Medicago sativa*), la arveja (*Pisum sativum*), el mani (*Arachis hypogaea*) y la soya (*Glycine max*). Selectividad en este caso se debe a factores de absorción, translocación, metabolismo y activación del herbicida.
3. El 2,4,5-T; 2,4,5-TP; y diclorprop son herbicidas que tienen mayor efecto que los herbicidas anteriores en mayor número de especies de hoja ancha, inclusive sobre malezas perennes leñosas. Generalmente son mucho menos selectivos hacia las leguminosas. Su residualidad en el suelo es mayor que las de los otros fenoxidos.
- D. Los derivados de los ácidos son las sales metálicas, las sales aminas solubles en agua o en aceite y ésteres de alta o de baja volatilidad:

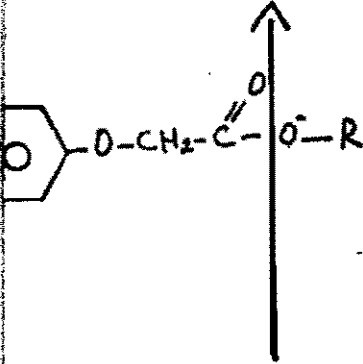
HERBICIDAS		FENOXIDOS	
Base	Cadena	Formulación	
		H ⁺	Acido
 <u>2,4-diclorofenoxido</u> (2,4-D)	$\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{O}^-$ <u>acético</u>	Na ⁺ , K ⁺ , NH ₄ ⁺	<u>Salas</u>
 <u>2,metilo-4-clorofenoxido</u> (MCP -)	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{O}^-)$ <u>propionico</u>		<u>Sal Amina</u> a. soluble en agua si las cadenas R son cortas.
 <u>2,4,5 triclorofenoxido</u> (2,4,5-T)	$(\text{CH}_2)_3\text{C}(=\text{O})\text{O}^-$ <u>butílico</u>		b. soluble en aceite si R son largos (10)
		- R	<u>éster</u>
			<u>éster/éter</u>
			<8C=alta volatilidad
			>8C=baja volatilidad

- E. Características con relación a base/cadenas/formulación: cambios en la base del herbicida (2,4-D Vs 2,4,5-T) causan cambios en las características físicas y químicas del herbicida. Así también modificaciones de la cadena traen consigo modificaciones de selectividad absorción, translocación y metabolismo (2,4-D Vs 2,4-DB).

Diferencias entre formulaciones resultan en diferencias de propiedades físicas de los herbicidas y de su absorción dentro de la planta.

Algunas de las características físicas modificadas por medio de formulación son: Volatilidad, solubilidad y polaridad y absorción. En general las sales son solubles en agua, polares, menos volátiles de más lenta absorción que los ésteres y peso por peso menos activas que los ésteres. (Factor de 2). Los ésteres pueden ser de alta o baja volatilidad de acuerdo a la longitud de la cadena adjunta al grupo carboxílico, son no polares - solubles en aceites, y de mayor actividad fisiológica que las sales.



Volatilidad	R	Ester	Volatilidad
	$\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ -CH \\ | \\ CH_3 \end{array}$	isopropilico	alta volatilidad
	$\begin{array}{c} C-C \\ | \quad | \\ -C-C-C-C \end{array}$	2 etilohexilo (éster)	baja volatilidad (tipo éster)
	$-C-C-O-(CH_2)_3-CH_3$	butoxietílico	baja volatilidad. (tipo éster/éter)

F. CONCEPTO DEL ACIDO EQUIVALENTE (AE)

Los herbicidas fenólicos son translocados y ejercen su acción en la forma del ácido ($-COOH$) y debido a esto y a que las diferentes formulaciones contienen diferente proporción de la forma ácido, cuando se realizan comparaciones entre los fenólicos, éstas deben realizarse en base del ácido equivalente, o sea la cantidad de una formulación la cual de el equivalente de otra expresada en base al ácido.

(Tabla 2)

TABLA 2 .-

Relación entre formulación y ácido equivalente (AE)

<u>Equivalente (AE)</u>	<u>Peso molecular</u>	<u>%Acido</u>	<u>#Grms.=100 grms. AE</u>
2,4-D ácido	220	100	100
Sal NH_4	237	93	108
Sal Na	242	91	110
Sal dietanol amina	325	68	147
Sal trietanol amina	369	60	166
Ester isopropilico	262	84	119
Ester isocetilico	332	66	152

Como ejemplo, es de notarse que 166 gramos de sal tretanolamina del 2,4-D equivalen a 100 gramos del ácido 2,4-D.

VII Fisiología y bioquímica de los herbicidas hormonales fenoxidos (herbicidas hormonales, en general).

Volvemos a mencionar que los efectos que se ven como consecuencia de la acción de estos compuestos son los de acción hormonal auxina exagerada e incluyen efectos sobre el crecimiento que se manifiesta en forma exagerada, desordenada y desproporcionada lo cual resulta en cambios morfológicos conocidos como epi e hiponastia en las hojas, encorvamiento del tallo, formación de callos e inhibición del crecimiento normal de las hojas y de las raíces.

La absorción de los herbicidas hormonales varía más que nada entre las diferentes formulaciones, las no polares (ésteres) siendo absorbidas más rápidamente que las polares (sales). En general, diferencias de selectividad no se debe a rata de absorción. La rata de absorción entre el MCPA, 2,4-D y el 2,4,5-T, por ejemplo, no determina el grado de selectividad en varias especies. La translocación influye en el grado de selectividad entre los diferentes herbicidas y entre diferentes especies de mal

En estudios realizados con las Cucurbitaceas Sicyos angulatis y Cucumis sativus, se encontró que la primera era más susceptible al 2,4,5-T que al 2,4-D mientras que la segunda especie era susceptible a ambos herbicidas y que la mayor efectividad del 2,4,5-T en la especie Sicyos se debía a la mayor translocación del 2,4,5-T. También se ha encontrado que el 2,4,5-T absorbido por las raíces se moviliza hacia las partes aéreas de la planta con relativa facilidad, mientras que el 2,4-D queda en las raíces.

La humedad del suelo influye en la rata de translocación de los herbicidas. En general, bajo condiciones de tensión debido a falta de agua, la translocación de los herbicidas hormonales disminuye.

Sin embargo, en plantas en estado de tensión, por falta de agua, el picloram se transloca más que el 2,4,5-T y este a la vez más que el 2,4-D.

El movimiento de los herbicidas hormonales es de fuente de producción de azúcares a fuente de consumo o almacenamiento. Estos últimos son todos los tejidos en crecimiento activo e incluye meristemas, raíces y frutos. La translocación es muy reducida cuando las hojas son menos de una cuarta parte de su tamaño normal, y aumenta a partir de este tamaño.

Cuando las plantas tratadas con herbicidas hormonales son colocadas en la oscuridad antes y después de la aplicación del herbicida, la translocación de estos es muy reducida.

Cambios fisiológicos causados por los herbicidas hormonales : Las plantas sufren muchos cambios fisiológicos cuando se les aplican herbicidas hormonales y estos varían de acuerdo a la especie, su estado de crecimiento, el tejido que se examine el tiempo entre aplicación y observación, la dosis empleada, etc. En general los procesos estudiados hasta la fecha incluyen:

1. Germinación
2. Respiración
3. Fotosíntesis
4. Formación del ATP
5. Absorción de iones
6. Efecto sobre enzimas específicas
7. Metabolismo de :
 - a. Compuestos nitrogenados : proteínas, ácido ribonucleico, ácido desoxiribonucleico.
 - b. Carbohidratos
8. Producción de etileno.

Anteriormente se mencionó que estos compuestos a ciertas concentraciones (bajas) estimulan la germinación de ciertas semillas, aún de aquellas especies consideradas como altamente susceptibles como el Amaranthus spp., y a concentraciones mayores inhiben la germinación de todo tipo de semillas.

La rata de respiración varía de momento a momento en todos los organismos de acuerdo a la necesidad inmediata de energía (ATP) y de las condiciones metabólicas de la planta. En ciertos casos los herbicidas hormonales causan aumento en la rata de respiración y en otros una disminución. En cuanto más crecimiento promueva el herbicida, mayor será la rata de producción del ATP. En ocasiones el aumento en la rata de respiración no ha resultado en un aumento en la producción del ATP y se le ha asignado efecto de descoplador del ATP a los hormonales, pero estos estudios han sido realizados en sistemas aislados donde se mide el efecto directo del herbicida particular sobre una suspensión de mitocondrias.

La fotosíntesis de igual manera, ha sido influenciada de manera positiva y de manera negativa. En general, poco tiempo después de ser tratadas con herbicidas hormonales las plantas exhiben un aumento en la rata de fotosíntesis y a medida que el herbicida interrumpe los procesos normales, la rata de fotosíntesis disminuye. Igual sucede con la absorción de iones. Tanto productos de la fotosíntesis como iones son concentrados en aquellos tejidos en crecimiento activo debido al herbicida. En forma indirecta los herbicidas hormonales inhiben la fotosíntesis al causar cierre de las estomas.

Es lógico que si los herbicidas hormonales afectan el metabolismo y la fisiología total de la planta, habrá cambios en la cantidad y actividad de las diferentes enzimas. Estas llevan a cabo la catálisis de todas las reacciones que ocurren en las plantas y así serán afectadas de manera positiva o negativa por los herbicidas hormonales (efecto indirecto).

El metabolismo de las plantas cambia drásticamente debido al efecto directo/indirecto de los herbicidas hormonales. En primer lugar, la creación de nuevas fuentes de consumo en la planta causa la movilización de productos de fotosíntesis, de degradación, de absorción por raíces a ser distribuidos preferencialmente a estas fuentes. Es tal la demanda de éstas nuevas fuentes de consumo que cuando no da a basto la producción y absorción de elementos nutritivos, otras partes de la planta entran en etapa de senescencia para proveer más materiales de nutrición. Es así como carbohidratos y compuestos nitrogenados se acumulan en las nuevas fuentes.

Las tres fracciones nitrogenadas que aumentan considerablemente son: Las proteínas, el ácido ribonucleico (RNA) y el ácido desoxiribonucleico (DNA). En especies resistentes al 2,4-D, 2,4,5-T y al picloram, como el trigo, tanto la proteína como el RNA aumentan pero la proporción se mantiene mientras que en la especie susceptible Cucumis sp la proporción proteína /RNA disminuye, indicando que hay una alteración diferencial del RNA y la proteína.

Por último, los herbicidas hormonales causan un aumento en la producción del etileno, el cual además de promover la maduración de ciertas frutas, inhibe el crecimiento de ciertas plantas.

VIII USO HERBICIDA Y LA SELECTIVIDAD DE LOS HERBICIDAS HORMONALES:

La selectividad de los herbicidas es una cosa relativa: se basa en límites de dosis y bajo ciertas condiciones específicas. Esto implica además de dosis, formulación, ambiente, especie o variedad, estado de crecimiento de la planta, etc. Aun cuando se dice que los herbicidas hormonales son selectivos hacia gramíneas y no hacia plantas dicotiledoneas (de hoja ancha). Aplicaciones pre-emergentes de 2,4-D en arroz o sorgo causan gran reducción de la población debido a la muerte de las plantulas de estos cultivos. Así mismo se ha hecho uso de su actividad sobre semillas de gramíneas para ejercer control de Echinochloa spp en arroz de transplante.

Gramíneas como el trigo, la cebada y el arroz, así como el maíz y el sorgo tienen épocas de crecimiento en que son susceptibles a daños por los herbicidas hormonales.

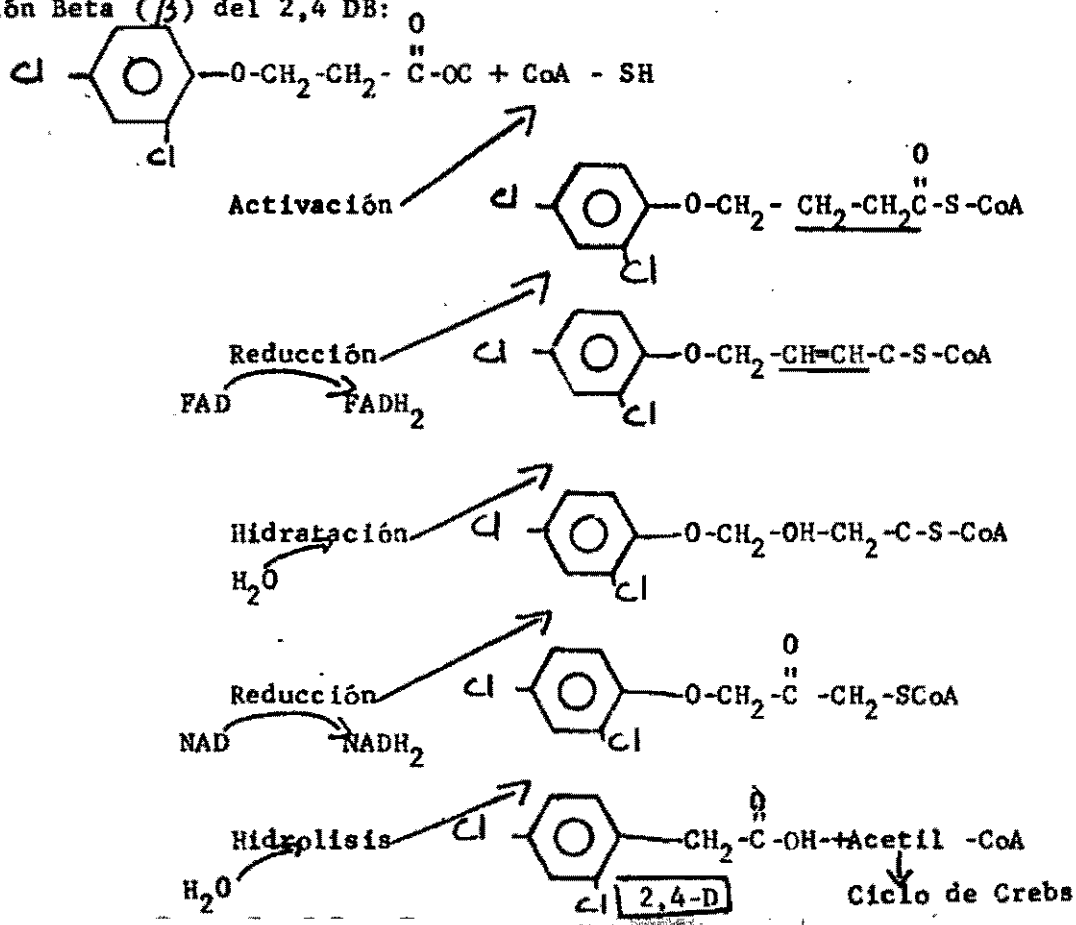
En post-emergencia los cultivos resistentes a los herbicidas hormonales son: trigo, cebada, avena, maíz, sorgo, caña de azúcar, pastos forrajeros y arroz.

Los cultivos susceptibles son todos aquellos catalogados como de hoja "ancha": Soya, frijol, maní, ajonjolí, tabaco, leguminosas forrajeras, yuca, papa, arveja, horalizas en general y algodón.

La diferencia de selectividad entre gramíneas y plantas de hoja ancha no está bien definida, pero en parte se puede basar en las diferencias morfológicas y anatómicas de las especies. En general, las hojas de las gramíneas son más verticales y retienen menos herbicidas; en las especies monocotiledóneas los meristemas intercalarios sirven de barrera a la translocación de los herbicidas hormonales; y en las dicotiledóneas, pero no en las monocotiledóneas, la proliferación de los tejidos del tallo, causan destrucción del floema.

Varios casos especiales de selectividad existen entre los herbicidas hormonales, entre ellos los del 2,4-DB y el 2,4 DES. El 2,4 DB es el ácido 2,4 - dicloro fenoxibutírico y ciertas plantas leguminosas como la alfalfa, la arveja y la soya son resistentes a este producto en dosis bajas. El mecanismo de selectividad está en disputa pero la teoría tradicional dice, que se debe a la mayor rata de conversión del 2,4-DB al 2,4-D en las plantas susceptibles por medio del proceso de oxidación beta (β):

Oxidación Beta (β) del 2,4 DB:



Las especies susceptibles tienen un sistema eficiente de convertir el 2,4-DB al 2,4-D y por eso son susceptibles. Las resistentes poseen dicho sistema pero no es tan eficiente y no acumulan el 2,4-D en concentraciones tóxicas.

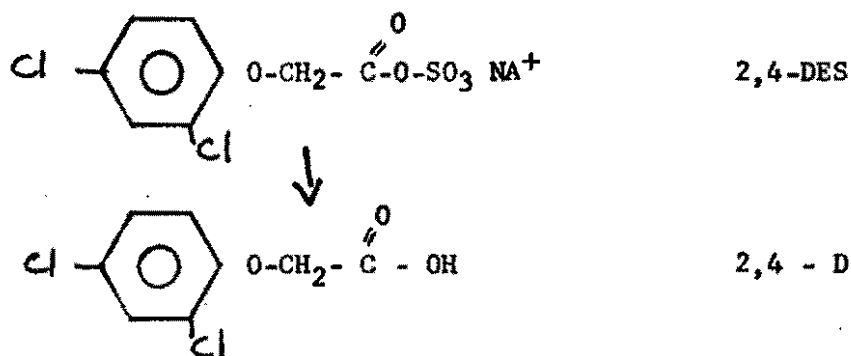
La segunda y más reciente teoría dice que la selectividad se debe a tres factores : 1o.) menor retención de la solución herbicida por las plantas resistentes; 2o.) menor absorción y translocación; y 3o.) mayor degradación del 2,4-D formado por oxidación beta por las plantas resistentes.

Las conclusiones se basan en los siguientes datos:

- 1.) Las especies resistentes Lotus corniculatus y Pisum sativum forman 2,4-D rápido.
- 2.) El Amaranthus sp. absorbe mayores cantidades del 2,4-DB que la alfalfa (resistente).
- 3.) En Prosopis sp. aplicaciones del 2,4 DB a la raíz causan mayor inhibición a su crecimiento que aplicaciones del 2,4-D, mientras que con aplicaciones foliares el 2,4-D, causa mayor inhibición al crecimiento de las raíces que el 2,4-DB : implica menor absorción foliar del 2,4-DB.
- 4.) Especies de Amaranthus sp. y Xanthium sp (susceptibles) retienen y translocan más 2,4-DB que 2,4-D después de aplicaciones foliares. En especies resistentes la retención y la translocación del 2,4-D y del 2,4-DB son iguales.

Por el presente los autores de este artículo prefieren optar por la teoría tradicional, ya que la teoría más reciente se basa en estudios indirectos.

El 2,4-DES es un herbicida no empleado hoy día. Sin embargo, sirve de ejemplo de herbicida que requiere activación en el suelo. El caso del 2,4 es el siguiente: El 2,4-DES aplicado en post-emergencia en forma granulada no tiene mucha acción herbicida, pero en el suelo es transformado al 2,4-D por medio de la hidrólisis.



De esta manera actúa sobre plantulas de malezas en pre-emergencia si dañar el cultivo ya establecido.

IX Incompatibilidad de los herbicidas hormonales con otros herbicidas:

Los herbicidas hormonales causan un incremento de división y expansión celular y es de esperarse que pueda existir un antagonismo entre estos herbicidas y aquellos que tengan efecto inhibitorio sobre estos procesos. Es el caso de la incompatibilidad entre el 2,4-D y los herbicidas tiolcarbamatos los cuales inhiben la división celular. La incompatibilidad del 2,4-D, 2,4,5-T y del dicamba con el EPTC, CDEC y CIPC se ha establecido. En sorgo la combinación 2,4-D y EPTC resulta menos tóxica que cuando se emplean estos herbicidas independientemente. Las dos teorías sobre el antagonismo son: 1º) El 2,4-D causa inhibición del desarrollo de las raíces y esto resulta en menor absorción del tiolcarbamato; y 2º.) las acciones opuestas del 2,4-D y los tiolcarbamatos se cancelan.

Las combinaciones de los hormonales con herbicidas con efecto sobre otros procesos es aditiva: 2,4-D + atrazina o linurón.

También existe incompatibilidad entre el 2,4-D y el naftalan (auti-auxina) y esto se manifiesta en pérdida de geotropismo.

X Degradación de los herbicidas hormonales y su residualidad en el suelo.

A. Suelo: Los factores más importantes que influyen en la residualidad de los herbicidas hormonales son: la humedad del suelo, la pluviosidad, la temperatura y la materia orgánica. Además influye la textura del suelo. La residualidad de estos herbicidas varía considerablemente de un grupo a otro y su degradación principal es por los micro-organismos. El T 1/2 (tiempo necesario para que desaparezca el 50% del herbicida del suelo) para varios herbicidas hormonales, así como el rango de su persistencia en el suelo se presenta en la siguiente tabla:

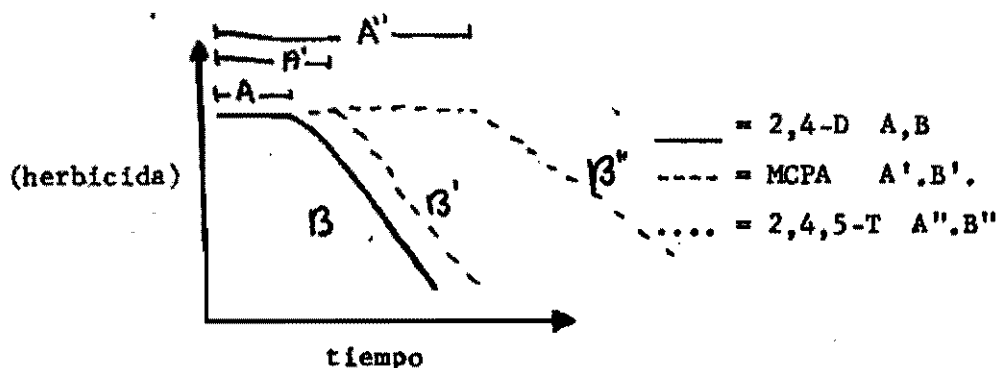
<u>Herbicida</u>	<u>T 1/2(días)</u>	<u>rango de persistencia (días)</u>
2,4 - D	4	7- 98
2,4 - DP	10	205
2,4,5-TP	17	47- 205
2,4,5- T	20	47- 300
dicamba	25	30- 360 +
piclorám	100+	71- 420 +

En dosis comunmente empleadas en cultivos el 2,4-D persiste en el suelo de una a cuatro semanas, el MCPA de 1 a 6, el 2,4,5-TP menos de tres meses y el 2,4,5-T aproximadamente tres meses.

La degradación microbiológica de los herbicidas hormonales incluye los siguientes organismos:

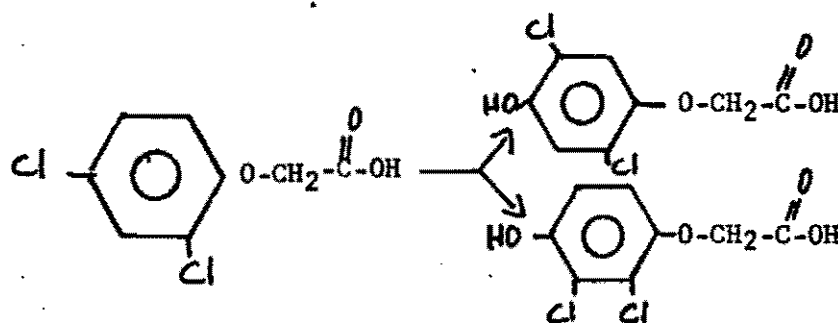
Actinomicetos : Nocardia y Streptomicetos
Bacterias : Pseudomonas y Corinebacterium
Aspergillus niger

En suelos no previamente expuestos a estos herbicidas su degradación inicialmente es muy lenta y ésta fase se denomina período de demora (A), durante el cual la población microbológica del suelo, se adapta al herbicida como fuente de energía metabólica. Este período es diferente para cada suelo, herbicida, etc. Después del período de demora, el herbicida es degradado más rápidamente (B).

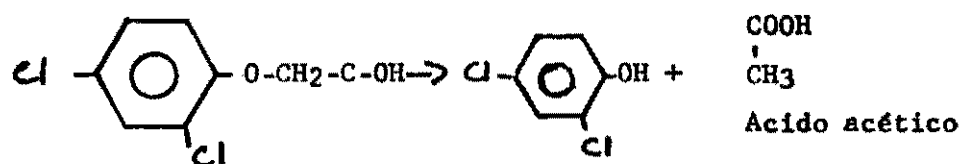


En aplicaciones del mismo herbicida u otros similares a suelos previamente tratados con estos herbicidas, el tiempo de demora se reduce. El proceso de degradación incluye los siguientes pasos:

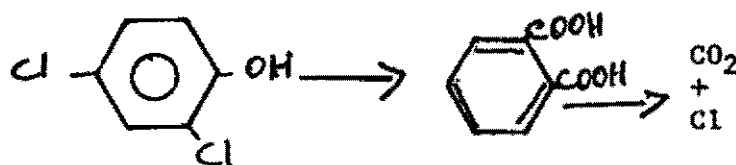
1o.) hidroxilación del anillo con desplazamiento del cloro:



2o.) Degradación de la cadena



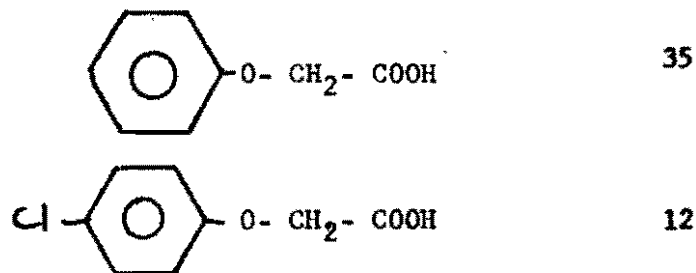
3o.) Degradación del anillo



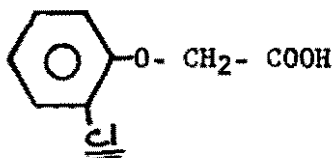
Las reglas generales en la degradación de los fenoxidos clorinados son:

- 1o.) Substitución de un cloro en la posición para aumenta la susceptibilidad de la molécula a la degradación:

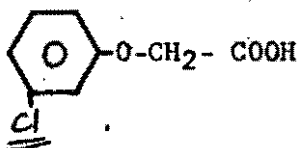
Días a degradación



- 2o.) Cloro en la posición orto aumenta la resistencia a la degradación de la molécula



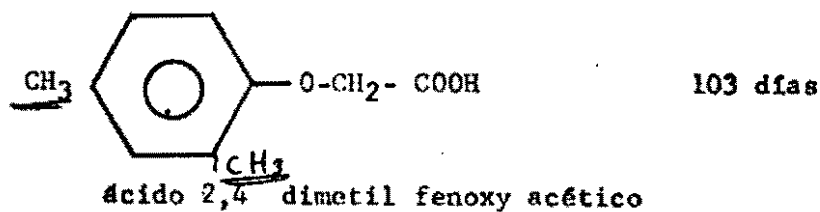
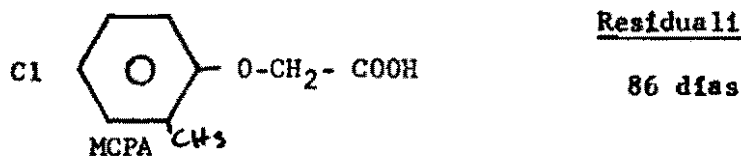
- 3o.) Cloro en la posición meta aumenta la resistencia a la degradación pero su efecto es menor al de la substitución orto.



- 4o.) Añadiendo cloro en la posición para a una molécula con cloro orto o meta: el efecto del cloro para predomina - la molécula es de menor residualidad.

- 5o.) El grupo metilo (-CH₃) aumenta la persistencia de la molécula

Residualidad



En las plantas la inactivación del 2,4-D se lleva a cabo por medio de: 1o.) hidroxilación del anillo aromático, 2o.) remoción de la cadena ácida y 3o.) por conjugación con compuestos orgánicos. El proceso de hidroxilación del anillo aromático y la remoción de la cadena ácida es similar a la que llevan a cabo los microorganismos. La conjugación en las plantas es sobre todo con ácido aspartico, y glucosa con formación de glucosidas y esteres de glucosa.

XI Toxicidad.

Los herbicidas hormonales son generalmente de toxicidad baja con una DL₅₀ (Dosis letal media) alta. Los más tóxicos generalmente deben su toxicidad a la formulación : El 2,4- D por ejemplo, tiene un DL₅₀ de 350 a 750 de acuerdo a la formulación.

Los síntomas de toxicidad o intoxicación no son específicos y son: pérdida del apetito y de peso, debilidad, falta de coordinación y alteración en las funciones hepáticas.

En el proceso de fabricación del 2,4,5-T y del 2,4,5-TP un contaminante denominado dioxina (TCDD) es producido, el cual por su alta toxicidad ha sido objeto de amplias controversias. La dioxina es tóxica en todos los períodos de la vida , desde la concepción hasta la edad avanzada. La mayor controversia se debe a su capacidad de inducir teratogenesis y abortos. Los efectos que causa en animales después del nacimiento son dermatosis, daño al hígado, hemorragias y menor resistencia a las enfermedades. Su DL₅₀ es de 0.6 micro/kg a 115 micro gr/kg, variando entre animales, lo cual significa que es de 5000 a 500.000 veces mas tóxico que el mismo 2,4,5-T.

A causa de la controversia en los Estados Unidos se ha limitado su uso y además su formulación se ha refinado de tal manera que se ha reducido su concentración a cantidades mínimas.

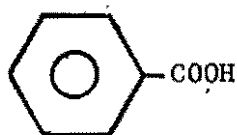
XII Resumen del mecanismo de acción de los herbicidas hormonales en concentración herbicida.

El evento inicial de la acción del 2,4-D se desconoce. Sin embargo el primer efecto que se nota es cambio en la producción del ácido ribonucleico (RNA) y posteriormente cambios de división y expansión de células , así como una de-diferenciación de tejidos. El cambio de la fracción del RNA implica un cambio en el metabolismo de la planta lo cual se manifiesta de muchas maneras: Los meristemas dejan de seguir un desarrollo ordenado y por breve tiempo exhiben un aumento en división celular después del cual hay una total inhibición. Tejidos como el tallo, proliferan en forma incontrolable. La tendencia en general es la de producción de nuevas fuentes de consumo de nutrientes a costa de tejidos establecidos y productivos. No hay más producción de tejido foliar que pueda contribuir con productos fotosintéticos así que comienza una movilización de nutrientes por proceso de senescencia de tejidos . El crecimiento de las raíces también es inhibido y la absorción de nutrientes disminuye. El crecimiento anormal ocurre principalmente en el tallo y la raíz pivotante. El eje se toma como un cáncer que consume todo y no produce nada.

Además, el crecimiento excesivo causa problemas de transporte en la planta interrumpiendo el transporte normal a través del floema. La planta en sí va quedando más débil y es más susceptible a factores ambientales adversos y a enfermedades. Es así como estos eventos llevan a la planta a la etapa final que es la de su muerte agotada y en autoconsumo.

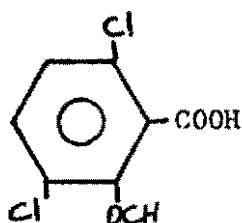
XIII Generalidades sobre el Dicamba:

El dicamba es un herbicida "hormonal" del grupo de los herbicidas derivados del ácido benzóico.:



A este grupo también pertenecen los herbicidas 2,3,6- TBA y el cloramben, los cuales también tienen propiedades hormonales.

El dicamba es el ácido 2-metoxi- 3,6 diclorobenzoico:

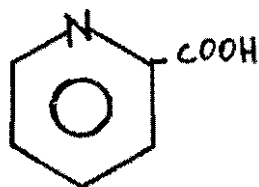


Sus características son :

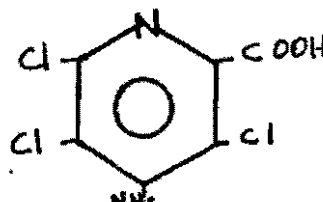
- 1.) baja volatilidad
- 2.) mayor residualidad que los ácidos fenoxidos como el 2,4-D y el MCPA
- 3.) mayor actividad sobre malezas de hoja ancha que el 2,4-D y MCPA sobre todo hacia las Poligonaceas y Plantaginaceas y las malezas Stellaria media, Cirsium arvense, Allium vineale y Typha sp.
- 4.) Modo de acción similar a la de los fenoxidos.
- 5.) Síntomas de fitotoxicidad similar a la de los fenoxidos
- 6.) DL₅₀ alta (toxicidad baja).

Uso: control de malezas de hoja ancha en cultivos gramíneas: trigo, maíz, caña, potreros.

XIV Generalidades del picloram: El picloram es derivado del ácido picolínico



Acido picolínico



Acido 4-amino-3,5,6-tricloropicolínico.

Sol H₂O : 430 PPM

Características generales :

- 1.) > 100 veces más actividad fisiológica que el 2,4-D
- 2.) puede ser aplicado al suelo o al follaje
- 3.) larga residualidad
- 4.) mayor efectividad contra malezas de hoja ancha que contra gramíneas
- 5.) Crucíferas son algo resistentes
- 6.) baja toxicidad (Alto DL₅₀)

Uso: Control de malezas de hoja ancha (perennes/leñosas en potreros).

Concentraciones que afectan el crecimiento de:

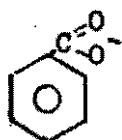
maiz y sorgo	1.4 PPM
algodón y soya	0.14 PPM

BIBLIOGRAFIA

1. ALTON, J. D. y J. F. STRITZKE. 1973. Degradation of Dicamba, Picloram, and Four Phenoxy Herbicides in Soils. *Weed Science* Vol 21 (6): 556-560
2. APPLEBY, A. Class Notes on Weed Control - mimeographed
3. ASHTON, F. M. y A. S. CRAFTS. 1973. Mode of Action of Herbicides. Wiley-Interscience Publ. 504 pp.
4. BAUVER, J. R. et. al. 1972. Concentration of Picloram in Runoff Water. *Weed Science* Vol 20 (4): 309-313
5. CARDENAS, J. et. al. 1968. Physiological Changes Accompanying the Death of Cocklebur Plants Treated with 2,4-D. *Weed Science* Vol 16 (1): 96-100
6. CAST. 1975. The Phenoxy Herbicides. *Weed Science* Vol 23 (3): 253-263.
7. CHEN, L. G. et. al. 1972. Nuclear Acid and Protein Changes Induced by Auxin-like Herbicides. *Weed Science* Vol 20 (1): 53-55.
8. CRAFTS, A. S. y W. W. ROBBINS. 1972. Weed Control. McGraw-Hill Books Co. 660 pp.
9. DE DATTA, S. N. et.al. 1971. Phenoxy Acid Herbicides for Barnyardgrass Control in Transplanted Rice. *Weed Science* Vol 19 (3): 203-206.
10. FLINT, G. W. et. al. 1969. Vapor Pressures of Locu-Volatile Esters of 2,4-D. *Weed Science* Vol (6): 541-544.
11. G. DE FOOZ, Th. G. y M. BOUILLENNE-WALRAND. 1966. Acide 2,4-Dichlorophenoxyacetique et Catabolisme Auxinique Chez Hordeum et Triticum. *Weed Res.* Vol 6 (4): 359-367.
12. HALE, C. R. y R. J. WEAVER. 1972. The Effect of Developmental Stage on Direction of Translocation of Photosynthate in Vitis vinifera. *Hilgardia* 33: 89-131
13. KEARNEY, P.C. y D. D. KAUFMAN. 1969. Degradation of Herbicides. Marcel Dekker, Inc. 394 pp.
14. MERKLE, M. G. y F. S. DAVIS. 1967. Effect of Moisture Stress on Absorption and Movement of Picloram and 2,4,5-T in Benas. *Weeds* Vol 15 (1): 10-12.
15. MORTON, H.L. et. al. 1967. Persistence of 2,4-D, 2,4,5-T and Dicamba in Range Forage Grasses. *Weeds* Vol (.): 268-271.

16. PRENDEVILLE, G.N. et.al. 1969. Antagonistic Responses with Combinations of Carbamate and Growth Regulator Herbicides. *Weed Science* Vol (): 307-309.
17. ROBERTSON, M. M. y R. C. KIRKWOOD. 1969. The Mode of Action of Foliage-Applied Translocated Herbicides with Particular References to the Phenoxy-acid Compounds. I. The Mechanism and Factors Influencing Herbicide Absorption. *Weed Res.* Vol 19: 224-240.
18. _____ y _____. 1970. Idem. II. The Mechanism and Factors Influencing Translocation, Metabolism and Biochemical Inhibition. *Weed Res.* Vol 10: 94-120.
19. ROJAS-GARCIDUEÑAS, M. et. al. 1962. Effects of 2,4-D and MCPA on germination and Early Growth. *Weeds* Vol 10 (1): 69-71.
20. SALISBURY, F. B. y C. ROSS. 1969. *Plant Hormones and Growth Regulators in Plant Physiology* Wadsworth Publ. Co. Inc. Belmont, Ca. p. 444-480.
21. SLIFE, F. W. et. al. 1962. Penetration, Translocation and Metabolism of 2,4-D and 2,4,5-T in Wild and Cultivated Cucumber Plants. *Weeds* Vol 10 (1): 29-35.
22. WAX, L. M. et. al. 1969. Response of Soybeans to 2,4-D, Dicamba and Picloram. *Weed Science* Vol 17 (3): 388-393.
23. WIESE, A. F. y H. E. REA. 1962. Factors Affecting the Toxicity of Phenoxy Herbicides to Field Bindweed. *Weeds* Vol 10 (1): 58-61.
24. WSSA. 1974. *Herbicide Handbook*. 3rd Ed. 430 pp.

DERIVADOS DEL ACIDO BENZOICO

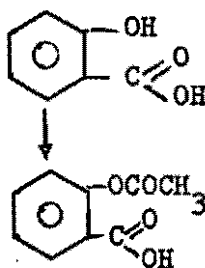


Acido Benzoico (anísico)



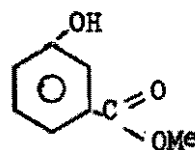
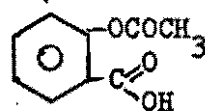
Antiséptico

Usado en preservación
de alimentos

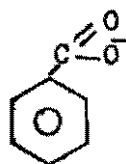


Acido Salicílico

Aspirina



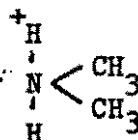
Perfume



3,6-dichloro-o-anisic
acido benzoico

baja solubilidad
en agua

.45 g/100 ml (450 ppm)



Banvel (dicamba)

Sal dimetilamina

Alta solubilidad en agua

780 g/100 ml (780000 ppm)

Características

1. Buen control de malezas latifoliadas. En pre-emergencia pueden controlar gramíneas también.
2. Normalmente son selectivos en gramíneas cultivadas. Aplicados erróneamente pueden afectar la producción de semilla, de la misma forma que lo hacen los fenoxis.
3. Su sintomatología es similar a la producida por los fenoxis (hormonal)
4. Son mas activos en el suelo que los fenoxis.

Como se expresa arriba, su actividad es bastante similar a la de los fenoxis, actuando como reguladores de crecimiento, siendo su principal uso el control de malezas en gramíneas. En general son más activos que los fenoxis fundamentalmente en gramíneas. Su espectro de control complementa al de los fenoxis. Controlan eficientemente especies de Polygonaceas que escapan al control de los fenoxis tales como Polygonum, Rumex. También controlan Stellaria media y Lamium en las cuales los fenoxis son débiles. Son deficientes en el control de Crucíferas y Boraginaceas. En combinación con fenoxis realizan buen control de algunas especies perennes tales como Convolvulus arvensis.

Se movilizan hacia las raíces por el floema y por exudación son transferidos al xilema. Pueden ser exudados fuera de la planta dispersándose en la solución del suelo.

Son generalmente de mayor persistencia que los fenoxis en el suelo.

Banvel (dicamba)

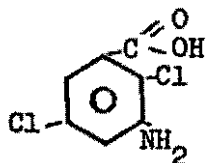
Usos

1. Cereales, solo e en combinación con fenoxis, bromoxynil, etc., al estado de 2-5 hojas en post-emergencia.
2. Maíz, pre o post-emergencia solo e en combinaciones con Lasso, atrazina etc. Lo mismo para sorgo.
3. Pasturas. No debe pastorearse de 7 a 70 días luego de su aplicación dependiendo de la dosis y otras condiciones ambientales.
4. Producción de semillas de gramíneas
5. Arbustivas y árboles (inyección).

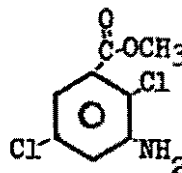
Amiben (chloramben)

Es una excepción dentro de los derivados del ácido benzoico. Es selectivo en soya y otras leguminosas. Se usa en pre-emergencia y controla gramíneas y latifoliadas.

Es producido en varias formulaciones:...



Amiben



ester metílico

Soluble en agua--sal amoniacal

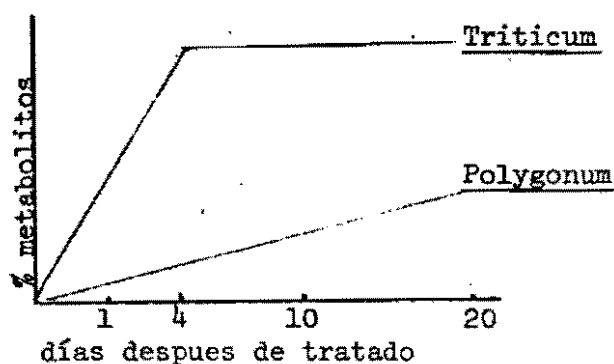
Poco soluble en agua--ester metílico, utilizado en suelos arenosos dada su menor solubilidad.

Es usado en frijoles, soya, calabazas, etc., como pre-emergente y con el requisito de que necesita agua para ser activado.

Selectividad

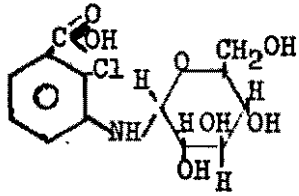
Dicamba es acumulado en los tejidos jóvenes de especies susceptibles (Polygonum) pero no en los de trigo. El trigo conjuga o metaboliza el dicamba más rápidamente que Polygonum. Se sugieren diferencias en translocación y metabolismo.

Absorción diferencial no parece ser factor determinante de selectividad.



METABOLISMO DEL
dicamba

Con respecto a la selectividad del chloramben existe controversia, puede ser por conjugación o decarboxilación.

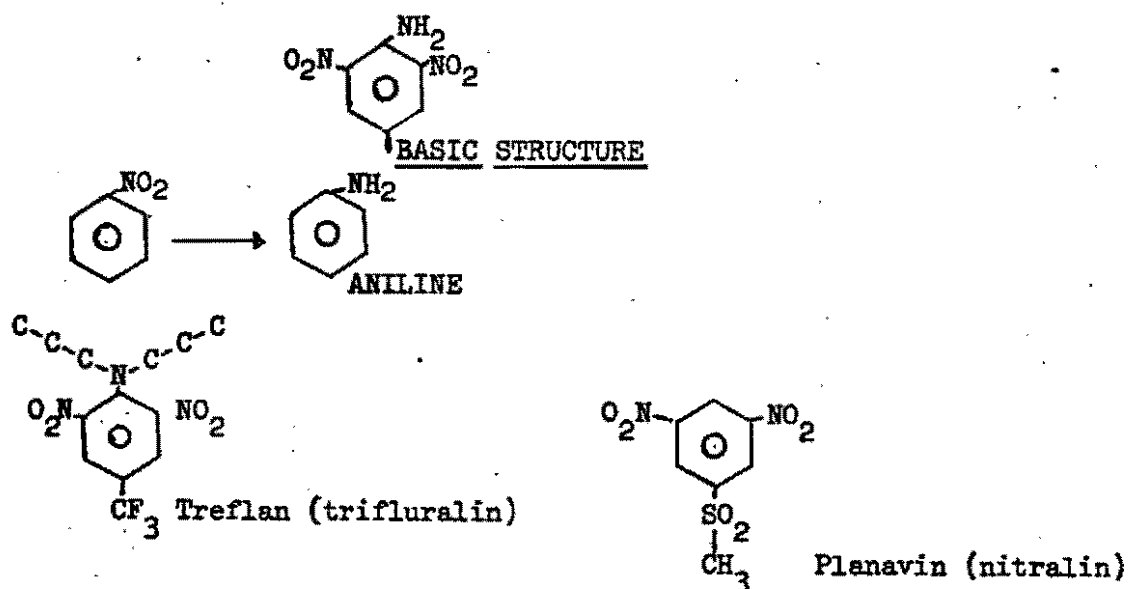


Parece que el mismo sistema que para el propanil, es encargado de producir la conjugación. (arilamina N-glucosil transferasa)

Modo de acción

Afectan el metabolismo de DNA y RNA de la misma forma que lo hacen otros reguladores de crecimiento incluyendo los fenoxis. De manera que es difícil establecer cual es el verdadero modo de acción.

BENZENEAMINAS (DINITROANILINAS)



Actualmente existen en el mercado numerosos herbicidas pertenecientes a este grupo. Balan (benefin), Surflan(oryzalin), Paarlan (isopropalin) Basalin (fluchoralin), Amex 820 (butralin), Cobex (dinitramine), Tolban (profluralin), son algunos de ellos.

Características.

1. Muy susceptibles a degradación por medio de radiación ultravioleta, y algo volátiles lo que aconseja su incorporación para evitar pérdidas debida a estos factores.
2. Fuertemente adsorbidos y poca solubilidad en agua lo que asegura una gran retención y persistencia.
3. Actividad foliar o movimiento de productos metabólicos parecen carecer de importancia.
4. Controlan malezas latifoliadas y gramíneas.

Usos

La lista de cultivos en los cuales estos compuestos están registrados o pueden ser usados, es demasiado extensa para ser incluida aquí. Sea suficiente mencionar que algodón y soya son los cultivos mas importantes en los cuales se hace abundante uso de los mencionados herbicidas. Están registrados para ser aplicados en vegetales (verduras) y árboles frutales (sin carga) así como para aplicaciones debajo de la superficie para el control de malezas perennes tales como Sorghum halepense, Convolvulus arvensis, etc. Esto nos da una idea del espectro de situaciones en que son usados.

La observación de las malezas controladas y aquellas que son tolerantes a estos herbicidas puede dar una idea de los cultivos en los cuales podrían ser razonablemente selectivos. La mayor parte de la información siguiente se refiere a trifluralin por la sencilla razón de que es el pionero y por lo tanto el más estudiado.

Malezas tolerantes

Malvaceas...Hibiscus, Sida, Abutilon

Solanaceas...Solanum rostratum, Physalis, Solanum dulcamara, Solanum sarachoides, Datura.

Cyperaceas...Cyperus rotundus, esculentus

Compuestas...Xanthium, Senecio vulgaris, Ambrosia artemisiifolia,
Helianthus annuus.

Este grupo de herbicidas no tiene actividad luego del estado de plántula. Una de las características más importantes de trifluralin es que no necesita agua para ser activado y su baja solubilidad así como gran adsorción lo convierten en un herbicida confiable para actuar selectivamente por localización. Cultivos de semilla grande tales como el algodón

produce una fuerte raíz pivotante que penetra rápidamente la capa superficial de suelo donde el herbicida generalmente es aplicado y crece normalmente por debajo de ella, mientras que la mayor parte de las malezas no pueden hacerlo.

Estos herbicidas son fácilmente absorbidos por las raíces y parte superior de la planta pero los efectos primarios son el resultado de la inhibición de las raíces secundarias, con un efecto indirecto sobre el crecimiento de la parte aérea. Probablemente también maten gramíneas anuales al exponer los puntos de crecimiento en la emergencia.

Aún cuando como se mencionó, tanto absorción radicular como por la parte superior de la planta (brotes, meristemas terminales, etc.) son comunes, no parecen ser significativamente translocados.

De acuerdo a los datos proporcionados por sus productores, parece ser que no existe degradación en las plantas de manera que degradación diferencial no puede ser considerado como una posibilidad de selectividad. Cuando se han encontrado productos de degradación en la planta, estos han sido probablemente absorbidos del suelo, donde degradación ha sido comprobada.

En umbelíferas sin embargo, que son bastantes tolerantes, se ha encontrado un producto de degradación. Algunos otros han sido encontrados o denunciados en batata y maní. Hilton y Christiansen postularon que la selectividad de estos herbicidas puede estar relacionada a la concentración de lípidos en las semillas.

En general los benzeneanilinas son más efectivas en gramíneas que en latifoliadas.

Para mencionar algunos aspectos diferenciales entre un grupo tan numeroso digamos por ejemplo que Cobex (dinitramine) parece controlar Abutilon theophrasti (Malvacea), lo cual como se mencionó no es común en este grupo de herbicidas y tiene bajo efecto residual comparado con otros (alrededor de 120 días). Balan (benefin) es más débil que Traflan tanto con respecto al cultivo como a las malezas.

Como recomendación general para todos ellos, tiempo frío, semillas enterradas demasiado y condiciones que impliquen crecimiento lento en general, pueden inducir la manifestación de daño en el cultivo.

Arsenicales

En general los compuestos de arsénico pueden dividirse en dos grupos: orgánicos e inorgánicos, con características diferenciales.

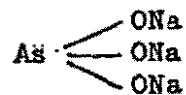
<u>Inorgánicos</u>	<u>As</u>	<u>LD₅₀</u>
--------------------	-----------	------------------------

AsH ₃ -----	As 3- -----	1mg/K
------------------------	-------------	-------

As ₂ O ₃ -----	As 3+ -----	10mg/K
--------------------------------------	-------------	--------

As ₂ O ₅ -----	As 5+ -----	165mg/K
--------------------------------------	-------------	---------

El Arsenito de sodio por ejemplo es del grupo As 3+ con una LD₅₀ de 10mg/K:



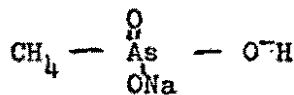
El Arsenato de sodio es 5+ y su LD₅₀ es 165mg/K



Cuando se agregan grupos orgánicos la toxicidad de los compuestos resultantes es considerablemente reducida en comparación con el compuesto inorgánico original. Esto puede verse por ejemplo, en el Metanoarsonato disódico que es 5+ y tiene una LD₅₀ de 1200mg/K:



DSMA



MSMA

Los compuestos arsenicales orgánicos como se mostró previamente tienen baja toxicidad y lo que es mas importante aún, parece ser que no hay posibilidades de reducción de la forma 5+ hacia la mas tóxica 3+ en suelos o sistemas

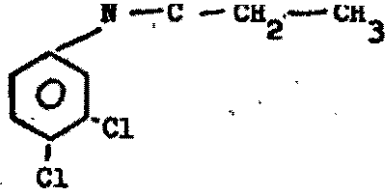
Debido a su característica de ser retenidos por los coloides del suelo, pueden acumularse y consecuentemente es aconsejable la rotación con compuestos que no dejan residuos por largos períodos. Combinaciones con dalapon son usadas en el control de gramíneas perennes.

Aplicaciones dirigidas en algodón reducen los residuos cuando se aplican en combinación con trifluralin debido a que el número de aplicaciones requeridas es menor. Los arsonatos son casi inmediatamente inactivados en el suelo, razón por la cual se puede hacer aplicación dirigida en cultivos de raíces profundas tales como el algodón.

Un hecho interesante con respecto a los arsenicales es que la adición de P al suelo incrementa la toxicidad que causan al algodón. Tal vez son reemplazados por el fósforo en las capas del coloide.

Propanil

Stam F-34
 Stam M-4
 LV-10
 Surcopur, etc.



3',4'-dicholoropropionanilide

Propanil es un herbicida de contacto cuyo principal uso es para controlar malezas (fundamentalmente gramíneas) en el cultivo de arroz. Siendo un herbicida de contacto es necesario obtener completa cobertura del follaje de las malezas en orden de obtener el máximo beneficio.

Es también necesario que a la aplicación le siga un período de tiempo sin lluvia o riego. Cultivos susceptibles deberán estar lejos o la dirección y velocidad del viento deben observarse cuidadosamente para evitar daños.

Para una aplicación exitosa, el estado de crecimiento de las malezas es muy importante. Esto no solo desde el punto de vista del control pero también con respecto al cultivo y al costo. El control de Echinochloa a la misma dosis, decrece a partir del estado de dos hojas y por lo tanto las dosis necesarias para controlar plantas mas grandes se incrementa. Esto aumenta también las chances de daño al cultivo, el cual aún cuando se recupera y rinde mas que las parcelas no tratadas, causa inquietud en los productores los cuales dudan antes de volver a aplicar.

Riego, 24 o 48 horas luego de la aplicación favorece su actividad así como la recuperación del arroz cuando ha sido afectado. Temperaturas altas al momento de la aplicación aumentan la incidencia de daño. No debe aplicarse con temperaturas mayores de 35° C.

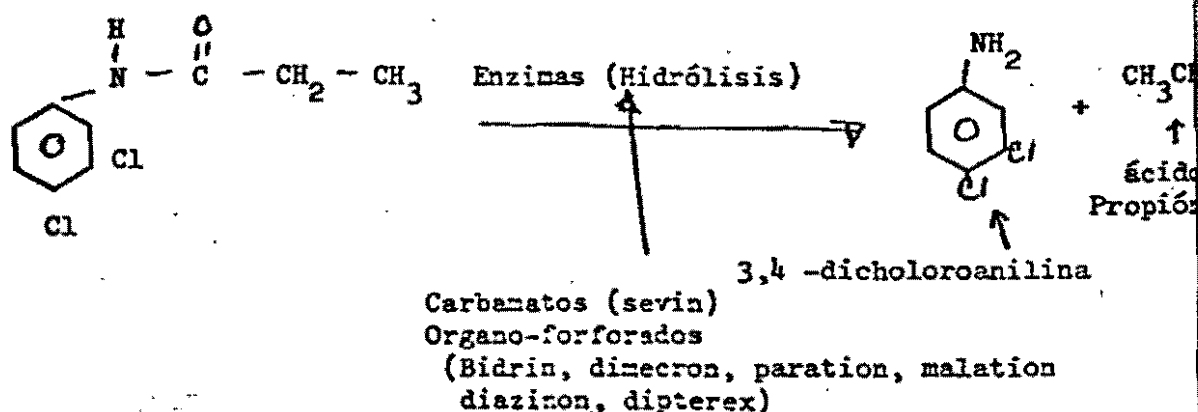
Propanil es rápidamente degradado en el suelo y no persiste mucho tiempo.

Un punto muy importante a tener en cuenta es su incompatibilidad con insecticidas carbamatos y organo fosforados. Como regla general no debe ser aplicado con fertilizantes líquidos o con los mencionados insecticidas.

Un período de por lo menos 14 días (antes y después) de la aplicación de propanil es necesario.

La selectividad del propanil se basa en la degradación enzimática. La enzima llamada arylacylamidasa produce una bio-transformación hacia 3,4, dichloro-propionanilida, que no es fitotóxica, en las plantas resistentes. Es un proceso controlado genéticamente, es decir el arroz como especie, posee este mecanismo y es capaz de ser transmitido como parte de su paquete genético.

El siguiente esquema muestra el proceso de degradación, así como el lugar en que los carbamatos y organofosforados interfieren:

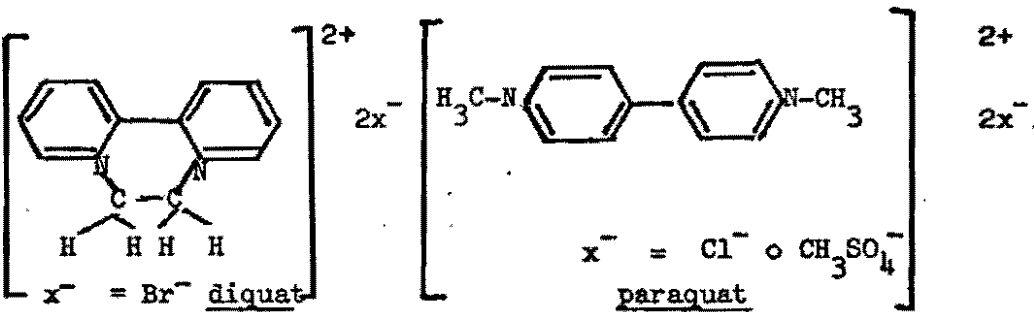


La Absorción es probablemente similar en especies susceptibles y resistentes. Es el proceso de degradación, presente en resistentes y ausente en susceptibles, lo que establece la diferencia, y no la velocidad con que es absorbido. El siguiente cuadro muestra el efecto de degradación en varias especies:

saVia de:	% Propanil Hidrolizado/24 hrs.
<u>Monochoria</u>	0.0
<u>Elygonum</u> sp.	5.5
<u>Echinochloa</u> sp.	7.0
<u>Digitaria</u> sp.	58.4
<u>Oryza sativa</u>	69.6

Translocación es un proceso sin importancia en la actividad de propanil, pero se sabe que se transloca hacia los extremos superiores de la planta. Propanil es muy usado en arroz solo, y en varias combinaciones con herbicidas pre-emergentes con espectros complementarios. Es también usado en combinación con herbicidas del grupo de los fenoxis para complementar el control con la eliminación de malezas latifoliadas. Prácticamente todas las combinaciones con fenoxis son buenas, aunque hay reportes que favorecen el uso de 2,4,5-T por ser menos tóxico para el arroz.

Paraquat y diquat



Una de las mas salientes características de este grupo de compuestos radica en su capacidad de ser retenidos por las partículas de suelo como consecuencia del intercambio de bases. Siendo cationes (lo cual es casi una excepción dentro de los herbicidas), pueden ser adsorbidos a las superficies de las partículas coloidales de arcilla o materia orgánica volviéndose "inactivos". Su "inactividad" no implica transformación química sino un estado de retención que puede ser transitorio.

De esta forma, si protegemos el cultivo, pueden ser aplicados casi en cualquier momento antes o después de la emergencia. Pueden ser aplicados en presiembra, pre-emergencia o postemergencia (dirigida), para control de malezas anuales. Las perennes se recuperan luego de la quemadura parcial del follaje.

Son altamente solubles en agua y de baja volatilidad. Su actividad es favorecida por la luz y la presencia de clorofila aun cuando hay una lenta actividad en la oscuridad, probablemente a través de un mecanismo diferente. Otra importante característica es su resistencia a ser lavados por lluvia o riego, de manera que en general lluvias, pocas horas luego de su aplicación no cambian su efectividad.

Como te mencioné son fuertemente adsorbidos por las cargas negativas tanto en la superficie de las capas de coloide como entre ellas. Soluciones de H_2SO_4 18N son necesarias para extraerlos. Se considera que el suelo tiene capacidad suficiente como para "inactivar" cientos de veces las dosis usadas.

El diquat es tal vez mas usado para desecación pre-cosecha o para control de malezas acuáticas (emergidas o sumergidas). Otra característica importante es su rápida actividad, casi dentro de horas luego de la aplicación. El movimiento es por el xilema probablemente y si la

la aplicación se hace con luz, la translocación es casi nula. Oscuridad seguida por luz produce el máximo de translocación. Parecería que la oscuridad es necesaria solo en el área tratada para conseguir la penetración, la luz parece mas relacionada con su acción tóxica que con translocación. Siendo un compuesto de naturaleza tan polar, humedad puede ser un factor condicionante para su penetración a través de las capas no polares de la cutícula.

Su mecanismo de acción parece estar relacionado con el transporte de electrones y en la transformación de energía luminica en química con la producción de ATP y NADP y por lo tanto afectando indirectamente la fijación de CO_2 para la cual es necesaria la energía proveniente de ambos procesos. Sin embargo hay controversia con respecto a esto.

USOS

En el Willamette valley, en Oregon, se utiliza para la preparación de la llamada cama química en la siembra de gramíneas para semilla. Se utilizan también para la renovación de pasturas y como desecantes en cultivos tales como algodón o papas.

Dadas las características mencionadas, son innumerables las posibles aplicaciones, estando fundamentalmente condicionadas a economía.

Paraquat es mas efectivo en malezas gramíneas. De las dos formulaciones disponibles, la que contiene Cl^- puede ser corrosiva para el aluminio.

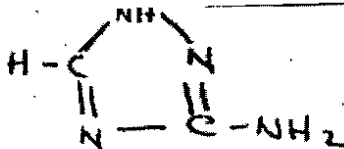
Aguas alcalinas tienden a hidrolizar estos compuestos por lo tanto tienen que ser usados rápidamente luego de ser diluidos. Debido a su naturaleza catiónica (+), no deben ser usados con surfactantes aniónicos tales como los alkyl sulfonatos.

Afectan todo follaje verde, pero no corteza madura.

Toxicidad

La toxicidad de estos compuestos merece especial atención aún cuando la DL_{50} los coloca entre los compuestos moderadamente tóxicos. Simple mojado de la cavidad bucal aún cuando seguida de inmediato lavado, ha cuasado la muerte. El principal problema radica en que no hay antídoto conocido y el daño que causan es irreversible.

Amitrol (Amino triazole)



Es uno de los herbicidas con menor toxicidad. Tiene una LD₅₀ de 15 a 25000 mg/kg es fácilmente degradado por micro-organismos, tiene vida muy corta en el suelo aún cuando es retenido por la materia orgánica.

Es un herbicida general con actividad en muchas malezas incluyendo perennes de los dos tipos, gramíneas y latifoliadas. Es fácil y rápidamente translocado lo que facilita el control de perennes tanto gramíneas como de hoja ancha. Es fundamentalmente usado en aplicaciones foliares y se descompone rápidamente en suelos húmedos y cálidos. Se usa en combinación con herbicidas residuales, de actividad en el suelo. En este caso amitrol controla la vegetación emergida, los otros actúan como pre-emergentes.

Impide la formación de clorofila en las plantas causando albinismo/ También hace que las hojas mas viejas caigan o se desprendan prematuramente. Como muchos otros herbicidas, a baja concentración aumenta o estimula el crecimiento. Con aumento de la concentración hay un aumento proporcional en la reducción del crecimiento, hasta que la planta muere. Todos los pigmentos producidos son destruidos o no son sintetizados.

La translocación ocurre en los dos sistemas de transporte de la planta y es muy rápida y libre.

Es también rápidamente absorbido por las raíces, las hojas siendo uno de los herbicidas de mayor movilidad en las plantas superiores.

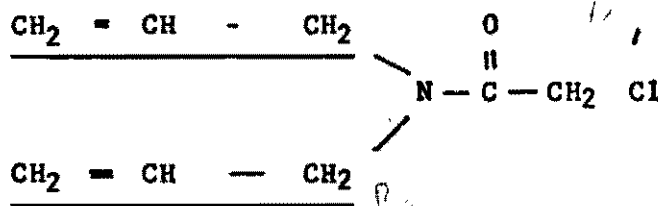
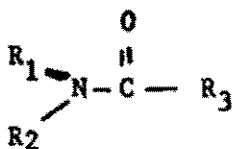
En perennes tales como Sorghum halepense, Cirsium arvense, etc., se transloca fácilmente hacia las raíces y órganos de almacenamiento tales como los rizomas. Puede tambien afectar la germinación de semillas de Cyperus.

Cuando se usa en combinación con Tiocianato de amonio resulta en aumentada actividad foliar.

AMIDAS Y ANILIDAS :

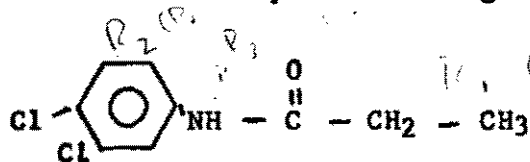
I

La base de las amidas y de las anilidas es la siguiente:
Las amidas se caracterizan por tener grupos R_1 y R_2 alifáticos.



2 Cloro- N_1 N- dialilacetamida (CDAA)

Las anilidas se caracterizan por tener un grupo aromático en la posición R_1 o R_2 :



3: 4' dicloro propionanilida
(propanil)

Las características generales de las amidas y de las anilidas son:

1. Corta residualidad en el suelo, en general
2. Absorbidos por las raíces se translocan en el xilema (apoplasto)
3. Aplicados al follaje actúan de contacto con poca o ninguna movilización
4. Son más efectivos contra gramíneas
5. La DL_{50} es alta (son de toxicidad baja)
6. Las amidas son de acción pre-emergente. Si las plantulas llegan a brotar, estas son malformadas y de crecimiento lento.
7. Los herbicidas aplicados sobre el follaje ejercen acción de contacto .
8. La acción de los herbicidas preemergentes de este grupo de herbicidas es sobre división y expansión celular asociado con inhibición de la síntesis de proteínas.

C D A A : Efecto sobre el número de células en el meristema apical.

P P M	Cebada	Pisum Sativum
0	34	76
1	30	73
10	8	69
100	1.5	62

Existe antagonismo entre el CDAA y las auxinas .

9. La acción post-emergente es por medio de efectos sobre las membranas celulares y sobre respiración e inhibición de la fotosíntesis (Reacción Hill).

II

Los herbicidas más comunes en estos grupos son:

	Sol H ₂ O PPM	Residualidad	DL 50 mg/kg.
Propanil	500	3 días	1300
Alaclor	242	6 - 10 semanas	1800
Propaclor	580	4 - 6 "	710
Butaclor	23	6-10 "	3300
Difenamida	260	3 - 6 meses	270
C D A A	25	3 - 6 semanas	160

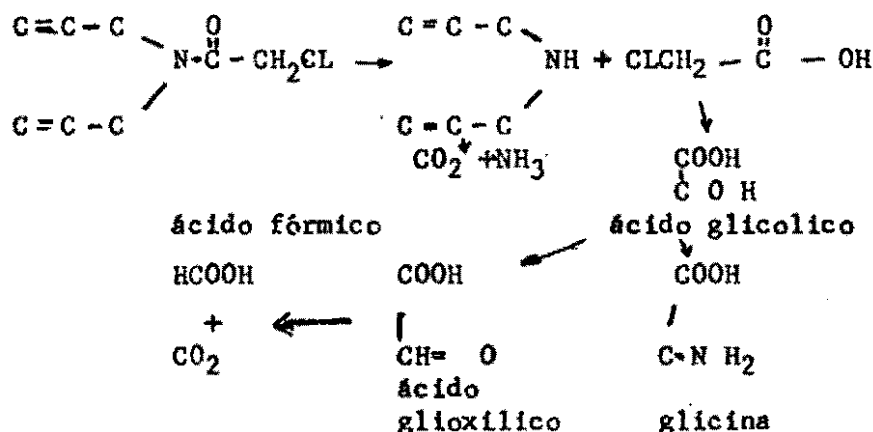
Selectividad y uso de los diferentes herbicidas :

Propanil	Alaclor	Butaclor	Propaclor	Difenamida	CDAA
arroz	soya	arroz	maiz	maiz	maiz
tomate	maiz		sorgo	tomate	sorgo
	algodón		soya	papa	soya
	maiz			fresas	frijol
				manzanas	arveja
				cítricos	caña de azúcar
				soya	
				algodón	

Absorción y translocación :

CDAA, propaclor y difenamida; en plantulas germinando la absorción por el coleoptilo es mayor que las raices y una vez absorbidos se movilizan facilmente.

Degradación : en plantas - caso maiz/ CDAA.



Además pueden ser degradadas las anilidas por medio de la hidroxilación del anillo aromático y por de - alquilación.

La degradación de las anilidas en el suelo es microbiológica y los productos finales son:



III

Ejemplos:

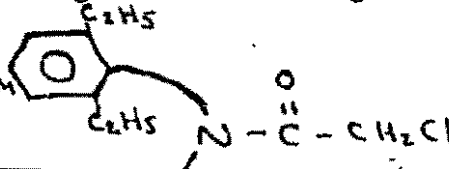
1) ALACLOR Uso: control pre-emergente de malezas gramíneas

fórmula:

Solubilidad: 242 PPM

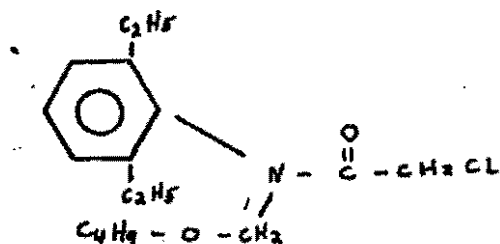
nombre químico

2-(2,4,6-tricloro-1,3,5-triazin-2-yl)-2,4,6-tricloro-1,3,5-triazin-2-yl



Malezas susceptibles: Amaranthus, Digitaria, Echinochloa, Leptochloa, Setaria, Eleusine y Cyperus diffusus.

Malezas resistentes: Kallstroemia, Ipomoea, Xanthium, Bidens, Portulaca, Rottboellia, malezas gramíneas establecidas, Cyperus rotundus, Cassia, Cucumis, Desmodium, Physalis, Malachra, Cleome, Boerhaavia.



2. BUTACLOR : Sol - H2O 23 PPM.

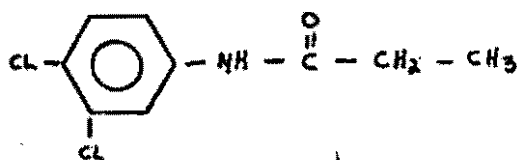
Uso: Control de malezas gramíneas desde pre-emergencia tardía hasta post-emergencia temprana.

Malezas susceptibles:

Ammania, Amaranthus, Heteranthera, Jussiaea, Digitaria, Echinochloa, Leptochloa, Eleusine, Fimbristylis y Cyperus diffusus.

Malezas resistentes:

Momordica, Ipomoea, Caperonia, Mimosa, Phaseolus, Euphorbia, Desmodium, Boerhaavia, Sesbania, Commelina, Physalis, Portulaca, arroz rojo, Rottboellia, Panicum, Cynodon, Cyperus rotundus, Cyperus ferax.



3. Caso especial: *Stam F-34* Propanil 3'4' dicloropropionanilida

El propanil es el herbicida más comúnmente empleado dentro de la familia de las amidas anilidas ya que se usa en arroz por todo el mundo. Es un herbicida selectivo de acción de contacto que se emplea en arroz. (También es selectivo en tomate pero no se le emplea en ese cultivo.) Siendo que no tiene acción residual el control de malezas posterior a la aplicación en arroz de riego se basa en control por nivel de agua.

El propanil generalmente se aplica por vía aérea aunque puede aplicarse por vía terrestre. Se recomienda que uno o dos días antes de la aplicación se drene el terreno. Una vez hecha la aplicación se recomienda esperar uno o dos días para volver a inundar el campo.

La susceptibilidad de las malezas es máxima cuando estas tienen de una a tres hojitas y a medida que aumenta su tamaño mayores dosis se requieren. Esto implica mayor costo y mayor daño al cultivo (en las aplicaciones de propanil en arroz casi siempre hay ligera quemazón del cultivo, el cual aparece de tres a siete días después de la aplicación y se manifiesta por un período de una a tres semanas después de la aplicación). A temperaturas mayores de 35° el cultivo del arroz es dañado con pérdidas de rendimiento. En aplicaciones aéreas el propanil se aplica en volúmenes de agua de 10 a 25 litros por hectárea y en dosis de 3 a 6 kilos i a/ha. Para ser efectivo debe transcurrir un lapso de 8 a 12 horas entre aplicación y lluvia.

Otra característica del propanil es que es incompatible con insecticidas a base de carbamato y los fósforados orgánicos, su combinación resultando en daño severo al cultivo.

En general, es efectivo contra malezas gramíneas más que contra malezas de hoja ancha, las leguminosas tienden a ser resistentes. No controla malezas perennes y en el *Cyperus rotundus* su acción únicamente de contacto.

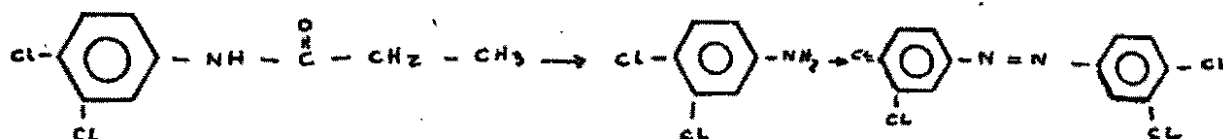
Malezas susceptibles : *Ammania*, *Phyllanthus*, *Ipomoea*, *Amaranthus*, *Caperonia*, *Jussiaea*, *Euphorbia*, *Boerhaavia*, *Physalis*, *Portulaca*, *Rottboellia*, *Echinochloa*, *Leptochloa*, *Eleusine*, *Fimbristylis*, *Cyperus diffusus* y *Cyperus ferax*.

Malezas resistentes: Mimosa, Phaseolus, Desmodium, Sesbania, Commelina, arroz rojo, Digitaria, Panicum, Cynodon, Cyperus rotundus. Cultivos de hoja ancha en general son susceptibles a la acción del propanil: soya, ajonjolí, algodón, yuca, hortalizas, cacao, cítricos, etc.

Degradación: El propanil es un herbicida estrictamente de contacto sin ningún poder residual.

Su degradación es microbiológica aunque también puede ser absorbida por plantas, conjugada, transformada químicamente y fotodescompuesta.

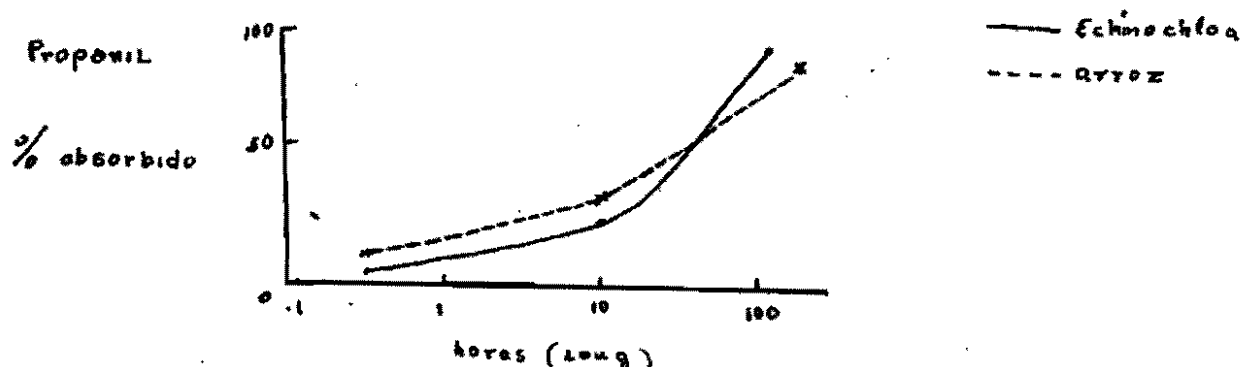
En el suelo su degradación es :



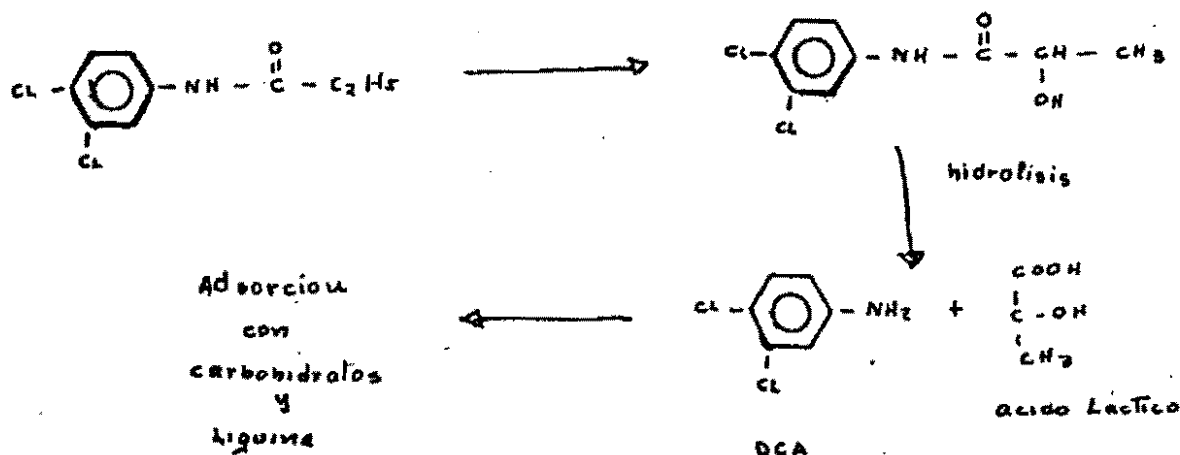
3,4 - dicloro anilida
(DCA)

El mecanismo de acción no se ha definido concretamente pero se sabe que el propanil causa daños a las membranas celulares y que afecta tanto la respiración como la fotosíntesis (medida por medio de la inhibición de la Rx Hill)

Mecanismo de selectividad : El propanil es un ejemplo modelo de selectividad bioquímica. Se ha demostrado que la absorción y la poca translocación del propanil en arroz (especie resistente) y la echinocloa (especie susceptible) es igual, no habiendo base de selectividad por rata de absorción o translocación.



Dentro de las plantas, el propanil es degradado por la enzima aril acilamidasa la cual lleva a cabo la reacción:



La diferencia entre el proceso que ocurre en arroz y *Echinochloa* es de la rata de Rx . En el arroz esta reacción es más de 20 veces más rápida que en la *Echinochloa*. La susceptibilidad de otras especies también está relacionada con su capacidad de degradar al propanil en forma similar :
Capacidad de hidrólisis del propanil en diferentes especies:

<u>Especie</u>	<u>% hidrólisis en 24 hrs.</u>	<u>Unidades de arilacilamida / actividad específica</u>
Arroz	70	6000 / 9.8
Digitaria	58	-
Echinochloa	7.0	100 / 0,5
Polygonum	5.5	-
Monochoria	0.	-

Además de contener menos enzima la *Echinochloa*, la afinidad (actividad específica) por el propanil de la enzima es menor, que la del arroz. La interacción del propanil con algunos insecticidas resulta en pérdida de selectividad al arroz y esto se debe a la inhibición de la aril acilamidasa por estos productos. Específicamente la interacción negativa es con los insecticidas a base de carbamato y los fosforados organicos.

Interacción entre propanil y otros pesticidas aplicados simultáneamente:

<u>Tratamiento</u>	<u>% quema al arroz</u>	<u>Rendimiento kg/ha,</u>
Control	0	3240
propanil	25	2690
Endrin	0	3370
Endrin + Propanil	25	2760
Gution	0	3360
Gution + propanil	75	2050
Naled	0	3010
Naled + propanil	50-75	2560

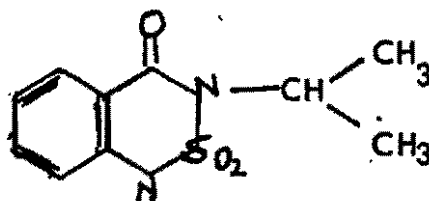
(Bowling & Hudgins Weeds 1966)

En el campo se recomienda que si estos productos se van a emplear haya un lapso de 12 a 15 días y de 21 a 25 días entre la aplicación del propanil y los insecticidas fosforados orgánicos y los carbamatos respectivamente,.

HERBICIDAS MISCELANEOS

I BENTAZON

A. 3-isopropil - 1 H - 2, 1, 3 - benzotiadiazin - 4 (3H) - on 2,2-dióxido



B. Es un herbicida del grupo tiadiazina relativamente nuevo que se recomienda para controlar malezas de hoja ancha y cyperáceas en soya, maíz, arveja, frijol y otras leguminosas. En el sur de los Estados Unidos se aplica en arroz para controlar Commelina spp. Solo tiene actividad en postemergencia y no se recomienda el uso de surfactantes. Controla malezas de las siguientes familias: Malvaceae, Compositae, Cruciferae, Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Commelinaceae, Solonaceae, Cyperaceae y Convolvulaceae. Es interesante notar que dentro de cada familia y aún dentro de cada género, se presentan diferencias en cuanto a susceptibilidad se refiere. Por ejemplo, Ipomoea hederifolia es bastante fácil de controlar con bentazón mientras que Ipomoea tiliacea es bastante resistente. Los Amaranthus spp. también presentan resistencia una vez que la plántula tenga más de una hoja. La dosis normal es de 0.5 a 2.0 kg/ha, según la especie y su estado de desarrollo.

La mejor época para la aplicación en soya parece ser cuando el cultivo está en la fase de su primera hoja trifoliada. Dado que es un producto de contacto, no existe peligro de que se transloque al grano del cultivo. La formulación comercial es en base sal de sodio que forma una solución de agua.

C. Por ser un herbicida nuevo, su modo de acción ha sido poco estudiado. Sin embargo, se sabe que es un producto de contacto con una solubilidad de 500 ppm en agua. Se absorción foliar es rápida pero una lluvia en término de 24 hr después de la aplicación, puede reducir su actividad (Doran y Anderson, 1975). Hay poco movimiento dentro de la planta, sin embargo, al meter las raíces en una solución de bentazón se transloca en el apoplasto en poco tiempo por todo el xilema.

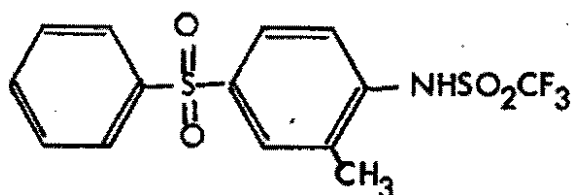
Parece que inhibe la reacción Hill y la fotosíntesis. Se degrada rápidamente en las especies resistentes. No sufre pérdidas por volatilización ni fotodescomposición. No se encontraron diferencias entre las variedades de soya comerciales en cuanto a resistencia a bentazon en doble dosis pero diez (10) cultivares del Japón fueron muy sensibles al bentazon, indicando que pueden existir diferencias varietales.

El bentazon tiene poca residualidad en el suelo debido a su rápida degradación por los microorganismos. El bentazón y sus metabolitos son fácilmente lixiviados en el suelo pero los metabolitos carecen de actividad herbicida. Investigadores de Basf

encontraron que al aplicar 5 ppm al suelo había desaparecido totalmente en 15 semanas teniendo una humedad del 15%. Con 4 ppm no se observó ningún efecto sobre la microflora del suelo.

II PERFLUIDON

A. 1,1,1-trifluoro - N - [2 - metil - 4 - (fenilsulfonil) fenil] metano - sulfonamida

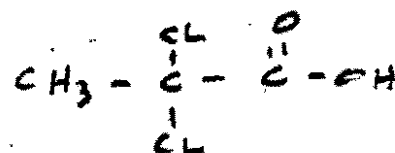


B. El perfluidon es un herbicida preemergente, experimental en algodón, arroz, tabaco y caña de azúcar. Se tiene como promisorio para el control de *Cyperus rotundus* y *Cyperus esculentus* y malezas gramíneas en dosis de 1.5 a 2.5 kg/ha. Requiere de 15 a 25 mm de lluvia después de la aplicación para ejercer su máxima acción. Es compatible con linuron, diuron y fluometuron. La soya es muy sensible al perfluidon. Ha sido reportado mas activo que EPTC y alaclor y a la vez mas selectivo (Gentner, 1973).

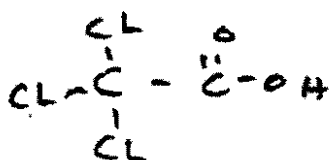
C y D. Por ser un producto tan nuevo no se ha obtenido información sobre su modo de acción.

III DALAPON y TCA

A. ácido 2,2 - dicloropropiónico (dalapon)



ácido tricloroacético (TCA)



B. Estos dos ácidos alifáticos controlan principalmente gramíneas y se formulan casi siempre como sales de sodio. Se emplea bastante dalapon en el control de gramíneas en postemergencia pero su éxito en el caso de gramíneas perennes radica en un programa sistemático de aplicaciones; es decir rara vez es suficiente una sola aplicación, ambos son solubles en agua. El dalapon se formula también como una mezcla del 72.5% de la sal sódica y 12% sal de magnesio para mejorar sus características físicas.

El dalapon se recomienda para caña de azúcar, remolacha azucarera, maíz para, espárrago, uva, lino, leguminosas forrajeras establecidas y cultivos de plantación (banano, café, palma africana). La dosis varía de 0.75 kg/ha en lino hasta 20 kg/ha en áreas no agrícolas. Por lo general, se sugiere el uso de un surfactante.

El TCA tiene selectividad en preemergencia ó postemergencia dirigida en caña de azúcar, remolacha azucarera y remolacha común. Controla *Typha* spp. y gramíneas perennes pero las dosis altas son de 50 a 200 kg/ha. En cultivos la dosis oscila entre 6 y 30 kg/ha.

C. Ambos interfieren con la actividad meristemática apical y de las raíces. Pueden afectar la cantidad de cera en cada hoja y modifican las membranas celulares. Se absorben fácilmente tanto por las raíces como por el coleóptilo. El dalapon se transloca en ambos: el apoplasto y el simplasto (además se puede mover de un sistema a otro) mientras que el TCA se mueve únicamente en el apoplasto.

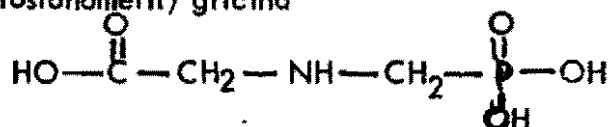
Su degradación (de ambos) es mínima por las plantas. Posiblemente el dalapon se degrada lentamente, produciendo ácido pirúrico pero el TCA es totalmente estable. Ambos se descomponen y se lixivian fácilmente en el suelo, desapareciendo de dos a tres semanas bajo condiciones y dosis normales.

Es interesante mencionar que el TCA se emplea en laboratorios para precipitar proteínas en solución; sin embargo la concentración cerca del 5% y dosis tan altas nunca ocurrirían en situaciones de campo. Luego, ambos dalapon y TCA precipitaron la proteína de la clara y yema de huevo en concentraciones tan bajas como a 200 ppm, la cual aún representa una concentración alta en las plantas. Es posible que otros cambios estructurales sucedan a las enzimas de plantas en sus dosis herbicidas y ese podría ser su mecanismo de acción. No existe mucha información acerca del modo de acción del TCA pero se presume que es similar al del dalapon.

D. Cabe mencionar que el dalapon está sujeto a degradación espontánea, una vez que se dispersa en agua. Por lo tanto no se debe dejar una solución preparada de un día para otro porque así se perdería gran parte de su actividad.

IV GLIFOSATO

A. N - (fosfonometil) glicina



B. El glifosato es un herbicida postemergente, no selectivo y sistémico. Controla casi todas las especies pero la susceptibilidad depende de sus dosis. Por ejemplo, Amaranthus spp. es controlada con 0.3 kg/ha mientras que el Cyperus rotundus re-

quiere 1.5 kg/ha. Se puede emplear en aplicación postemergente a la maleza y presiembra al cultivo puesto que no tiene actividad en el suelo. Está registrado en los Estados Unidos para las áreas no agrícolas y en Costa Rica para café establecida en forma dirigida. Es especialmente efectivo para malezas perennes sobre todo las gramíneas y ciperáceas.

El glifosato es una solución que contiene suficiente cantidad de surfactante por lo tanto no requiere una adicional. Hay que tener en cuenta que el principio activo se expresa en ácido equivalente. Contiene 360 g/litro, la expresión de vapor es insignificante y viene formulado como la sal isopropil amina de glifosato. Posee una solubilidad en agua de 12.000 ppm. La DL50 del glifosato es de 4900 mg/kg para ratas y 7940 mg/ka en conejos.

La acción del glifosato es lenta. Según la dosis y la especie, los síntomas visuales aparecen de los 3 a los 8 días después de la aplicación. Primero se observa una marchitez que se proyecta en necrosis y la muerte total de la parte aérea y subterránea. Una lluvia posterior a la aplicación puede disminuir el control. Parece ser mas efectivo en perennes cuando en estado de pre-floración ó floración que en estados más jóvenes.

Las mezclas de tanque con polvos mojables tienden a reducir el grado de actividad foliar pero no se observa eso con soluciones concentradas emulsionables. A continuación se presenta la susceptibilidad de algunas especies de malezas al herbicida glifosato:

DOSIS KG IA/HA

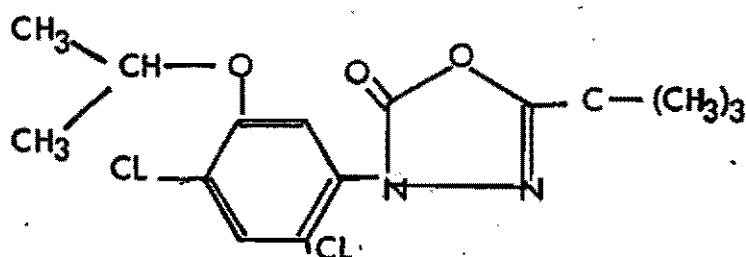
0.5	0.75 a 1.0	1.5 a 2.0
<u>Amaranthus spp.</u>	<u>Andropogon nodosus</u>	<u>Axonopus micay</u>
<u>Bidens pilosa</u>	<u>Brassica spp.</u>	<u>Brachiaria mutica</u>
<u>Boerhaavia erecta</u>	<u>Borreria laevis</u>	<u>Caladium spp.</u>
<u>Cenchrus brownii</u>	<u>Commelina diffusa</u>	<u>Cyperus esculentus</u>
<u>Corchorus orinocensis</u>	<u>Cyperus ferax</u>	<u>Cyperus rotundus</u>
<u>Kallastroemia maxima</u>	<u>Digitaria sanguinalis</u>	<u>Cynodon dactylon</u>
<u>Leptochloa filiformis</u>	<u>Echinochloa colonum</u>	<u>Eleusine indica</u>
<u>Oxalis corniculatus</u>	<u>Euphorbia hypericifolia</u>	<u>Heliconia bihai</u>
<u>Panicum trichoides</u>	<u>Imperata spp.</u>	<u>Paspalum conjugatum</u>
<u>Setaria geniculata</u>	<u>Ipomoea spp.</u>	<u>Paspalum notatum</u>
<u>Solanum ligustrum</u>	<u>Paspalum fasciculatum</u>	<u>Paspalum virgatum</u>
<u>Stachytarpheta cayenensis</u>	<u>Pennisetum clandestinum</u>	<u>Pteridium aquilinum</u>
	<u>Portulaca oleracea</u>	<u>Sida rhombifolia</u>
	<u>Rottboellia exaltata</u>	
	<u>Scleria pterota</u>	

C. Aunque es un producto nuevo, ya se conoce el probable mecanismo de acción. Jaworski encontró que inhibe la síntesis del amino ácido aromático fenil-amina, lo cual interrumpe la síntesis de proteína en general. Se transloca en el apoplasto y simplasto. Plantas y microorganismos pueden degradar el glifosato para dar CO_2 y sustancias naturales en el ambiente.

El glifosato absorbe fuertemente los coloides del suelo y por lo tanto no se lixivia. No sufre pérdida por volatilización ni fotodescomposición. Es absorbido solo por suelos muy livianos (con algunas excepciones), factor por lo cual se lo clasifica como herbicida no residual, al igual que el paraquat.

V OXADIAZON

A. 2 - t - butil - 4 (2,4-dicloro- 5 - isopropoxifenil) Δ^1 - 1, 3, 4 - oxadiazolin - 5 - on



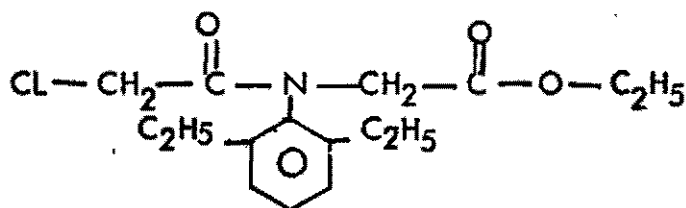
solubilidad en agua = 0.7 ppm

B. El oxadiazon es preemergente en el control de malezas anuales en arroz, frutales, soya, maní, cebolla, papa y ornamentales. Tiene alguna actividad postemergente. Las dosis normales varían de 0.75 kg/ha en cultivos anuales a 4 kg/ha en los perennes. Se espera registro de la EPA en varios cultivos durante 1975. Viene formulado como concentración emulsionable, 240 g ia/L.

C. La acción tóxica es de contacto afectando el coleóptilo al pasar por el suelo tratado. Se fija fuertemente en el suelo y no se lixivia en forma apreciable. Tiene una vida promedio aproximadamente de 40 días.

VI H - 22234 (ANTOR)

A. etil ester de N - cloroacetil - N - (2,6 - dietilfenil) - glicina



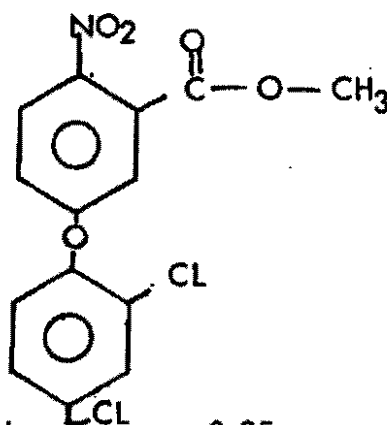
solubilidad en agua = 105 ppm
presión de vapor = 3.2×10^{-6}

B. El Antor es un preemergente formulado como concentración emulsionable de 480 g ia/L. Controla muchas malezas gramíneas anuales en dosis de 3 a 4 kg/ha en cultivos de maíz, algodón, soya, frijol, yuca, remolacha azucarera, melón, higuera y sandía. Necesita ser mezclado con otro herbicida apto para malezas de hoja ancha. Ofrece buenas posibilidades en cultivos asociados.

C. Se absorbe por el coleóptilo de las plantas al germinar y emerger. No se lixivia fácilmente y posee buena resistencia a la descomposición solar.

VII BIFENOX

A. metil - 5 - (2', 4' - dicloro- fenoxi) - 2 - nitrobénzoato



solubilidad en agua = 0.35 ppm
presión de vapor = 2.4×10^{-6}

B. Es un herbicida preemergente, efectivo contra varias malezas anuales, especialmente las de hoja ancha. Es selectivo en maíz, soya, arroz, sorgo y cereales menores. Las hortalizas en general no toleran bifeno. Su control parece ser menos afectado por las condiciones adversas del ambiente que para otros herbicidas preemergentes. Las dosis recomendadas son de 1.5 a 3.0 kg/ha y se formula como un concentrado emulsionable de 240 g ia/L. Posee actividad foliar en malezas pequeñas.

C. No se transloca mucho después de ser absorbido por raíces y follaje. Parece ser otro inhibidor de la fotosíntesis. Es absorbido fuertemente por el suelo y no presenta problemas graves de lixiviación. Se descompone por la acción de microorganismos del suelo y no por la volatilización ni fotodescomposición.

ALGUNOS HERBICIDAS COMERCIALES EN COLOMBIA¹

A. HERBICIDAS NO HORMONALES

Nombre Técnico	Nombre Comercial	Formulación ²	Concentración
alaclor	Lazo	CE	480 g/L
ametrina	Gesapax-80	PM	80 %
atrazina	Gesaprim-80	PM	80 %
benthiocarb	Saturno, Bolero	CE	563 g/L
bifenox*	Modown	CE	240 g/L
bromacil	Hyvar-X	PM	80 %
butaclor	Machete	CE	600 g/L
butilate	Sutan	CE	720 g/L
cianazina*	Bladex 50	PM	50 %
cloramben	Amiben	S	240 g/L
clorbromuron*	Maloran 50	PM	50 %
dalapon	Dowpon, Basfapon	PS	85 %
dinitramina*	Cobexo	CE	240 g/L
diquat	Reglone	S	240 g/L
diuron	Karmex, Diuron Bayer	PM	80 %
DMSA	Ansar 8100	PS	81 %
Divor	Fremerge	CE	360 g/L
	Aretit	CE	500 g/L
DPX-6774	Melsan	PM	80 %
EPTC + antidoto*	Eradicane	CE	720 g/L
fluometuron	Cotoran	PM	50 %
fluorodifen	Preforan	CE	300 g/L
glifosato*	Roundup	S	360 g/L
H-22234*	Antor	CE	480 g/L
karbutilate	Tandex	PM	80 %
linuron	Afalon, Lorox	PM	50 %
metabenzthiazuron*	Tribunil	PM	70 %
metazol	Tunic	PM	75 %
metribuzina	Sencor	PM	35 %
metobromuron*	Patoran	PM	50 %
MSMA*	Ansar 529	S	960 g/L
naftalam + CIPC	Solo	CE	240 + 240 g/L
napropamida*	Devrinol	PM	50 %
nitralina	Planavin	PM	75 %
nitrofen*	TOK E-25	CE	240 g/L
oxadiazon*	Ronstar	CE	240 g/L
paraquat	Gramoxone	S	240 g/L
perfluidone	Destun	PM	50 %
prometrina	Gesagard-80	PM	80 %
propanil	Stam LV-10, Stam F-34		
	Stam 100, Surcopur	CE	360 g/L
	Rogue	CE	480 g/L

(continúa)

²CE: Concentrado Emulsionable; PM: Polvo Mojable; PS: Polvo Soluble; S: Solución

simazina	Gesatop	PM	50 y 80 %
TCA	Nata	PS	95 %
trifluralina	Treflan	CE	480 g/L
vernolate	Vernam	CE	720 g/L

B. HERBICIDAS HORMONALES

Nombre Técnico	Nombre Comercial	Formulación	Concentración g/L
2,4-D	Anikil Amina	amina	410 y 670
	Anikil 4	ester	352
	Ceretox A	amina	480
	Creditario	ester	400
	Esteron 10-10	ester	480
	Esteron 47	ester	400
	Matamaleza 40	ester	400
2,4,5-T	Anikil 5	ester	360
	Esteron T 3.34	ester	400
	Fedeároz 500	ester	400
	Herbiarroz A.V.	ester	400
	Matamaleza 50	ester	400
	Tormona 3.34	ester	400
2,4-D + 2,4,5-T	Anikil 45	ester	240 + 120
	Esteron 50:25	ester	240 + 120
	Esteron 50:50	ester	240 + 240
	Hierbatox 2:1	ester	240 + 120
	Hierbatox 2:2	ester	240 + 240
	Mata-Arbustos Creditario	ester	240 + 120
	Mata-Arbustos 50:25	ester	240 + 120
	Mata-Arbustos 50:50	ester	240 + 240
	Mata combinado	ester	240 + 240
	Weed Be Gone 2:1	ester	240 + 120
2,4-D + 2,4,5-T + 2,4-DP dicamba dicamba + 2,4-D MC PA picloram picloram + 2,4-D	Weed Be Gone 55	ester	290 + 140 + 10
	Banvel - 4*	amina	480
	Banvel - D	amina	82 + 352
	Agroxone - 4	amina	380
	Tordon 22K*	amina	240
	Tordon 101	amina	64 + 240
	Tordon 472*	amina	22.5 + 360
	Tordon 551*	ester	25 + 240
	Tordon 155*	ester	120 + 480
	Tordon 225*	ester	120 + 120
picloram + 2,4,5-T			
picloram + 2,4-D + 2,4,5-T	Tordon 554*	ester	25 + 120 + 120

† Es una lista parcial y el uso de los nombres comerciales no constituye una recomendación de los productos mencionados. En algunos casos no se mencionan todos los nombres comerc

* Aún no son comerciales en Colombia, (Septiembre de 1974.)

PRINCIPIOS DE SELECTIVIDAD DE LOS HERBICIDAS

Selectividad es un término relativo y con relación a los herbicidas se refiere a la característica de ejercer acción tóxica hacia ciertos tipos de plantas y no hacia otros. Se le denomina relativa ya que selectividad se obtiene a ciertas dosis y bajo ciertas condiciones específicas. Fuera de estos límites el herbicida puede ser tóxico hacia todo tipo de plantas.

Por ejemplo el 2,4⁰ generalmente denominado "selectivo" hacia plantas gramíneas y tóxico hacia plantas de hoja ancha, es tóxico al sorgo cuando se le aplica en pre-emergencia y al maíz y al trigo cuando se le aplica en post-emergencia en ciertos estados de crecimiento de las plantas. La atrazina, en dosis amplias, es selectiva hacia el cultivo del maíz tanto en pre como en post-emergencia. Sin embargo en dosis elevadas se emplea como esterilizante del suelo.

De los primeros herbicidas orgánicos selectivos fueron el DNBP y luego los herbicidas "hormonales" como el 2,4 D y el MCPA (1935-45). Desde entonces a la fecha se han ido desarrollando herbicidas altamente selectivos como el triatate y el barban, selectivos hacia el trigo y la cebada pero tóxicos hacia la avena.

La selectividad de los herbicidas en comparación con la selectividad de los insecticidas y los fungicidas es mucho más específica ya que con los herbicidas la selectividad es entre plantas mientras que en los insecticidas y fungicidas existe una gran diferencia entre los organismos y el margen de selectividad es más amplio.

Con el grado de tecnología al alcance del agricultor ha sido necesario desarrollar herbicidas altamente selectivos hacia cultivos específicos y esto se debe a la necesidad de un control de malezas casi absoluto para poder beneficiar de los factores variedad, fertilidad y agua disponibles. Es tal la selectividad de algunos herbicidas que a veces existe selectividad entre diferentes variedades dentro de un mismo cultivo.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SELECTIVIDAD :

Los factores de mayor importancia son: físico mecánicos, Ambientales, el Herbicida, la naturaleza de la planta, y la interacción con otros pesticidas.

Para que un herbicida ejerza su acción tóxica debe primero entrar en contacto con la planta. Una vez en contacto debe ser absorbido a una rata óptima para luego, o ejercer su acción si es de contacto o ser translocado al sitio donde ejerce su acción. Una vez en el sitio debe ser capaz de ejercer su acción tóxica. Selectividad se puede obtener en cualquiera de estos pasos o en una combinación de ellos.

FACTORES FISICOS MECANICOS: Son aquellos que el agricultor puede manipular para obtener selectividad. Estos incluyen aplicaciones dirigidas en la cual el herbicida se aplica sobre el suelo o sobre las malezas evitando que entre en contacto con el cultivo. Selectividad se puede asegurar o perder con la incorporación o colocación de herbicidas.

Incorporación se emplea para herbicidas como la trifluralina los cuales son insolubles en agua y además pierden su efectividad si se les deja sobre la superficie del suelo sin incorporación. Colocación se emplea para herbicidas volátiles como el EPTC. No se requiere incorporación ya que estas por sus características volátiles se distribuyen uniformemente en el suelo sin necesidad de mezcla mecánica.

El triallate en trigo, por ejemplo, es incorporado a cierta profundidad y el trigo es sembrado a otra. De ésta manera se aumenta la selectividad del herbicida hacia el cultivo.

También es de importancia el concepto de que ciertas plantulas absorben el herbicida principalmente por el coleoptilo y otras por la raíz y aun otras por ambos. De esta manera se puede obtener selectividad por incorporación.

Selectividad se puede obtener haciendo aplicaciones dirigidas localizadas. En potreros, malezas gramíneas se pueden erradicar de ésta manera. Otro concepto es el uso de carbón activado ya sea en cultivos de transplantes (fresas) sumergiendo las raíces en una suspensión del carbón o realizando aplicaciones del carbón sobre el surco de siembra del cultivo o junto con la semilla. Fuera de la banda se pueden aplicar herbicidas menos selectivos.

FACTORES AMBIENTALES : Los factores ambientales son aquellos relacionados al clima y al suelo .

Clima: Son los factores temperatura, humedad relativa, lluvia o riego y luz .

Suelo : Son los factores textura, materia orgánica, humedad, fertilidad y herbicidas usados previamente .

CLIMA

Temperatura: Con la mayoría de los herbicidas dentro de ciertos límites a mayor temperatura mayor es la absorción , translocación y efecto fisiológico- bioquímico. Así también la selectividad puede disminuir cuando esta se basa en rata de absorción de procesos fisiológicos. En clima templado, por ejemplo, el linuron es selectivo hacia el trigo en post-emergencia , mientras que a mayores temperaturas pierde totalmente su selectividad hacia este cultivo. El propanil en arroz también causa mayor toxicidad al cultivo cuando la temperatura es mayor de 35° C. La temperatura también influye en la rata de crecimiento de las plantas y en su morfología. Entre más rápido sea el crecimiento menor será el espesor de la cutícula. La solución herbicida también puede ser afectada. El Plantago es más susceptible al 2,4- D cuando la temperatura está entre 18 y 24° C que a temperaturas menores de 18 y mayores de 24° C.

Cuando la temperatura aumenta más allá de ciertos límites que varían de acuerdo a la especie de planta y a otros factores, puede presentarse marchitamiento, cierre de estomas y menor recuperación del cultivo después de daño leve.

Humedad relativa : La humedad relativa puede influir en la selectividad de tres maneras: el desarrollo de la cutícula y las ceras de las hojas es mayor cuando la humedad relativa es baja (xerofilas) que cuando es alta. También cuando la humedad relativa del ambiente es alta, mayormente estará saturada la porción hidrófila de la cutícula lo cual facilita la absorción de sustancias polares. La cutícula en sí consiste de:

1. Ceras de la cutina que son no polares - lipofílicas
2. Cutinas parcialmente hidrofílicas y parcialmente lipofílicas.
3. Pectinas : altamente hidrofílicas
4. celulosa: hidrofílica y permeable al agua y a compuestos polares.

El tercer efecto de la humedad relativa es sobre la evaporación de la solución herbicida. En general, entre más alta la humedad relativa mayor será el tiempo durante el cual esta la solución herbicida en contacto con la hoja.

La humedad relativa también puede ser un indicio de la humedad total y puede estar relacionada al "stress" al cual esta sometida la planta.

El 2,4 D en frijol es absorbido por las hojas en mayores cantidades a humedad relativa de 70% comparado con 35.1. Así también herbicidas que se movilizan por el xilema pueden ser afectados a extremos de humedad relativa.

Lluvia o riego : La selectividad para algunos herbicidas se basa en su solubilidad en agua y ésta puede perderse si sucede que después de su aplicación en exceso de agua distribuye al herbicida fuera de la zona de selectividad.

Luz : La luz influye en las características morfológicas de las plantas y en la acción de ciertos herbicidas. En general, plantas que crecen en la sombra son más altas y menos verdes que las que crecen en plena luz. También en la sombra las plantas desarrollan menos cutícula. En general intensidad baja antes de la aplicación e intensidad alta después de la aplicación son condiciones que favorecen la mayor actividad de los herbicidas y así pueden influir en su selectividad. También hay herbicidas que requieren movilización de azúcares (de la fotosíntesis) para ser translocados y en la oscuridad su movimiento es menor (2,4-D) El DNBP es un herbicida que es más tóxico en la oscuridad que en la luz y esto se debe posiblemente a que en la luz el ATP de la fotosíntesis puede reponer parcialmente el ATP perdido debido a la acción del DNBP sobre fosforilación respiratoria. (Ver parte de interacción de herbicidas)

Textura y materia orgánica: Influyen en la adsorción y lixiviación de los herbicidas. Entre más arenosos y de menor contenido de materia orgánica mayor es la posibilidad de toxicidad de los herbicidas. Suelos de textura arcillosa y de materia orgánica alta, generalmente se requiere una mayor dosis del producto para control de malezas efectivo y mayor es la selectividad hacia el cultivo.

Humedad del suelo: Directamente afecta el estado de las plantas con relación a su capacidad de resistir el efecto del herbicida y su capacidad de recuperación después de daño. Así el arroz, aunque levemente afectado por el propanil, se recupera normalmente siempre y cuando se proporcione buena humedad de suelo.

La fertilidad y algunos herbicidas que hayan sido aplicados anteriormente al suelo pueden influir en la selectividad de otros herbicidas. En general, niveles de fertilidad altos favorecen una tasa de crecimiento alta y así menor desarrollo de cutícula. Herbicidas como el EPTC pueden afectar también el desarrollo de la cutícula. En ambos casos, la planta es capaz de absorber mayores cantidades de herbicidas en poco tiempo.

Efecto del Herbicida : El factor más importante con relación al herbicida es su formulación y la presencia o ausencia de aditivos como surfactantes. En general, en aplicaciones foliares, las formulaciones líquidas son absorbidas mejor que los polvos y a su vez las emulsiones son mayormente absorbidas que las soluciones polares.

En maíz, en clima cálido, por ejemplo, la formulación ester del 2,4-D puede causar mayor daño al cultivo que la formulación amina, sobre todo cuando el maíz está en un estado de crecimiento rápido.

En arroz, el uso de surfactantes con propanil, generalmente causa mayor daño al cultivo (Stam LV10) sobre todo a temperaturas elevadas mientras que el propanil sin surfactante (Stam F-3T) causa menor daño.

Interacciones : Entre herbicidas suceden los efectos y pueden ser aditivos, antagonistas o de sinergismo.

Por ejemplo en Cycopersicum esculentum (tomate) y Digitaria sanguinalis se han realizado estudios de la interacción de los herbicidas Solan y Paraquat y se encontró que el tomate era más resistente a cada uno de estos herbicidas que la Digitaria y que cuando estos se aplicaban en combinación el efecto sobre el tomate era aditivo antagonístico, mientras que en la Digitaria era sinérgico.

<u>Solan + Paraquat</u> <u>kg ia /ha.</u>	<u>Digitaria</u> <u>plantas/10 pies²</u>		<u>Tomate</u> <u>gramos de peso fresco</u>	
0 + 0	180		186	
4 + 0	83	54	150	19
0 + 0.5	108	40	119	34
4 + 0.5	20	89	130	30
2 + 0	135	25	182	2

(Colby Et al)

Otras interacciones positivas que se han observado han sido las del DCPA y el sesone (2,4- DES) herbicidas individualmente selectivos hacia el género Abutilon pero cuando se les combina esta maleza es altamente susceptible.

El DNBP y la Simetona (Triazina) son tóxicos al cucumis. Sin embargo cuando se les aplica en combinación su acción no es aditiva. La posible explicación es que ambos afectan la producción del ATP el DNBP el ATP de respiración y la triazina el de la fotosíntesis.

Efecto de luz sobre la acción del DNBP, la Simetona y su combinación en cucumis.

<u>Herbicidas</u>	<u>Peso fresco hojas (mg)</u>	
	<u>Luz</u>	<u>Oscuridad</u>
0	166	33
Simetona 800 PPM	29	25
DNBP 500 PPM	151	7
Simetona 400 PPM + DNBP 250 PPM	28	13

(Colby Et al)

Es interesante notar que el efecto de la triazina es mayor en la luz (efecto sobre fotosíntesis) mientras que el efecto del DNBP es mayor en la oscuridad.

FACTORES DE LA PLANTA :

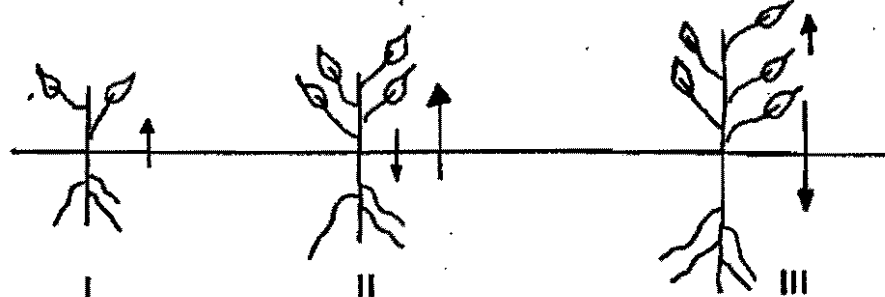
Los factores son estado de desarrollo y ciclo de vida, variedad, anatómicos y morfológicos, fisiológicos y bioquímicos.

En general, entre más pequeña la planta, más susceptible es a los herbicidas. Este se debe a factores como: poca capacidad de recuperación, menor capacidad de metabolizar el herbicida, menor cantidad de cutícula, mayor relación de superficie de absorción al resto de la planta, raíces más superficiales, etc.

Otros factores son la presencia de la pubescencia (*holcus lanatus*) resistente al dalapon sin surfactante, posición del meristema (por debajo de la superficie en muchas plantulas gramíneas), posición de las hojas y capa cerosa (cebolla) y área foliar en forma horizontal (*Ipomoea*) etc.

El estado de latencia en algunos cultivos perennes como la alfalfa, además de su sistema radicular profundo influye en la selectividad de algunos herbicidas hacia este cultivo (Simazina).

En cultivos perennes, el estado de crecimiento influye en su susceptibilidad hacia ciertos herbicidas. Según Appleby (Comunicación personal) las plantas perennes pasan por tres etapas: en la primera, al recién brotar, el movimiento general de sustancias es de raíz hacia arriba. En la segunda etapa el movimiento hacia las partes aéreas predomina pero empieza a haber movimiento de sustancias hacia las raíces. En la tercer etapa que coincide con la formación de flores el movimiento de sustancias predomina hacia las raíces.



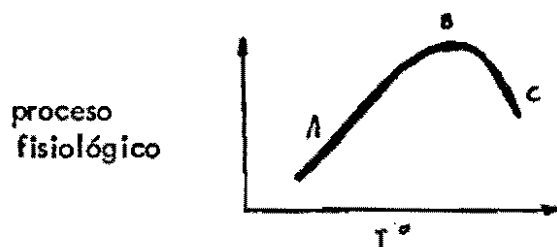
Con relación a posición de la hoja, esto influye en la cantidad de herbicida retenido, la cebolla con hojas casi perpendiculares (además de cerosas) retiene poco después de una aspersión mientras que la *Ipomoea* y la *brassica* con sus hojas anchas y horizontales retienen mas.

FACTORES FISIOLÓGICOS / BIOQUÍMICOS :

Factores fisiológicos son aquellos no definidos específicamente por reacción química e incluyen factores como absorción y translocación. Con relación a efectos generales se refieren a efectos como respiración, metabolismo, fotosíntesis, etc. Factores Bioquímicos son específicos de una o una serie de acciones, las cuales son mediadas por enzimas específicas.

Ya se han mencionado factores ambientales y morfológicos que influyen en la absorción y translocación de los herbicidas y varios de éstos actúan al influir en procesos fisiológicos.

Así es que la temperatura influye de la siguiente manera:



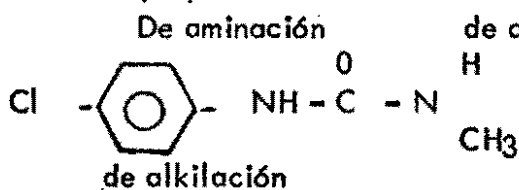
En el tramo de la curva A la temperatura acelera los procesos fisiológicos llegando a un óptimo B después del cual a temperaturas mayores causan disminución o inhibición de dichos procesos. La humedad influye en el estado fisiológico de las plantas y también en su capacidad de metabolizar pesticidas y reponerse del daño causado. En plantas en latencia el herbicida entra en contacto con la planta pero debido a su arresto del crecimiento no son absorbidos y translocados en suficientes cantidades como para causar daño.

En general los herbicidas actúan mejor sobre plantas que estén en crecimiento activo.

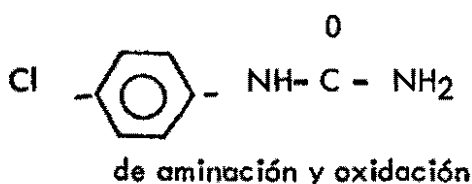
La degradación de los herbicidas dentro de la planta se lleva a cabo de varias maneras y las principales son por degradación bioquímica mediada por enzimas y por conjugación. A continuación se presentan los procesos más comunes de degradación:

Oxidación, decarboxilación, deaminación, dehalogenización, de alquilación y de alcoxilación, hidrólisis.

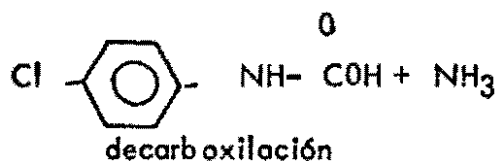
Ejemplo teórico:



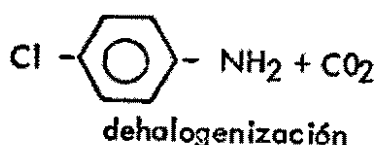
y oxidación :
ejemplos: ureas substituidas



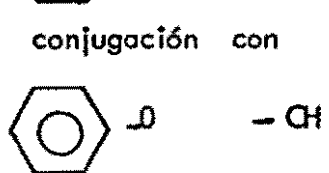
triazinas y ureas



Acidos fenólicos y benzoicos



Acidos fenoxidos y benzoicos



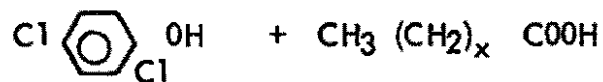
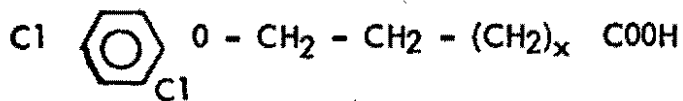
monuron

$$\begin{array}{c}
 R_1 \\
 R_2
 \end{array}
 \text{---} N - C(=O) - O - R_3$$
$$\begin{array}{c}
 R_1 \\
 R_2
 \end{array}
 \text{---} N - C(=O) - OH + R_3OH$$

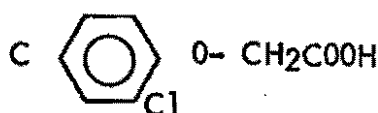
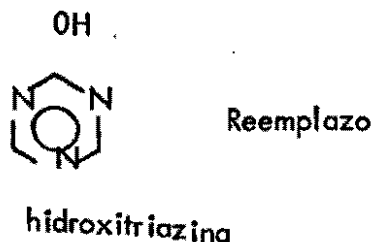
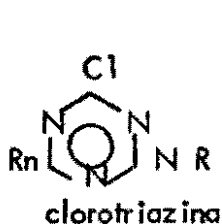
(Hidrolisis)

$$\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{CH}_2-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{C}}-\text{OH} + \text{CH}_2-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{C}}-\text{SCoA}$$

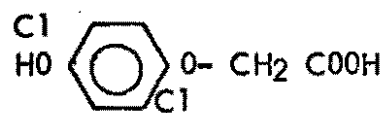
También existe con los fenoxidos con cadena larga la oxidación OMEGA



En la oxidación de anillos aromáticos que contienen halógenos a veces ocurre reemplazo del halógeno y en otras desplazamiento hacia otra posición en el anillo:



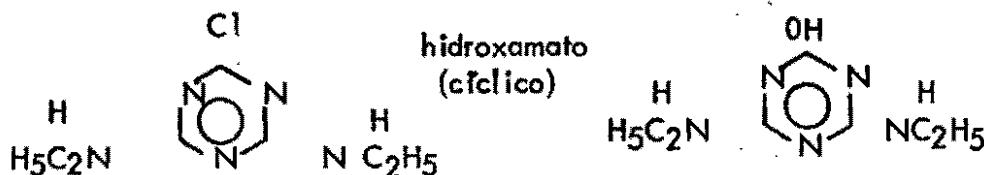
2,4 D



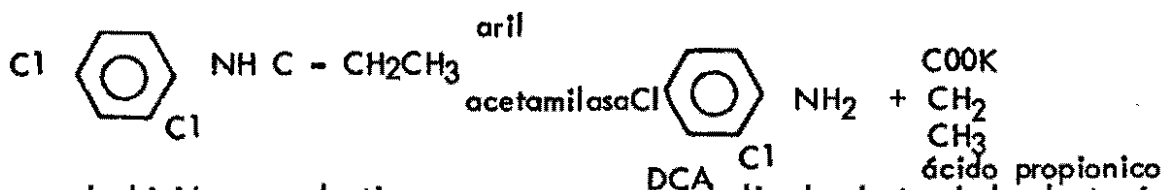
desplazamiento

La selectividad es base a procesos bioquímicos se ha establecido para varios herbicidas y los ejemplos más comunes de estos son la degradación de la simazina y atrazina por el maíz y la degradación del propanil en arroz.

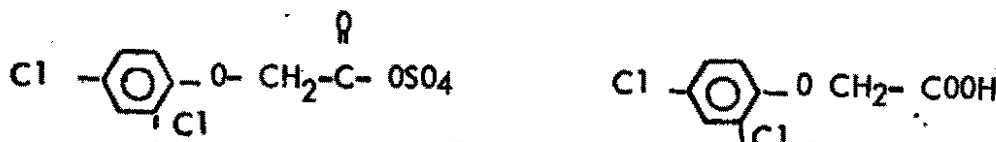
En maíz, la simazina es degradada al compuesto inactivo hidroxitriazina:



En arroz el propanil es degradado a 2,4 dicloro anilina :

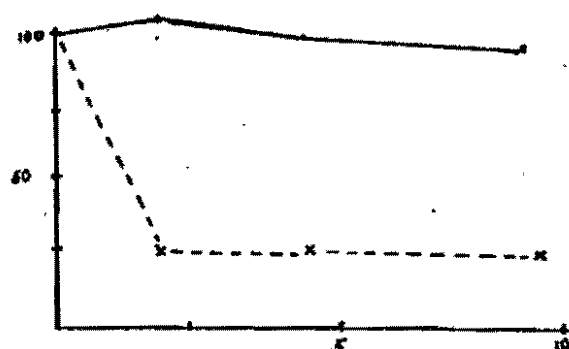


Algunos herbicidas son selectivos no porque son metabolizados dentro de la planta sino que sufren cambios en el suelo y los productos se toman tóxicos selectivamente. El caso es el 2,4 DES.



Otros herbicidas que exhiben selectividad fisiológica son el barban en trigo, el monuron en plantago y el terbacil en menta. Se sabe que afectan ciertos procesos fisiológicos más en plantas susceptibles que en las resistentes pero su modo de acción bioquímica no es sabida específicamente. Es así como se ha demostrado que el barbán retarda el crecimiento de la avena pero no del trigo. Los procesos de respiración y de fotosíntesis no son afectados en ninguna de las dos especies. Sin embargo se sabe que la síntesis de proteína y RNA son afectados en la avena y no tanto en el trigo.

Efecto del barbán sobre el peso fresco del trigo y de la avena.



Efecto del barbán sobre la incorporación de aminoácidos radiactivos en proteínas:

% INCORPORACION

Barban (mM)	Avena		Trigo	
	Metionina	Leucina	Metionina	Leucina
0	100	100	100	100
1.9	76	68	92	81
3.8	75	60	74	101
9.5	45	57	80	87

(Katsnicho y Ishizuka 1974)

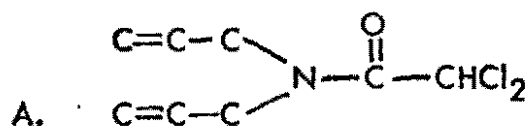
Los procesos bioquímicos tienen sus límites y son afectados por dosis del herbicida y temperatura. A mayor dosis o mayor sea la rata de penetración del herbicida (temperatura o surfactante) mayor será la saturación del sistema de degradación. Si este se excede por mucho tiempo se pierde la selectividad - ejemplo: uso de propanil + surfactante a temperaturas mayores de 35° C.

También puede haber interacciones positivas y negativas. El caso de la incompatibilidad del propanil con insecticidas carbamatos o fosforados orgánicos es conocido y se sabe que estos insecticidas interfieren con la degradación del herbicida causando pérdida de selectividad.

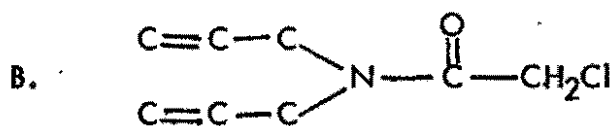


Antídotos:

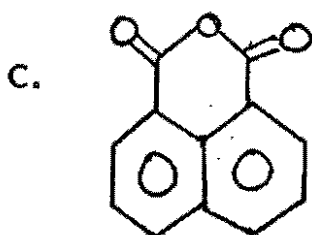
En los últimos 7 a 8 años se han venido desarrollando productos antídotos los cuales aumentan la selectividad de ciertos herbicidas hacia ciertos cultivos sin afectar la toxicidad de los herbicidas hacia las malezas. Hasta la fecha existen dos antídotos comerciales y estos son el R-25788 (Stauffer) y la anhídrido naftálica (Gulf). Ambos productos son antídotos contra la toxicidad de herbicidas con base tiolcarbamato como el EPTC. Cada uno pertenece a diferente familia química.



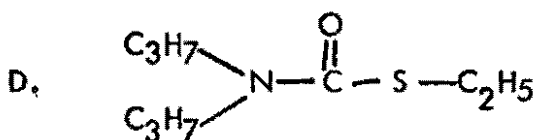
R - 25788 $\longrightarrow$ N, N-dialil - 2,2,-dicloroacetamida antídoto



CDAA $\longrightarrow$ N,N-dialil, - 2-cloroacetamida herbicida



anhídrido 1,8 - naftálica antídoto



EPTC $\longrightarrow$ S-etilo-dipropil-tiolcarbamato herbicida

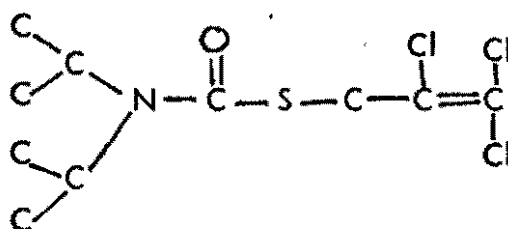
A. El R-25788 es un antídoto interesante desde varios puntos de vista. Su estructura es muy similar a la del herbicida CDAA, una acetamida con acción pre-emergente, (B)

Difiere del CDAA únicamente en un cloro. Aún con esa pequeña diferencia el R-25788 (A) no tiene ninguna acción herbicida. El antídoto puede ser aplicado directamente sobre la semilla ó en combinación con el herbicida. Comercialmente la mezcla

para maíz es con el EPTC (Erradicane). Hasta la fecha el EPTC era un herbicida con cierta selectividad hacia el maíz pero en presencia del antídoto la selectividad es bastante amplia.

Las características del R-25788 son:

- 1) solubilidad en agua: 500 ppm
- 2) no tiene propiedades herbicidas
- 3) amplía el margen de selectividad del EPTC hacia el maíz pero no hacia malezas susceptibles, en general
- 4) en trigo amplía el margen de seguridad del triallate hacia este cultivo



S- (2,3,3-tricloroalil)diisopropiltiocarbamato triallate herbicida

- 5) en arroz, resultados obtenidos hasta la fecha indican que con tratamiento directo a la semilla puede controlarse el arroz rojo con herbicidas tio{carbamatos
- 6) las dosis empleadas son de 0.3 a 0.5 kg/ha de acuerdo a la dosis del tio{carbamato. (aplicaciones totales con el herbicida).
- 7) el tratamiento directo a las semillas se hace en base de $\frac{1}{2}\%$ del antídoto en base al peso de la semilla.
- 8) la DL₅₀ es de 2000 mg/kg
- 9) el tiempo promedio para que el 50% del antídoto desaparezca del suelo (T_{1/2}) es de 7 a 8 días

C. El segundo antídoto es la anhídrida naftálica(B). Químicamente su estructura no está relacionada con ningún otro herbicida conocido. Este antídoto se emplea únicamente como aplicación directa a la semilla y no debe aplicarse mezclado con el herbicida. La protección que proporciona es contra EPTC, vernolate y butilate. El tratamiento de la semilla es con una solución del $\frac{1}{2}\%$ en base al peso de la semilla. Puede causar retraso en el crecimiento del maíz bajo ciertas condiciones. La DL₅₀ es de 12.300 mg/kg.

Carbón Activado:

El carbón activado es una forma especial del carbón el cual es pulverizado y tratado con ácido de tal manera que la superficie del carbón contenga un alto número de cargas

disponibles para adsorber materiales. Inicialmente se empleó para aumentar la selectividad de ciertos herbicidas hacia cultivos de transplante. Se hacían soluciones espesas de carbón activado y luego se sumergían las raíces de las plantas en la solución antes de ser transplantadas. De esta manera los herbicidas no entraban en contacto con las raíces por ser adsorbidos por el carbón. También se pensó que se podría usar el carbón activado para reducir residuos tóxicos de herbicidas en el suelo pero se encontró que: (1) las dosis necesarias eran de 200 a 400 kg/ha lo cual era muy costoso y (2) el control de malezas posterior era deficiente. El uso en cultivos de siembra directa se limita hoy día a las aplicaciones en banda de uno a tres centímetros sobre el surco de siembra.

* * * *

BIBLIOGRAFIA

1. Colby, S. R. et. al. 1964. Synergetic and Antagonistic Combination for Broadening Herbicidal Selectivity. Weeds. p. 87 - 91.
2. Ennis, W.B. 1964 Selective Toxicity in Herbicides Weed Res 4: 93-104
3. Hammerton, J.L. 1967. Environmental Factors and Susceptibility to Herbicides Weeds: P. 330 - 335
4. Hawf, L. R. & R. Behrens, I. 1974 - Selectivity Factors in the Response of plants to 2,4 - DB. Weed Science Vol. 22(3): 245-249.
5. Katsuichiro, K. and K. Ishizuka. 1974. Selective Herbicidal Action of Barban on Oat and Wheat Plants Vol 22 (2): 131 - 135.
6. Marth, P.C. and F.F. Davis 1945 Relation of Temperature to the Selective Herbicidal Effects of 2,4- D Bot. Gaz. 106:463 - 472.
7. Pallas, J.E 1960. Effects of Temperature and Humidity on Foliar Absorption and Translocation of 2,4- D and Benzoic Acid. Plant Phys. 35:575 - 580
8. Shaw, W.C. et al 1960. Herbicides in Plants. Publ. Ars. USDA, ARS 20-9 PP. 119- 133.
9. Upchurch, R.P. et al. The Correlation of Herbicidal Activity With Soil and Climatic Factors Weeds P. 42- 49.

VI A SINTOMAS DE DAÑO DE HERBICIDAS

Frecuentemente se presentan síntomas extraños en las plantas y un buen agrónomo debe tener experiencia para distinguirlos. Tales síntomas pueden ser causados por herbicidas o deficiencias nutricionales, enfermedades, insectos, temperaturas altas o bajas u otros factores. Para averiguar si el daño es debido a herbicidas, sin embargo, hay muchos síntomas característicos que se deben conocer.

Las posibles causas de fitotoxicidad son:

1. Dosis excesiva
2. Producto aplicado a un cultivo susceptible
3. Aplicación en un estado de crecimiento susceptible
4. Residuos de aplicaciones anteriores
5. Lixiviación por mucha lluvia
6. Acarreó del producto por viento
7. Volatilización
8. Aplicación dirigida mal hecha
9. Incompatibilidad de insumos
10. Herbicida aplicado en dosis excesiva en suelos arenosos.
11. Contaminación de la aspersora por otro producto

Muchas veces se observa que existe un complejo de estos factores y por consiguiente es difícil identificar a cuál de estos se debe el daño.

La fitotoxicidad puede presentarse de varias maneras. A veces ocasiona una reducción en la población de las plantas. En estos casos, casi siempre se reduce la altura de las plantas.

Las triazina y ureas causan clorosis la cual posteriormente se transforma en necrosis. Por clorosis se entiende un amarillamiento de las partes que tienen clorofila. Necrosis es la muerte de los tejidos vegetativos. Los herbicidas de contacto pueden causar necrosis (paraquat) ó clorosis (amitrol). En general las triazinas presentan clorosis entre las nervaduras y las ureas en las mismas. Ambos tipos presentan los primeros síntomas en los bordes de las hojas y luego avanzan hacia el centro de ellas.

Los herbicidas como trifluralina inhiben fuertemente el desarrollo de las raíces y su acción se ejerce principalmente contra las gramíneas; por lo tanto no se utiliza este producto en cultivos de gramíneas.

Los herbicidas hormonales son los mas famosos por causar daño debido especialmente a la volatilidad de los esteres y también a que muchas veces se aplican por vía aérea, lo cual facilita el acarreo por el viento.

Los síntomas de daño de este grupo de herbicidas en plantas de hoja ancha son efectos "násticos". Hay dos tipos: el más común se llama "epinastia" y se caracteriza por una mayor tasa de crecimiento en el haz de las hojas en comparación con el envés. El otro efecto, "hiponastia", es el caso contrario en que el envés crece más rápido que el haz. Los dos efectos son debido a la presencia de diferentes concentraciones del herbicida hormonal en las hojas y por lo tanto, hay diferentes velocidades de crecimientos entre las dos superficies. Frecuentemente estos efectos desaparecen con el tiempo. En cultivos tales como algodón, frijol y uva, el síntoma se llama "pata de rana" por su semejanza con la misma.

En gramíneas, los hormonales también pueden presentar daño, sobre todo cuando son aplicados en una época no apropiada en cuanto al estado de crecimiento. Por ejemplo, en los cereales menores a veces se nota una deformación de la espiga y se forman granos

BIBLIOGRAFIA

1. ASHTON, F. M. and A. S. CRAFTS. 1974. Mode of Action of Herbicides. John Wiley and Sons, New York. USA. 504 pp.
2. COMALFI. 1974. Nuevos Herbicidas: Antor. Revista COMALFI 1: 132.
3. DORAN, D. L. and R. N. ANDERSON. 1975. Effects of simulated rainfall on bentazon activity. Weed Sci. 23: 105 - 109.
4. GENTNER, W. A. 1973. Yellow nutsedge control with MBR-8251. Weed Science 21: 122 - 124.
5. JAWORSKI, E. G. 1972. Mode of Action of N - phosphonomethyl - glycine: inhibition of Aromatic Amino Acid Biosynthesis. J. Agr. Food Chem. 20: 1195 - 1198.
6. WAX, L. M., R. L. BERNARD and R. M. HAYES. 1974. Response of Soybean cultivars to bentazon. Weed Scie. 22: 35 - 41.
7. WEED SCIENCE SOC. OF AMERICA. 1974. Herbicide Handbook., Champaign, Illinois, USA. 430 pp.

EQUIPO DE ASPERSION:

Por: **Juán Cárdenas**
Octavio Franco y
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 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.

APLICACION 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 aérea 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 aéreas.

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 AEREAS

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 velocidad 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 aplicaciones 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 PRESION 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 presentan 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 seguido.
2. La calibración y la uniformidad de aplicación es más difícil debido a que influyen condiciones del ambiente y la topografía sobre el estado de ánimo del operario. Como consecuencia, se debe tener cuidado para no aplicar sobredosis, lo cual aumenta el peligro hacia el cultivo, resulta en desperdicio de herbicidas y tiempo y aumenta la posibilidad 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 asegurar una distribución uniforme.
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 productos 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 aquillear la operación. La lanza de aspersión no debe ser pesada pero si 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)

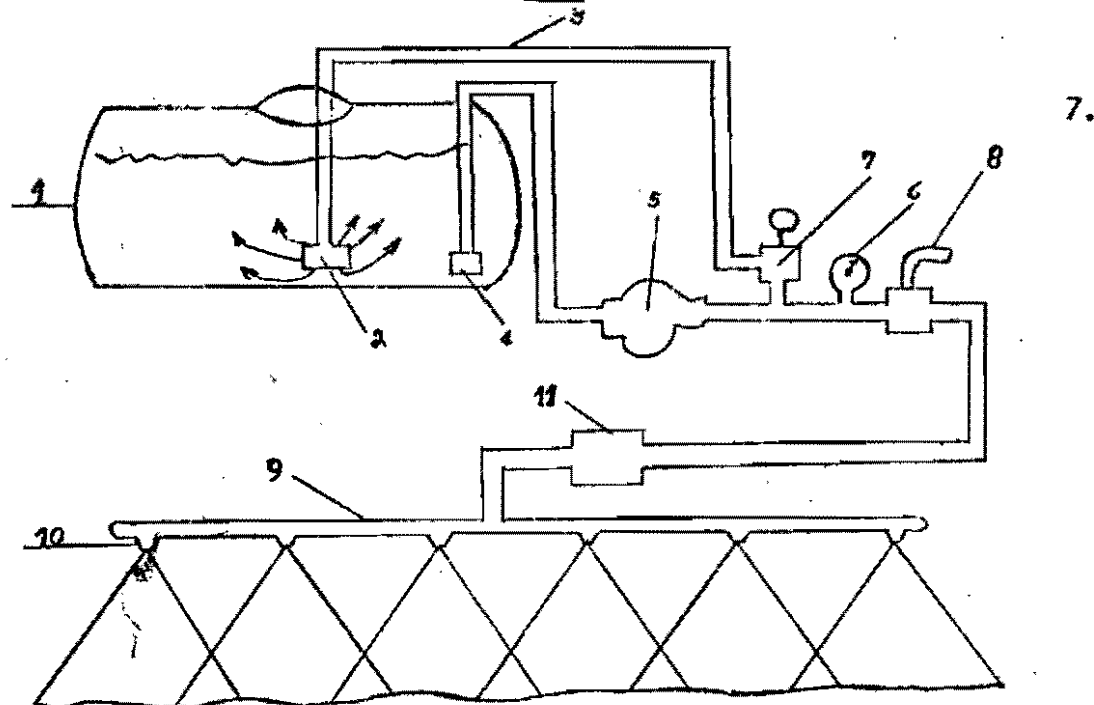


FIGURA 1. Los componentes de la aspersora de tractor.

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 volumen 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 :

Tiempo (seg.)	DISTANCIA RECORRIDA EN METROS				
	25	50	100	200	1.000
VELOCIDAD EN KPH					
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. Área de aspersión
4. Tamaño del aguilón
5. Longitud del campo
6. Volumen 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 haber 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 se 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 tapan 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 rodillos) y de desplazamiento negativo o de succión. (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 succión 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 lb/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	volumen bajo; vida corta; no satisfactoria para polvos mojables.
rodillos	20-200	5-150	durable, volumen medio y presión; fácil de reparar	Presión se baja con uso de polvos mojables.

(continúa)

TABLA 2. (continuación)

Tipo de bomba	Litros por minuto	Rango de presión 2 1 b/pulg	Ventajas	Limitaciones
centrífuga	0-375	0-65	sirve para todas formulaciones; no se gasta con productos abrasivos; volumen alto.	Necesita motor; hace presiones bajas.
diafragma	10-40	0-100	no se desgasta con productos abrasivos; fácil de reparar; presiones medias.	Volumen 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/mín. 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 costosos, 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 pulgadas 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 aguillones 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 deben 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 (cm)</u>
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 amplia: 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.

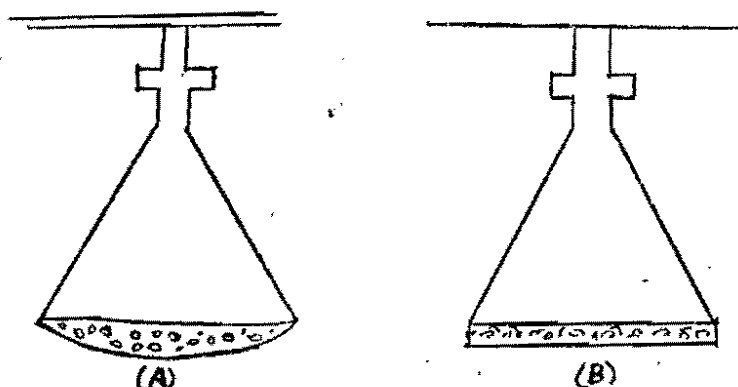
Existen diversos tipos de boquillas y las más comunes son de cono sólido, cono hueco, abanico plano, abanico uniforme, (even spray) y otras para usos especiales, (Tabla 3). Para la aplicación de herbicidas se usan boquillas de abanico debido a que proporcionan una cobertura más uniforme y más fuerza 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/pul² 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	preemergencia y post-emergencia para herbicidas; control de arbustos.	15-40	gotas de tamaño medio; abanicos deben cruzarse un poco
aplicación uniforme	8002-E	aplicaciones en bandas	15-40	volumen uniforme sobre todo el abanico; no se necesita una sobreposición con otra boquilla.
conos llenos y huecos	TXI y D2-23	insecticidas y fungicidas	60	abanico circulo; gotas finas y numerosas.
Flood-jet	TK2	preemergencia y postemergencia	5-20	gotas grandes; ángulo de aspersión ancho; boquilla cerca del suelo.
aspersión lateral (off center)	3/4 TOC 20	para rociar en cercas, taludes y bermas	30-60	de amplia aspersión lateral

Al seleccionar las boquillas para su aspersora hágalo de acuerdo a aquellas que descarguen un volumen de agua adecuado por hectárea 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.

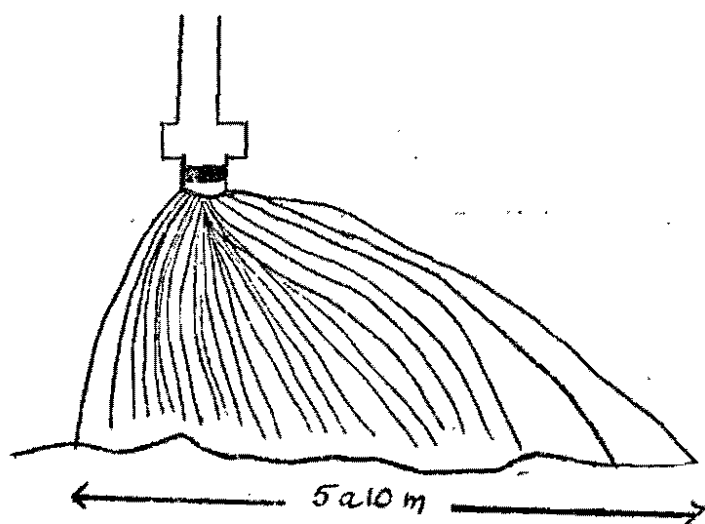
Las boquillas de abanico difieren entre sí por el ángulo de aspersión y la capacidad de descarga o tamaño de orificio. A continuación se presentan varios ejemplos de descarga de boquillas: Dos tipos de boquillas son (A) las de abanico plano y (B) las de aplicación uniforme.



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

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

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



Tipo Off-center o
Aspersión lateral

Las boquillas más comunes como las Tee Jet, tiene números que designa su ángulo de aspersión y capacidad de descarga. Por ejemplo, boquillas 8002-E indican que el ángulo de aspersión es de 80 grados y que la descarga de boquilla a 40 lb/pul² 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 preferible 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%.

vanos debido a una aplicación hecha después del macollamiento. La hoja bandera también puede ser afectada notablemente.

Hay dos síntomas sobresalientes en maíz y sorgo con el uso incorrecto de hormonales. Uno es un estímulo en la actividad del meristema y del cambio en la base del tallo con el 2,4-D, lo cual aumenta la presión de turgencia en esta área. Esto puede causar volcamiento del cultivo con vientos fuertes ó por contacto físico de una máquina cultivadora.

El otro efecto es más común con dicamba que con 2,4-D. En aplicaciones tardías ó mal dirigida muchas veces la hoja mas joven no abre normalmente sino que queda envuelta. Eso puede ser grave si el maíz ó el sorgo no se recupera porque así la inflorescencia no puede salir.

Normalmente ambos síntomas desaparecen con el tiempo.

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 circulela manteniendo la agitación durante 15 minutos. Enjuage 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 permanezca en el sistema durante la noche, al día siguiente pase toda la solución por las boquillas. Luego llene el tanque con agua haciéndola 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 guardelas 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.

EVALUACION DE LOS RESULTADOS DE CAMPO

El propósito de la investigación en el campo es probar algunos tratamientos nuevos ó métodos de control diferentes a los empleados tradicionalmente. Es de suprema importancia que seamos capaz de evaluar los resultados en el campo de una manera científica, eficiente, sin perjuicios y consistente. Algunos factores de evaluación incluyen: (1) la selectividad al cultivo, (2) el control de malezas, (3) la economía, (4) la residualidad del herbicida y (5) la compatibilidad del producto. Casi siempre es necesario realizar mas de un ensayo para obtener toda la información requerida.

Hay varios métodos empleados por investigadores, que básicamente consisten en métodos cualitativos y otros cuantitativos. Para los ensayos de "Screening" los datos cualitativos son generalmente suficientes, pero en pruebas mas avanzadas, se acostumbra tomar datos de cada tipo. Los datos cualitativos no son fáciles de analizar estadísticamente, pero forman un buen complemento de los datos cuantitativos. La índole de dato tomado puede ser el mismo para las aplicaciones preemergentes y postemergentes.

I Evaluaciones Cualitativas

El tiempo para realizar la evaluación.

Varios factores se deben tener en cuenta al fijar las fechas de evaluación visual:

- (1) el cultivo no debe estar demasiado grande porque dificulta la observación de malezas.
- (2) el tipo de malezas debe tenerse en cuenta puesto que no se pueden tomar evaluaciones en malezas perennes al igual que las anuales.
- (3) los herbicidas actúan a diferentes velocidades. Algunos como el paraquat, ejercen su acción en cuestión de horas, mientras que otros como el 2,4-D se demoran mas tiempo. Los herbicidas aplicados al suelo para matar arbustos también varían mucho en cuanto al tiempo que requieren para mostrar su efecto.
- (4) si el ambiente favorece el rápido crecimiento de las plantas, los efectos se presentan en menos tiempo que bajo condiciones adversas. En América Latina, se tiene en cuenta el nivel del mar, pues los mismos herbicidas actúan a diferentes velocidades en climas fríos templados y cálidos.
- (5) la distancia del ensayo al sitio de trabajo se debe tener en cuenta si es una prueba regional pues tal vez no se pueda visitar la región tantas veces como si estuviera cerca.
- (6) en algunos ensayos se tienen diferentes fechas de aplicación (PSI vs. preemergentes vs. postemergentes) y tal vez sería necesario evaluarlos según la fecha de aplicación y no todos al mismo tiempo.
- (7) la toxicidad al cultivo, sobre todo en aplicaciones foliares puede desaparecer en pocos días. Si este aspecto presenta grandes magnitudes justificaría una evaluación temprana para evaluar el daño.

Después de tener en cuenta todos estos factores, se tiene que tomar una decisión sobre la mejor programación de evaluación que permitirá conseguir el mayor volumen de informac

posible. Se sugiere que haya un mínimo de tres evaluaciones para los cultivos anuales.

Métodos de Evaluación Cualitativa

Estos métodos son subjetivos puesto que son basados en escalas arbitrarias, es decir que se asignan valores del porcentaje de control a cada especie y del daño al cultivo dentro de un rango de posibles valores. Algunos investigadores toman el porcentaje de cobertura y vigor por cada especie de maleza en forma visual. La escala mas común y la recomendada por ALAM en América Latina, es de 0 a 100 donde 0 equivale a ningún control ó daño y cien indica control total ó muerte del cultivo. También existen escalas que son variaciones de esta, tales como 0 a 10, 0 a 5 y 1 a 5.

Se hace difícil decir cuál es el valor de un control aceptable. Varios investigadores utilizan 70%, otros 75% y algunos 65%, no pudiéndose generalizar mucho al respecto. El nivel de control aceptable siempre depende del tipo de malezas, (el 60% de control de Cyperus rotundus en algodón puede ser aceptable pero de Amaranthus spp. no sería suficiente), del cultivo, de los factores ambientales, del valor del cultivo, del costo y eficacia de otros sistemas de control.

Los investigadores europeos emplean un sistema mas complicado y por lo tanto, poco común en el resto del mundo. Consiste de una escala de 1 a 9 en que los valores de 1 a 4 corresponden a buenos controles y los de 6 a 9 son los regulares y malos. Lo ideal sería que todos los investigadores emplearan el mismo sistema de evaluación. En América Latina, ALAM ha hecho el intento de que así sea (ALAM, Vol. 1: 35-38), pero es poco factible que todos vayan a adaptarse a dicha proposición. Por lo tanto, hay que enfatizar la necesidad de uniformidad, imparcialidad y reproducibilidad de cualquier sistema utilizado. Todas las escalas tienen sus fallas y defectos pero al hacer una evaluación consciente, nos dará un excelente resumen del comportamiento de cada tratamiento. La evaluación del daño al cultivo es de mucha importancia si se trata de un herbicida nuevo. Hay que observar las plantas del testigo, que ha sido limpiado a mano ó los de un tratamiento altamente conocido como selectivo al cultivo en estudio, para determinar la altura, densidad, coloración y estado de desarrollo de las plantas normales. Luego se observan las plantas en las parcelas tratadas, buscando posibles síntomas en cuanto a la altura, germinación, coloración, desarrollo y vigor del cultivo.

El problema más difícil en la investigación de control de malezas en el campo es la desuniformidad de la distribución de las malezas. Eso se debe en parte a las variaciones naturales que se presentan en cualquier lote en cuanto a la densidad de cada especie y la presencia de ellas. Además, algunos tratamientos eliminan las especies principales apareciendo en estas parcelas como malezas principales, que en el testigo serían secundarias.

Para solucionar en parte el problema de la variación natural dentro del campo, se sugiere (1) aumentar el número de testigos y (2) sembrar al voleo un buen complejo de malezas comunes antes del último paso del rastrillo. Como regla general, se podría incluir un testigo por cada diez tratamientos químicos. Algunos dejan una franja sin tratar al lado de cada parcela y así cada tratamiento tiene su testigo. Al sembrar maleza

hay que tomar el porcentaje de germinación de las especies escogidas para no establecer una densidad de malezas muy artificial si tiene buena germinación y para no fracasar, establecer una población uniforme si no la tiene.

La Metodología

Para efectuar la evaluación visual se deben seguir los siguientes pasos:

1. Recorrer todo el ensayo observando los resultados a grandes rasgos y determinar si existen diferencias en cuanto al número y distribución de malezas.
2. Observar en detalle los testigos para determinar las especies de malezas presentes y el estado de desarrollo del cultivo.
3. Hacer la evaluación sin saber el tratamiento que tiene la parcela. Lo ideal es que hayan dos personas realizando la evaluación en forma independiente y luego se promedian los valores.
4. Comparar los resultados al final de cada repetición para descubrir variaciones grandes debidas a posibles errores. Si los valores del mismo tratamiento varían demasiado hay que volver a las parcelas para averiguar si es una verdadera diferencia ó si es equivocación. Esto se debe hacer antes de salir del campo.

No se acostumbra a analizar resultados cualitativos estadísticamente, pero en situaciones donde es necesario hacerlo, se sugiere una transformación de los datos (log, arco seno, etc.) antes de analizarlos.

II Evaluaciones Cuantitativas

Esta índole de datos no son afectados por variaciones ó errores del investigador y frecuentemente revelan diferencias y efectos que no son captados visualmente. Sin embargo, la recolección de datos cuantitativos puede resultar costosa en tiempo y dinero. Hay que tener en claro los objetivos del ensayo para determinar si se justifica la toma de datos minuciosamente y en caso afirmativo, cuántos se podrían recolectar.

Clases de datos cuantitativos

1. Conteo de malezas. La densidad de las malezas está íntimamente relacionada con la efectividad del tratamiento. La determinación del número de malezas presentes, permite una buena evaluación de los resultados, especialmente de los tratamientos PSI y preemergentes. Esta medida es de baja utilidad para aplicaciones postemergentes porque la población ya se había establecido antes de realizar el tratamiento.

Los conteos se realizan al colocar marcos de un tamaño apropiado (p. ej. 25 x 25 cm, 33 x 33 cm, 50 x 50 cm) al azar dentro de la parcela repetidamente y se cuentan las malezas presentes dentro del marco. El tamaño del marco y el número de conteos por par-

cela dependerán del tamaño de la parcela y la densidad de las malezas. Si existen áreas de la parcela afectada por insectos, inundación, mala germinación, etc., no se colocaría el marco al azar, sino en la parte más poblada.

Varios cultivos se siembran en caballones ó camas y en estos casos se debe decidir la manera de tomar los conteos. En general sería aconsejable tomar igual número en la parte alta del caballón ó cama como de la parte baja para tener uniformidad en el muestreo.

2. Línea de intercepción. Una manera para determinar cuantitativamente el porcentaje de cobertura es por medio de la línea de intercepción. Consiste en extender una línea (hilo ó cabuya fina) en forma diagonal por la parcela. Luego se mide la longitud de las diversas malezas interceptadas por la cuerda. Si hay una especie tapando otra, solamente se mide la que está en la parte superior. Es recomendable tener una longitud de la línea en unidades fáciles de convertir a porcentaje, p.ej. si la línea es de 10 m y se ha encontrado 185 cm de Amaranthus dubius en una parcela, equivale al 18.5% de cobertura por blédo. Para que este método sea eficiente, se requieren dos personas, una midiendo y otra anotando.
3. Peso de las malezas. Es un dato bastante preciso para determinar la efectividad del tratamiento. Se lanzan marcos varias veces dentro de cada parcela y se cortan las plantas de cada especie (ó de cada grupo de malezas). Si se piensa determinar el peso fresco se requieren bolsas plásticas para que las muestras no pierdan su humedad antes de pesarlas, pero si se va a tomar el peso seco, se emplearán bolsas de papel. Es un dato importante en los ensayos de competencia.
4. Altura de planta. A veces sirve para complementar evaluaciones de daño en el cultivo y efectos de la competencia de las malezas. Frecuentemente no se observa una relación entre las características físicas de la planta y el rendimiento final. Se debe tomar la altura de varias plantas por parcela y en forma randomizada para promediarlas.
5. Rendimiento final. Este dato deber ser tomada en cada ensayo que se pueda, puesto que sin el, no se puede hacer un análisis económico de los resultados, ni saber con seguridad el efecto del tratamiento sobre el cultivo. La cosecha del ensayo debe realizarse toda el mismo día si es posible, ó por lo menos una repetición por día para minimizar las diferencias de los resultados. A veces los tratamientos químicos ó la competencia de las malezas puede retrasar la madurez del cultivo y así complicar la cosecha. Esto puede ser

corregido al tomar la humedad del cultivo al momento de la cosecha (algo muy importante para cualquier cultivo de grano) y luego convertir todos los rendimientos a kilogramos ó toneladas por hectárea al mismo nivel de humedad (p. ej. para maíz se acostumbra presentar todos los rendimientos al 15% de humedad).

La fórmula para expresar los rendimientos con el mismo contenido de humedad es la siguiente:

$$\text{Peso corregido} = \left(\text{Peso Actual} \right) \times \frac{100 - \% A}{100 - \% D}$$

por parcela

de donde A = porcentaje de humedad actual

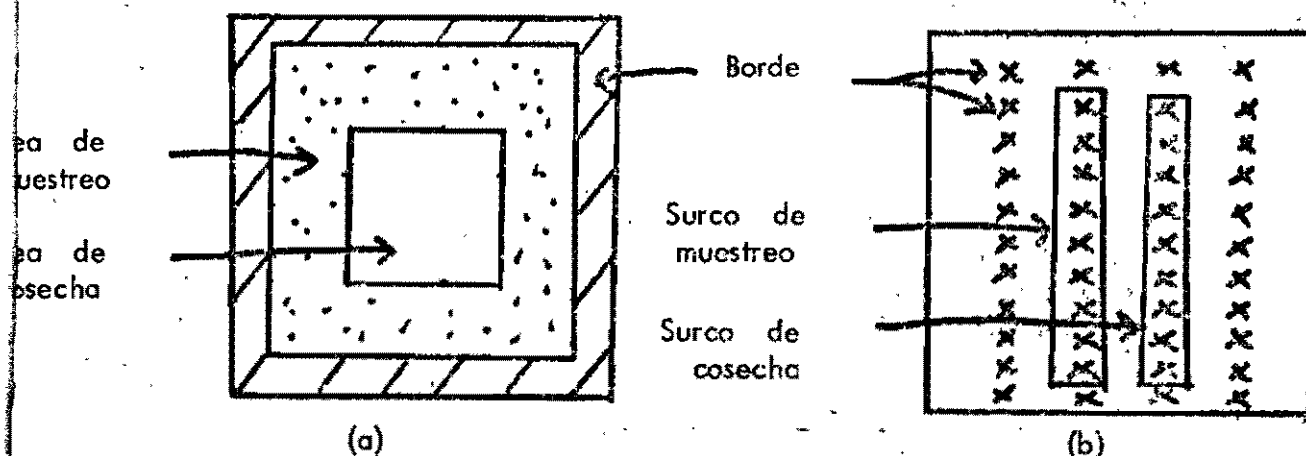
y D = porcentaje de humedad deseada

Por ejemplo, una parcela de soya produjo 450 g con una humedad de 10.6%. Se van a expresar los rendimientos con un valor del 14% de humedad. Usando la fórmula se tiene:

$$\begin{aligned} \text{Peso corregido} &= 450 \times \frac{100 - 10.6\%}{100 - 14\%} \\ &= 450 \times \frac{89.4}{86} \\ &= 467.8 \text{ g al } 14\% \text{ de humedad} \end{aligned}$$

Solo falta ahora hacer la conversión al rendimiento por hectárea, según el tamaño del área cosechada.

A menudo se presentan problemas, al tomar las medidas cuantitativas en la parcela, se afectan los rendimientos finales. Por ejemplo, al determinar el peso fresco de las malezas, se está eliminando en parte la competencia que ejercerían las malezas con el cultivo. Para evitar problemas de esta clase, se sugiere la elaboración del siguiente plan de muestreo para no interferir con las plantas que luego se cosecharán:



El dibujo "a" corresponde a cultivos "cerrados", tales como arroz, trigo, cebada, alfalfa, etc., en los cuales se dejaría un área central para ser cosechada. En el caso "b" se refiere a cultivos sembrados en surcos anchos y donde podría dejar uno ó mas surcos sin tocar para determinar el rendimiento final. Nunca se debe olvidar el área mínima que se necesita para determinar el rendimiento con el mínimo coeficiente de variación, la cual varía también según el cultivo y la uniformidad del suelo en el ensayo.

RECOMENDACIONES SOBRE UNIFICACION DE LOS SISTEMAS DE EVALUACION EN ENSAYOS DE CONTROL DE MALEZAS

Los participantes en el Panel sobre unificación de sistemas de evaluación de ensayos en control de malezas, presentaron en Cali en la II reunión de ALAM una serie de recomendaciones a fin de facilitar la comunicación entre investigadores de Entidades Públicas y Privadas de los diferentes países que componen la Asociación Latinoamericana de Malezas "ALAM".

A. EVALUACION DE CONTROL DE MALEZAS

A.1. Evaluación Visual.

Se recomienda la escala del 0 al 100 donde 0 = ningún control.

100 = control total.

Esta fue aceptada debido a que presenta un rango de variación más amplio y por tratarse de ser una escala porcentual de fácil manejo y entendimiento.

a La evaluación debe realizarse en base a:

Control total

Control por especies

y/o por tipo (gramíneas, ciperáceas y dicotiledóneas).

En base a lo anterior se hace necesario identificar las especies de malezas presentes en orden de abundancia y/o importancia, así como también el estado de desarrollo para el momento de la aplicación y de la evaluación.

Índice	Denominación
0 - 40	Ninguno a pobre
41 - 60	Regular
61 - 70	Suficiente
71 - 80	Bueno
81 - 90	Muy bueno
91 - 100	Excelente

- b Se sugiere que por lo menos dos personas efectúen la evaluación independientemente.
- c Deben realizarse mínimo de dos a tres evaluaciones durante el ciclo del cultivo, siendo la primera durante los treinta primeros días después de la aplicación.
- d Debido a la variación natural de la población de malezas en el área de ensayo es recomendable utilizar al menos dos testigos absolutos (sin ningún tratamiento químico, manual, mecánico u otro) por replicación a fin de disminuir el error que pueda existir en la evaluación.

A.2. Evaluación cuantitativa.

Se sugiere a los investigadores de control de malezas complementar la evaluación visual, realizando evaluaciones cuantitativas tales como:

- a Peso y número de malezas (total, por tipo o por especie)
- b Altura de Malezas.
- c Otra que el investigador de acuerdo a los objetivos por el buscados, considere necesario.

B. EVALUACION DEL DANO AL CULTIVO.

B.1 Visual

a Daño

Se recomienda describir la sintomatología de los daños, cuando estos aparezcan y la frecuencia con que estos ocurran dentro de cada tratamiento. En caso necesario, la evaluación de daños se debe complementar con datos de altura de las plantas en comparación a los testigos.

b. Calidad del Producto Final.

En aquellos cultivos donde existen patrones de calidad se sugiere al investigador incluirlos en caso de presentar un efecto sobre este factor.

-B.2. Cuantitativos.

A fin de cuantificar los daños ocasionados por los tratamientos se recomiendan los siguientes métodos:

a. Población.- Número de plantas del cultivo por unidad de área al inicio y al final del ciclo vegetativo.

b. Altura.- Siempre y cuando a juicio de los evaluadores la considere conveniente.

Si esta se realizara debe ser hecha de la siguiente manera:

i. Para cultivos de gramíneas se toma la altura desde la superficie del suelo hasta la hoja bandera extendida.

ii. Para cultivos de tipo dicotiledoneo desde la superficie del suelo hasta la yema terminal o la recomendación del técnico en el cultivo correspondiente.

c. Rendimiento.- Este constituye el método cuantitativo de evaluación más importante y es indispensable en todos los trabajos a presentar en las reuniones de ALAM. Se hace la excepción para los cultivos perennes como frutales, coco, café, cacao, etc., en los cuales la recopilación de datos para rendimientos se dificulta por el número de cosechas que se realizan durante el año.

Finalmente se recomienda que los valores de los experimentos deben ser expresados en el sistema métrico decimal.

C. EVALUACION DE CONTROL DE MALEZAS EN POTREROS.

En vista de la complejidad en su evaluación, los potreros los consideramos en una sesión aparte de la de otros cultivos.

C.1. Evaluación de malezas gramíneas, ciperáceas y herbáceas dicotiledóneas.

Se recomienda utilizar los mismos criterios de evaluación de control de malezas y de daño al cultivo señalados anteriormente para otros cultivos.

Evaluación de control de malezas arbustivas en potreros.

Se recomienda la escala visual de evaluación del 0 al 10 la cual se especifica a continuación:

Índice	Síntomas
0	Ningún daño
1 daño leve	Una clorosis ligera, manchas necróticas y leves malformaciones
2 daño leve	
3 daño leve	
4 daño moderado	Clorosis intensas, necrosis y malformaciones más acentuadas.
5 daño moderado	
6 daño moderado	Clorosis intensa caída parcial de hojas, necrosis y malformación bien marcadas y presencia de rebrotes.
7 daño severo	Defoliación total, muerte de ramas y rebrotes del tercio inferior.
8 Daño severo	
9 Muy severo	Muerte casi total de las plantas rebrotes.
10 Muerte total	

Cuando se hagan aplicaciones totales o de granulados se pueden presentar daños al pasto los cuales deben ser evaluados y descritos.

RECOMENDACIONES GENERALES.

Tamaño de la parcela: Esta queda a juicio del investigador.

Análisis estadístico: Se recalca la importancia de dichos análisis para una mejor interpretación de los resultados.

Ayudas visuales. En la presentación de datos, y descripción de daños y otras informaciones estas se deben presentar con claridad y sencillez empleando ayudas visuales.

Se sugiere que los investigadores, siempre y cuando sea posible, completen estudios de residualidad en suelo y en los frutos cosechados.

LOS SURFACTANTES

Tipos, Propiedades y Usos

J. SIERRA *

INTRODUCCION

Es muy común en todo el mundo el uso de una serie de aditivos para mezclar con los pesticidas (insecticidas, fungicidas y herbicidas) al momento de la aplicación con el objeto de mejorar su acción. Sin embargo, su uso se hace en la mayoría de los casos con un criterio empírico, desconociendo las propiedades, usos específicos de estos productos, con lo cual se puede tener un efecto negativo en la acción final del producto.

A continuación se analizan los tipos de surfactantes, sus propiedades y usos.

Etimología de la palabra "Surfactante"

Esta palabra "Surfactante" no es castiza y resulta de la contracción de las palabras inglesas Surface + active + agent, que etimológicamente significa agente activador de superficies, porque los productos de esta naturaleza lo que hacen es modificar algunas de las propiedades de superficie de los herbicidas, insecticidas y fungicidas que se reflejan en fenómenos como tensión superficial, incompatibilidad de agua y aceite, lavado de superficies asperjadas por falta de adhesión del producto.

La Sociedad Americana de la Ciencia de las Malezas (Weed Science Society of America) define el término "Surfactante" como "un material que facilita y acentúa la emulsificación, dispersión, extensión, humectación y otras propiedades modificables de las superficies, en las formulaciones de herbicidas".

TIPOS DE SURFACTANTES

1. Por su naturaleza electroquímica: Desde el punto de vista electroquímico, los surfactantes se clasifican en iónicos y no iónicos. Los

* Ing. Agr. - Asistente de Desarrollo, Du Pont de Colombia, S.A.

primeros, al unirse con la mezcla de los pesticidas desarrollan cargas, es decir, son productos polares. A su vez, estos productos iónicos, dependiendo de su carga, pueden ser aniónicos o catiónicos.

Realmente los surfactantes de tipo iónico están en desuso, porque estas sustancias iónicas, es decir, con cargas eléctricas son muy activas y pueden reaccionar con las sales que tenga la mezcla que se va a aplicar, y, entonces pueden alterar la compatibilidad física y también podrían reaccionar con el ingrediente activo, es decir, con el herbicida, el insecticida o el fungicida, y así cambiar su naturaleza química.

La química moderna está por los surfactantes no iónicos, y en general, casi todos los surfactantes que hay actualmente en el mundo son de este tipo. Esto quiere decir que son realmente inertes, o sea que no reaccionan con los pesticidas ni con las aguas duras; simplemente van a mejorar una serie de propiedades físicas sin alterar la composición química del pesticida.

2. De acuerdo a su acción y uso: Ahora, en cuanto a su uso y la acción en sí misma del surfactante, hay estos diferentes tipos:

a) Humectantes o hipotensores: son productos que sirven para bajar la tensión superficial, lo cual produce un mayor cubrimiento (humectación) del área a aplicar.

b) Pegantes: adhieren el producto al follaje, o al insecto para que permanezcan por un período más largo, evitando problemas de lavado por la lluvia.

c) Extensores: son productos también hipotensores, pero se les llama extensores cuando se usan en pinturas. También en pintura se necesitan hipotensores para que haya buen cubrimiento de la superficie a pintar, y no se formen gotas.

d) Dispersantes: son productos que sirven para evitar los fenómenos de floculación, para que el producto en su envase comercial no se vaya a sedimentar, sino que permanezca distribuido uniformemente, en las formulaciones de tipo líquido. ?

e) Emulsificantes: son productos para mantener o estimular la formación de emulsiones.

f) Detergentes: Detergencia es la capacidad que tiene un producto para quitar la mugre.

Algunos de los surfactantes tienen la propiedad de detergencia con el objeto de lavar la cutícula cerosa, grasosa o la parte externa de los insectos.

Esto no quiere decir que un mismo surfactante pueda traer varias de estas propiedades involucradas en el mismo producto, pero estas son las características definibles de los diferentes tipos de surfactantes.

En el comercio hay tres tipos de surfactantes, que son:

a) Humectantes y pegantes: para fungicidas e insecticidas, como el Spreader Sticker (1).

b) Humectantes y detergentes: son los que generalmente se usan con herbicidas, como el Surfactant WK (2). Muchos jabones comerciales como el FAB y el TOP también, por tener algún efecto hipotensor y detergente, se pueden usar con herbicidas, aunque su acción no es tan espectacular como los surfactantes comerciales, y además tienen el problema de que tapan las boquillas.

c) Dispersantes y emulsificantes: son productos que ya vienen dentro de las formulaciones, y por tanto no hay necesidad de adicionarlos al momento de aplicación, salvo algunas excepciones. Cuando se quieren formar emulsiones para hacer aspersiones, p.e., BENLATE (3) que se emplea para control de Sigatoka en Banano, con aceite, ó con aceite y agua.

En este último caso, para que se forme la emulsión de aceite y agua, se requiere adicionar el TRITON X-45 (4), que es un emulsificante, ya que el Benlate viene formulado como polvo soluble en agua, y es la forma como generalmente se aplica.

En el caso en que se usa Benlate con aceite para el control de la Sigatoka, el aceite juega dos papeles: un efecto surfactante para mejorar la penetración, porque los aceites son productos de baja tensión superficial, entonces mojan perfectamente; además, son verdaderamente compatibles con la superficie foliar, que es de naturaleza aceitosa o lipofílica. Entonces hay perfecta penetración. Además, el aceite tiene un efecto fungicida sobre el patógeno.

De los surfactantes comerciales, unos se usan con herbicidas, otros con fungicidas, y otros con insecticidas. Los que se usan con insecticidas y fungicidas tienen generalmente dos propiedades: hipotensores y pegantes. Los que se usan con herbicidas tienen efectos hipotensores y detergentes. Los que se usan con herbicidas, debido a su efecto detergente, tienen alguna acción fitotóxica y por eso no se recomiendan con fungicidas o insecticidas. Con herbicidas no hay ningún problema, porque esta acción fitotóxica ayuda al daño del herbicida. Todos los surfactantes que se usan con herbicidas en Colombia, tienen efecto fitotóxico en dosis por encima del 0.5%.

- - - - -

QUE ES TENSION SUPERFICIAL?

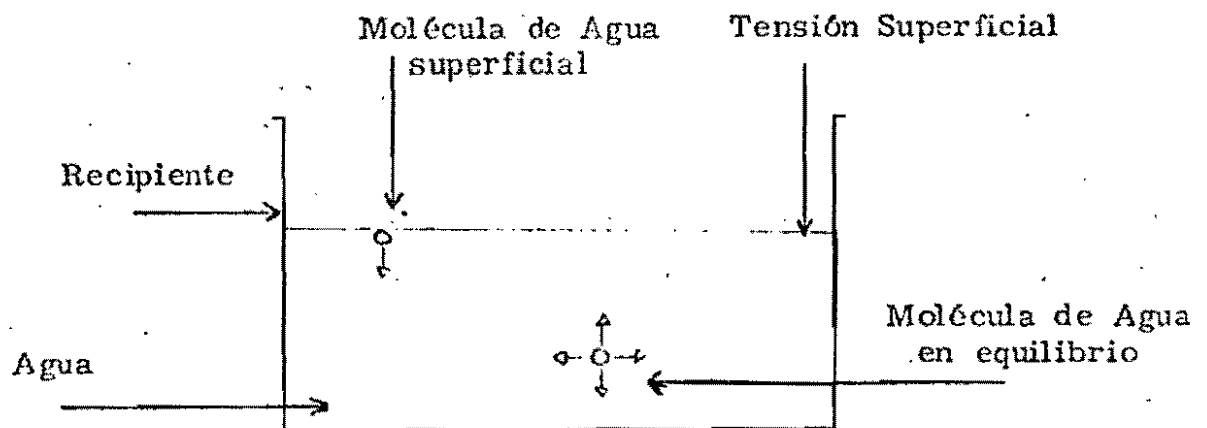
La causante de la tensión superficial es la cohesión. Esta es la fuerza que mantiene unidas las partículas de una misma especie, p.e., la fuerza que hace que las moléculas de agua se unan unas a otras. La tensión superficial se manifiesta como una película tensa en la superficie de los líquidos, que trata de reducir su superficie (Ver Fig.1). En las aspersiones siempre se trata de formar gotas esféricas debido a la cohesión, porque este es el estado que tiene menor superficie en relación al volumen.

Modo de Acción de los Hipotensores:

Mayor moje y mayor penetración estomática de los pesticidas por efecto de disminución de la tensión superficial (Ver Fig. 2).

El factor de uniformidad en el moje es más importante en los productos de contacto, ya que requieren un buen cubrimiento porque las partes que no son tocadas por el pesticida, no se afectan. Los productos sistémicos son menos exigentes en este aspecto porque si el producto no cae directamente en una de las partes a tratar, fácilmente el producto puede llegar por medio de la translocación.

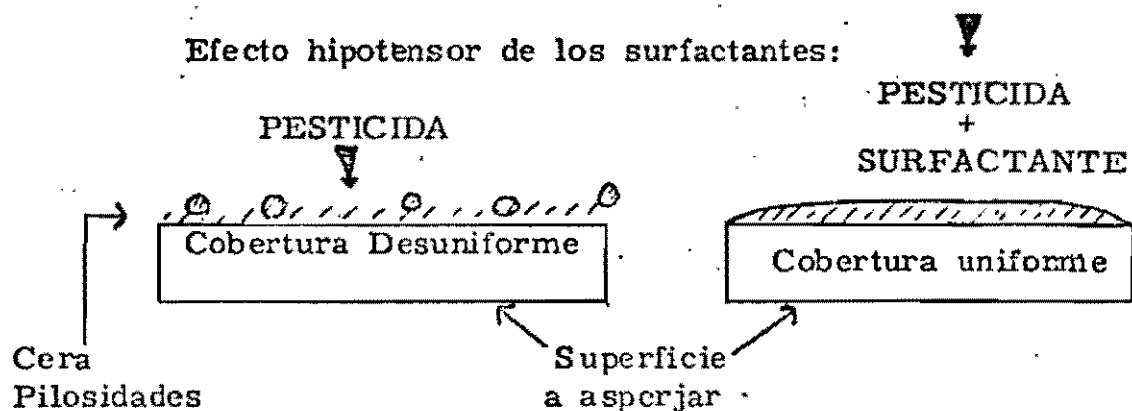
FIG. N° 1



Tensión superficial

Las moléculas internas están en equilibrio atraídas por fuerzas iguales en todas las direcciones. Las moléculas superficiales son atraídas solamente hacia abajo, creandose la tensión superficial.

FIG. N° 2



Las hojas presentan barreras naturales, a la penetración de los pesticidas. Las hojas tienen una superficie cerosa o con pilosidades que varían de acuerdo con la especie y con las condiciones ambientales. En épocas de verano y en climas cálidos, la cutícula es más espesa e impenetrable, como defensa natural para la excesiva pérdida de agua (características xerofíticas); por eso en condiciones de fuerte sequía, hay menor acción de los pesticidas debido a esta poca penetración y a la poca actividad de las plantas por falta de agua. Por esta razón los herbicidas se recomiendan ser aplicados cuando comienzan las lluvias.

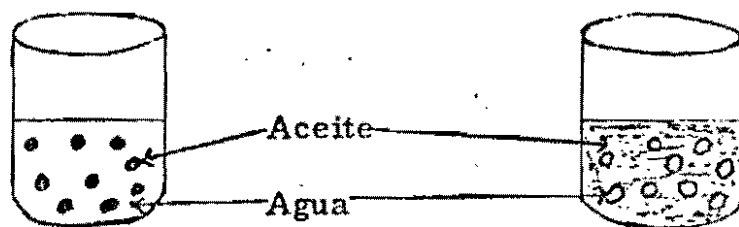
La penetración también depende de las propiedades del pesticida. Los herbicidas que se ionizan o son polares (que desarrollan cargas eléctricas), penetran más difícilmente a través del follaje que los productos no iónicos (que no tienen cargas ó no son polares). Por ejemplo, el 2,4-D Amina, que es un producto con cargas eléctricas, penetra más difícilmente a través del follaje, que el 2,4-D Ester (no polar). Por eso, este último producto es muy usado en tratamientos para control de arbustos, donde la penetración es difícil. Cuando se aplica 2,4-D Amina, es precisamente uno de los casos donde se debe aplicar surfactante para mejorar la penetración. Por estos factores de penetración, muchos pesticidas vienen formulados en aceites (compuestos no polares, o no iónicos), para asegurar una correcta penetración.

Emulsificantes:

Si se mezcla aceite y agua, son incompatibles, debido a que el primero es lipofílico (no polar atraído por las grasas), y la segunda, hidrofílica (polar, y que repele los aceites). Si esta mezcla se agita, se forman unas pequeñas gotas de aceite suspendidas en el agua. Este es el estado físico que se conoce como emulsión (aceite/agua), pero esta situación no es permanente, y los dos componentes vuelven a separarse. Para que la emulsión sea estable, se requiere un emulsificante.

FIG. N° 3

Emulsión:



Emulsión: Aceite/Agua

Agua: Fase continua

Aceite: Fase discontinua

Emulsión:

Invertida: Agua/Aceite

Agua: Fase discontinua

Aceite: Fase continua

Otro tipo de emulsión, se conoce como emulsión invertida (Agua/aceite), y consiste en gotas de agua dispersas en aceite. En el caso de la emulsión aceite/agua, la fase discontinua es el aceite, y la fase continua, el agua. En la emulsión invertida, la situación es a la inversa: fase continua, el aceite, y fase discontinua, el agua (Ver Fig. 3). La emulsión se define como un estado físico que consta de dos fases: continua y discontinua. Un emulsificante es simplemente una molécula que tiene dos extremos: uno hidrofílico y otro lipofílico. Los emulsificantes forman una película alrededor de las partículas de la fase discontinua, orientándose en tal forma que el extremo hidrofílico se ponga en contacto con la parte hidrofílica, y el extremo lipofílico se ponga en contacto con la parte lipofílica de la emulsión, y en esta forma la estabilizan. (Ver Fig. 4 y 5).

FIG. N° 4

Molécula de emulsificante:

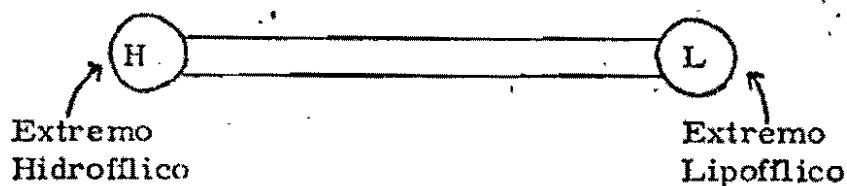
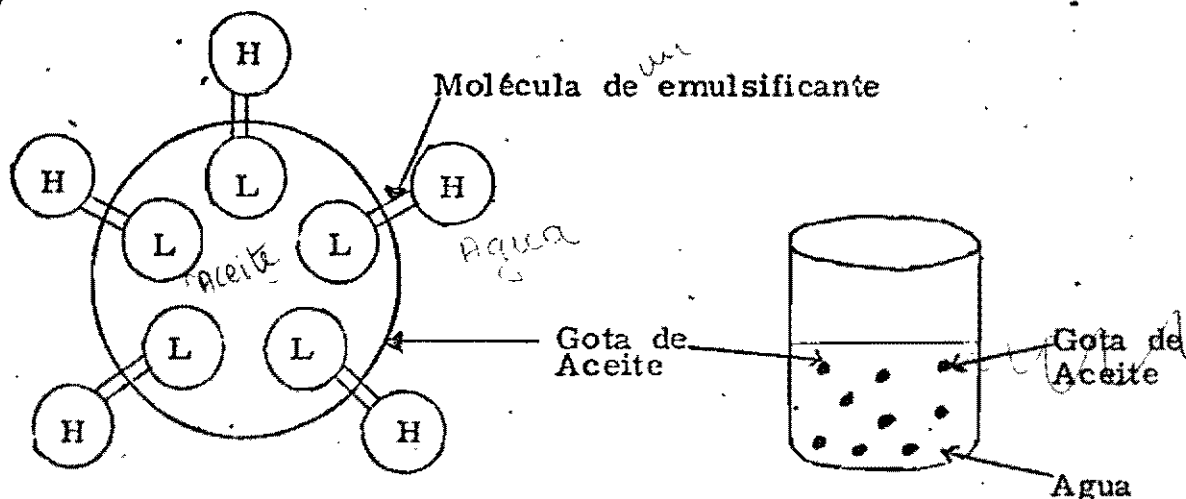


FIG. N° 5

Acción de un Emulsificante en una Emulsión Aceite/Agua:



Modo de Acción de los Surfactantes para mejorar el efecto de los Pesticidas:

1. Mejor cubrimiento por el efecto hipotensor.
2. Mejor penetración estomática debido también al efecto hipotensor.
3. Aumento de la permeabilidad de las membranas celulares.
4. Aumento de la translocación como consecuencia del mejoramiento de la solubilidad del producto.
5. Aumento del período en que el pesticida puede estar sobre la superficie de aplicación. Esto se debe especialmente al efecto pegante de algunos surfactantes.
6. Solubilización de la cutícula externa del follaje y de los insectos.
7. Algunos surfactantes disminuyen la volatilidad al afectar la presión de vapor de los pesticidas.
8. Fitotoxicidad: los surfactantes que se usan con herbicidas causan un ligero daño que posiblemente permite la penetración más fácil de los herbicidas.
9. Estabilización de las formulaciones: Los emulsificantes y dispersantes que traen consigo las formulaciones comerciales, sirven para estabilizar los productos en sus propiedades antes, y en el momento de ser aplicados.

En el Gráfico 1 y 2 se observa el efecto en el aumento de la fitotoxicidad de la mezcla de herbicidas con surfactantes, que en muchos casos es superior al 50%. Esto implica que es posible usar dosis más bajas de herbicidas y por consiguiente reducir los costos y los problemas de polución. Además, en general los surfactantes son productos de bajo costo.

GRAFICO N° 1

Efecto de la concentración del Surfactante WK (R) en la actividad post-emergente del Karmex (R) (diuron) 1/

Diurón Kg/Ha	Surfactante conc. %	Indice de Daño <u>2/</u> 14 días después del Tratamiento <u>3/</u>		
		Digitaria sanguinalis	Echinochloa sp.	Andropogon bicornis
0.125	----	3	0	3
0.125	0.25	8	4	7
0.125	0.5	7	6	9
0.125	1.0	9	6	8
0.25	----	6	0	3
0.25	0.25	9	4	8
0.25	0.5	9	8	8
0.25	1.0	9	8	8
0.5	----	7	2	5
0.5	0.25	7	6	10
0.5	0.5	9	10	10
0.5	1.0	10	9	9

1/ Tomado y adaptado de:

HILL, G.D. et al. 1965. Influence of Surfactants on the activity of diuron, linuron and bromacil, as foliar sprays on weeds. Weeds 13(2): 103-106 p.

2/ Indice de daño:

0 = ningún daño

10 = muerte total

3/ Malezas de 12 días de germinadas, al momento del tratamiento. -

4/ 20 días después de la germinación, al momento del tratamiento. -

5/ 16 días después de la germinación, al momento del tratamiento. -

GRÁFICO N° 2

Efecto del Surfactante WK (R) en la actividad de post-emergencia del HYVAR-X (bromacil).

Bromacil Kg/Ha	Surfactante conc. %	Indice de Daño 2/ 14 días después del Tratamiento 3/	
		Sorghum 4/ halepense	Digitaria 5/ sanguinalis
0.75	--	0	0
0.75	0.5 Surfactant WK	10	9
0.75	0.5 Triton X-100	5	6

Dosificación de los Surfactantes:

Generalmente, la dosis de los surfactantes se expresa en porcentaje en relación al volumen de la mezcla. Las dosis para el caso de herbicidas oscilan entre 0.1 y 0.5 %, es decir, que por cada 100 litros de mezcla de agua y herbicida, se deben aplicar de 0.1 a .5 litros de surfactante. En el caso de los emulsificantes, la dosis se da en % v/v respecto del producto que se quiere emulsificar (producto lipofílico).

Problemas ocasionados por los Surfactantes:

A pesar de todas las ventajas que tienen los surfactantes, y las cuales hemos enumerado anteriormente, también ocasionan una serie de problemas:

a) Selectividad: los herbicidas cuyo mecanismo de selectividad se fundamenta en un factor de poco contacto o poca penetración, la selectividad se puede perder si se adiciona un surfactante. Por ejemplo, 4 kg. por hectárea del herbicida DSMA en trigo, en post-emergencia, provoca un ligero amarillamiento en el cultivo, del cual se recupera; pero, si se le adicionan a los 4 kg por hectárea un surfactante, el cultivo no se recupera, porque el herbicida penetra y afecta el cultivo.

También, en las aplicaciones pre-emergentes de herbicidas, los surfactantes pueden aumentar la solubilidad y permitir que se lixivie más fácilmente y afecte el cultivo por el sistema radicular.

b) Complejo arcilla-surfactante: algunos surfactantes pueden formar complejos con el material coloidal del suelo, que ocasionan daños en la estructura del suelo. Este hecho, sin embargo, no es importante desde el punto de vista práctico, ya que las aplicaciones se hacen sobre el follaje. Y, además, en las aplicaciones al suelo no tiene ningún objeto aplicar surfactante, porque no se presentan los problemas de contacto y cubrimiento que se tratan de evitar cuando son aplicaciones foliares.

c) Toxicidad: Muchos surfactantes son tóxicos y hay que manejarlos como cualquier pesticida, en cuanto a precauciones.

d) Escurrimiento: Como los surfactantes bajan la tensión superficial y se produce una película sobre la superficie asperjada, es lógico que con menor cantidad de agua se pueda hacer un cubrimiento completo. En general, cuando se usan surfactantes se pueden disminuir los volúmenes de agua y con esto se evita el posible escurrimiento que trae como consecuencia la pérdida del producto, ya que los herbicidas, como los de contacto, p.e., generalmente no actúan en el suelo, lo mismo que la mayoría de insecticidas y fungicidas.

xxx /xxx

BIBLIOGRAFIA

1. Barrier, C. G. and W. E. Loomis. 1967. Absorption and translocation of 2,4-D and P³² by leaves. *Plant Physiol.* 52: 225-231.
- ✓ 2. Behrens, R. W. 1984. The physical and chemical properties of surfactants and their effects on formulated herbicides. *Weeds* 12 (4): 225-256.
3. Bennett, S.H. and W.D.E. Thomas. 1954. The absorption, translocation and breakdown to Schardan applied to leaves, using P³²-labeled material, II. Evaporation and absorption. *Ann. Appl. Biol.* 41: 484-500.
- ✓ 4. Clor, M.A., A.S. Crafts and S. Yamaguchi. 1963. Effects of high humidity on translocation of foliar applied labeled compounds in plants. II. Translocation from starved leaves. *Plant Physiol.* 38: 501-507.
5. Cook, J.A. and D. Boynton. 1952. Some factors affecting the absorption of urea by McIntosh apple leaves. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 59: 82-90.
- ✓ 6. Colby, S.R. 1967. Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicides combinations. *Weeds* 15 (1): 20-22.
- ✓ 7. Crafts, A.S. 1967. The chemistry and mode of action of herbicides. Interscience-pubishers, New York, 265 p.
8. Crowdy, S.H. 1963. Uptake and translocation of organic chemicals by higher plants. Univ. of Wis. Press, Madison. pp 231-238.
- ✓ 9. Currier, H.B. and C.D. Dybing. 1959. Foliar penetration of herbicides-review and present status. *Weeds* 7: 195-213.
- ✓ 10. Currier, H.B., E.R. Pickering and C.L. Foy. 1964. Relation of stomatal penetration to herbicidal effects using fluorescent dye as a tracer. *Weeds* 12 (4): 301-303.
11. Dorschner, K.P. and K.P. Bucholtz. 1956. Wetting ability of aqueous herbicidal sprays as a factor influencing stands of alfalfa seedlings. *Agron. J.* 48: 59-63.
12. Dow Chemical Company. 1971. Dowpon S With Dalawet, U.S.A., 11 p.

- ✓ 13. Dybing, C.D. and H.E. Currier 1961. Foliar penetration by chemicals. *Plant Physiol.* 36: 169-174.
- ✓ 14. Ebeling, W. 1939. The role of surface tension and contact angle in the performance of liquid sprays. *Hilgardia* 12 (11): 665-668.
15. Fogg, G.E. 1947. Quantitative studies on the wetting of leaves by water. *Proc. Royal Soc. (London) Series B*: 134: 503-522.
16. Foy, C.L. 1958. Studies on the absorption, distribution, and metabolism of 2,2-dichloropropionic acid in relation to phytotoxicity. Ph.D. Thesis, Univ. of California, Davis. ✓
- ✓ 17. Foy, C.L. 1964. Volatility and tracer studies with alkylamino-s-triazinas. *Weeds* 12: 103-106.
- ✓ 18. _____ and L.W. Smith. 1965. Surface tension lowering, wettability of paraffin and corn leaf surfaces, and herbicidal enhancement of dalapon by seven surfactants. *Weeds* 13: 15-19.
- ✓ 19. Freed, V.H. and M. Montgomery. 1958. The effect of surfactants on foliar absorption of 3-amino-1,2,4-triazole. *Weeds* 6: 386-389.
20. Gustafson, F.G. 1956. Absorption of Co^{60} by leaves of young plants and its translocation through the plant. *Am. J. Botan.* 43: 157-160.
21. Hassall, K.A. 1969. Pesticides; Physico-chemical factors. Vol. 2. *World Crop Protection*; C.R.C. Press, Cleveland. pp 39-49.
- ✓ 22. Hill, G.D. Jr., I.J. Belasco, and H.L. Ploeg. 1965. Influence of surfactants on the activity of diuron, linuron and bromacil as foliar sprays on weeds. *Weeds* 13: 103-106.
- ✓ 23. Hughes, R.E. and V.H. Freed. 1961. The role of surfactants in the foliar absorption of Indole-3-acetic acid (IAA). *Weeds* 9: 54-59.
- ✓ 24. Jansen, L.L., W.A. Gentner and W.C. Shaw. 1961. Effects of surfactants in the herbicidal activity of several herbicides in aqueous spray systems. *Weeds* 9: 381-405.
- ✓ 25. _____. 1964. Surfactant enhancement of herbicides entry. *Weeds* 12 (4): 251-255.
26. Kearney, P.C. and D.D. Kaufman, 1969. Degradation of herbicides. Marcel Dekker, Inc. New York. pp. 207-253.
- ✓ 27. Klingman, G.C. 1961. *Weed control: as a Science*. Ed. John Wiley and Sons, Inc. New York. pp. 81-91.

9. Leasure, J.K. 1963. Some techniques and results on quackgrass with C^{14} labeled 2,2-dichloropropionic acid, sodium salt with and without wetting agent. Dow Chemical Company. 10p.
29. Leonard, O.A. 1958. Studies on the absorption and translocation of 2,4-D in bean plants. *Hilgardia* 28 (5): 115-160.
- ✓ 30. Manikowich, A.M. 1953. Physicochemical properties of surfactants. *Ind. and Eng. Chem.* 45: 2759-2766.
- ✓ 31. McWhorter, C.G. 1963. Effects of surfactants concentration on Johnson-grass control with dalapon. *Weeds* 11: 83-86.
- ✓ 32. McWhorter, C.G. and T.J. Schaets. 1963. Effects of surfactants on the herbicidal activity of foliar sprays of diuron. *Weeds* 11: 265-269.
- ✓ 33. Morton, H.L. 1966. Influence of temperature and humidity on foliar absorption, translocation and metabolism of 2,4,5-T by Mesquite Seedlings. *Weeds* 14: 136-141.
34. Pallas, J.E., Jr. 1960. Effects of temperature and humidity on foliar absorption and translocation of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and benzoic acid. *Plant Physiol.* 35: 375-380.
- ✓ 35. Schweizer, E.E. and C.G. McWhorter. 1965. Surfactants: how they increase herbicide action. *Weeds trees and turf U.S.A.* pp 8-10.
- ✓ 36. Skoss, J.D. 1965. Structure and composition of plant cuticle in relation to environmental factors and permeability. *Botan. Gaz.* 117: 55-72.
- ✓ 37. Temple, R.E. and H.W. Hilton. 1963. The effect of surfactants on the water solubility of herbicides and the foliar phytotoxicity of surfactants. *Weeds* 11: 297-300.
38. Teubner, F.G., et al. 1957. Some factors affecting absorption and transport of foliar-applied nutrients as revealed by radioactive isotopes. *Mich. Agr. Exp. Sta. Quart. Bull.* 39: 398-415.
39. Van Overbeek, J. 1956. Absorption and translocation of plant regulators. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 7: 355-372.
40. Weaver, R.J. and H.R. de Rose 1946. Absorption and translocation of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid. *Botan. Gaz.* 107: 509-521.
41. Went, F.W. and M. Carter. 1944. Growth response of tomato plants to applied sucrose. *Am. J. Bot.* 35: 95-106.

F O R M U L A C I O N E S

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 mas importante aún, el costo del tratamiento.

Los herbicidas son aplicados casi siempre en forma líquida (pulverizaciones) ó solida, 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.

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 area 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 productores 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 importantes 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 LIQUIDAS

1. Soluciones

En este tipo de formulación el ingrediente activo puede ser fácilmente disuelto en agua ó en aceite (solventes orgánicos), formando una verdadera solución. Una solución es una mezcla homogénea formada al disolver una ó mas 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 $\frac{1}{4}$ 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 puede 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 secuestrantes 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 de-

sean 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.

2. 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 mas 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) adecuado 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.

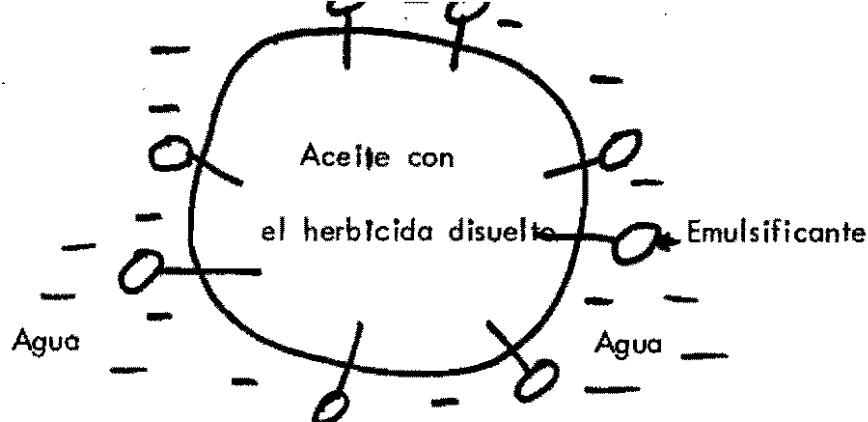


Fig. 1. Gota de aceite suspendida en agua para formar una emulsión. Las moléculas del surfactante actúan como un emulsificador ayudando a mantener la gota suspendida (impide la coalescencia de las gotas).

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 mas 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 aun cuando 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 fo-

llaje por la lluvia ó 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 períodos mas largos que estos. Sinembargo, debe tenerse en cuenta que la emulsión es una suspensión y como tal requiere alguna agitación para mantenerse líquida.

3. 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 contienen 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.

4. 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.

5. 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 des-

plazamiento del producto fuera de la zona deseada.

6. 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 SOLIDAS

1. 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 partículas 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

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

durante cierto período 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, sinembargo, 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.

2. Pellets

En esta formulación las partículas son mas grandes que los 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 VS. EQUIVALENTE ACIDO

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 varias razones la forma ácida puede ser cambiada a sal ó ester. En este caso la sal ó el ester 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 ester. Una molécula de 2,4-D ester 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 equivalente ácido. Para evitar esto, así como las diferencias en pesos moleculares de diferentes esteres, aminos, 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 de 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

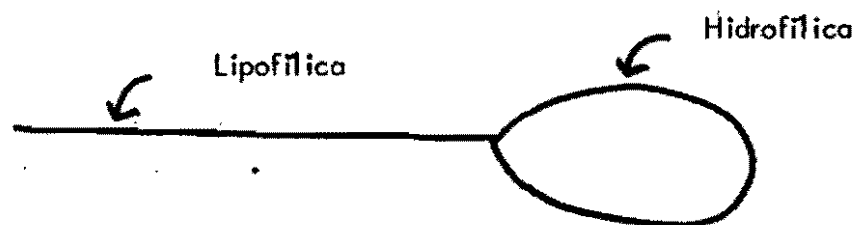
ADITIVOS

Aditivos pueden ser definidos como toda sustancia que al agregarla a una solución de herbicida favorece la actividad del ingrediente principal.

Entre las posibles razones para la adición de estos compuestos se incluyen: mejorar el mojado, reducir la evaporación, aumentar la penetración, mejorar la translocación, obtener una liberación lenta, ajustar el pH, aumentar la compatibilidad, reducir la deriva e inhibir el olor, además de producir ó suprimir la espuma.

SURFACTANTES

La palabra "surfactante" proviene de "agente que actúa sobre superficies" (surface, active, agents). Las moléculas de surfactantes tienen dos extremos que consisten de una porción lipofílica y una hidrofílica, tal como lo ilustra la figura siguiente:



La parte lipofílica está generalmente formada por hidrocarburos de cadena larga ó anillos del tipo del benceno con baja solubilidad en agua y alta en aceites. La parte hidrofílica tiene una gran afinidad por el agua.

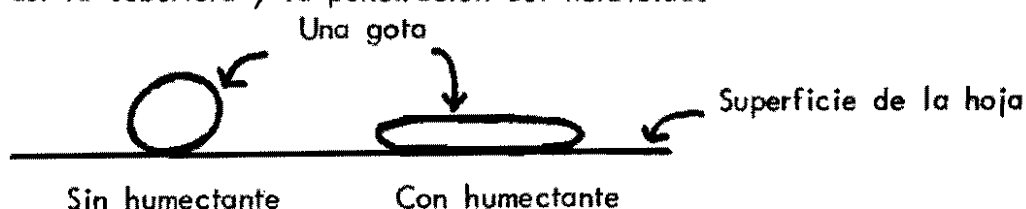
Las principales clases de surfactantes son aniónicos, catiónicos y no-iónicos. Esta descripción está basada en la estructura química de la porción hidrofílica de la molécula. Surfactantes aniónicos el agua dando una fracción hidrofílica cargada negativamente y los catiónicos ionizan dando una fracción hidrofílica positivamente cargada. Estos dos grupos pueden ser útiles para casos específicos, pero pueden reaccionar con impurezas en los líquidos a pulverizar, dando por ejemplo precipitados con aguas duras. Los surfactantes mas comúnmente usados en agricultura son los no-iónicos (aiónicos), fáciles de usar, no tóxicos y no son afectados por aguas duras.

A continuación se ilustra un ejemplo de cada tipo mencionado:

a)	Aniónicos	$C_{17}H_{35}$	$\begin{array}{c} O \\ || \\ C - \bar{O} Na^+ \end{array}$	Estearato de Sodio
b)	Catiónicos	$C_{16}H_{33}$	$N^+(CH_3)_3 Br^-$	Cetil trimetil Bromuro de Amonio
c)	No-iónicos	$C_{12}H_{25}$	$O(CH_2CH_2O)_{23}H$	Oxido polietilénico de alcohol laurílico

La porción lipofílica está a la izquierda de la línea punteada, la hidrofílica, a la derecha.

Un surfactante específico puede tener diferentes características: humectante, dispersante, emulsificante, detergente, etc. Algunos de ellos están directamente relacionados con productos comerciales. Humectantes son adicionados a los herbicidas con el propósito de extender las gotas sobre la superficie de las hojas, aumentando así la cobertura y la penetración del herbicida.



Todos los detalles de este proceso no se entienden claramente todavía. Se sabe sin embargo, que una máxima reducción de la tensión superficial puede ser obtenida con concentraciones de humectantes menores que 0.1 por ciento. Esto significa que un aumento en la proporción de humectante no resultará en un incremento en la expansión de la gota. Sin embargo, se ha observado también, que la absorción y efectividad de muchos herbicidas aumentan con la adición de humectantes por encima del 0.1 por ciento. Esto significa que hay otras formas en las cuales los surfactantes aumentan la absorción y actividad del herbicida, mas allá de la simple reducción de la tensión superficial. Es común encontrar un surfactante específico ideal para un herbicida, actuando en una especie determinada. Esto complica las recomendaciones sobre herbicidas que pueden ser

usados en un amplio rango de malezas. Como resultado, las recomendaciones generalmente incluyen unos pocos surfactantes conocidos que han demostrado aceptable comportamiento sobre amplio rango de herbicidas y especies. Detergentes domésticos son diseñados para usos completamente diferentes y generalmente son considerados de menor efectividad como aditivos para herbicidas.

Espuma: algunos surfactantes han sido diseñados para ser usados en la aplicación de herbicidas en forma de espuma. Son agregados a soluciones normales y luego pulverizados a través de boquillas generadoras de espuma. El principal propósito es la reducción de acarreo por el viento. Otras ventajas son: (1) la reducción de escurrimiento de la superficie foliar, (2) la prolongación del secado en las hojas y (3) la mejor ó mas precisa ubicación del herbicida. En este caso el surfactante actúa en la interfase agua-aire, en lugar de la interfase aceite-agua en que actúan los emulsificantes.

ACEITES

Los aceites han sido usados en aplicaciones herbicidas por varios años.

Pueden ser clasificados en tres categorías:

- a) Fitotóxicos No Selectivos: son aceites pesados con alto grado de insaturación (muchos de doble y triple enlaces), y su alto grado de insaturación hace que las moléculas sean fácilmente sulfonadas, proporcionando un bajo residuo no sulfonable, ó en otras palabras tienen un alto índice de sulfonación. Estos aceites son generalmente adicionados a herbicidas de acción rápida usados en carreteras, banquetas, canales, etc. Diesel-fuel (ACPM)

es un buen ejemplo.

b) Fitotóxicos Selectivos: generalmente no son aditivos puesto que pueden ser usados directamente sin mezclarlos con agua ó combinarlos con otros herbicidas. Son intermedios en viscosidad y en residuo no sulfonable. Son usados fundamentalmente para control de malezas latifoliadas en ciertos cultivos tales como en la familia umbelíferas (zanahorias, etc.). Especies de esta familia, resisten el efecto del aceite en las membranas, mientras que en las malezas estas son destruídas. Un ejemplo de esto es el solvente Stoddard.

c) Fitoblandos, Emulsiones aceite en agua: son aceites livianos casi saturados. Tienen un alto porcentaje de residuo no-sulfonable y pocos de doble y triple enlace disponibles para sulfonación. Estos aceites no son fitotóxicos por sí mismos pero son frecuentemente agregados a herbicidas que necesitan ayuda para penetrar en las hojas. Reciben varios nombres y su mayor uso ultimamente ha sido en mezclas con atrazina para aplicaciones postemergentes en maíz.

REDUCCION DE ACARREO

Cuando una solución se pulveriza al forzarla a través del orificio de las boquillas bajo presión, se forma un gran número de gotas extremadamente pequeñas. Estas gotas tan pequeñas pueden caerse fácilmente del área de aplicación aún con una brisa débil. Si el herbicida es bastante fitotóxico y la brisa bastante fuerte, ó si el número de gotas pequeñas es exagerado, se puede

causar serio daño a especies susceptibles que estén fuera de la zona de aplicación. Por esta razón se han desarrollado varios productos para reducir el número de gotas supremamente pequeñas y así reducir los riesgos de acarreo.

Los llamados "agentes particulantes" (particulating agents) han sido usados con éxito (Norbak). Sin embargo, la mayor parte de los reductores de acarreo usados actualmente son "espesadores" (thickeners). Los productos mas recientes tales como Vistik y Lo-Drift (de bajo acarreo) pueden ser simplemente agregados al tanque no requiriendo equipo especial para su aplicación. Este es un campo relativamente nuevo e indudablemente nuevos y mejores productos aparecerán en el mercado. Deben tomarse precauciones para evitar que el cambio producido en las características del líquido a pulverizar resulte en daño para el cultivo.

Laboratorio sobre formulación de herbicidas

Tiempo 1 hora

Precedido por una hora de clase teórica sobre formulaciones y surfactantes.

Ejercicios a ser llevados a cabo por los grupos

1. determine la solubilidad en agua y en un solvente orgánico común, de 4 productos (herbicidas) técnicos desconocidos.

Agregue 2 gramos de los polvos técnicos o 5 cc. de los líquidos técnicos a 25 c.c. de agua y a 25 c.c. de un solvente orgánico común.

Herbicida desconocido	soluble en agua	soluble en solvente orgánico	Debería ser formulado como solución Concentrado emuls. polvo mojable
1			
2			
3			

Confronte sus resultados con los instructores.

- 70 beakers
- 15 pipettes - 5 mL
- PALETS
- agua
- xilol

Cada grupo deberá formular lo siguiente:

1. trifluralin 400g/litro C.E. Muestra a preparar = 25 ml .

Materiales: trifluralin técnico 98% pureza

Cantidad requere

10.2 g

solvente

22.0 ml

emulsificante (Triton X-161)

3.0 ml

Disuelva la cantidad correcta de trifluralin técnico en el solvente orgánico.

Agregue unas gotas de agua y observe el resultado. Posteriormente agregue la cantidad correcta de emulsificante (Triton X-161). Ahora agregue nuevamente unas gotas de agua y observe los resultados.

Cálculos: 400 g por litro es equivalente a una solución del 40%.

Si tenemos que preparar una muestra de 25 ml, necesitaremos: $.40 \times 25 = 10$ g de trifluralin puro. La muestra que poseemos no es 100% pura sino, 98%, por lo tanto: $10 / .98 = 10.2$ gramos de 98% trifluralin técnico, serán necesarios para obtener una solución del 40%.

2. diuron

polvo mojable (PM)

Muestra a preparar = 25 g

Prepare un polvo mojable con 80% de ingrediente activo basado en herbicida técnico y 20% de material inerte

		<u>Cantidad necesaria</u>
Herbicida técnico	80%	_____
Material inerte		
1. transportador - Diluex-A o HiSil	10%	_____
2. Agente mojante (seco) Petro wpx	5%	_____
3. Agente dispersante Marasperse-N	5%	_____
4. porcentaje de impurezas del producto técnico	0%	_____

Coloque la muestra en el molino y mezcle por alrededor de 30 minutos

Cálculos: Peso de la muestra a preparar (25 g) x el porcentaje de ingrediente activo requerido (80) = peso de producto técnico.

Ejemplo: 25 g x .80 = peso de productor técnico.

3. dalapón sal sódica

75% ingrediente activo. Muestra a preparar = 25ml

Materiales: Sal sódica de dalapón (técnico) _____

Disuelva la cantidad adecuada de dalapón (técnico) en 24 ml de agua y agregue 1 ml de surfactant.

CONTROL DE MALEZAS EN CULTIVOS HORTICOLAS

En términos generales, la vegetación nativa de un área no es lo más eficiente desde el punto de vista de la obtención de alimentos. Cuando el hombre decide transformarla para su provecho, debe introducir cambios. Cuando lo que desea obtener es alimento para el ganado, puede ser suficiente una simple modificación, especialmente cuando trata de adaptarse a las condiciones ambientales, y no de adaptar el ambiente a sus propósitos. Cuando se introdujo el ganado vacuno en Uruguay y Argentina por ejemplo, no se modificó nada, las praderas eran naturales. En muchos casos, el tipo de explotación no justifica el uso de tecnología sofisticada.

En el otro extremo tenemos la producción hortícola donde el uso de las técnicas más sofisticadas es común.

Veamos algunas razones que justifican el uso de nuevas técnicas, especialmente referidas a control de malezas en cultivos hortícolas.

1. Excesiva selección por calidad, resistencia a enfermedades, etc. ha hecho que algunos cultivos sean completamente incompetitivos con respecto a su origen.
2. El porte del cultivo. Si pensamos en cultivos hortícolas, no son muchos los que crecen vigorosamente.
3. El alto valor del cultivo permite y/o exige el uso de tecnología moderna. Permite el riego que es caro porque en una lechuga se vende el 90% del agua, y se paga a buen precio.
4. Lenta germinación y crecimiento durante las primeras etapas.

Esto obliga a los productores de ciertas regiones a plantar mayor cantidad de semilla que la necesaria y luego ralea, o plantar mudas como el tomate, pimiento, berengena, cebolla, etc. que compiten más rápida y eficientemente, pero a alto costo de mantención de viveros.

5. Cultivos hortícolas por ser generalmente de alto valor concentran mano de obra y se vuelven dependientes de ella. El control de malezas ocupa la mayor parte de esa mano de obra. El principal problema se plantea cuando hay absoluta dependencia en la mano de obra y ésta es necesaria también para la cosecha en plantaciones. En tales casos aun cuando la mano de obra es más que suficiente, no está disponible cuando es más necesaria. Casos como éste pueden citarse por ejemplo en Brasil y San Salvador donde las cosechas de café y algodón respectivamente demandan toda la mano de obra disponible en un lapso determinado.
6. El control mecánico por medio de carpidas es tal vez aún el más usado en el mundo. Sin embargo, su precio está aumentando más allá del nivel económico aceptable, puede dañar el cultivo, plantea escasez de mano de obra, y favorece la introducción de enfermedades. Muchas veces las malezas son solamente transplantadas y especialmente cuando hay riego, vuelven a competir casi inmediatamente.

Cultivo en filas - Se hacen por falta de métodos adecuados de control de malezas y no porque no haya mejores espaciamientos o densidad de siembra. La utilización de herbicidas ha permitido cambiar los sistemas de siembra.

Por las razones mencionadas el agricultor ha tendido en los últimos años, a la combinación de métodos que le permitan un uso más eficiente de la mano de obra, un control más seguro y eficiente y menor daño para el cultivo.

Esto sin embargo no significa el desplazamiento de la mano de obra sino más bien el uso integrado de varias técnicas.

METODOLOGIA Y VENTAJAS DEL CONTROL DE MALEZAS

El investigador en control de malezas debe utilizar técnicas que se integren al sistema de producción del cultivo, empezando por las prácticas culturales desde que su labor comienza, aunque indirectamente, cuando se prepara la tierra por primera vez.

Debe entenderse que como para muchas otras situaciones, no hay método de control perfecto. El desmalezado manual por sí solo, está limitado en ciertos cultivos débiles, entre otras cosas, a estados del desarrollo en los cuales las malezas ya han ejercido competencia nociva. El desmalezado muy temprano en tales cultivos puede resultar en mayor daño que beneficio.

El uso de herbicidas selectivos por otra parte, deja especies tolerantes con el resultado de una predominancia total de tales especies luego de cierto número de años.

El uso de herbicidas como método de control ha revolucionado los rendimientos. Sin embargo, más que desplazar otros métodos, ha permitido un uso más apropiado de ellos.

Es sabido por ejemplo que el uso de herbicidas tienen fundamental influencia en los métodos de siembra así como en las densidades y espaciado a utilizar. Al igual que para muchos otros cultivos, el uso de filas obedece a un solo propósito: dejar un espacio razonable entre ellas para permitir el uso de herramientas para controlar malezas. Con el uso de herbicidas selectivos se han revolucionado los sistemas de siembra de algunos cultivos y hay una tendencia a favorecer el sistema de siembra al voleo, donde población / área es más importante. Cuando decimos que el uso de herbicida modifica los métodos de siembra nos referimos a casos como el tomate por ejemplo : su baja capacidad competitiva, entre otras cosas, lleva a usar mudas o trasplantes lo que resulta en un gran incremento en el costo de producción por el uso de tiempo y mano de obra así como la necesidad de solucionar una serie de problemas que se presentan en la producción de almácigos. La disponibilidad de herbicidas a los cuales el tomate es tolerante tales como diphenamida y ciertos carbamatos, etc. , aplicados en pre-siembra incorporados o pre-emergentes han permitido obviar la antigua práctica y la siembra directa con innumerables ventajas se hace posible.

La influencia en cantidad sembrada por hectárea, espaciado, y finalmente en poblaciones es también importante. Como se mencionó, muchos cultivos deben ser plantados en cantidades excesivas para obtener cierta capacidad competitiva a través de un mayor número de plantas.

Un control de malezas adecuado reduce el costo de semilla usada, así como el costo del raleo posterior que es necesario cuando se utiliza excesiva cantidad de semilla.

La aparición de mejores herbicidas pre-emergentes permitirá reducir la cantidad de semilla usada.

Una tendencia hacia reducción del espaciado y hacia poblaciones más altas ya es evidente en cultivos como maíz, soya, maíz y muchos cultivos hortícolas. El uso de fertilizantes también tiende a ser modificado.

La cantidad de fertilizante utilizado en cultivos hortícolas es considerable, especialmente en cultivo de raíces. El uso de métodos adecuados de control, tiende a reducir las cantidades utilizadas desde que solo se usa la cantidad necesaria para proveer al cultivo y no a la población de malezas. Las labores culturales representan alrededor de un 15% de los costos de producción de un cultivo. Al menos 50% de esto se utiliza para controlar malezas. Algunos cultivos son favorecidos por estas labores, otros sufren considerables pérdidas. El uso combinado de métodos químicos y mecánicos permiten reducir tales problemas. El control de malezas no debe intentarse por un solo medio a menos que haya uno solo disponible o que sea perfecto.

Se debe estudiar la integración de varias prácticas incluyendo la posibilidad de laboreo mínimo o cero.

USO DE HERBICIDAS

Problemas de desarrollo de nuevos productos - alto costo - No justificado para áreas pequeñas. La residualidad es otro factor importante especialmente cuando se hacen rotaciones cortas.

La mayor parte de los compuestos utilizados actualmente son el resultado de su uso inicial en otros cultivos y su posterior adaptación a cultivos herbícolos.

Algunos se desarrollaron cuando los costos eran inferiores. Igualmente el costo de desarrollo de un producto desde su descubrimiento a su venta es superior a los 10 millones de dólares en promedio.

Sin embargo la disponibilidad de productos en el mercado es suficientemente grande como para permitir el estudio de gran cantidad de posibilidades.

POSIBILIDADES

El estudio de distintas mezclas, métodos de aplicación etc., ofrecen nuevas posibilidades.

Por lo antedicho resulta evidente(y esto cuenta para todos los cultivos), que no podemos encarar el estudio de los métodos de control de malezas, como una cosa aislada. Debe ser parte de un esfuerzo integrado, de un equipo dedicado a establecer un sistema de cultivo y deberá participar en todas las etapas incluyendo las de selección. De poco vale seleccionar una variedad altamente productiva en una parcela experimental tratada con un herbicida que nunca podrá ser empleado en la producción comercial del cultivo por razones de costo o disponibilidad. En este caso tal vez estaremos seleccionando precisamente el material genético con menor habilidad competitiva.

Finalmente debemos tener en cuenta de que aún dentro de una disciplina como control de malezas, hay varios aspectos además de los del control que el investigador debe estudiar o conocer para que sus medidas sean basadas en datos firmes. El conocimiento del cultivo, períodos críticos de competencia, población de malezas y capacidad competitiva de ellas en los distintos períodos, son algunos de los factores que el investigador debe conocer al mismo tiempo que establece cuales son los mejores métodos a emplear.

Presentamos a continuación un ejemplo de una situación real, su análisis y los pasos tomados para el establecimiento de un sistema de control de malezas. Se trata de un cultivo de remolacha azucarera, lo que lo diferencia de muchos otros cultivos, especialmente por el extenso período vegetativo que implica la necesidad de métodos de control que cubran períodos más extensos.

El cultivo se realiza en filas y requiere raleo .

Etapas

1. Determinación de los períodos críticos de competencia. Períodos determinados I, II, III, IV.

I. Va desde la siembra al raleo

II . Desde el raleo hasta la última posibilidad de realizar labores mecánicas.

III. Última labor, hasta el "punto final" de las malezas.

+ "Punto final" es aquel luego del cual nueva emergencia no causa efecto en el cultivo aun cuando las condiciones de crecimiento sean favorables.

IV. Posterior al punto final, no requiere control

2) estudio de las malezas predominantes .

Malezas predominantes en el cultivo y su importancia durante los cuatro períodos de crecimiento.

Especie

Importancia +

	período I.	período II	Período III	Período IV
<u>Chenopodium album</u>				
<u>Echinochloa crusgalli</u>				
<u>Solanum sp.</u>				
<u>Amaranthus sp.</u>				

+ importancia es proporcional al área oscura.

Luego de esto ya han sido determinados cuales son los períodos críticos (I-III), cuales son las malezas más importantes y cual es su influencia en los diferentes períodos.

3. Métodos

Control mecánico, determinación de su efecto en el cultivo, tiempo de aplicación y frecuencia.

Control manual, estudio de disponibilidad en períodos críticos y costo. El estudio determinó que el costo y disponibilidad de mano de obra limitan su aplicación a una labor tarde en la estación para eliminar las malezas que escaparon a otros métodos aplicados previamente.

El control mecánico es efectivo en la entrefila cuando las malezas son muy pequeñas sin dañar significativamente el follaje.

Control químico.

El estudio de los herbicidas disponibles muestra que de 95 a 100% de las principales malezas pueden ser controladas a través de la estación sin dañar el cultivo. El uso de herbicidas en el período I permite el raleo mecánico.

La investigación muestra que Cycloate, phenmediphan trifluralin y EPTC pueden ser aplicados en diferentes períodos para complementar control. Finalmente el equipo encargado de la investigación desarrolla un esquema de control basado en los estudios previos en el cual se muestran todas las posibilidades y alternativas de control para los diferentes períodos. Como ejemplo indicamos la recomendación para el período crítico I.

Evaluación	Tratamiento	Evaluación	Tratamiento	Tratamiento	Tratamiento
Marzo I Determ. de la población de malezas esperada antes de la siembra	Marzo 10-30 Pre-plant.	Abril 10-15 Población de malezas luego de emergencia del cultivo	Abril 15 Pre-em temprana cultivo en cotiledón	Abril 22 Post-temprana cultivo 1 par hojas verdaderas	Mayo I Post- tardía cultivo dos p hojas verdaderas

Hoja ancha y
Echinochloa

Cycloate

10 latifoliadas
en 30 m de fila

→ 0

→ 0

→ 0

Más de 20/30 m
control menor 80%

→ 0

→

phenmediphan → 0

Más de 20/30 m
control más de 80%
síntomas de daño

→ 0

→ 0

phenmediphan

EJEMPLO DE CONTROL EN PERIODO I

REMOLACHA AZUCARERA

Bajo ningún punto de vista esto debe ser tomado como ejemplo rígido de un programa de control. El objetivo al mostrarlo es simplemente indicar la necesidad de un estudio de todos los factores : control de malezas no debe ser encara o como una disciplina en la cual probamos y aceptamos o descartamos métodos. Debemos estudiar todas las posibilidades. Esto nos permitirá encarar y resolver situaciones diversas. El conocimiento de alternativas permitirá también la substitución de técnicas cuando el factor económico lo determine.

RECOMENDACIONES GENERALES :

1. Variedades vigorosas resistentes a enfermedades.
2. Alelopatía ?
3. Rotación apropiada para cortar ciclos y favorecer uso de herbicidas
4. Identificación de especies más competitivas.
5. Determinación de períodos críticos de competencia
6. Identificación y estudio de métodos de control
7. Integración de los métodos disponibles adecuados a las posibilidades económicas.

Semilla limpia y de calidad

Buena preparación de la tierra

Combinación de métodos

ALGUNOS HERBICIDAS USADOS EN CULTIVOS HORTICOLAS

Aceites	Diallate	Paarlan
Amiben	Dymid	Prefar
Avadex	IPC - CIPC	Randox
Barban	Kerb	Tok
Balan	Linuron	Trifluralin
Choloroxuron	Nitrofen	Triallate
Dacihal	Paraquat	Vegadex
Dinoseb	Planavin	Etc.

ALGUNOS EJEMPLOS DE CONTROL QUIMICO

REMOLACHA (de mesa)

PRE	- Aceites Pyrazon Betanal (Phem each)	
POST	- NaCl 200 k/ha 2 - 3 hojas	
PSI	- EPTC - Cycloate (Ro-Neet)	Gramíneas

CRUCIFERAS: broccoli, repollos de bruselas, repollo, coliflor, etc.

PSI	- Trifluralin - Bensulide (Prefar)	
PRE	- Bensulide TOK (nitrofen)	
TRANSPL.	- Trifluralin - Nitralin	PSI
	- CDEC (vegadex) - DCPA (dacthal)	Después del Transplante

CUCURBITACEAS: melón, sandía, pepino

- PSI - Alanap
- PRE - Paraquat
- Bensulide - Prefar
- DCPA
- Amiben
- Vegadex
- Trifluralin (directed)
- Dinoseb (pepino) To.

torate:

triflural PSI 3 Lts / ha

Secon Pre y Post hasta 20 DDT
3 Lts / ha

metribusina →

Dacthal w 75 (depa) 10.5 Kila / ha

D y mid PRE : 6. Kila / ha - Elnu LO
+ 11 AK

(1.5 g / m²)

CONTROL DE MALEZAS EN CULTIVOS PERENNES

Lo más común en cultivos perennes como cacao, café, banano, palma africana y cítricos, es el control de malezas mecánico, manual y por medio de machetes ó guadañas. No encontraremos ningún problema con estos sistemas siempre y cuando se realicen los controles a tiempo. Inclusive, si el cultivo se encuentra sembrado en zonas pendientes, como en el caso del café en Colombia, el uso de herbicidas podría agravar la erosión a altos niveles perjudiciales al aplicarlos en forma indiscriminada. Además se incluyen la piña y la caña de azúcar como cultivos perennes y para ellos si se acostumbra el control químico, especialmente en el caso de la caña.

Como para cualquier otro cultivo, el procedimiento para llegar al mejor programa de control, consiste en enfocarlo en base al complejo de malezas presentes, tipo de suelo, equipos disponibles, costo de los productos, de mano de obra y pendiente del terreno. Además, para los cultivos perennes, hay que considerar la edad del cultivo y la época del año al hacer la recomendación; para árboles grandes y durante época seca el control resulta menos eficiente.

Cualquier programa de control de malezas que se escoja para huertos frutales puede incluir uno ó mas de los siguientes sistemas:

1. Tratamiento en tazas: consiste en controlar malezas con herbicidas exclusivamente en la zona del suelo que se ubica bajo la proyección del follaje de los árboles. Así se eliminan las labores manuales en dicho sector.
2. Tratamiento en bandas: la aplicación de herbicidas sobre una franja a cada lado del surco de los árboles en el mismo sentido del riego. Generalmente representa un tercio de la superficie total del huerto que se trata. Este sistema es recomendado para zonas onduladas y en estos casos se hace la aplicación en sentido perpendicular a la pendiente.
3. Tratamiento total: significa tratar toda la superficie del huerto. Con ellos se eliminan totalmente las labores mecánicas y manuales y se obtiene un sistema de control sin movimiento del suelo.

CITRICOS

En varias partes del mundo se acostumbra mantener una cobertura viva, ó cultivar el terreno de en medio los árboles con rastrillo, cada vez que sea necesario. Sin embargo, en los últimos años el uso de herbicidas residuales se ha incrementado bastante. Al comienzo parece que el costo del control químico resultaría prohibitivo, pero después de uno ó dos años de control basado en productos químicos, la invasión de malezas se reduce

notablemente, tanto que si no hay remoción del suelo, el número de aplicaciones requeridas por año es mínima.

En los viveros y para las plántulas recién transplantadas no existen muchos herbicidas selectivos. Entre los mas selectivos se tienen EPTC, DNBP, trifluralina, clorpro-fam, pero debido al corto control ofrecido por estas matamalezas, sería mas recomendable orientar el control con métodos mecánicos durante los primeros meses del cultivo.

Una vez establecido se emplean herbicidas residuales tales como diuron, fluometuron, bromacil y simazina en forma localizada por debajo de los árboles ó en forma total, cubriendo todo el área. Siempre la aplicación se hace en forma dirigida evitando contacto con las hojas y mojando la base del tronco no corre peligro el árbol. Se recomienda la rotación de herbicidas para prevenir acumulación de residuos de un solo producto en el suelo y para que no se presenten incrementos en las especies resistentes a un solo producto. Por ejemplo el uso continuo de diuron podría permitir un aumento en las especies Euphorbia spp. pero al rotar diuron con simazina, se elimina esta especie.

Por supuesto, se puede utilizar también los herbicidas postemergentes en cítricos, tales como dalapon, amitrol, MSMA, TCA, paraquat y glifosato. Se han reportado daños con dalapon si se lixivia en la zona de las raíces, pero en general ninguno de estos productos presentan problemas de fitotoxicidad por ser absorbidos por las raíces. A excepción del glifosato se pueden mezclar estos herbicidas postemergentes con los residuales ya mencionados y hacer una sola aplicación. El glifosato no es tan efectivo cuando se aplica en mezcla de tanque con los polvos mojables, por lo tanto es mejor aplicarlo solo y a los 3 a 7 días, hacer otra aplicación del producto residual.

CAFE (Coffea arabica)

En los viveros se puede utilizar bromuro de metilo sin riesgo a dañar el café haciendo la aplicación dos semanas previas a la siembra. Para las plantas jóvenes en el campo, se recomienda la aplicación dirigida de paraquat con pantalla. El glifosato está siendo probado en este sistema y es promisorio.

El programa de control de malezas en cafetales que se llegue a establecer puede ser basado en los herbicidas simazina, ametrina, diuron, alaclor, fluometuron, paraquat dalapon, amitro y 2,4-D amina. Las gramíneas perennes se controlan mejor al aplicar dalapon en forma fraccionada ó siguiendo la primera aplicación con una de paraquat a los 10 a 14 días después. No se debe aplicar más de 8 kg/ha de dalapon, sobre todo en cultivos jóvenes, porque podría ocasionar daño. Obviamente los productos de actividad postemergente no deben entrar en contacto con los tejidos vivos del follaje. El glifosato está registrado para ser aplicado en café en Costa Rica y es otro producto que se puede tener en cuenta, especialmente para problemas de gramíneas y malezas perennes. El bromacil es altamente tóxico para café. En Guatemala se han utilizado las ovejas para obtener control biológico en los cafetales.

CACAO (Theobroma cacao)

Igual a todas las plantas, el cacao sufre mucho por la competencia inicial de las malezas. Tanto los árboles jóvenes como los establecidos se pueden limpiar por medio de paraquat en aplicaciones dirigidas con pantalla sin tocar los tejidos vivos.

La selectividad de los herbicidas residuales depende de la dosis, la época de aplicación, el tipo de suelo y la edad del cacaotal. Por lo tanto, un mismo producto se reporta como selectivo en un país y como tóxico en otro. Entre los recomendados se encuentran diuron, simazina, atrazina, 2,4-D amina, dalapon y MSMA. El amitrol parece ser demasiado tóxico. Una vez que haya sombra completa sobre la superficie del suelo, la maleza deja de ser un factor de importancia.

El cacao es susceptible a las enfermedades Armillaria mellea y Fomes lignosus y resulta mejor matar los árboles infectados antes de arrancarlos y sembrar de nuevo. Se ha logrado la muerte de árboles adultos con aplicaciones al 0.3% de 2,4,5-T en agua a un anillo hecho en la corteza por todo el rededor del árbol.

PALMA AFRICANA (Elaeis guineensis)

La Palma africana es uno de los pocos cultivos perennes en que se acostumbra mantener una buena cobertura verde con el uso de leguminosas forrajeras. Las mas comunes son: Pueraria, Calapogonium y Centrosema. Durante la fase de establecimiento de la leguminosa no se recomienda el uso de herbicidas puesto que no tenemos récord de selectividad suficiente para los productos conocidos hasta el momento. Se podría dejar que crezca la maleza a unos 25 a 50 cm, luego aplicar paraquat y sembrar al día siguiente para así obtener un efecto de mulch por la maleza muerta, lo cual ayudaría a controlar futuras generaciones de maleza provenientes de semillas.

Las palmeras jóvenes podrían ser pastoreados con cuidado ó mantenidas limpias por medios manuales y mecánicos. El paraquat es selectivo al aplicarlo hacia la base de la planta. Para las palmas establecidas las mismas triazinas y úreas (atrazina, simazina y diuron) tienen selectividad y se los recomienda en los sitios en que se quiere mantener limpio de malezas pero no en las áreas de la leguminosa.

Cuando hay malezas presentes al momento de la aplicación, se agrega al tanque paraquat, dalapon, amitrol ó MSMA. El dalapon es poco selectivo en palmas jóvenes y se lo debe usar con cuidado.

Un problema especial en Palma Africana es la presencia de malezas en la unión de los peciolos cortados con el tronco. Este tipo de maleza se denomina "epífitos" y se pueden controlar con 2,4-D ó 2,4-D + 2,4,5-T, paraquat, glifosato y ametrina + MSMA + surfactante.

A veces es necesario eliminar plantas enfermas: inyecciones de arsenito de sodio dan buenos resultados para este fin en dosis de 50 a 150 g/árbol. El diquat y paraquat

(20 g/palma) también han sido reportados como efectivos al inyectarlos. En Colombia, mezclas de endotal más dicamba han dado excelente control de cocos que han sido afectados por el anillo rojo y probablemente sería bueno para matar ejemplares enfermos de Palma Africana.

BANANO (Musa spp.)

El banano es un cultivo producido casi siempre en plantaciones grandes en los cuales se emplean las más modernas técnicas de producción. Por lo tanto se observa un elevado porcentaje del área con buenos sistemas de control de malezas. Además, se ha ido reduciendo la distancia entre plantas, cambio que resulta favorable para aumentar la capacidad competitiva del cultivo con las malezas. Generalmente se observan sistemas basados en la integración de control mecánico con métodos químicos.

Existen varios herbicidas preemergentes selectivos para banano: atrazina, diuron, linuron, ametrina y simazina. En suelos livianos pueden presentarse síntomas de clorosis en las hojas bajas pero rara vez se observan efectos en el rendimiento final. Los mismos productos de contacto ya mencionados (paraquat, diquat, dalapon, amitrol y MSM) pueden ser empleados solos o en mezcla con algún producto residual. El glifosato parece muy promisorio pero se debe evitar contacto con las hojas y el tronco verde.

Las malezas en los bananales se han denominado huéspedes de nemátodos parásitos en banano (5). La Commelina sp. fue encontrada en Puerto Rico como huésped de un virus de banano y del nemátodo Rotylenchulus (3), mostrando la importancia de mantener lo más limpio posible los bananales.

Los bananos enfermos pueden ser eliminados con inyecciones de 2,4-D + dicamba; picloram + 2,4-D o glifosato; éste último tiene la ventaja de no dejar residuos en el suelo.

CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum officinale)

La caña de azúcar es otro cultivo producido actualmente con la utilización de la tecnología y con el uso de herbicidas en varios países se ha alcanzado el 80% o más del hectareaje sembrado con caña, para producir azúcar (gran parte de la caña producida para panela no recibe el mismo cuidado, seguramente por ser menos rentable el producto final). Hasta el momento que logra formar una sombra completa, es bastante afectado por la competencia de las malezas y algunas como la Ipomoea spp. y Rottboellia exalt pueden presentar problemas durante todo el ciclo.

Aunque depende de la variedad, la densidad de siembra y varios factores ambientales, por lo general la caña demora de 3½ a 4½ meses en formar sombra total. Para lograr un buen control de malezas durante tanto tiempo, hay que integrar el control químico con el mecánico o el manual. En algunas partes del mundo, la caña de azúcar se siembra en asociación con cultivos de ciclo corto (Phaseolus, Glicine). Esto se hace con

fin de cubrir el terreno con la vegetación deseable durante los estados iniciales de desarrollo de la caña de azúcar.

Los herbicidas tradicionalmente empleados en este cultivo han sido: diuron, atrazina, linuron, alaclor, fluometuron, simazina, ametrina, dalapon, 2,4-D (pre y post) y TCA. Mas recientemente se ha usado el oxadiazon, picloram + 2,4-D, terbutiuron y otros productos nuevos han sido investigados en caña con buenos resultados. Frecuentemente se observa el problema de que las especies resistentes a ciertos herbicidas se aumentan como es el caso de las Euphorbia spp. a los úreas substituídos. La solución dada será cambiar el herbicida de un semestre a otro ó usar mezclas de grupos químicos diferentes.

A menudo se hace la aplicación de los productos residuales en el estado de postemergencia temprana de las malezas, agregando 2,4-D y surfactante a la solución. El dalapon y asulam son los mejores para problemas de gramíneas perennes (Sorghum halepense) y se recomienda aplicarlos en forma dirigida. El dalapon actúa mejor fraccionando la aplicación en dos, con una diferencia de tiempo de 10 a 14 días entre cada una.

Los uraciles (bromacil, terbacil) han sido ensayados en varios países con resultados irregulares debido a su selectividad deficiente. Aparentemente hay que complica la situación con este grupo de herbicidas.

PIÑA (Ananas comosus)

La piña es un cultivo interesante ya que una vez establecido, dificulta las labores manuales y mecánicas debido a su morfología y hábito de crecimiento. Por lo tanto, se debe establecer el cultivo lo más libre de malezas posible. En Hawaii, EEUU, se acostumbra el control cultural por medio de un plástico negro que se coloca a todo lo largo de cada surco, dejando las calles abiertas. Así se obtiene control casi completo por tres años que dura cada siembra. Debido a su alto costo se han ensayado otros materiales pero ninguno tiene igual vida que el plástico.

Los productos simazina, atrazina y diuron son los mas selectivos para piña. En suelos livianos y en áreas de alta precipitación pueden ocurrir daños en las hojas inferiores sobre todo con diuron. Para todos los productos se recomienda hacer la aplicación post-transplante en forma dirigida. La piña es muy susceptible al paraquat y su uso debe limitarse y hacerse con pantalla.

Tampoco se recomienda el uso a gran escala de dalapon por la misma razón y parece que bromacil y terbacil son selectivos y en Hawaii aplican hasta 5 kg/ha. En Brasil, se recomienda el alaclor y el fluometuron en preemergencia.

BIBLIOGRAFIA

1. ALVES, A. 1974. Uso de herbicidas en caña de azúcar. Boletín Técnico No. 83. Departamento de Orientación Técnico, División Fitotécnica, ELANCO, Brasil. 20 p.
2. FOSTER, R. y A. ALVES. 1973. Uso de herbicidas na agricultura. A Granja 29: 13 - 28. Brasil.
3. KASASIAN, L. 1971. Weed Control in the Tropics. Leonard Hill Books, London, England. 307 p.
4. KOGAN, M., S. LAZEN, C. FERNANDEZ. 1973. Principios de Control Químico de Malezas en Huertos Frutales". Boletín de la Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Santiago de Chile, 74 p.
5. PEREZ, L. 1974. Las malezas como huéspedes de nemátodos parásitos de banano en la zona de Urabá. Revista COMALFI 1: 185 - 187. Colombia.

CONTROL DE MALEZAS EN ARROZ DE RIEGO

El arroz de riego es uno de los cultivos que ha alcanzado un alto grado de tecnología; sirve no solo de base económica para muchos países sino que también es un elemento necesario en la dieta de grandes poblaciones tropicales. Uno de los componentes del paquete tecnológico es el relativo al control de malas hierbas las cuales pueden afectar seriamente los rendimientos tal como lo han demostrado muchos investigadores. Dadas las características de la planta, el problema de malezas, especialmente gramíneas y cyperáceas, alcanza grandes magnitudes en muchas zonas arroceras.

En forma clásica, el control de malezas se ha reunido en grandes grupos a saber: manual, mecánico, cultural, químico, integrado (que incluye los anteriores o parte de ellos) y el biológico. Dependiendo del tipo de cultivo, de la extensión de las condiciones locales, cada uno de los métodos adquiere una importancia especial. A continuación se presentará una sucinta revisión de cada uno de ellos.

Control Manual y Mecánico

Como su nombre lo indica es aquel tipo de control que se efectúa en forma manual o por medio de implementos de poca eficiencia accionados por fuerza humana o animal. Es un método que se caracteriza por su alta selectividad en cuanto se seleccionan las plantas indeseables con un riesgo mínimo hacia el cultivo. Su empleo está generalmente limitado a pequeñas áreas, con mano de obra relativamente barata o a lotes de selección de líneas de arroz o de aumento donde la presencia de materiales indeseables puede considerarse como malezas. El sistema de siembra al "voleo" limita el empleo de métodos manuales o mecánicos y aún la siembra en hileras sólo permitiría su uso en los primeros estados dada la corta distancia entre ellas. Otras limitaciones serían las condiciones ambientales desfavorables que no permitirían emplear implementos y la carencia de acción residual.

Dentro del avance tecnológico de control de malezas, el método manual o manual mecánico es muy antiguo comparado con formas más recientes, tal como la mecánica propiamente dicha que utiliza herramientas eficientes accionadas por motores.

Control Cultural

Es aquel en el cual se aplican de una manera sistemática ciertas prácticas agronómicas que conducen a crear ambientes poco adecuados para las malezas que simultáneamente benefician al cultivo. El arroz es quizás el más típico ejemplo de planta donde se pueden aplicar prácticas culturales. Así por ejemplo, el agua que normalmente ha de permanecer durante mucho tiempo del ciclo vegetativo contribuye a controlar malezas. Tan importante es utilizar la lámina de agua como manejarla en forma adecuada, es decir colocándola en el momento oportuno y manteniéndola por el tiempo necesario. Algunas malezas logran escapar a este tipo de control bien porque se adaptan a él o porque son acuáticas o semiacuáticas. Por esta razón un programa de control de malezas implica el conocimiento de las especies reinantes en la zona, con el fin de enfocar en forma adecuada el método a seguir.

La preparación del suelo bajo agua o "fangueo" además de facilitar la micronivelación de los terrenos crea un ambiente poco adecuado para algunas especies. Por otra parte, el uso de semilla pregerminada ofrece una ventaja en tiempo sobre las malezas en cuanto las plantas de arroz se instalan más rápidamente que por el sistema convencional de sembrar, tapar y regar. Así mismo, el sistema de transplante de arroz, a pesar de que demanda mucha mano de obra, facilita el control cultural de malezas por cuanto la lámina de agua que se coloca y permanece después de la preparación mecánica del suelo, impide la aparición de malezas exceptuando las acuáticas. Este sistema está muy extendido en el Asia y en algunos países Latinoamericanos.

Otro aspecto de control cultural es el uso de fertilizantes que se aplican teniendo en cuenta las necesidades de nutrimentos del cultivo pero que a su vez las malezas las pueden aprovechar con igual efectividad y se espera

- que bajo condiciones de malos controles de malezas, el N aumentaría la infestación de las mismas. Todo lo anterior es para enfatizar que las prácticas culturales no se deben mirar en forma aislada sino dentro de las etapas de producción del cultivo.

Utilizar la densidad recomendada para la variedad y la zona es algo bien importante como práctica cultural. Aunque con 16 plantas/m² se podrían obtener buenos rendimientos, teniendo en cuenta la capacidad de macollamiento, una densidad así facilitaría la aparición y desarrollo de malezas por la gran cantidad de espacio disponible entre las plantas. De igual manera se recomienda usar variedades que se adapten a la zona y especialmente variedades mejoradas que aunque poseen resistencia a patógenos, insectos, volcamiento, etc., casi siempre tienen porte bajo que los hace más susceptibles a la competencia por las malezas. De aquí se desprende la importancia de darle al cultivo todas las condiciones necesarias para que desarrolle su potencial genético que le fue incorporado.

Finalmente, el control cultural comprende también una buena preparación del terreno para facilitar una germinación rápida y uniforme, usar semilla libre de malezas, hacer rotación con cultivos de secano con el objeto de eliminar malezas muy adaptadas al habitat del arroz y emplear el sistema de siembra, que dentro del marco económico, facilite mejor el control de malas hierbas.

Control Químico

La etapa más avanzada en el proceso de la lucha contra malezas es el empleo de compuestos químicos que las eliminan pero no lesionen al cultivo o lo hagan en forma leve. El buen empleo de herbicidas presupone el conocimiento de las especies dominantes, las dosis y épocas adecuadas de aplicación. Evidentemente el factor de costos se debe tener en cuenta para la toma de decisión.

Desde la síntesis del primer herbicida hasta nuestros días se han realizado muchas investigaciones con productos de diversa naturaleza química, se

han estudiado sus dosis, formulaciones, épocas de aplicación, susceptibilidad de malezas, etc. Por esta razón, al revisar la literatura al respecto se encuentran muchos productos que se pueden utilizar en el control de malezas en arroz. Algunos de esos productos son: 2,4-D, 2,4,5-T, MCPA, nitrofen, butaclor, oxadiazon, bifenox, bentiocarbo, molinate, fluorodifen, potasium azide, alaclor, propanil, DNBP, etc. Muchos de estos productos son selectivos según el sistema de siembra de arroz que se elija o incluso según sea la formulación. Así por ejemplo, el sistema de siembra arroz pregerminado limita el uso de muchos productos que bajo otras condiciones serían selectivos; de igual manera las formulaciones granuladas son muy frecuentes en arroz de transplante con productos que de ser utilizados en campos sembrados con semilla causarían mucho daño o muerte del cultivo.

Arroz
En la ~~Tabla~~ *Arroz* 1 aparecen las recomendaciones dadas para arroz de siembra directa y en la ~~Tabla~~ *Arroz* 2, las recomendaciones para arroz de transplante.

Tabla 1. Recomendaciones para arroz de siembra directa.

HERBICIDA	DOSIS (kg/ha)	Epoca de aplicación	NOTAS
1. butaclor	2.5 - 3.0	PRE - tar ^①	4 a 7 días después de sem.
2. bentiocarbo	3 - 4	PRE - tar	4 a 7 días después de sem.
3. fluorodifen	4 - 5	PRE - tar	4 a 7 días después de sem.
4. propanil	3.5	Post.	Malezas de 2 a 3 hojas
5. propanil	4.3	Post. -tar	Malezas de 3 a 5 hojas
6. 2,4-D amina	0.5 - 0.75	Post.	En arroz macollando
7. MCPA	0.5 - 0.75	Post.	En arroz macollando
8. 2,4,5-T	0.5 - 0.75	Post.	
9. oxadiazon	1	PRE - tar	
10. bifenox	1.5 - 2	PRE - tar	
11. propanil + butaclor	1/2 D ^②	Post.	Malezas de 2 a 3 hojas;
o bentiocarbo	"	"	mezcla de tanque.
o bifenox	"	"	
o fluorodifen	"	"	

① Preemergencia tardía.

② La mitad de la dosis de cada producto aplicado solo.

Tabla 2. Algunas recomendaciones para arroz de transplante.

HERBICIDA	DOSIS	EPOCA
	(kgia/ha)	
1. nitrofen (G) + MCPA	2 0.8	3 DDT * 22 DDT
2. trifluralina + MCPA (G)	0.7 0.4	3 DDT 3 DDT
3. EPTC + MCPA (G)	1.75 + 0.7	4 - 5 DDT
4. butaclor (G)	1.0	4 DDT
5. bentiocarbo (G)	3.0	4 DDT
6. S-2846	1.5	4 DDT
7. propanil	3.5	Post. Malezas 2 - 3 Hojas

* Días después de Transplante.

Para el arroz de transplante se debe tener en cuenta la necesidad de controlar las malezas en el almácigo, lo cual se puede lograr con una aplicación de propanil.

Otros productos bajo experimentación son:

Penoxalina, efectivo contra gramíneas; perfluidon, contra gramíneas y cyperaceas, y el bentazon efectivo contra cyperaceas y commelina y el S-2846.

Control Biológico

El control biológico de malezas no se ha generalizado por varias razones, entre ellas por la similitud del cultivo y las malezas. No ocurre lo mismo en el control biológico de plagas donde se han encontrado muy buenas soluciones a problemas específicos. El caso más frecuente de control biológico es el de Eichhornia crassipes en canales y lagunas.

B I B L I O G R A F I A

1. DE DATTA, S. K. 1972. Chemical weed control in tropical rice in Asia. Pans 18 (4): 433-440.
2. DOLL, J. Control de Malezas en cultivos de clima cálido. Mimeografiado, CIAT. 1975. 11 p.
3. ICA. Control de Malezas en arroz de riego, Hoja divulgativa No. 038. Programa de Fisiología Vegetal. 1971. 4 p. Bogotá.
4. IRRI. 1972. IRRI Annual Report, Los Baños, The Philippines. 92-95 p.
5. MATSUNAKA, S. High yield rice cultivation and the use of pesticides. Japan Pesticide Information 5: 18-23.

GUIA PARA CONTROLAR ARBUSTOS EN POTREROS¹

Entre los problemas mas grandes que limitan el desarrollo ganadero en el trópico bajo se encuentra el de las malezas. Se sabe que las malas hierbas pueden causar perjuicios tales como: competencia con las especies forrajeras, envenenamiento de los animales por especies tóxicas, daños físicos a los animales por malezas irritantes ó espinosas y la transferencia de mal sabor a la leche por hierbas de olores fuertes.

Hasta el momento, la mayoría de las actividades para combatir los arbustos en los potreros ha sido por medio de métodos manuales y mecánicos. Dichos métodos realizados oportunamente ayudan a mantener los arbustos de tamaño que no causen serias pérdidas. Existe también un número creciente de ganaderos que usan métodos químicos, es decir, los matamalezas para controlar sus problemas de arbustos.

El éxito de una aplicación química depende de muchos factores entre los cuales podemos mencionar: (1) el reconocimiento de las especies, (2) la selección del producto apropiado para estas especies, (3) la adecuada calibración de la aspersora, (4) el uso de la dosis recomendada, (5) las condiciones ambientales antes y después de la aplicación y (6) el sistema de aplicación. En el presente artículo se tratarán los dos primeros puntos que se deben tener en cuenta para asegurar éxito en el control químico de los arbustos.

¹ Preparado por J. Doll, P. Argel y W. Piedrahíta, personal de Control de Malezas, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, A. A. 6713, Agosto de 1974.

Especies mas comunes:

Es indispensable identificar las malezas antes de hacer cualquier recomendación, lo contrario es causa de pérdida en tiempo y dinero. Por ejemplo, si la maleza mas común es el *Amaranthus spinosus* (bledo espinoso) y se recomienda un Tordon 101, sería como matar una mosca con una escopeta; es decir, que el Tordon 101 es muy fuerte para el bledo el cual es muy susceptible a un 2,4-D ester. Asimismo, si se aplica el 2,4-D al *Pithecolobium lanceolatum* (espino) sería una pérdida de dinero puesto que el control va a ser deficiente. Si existen malezas que no se conocen, se puede consultar el manual "Algunas Malezas Comunes en Potreros Tropicales" del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, ó enviar muestras de las especies desconocidas a un extensionista ó agrónomo de asistencia técnica para su identificación exacta.

A continuación se presentan treinta y cinco de las especies mas comunes con su respectivo nombre vulgar (Tabla 1).

Tabla 1. Treinta y cinco malezas de hoja ancha comunes en los potreros tropicales (Costa Atlántica de Colombia).

No. de especie	Nombre Científico	Nombre Común
1.	<u>Acacia farnesiana</u>	corona de Cristo
2.	<u>Adenaria floribunda</u>	guayabito
3.	<u>Ahouai nitida</u>	cordón de Fraile
4.	<u>Amaranthus spinosus</u>	bledo espinoso
5.	<u>Ayamandra catartica</u>	lechosa, horqueta
6.	<u>Bactris minor</u>	lata
7.	<u>Bauhinia pauletia</u>	pata de vaca
8.	<u>Casearia aculeata</u>	limoncillo
9.	<u>Casearia javiense</u>	varablanca
10.	<u>Cassia occidentalis</u>	bicho, chilinchil
11.	<u>Cassia tora</u>	bicho
12.	<u>Chomelia spinosa</u>	fruta de pavo

No. de especie	Nombre Científico	Nombre Común
13.	<u>Cnidoculus urens</u>	pringamosa
14.	<u>Combretum fruticosum</u>	peinecillo
15.	<u>Cordia collococa</u>	muñeco
16.	<u>Eupatorium odoratum</u>	balsilla, rosa vieja
17.	<u>Heliconia bihai</u>	tacana, bihao
18.	<u>Humboldtiella arborea</u>	bálsamo macho
19.	<u>Hyptis suaveolens</u>	alcanforada
20.	<u>Julocroton argenteus</u>	cotarrera
21.	<u>Malachra alceifolia</u>	malva
22.	<u>Mimosa pigra</u>	zarza
23.	<u>Myrospermum frutescens</u>	bálsamo
24.	<u>Paullinia macrophylla</u>	raíz de la China
25.	<u>Piper marginatum</u>	Sta. María
26.	<u>Pithecolobium spp.</u>	espino, pico de loro
27.	<u>Randia aculeata</u>	cruceto
28.	<u>Rauvolfia spp.</u>	solita, venenito
29.	<u>Scheelea butyraceae</u>	palma de vino
30.	<u>Sida spp.</u>	escobillas
31.	<u>Solanum spp.</u>	lavaplatos
32.	<u>Steiractinia cornioides</u>	toioya
33.	<u>Tetracera spp.</u>	Martín Moreno
34.	<u>Vernonia patens</u>	salvi6n
35.	(No identificado)	arrayán

Cómo hacer la recomendación:

Como ya se ha mencionado, se deben reconocer las especies antes de intentar recomendar cualquier herbicida. Los siguientes pasos son los apropiados para determinar el producto (o los productos) mas aconsejables.

1. Usando los nombres vulgares y/o científicos, determinar el número de identificación de las especies presentes en el potrero (Tabla 1).
Por ejemplo, si las especies predominantes son el bleado, peinecillo y malva, los números son 4, 14 y 21.
2. Buscar el producto recomendado para cada especie según el número

de identificación (Tabla 2). Se debe tener en cuenta que se puede hacer la aplicación al follaje ó al tocón.

3. Recomendar el producto y la forma de aplicar mas indicados. Este es el momento de evaluar a fondo la situación. Los siguientes ejemplos muestran la manera de llegar a la mejor recomendación para cada potrero presentado.

A continuación se dan algunos ejemplos de cómo llegar a la recomendación. Se observa que la recomendación debe hacerse para cada potrero, conforme con el panorama de malezas existentes.

Potrero 1. Lo más fácil es preparar un cuadro así:

Malezas predominantes	Número correspondiente en la Tabla 1	Recomendación (Tabla 2)	
		Producto	Sistema
bledo	4	2,4-D ester	Follaje
bicho	10	2,4-D ester	Follaje
balsilla	16	2,4-D ester	Follaje
salvion	34	2,4-D ester	Follaje

Recomendación: una aplicación foliar cuando las malezas están en período activo de crecimiento

Tabla 2. Herbicidas recomendados para controlar las 35 malezas comunes en potreros

(Tabla 1). La "x" indica la recomendación.

# en Tab. 1	APLICACION AL:								Sin in- formación
	FOLLAJE					TOCON			
	2,4-D* ester	2,4,5-T* D + T D + T + DP	Tordon 101	Banvel D	Resis- tente a todos	ACPM	2,4,5-T* en ACPM	D+T* 6 D+T+DP* en ACPM	
1			x				x		
2									x(F)
3									x(F)
4	x								
5									x(F)
6						x			
7			x						
8							x	x	x(F)
9			x						
10	x								
11	x								
12							x	x	
13	x								
14			x						
15				x				x	
16	x								
17					x				
18			x				x	x	
19	x								
20		x							
21		x							
22	x								
23			x				x	x	
24		x							
25							x		
26			x						
27					x				x(F)
28									x(F)
29						x			
30									
31		x							
32	x								
33					x				
34	x								
35							x	x	

* Los nombres comerciales se presentan en la Tabla 3

Potrero 2. Aquí se tienen:

Malezas predominantes	# correspondiente en la Tabla 1	Recomendación (Tabla 2)	
		Producto	Sistema
bledo	4	2,4-D ester	Follaje
bicho	10	2,4-D ester	Follaje
balsilla	16	2,4-D ester	Follaje
espino	26	Tordon 101	Follaje

Recomendación: aplicar un 2,4-D ester al bledo, bicho y balsilla y volver a aplicar Tordon 101 al espino. (Aplicar 2,4-D al espino no dará buen resultado y aplicar Tordon 101 a las otras especies no será económico).

Potrero 3. Ahora se presenta problema con:

Malezas predominantes	# correspondiente en la Tabla 1	Recomendación (Tabla 2)	
		Producto	Sistema
bálsamo	23	Tordon 101	Follaje
raíz de la china	24	2,4,5-T 6 la mezcla	Follaje
pata de vaca	7	Tordon 101	Follaje
espino	26	Tordon 101	Follaje

Recomendación: Tordon 101 a todas las especies en la época de invierno. (Puesto que el Tordon 101 también controla raíz de la china, es mas sencillo aplicar el mismo producto a todas

Tabla 3. Nombres Técnicos y comerciales de varios productos utilizados en control de malezas de hoja ancha en potreros¹.

Nombre Técnico	Nombres Comerciales	Concentración (g/L)
2,4-D ester	Anikil 4	360
	Creditario	400
	Esteron 10-10	480
	Esteron 47	400
	Matamaleza 40	400
2,4,5-T	Anikil 5	360
	Esteron T 3.34	400
	Fedearroz 500	400
	Herbierroz A.V.	400
	Matamaleza 50	400
	Tormona 3.34	400
2,4-D + 2,4,5-T	Anikil 45	240 + 360
	Esteron 50:25	240 + 120
	Esteron 50:50	240 + 240
	Hierbatox 2:1	240 + 120
	Hierbatox 2:2	240 + 240
	Mata-Arbustos Creditario	240 + 120
	Mata-Arbustos 50:25	240 + 120
	Mata-Arbustos 50:50	240 + 240
2,4-D + 2,4,5-T + 2,4-DP	Weed Be Gone 2:1	240 + 120
	Weed Be Gone 55	290 + 145 + 10
dicamba + 2,4-D	Banvel-D	88 + 352
picloram + 2,4-D	Tordon 101	64 + 240
	Tordon 472	22.5 + 360

¹ Esta es una lista parcial y el uso de los nombres comerciales no constituye una recomendación de los productos mencionados.

las especies presentes. El menor costo de un 2,4,5-T
6 una mezcla de 2,4-D + 2,4,5-T no pagaría una segunda
aplicación a la raíz de la china a menos que la población
sea muy alta.

Potrero 4. El siguiente es un caso mas difícil:

Malezas predominantes	# correspon- diente en la Tabla 1	Recomendación (Tabla 2) Producto Sistema
bálsamo	18, 23	Tordon 101 ó 2,4,5-T en ACPM Follaje Tocón
fruta de pavo	12	2,4,5-T Tocón
cruceto	27	Resistente a la aplicación foliar y sin información al tocón

Recomendación: aplicar al tocón una mezcla de 2,4,5-T en ACPM en forma
general al bálsamo y fruta de pavo y a modo de ensayo al
cruceto. Si a los 30 ó 45 días no hay rebrote en el cruceto,
continuar aplicando la mezcla al tocón. (Dado que el cru-
ceto y la fruta de pavo son de la misma familia, es bien se-
guro que la aplicación al tocón se pueda realizar en cualquier
parte del año).

Potrero 5. Este potrero sí es difícil

Malezas predominantes	# correspondiente en la Tabla 1	Recomendación (Tabla 2)	
		Producto	Sistema
malva	21	2,4,5-T ó una mezcla	Follaje
bledo	4	2,4-D ester	Follaje
fruta de pavo	12	2,4,5-T en ACPM	Tocón
bihao	17	Resistente	
raíz de la china	24	2,4,5-T ó una mezcla	Follaje

Recomendación: una mezcla de 2,4-D + 2,4,5-T para la malva y raíz de la China, (la mezcla es mas barata que 2,4,5-T solo) y 2,4,5-T en ACPM aplicado al tocón para fruta de pavo. Se sugiere hacer una preparación mecánica de las áreas infectadas con bihao ó una aplicación repetida de picloram + 2,4-D omina ó 2,4,5-T en época de invierno donde sea posible. Rostrillando cada mes durante el verano y sembrando un buen pasto al comienzo del invierno reduce bastante la infestación.

EL COQUITO Y SU CONTROL EN ARROZ, ALGODÓN, FRIJOL, MAIZ, YUCA Y AREAS NO AGRICOLAS

El coquito (Cyperus rotundus L.) está reconocido como la peor maleza del mundo. Su buena adaptación al medio tropical lo hace un fuerte enemigo en los campos donde se le encuentra. Es capaz de resistir sequías muy largas y al mismo tiempo tolerar inundaciones hasta por seis meses ó mas. Una vez establecido, su erradicación es casi imposible y solamente se puede pensar en reducir la infestación a un nivel que no cause pérdidas económicas.

Descripción y crecimiento.

El Cyperus rotundus es una ciperacea perenne. Es fácil de reconocer por su tallo triangular, inflorescencia morada (el C. esculentus es muy parecido pero su inflorescencia es amarilla) y los tubérculos y rizomas, los cuales forman una red de cadenas con una tremenda capacidad reproductiva.

Un tubérculo puede emerger desde 90 cm de profundidad, pero normalmente no hay producción debajo de 20 cm. Los que se encuentran a mayores profundidades constituyen una fuente de reinfestación, porque al arar el terreno se traen a la superficie tubérculos vivos pero latentes, los cuales ya pueden brotar.

En una hectárea, frecuentemente se encuentran hasta 40 millones de tubérculos en los primeros 25 cm. A los treinta ó cuarenta días de brotado, la planta ya inicia la formación de nuevos tubérculos. Aún el tubérculo mas joven tiene poder de producir un nuevo brote. Cuando los tubérculos se encuentran en cadenas, solamente brota el más joven, pero al cortar la cadena y dejar cada tubérculo aparte, de cada uno brotará una nueva planta.

Esto tiene consecuencias prácticas en el campo, ya que para que se pueda tener el mayor número de tubérculos brotados, se debe romper al máximo las cadenas, tal vez usando un "rotovator", así se puede atacar el coquito con productos químicos y obtener mayor control que cuando la cadena queda intacta.

Otro aspecto del problema del coquito radica en que este no solamente compite con las demás malezas, sino que también produce inhibidores que retardan el desarrollo y crecimiento de otras especies, tanto de cultivos como de malezas. Es por esto que casi siempre se encuentra el coquito como única especie predominante en los campos pero al controlarlo, vienen muchas malezas diferentes. Parece que el tamaño de la semilla determina su susceptibilidad a los inhibidores, así a medida que esta sea mas grande se nota menos el atraso en el crecimiento. Por ejemplo, el *Stylozanthus* sufre más que el sorgo y éste más que la soya.

Métodos de Control.

1. Mecánico:

Debido a un vigor tremendo de crecimiento, es difícil pensar en obtener un buen control del coquito utilizando implementos mecánicos ó manuales. En un estudio realizado en Nuevo Mexico, EUA, se obtuvo la erradicación de coquito después de 42 cortes semanales, lo que no se puede hacer en la práctica.

Sin embargo, se debe hacer lo posible por mantener el coquito bajo control. El factor más limitante en cuanto a la efectividad de control mecánico es el clima ya que durante épocas lluviosas no se puede realizar las desyerbas oportunamente y por lo tanto el control muchas veces no es aceptable. Se debe integrar en cuanto sea posible el control mecánico con el cultural y el químico. Cabe mencionar que los herbicidas comerciales para controlar el coquito en los cultivos no ofrecen control de largo plazo y por eso se debe emplear

todos mecánicos para complementar el control químico.

2. Biológico:

Aunque no se ha encontrado un organismo suficiente fuerte y a la vez selectivo, se puede mencionar que los insectos del género Bactra spp. sí atacan selectivamente al coquito pero desafortunadamente el daño aparece ya cuando el coquito está bastante grande y solamente destruye la parte aérea y no la subterránea. Tal vez en el futuro se encontrará otro organismo más efectivo.

3. Cultural:

A pesar de su alta resistencia a la sequía e inundación, el coquito es susceptible a la sombra. Por lo tanto, tan pronto como el cultivo establezca un sombrío del 80% sobre la superficie del terreno, más pronto se puede olvidar el coquito. Entonces se recomienda

1. El uso de semilla certificada de alto poder germinativo
2. Reducir la distancia entre surcos lo más posible para cada cultivo
3. Una buena preparación del terreno
4. El uso de los fertilizantes necesarios para que el cultivo sea capaz de competir al máximo con el Cyperus rotundus.

Así mismo se nota que el mejor control es la prevención de la diseminación del problema de lotes invadidos a los no invadidos. Es mejor perder media hora lavando los implementos al salir de un campo infestado de coquito que gastar toda la vida tratando de erradicarlo.

4. Químico:

Existen varios productos comerciales para controlar el coquito en los cultivos. En la Tabla 1, se presentan los herbicidas disponibles para varios cultivos y áreas agrícolas.

Tabla 1. Herbicidas comerciales y las dosis por hectárea para controlar coquito en arroz, algodón, frijol, maíz, yuca, soya y áreas no agrícolas.

CULTIVO	PRODUCTO	DOSIS PC/Ha		EPOCA DE APLICACION
		Suelos livianos	Suelos pesados	
Arroz	2,4-D	1.5 L	1.5 L	Macollamiento
	2,4,5-T	1.5 L	1.5 L	
	MCPA	1.5 L	1.5 L	
Algodón	Destun*	7.0 Kg	8.0 Kg	Pre
Frijol y Soya	Vernam	4.0 L	5.0 L	PSI
Maíz	Sutan	4.0 L	5.0 L	PSI
	Eradicane*	4.0 L	5.0 L	PSI
Yuca	Sutan	4.0 L	5.0 L	PSI
Áreas no Agríc.	Hyvar X	15.0 Kg	20.0 Kg	Pre
	Tandex	15.0 Kg	20.0 Kg	Pre
	Roundup	3.0 L	3.0 L	Post (30 40 días)

* Herbicidas experimentales

Arroz: Solamente se recomienda el uso de 2,4-D ó el 2,4,5-T ó MCPA en el estado de macollamiento del cultivo. Aplicaciones hechas mas tarde ó mas temprano pueden ocasionar daño al cultivo. No dan un control total, pero en arroz de riego, el golpe al coquito es suficiente para que el cultivo le gane. Se debe usar propanil u otro producto para controlar las gramíneas.

Algodón: No hay ningún herbicida comercial hasta el momento para controlar coquito en este cultivo. El Destun (perfluidon) puede dar hasta el 75% de control (Revista Científica: 107-118) pero parece que la compañía productora no va continuar desarrollándolo para el trópico.

Frijol y Soya: El Vernam (vernolate) es lo mejor que hay hasta la fecha. Controla no solo coquito (por 30 a 40 días) sino también todas las demás gramíneas menos Rotiboell. Debe ser incorporado en los primeros 7 a 10 cm inmediatamente después de ser aplicado, de lo contrario, se perderá mucho producto debido a su alta volatilidad, especialmente en suelos húmedos. Se puede utilizar un preemergente como Afalon (linuron) para controlar las malezas de hoja ancha ó realizar cultivadas mecánicas posteriormente.

Maíz: El Sutan (butilate) es de la misma familia que Vernam, pero es más selectivo en maíz que éste y también debe ser incorporado antes de sembrar el cultivo. El Eradican (es nuevo y tal vez salga pronto al comercio) cuyo ingrediente activo es EPTC, tiene selectividad marginal al maíz pero también contiene un antídoto que lo protege sin afectar la actividad del EPTC contra el coquito y malezas gramíneas. Una vez comercializado, el Eradicane reemplazará al Sutan porque es mas efectivo para controlar coquito.

Yuca: El Sutan es el producto mas selectivo. El control es mejor si se siembra la yuca en plano una vez incorporado el Sutan, puesto que al hacer caballones, se acumula el producto en ellos y así se aumenta la posibilidad de daño al cultivo y a la vez deja las calles con poco producto lo que permite al coquito brotar en poco tiempo. Debido al lento crecimiento inicial de la yuca que puede demorar hasta tres meses ó mas en cerrarse se sugiere sembrar otros cultivos donde existan altas invasiones de coquito.

Areas no agrícolas: El Hyvar X (bromacil) y Tandex (karbutilate) son esterilizantes de suelo que solamente pueden ser usados donde no se piensa sembrar por un año ó mas. Si el coquito aparece en las cercas ó entradas de los campos se recomienda esterilizar dichas áreas y así evitar futuros problemas de coquito en estos lotes.

El Roundup (glifosato) al contrario, no es residual y por ser un herbicida postemergen translocable (sistémico), se mueve a todas partes del coquito, matando por completo la parte aérea y aparentemente casi todos los tubérculos conectados a las plantas tratadas.

Este producto está registrado para uso de cafetales en Costa Rica y es probable que pronto saldrá para la venta en Colombia. En los EUA solamente tiene aprobación para uso en áreas no agrícolas hasta la fecha, pero se supone que próximamente saldrá la luz verde para usarlo en ciertos cultivos perennes y como un tratamiento pre-siembra al cultivo y postemergente a la maleza para limpiar químicamente los terrenos a sembrar y eso es algo de interés especial en el caso del coquito y otras malezas perennes de propagación vegetativa (Sorghum halepense, Imperata spp.).

Resultados preliminares en diferentes regiones indican que se podría preparar el campo invadido con coquito, esperar 25 a 40 días, aplicar Roundup, y sembrar inmediatamente después porque el glifosato no es residual en el suelo. Si se ha sembrado un cultivo muy vigoroso tal como soya, frijol ó sorgo, es probable que con una desyerba mecánica ó manual a los 20 ó 30 días después de sembrar sea suficiente para mantener el cultivo casi libre de competencia de coquito.

Por lo menos, es una nueva esperanza en la antigua batalla contra el Cyperus rotundus y el sistema merece ser probado bajo muchos ambientes, tal vez realizando dos aplicaciones en vez de una con un intervalo de 15 a 20 días entre cada una antes de sembrar.

PROBLEMAS DE MALEZAS EN SISTEMAS DE RIEGO

por: JAIME SIERRA F. *

I INTRODUCCION

Con la construcción de obras hidráulicas especialmente para irrigación, surge un problema constituido por la presencia de gran diversidad de malezas en los canales de riego, de drenaje y represas.

Debido a la severidad del ataque de las malezas y para que los sistemas de riego no se inutilicen completamente, se hace necesario su control. Para realizarlo se requiere conocer previamente el agente o agentes causales, su modo de acción y la naturaleza de los problemas que ocasionan o pueden ocasionar si no se tratan adecuadamente.

En el presente trabajo se incluye la clasificación de las malezas presentes en sistemas de riego, citando los ejemplos más importantes de ellas. Finalmente se analizan los problemas que originan, con sus proyecciones hacia el futuro, para formar un criterio real sobre la magnitud del problema.

II CLASIFICACION DE LAS MALEZAS EN LOS SISTEMAS DE RIEGO

En los sistemas de riego se presentan gran diversidad de malezas que poseen diferentes hábitos y por tanto ocasionan diferentes problemas, requieren tratamientos específicos para su control, especialmente en cuanto se refiere a su ubicación.

Las malezas se pueden clasificar informalmente en acuáticas y terrestres (Fig. 1 y 2) según se encuentren en el agua o fuera de ella. A su vez, dentro de estos dos grupos existen diferentes tipos según sus hábitos de ubicación, así:

1. MALEZAS ACUATICAS.

Este grupo comprende los siguientes tipos:

1.1 MARGINALES

Las que se desarrollan en los bordes del canal, en el límite de la parte seca y húmeda de los taludes. Las Ciperáceas, como

* Ing. Agr. M.S. DU PONT DE COLOMBIA, S. A.

la cortadera (Cyperus ferax L.C. Rich) y el coquito (Cyperus rotundus L.) son malezas muy comunes que se ubican en este tipo. Estas malezas se pueden diseminar facilmente a nuevas áreas, debido a que sus semillas o material vegetativo pueden ser transportadas por el agua.

1.2 SUMERGIDAS

Son las malezas que poseen todas sus estructuras bajo el nivel del agua. Algunas de estas malezas se encuentran enraizadas en el fondo del canal como la Elodea (Anacharis sp) y se denominan ancladas. Otras como muchas algas, se mueven libremente dentro del agua y se las llama no ancladas. Estas desaparecen con una mayor velocidad del flujo de agua, mientras las otras pueden permanecer.

Las malezas de tipo sumergido son las que disminuyen la velocidad del flujo de agua en mayor proporción. Se encuentran generalmente en aguas estancadas o de poca velocidad y que no sean muy oscuras, de tal forma que los rayos solares puedan penetrar y se lleve a cabo fotosíntesis.

1.3 FLOTANTES

Estas malezas se encuentran libremente en la superficie del agua. Algunas como la lechuguilla (water lettuce) (Pistia stratiotes L.) pueden ser arrastradas facilmente por el flujo de agua o por el viento. Otra maleza más importante de este tipo es el buchón, tarulla, berro o lirio acuático (water hyacinth) (Eichhornia crassipes (Mart) Solms). Su difusión tan amplia se debe en gran parte a la extraordinaria belleza de sus flores. Se le llama también MILLION DOLLAR WEED, debido a las fuertes erogaciones que requiere su control. Las malezas de este tipo prefieren aguas estancadas o de poca velocidad (Menor de 0.5 m/seg.). Se pueden encontrar a velocidades mayores cuando se presentan atracaderos u obstáculos que impidan su movimiento. También durante el período de secado de los canales algunas se desarrollan sobre el lodo húmedo mientras se reinician los riegos.

1.4 EMERGENTES

Son malezas ancladas en el fondo del agua, que desarrollan algunas de sus estructuras fuera de ella. Ejemplos típicos son los lotos, plantas que poseen rizomas sumergidos, con hojas que flotan sobre el agua y flores que emergen de ella. La e-ne-a o volador (cattail) (*Typha* sp), también es una maleza emergente, especialmente en aguas de poca profundidad.

2. MALEZAS TERRESTRES.

Este grupo de malezas comprende dos tipos:

2.1 DE LA BERMA

2.2 DEL TALUD

Según se desarrollen en estos lugares y corresponden generalmente a las malezas comunes de las zonas adyacentes que atraviesan las estructuras de los sistemas de riego y de otros casi específicos como el pasto pará (paragrass) (*Brachiaria mutica*), que se encuentra en casi todos los sistemas de riego de clima cálido. Otra maleza de mucha ocurrencia, especialmente sobre los sedimentos depositados en las bermas, es la higuera (Ricinus communis L.). También se encuentran muchas especies arbustivas como el bambú (*Bambusa* sp), que dificulta especialmente el movimiento de la maquinaria para mantenimiento de los canales.

Es de importancia anotar que muchas malezas pueden tener hábito múltiple como sucede con el pasto pará, que se presenta en bermas, taludes y en forma marginal y emergente.



FIG. 1 CLASIFICACION DE LAS MALEZAS EN LOS SISTEMAS DE RIEGO

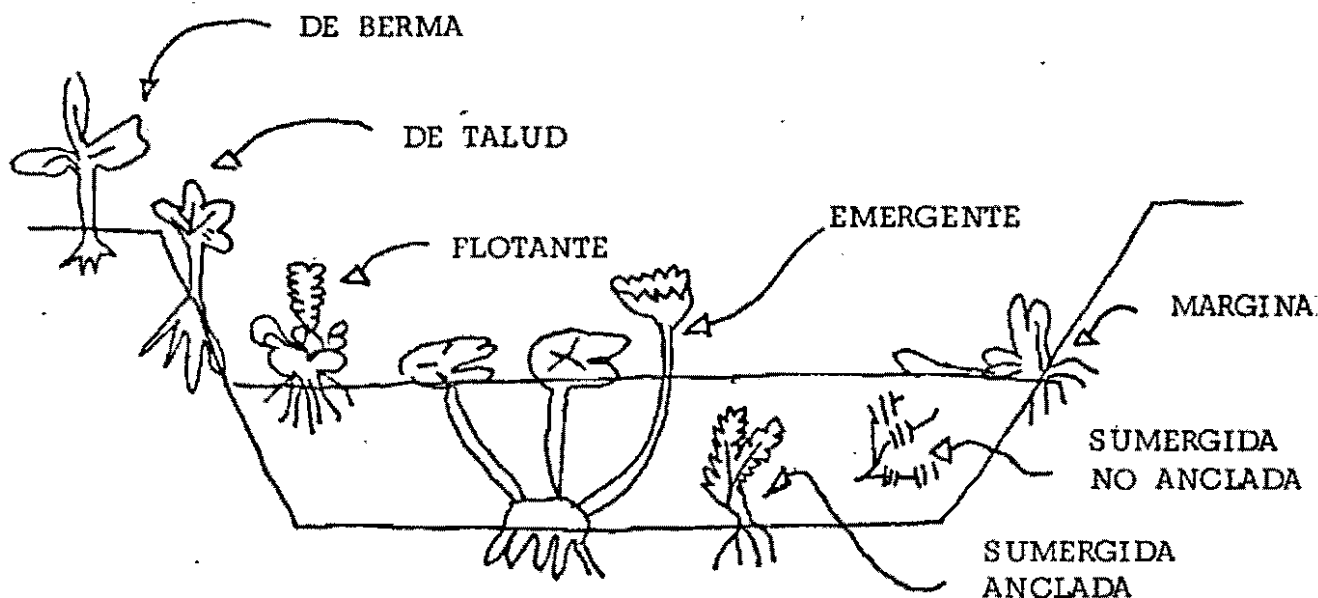


FIG. 2 CLASIFICACION DE LAS MALEZAS EN LOS SISTEMAS DE RIEGO

Se ha observado que en taludes desprovistos de vegetación se originan graves problemas de erosión en la mayoría de los casos. Lo ideal sería encontrar una especie vegetal para cubrir los taludes y parte de las bermas, que tenga gran adaptación, alta habilidad competitiva para desalojar malezas y que realice un control efectivo de la erosión. Además se debe tener en cuenta que la especie seleccionada no debe traer problemas asociados, de tal manera que no se vaya a introducir un problema más difícil del que se trata de solucionar. Actualmente en clima frío se emplea el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst.) que crece en forma espontánea. Esta especie es muy invasora y destructiva, razón por la cual se hace indeseable en la mayoría de los casos y además su control es difícil. En clima cálido se emplea el pasto argentina o bermuda (bermuda grass) (*Cynodon dactylon* (L) Persoon), que debido a la gran cantidad de semilla que produce aunque de baja viabilidad, se puede diseminar hacia los cultivos por las aguas de riego. También, si se hace un mal manejo, se puede diseminar vegetativamente.

III PROBLEMAS QUE CAUSAN LAS MALEZAS

A continuación se analizan los problemas que causan las malezas en los sistemas de riego:

1. LAS MALEZAS DISMINUYEN LA VELOCIDAD DE FLUJO DEL AGUA.

Por estudios realizados en Estados Unidos en canales de 3.50 mts. de ancho por 1.50 mts. de profundidad, se ha comprobado que las malezas flotantes y sumergidas disminuyen la velocidad del agua en 50 y 97 % respectivamente. Esta disminución de la velocidad se debe a que las malezas aumentan el coeficiente de rugosidad n , que es inversamente proporcional a la velocidad de flujo del agua, según se aprecia en la fórmula de MANNING:

$$V = 1,486 \frac{r^{2/3} \cdot s^{1/2}}{n}$$

Donde:

V = velocidad en pies/seg.
n = Coeficiente de rugosidad
r = radio hidráulico en pies
s = pendiente en pies/pie

El incremento de la rugosidad por efecto de las malezas o sea un aumento del coeficiente n , viene acompañado de un decrecimiento en la velocidad del flujo. Esta es la consideración fundamental para analizar el efecto de las malezas en la disminución de la velocidad del agua. En algunos casos de fuertes infestaciones de buchón, un canal puede cambiar su coeficiente n de 0,024 a 0,055, lo cual reduce la velocidad en 50%. El influjo de las malezas sumergidas es mayor: en un período de 10 semanas un canal de 3,04 mts. de ancho por 1,52 mts. de profundidad que fue infestado por Najas guadalupensis (Spreng.) Magnes., el coeficiente de rugosidad n se hizo 17 veces mayor (de 0,04 a 0,68). En otro canal de 15,24 mts. de ancho por 5,18 mts. de profundidad con fuerte invasión de la misma maleza anterior, el coeficiente de rugosidad n llegó hasta 1,183. En esta forma las malezas sumergidas pueden disminuir la velocidad del flujo en más de 90%. Como norma general, la disminución de la velocidad de flujo por efecto de las malezas es mayor en canales pequeños y medianos que en canales grandes (mayores de 186 m² de sección). Además

de la reducción de la velocidad es importante la disminución de la sección del canal por el espacio que ocupan las malezas.

Por efecto de la disminución de la velocidad de flujo del agua, los caudales se reducen en gran proporción, como vamos a ver a continuación (Fig. 3):

Consideremos dos canales de iguales especificaciones hidráulicas, con la única diferencia de que uno está invadido por malezas flotantes y el otro está libre de ellas. Se regula la cantidad de agua bombeada a cada canal con el fin de mantener las mismas secciones ($A_1 = A_2$). Teniendo en cuenta la reducción de la velocidad inicial ($V_2 = 1/2 V_1$), tendremos que el caudal se reducirá también a la mitad del inicial ($Q_2 = 1/2 Q_1$). Igualmente cuando se trate de malezas sumergidas, los caudales se pueden reducir más del 90%.

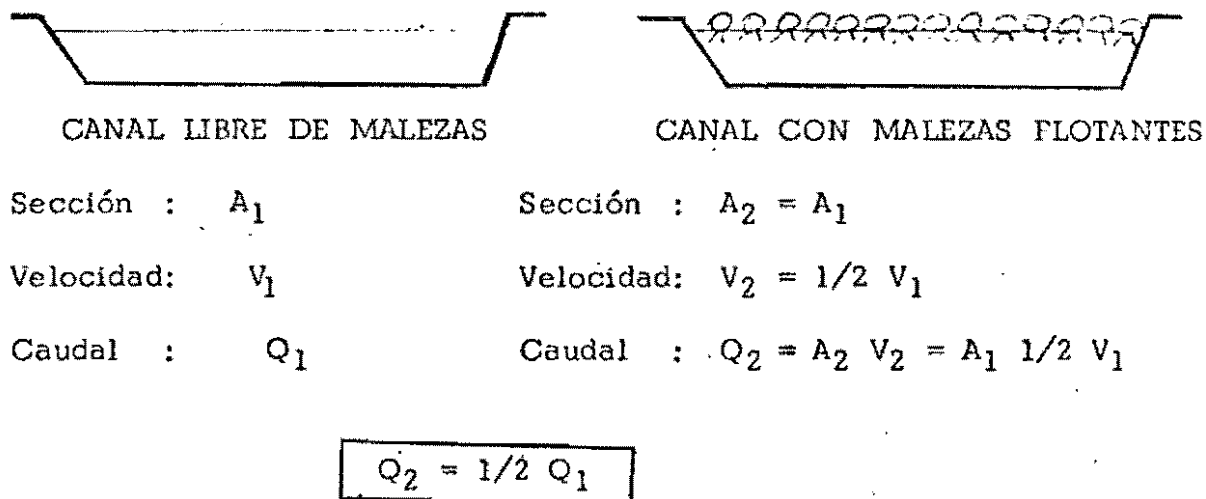


FIG. # 3 Efecto de las malezas en la reducción de los caudales de los canales.

2. LAS MALEZAS AUMENTAN LA SEDIMENTACION.

Los canales se calculan en tal forma, que el agua lleve una velocidad que produzca la menor erosión y sedimentación posibles. A bajas velocidades, la sedimentación es alta y la erosión es mínima. Por efecto de las malezas, la velocidad del agua se disminuye, lo cual acrecienta la sedimentación. Este problema es tan serio que, si los canales no se limpian con frecuencia, en poco tiempo se in-

utilizan por completo. La labor de extracción de sedimentos o azolves se realiza en canales grandes por medio de palas mecánicas y en canales pequeños en forma manual. Estas labores, además de ser costosas, alteran la forma inicial de las secciones de los canales con lo cual se reduce su eficiencia y además, se aumentan las pérdidas de agua por infiltración porque se elimina el limo y la arcilla que taponan los poros de escape de agua. Los sedimentos o azolves extraídos, forman una serie de montículos en las bermas, que cuando adquieren gran tamaño es necesario explazarlos por medio de bulldozer, aumentando en esta forma los costos de mantenimiento.

3. LAS MALEZAS DIFICULTAN LA OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LOS CANALES.

En los distritos de riego, los canales tienen demarcado, en pequeños postes, su longitud en kilómetros y algunas otras indicaciones para servir de referencia en las labores de operación y mantenimiento. Sin embargo las malezas ocultan estas indicaciones, inutilizándolas y causando serios contratiempos.

Las bermas son vías importantísimas para la movilización de vehículos y maquinaria para el mantenimiento de las estructuras de los sistemas de riego. Pero las malezas quitan la visibilidad en las curvas e impiden la operación de las maquinarias, especialmente cuando se trata de malezas de tipo arbustivo. Las algas y otras malezas de tipo sumergido obstruyen las bombas que captan el agua debido a la aglutinación que se produce en la operación de succión. A causa de los daños de estructuras de concreto, taponamiento de sifones, de compuertas, se ocasionan desbordamientos que dañan los canales con serios perjuicios en áreas vecinas.

4. LAS MALEZAS PROVOCAN MAYORES PERDIDAS DE AGUA.

El agua, con las obras de irrigación adquiere un costo elevado. Esto obliga a emplearla con la mayor eficiencia, evitando todas las pérdidas posibles. Las raíces de las malezas, preferencialmente cuando son de tipo leñoso, producen fisuras que constituyen escapes de agua por infiltración. Además el agua que consumen en sus procesos fisiológicos, parte de la cual expelen en forma de vapor (transpiración), constituyen pérdidas. Se ha comprobado que las pérdidas

de agua hacia la atmósfera, se hacen hasta 3.7 veces mayores en superficies de agua cubiertas con buchón en relación a las superficies libres de ellas, dependiendo de la temperatura, la humedad relativa y el viento. Esto se hace evidente en muchas lagunas naturales que sirven de abrevadero al ganado, que llegan a secarse por efecto de la transpiración de las malezas. Los residuos de partes vegetales que se sedimentan, también contribuyen al secado de los depósitos de agua.

En las superficies libres de malezas, la radiación solar activa las moléculas de agua hasta que adquieren la suficiente energía y escapan hacia la atmósfera. Se produce en esta forma lo que se conoce como evaporación. En superficies cubiertas con malezas también se produce evaporación aunque un poco menor, porque la radiación solar es interferida por las malezas. Pero éstas a su vez, absorben gran cantidad de agua, la mayor parte de la cual es transpirada y se pierde en la atmósfera. La suma de las pérdidas de agua por evaporación y transpiración es lo que se conoce como evapotranspiración:

$$\text{Evaporación} + \text{Transpiración} = \text{Evapotranspiración}$$

ESTIMATIVO DE LAS PERDIDAS DE AGUA POR

TRANSPIRACION

Teniendo en cuenta que las pérdidas de agua se hacen 3.7 veces mayores por efecto del buchón, puede hacerse un estimativo de pérdidas en condiciones de Colombia:

Evaporación promedio (Datos del CNIA Palmira): 132 mm/mes.

Evapotranspiración (Considerando solamente que las pérdidas se tripliquen):
 $132 \times 3 = 396 \text{ mm/mes.}$

Transpiración = Evapotranspiración - Evaporación = $396 - 132 = 264 \text{ mm/mes.}$

Si consideramos un área de infestación de 50 hectáreas, la lámina de agua perdida por mes será de 0,264 m. que corresponde a 132.000 m³.
(FIG. 4).

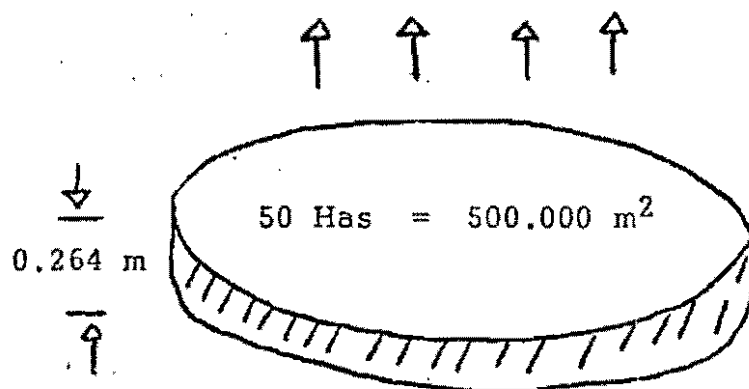
$$264 \text{ mm} = 0,264 \text{ m}$$

$$50 \text{ Has} = 500.000 \text{ m}^2$$

$$V = 500.000 \times 0,264 = 132.000 \text{ m}^3$$

Valor por m^3 de agua: \$ 0,01 *

$$\text{Pérdida total: } 132.000 \times \$ 0,01 = \$ 1.320,00/\text{mes.}$$



$$V = 500.000 \times 0,264 = 132.000 \text{ m}^3$$

FIG. 4. ESTIMATIVO MENSUAL DE LA LAMINA DE AGUA PERDIDA, POR LA TRANSPIRACION DEL BUCHON (*Eichhornia crassipes* (Mart. Solms

5. LAS MALEZAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO SIRVEN DE HOSPEDANTES DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.

Las malezas que invaden los sistemas de riego constituyen focos de infestación porque en ellas se hospedan plagas y enfermedades para el hombre, los cultivos y los animales. La lechuguilla hospeda mosquitos del género *Mansonia* que son vectores de filariasis y encefalo mielitis. Estos mosquitos obtienen el oxígeno que necesitan haciendo penetrar sus estiletes en las raíces de la planta. Además la planta les sirve de protección contra las condiciones ambientales adversas y sus enemigos naturales. La enea también está asociada con la presencia de gran cantidad de mosquitos. Esta asociación de los mosquitos con las malezas acuáticas es tan estrecha, que un método para combatirlos es controlando las malezas, como sucede en el caso

* Costo del agua obtenida por bombeo en pesos colombianos. (Incora, 1970).

de los mosquitos del género Mansonia. Muchas especies de caracoles vectores de enfermedades se hospedan en el buchón. En las bermas y taludes se presentan las malezas comunes de los cultivos y allí se pueden hospedar las plagas y enfermedades de ellos, como sucede con la liendrepuerco (Echinochloa colonum (L.) Link) que hospeda el Sogata oryzicola, vector de la hoja blanca del arroz.

6. LAS MALEZAS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO CONSTITUYEN UN PROBLEMA POTENCIAL.

Las semillas y el material vegetativo provenientes de las malezas que se desarrollan en los sistemas de riego o en sus inmediaciones, pueden ser transportados fácilmente por medio de las aguas a otras áreas no invadidas y originar problemas similares o mayores. Por tanto, no solamente es de importancia considerar las áreas infestadas actualmente, sino los problemas que se tendrán en el futuro, si se efectúa un inadecuado mantenimiento. Se ha comprobado que en canales de 3,65 m. de ancho y durante un período de 24 horas, la cantidad de semillas de malezas que pasan por un punto dado, puede llegar a varios millones. Las aguas de los primeros riegos son las más cargadas de semillas y en los períodos de secado de los canales, pueden permanecer en el fango y ser transportadas cuando se reinician los riegos. La habilidad de transporte de semillas es tal, que en 156 muestreos de semilla de malezas transportada por 3 canales, se encontró que pertenecían a 81 especies diferentes.

IV OTROS PROBLEMAS QUE CAUSAN LAS MALEZAS

Ya no específicamente en sistemas de riego, las malezas pueden causar otros problemas como interferir la navegación y los deportes acuáticos. Las altas infestaciones perjudican los peces, porque compiten con éstos por espacio dentro del agua; interfieren el paso de la luz a través del agua y por tanto el fitoplancton no se desarrolla bien por falta de fotosíntesis, lo cual produce déficit de alimento. También la descomposición de residuos de malezas consume el oxígeno que los peces necesitan y esta descomposición produce gas carbónico que acidifica el medio hasta límites no tolerables, comunicando mal olor y sabor a las aguas.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. Blair, F.E. 1957. Manual de Riegos y Avenamiento. Lima, IICA 544 p.
2. Cárdenas, J. 1969. Principios de Competencia de Malezas. 9 p. (Mimeografiado).
3. Colombia, Sociedad Colombiana de Control de Malezas y Fisiología Vegetal. 1969. Manual de Terminología de Control de Malezas y Fisiología Vegetal. Bogotá. 74 p.
4. Crafts, A.S. and W.W. Robbins. 1962. Weed Control; a text book and manual. 3rd. ed. McGraw Hill Book Company Inc. 660 p.
5. Crowder, Loy V. 1960. Gramíneas y Leguminosas Forrajeras en Colombia. DIA. Ministerio de Agricultura de Colombia. 111 p.
6. Dahl, M.G.; F. Menden y A. Ramos. 1963. El Bocachico. Dpto. de Pesca de la CVM. Talleres Tipográficos Banco de la República. pp. 95 - 97.
7. Fasse, N.C. 1940. A Manual of Aquatic Plants. New York, McGraw Hill Company Inc. 382 p.
8. Franco, O. y H. Franco. 1969. Aspectos Fitosanitarios de las Malezas. Palmira. 10 p. (Mimeografiado).
9. González, J. _____. Herbicidas; Curso de Malezas y Supresión. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Palmira. 180 p.
10. Guedez, A.H. y H. Cárdenas. 1963. Herbicidas en Terrenos no Cultivados. Serie A. # 22 Cagua (Venezuela). Servicio Shell para el Agricultor.
11. Hodgson, J.M. et al. 1962. Control of Certain Ditchbank Weeds in Irrigation Systems. Production Research Report # 60. Washington Agricultural Research Service. 64 p.

12. Holm, L.G., L.W. Weldon and R.D. Blackburn. 1969. Aquatic Weeds. Science. 166 - 699 - 709.
13. Klingman, G.C. 1966. Weed Control as a Science. Publication Leader, Federal Extension Service, USDA. John Wiley & Sons, Inc. New York. 421 p.
14. Klussman J.M. and F.G. Lowman. Common Aquatic Plants; Identification, Control, Texas Agricultural Extension Service, 15p.
15. Lawrence, J.M. and L.W. Weldon_____. Identification, of Aquatic Weeds. Agricultural Research Service, U.S.D.A. Fort Lauderdale, Florida. 113 p.
16. Miller, E.V. 1967. Fisiología Vegetal. Francisco Latorre trad. 1a. Ed. en español. Mexico UTEHA pp. 11 - 31.
17. Muensher, W.C. 1967. Aquatic plants of the United States. Cornell University Press. New York. 347 p.
18. Pérez A.E. 1959. Plantas Útiles de Colombia. Bogotá. Librería Colombiana. 832 p.
19. Pérez A.E. 1962. Recursos Naturales de Colombia. Sexta entrega, del Tomo II. Bogotá, Instituto Agustín Codazzi. 169 p.
20. Reyes, C.E. y J. Cárdenas. 1969. Catálogo de Malezas del Tolima Sur. Publicación No. 001. Control de Malezas, Programa de Fisiología Vegetal. ICA. Bogotá. 66 p.
21. Robbins, W.W., A.S. Crafts and R.N. Raynor. 1955. Destrucción de Malas hierbas. José Luis de la Loma. trad. México. 591 p.
22. Stephens, J.C., R.D. Blackburn, D.E. Seaman and L.W. Weldon. 1963. Flow Retardance by Channel Weeds and their Control. Journal of the Irrigation and Drainage Division. ASCE. No. IR 2, Proc. paper 3550 June, pp. 31 - 53.
23. Steward, A.N. et al. 1963. Aquatic Plants of the Pacific Northwest with Vegetative Keys. 2nd. ed. Oregon State University. Corvallis. 261 p.

24. Theron, A. 1968. Botánica. Rafael Salord trad. Mexico, UTEHA. 288 p.
25. Timmer, C.E., and L.W. Weldon 1967. Evapotranspiration and Pollution of Water by Water Hyacinth. Water Hyacinth Control Journal. 6-34-37.
26. Warren, R. 1968. Oregon Weed control handbook. Cooperative Extension Service. Oregon State University. Corvallis. pp. 178 - 181.
27. Weldon, L.W. and R.D. Blackburn. 1967. Water lettuce: Nature, Problem and Control. Weeds. 15 (1) 5 - 9.
28. Weldon, L.W., R.D. Blackburn and D.S. Harrison. 1969. Common Aquatic Weeds. Agricultural handbook. USDA. 43 p.

Características del Plástico:

El plástico empleado es de color negro con 3% de negro humo para evitar los daños de los rayos ultravioletas, de espesor de 100 micrones y en carpas de 7 m. de ancho por 30 m. de largo. El fabricante es ICOLLANTAS. Se pueden obtener carpas sin costura hasta de 3.60 m. de ancho, para anchuras mayores se requiere pegar 2 ó más láminas.

El rendimiento por kilogramo es de 10.67 m^2 para espesores de 100 micrones y de 7.11 m^2 para espesores de 150 micrones.

Método de Instalación y Precauciones:

Se mide exactamente la anchura necesaria antes de hacer el pedido. Se debe tener en cuenta que la sección a cubrir debe ser 40 cms. por encima del máximo nivel del agua y que a cada lado, fuera de la sección útil a cubrir requieren 40-50 cms. más para el anclaje (Fig. 1).

En el punto inicial de la instalación se hace una zanja perpendicular al flujo del agua de aproximadamente 20×20 cms. y de la anchura a cubrir con el plástico (Fig. 2).

En los taludes, a la altura necesaria para hacer el anclaje de los lados del plástico, se abre una zanja (Fig. 3).

El plástico se desenrolla sobre la berma que esté en mejores condiciones y luego se levanta y se coloca en la posición deseada y se mantiene provisionalmente sujetándolo por medio de piedras sobre la zanja lateral hasta que se compruebe su perfecta colocación. Luego se ancla definitivamente.

La colocación del punto inicial, el anclaje en los lados y las uniones de 2 carpas, se aprecian en la figuras 4, 5 y 6 del Anexo.

El canal debe estar sin agua, pero ojalá ligeramente húmedo para evitar daños del plástico en las instalaciones y facilitar su anclaje en los lados.

El canal no debe tener irregularidades ni malezas leñosas que con la presión del agua pueden romper el plástico. Si esto ocurre se debe acondicionar debidamente el canal. Es preferible hacerlo en canales recién construídos.

El plástico no debe quedar tenso, es mejor un poco flojo.

La instalación se dificulta cuando hay mucho viento. Se forman bolsas de aire y es difícil manejar las carpas.

Las carpas no se deben arrastrar sobre el suelo, siempre deben levantarse para cambiar su posición.

La instalación es más fácil en canales rectos. En estos casos se pueden utilizar carpas de 30 y 40 ms. de largo sin dificultad.

En las curvas no se deben usar carpas de más de 10 m. de largo para poder dar la forma adecuada y que el plástico no quede tensionado.

Se ha estimado que en las condiciones más adversas, ocho (8) hombres en un día pueden instalar 800 m² (200 m. de largo x 4 m. de ancho). Se consideran como condiciones adversas el mal estado del canal que requiera limpieza y pulimiento de los taludes, mucho viento, suelo muy duro que haga difícil la excavación de zanjas.

La economía empleando este sistema depende de la duración del plástico, que depende de las cuidads que se tengan para que no sea dañado por los animales ó el hombre y de las condiciones ambientales. En algunos casos la duración puerder ser de 2 años.

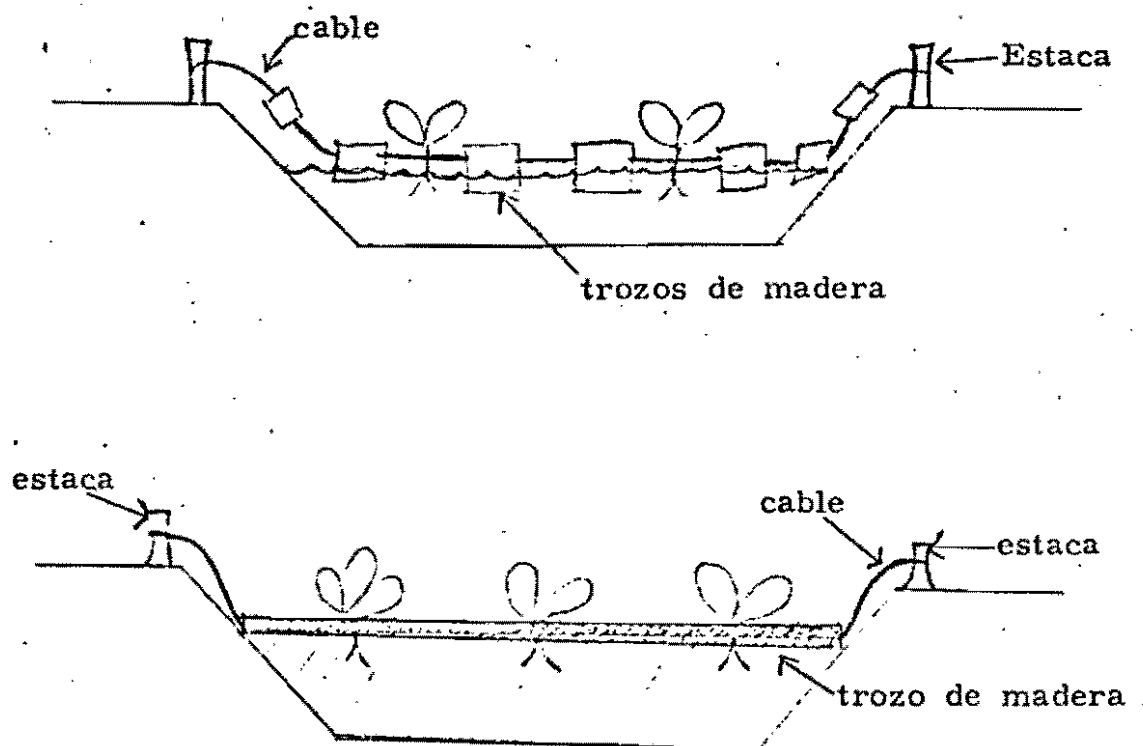
2.6 Uso de mallas para detener malezas. Existe una gran variedad de diseños de sistemas de mallas ó tamices para detener malezas, semillas sexuales y vegetativas, especialmente para obras hidráulicas pequeñas.
(1 y 2)

Referencias:

- 1- Weed Seed and Trash Screens for irrigation water. Popular bulletin 522 -S. Agricultural Experiment Station. Colorado University-Fort Collins.
- 2- Weed Seed Screens for Irrigation Systems
ANW Bulletin 43 - March 1961

2.7 Flotadores ó estructuras flotantes colocadas perpendicularmente al flujo del agua para evitar el movimiento de malezas especialmente flotantes a sitios no invadidos ó para acumular las malezas en un sitio fácil para su control.

Fig. 2 - Flotador en un canal



2.8 Los canales y depósitos de agua deben construirse en tal forma que sean accesibles para que cuando se presentan las malezas no hayan obstáculos para equipos de control mecánico o químico.

2.9 Origen del Agua - Conociendo las fuentes del agua, de la obra hidráulica en proyección es posible prever qué problemas de malezas se tendrán.

2.10 El viento - Los lagos o represas que no tienen barreras vivas (árboles) a su alrededor permiten que el viento cause oleaje que impide en la parte central el establecimiento de malezas flotantes.

3. CONTROL MECANICO

El control mecánico tiene una falla de principio, puesto que supone el establecimiento masivo de la maleza para ser económico y efectivo, o sea que se necesita que la maleza haya causado el problema para poder solucionarlo.

3.1 Cadeneo - Consiste en arrastrar por el fondo del canal una cadena en forma de "U" halada por 2 tractores, uno a cada lado del canal. Este sistema es efectivo contra algunas malezas sumergidas, ancladas y emergentes. Supone la accesibilidad del canal por ambos lados; después de un tiempo de operación de la cadena, se hace inefectiva debido a la cantidad de malezas que se enrollan a su alrededor.

3.2 Retroexcavadores y palas mecánicas - Son equipos autopropulsados para pequeños y grandes canales, provistos de palas para extraer las malezas. Estos equipos no solamente son lentos en su labor sino que su movilización a los sitios de las infestaciones es muy demorado, sobretodo si son de sistema de oruga. Para su funcionamiento eficiente requieren que la maleza se presente en alta densidad y que el canal sea accesible al menos por un lado. Es efectivo sobre todo tipo de malezas acuáticas y de taludes en algunos casos. Un serio inconveniente que presentan estos equipos es que deforman la sección de los canales y el material extraído es colocado a los lados del canal, lo cual origina una segunda labor, llamada de explanación.

3.3 Guadañas o Segadoras - para bermas y taludes. Existen en el mercado variados diseños de guadañas acondicionables a las pendientes de los taludes y forma de los canales para cortar las malezas. Este sistema, como es de suponer, hace una simple poda y determina una periodicidad continua en la labor. Es efectivo únicamente contra especies herbáceas y no contra arbustivas.

3.4 Sierras y equipos operados bajo el agua - Hay en el mercado gran variedad de equipos provistos de sierra mecánica y diferentes dispositivos para cortar ó cosechar todo tipo de malezas acuáticas. Con estos equipos hay que tener especial cuidado para no diseminar vegetativamente las malezas.

3.5 Fuego - El fuego en muchos casos es utilizado como método directo para controlar malezas, ya sean acuáticas (especialmente flotantes, emergentes y marginales) ó terrestres y existen equipos lanzallamas específicos para estos fines. También, el fuego puede utilizarse como método complementario para acabar con los residuos del control mecánico ó químico.

3.6 Herramientas manuales como machete y rastrillo - son de uso común en pequeñas obras hidráulicas y sobre decir que son sistemas muy lentos, costosos y poco efectivos.

3.7 Lavado hidráulico - Consiste en producir un flujo rápido del agua que arrastre consigo las malezas. Este sistema puede ser efectivo contra malezas flotantes, algunas emergentes y sumergidas. Su uso depende del costo del agua, pues implica un gran desperdicio y la disponibilidad de condiciones hidráulicas que permitan esta operación.

5. "CONTROL QUIMICO"

Actualmente, los tratamientos químicos son considerados como los métodos más eficientes para controlar malezas acuáticas, aunque su uso es de mayor cuidado por problemas de toxicidad al hombre, los animales y los cultivos. En muchos casos, aunque no se usen herbicidas en dosis tóxicas a los peces, puede haber muerte de estos por una causa indirecta, que es la falta de oxígeno; esto se debe a que la degradación del material vegetal proveniente de las malezas consume el oxígeno que necesitan los peces y remueven los mecanismos fotosintéticos que lo producen. Por esta razón, cuando se tratan lagos con herbicidas, se debe hacer el tratamiento por partes para no producir un descenso drástico en los niveles de oxígeno y así se permite a los peces pasar a las zonas no tratadas, dándoles oportunidad de sobrevivir cuando se usan los herbicidas más tóxicos.

El control de malezas es más difícil en aguas en movimiento que en aguas estancadas, esto no solo por la dificultad de la dosificación, sino por los peligros de dispersión del producto. En la mayoría de los casos para que el producto sea efectivo debe ser soluble o emulsionable, y por lo tanto móvil.

A continuación se analizan algunos herbicidas para control de malezas acuáticas:

5.1 Sulfato de Cobre (CuSO_4). En concentraciones de 0.25-1.0 ppm controla la mayoría de algas de agua dulce incluyendo Chara sp. Para aguas duras se usan las dosis más altas y más de una aplicación en especies más resistentes. En las dosis recomendadas el sulfato de cobre no se considera tóxico y es el único producto recomendado para usar en aguas de consumo doméstico, aunque el uso continuado puede aumentar la concentración debido a efectos acumulativos, causando toxicidad para algunos animales.

5.2 Arsenito de Sodio (NaAsO_2), Efectivo contra algas filamentosas y malezas sumergidas a dosis de 3 - 7 ppm. En aguas alcalinas se requieren dosis más altas. Se debe aplicar inyectando bajo el agua para evitar quemaduras en la piel a los aplicadores y se puede usar solamente en aguas estancadas. Su uso es muy restringido debido a:

- Es un poderoso veneno acuático.
- A los animales les gusta el sabor a sal que produce y pueden morir con una dosis baja.
- Los residuos pueden permanecer por largos períodos en el fondo del agua.
- Los peces y otros seres vivientes acuáticos son muy susceptibles a él.

5.3 Solventes aromáticos: Naftas de petróleo y bencenos clorinados controlan malezas sumergidas en aguas corrientes. Un tiempo de exposición de 20 - 50 minutos con una concentración de 80 ppm es efectivo en aguas blandas; en aguas duras se requieren dosis más altas.

Los solventes aromáticos causan la muerte de toda vida acuática, incluyendo los peces. Aunque son más seguros para los animales domésticos, es mejor evitar el consumo del agua de los canales mientras estos están en tratamiento. El agua tratada con solventes se puede usar en subirrigación de cultivos pero no en riego por gravedad o por aspersión, hasta que el agua no esté clara, lo cual ocurre 24 - 72 horas después del tratamiento.

Los solventes aromáticos son inflamables y explosivos, de manera que mientras se aplican no debe haber cigarrillos o motores de explosión, o cualquier llama que pueda causar explosión del producto; igualmente por ser solventes dañan las mangueras y los empaques de las bombas.

Se deben manejar con cuidado para no inhalar sus vapores o ponerse en contacto con la piel y por esto se recomienda aplicarlos inyectados bajo el agua.

5.4 Endothal: Es efectivo contra algas y plantas vasculares sumergidas en dosis de 0.25 - 5.0 ppm. Es bastante seguro para peces, sin embargo estos no se pueden consumir hasta 3 días después del tratamiento. Para baño se puede usar el agua después de 24 horas del tratamiento, y para irrigación o consumo animal o humano, 7 días después.

5.5 Diquat: es recomendado para controlar algunas malezas flotantes y sumergidas en concentraciones de 0.25 - 5.0 ppm. La efectividad del diquat se reduce grandemente en aguas con material coloidal en suspensión (arcillas y materia orgánica). Es poco tóxico a peces. El uso de aguas tratadas (irrigación, consumo y recreación) se debe restringir hasta 10 días después.

5.6 Para el control de malezas dicotiledoneas (flotantes, emergentes, marginales y terrestres) se recomiendan herbicidas hormonales como 2,4-D, 2,45-T, 2,5-TP y MCPA.

5.7 Para especies gramíneas se recomiendan herbicidas como dalapon, amitrol y DSMA.

5.8 Para bermas y taludes se recomiendan varios esterilizantes como diurón, bromacil y simazina (10 - 20 Kg/Ha).

5.9 Sistemas de Dosificación

Malezas sumergidas o emergentes (aguas estancadas)

1) Dosis en partes por millon, ppm.

Si se trata de aguas estancadas, se requiere calcular el volumen del agua de la represa o lago a tratar, para que la cantidad de producto aplicado (asumiendo que se distribuya uniformemente en toda la masa de agua) quede en la concentración deseada (ppm).

Ejemplo:

Cual es la cantidad de Reglone (concentración: 200 gr de Diquat/Lt) que se necesita para controlar Chara Sp. a una dosis de 5 ppmp de Diquat, en un lago de un area superficial de 2 Has y profundidad promedio de 1 metro?

Area superficial: 2 Has = $20,000 \text{ m}^2$

Volumen de H_2O : $20,000 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m} = 20,000 \text{ m}^3$

$$1 \text{ m}^3 = 1,000 \text{ lt}$$

$$1 \text{ lt de } \text{H}_2\text{O} \text{ pesa } 1 \text{ Kg.}$$

$$20,000 \text{ m}^3 = 20,000,000 \text{ Lt de } \text{H}_2\text{O} = 20,000,000 \text{ Kg}$$

$$5 \text{ ppmp} = 5 \text{ Kg de Diquat} / 1,000,000 \text{ Kg de Agua.}$$

Se requieren 100 Kg de Diquat / 20,000,000 Kg de Agua.

$$100 \text{ Kg de Diquat} = 500 \text{ Lt de Reglone.}$$

2) Dosis en acre-pie *

Un (1) acre-pie es una superficie de agua de 1 acre por 1 pie de profundidad. Este sistema es una modificación del sistema de ppm, en que la dosis se da para un volumen de 43,560 pies cúbicos, que es el volumen de 1 acre-pie, en lugar de 1,000,000 de metros cúbicos o 1,000,000 de Kg (ppmv o ppmp)

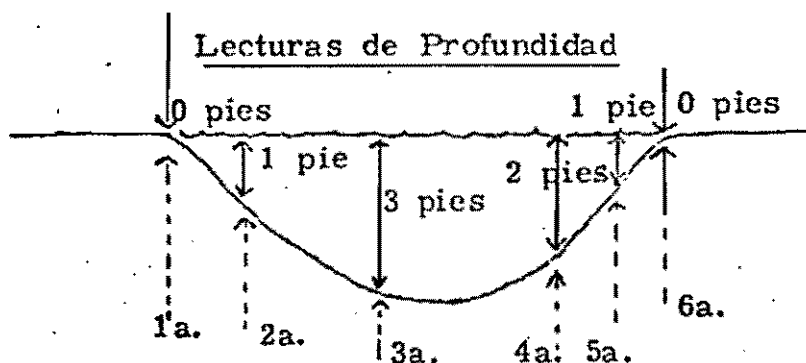
Para este sistema se sigue el siguiente proceso:

* En el sistema métrico decimal debe expresarse como Hectárea/metro, es decir dosis para $10,000 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m} = 10,000 \text{ m}^3$.

a) Se determina el área superficial del depósito de agua en acres (A). Esto se obtiene por sistemas topográficos o si se dispone de una aerofotografía, se determina el área con planímetro.

b) Se determina la profundidad promedio del depósito de agua en pies ($\bar{P}$). Esto se realiza tomando una serie sistemática de profundidades cada 30 o 40 pies en línea recta a través del depósito de agua. Se suman las profundidades obtenidas y se divide por el número de mediciones para obtener el promedio; siempre se comienza y se termina cada serie de mediciones con cero de profundidad en los bordes.

Ejemplo:



Número de Lecturas o Mediciones (N): 6

Suma de las mediciones (S): $0 + 1 + 3 + 2 + 1 + 0 = 7$ pies

Profundidad promedio ($\bar{P}$): $\frac{S}{N} = \frac{7}{6} = 1.16$ pies.

c) Se multiplica la profundidad ($\bar{P}$) promedio en pies por el área superficial en acres (A) y se obtiene el número total de acres-pies (N_T):

$$\underline{N_T = \bar{P} \times A}$$

Ejemplo:

Área superficial del lago (A): 10 Acres

Profundidad promedio ($\bar{P}$): 1.16 pies

Número total de Acres-Pies:

$$N_T = \bar{P} \times A = 1.16 \times 10 = 11.6 \text{ acres-pies}$$

Si la dosis recomendada de producto es 2.7 Lb/Acre-pie, en este ejemplo se necesitarán $2.7 \times 11.6 = 31.32$ Lb para tratar todo el lago.

Malezas sumergidas o emergentes (aguas corrientes)

1) Dosis en partes por millón, ppm

La idea general en esta dosificación es que el agua en su movimiento lleve la concentración (ppm) de producto requerido. Para esto se requiere conocer el caudal (Q) en Lt/sgdo, y disponer de un aparato dosificador que descargue por minuto sobre el canal la cantidad deseada de producto. Para esto se ha desarrollado la siguiente fórmula:

$$D = \frac{\text{ppm} \times Q \times 60}{1,000,000}$$

D = cantidad de Kg o Lt/ minuto necesarios de aplicar para producir las ppm deseadas.

Q = Caudal del canal en Lt/sgdo

ppm = partes por millón que se quieren aplicar

Como es lógico suponer después de recorrer determinada distancia, el agua va reduciendo su concentración de herbicida debido al que consumen las malezas y otras pérdidas. Experimentalmente se debe determinar hasta qué distancia del punto inicial es activo el producto, para en ese sitio hacer nueva aplicación y tratar los tramos siguientes del canal, e igualmente con la distancia se debe determinar el tiempo necesario de exposición.

Ejemplo:

Se desea aplicar una dosis de 10 ppm de un producto P en un canal que tiene un caudal de 100 Lt/sg. Cuál deberá ser la descarga/minuto para obtener la concentración deseada?

Se aplica la fórmula:

$$\text{ppm} = 10$$

$$Q = 100 \text{ Lt/sg}$$

$$D = \frac{10 \times 100 \times 60}{1,000,000}$$

$$0.06 \text{ Kg/minuto} = \underline{60 \text{ gr/minuto}}$$

Malezas flotantes, emergentes, marginales y terrestres

1) En general para estos tipos de malezas cuando se pueden emplear equipos cuya descarga se pueda calibrar, se usa dosificación en Kg i-a/Ha o en Kg o Lt de producto comercial/ Ha.

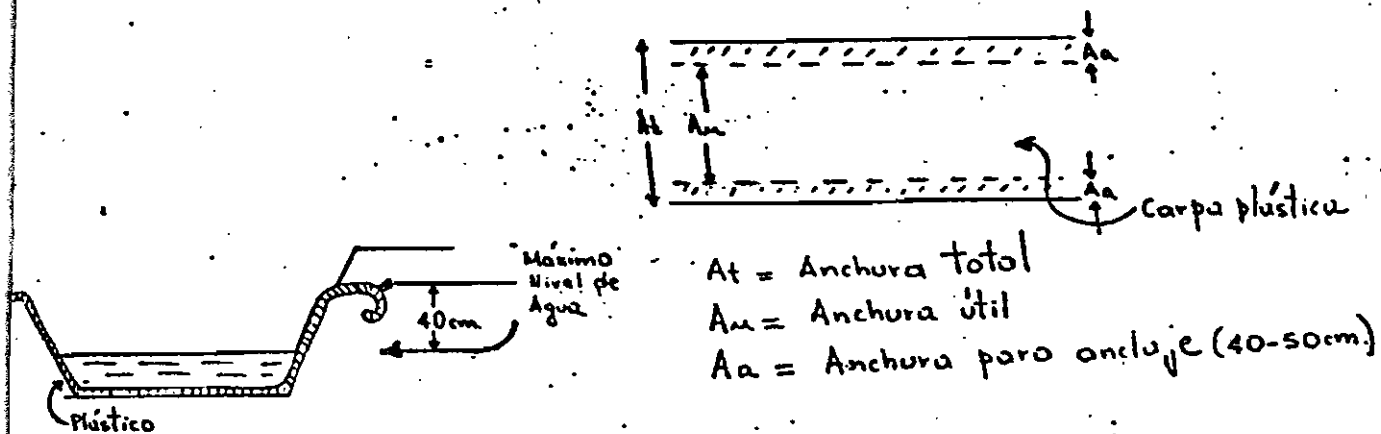


FIG. 1.- Factores que determinan la anchura del plástico

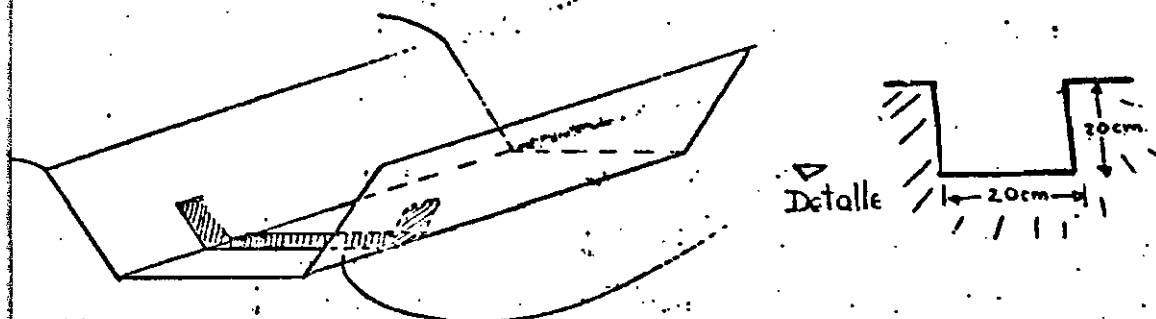


FIG. 2.- Zanja en el punto inicial de la instalación

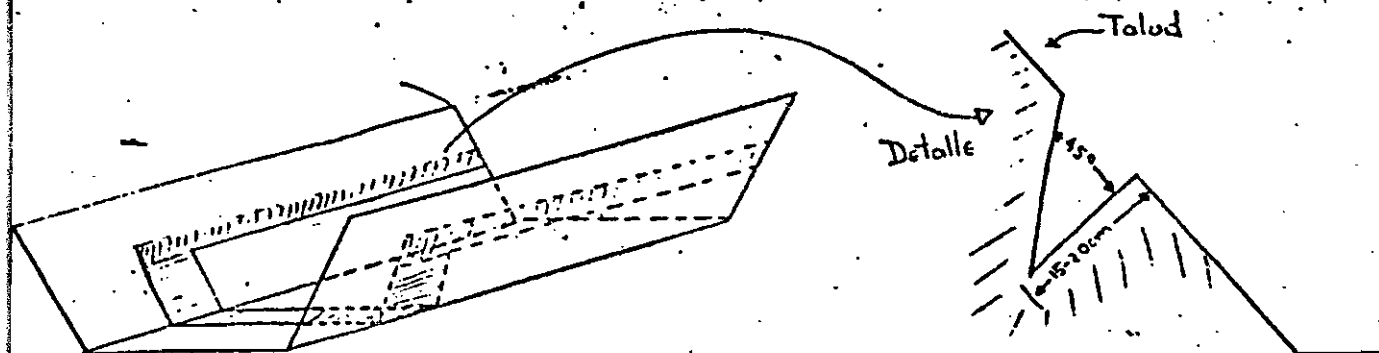


FIG. 3.- Zanjas laterales para el anclaje en los taludes

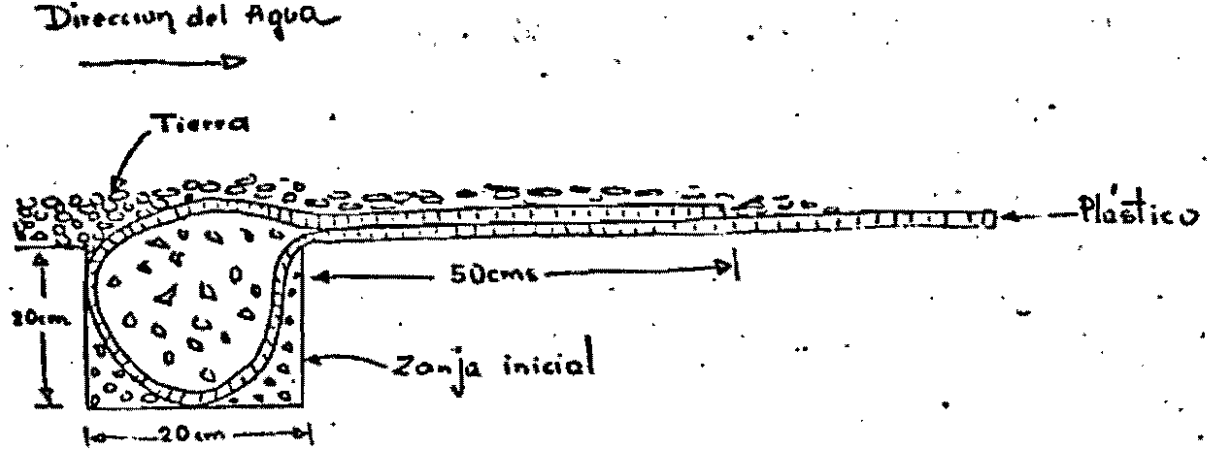


FIG. 4.- Detalle de la instalación del punto inicial.

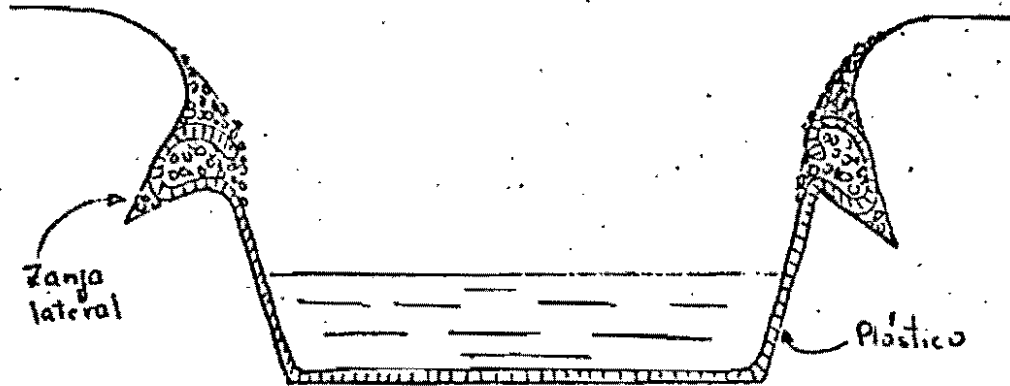


FIG. 5.- Detalle del anclaje del plástico en los taludes del canal.

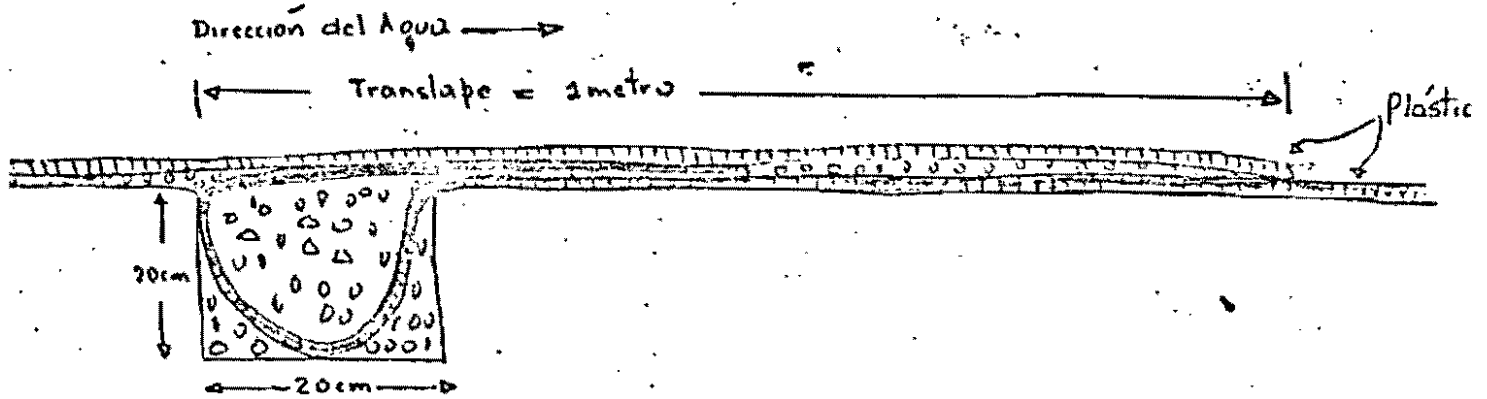


FIG. 6.- Detalle de la unión de 2 carpas.

2) Cuando la naturaleza del problema no permite usar equipos que permitan una exacta calibración, las dosificaciones se dan en términos de solución en porcentaje de i-a o en porcentaje de producto comercial (en volumen o en peso). Estas dosificaciones en la mayoría de los casos son a concentraciones bajas de manera que se usan volúmenes altos, para mojar las malezas y así tener menor oportunidad de error.

Factores de Conversión

ppm partes por millón
ppmv partes por millón en volumen, es decir una unidad de volumen en un millón de las mismas unidades.

p.ej. 1 Lt / 1,000,000 Lt = 1 ppmv
1 ml / 1,000,000 ml = 1 ppmv
1 gal / 1,000,000 gal = 1 ppmv

ppmp partes por millón en peso, es decir una unidad de peso en un millón de las mismas unidades.

p.ej. 1 gr / 1,000,000 gr = 1 gr / 1,000 Kg.
1 Kg / 1,000,000 Kg
1 Lb / 1,000,000 Lb.

1 gal de H₂O = 8.3453 Lbs
1 pie cúbico = 7.4805 Gal.

1 acre = 43.560 pies cuadrados
1 acre-pie = 43.560 pies cúbicos
1 acre-pie = 2,718,144 Libras de agua

1 ppm = 0.028 gramos por pie cúbico
1 ppm = 1 Lb en 1,000,000 de Lbs.

APENDICE N° 1

TABLA DE SUSCEPTIBILIDAD ^{1/} DE MALEZAS ACUATICAS

<u>Maleza</u>	<u>Susceptibilidad ^{2/}</u>	<u>Producto</u>	<u>Dosis</u> <u>(Kg i-a/ Ha)</u>	<u>Observaciones</u>
<u>Bidens laevis</u>	S	2,4-D Amina	1 - 2	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	S	2,4,5-T	1 - 2	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	S	2,4-D Ester	1 - 2	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	MS	Amitrol - T	4 - 8	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	MS	Paraquat	2.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
<u>Hydrocotyle ranunculoides</u>	S	2,4-D Amina	2.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	S	2,4-D Ester	0.5 - 2.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	S	MCPA	2.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	MS	2,4,5-TP	2.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	MS	Amitrol T	4.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	R	Diurón	1.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	R	Dicamba	1.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
<u>Jussiaea repens</u>	S	2,4-D Amina	0.5 - 2.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	S	2,4,5-T	2.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	MS	2,4,5-TP	0.5 - 1.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	MS	MCPA	2.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	MS	Dicamba	0.5	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	R	Diurón	0.25- 1.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
<u>Jussiaea natans</u>	S	2,4-D Amina	2.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	S	2,4-D Ester	2.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	S	Amitrol T	4.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	S	Diurón	2.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	MS	2,4,5-TP	0.25- 1.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v

<u>Planta</u>	<u>Susceptibilidad</u>	<u>Producto</u>	<u>Dosis</u> (Kg i-a/Ha)		<u>Observaciones</u>
<u>Abutilon</u> <u>thaiense</u>	S	Paraquat	2.0		Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	MS	2, 4, 5-TP	1.0		Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	MS	2, 4, 5-T	2.0		Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	MS	2, 4-D Amina	4.0		Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	R	Amitrol T	2	- 8	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
<u>Abutilon</u> <u>hexandra</u>	S	Dalapon	10	-20	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	MS	Amitrol T	4	- 8	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	R	Diuron	100		Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	R	Atrazina	2	- 8	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	R	MSMA	2	- 8	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
<u>Abutilon</u> <u>prostrata</u>	S	2, 4, 5-TP	1.0		Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	S	Amitrol T	4.0		Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	S	Diurón	2.0		Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	MS	2, 4-D Amina	2.0		Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	R	Sulfamato de Amonio	25	- 50	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
<u>Abutilon</u> <u>arguta</u>	S	Hydrothol	2.0	3/	Aplicado sobre la superficie del agua con
	MS	Diquat	1	- 2	Surfactante WK 0.5%.
	MS	Naphta	20	-40	(Debe usarse Tritón X-45 en lugar de Surfac-
	MS	Xylol	20	-40	tante WK y al 1% v/v del producto a usar).
<u>Abutilon</u> <u>repens</u>	S	Dalapon	30.0		Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	S	TCA	50.0		Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	MS	MSMA	6	-12	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	R	Paraquat	0.5	- 2.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	R	Diurón	2	- 6	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
<u>Abutilon</u> <u>Stratiotes</u>	S	Paraquat	0.25-	1.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	MS	Diquat	0.25-	2.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	R	2, 4-D Amina	10	-20	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v

APENDICE N° 2

TABLA DE SUSCEPTIBILIDAD DE ALGUNAS MALEZAS ACUATICAS Y TERRESTRES^{1/}

<u>Maleza</u>	<u>Susceptibilidad</u> ^{3/}	<u>Producto</u>	<u>Dosis</u> <u>((Kg i-a/Ha)</u>	<u>Observaciones</u>
<u>olla Spp</u>	S	Sulfato de Cobre	8.8	
	S	2, 4, 5-T	3.8	Aplicado foliarmente en agua con Surfactante WK
<u>achilaria</u>				
<u>nutica (panicum</u>	S	Dalapon	5 - 10	Tres aplicaciones foliares con intervalos de
<u>purpurascens</u>				2 - 3 semanas.
<u>eocharis</u>				
<u>cicularis</u>	S	2, 4, 5-TP (Granular)	12	
<u>mphaea spp</u>	MS	2, 4-D Ester	4 - 6	Aplicado foliarmente en agua o fuel oil.
	MS	2, 4-D Granular	20 - 40	Aplicación total en agua estancada
	MS	2, 4, 5-TP	1 - 2 ppmp ^{2/}	Injectado en agua estancada
<u>stia stratiotes</u>	MS	MCPA	4 - 6	Aplicado foliarmente con Surfactante 0.1% v/v
<u>idium</u>	S	2, 4, 5-T	4.0	
<u>gua java</u>	S	Fenuron	20.0	Aplicar a la planta entera o a los tocones
<u>cinus</u>				
<u>communis</u>	S	2, 4, 5-T	4.0	Aplicado en plantas pequeñas o en tocones rebrotados
<u>irpus spp</u>	S	Dalapon	20.0	Aplicación foliar
	S	Simazina	15.0	Aplicación foliar
	S	Amítrol T	10.0	Aplicación foliar

Maleza	Susceptibilidad	Producto	(Kg i-a/ Ha)	Observaciones
<u>PolYGONUM</u>	S	Dicamba	0.5 - 2.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
<u>Andropogon peroides</u>	MS	2,4-D Amina	2 - 3	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	MS	2,4-D Ester	2 - 3	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	MS	2,4,5-TP	1 - 3	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	R	Amitrol T	4 - 8	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	R	MCPA	0.5 - 2.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	R	Diurón		Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
<u>Imnobilium</u>	S	Paraquat	0.5 - 2.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
<u>Coloniferum</u>	MS	2,4,5-TP	2.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	R	2,4,5-T	0.5 - 2.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	R	2,4-D Amina	0.5 - 2.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
<u>Cirpus californicus</u>	S	2,4-D Ester	0.25 - 0.5 <u>4/</u>	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	S	2,4-D Amina	0.25 - 0.5 <u>4/</u>	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	MS	Dicamba	0.25 <u>4/</u>	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	R	Dalapon	0.5 - 2.0 <u>4/</u>	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	R	Amitrol T	0.5 - 1.0 <u>4/</u>	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	MS	2,4,5-TP	0.125 <u>4/</u>	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	R	Diurón	0.1 - 0.4 <u>4/</u>	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
<u>Ichhornia crassipes</u>	S	2,4-D Amina	0.5 - 1.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	S	2,4,5-TP	0.5 - 1.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	R	Amitrol T	2.0 - 8.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	R	Diurón	0.25 - 1.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
<u>Elypha angustifolia</u>	S	2,4-D Amina	0.5 - 1.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	S	Dalapon	0.5 - 2.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	MS	Amitrol T	0.25 - 1.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v
	MS	2,4-D Ester	0.25 - 1.0	Aplicación foliar + Surfactante 0.5% v/v

/ Basada en estudios realizados en Colombia por ICA, INCORA y MISION NEBRASKA.

/ S = Susceptible - MS = Medianamente Susceptible - R = Resistente.

/ ppmv (partes por millón en volumen)

/ Dosis en porcentaje p/v (peso/volumen) en agua, aplicando hasta cubrir completamente las plantas.

Maleza	Susceptibilidad	Producto	Dosis (Kg i-a/Ha)	Observaciones
<u>Alvinia rotundifolia</u>	S	Diquat	1.25	Aplicado foliarmente
<u>lix sp</u>	S	Sulfamato de Amonio	30 - 50	Aplicado foliarmente
<u>binodola</u>	MS	2,4-D Ester	2 - 4	Aplicado foliarmente con fuel oil (187 Lt/Ha)
<u>polirhiza</u>	S	2-Amino, 3-Cloro 4-Naptoquinona	10.0	
<u>capa natans</u>	S	2,4-D Amina	4 - 8	Aplicado en estado de floración
<u>ricularia sp</u>		Acroleina	5 - 10 ppmp <u>2/</u>	Injectado en el agua
<u>eratophyllum sp</u>		Arsenito de Sodio (As ₂ O ₃)	4 ppmp <u>2/</u>	Injectado en el agua. No usar en aguas corrientes
<u>odea densa</u>	S	Diquat	3 - 5 ppmp <u>2/</u>	Injectado en el agua
<u>odea canadensis</u>		Endothal (TD-47)	3 - 5 ppmp <u>2/</u>	No usar en aguas corrientes
<u>ajas guadalupensis</u>				
<u>otamogeton sp</u>				
<u>olffia spp</u>	S	2-Amino, 3-Cloro 4-Naptoquinona	10	
	MS	2,4-D Ester	2 - 4	Aplicado foliarmente con fuel oil (187 Lt/Ha).

Tomado y Adaptado de:

1- AQUATIC HERBICIDE DATA
Agricultural Handbook N° 231
Agricultural Research Service, USDA
Recopilado por J.M. Lawrence.
Dic./62

2 - SUPPLEMENT TO AQUATIC HERBICIDE DATA
Agricultural Handbook N° 231
Agricultural Research Service, USDA
Recopilado por J.M. Lawrence y E.B. Hollingsworth.
Sept./69

ppmp (partes por millón en peso).

S = Susceptible, MS = Medianamente Susceptible, R = Resistente.

APENDICE N° 3

TABLA DE SUSCEPTIBILIDAD DE ALGUNAS ALGAS ^{1/}

<u>Algas</u>	<u>Susceptibilidad^{2/}</u>	<u>Producto</u>	<u>Dosis (Kg i-a/Ha)</u>
<u>a sp</u>	S	Diquat	5 ppm
	S	2,4,5-TP (Granular)	4.0
	S	Sulfato de Cobre	0.1 - 1.0 ppm
	S	Arsenito de Sodio	3 ppm
<u>cella vulgaris</u>	S	Paraquat	0.25- 1.0 ppm
<u>ophora sp</u>	S	Monuron	2 -10 ppm
	S	Diurón	2 -10 ppm
	R	Sulfato de Cobre	2 - 5 ppm
<u>ena spp</u>	R	Paraquat	0.25- 1.0 ppm
	R	Diquat	0.25- 1.0 ppm
<u>la spp</u>	S	2,4,5-TP (Granular)	25
<u>ophora spp</u>	S	Arsenito de Sodio	4
	R	Monuron	20
	MS	Sulfato de Cobre	1
<u>gira spp</u>	S	Monuron	2 -10 ppm
	S	Diuron	2 -10 ppm

Tomado y Adaptado de:

SUPPLEMENT TO AQUATIC HERBICIDE DATA

Agricultural Handbook N° 231

Agricultural Research Service, USDA.

Recopilado por J.M. Lawrence y E.B. Hollingsworth.

Sept./69

S = Susceptible, MS = Medianamente Susceptible, R = Resistente.

formación sobre la toxicidad y la persistencia de los herbicidas en agua.

NOMBRE	TOXICIDAD		PERSISTENCIA
	<u>Peces y Vida Silvestre</u>	<u>Mamíferos</u> (DL ₅₀ ratas)	
2,4-D	No tóxica en dosis normales (1 ppm.). 100 ppm de ácido causa mortalidad moderada a algunas especies de <u>sar</u> go y lobina.	300 - 1,000 mg/Kg	1 - 4 semanas en el suelo. Algunas veces dura más en el agua.
2,4,5-T 2,4,5-TP	No tóxica en dosis normales (1ppm.), pero es más tóxi ca que 2,4-D.	300 mg/Kg	Más persistentes que 2,4-D.
Alachlor	No tóxica en dosis normales. Tiene 0 % de mortalidad en carpa dorada con 100 ppm.	9,330 mg/Kg	3-6 semanas en el suelo. Puede ser si milar en el agua.
CPA	No tóxica en dosis normales.	700 mg/Kg	1-6 meses en el suelo
Altritol-T	A 1.470 ppm no afecta el pez <u>Lepomis macrochiras</u> durante 48 horas.	750 mg/Kg	2-4 semanas en el suelo.
Alachlor	No tóxica en dosis normales. DL ₁₀₀ es 465 ppm. para carpas pequeñas. DL ₁₀₀ es 35,000 ppm para truchas arcoiris.	1,028 mg/Kg	Dos veces más persis tente en agua que 2,4-D.
Alachlor	El pez <u>Lepomis macrochiras</u> a 2.5 ppm durante 6 días no es afectado. En <u>Pomoxis annularis</u> a 8.75 ppm por 24 horas causa 50% de mortalidad en <u>Oncorhynchus kisutch</u> a 33 ppm durante 24 horas causa 50% de mortalidad.	3,400 mg/Kg.	Persistente.

imate	No tóxica en dosis normales.	3,900 mg/Kg	6-8 semanas en el suelo.
C A	No tóxica en dosis normales.	5,000 mg/Kg	3-10 semanas en el suelo.
quat	No tóxica en dosis normales.	400 mg/Kg	Ninguna persistencia después de 7 a 10 días en agua (es adsorbida).
raquat	No tóxica en dosis normales.	150 mg/Kg	Probablemente como el Diquat.
drothol	Algo tóxico.	206 mg/Kg	No hay información.
S M A	Probablemente no es tóxico en dosis normales.	1,800 mg/Kg	Se inactiva rápidamente en el suelo.
drazida naléica	No hay mortalidad a 10 ppm. para los "bluegills" y los "Fathead".	6,950 mg/Kg	3 meses + en el suelo.

ta. De esta lista sólo el uso de 2,4-D amina, dalapón, hidrazida maléica, diquat, y paraquat se permite en las aguas de Gran Bretaña. (Mayo 1971).

- mado de:
1. Herbicide Handbook, Weed Society of America. 1967.
 2. Supplement to Aquatic Herbicide Data, U.S.D.A. 1968. Agricultural Handbook No. 231. Agriculture Research Service. United States Department of Agriculture.
 3. The Control of Aquatic Weeds. U.K. Ministry of Agriculture, Bulletin No. 194. 1968.
 4. Aquatic Herbicide Data. U.S.D.A. 1962. Agricultural Handbook No. 231. Agriculture Research Service. United States Department of Agriculture.

4. CONTROL BIOLOGICO

El control biológico brinda buenas perspectivas, pero en la actualidad la mayoría de estos sistemas está poco desarrollado y en la etapa experimental; en muchos casos a niveles de discusión académica solamente.

4.1 El Manatí (Trichechus Manatus Latirostris) Es un mamífero de hábito herbívoro que puede consumir grandes volúmenes de malezas como: Najas guadalupensis, Elodea Canadensis, Utricularia spp., Typha spp y Eleocharis spp. En Colombia se encuentra en forma silvestre, pero su población ya es escasa debido a que es perseguido por los cazadores por la calidad de su carne. Es difícil su cría en confinamiento y es poco prolífico.

4.2 Peces herbívoros - La Tilapia Melanopleura ha sido reportada como efectiva contra las algas Phytophthora sp., Chara sp. Otras especies con hábitos herbívoros son: carpa común (Cyprinus carpio) "White amur" (Ctenopharyngodon idella) y el "Silver dollar fish" (Metynnia Sp.).

4.3 El caracol Marisa Cornuaretis se alimenta de varias malezas como Ceratophyllum demersum, Najas guadalupensis, Potamogeton illinoensis y Althernanthera philoxeroides; desafortunadamente este caracol también se alimenta de plantas útiles como el arroz y es además muy sensible a temperaturas por debajo de 6°C.

4.4 Insectos como Agasicles sp tienen hábito alimenticio específico sobre Althernanthera philoxeroides. Otro insecto, Paulinia acriminate tiene posibilidades para el control de Salvinia sp.

4.5 Patos y gansos pueden ser útiles en pequeñas áreas acuáticas para control especialmente de Lemna sp.

4.6 Para malezas en bermas y taludes puede utilizarse el pastoreo controlado de ganado vacuno y equino.

4.7 Cobertura vegetal - El establecimiento de una cobertura vegetal vigorosa y altamente competitiva previene la invasión de malezas de bermas y taludes. Esta práctica puede reportar beneficios adicionales como son el suministro de forrajes y la prevención de la erosión. Se debe tener cuidado al seleccionar la especie de la cobertura para no introducir un problema mayor al que se trata de solucionar. En Colombia se están usando el pasto Bermuda (Cynodon dactylon) y el Kikuyo (Pennisetum clandestinum) en clima caliente y frío respectivamente a

pesar de ser dos especies muy agresivas y de difícil control en la mayoría de los cultivos.

4.8 Fertilización - En aguas estancadas, el uso de fertilizantes para producir un plankton denso que impida la penetración de la luz, puede ser un método efectivo para control de malezas sumergidas a la vez que favorece los peces al aumentar sus fuentes alimenticias.*

4.9 Malezas flotantes - En el caso de que el problema sea de malezas sumergidas y las malezas flotantes no causen mayor daño, se puede promover el desarrollo de estas últimas para que impidan el paso de la luz hacia el agua, y así controlen las sumergidas. En estos casos se deben preferir las malezas flotantes de porte pequeño como Lemna sp. y Limnobium Stoloniferum.

Siguiendo el principio empleado en estos dos últimos sistemas 'Fertilización y malezas flotantes' se pueden usar plásticos oscuros para cubrir el agua e impedir el paso de luz, lo mismo que colorantes oscuros e inocuos en si mismos, pero que actúen al impedir el paso de luz.

4.10 El drenado o inundación - el drenado de un canal o depósito de agua cambia las condiciones ecológicas para las malezas acuáticas y si es por un período prolongado la acción de los rayos solares puede completar el control. La inundación es lo contrario y consiste en elevar el nivel del agua para "ahogar" las malezas terrestres y algunas marginales o sumergidas. Estos sistemas están condicionados al uso que se le dé al agua, para poder tener períodos de secado o alta disponibilidad de agua para permitir la inundación, además de que el sistema debe tener las estructuras hidráulicas apropiadas para producir cambios en el nivel del agua.

*Referencia: Waterweed control in Farms and Ranches.
Farmer Bulletin 2181 USDA - Feb. /62.

GENERAL

1. The Biology of Aquatic Vascular Plants, by C.D. Sculthorpe. E. Arnold, U. K. 1967. 610 pp Ch. 13-14.
2. Weeds of the World, by L.J. King. Interscience Publications. U.S.A. 1966.
3. Aquatic Weeds, by L. Holm, L. Weldon, and R.D. Blackburn. Science 166: 699-709. 1969.
4. Principles of Aquatic Plant Control, by T.F. Hall. Adv. in Pest Control 4: 211-. 1961.
5. International Symposia on Aquatic Weeds, organized by the European Weed Research Council. (The third symposium was held in England in July 1971, proceedings will be published).
6. Annual Newsletter of the Association of Aquatic Vascular Plant Biologists. Obtainable from Dr. C.P. McRoy, Institute of Marine Sciences, University of Alaska, College, Alaska, U.S.A.
7. Handbook of Utilization by Aquatic Plants, ed. by E.C.S. Little. FAO. Rome, Italy. 1968. 121pp.
8. Fresh-Water Plants: A Potential Source of Protein, by C.E. Boyd. Economic Botany 22: 359-368. 1968.
9. Vascular Aquatic Plants for Mineral Nutrient Removal from Polluted Waters, by C.E. Boyd. Economic Botany 24: 95. 1970.

U. S. A.

1. A Manual of Aquatic Plants, by N.C. Fassett. Revised Edition, University of Wisconsin Press. 1966.
2. Common Aquatic Weeds, by L.W. Weldon, R.D. Blackburn and D.S. Harrison. Agriculture Handbook No. 352. U.S.D.A. 1969.
3. Aquatic Herbicide Data, compiled by J.M. Lawrence. Agriculture Handbook No. 231. U.S.D.A. 1962.

4. Supplement to Aquatic Herbicide Data, compiled by J.M. Lawrence, U.S. D.A. 1968.
5. Suggested Guide to Chemical Control of Weeds, by Danielson et. al. ARS Special Report. U.S.D.A. 1958.
6. Hyacinth Control Journal (devoted to work on aquatic weed control). Published by the Water Hyacinth Control Society.

CANADA

1. Water Weeds (Aquatic plants). Extract from "Guide to Chemical Weed Control". Ontario Dept. of Agriculture Publications No. 75. 1970.
2. Aquatic Plant and Algae Control. Ontario Water Resources Commission. 1968.
3. The Control of Aquatic Weeds in Alberta. Alberta Dept. of Agriculture Publications No. 647. 1967.

BRITAIN

1. The Identification of Common Water Weeds. Ministry of Agriculture Bulletin No. 183. 1962.
2. The Control of Aquatic Weeds. Ministry of Agriculture Bulletin No. 194. 1968.
3. Weed Control Handbook. ed. by J.D. Fryer and S.A. Evans. Blackwell 1968. Volume 2 (Recommendations).
4. Aquatic Herbicide - Code of practice. Pesticides Safety Precautions Scheme. Ministry of Agriculture. 1967.

INDIA

1. Water Plants, by B.B. Bhadri, Singh, and B.L. Desai. Indian Council of Agricultural Research. 1962.

CONTROL QUIMICO DE MALEZAS EN AREAS NO AGRICOLAS

J. SIERRA *

PRINCIPALES AREAS NO AGRICOLAS

Se entiende por áreas no agrícolas, todos los sitios donde pueden desarrollarse malezas y que no tienen utilización agrícola. Entre las principales áreas no agrícolas se tienen:

- 1- Carreteras
- 2- Ferrocarriles
- 3- Areas de estacionamiento
- 4- Areas de almacenamiento
- 5- Areas recreativas
- 6- Cercas
- 7- Postes de energía eléctrica o de teléfonos
- 8- Oleoductos
- 9- Aeropuertos y terminales de transporte
- 10- Cementerios
- 11- Plantas eléctricas
- 12- Fábricas
- 13- Bordes de canales o acequias
- 14- Vallas y señales de tráfico
- 15- Instalaciones militares
- 16- Instalaciones deportivas

PROBLEMAS CAUSADOS POR MALEZAS EN AREAS NO AGRICOLAS

Las malezas causan muchos problemas relacionados especialmente con la seguridad, la estética y la salud, así:

- 1- Son causa de incendios, especialmente en épocas de verano.
- 2- Causan accidentes de tráfico al quitar la visibilidad u ocultar las señales.
- 3- Invaden los bordes de las carreteras (bermas), impidiendo que sean utilizados como zona de seguridad o de estacionamiento.
- 4- Obstruyen los drenajes, lo que ocasiona inundaciones que dañan la vías.

* Ing. Agr. M.S. - Du Pont de Colombia, S. A.

- 5- Causan pudriciones de los polines en las vías férreas y producen patinaje de los trenes que pueden ocasionar descarrilamientos.
- 6- Albergan plagas como roedores y ofidios, alacranes e insectos.
- 7- Ocasionan cortos circuitos.
- 8- Las especies arbustivas destruyen las estructuras de concreto.
- 9- Pudren los postes y materiales de madera.
- 10- Producen deterioro de mercancías en almacenamiento.
- 11- Causan corrosión en materiales metálicos como mallas y alambres.
- 12- Ocultan vallas y anuncios de publicidad en las carreteras.
- 13- Dificultan las labores de mantenimiento de oleoductos, plantas y redes eléctricas.
- 14- Reducen el flujo de agua en los canales y constituyen fuente de contaminación para áreas no infectadas.
- 15- Muchas malezas son tóxicas para el hombre y causan alergias.
- 16- Dañan la estética en parques, cementerios, zonas de recreación, edificios, etc.
- 17- Aumentan los costos de mantenimiento.

CONTROL QUIMICO

El control de malezas en áreas no agrícolas difiere del control en cultivos, donde se requiere reprimir las malezas por períodos generalmente cortos (época crítica de competencia), y donde el mismo cultivo ayuda al control por competencia. En áreas no agrícolas se requiere generalmente eliminar todo tipo de vegetación y por períodos más largos; aunque como sucede en prados, se requiere hacer un control selectivo.

En cuanto a la duración del control (residualidad) los herbicidas de tipo esterilizantes se clasifican:

- 1- Esterilizantes de corto plazo. Son aquellos que ejercen su acción por períodos de 6 meses o menos.
- 2- Esterilizantes de mediano plazo. Cuando actúan por períodos de 6-12 meses.
- 3- Esterilizantes de largo plazo. Cuando actúan durante 12 o más meses.

HERBICIDAS USADOS EN AREAS NO AGRICOLAS

I. No Selectivos

Telvar (Monuron)
Karmex (Diuron)
Spike
Hyvar X y Hyvar X-L (Bromacil)
Tandex
Atrazina
Simazina
Velpar
Krovar I (diuron + Bromacil)

II. Selectivos

Tordon (Picloram)
Banvel (Dicamba)
Trysben 200 (2, 3, 6-TBA)

III. Foliares Translocables

- 1- Fenóxidos:
 2, 4-D
 2, 4, 5-T
 2, 4, 5-TP
 2, 4-DB
- 2- Tordon (Picloram)
3- Banvel (Dicamba)
4- Dowpon (dalapon)
5- Amitrole
6- Round up (Glifosato)

IV. Herbicidas de Contacto

- 1- MSMA
2- DSMA
3- Acido cacodílico
4- Gramonone (Paraquat)
5- Amitrole
6- Clorato de sodio
7- TCA
8- Dowpon (Dalapon)
9- Aceites
10- Pentaclorofenol
11- Ammate-X (Sulfamato de Amonio)

PRECAUCIONES PARA CON LAS PLANTAS UTILES

- 1- Evítese aplicar cuando y donde el arrastre de las gotas finas o los vapores volatizados fácilmente puedan entrar en contacto con cultivos sensibles a plantas ornamentales; haga parcheos en los prados, cuando las malezas sean poco numerosas o no tengan distribución total en el área.
- 2- Reduzca los peligros de arrastre o volatilidad usando las formulaciones más seguras; las formulaciones amina o esteres de baja volatilidad son las mejores tratándose de Fenoxidos. Usense presiones bajas y volúmenes altos de mezcla para producir gotas pesadas. Aplíquese cuando la velocidad del viento en baja y cuando corre en dirección contraria a plantas útiles. No se aplique con temperaturas superiores a 32°C. Use pantallas al extremo de la aspersión. Para evitar los riesgos de arrastre, use aditivos especiales como:
 - Fomex
 - Accutrol
 - Lo-Drift
 - Nalco-Trol
 - NorbackEmulsiones invertidas (aceite/agua):
 - Instamul
 - Visko-Rhap
- 3- No aplique esterilizantes en la zona de raíces de árboles útiles porque la lixiviación del herbicida puede causarles daño o muerte.
- 4- Evítese aplicar herbicidas en áreas pendientes y desprovistas de vegetación, pavimentos u otras áreas donde el herbicida pueda ser llevado por escorrentía a plantas útiles localizadas en sitios más bajos.
- 5- Evite el empleo de los equipos de aplicación de herbicidas en otros usos en cultivos o plantas ornamentales hasta tanto no estén completamente limpios. Cuando se han usado herbicidas fenólicos, a pesar de que se haya lavado bien el equipo, es mejor no usarlo en cultivos sensibles a 2,4-D.

El equipo se puede limpiar con agua caliente y detergente, luego por 12-24 horas se llena con una solución de amoníaco y agua

(1 parte de amoniaco en 100 de agua) o se agita el equipo por 2 minutos con una suspensión de carbón activado en agua y detergente al 0.25% y luego se lava con agua limpia.

PROTECCION DE ARBOLES UTILES CONTRA APLICACIONES EQUIVOCADAS DE ESTERILIZANTES

La mayoría de los herbicidas esterilizantes del suelo pueden causar serio daño o matar los árboles útiles y por tanto no deben aplicarse a su sistema radicular o en áreas donde pueda ser lavado y llevado hasta las raíces de las plantas útiles. Esto puede ocurrir con herbicidas como bromacil, diuron, monuron y otros herbicidas usados para control total de la vegetación.

En caso de error de aplicación, se puede sugerir lo siguiente:

- 1- Si el error es descubierto inmediatamente después de la aplicación, se puede remover con una pala plana 2.5 cms. de la capa superficial del suelo y colocándola en las áreas donde realmente se requiera esterilizar. Con este sistema, se remueve la mayor parte del herbicida. Si aún después de esto queda duda, se puede aplicar 3.8 kg. de carbón activado por cada 100 m² de suelo y luego incorporarlo mecánicamente en forma superficial. Los árboles deben inspeccionarse periódicamente para establecer si hay amarillamiento o cualquier otro daño.
- 2- Si el error de aplicación se descubre cuando las hojas empiezan a tornarse amarillas. Si el herbicida ha sido aplicado en una parte de la raíz, se abre una zanja de 10-15 cms. de anchura por 60 de profundidad y a 60 cms. más allá del borde del area tratada (entre el tronco y el area tratada).

Si es en época seca, se debe regar y fertilizar al lado opuesto de la zona tratada con el fin de estimular el crecimiento de raíces hacia la zona no tratada. Como prevención extra, también se puede aplicar carbón activado en la misma dosis anterior, pero incorporándolo a 7.5 cms. de profundidad.

- 3- Si el herbicida ha sido aplicado en forma total en toda el area del sistema radicular y el error es descubierto antes de que llueva o se irrigue. Se remueve una capa de suelo de 2.5 cms.

Sinembargo si ha transcurrido algún tiempo después de la aplicación y se ha presentado algo de lluvia, la capa a remover debe ser de 10 a 15 cms. y luego aplicar carbón activado e incorporar.

RECOMENDACIONES GENERALES

- Se debe identificar el problema (malezas, suelo, peligro de usar herbicidas, duración requerida del control, etc.).
- Para períodos largos de control se deben usar las dosis más altas, lo mismo que para suelos con alto contenido de materia orgánica y de tipo arcilloso.
- Para complejos de malezas (gramíneas, hoja ancha y ciperáceas) se pueden usar mezclas así:
 1. Diurón + Hormonal (2,4-D; 2,4,5-T; picloram, etc.) + Dalapón.
 2. Diurón + Bromacil + Hormonal + Dalapón
 3. Bromacil + Hormonal + Amitrol
 4. Diurón + Paraquat
 5. Diurón + Hormonal o Diurón + Dalapón
 6. Bromacil + Hormonal o Bromacil + Dalapón
 7. Diurón + TCA o Diurón + DSMA
 8. Triazina + Hormonal
- Para problemas específicos de Cyperus rotundus o Cynodon dactylon usar glifosato o Bromacil. Téngase en cuenta que el glifosato es incompatible con los herbicidas residuales en mezcla de tanque.
- En la mayoría de los casos se emplean volúmenes altos de agua y presiones bajas para producir gotas grandes con el fin de evitar problemas de arrastre y volatilización o para evitar errores cuando las dosis se dan en términos de %.
- Los herbicidas residuales como úreas, uraciles y triazinas, se deben aplicar preferiblemente con suelo húmedo sobre malezas en crecimiento vigoroso. Cuando se usan en post-emergencia tardía, se pierde mucho efecto residual porque muy poco producto cae al suelo. La mejor época de aplicación es al comienzo de las lluvias.
- Es más económico seguir un plan continuado, aplicando inicialmente dosis altas y luego dosis más bajas de mantenimiento o parcheos.

- En muchos casos es preferible fraccionar las dosis o usar dos o más aplicaciones diferentes. Cuando hay maleza muy densa en mezcla con especies arbustivas, se puede hacer una primera aplicación de un herbicida hormonal o de contacto, para permitir la posterior aplicación de un herbicida residual o un control mecánico, y luego el herbicida residual.
- Para complejos de malezas que incluyan especies de difícil control introducir en la mezcla el producto específico que la controle teniendo en cuenta la compatibilidad de los productos.

EQUIPO

El equipo depende principalmente del área a tratar y de los peligros de contaminación o fitotoxicidad en áreas vecinas.

Se pueden usar desde equipos manuales para áreas pequeñas, grandes equipos autopropulsados, hasta aeroplanos, si las condiciones de seguridad lo permiten.

Lo más importante en el equipo es disponer de buena agitación y que se pueda calibrar correctamente.

ESPECIES ARBUSTIVAS O LEÑOSAS

Las especies arbustivas son de más difícil control especialmente por la poca penetración de los herbicidas y sus resistencia por tener buenas reservas nutritivas y sistema radicular profundo.

Este tipo de plantas puede destruirse con aplicaciones foliares, a la corteza, en incisiones hechas en la corteza, con aplicaciones basales o en los tocones.

Aplicaciones Foliares

Para esto se emplean productos como 2,4-D; 2,4,5-T; mezclas de 2,4-D y 2,4,5-T; 2,4,5-TP, dicamba picloram y sulfamato de amonio. Las formas ester de los herbicidas hormonales son las más activas, pero las más peligrosas por su volatilidad. Los fenóxidos se usan en dosis de 2 - 4 Kg/Ha.

Aplicación Basal

Este sistema sirve para tratar la corteza de la base de plantas individuales. Se emplean generalmente las formas ester de 2,4-D - 2,4,5-T y 2,4,5-TP en aceite diesel o Kerosene. Con esta mezcla se

pinta con una brocha o se asperja la base del tronco hasta una altura de 50 cm. Este sistema es efectivo contra arbustos hasta de 10 cm de diámetro. Una mezcla de 10 Lt de Kerosene o diesel con 200 gr de 2,4-D, 2,4,5-T o 2,4,5-TP puede ser efectiva para este fin. También se puede aplicar una solución de 1 Kg de Bromacil/20 Lt de Agua hasta mojar completamente.

Aplicación en incisiones en la corteza

Para esto se hace un anillamiento alrededor de todo el tronco del árbol en la parte basal para depositar allí el herbicida. Existen además diferentes equipos para hacer incisiones e inyectar automáticamente el herbicida. En otros casos no hay necesidad de anillar completamente el tronco sino hacer varias incisiones separadas alrededor del tronco. Los herbicidas usados son los mismos del tratamiento basal pero llenando las incisiones con el producto. También se puede usar Sulfamato de Amonio 250 - 500 gr/Lt de Agua para llenar incisiones o Sulfamato de Amonio en cristales.

Aplicación en tocones.

Después de cortados los árboles, antes de que emitan rebrotes, se mojan con una mezcla de 2,4-D ; 2,4,5-T o 2,4,5-TP en diesel o Kerosene o con una solución de Sulfamato de Amonio como en los casos anteriores.

Algunas dosis sugeridas

<u>Producto</u>	<u>Formulación y Concentración *</u>	<u>Dosis **</u>	<u>Observaciones</u>
ARMEX (iuron)	PM 80%	5-50 Kg PC/Ha	Usar surfactante 0.5% en post emergencia.
MMATE-X (sulfamato de Amonio)	PS 95%	25-30 Kg PC/Ha	Corrosivo para hierro latón.
YVAR-X (bromacil)	PM 80%	3-30 Kg PC/Ha	Usar surfactante 0.5% en post-emergencia. Pro- ducto altamente soluble agua (842 ppm).
ROVAR-I (iuron + bromacil)	PM 80% (40% + 40%)	6-40 Kg PC/Ha	Para tratamientos de emergencia, usar sur- factante 0.5% v/v.
DWPON (alapon)		10-20 Kg i-a/Ha	Específico para gramí- neas. Es preferible fraccio- nar dosis en dos aplicacio- nes.
CA (4-D ; 2,4,5-T 4,5-TP)	PS 94%	30-60 Kg i-a/Ha	
ELPAR	PS 95%	4-12 Kg i-a/Ha	Las formas amina son más activas pero más volátiles que las ester.
ANDEX	PM 80%	15-25-Kg PC/Ha	Producto altamente solu- ble en agua. Más activo que bromacil sobre toda la vegetación.
LIFOSATO		1- 3 Kg i-a/Ha	Herbicida de acción translocable no resiste

PM = Polvo Mojable - PS = Polvo Soluble

* PC = Producto Comercial - i-a = Ingrediente Activo.

SUSCEPTIBILIDAD DE LAS ESPECIES LENOSAS COMUNES A LOS TRATAMIENTOS DE HERBICIDAS (*)

ESPECIES	ROCIADOS DEL FOLIAJE			ROCIADOS DE LA BASE Y DEL TOCON			OBSERVACIONES
	Ester de 2,4,5-T ¹	Ester de 2,4-D ¹	Sulfamato de amonio ¹	Ester de 2,4,5-T ¹	Ester de 2,4-D ¹	Sulfamato de amonio ¹	
Abedul (<i>Betula</i> sp.)	S	S	S	S	S	S	Renuevos en la base. Nuevos brotes posibles en troncos viejos.
Abedul amarillo (<i>B. lutea</i>)	S	S-I	S-I	S	S-I	S-I	
Abeto balsámico (<i>Abies balsamea</i>)	R	R	S-I	I	I	I	
Abeto (<i>Picea</i> sp.)	R	R	R	R	R		Renuevos en la base y raíces. ID.
Acacia, huizache (<i>Acacia farnesiana</i>)	R	R	R	R	R	R	
Acaro (<i>Ailanthus altissima</i>)	S-I	S-I	I	S	S	I	
Accebo (<i>Ilex glabra</i>)	I	I	I	I	I	I	ID.
Accebo (<i>Ilex vomitoria</i>)	I	I	I	I	I	I	
Agracejo (<i>Berberis</i> sp.)	I	I	.....	S	S	.....	
Ajenjo (<i>Artemisia</i> sp.)	S	S					Aplicuese cuando el suelo está húmedo. Aplicuese 1 kg de equivalente de ácido por hectárea.
(<i>A. tridentata</i>)	S	S	.....	.....	.....	.....	
(<i>A. filifolia</i>)	S	S	.....	.....	.....	.....	
Alamo, chopo (<i>Populus</i> sp.)	S-I	S-I	I	S	I	I	Renuevos en la base y raíces. Renuevos en la base.
(<i>P. tremuloides</i>)	S-I	S-I	S	S	S	S	
(<i>P. sargentii</i>)	I	I	.....	.....	.....	.....	
(<i>P. wialisani</i>)	I	I	S-I	I	I	S	Renuevos en la base y raíces.
(<i>P. balsamifera</i>)	I	I	R	R	R	R	
Alerce, enebro (<i>Larix</i> sp.)	I	R	S-I	S	I	S-I	
Algarrobo (<i>Gleditsia triacanthos</i>)	I	I	I	I	I	I	ID.
Algarrobo, robinia (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	I	I	I	I	I	I	ID.

S = susceptible; I = intermedia; R = resistente. S-I = susceptible a intermedia; I-R = intermedia a resistente.

(*) Tomado y Adaptado de:

CONTROL QUIMICO DE MALEZAS Y ARBOLES

Centro Regional de Ayuda Técnica

Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D.)

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América

Boletín Agrícola N° 2158

México.

SUSCEPTIBILIDAD DE LAS ESPECIES LENOSAS COMUNES A LOS TRATAMIENTOS DE HERBICIDAS

ESPECIES	ROCIADOS DEL FOLLAJE			ROCIADOS DE LA BASE Y DEL TOCON			OBSERVACIONES
	Ester de 2,4,5-T ¹	Ester de 2,4-D ¹	Sulfamato de amonio ¹	Ester de 2,4,5-T ¹	Ester de 2,4-D ¹	Sulfamato de amonio ¹	
Aliaga, tojo (<i>Ulex europaeus</i>)	S	S	.....	.....	S	S	Quemar; rociar los renuevos cuando tengan 60 cm altura.
Aliso, aile (<i>alnus</i> , sp.)	S-I	S-I	S-I	S-I	S-I	S-I	Rociar cuando las hojas se hayan abierto.
(<i>A. serrulata</i>)	S-I	S-I	S-I	S-I	S-I	S-I	ID.
(<i>A. rubra</i>)	S-I	S-I	S-I	S-I	S-I	S-I	Renuevos en la base, despa del tratamiento del follaje
(<i>A. incana</i>)	S-I	S-I	S-I	S-I	S-I	S-I	Renuevos en la base.
Arándano (<i>Vaccinium</i> sp.)	I	I	I	I	I	I	ID.
Arbol de Judea (<i>Cercis canadensis</i>)	S-I	I-R	I	I-S	I-R	.....	ID.
Aroe (<i>Acer</i> sp.)	I-R	R	S-I	S-I	R	S-I	ID.
(<i>A. rubrum</i>)	S	I-R	S	S	I	S	
(<i>A. saccharinum</i>)	S-I	S-I	S-I	S-I	S-I	S-I	
(<i>A. negundo</i>)	S	S-I	S-I	S	S-I	S-I	
Avellano (<i>Corylus californica</i>)	S	S-I	S-I	S	S-I	S-I	Renuevos en la base.
Avellano (<i>C. cornuta</i>)	S	S-I	S-I	S	S-I	S-I	
Azalea, rododendron (<i>Rhododendron</i> , spp)	R	R	R	.....	.....	.....	
(<i>R. maximum</i>)	I-R	R	.....	.....	.....	.....	
(<i>R. canadense</i>)	I	I-R	I	I	I	I	Renuevos en la base.
(<i>R. canescens</i>)	S	S	.....	.....	.....	.....	
(<i>R. occidentale</i>)	I	R	S	S	S	S	
Bastón del diablo (<i>Aralia spinosa</i>)	I-R	I-R	I-R	.....	.....	.....	Renuevos en la base.
Brezo (<i>Smilax</i> , spp.)	S-I	I-R	S	S-I	I-R	.....	ID.
Cafeto de Kentucky (<i>Gymnocladus dioica</i>)	I	I-R	.....	.....	.....	.....	Rociarse cada año, durante años después de quemar.
Caobo silvestre (<i>Cercocarpus</i> sp.)	S	S	S	S	S	S	
Carpe (<i>Carpinus caroliniana</i>)	I-R	I-R	.....	.....	.....	.....	Rociense brotes después quemar.
Cáscara (<i>Rhamnus</i> sp.) .....	.....	I	.....	S	I	.....	Quémense, rociense cuando necesario.
(<i>R. californica</i>)	S-I	I	.....	S	S	.....	
(<i>R. cathartica</i>) .....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
(<i>R. crocea</i> , var. <i>ilicifolia</i>)	I	R	S-I	S	S	S	Renuevos en la base.
Castaño (<i>Castanea</i> , sp.)	S	R	.....	S	.....	.....	Renuevos.
(<i>C. dentata</i>)	I	R	.....	S	.....	.....	
(<i>C. pumila</i>)	I	R	.....	S	.....	.....	
Castaño americano (<i>Castanopsis sempervirens</i>)	I-R	R	I	S	S	S	Renuevos en la base.
Castaño de Indias (<i>Aesculus</i> , sp.)	I	I	I	I	I	I	Renuevos en la base y raice retratamiento.
Catalpa (<i>Catalpa</i> , sp)	S-I	I-R	S	S-I	I-R	S	ID.
Cerezo silvestre (<i>Prunus</i> , spp.)	I	I-R	S	S-I	I	S	
Cerezo (<i>P. virginiana</i>)	S-I	S-I	S-I	S-I	S-I	S-I	Renuevos en la base.
Cornejo (<i>Cornus</i> , spp.)	S-I	I	S	S	I	S	ID.
Encino, roble (<i>Quercus</i> , sp.)	S-I	I	S	S	I	S	ID.
(<i>Q. nigra</i>)	S-I	I	S	S	I	S	Quémense; rociense cada ai los brotes.
(<i>Q. marilandica</i>)	S-I	I	S	S	I	S	Renuevos en la base.
(<i>Q. macrocarpa</i>)	I	I	S	S	I	S	
(<i>Q. dumosa</i>)	S-I	I	S	S	I	S	
(<i>Q. prinus</i>)	S-I	I	I	I	I	I	
(<i>Q. havardi</i>)	I	I-R	S-I	S	I	S-I	
(<i>Q. virginiana</i>)	S-I	I	S	S	I	S	ID.
(<i>Q. palustris</i>)	S-I	I	I	S	S	S	ID.
(<i>Q. coccinea</i>)	I-R	R	S	S	I-R	S	ID.
(<i>Q. rubra</i>)							

S = susceptible; I = intermedia; R = resistente. S-I = susceptible a intermedia; I-R = intermedia a resistente.

SUSCEPTIBILIDAD DE LAS ESPECIES LENOSAS COMUNES A LOS TRATAMIENTOS DE HERBICIDAS

ESPECIES	SOCIADOS DEL FOLLAJE			SOCIADOS DE LA BASE Y DEL TOCON			OBSERVACIONES
	Ester de 2,4,5-T ¹	Ester de 2,4-D ¹	Sulfamato de amonio ¹	Ester de 2,4,5-T ¹	Ester de 2,4-D ¹	Sulfamato de amonio ¹	
(<i>Q. falcata</i>)	I	I-R	I	I	I-R	I	ID.
(<i>Q. bicolor</i>)	S-I	I	S	S-I	I	S	ID.
(<i>Q. alba</i>)	S-I	I	S	S-I	S-I	S	ID.
Cedro, enebro (<i>Juniperus</i> , sp.)	R	R	I-R	R	R	R	
(<i>J. virginiana</i>)	R	R	S-I	R	R	S-I	Remójese el follaje con sulfamato de amonio.
Enredadera de Virginia (<i>Parthenocissus quinquefolia</i>)		S	R				
Escoba escocesa (<i>Cytisus scoparius</i>)	I	I		I	I		Renuevos en la base.
Espino blanco (<i>Crataegus</i> sp.)	I	I-R	I	S-I	I	S	Renuevos en la base y raíces.
Esparto (<i>Spartium junceum</i>)	S	S		S	S		
Frambueso, (<i>Rubus</i> sp.)	I	I-R	I-R	I	I-R	I	Renuevos en las raíces.
(<i>R. idarus</i>)	S-I	I-R	I	I-S	I-R		ID.
Fresno (<i>Traxinus</i> , spp.):							
(<i>F. quadrangulata</i>)	S	I-R	S	S	I-R	S	
(<i>F. pennsylvanica</i>)	I-R	R	S	I	R	S	Renuevos en la base.
(<i>F. oregona</i>)	S	S					ID.
(<i>F. americana</i>)	I-R	R	S	I	R	S	ID.
Fresno silvestre (<i>Xanthoxylum americanum</i>)	I-R	R		I	I-R		
Granjeno (<i>Celtis</i> , sp.)	I	R	I	S-I	I-R	S	ID.
Grosellero (<i>Ribes</i> , sp.)							
(<i>R. californicum</i>)	S		I				
(<i>R. oxycanthoides</i>)		S	I				
(<i>R. velutinum</i>)	S		I				
(<i>R. marshallii</i>)	S		I				
(<i>R. lobbii</i>)	S	S	I				
(<i>R. menziesii</i>)	S		I				
(<i>R. roezlii</i>)	I	S	I				
(<i>R. binominatum</i>)	S	I	I				
(<i>R. tularense</i>)	S		I				
(<i>R. inerme</i>)	S		I	S	S	I	
(<i>R. montigenum</i>)	S		I				
(<i>R. glutinosum</i>)	S		I	S	S		
(<i>R. lacustre</i>)	S		I				
(<i>R. nevadense</i>)	S	S	I	S	S		
(<i>R. viscosissimum</i>)	S		I	S	S		
(<i>R. bracteatum</i>)		S	I	S	S		
(<i>R. laxiflorum</i>)	S		I	S	S		
(<i>R. cereum</i>)	S		I	S	S		
(<i>R. petiolare</i>)	S	S	I	S	S		
(<i>R. sanguineum</i>)	S	S	I	S	S		
Guillomo (<i>Amelanchier</i> sp.)							
(<i>A. enifolia</i>)		S-I					
(<i>A. canadensis</i>)	S	S		S	S		
Haya (<i>Fagus grandifolia</i>)	I-R	R	S-I	S	S-I	S-I	Renuevos en la base y raíces.
Helecho aromático (<i>Comptonia peregrina</i>)	S-I	I	I	S-I	I	I	
Kaki, leño (<i>Diospyros virginiana</i>)	I	I-R	I	S-I	I	S-I	ID.
Laurel (<i>Kalmia</i> , sp.)							
(<i>Kalmia angustifolia</i>)	I-R	I-R	R	R	I	R	
(<i>K. latifolia</i>)	R	R	R				
Lila común (<i>Syringa vulgaris</i>)	S-I	I-R		S	I		Renuevos en la base.
Liquidámbar (<i>Liquidambar styraciflua</i>)	S-I	I-R	S	S-I	I-R	S	
Loto (<i>Lotus scoparius</i>)		S					
Machura (<i>Maclura pomifera</i>)	S	I-R	R	S	S-I	I	Renuevos en la base y raíces.
Madreselva (<i>Lonicera</i> sp.)	S-I	S-I	I				
Madroño (<i>Arbutus menziesii</i>)				S	S		

S = susceptible; I = intermedia; R = resistente. S-I = susceptible a intermedia; I-R = intermedia a resistente.

SUSCEPTIBILIDAD DE LAS ESPECIES LEÑOSAS COMUNES A LOS TRATAMIENTOS DE HERBICIDAS

ESPECIES	ROCIADOS DEL FOLLAJE			ROCIADOS EN LA BASE Y DEL TOCON			OBSERVACIONES
	Ester de 2,4,5-T ¹	Ester de 2,4-D ¹	Sulfamato de amonio ¹	Ester de 2,4,5-T ¹	Ester de 2,4-D ¹	Sulfamato de amonio ¹	
<i>Magnolia (Magnolia sp.)</i> :							
(<i>M. acuminata</i>)	S-I	I	S	I	I	S-I	Renuevos en la base.
(<i>M. virginiana</i>)	R	R	R	R	R	R	Renuevos en la base y raíces.
Manzanita, gayuba (<i>Arctostaphylos sp.</i>)	S	S-I	.....	S	S	.....	
Manzano (<i>Malus, sp.</i>)							
(<i>M. pumila</i>)	I-R	R	I-R	S-I	I	I	A menudo brotes en la base, después del rociado.
(<i>M. ionensis</i>)	S-I	I	S	S	S-I	.....	
Mezquite (<i>Prosopis juliflora</i> var. <i>glandulosa</i>)	S-I	I-R	R	S	I	.....	Renuevos en la base. Aplicaciones aéreas de 1 kg/ha en Texas. En Arizona repetir trata, 1 kg/ha.
Mirica (<i>Mirica cerifera</i>)	I	I	I	.....	.....	.....	Renuevos en la base y raíces.
Moja (<i>Morus rubra</i>)	R	R	I	I-R	R	I	
Nogal (<i>Juglans sp.</i>)	S	S	S	S	S	S	
Nogal americano (<i>Carya sp.</i>)	I	I-R	S-I	S	I	S	
Olmo (<i>Ulmus sp.</i>)							
(<i>U. americana</i>)	I	I	S-I	S	I	S	Renuevos en la base.
(<i>U. fulva</i>)	I-R	R	S	S	I-R	S	ID.
(<i>U. alata</i>)	I	R	S	I	I	S	ID.
Pinabete (<i>Truga sp.</i>)	R	R	S-I	R	R	S	No se aniquila hasta el suelo.
Pecán (<i>Carya illinoensis</i>)	I	I	I	S	I	I	Renuevos en la base y raíces.
Pino (<i>Pinus sp.</i>)	R	R	S	R	R	.....	Algunos pinos del Sur retoñan en la corona. Aplíquese remojado de sulfamato de amonio con surfactante.
Rosa (<i>Rosa sp.</i>)							
(<i>R. arkansiana</i>)	I	R	.....	I-R	R	.....	
(<i>R. californica</i>)	I	.....	.....	.....	.....	.....	
(<i>R. laevigata</i>)	I	I	.....	.....	.....	.....	
(<i>R. bracteata</i>)	I	I-R	.....	.....	.....	.....	
(<i>R. ruffula</i>)	S-I	.....	.....	.....	.....	.....	
(<i>R. woodii</i>)	I	R	.....	I	R	.....	Retoña en las raíces. Haga 2 aplicaciones en cada estación, hágase la primera entre el tiempo de hojas abiertas y de primeros botones.
Rubus (<i>Rubus sp.</i>)	I	I-R	I-R	I	I-R	I	Renuevos en raíces.
Sasafrás (<i>Sassafras albidum</i>)	S-I	S-I	S-I	S-I	S-I	S-I	Renuevos en la base y raíces.
Sauco (<i>Sambucus, sp.</i>)	S-I	S-I	S-I	S-I	S-I	S-I	Renuevos en las raíces.
Sauce (<i>Salix, sp.</i>)							
(<i>S. nigra</i>)	S	S	S	S	S	S	Renuevos en la base y raíces.
(<i>S. exigua</i>)	S	S	.....	S	S	.....	
(<i>S. amigdaloides</i>)	S	S	.....	S	S	.....	
(<i>S. interior</i>)	S	S	.....	S	S	.....	
(<i>S. caudata</i>)	S	S	S	S	S	S	
Sicomoro (<i>Platanus occidentalis</i>)	S-I	I	S-I	I	I	S	
Tabaco (<i>Nicotiana glauca</i>)	.....	S	.....	.....	.....	.....	
Tamariz (<i>Tamarix pentandra</i>)	I	R	.....	S	S	.....	Renuevos en la base y raíces. Las plantas jóvenes más susceptibles que las grandes. Rocie los renuevos entre 3 y 6 meses de edad. Haga 2 aplicaciones al año, en la estación de crecimiento.
Tilo, tilo americano (<i>Tilia americana</i>)	I-R	R	S-I	I-R	R	I	Renuevos en la base.
Tollón (<i>Photinia arbutifolia</i>)	.....	I	.....	I	S-I	.....	Trátense los brotes después de quemar.

S = susceptible; I = intermedia; R = resistente. S-I = susceptible a intermedia; I-R = intermedia a resistente.

SUSCEPTIBILIDAD DE LAS ESPECIES LENOSAS COMUNES A LOS TRATAMIENTOS DE HERBICIDAS

ESPECIES	ROCIADOS DEL FOLLAJE			ROCIADOS DE LA BASE Y DEL TOCON			OBSERVACIONES
	Ester de 2,4,5-T ¹	Ester de 2,4-D ¹	Sulfamato de amonio ¹	Ester de 2,4,5-T ¹	Ester de 2,4-D ¹	Sulfamato de amonio ¹	
Alupelo (<i>Nyssa sylvatica</i>)	I-R	R	S-I	I-R	I-R	S	Renuevos en la base. Remoje el follaje con sulfamato de amonio.
Araya, cedro (<i>Thuja occidentalis</i>)	R	R	S-I	R	R	S-I	
Arve de oso (<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>)	I	I-R					
Arvilla, vid (<i>Vitis riparia</i>)	S-I	S-I	S-I				
Viburno (<i>Viburnum</i> sp.):							
(<i>V. dentata</i>)	I-R	R	I	I	R	I	Renuevos en la base. ID.
(<i>V. lentago</i>)	I-R	R	I	I	R	I	
(<i>V. rufidulum</i>)	I	I-R	S-I	I	R	I	
Verbasanta (<i>Eriodictyon californicum</i>)		I					Más sensible después de 2 años de quemado.
Arza (<i>Rubus parviflorus</i>)	I	R					
Arzamora (<i>Rubus</i> , sp.)	S	R	I-S	I	I-R		Renuevos en la base y raíces.
Zumaque (<i>Rhus</i> , sp.)	S	S-I					Rocio anual, 2 años después de quemar.
(<i>R. laurina</i>)	S-I	S-I	S-I	S-I	S-I	S-I	
(<i>R. radicans</i>)	S	I	S	S-I	I-R	S	Susceptible al amitrol, renuevos en la base y las raíces.
(<i>R. toxicodendron</i>)	S	I	S	S-I	I-R	S	
(<i>Adenostoma fasciculatum</i>)		S-I	I	S	S		Rociense los renuevos después de quemar.
(<i>Baccharis pilularis</i>)		S					
(<i>Cranothus</i> sp.):							
(<i>C. thyrsiflorus</i>)	S	S-I		S	S		
(<i>C. leucodermis</i>)	S	S-I	S-I	S	S	S-I	Rocie cuando abunde humedad y la planta esté en crecimiento activo.
(<i>C. integerrimus</i>)	S	S-I		S	S		
(<i>C. serotinus</i>)	S	S-I		S	S		
(<i>C. cordulatus</i>)	S	S-I		S	S		
(<i>Cephalanthus occidentalis</i>)	I	I-R	I	I	I	I	Renuevos en la base.
(<i>Condalia obtusifolia</i>)	S	I-R		S	I		
(<i>Chrysothamnus</i> sp.)	I-R	I					Debe estar en desarrollo activo. Son importantes el momento y la humedad del suelo.
(<i>Diervilla lonicera</i>)		S					
(<i>Dirca palustris</i>)	S	S		S	S		
(<i>Gaylussacia frondosa</i>)	I	I	I	I	I	I	Renuevos en la base.
(<i>Haplopappus arborecens</i>)		S					
(<i>Hydrangea arborescens</i>)	S	S	S	S	S	S	ID.
(<i>Lindera benzoin</i>)	S	S	S	S	S	S	ID.
(<i>Ostrya virginiana</i>)	S	S-I	S-I	S-I	S-I	S-I	ID.
(<i>Oxydendrum arbore</i>)	R	R	R	R	R	R	
(<i>Sarcobatus vermiculatus</i>)		S-I					
(<i>Spiraea tomentosa</i>)	I	I	I	I	I		
(<i>Spiraea alba</i>)	S	S-I	S-I	S	S-I	S-I	ID.
(<i>Symphoricarpos occidentalis</i>)	I-R	S-I	S-I	S	S-I	S-I	Renuevos en la base.
(<i>Tetradymia glabrata</i>)							

S = susceptible; I = intermedia; R = resistente. S-I = susceptible a intermedia; I-R = intermedia a resistente.

PRECAUCIONES EN EL USO DE HERBICIDAS Y PESTICIDAS

Los herbicidas como otros pesticidas y/o medicamentos son productos químicos cuya finalidad es controlar el desarrollo de entidades biológicas. En este caso la entidad biológica son las malezas. Todos los pesticidas deben ser manejados con precaución. En la mayoría de los casos, cuando ingerimos un medicamento para controlar un proceso infaccioso, hay un margen de selectividad, pasado el cual, el antibiótico puede destruir nuestro organismo de la misma forma que destruye el de la bacteria causante de la infección.

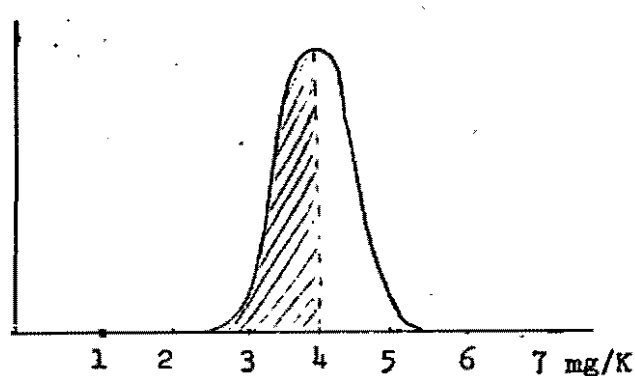
En general se considera que los herbicidas más comunmente usados son relativamente inocuos, especialmente cuando se los compara con insecticidas. Esto sin embargo, no puede generalizarse dado que algunos como los fenoles sustituidos, son altamente tóxicos, tal como puede apreciarse en la tabla de toxicidad adjunta.

La toxicidad puede ser aguda o crónica, y en la mayoría de los casos la atención está centrada en la forma aguda, tal vez porque es la más dramática. Sin embargo, y aún cuando hay menos información sobre toxicidad crónica, no debemos descuidar ninguna de las dos.

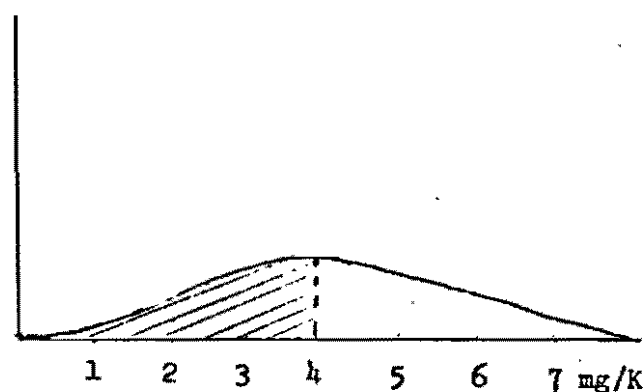
Los herbicidas pueden causar daños cuando absorbidos a través de la piel, ingeridos, inhalados, en contacto con los ojos, etc. Los resultados de este contacto o ingestión pueden ser inmediatos (toxicidad aguda) o manifestarse largo tiempo después, a veces a través de efectos secundarios. La toxicidad crónica requiere larga y costosa investigación y muchas veces resulta difícil precisar sus efectos.

La forma más común de indicar la toxicidad de un herbicida es a través de lo que se llama DL_{50} o dosis letal media lo cual es una indicación

de la dosis que mata el 50 por ciento de la población de individuos. Es decir, por ejemplo, que nos indica la cantidad de producto que elimina el 50 por ciento de los animales testados. Aún cuando es útil desde el punto de vista de establecer comparaciones entre diferentes productos químicos, debemos reconocer sus muchas limitaciones, para de esta forma no darle más importancia que la que tiene. La DL_{50} no nos indica el rango de dosis que causan muerte es decir, no nos indica, cuales otras dosis causan muerte además de aquella que elimina el 50 por ciento de la población. Lo que es más importante aún, no nos indica absolutamente nada de lo que sucede a niveles sub-letales. En otras palabras, no informa de cuales otras anomalías induce el producto estudiado y a cuales dosis éstas son inducidas. En la siguiente figura ejemplificamos dos casos en los cuales la DL_{50} es la misma y sin embargo, el rango de dosis causando muerte es diferente. En gráfica A, pocas dosis causan muerte, es decir, hay ciertas dosis que no eliminan individuos. En gráfica B, la dosis que elimina el 50 por ciento de la población es la misma que en A y sin embargo, aparentemente no hay dosis de este producto que puede aplicarse sin eliminar algún individuo.



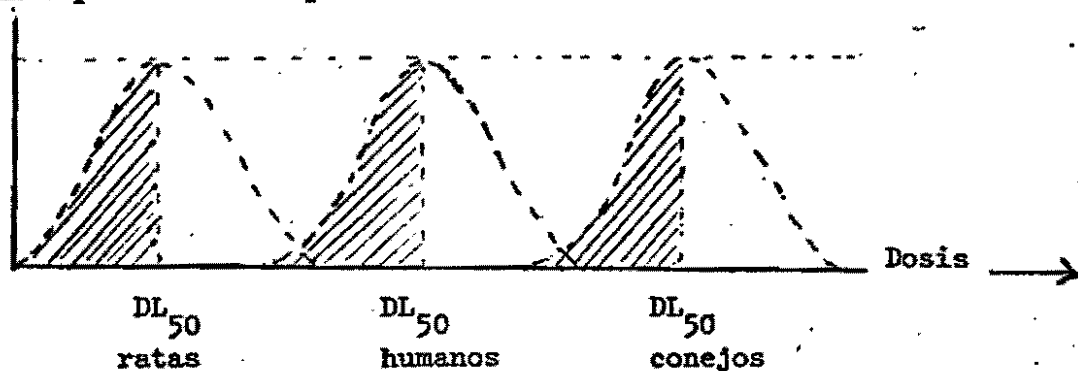
A



B

Su principal aplicación está centrada en la comparación de diferentes pesticidas así como en la determinación de susceptibilidades.

En la siguiente ilustración se ven las DL_{50} hipotéticas para diferentes especies de animales para el mismo producto:



Otra puntualización importante para el uso de relaciones de dosis-respuesta, es el hecho de que estos estudios están basados en animales de laboratorio tales como ratas, conejos y perros y estudiados bajo condiciones artificiales. Por lo tanto muchas veces la extrapolación de los resultados obtenidos a los seres humanos puede implicar un considerable error, en otras palabras una dosis que elimina el 50 por ciento de la población de ratas puede tener un efecto devastador en humanos o no tener ningún efecto. Debemos tener en mente entonces, que esta información puede ser usada solo para comparaciones y estimaciones. Efectos secundarios que aparecen luego de largos períodos de tiempo, tanto sobre el hombre como sobre el ambiente que lo rodea, son muy difíciles de predecir. La experiencia nos ha demostrado que esto puede suceder, es decir que efectos secundarios impredecibles pueden manifestarse. Esto debe alertarnos para hacer un uso eficiente y precavido de los pesticidas en general. En el buen sentido de la palabra el pesticida está orientado a mejorar las condiciones de vida de una sociedad, ya sea aumentando la disponibilidad de alimentos y/o mejorando sus condiciones de salud.

El uso inapropiado de ellos eliminará tales beneficios.

Por estas razones, todo personal encargado o responsable del uso, experimentación, etc. de estos materiales debe poseer un completo conocimiento sobre ellos, debe conocer sus características toxicológicas y también las medidas que deben tomarse para proveer de atención a personas accidentalmente expuestas.

ALGUNAS REGLAS PARA ALMACENAMIENTO, UTILIZACION Y MANIPULEO DE PESTICIDAS
Y PARA LA PROTECCION DE USUARIOS Y PUBLICO EN GENERAL

- 1) En el almacenamiento de pesticidas se debe usar una habitación especialmente dedicada a ese propósito. Deberá estar bajo llave la cual estará en poder solo de las personas responsables. Deberá poseer buenas condiciones de ventilación, especialmente cuando además de almacenamiento, se dedica al pesado o medida de los productos.
- 2) Las áreas de trabajo deben ser cuidadosamente limpiadas a los efectos de evitar futura contaminación. El área debe también estar protegida de temperaturas que causen congelamiento (entre otros motivos para evitar rotura de envases de vidrio excesivamente llenos) y del excesivo calor. Para evitar la foto-descomposición de los productos envasados en vidrio, deben almacenarse lejos del sol y la luz
- 3) Los herbicidas deben ser almacenados ordenadamente y debe llevarse y fechar los envases para descartarlos luego de dos años si es que son usados en investigación (un año en los trópicos).

- 4) No se deben solicitar cantidades much mayores que las que se intentan usar pues esto incrementa los problemas de almacenamiento y también de descarte. La mejor política es tener la cantidad necesaria para el año de experimentos más un pequeño exceso. Cuando el exceso es muy grande la mejor forma de deshacernos de él es aplicándolo en el cultivo adecuado; cuando esto es posible,
- 5) Los recipientes, aún cuando parezcan vacíos pueden contener significantes cantidades del producto. Deben lavarse cuidadosamente, perforarse y enterrarse.
- 6) Cuando se had utilizado bolsas de papel para su almacenamiento o su utilización en experimentos, la tendencia es quemarlas. Algunos compuestos no se descomponen a las temperaturas de combustión normal, por lo tanto el operador debe estar alejado o protegido del humo.
- 7) Los restos de productos deben ser controlados. No se debe permitir que sean arrojados en lugares comunmente usados por animales o humanos así como a corrientes de agua utilizadas para bebida, o riego.
- 8) Todos los cultivos o restos de cultivos que han sido tratados con herbicidas experimentales deben ser eliminados y nunca ser usados para alimentación humana y/o de animales.
- 9) La mayor parte de los accidentes fatales provienen del uso de materiales concentrados, de manera que quien los usa debe tener conciencia del material que tiene en sus manos. Lamentablemente no existe un método perfecto para deshacernos de pesticidas sin implicar ningún riesgo. Por lo tanto cuando menor sea la cantidad de la cual debemos

disponer, menores los riesgos de contaminación.

- 10) Se debe evitar la aplicación cuando hay viento por razones de economía y seguridad, especialmente cuando hay cultivos susceptibles cerca. Lo mismo cuenta cuando en un experimento tenemos parcelas tratadas y sin tratar.
- 11) No debemos exponernos al material aplicado, de manera que en los posible la aplicación se debe hacer con el viento a nuestra espalda.
- 12) Cuando la presencia de viento es prácticamente inevitable, recurra a métodos tales como la utilización de punteros de mayor orificio que reducen las posibilidades de acarreo. Uso de aditivos, reducción de la presión, y disminución del alto de la barra de aspersión, también contribuirán a reducir el acarreo.
- 13) El personal en contacto directo con los compuestos debe cambiarse la ropa usada y lavarla. Un completo baño diario con abundante agua y jabón es necesario.
- 14) Ropa y elementos protectores deben usarse en concordancia con el grado y tipo de toxicidad del producto utilizado. Camisa de manga larga, sombrero, guantes de goma, máscara protectora y protección de los ojos son recomendables. Personas que comunmente trabajan con estos productos se familiarizan con ellos, y reducen las precauciones necesarias. Por otra parte, el uso de excesiva ropa máscaras protectoras, lentes, etc., resulta incómodo especialmente en lugares como los trópicos donde la temperatura es alta. Sin embargo debemos recordar que un simple salpicado en los ojos puede resultar en pérdida de la visión. De manera que nunca debe considerarse

superfluo el uso de protección.

- 15) El operador no deberá fumar, beber, o comer durante el manipuleo de los pesticidas.
- 16) En las áreas de almacenamiento de pesticidas, debe existir un extinguidor, y el operador no debe fumar cerca de ellas. Muchos de estos productos son solubles en solventes orgánicos altamente inflamables.

Como se indicó previamente, los pesticidas están orientados a mejorar las condiciones de vida aumentando la productividad, protegiendo la producción o haciendo menos penosa la lucha contra las plagas. Sin embargo, debemos tener en cuenta que son compuestos que de una forma u otra interfieren con procesos vitales y que por lo tanto pueden afectar la vida humana o el ambiente que la rodea.

Esta es la razón más importante por la cual toda persona responsable del uso o aplicación de pesticidas debe conocer los riesgos que esto implica. La mayor parte de los problemas surgidos por el uso de pesticidas ha sido la consecuencia de un uso erróneo. Es muy común suponer que si un kilogramo es bueno, dos serán mejor, o que si una aplicación da resultado, dos o tres serán mejor aún. No solo no es así desde el punto de vista de control y economía, sino que esto es precisamente una causante del desarrollo de resistencia, y de la acumulación de residuos excesivos.

Los pesticidas deben usarse para obtener una producción económica

y eficiente y serán usados por largo tiempo. Un uso racional de ellos asegurará la continuidad del beneficio obtenido de su utilización.

El usuario debe también pensar en soluciones alternativas que la mayor parte de las veces complementarán el uso de pesticidas, de esa forma reduciendo las posibilidades de excesiva acumulación.

Cuando se dispone de más de un pesticida para combatir cierta plaga, debe escogerse aquel que implique menos riesgo al ser humano y ambiente. La cantidad exacta debe calcularse y aplicarse de acuerdo a las especificaciones del fabricante. La aplicación debe ser hecha con equipo en condiciones y previamente calibrado, entre otras razones, por economía.

Muchas de las indicaciones hechas previamente pueden parecer supérfluas, especialmente cuando se hace un uso periódico de pesticidas. Sin embargo, debemos hacer una revisión periódica de ellas pues esto puede evitar el tener que prescindir de productos de probada eficacia. El uso excesivo y/o inadecuado de un compuesto puede llevar a su eliminación del mercado por su efecto sobre el hombre y el medio ambiente.

TABLAS DE TOXICIDAD
DE DIFERENTES
PESTICIDAS

Abreviaciones usadas en las siguientes tablas

DL₅₀ Cantidad de un compuesto que elimina el 50 por ciento de
un grupo de animales expuestos.

Ruta de administración

ct	cutánea
ip	intraperitoneal
iv	intravenosa
or	oral
sc	subcutánea

Riesgos

A	ojo
B	Inhalación
C	contacto
D	peligro de fuego (inflamable)

Equipo protector

E	lentes
F	guantes
G	delantales
H	guardamontes (?)
I	botas
J	respirador
K	respirador para polvos

Otros

> conc.	mayor que concentración
------------	----------------------------

SEPARACION DE TOXICIDAD EN CLASES

Categoría o clase	DL ₅₀ Unica * Oral (ratas)	DL ₅₀ Cutanea (conejos)	Probable dosis letal para el hombre
1. Extremadamente tóxico	1 mg or menos/kg	5 mg o menos/kg	trazas
2. Muy tóxico	1-50 mg/kg	5-43 mg/kg	4 cc
3. Moderadamente tóxico	50-500 mg/kg	43-340 mg/kg	30 g
4. Algo tóxico	500-5000 mg/kg	350-2810 mg/kg	250 g
5. Practicamente no tóxico	5000-15000 mg/kg	2820-22590 mg/kg	1 litro
6. Relativamente inofensivo	15000 mg or más	22600 mg o más	más de 1 litro

DL₅₀ para aplicación intravenosa es aproximadamente 10 veces la oral.

TOXICIDAD DE HERBICIDAS

Herbicida	DL ₅₀ (ratas) mg/kg	Escala de toxicidad	Riesgos	Equipo Protect.	Observaciones
Aminotriazole (amitrole)	10000	6	A	E	
Ametryne	1110	4	A	E	
Atraton	2400	4	A	E	
Atrazine	3080	4	A	E	
2,4-D	375	3	A	E	
DNBP	40	2	ABC	EFGHI	
Dalapon (Na sal)	6590-8120	5	A	E	Extrema precauc
Diquat	440	3	AC	EI	
Diuron	3400	4	A	C	
Endothal	35.5	2	ABC	EFGHIJ	
Fenac (pm)	2500-3000	4	A	E	Acido
Fenuron	7500	5			
Mg Clorate	5250	5			
MSMA	700	4	AC	E	
Maleic hydrazide	4000	4			
2-Methoxy-2,6- dichlorobenzoic acid	1040	4			
Monuron (CMU)	3500	4	A	E	
1-Naphthaleneacetic acid	1000	4			
Paraquat	157	3	AC	EFGHIJ	
Pentachlorophenol (OSA) (PCP)	125-200	3	ABC	EFIK	
Pentachlorophenate sodium (WSA)	125-200	3	ABC	EFIK	
Silvex (Kuron)	650	4	A	E	
Simazine	5000	5	A	E	
Sodium chlorate	12000	5	AC	EHI	
STCA	5000	4-5	A	EI	
2,4,5-D	300	3	A	E	
TBA	750	4	A	E	
Tetrachlorophenol	140	3			
Trvshen 200		4			

TOXICIDAD DE FUMIGANTES, NEMATOCIDAS, FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS

Herbicida	DL ₅₀ (ratas) mg/kg	Escala de toxicidad	Riesgos	Equipo Protect.
Benlate	9100	5	F	
BBC (Nemagon)	173	3		
Captan	10000	5		
Chloropicrin	10 (MLD)iv	2		
DD	140	3	ABC	EFIJ
Dexon	60	3	ABC	EFIK
Ethylene dibromide	146-420	3	ABC	EFIJ
Hexachlorophene	166-209	3		
Mercuric chloride	37	2	ABC	EFIJ
Methyl bromide	514 ppm (LD in air)	3	ABC	EIJ
p-Nitrophenol	10 (LD) iv	2	ABC	EFIJ
Phenylmercuric acetate (PMA)	40-50	2	AC	EFI
Vapam	285	3	ABC	EFIJ

TOXICIDAD DE INSECTICIDAS

Aldrin	55	3	ABC	EFIK
Chlordane	500	3-4	ABC	EFIK
DDT	250	3	ABC	EFIK
Demeton (systox)	6-12	2		
p-Dichlorobenzene	2560 ip	4		
Dieldrin	65-100	3	ABC	EFIK
Heptachlor	200	3	ABC	EFIK
Lindane	125	3	ABC	EFIK
Malathion	1250	4	ABC	EFIK
Methoxychlor	5000-6000	5		
Parathion	3.5	2	ABC	EFIJ
Pyrethrins	1500	4		

TOXICIDAD DE SOLVENTES Y OTROS PRODUCTOS QUÍMICOS

Acetic acid	5000	4-5			Acid
Acetone	5300	5	ABD	E	Solvent
Ammonia	250 (LD)	3			Fertilizer and base
Aromatic oils		3	AC	EI	
Boric acid	3000	4			Many uses
Carbon tetrachloride	7460	5	AB	E	Solvent
Chloroform	2180	4			Solvent
Diesel soil		4	AC	E	
Dimethylformamide	7000	5			Solvent
Formaldehyde	800	4			Disinfectant
Isopropanol (DMC)	5840	5	D		Solvent

RAZONES PARA USAR ESTADISTICA

1. Eliminar las fuentes de variación o error que, ajenas al efecto de los tratamientos, los influyen diferencialmente.
2. Convencer a nuestros colegas (y/o adversarios) de que nuestros resultados son "legales".
3. Determinación de niveles de confianza para nuestras recomendaciones.
4. Obtener cierta garantía de repetibilidad.

Finalmente: Para determinar si las diferencias obtenidas (cuando se obtienen) son reales.

Para poder hablar y comunicarnos con biometristas y luego hacer lo que mejor nos parezca.

Para interpretar resultados de otros investigadores. Para mejorar la precisión de nuestros métodos experimentales.

La estadística es sólo una herramienta que nos ayuda a interpretar los resultados obtenidos.

Debe ser usada para eso y no para resolver problemas y/o para probar nuestros resultados.

No será capaz de probar lo que no existe.

Las conclusiones que sacamos de un experimento no son verdaderas o falsas usar un diseño.

Ejemplo:

Determinar efecto de un P. químico S/cultivo

A) usamos 2 parcelas A&B

A = aplicado - rinde mas

Se recomienda? _____ NO!

B) múltiples observaciones

A = rinde más en todas las observaciones.

Data = No. plantas Avena fatua/m²
No diferencias en suelo etc.

Tratamiento aplicado al azar a 9 areas al azar, otros 9 no trat.

H	NH	
128	132	Si H es mejor que NH en la mayor parte de las observaciones, tendremos más confianza que en H para recomendar.
127	133	
133	137	
131	138	
135	135	
129	139	
130	132	
127	134	
130	135	

Aplicación de diseño y separación de fuentes de variación

Variación dentro de tratamientos =

Error de cosecha, pesado, diferencias entre las parcelas que no podemos controlar o desconocemos - error experimental.

Variación entre tratamientos =

Diferencias debidas fundamentalmente al efecto de los tratamientos.

Para que el efecto de los tratamientos pueda ser tenido en cuenta (no debidas al azar) la variación provocada por ellos debe exceder en cierto valor a la variación detectada dentro de cada tratamiento

Variación entre tratamiento
Variación dentro

> valor tabulado

$$\frac{\text{Cuadrado Medio Trat}}{\text{Cuadrado medio error}} = 16.3$$

El valor tabulado para 1 & 16 G.1 (Trat df y error df) = 8.53 para 1% prob. Luego $16.3 > 8.53$

Podemos decir: Que el tratamiento A es significativamente superior Al B Al 1% de probabilidad.

Esto "prueba" que el tratamiento es superior - probabilidad de que sea debido al azar - muy escasas.

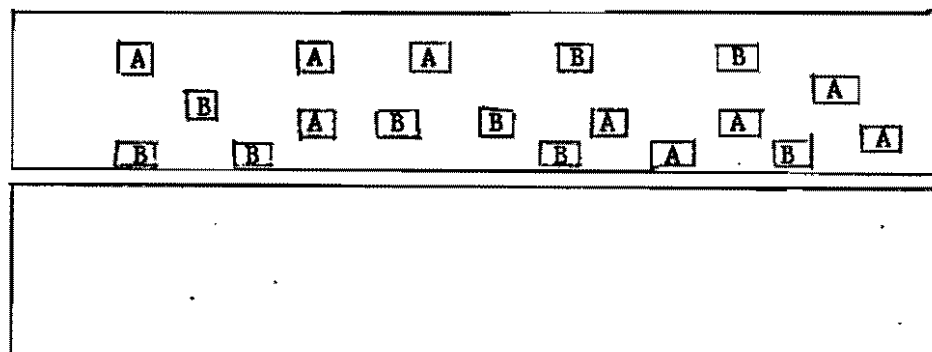
Diseño completamente al azar

Anova

F.V	D.F.	C.M	F
Entre Trat.	1	112.5	16.3
Dentro	16	6.4	
Total	17		

Fuente de Variación:

$$\begin{array}{l} \text{Variación entre} \\ \text{Tratamientos} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Variación dentro} \\ \text{de tratamientos} \end{array} = \begin{array}{c} \text{Variación} \\ \text{Total} \end{array}$$



Gradiente

Hemos demostrado el principal valor del anova nos ha aislado la variación (o efecto) debido a los tratamientos de otras fuentes.

Este es el anova basico-todo lo que se haga para modificarlo será para protegernos de otras posibles fuentes de variación.

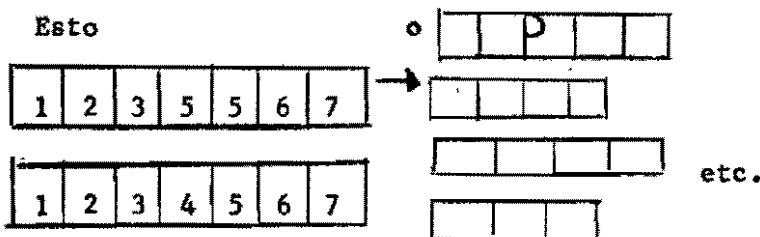
Bloques $\begin{cases} \text{Completos} \\ \text{Incompletos} \end{cases}$

Completos - mas comunmente usado de todos

Incompletos - Se usa cuando tenemos mas tratamientos que unidades en el bloque. Ej: 3 trat/hoja. Hoja inoculada Bloque c/2 parcelas.

Gradiente - Determina el uso de bloques para evitarlo.

Función del bloque: Ubicar los tratamientos en el area mas uniforme posible, el bloque deberá ser uniforme. No importan las diferencias entre ellos. El análisis se encargará de separarla. Años o # de áreas como bloques



Bloques completos al azar

Anova				
F.V.	GL	CM	F	
	C			
Bloques (B)	5	9.6	1.6	
Trat. (T)	3	40.0	6.67	$= \frac{40}{6}$
B x T	15	6.0	error	
Total	23			

Variación entre Trat. + Variación entre Bloques + Variación Inter. BxT = Variación Total

Interacción - "Procesos Biológicos"

Falla de un tratamiento en responder en la misma forma, en relación A otros tratamientos, de bloque en bloque.

Interacción Variedad Herbicida

Falla de herb. en comportarse de la misma forma en relación a otros, de una variedad a la otra.

En el caso anterior $B \times T$ cuantifica la interacción bloque-Trat. $\rightarrow$

Si trat. 1 rinde Sx que el 2 en bloque I es de esperar lo mismo en otros bloques, pero si en bloque 2 $3x <$ que Trat. 2, algo está afectando los resultados para lo cual no tenemos explicación lógica. Esto estadísticamente se refleja en $B \times T$ valor

$B \times T$ - Denominador para F

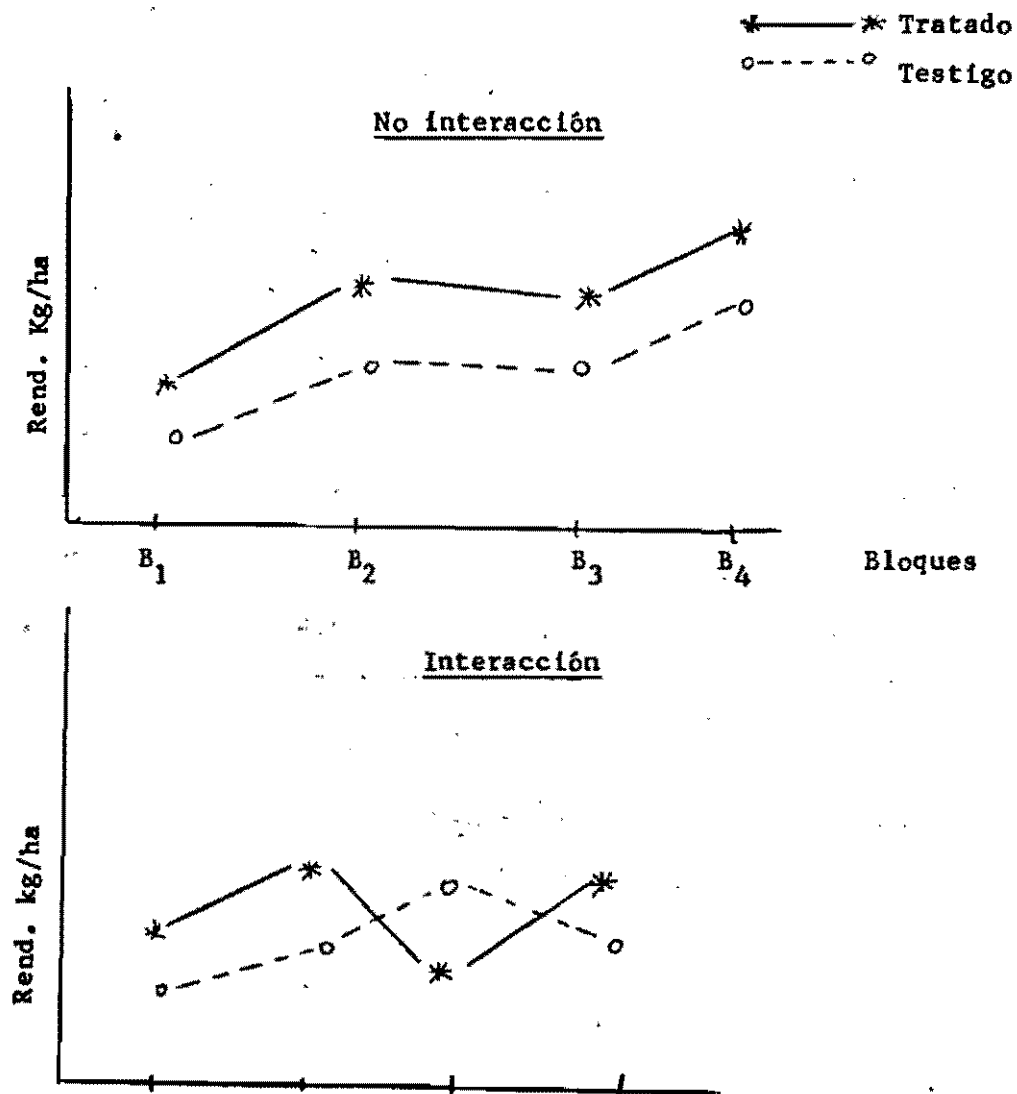
Luego si hay muchos factores desconocidos que hacen Trat. variar, luego el denominador aumenta y las posibilidades de detectar diferencias disminuye

Si hay interacción $B \times T$ - $F_{cal} <$

Si no hay $F_{cal} >$

$F = 6.67$

$F_{Tab} = 5.42$ al 1%



Tamaño de la muestra
 frecuencia
 area

Factores que determinan el tamaño frecuencia, No. de Repet, etc.

1. Precisión deseada
2. Diferencias que queremos detectar
3. Recursos
 - a. económicos
 - b. humanos

Formulas:

$$No. = t^2 \times CV^2 / L^2$$

t = Valor t tabla : ~2 para 95%
 : ~2.8 para 99%

CV = Cosf. Variación

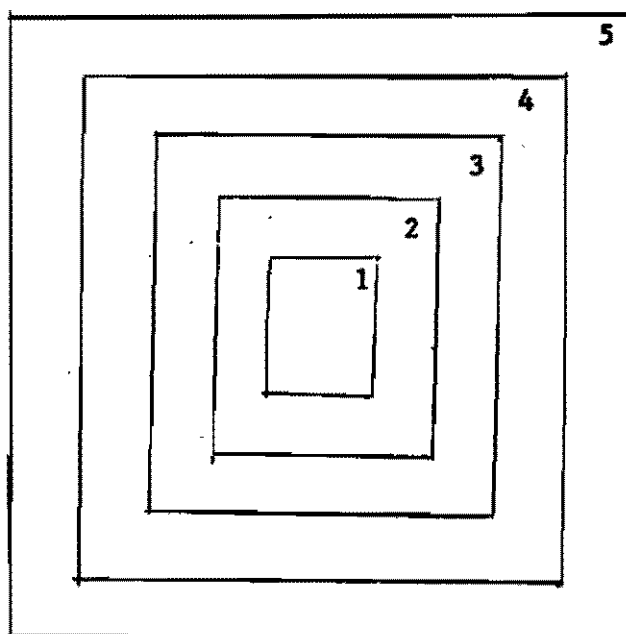
L = Límite: l. de la medida que aceptamos y dentro del cos. la verdadera x estara.

Tabla: Influencia del C.V y número de repeticiones en la mínima diferencia significativa.

No. Trat.	No. Repet.	Mínima Dif. Signf.		
		CV = 10%	CV = 20%	CV = 30%
4	4	22.1	44.2	66.3
4	6	16.4	32.7	49.1
4	8	13.9	27.8	41.7
4	10	12.5	24.6	36.9
4	16	9.5	18.9	28.4

Determinación práctica del tamaño adecuado de parcela.

Valido para cada condición cultivo-ambiente



Se toma el rendimiento comenzando 1 de mane de obtener diferente tamaños de parcela, luego se hace Anova y se determina el C. para cada tamaño y se toma el más apropiad.

Basados en C.V de exp. previo y para 4 o mas tratamientos, podemos usar las tablas siguientes para estimar el No. de resp. necesarias para detectar el número deseada entre las medidas de los tratamientos con cierto nivel de confianza.

CU%													
Dif. % x	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16.....
5	4	7	11	17	24	32	41						
5	9	15	22	31	42								
7	14	24	38										
10	2	3	4	5	7	9	11	14	17	20	24	32	41
	2	3	5	7	9	12	15	18	22	27	31	42	
	3	5	7	11	14	19	24	30	37	45			
15	2	2	3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	15
	2	2	3	4	5	6	7	9	11	13	15	19	25
	2	3	4	6	7	9	12	14	17	21	24	33	42

Primer línea 5% nivel sign. 80% Prob. de detection

Segunda línea 5% niveles sign. 90% Prob. de detection

Tercera línea 1% niveles sign. 95% Prob. de detection

"ARREGLO" factorial

Excelente evaluación de cada variable y todas sus combinaciones.

Ejemplo: 4 Herb. 3 laboreos (prácticas de)

2 épocas aplic, 4 bloques

Bloques

F. V.	G.L.
Bloq	3
Trat.	23
Herb.	3
Lab.	2
Epoca	1
H x L	6
H x Epoca	3
L x Epoca	6
} 23	

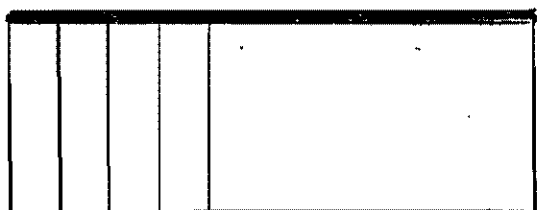
RxT - Error 69

Total 95

Parcelas Divididas

F.V.	
Bloq	3
Lab	2
B x L	6 error a
Trat. (H x Epoca)	7
H	3
Epoca	1
H x E	3
L x E	14
} 1	
B x Trat	21
B x Trat x L	42
} 63 error b	

Total 95



$H_1 E_2 L_2$

	L2	L3	L1
$H_1 E_2$			

Parcelas Divididas

1. Necesidad de parcelas mas grandes
2. Razones específicas tales como estudio de sistemas de cultivos y métodos de control.

Ejemplo: 4 tipos de laboreo
6 herbicidas
4 bloques

F.V.	G.L.
Bloq.	3
Lab. (P.P.)	3
B x P. P.	9 error a
Herb.	5
H x P.P.	15
H x B	15
H x B x P.P.	45
	60 error b

Ambos: Carboreo y herbicidas al azar.

T2			
T6			
T5			
4			
3			
1			
L1	L3	L2	L4

CONSIDERACIONES GENERALES

1. Si es posible: Consulte al Biometrista antes de instalar los experimentos
2. Mantengase el diseño tan simple como sea posible. Cada nueva fuente de variación que se agregue, decrece los grados de libertad del error y por lo tanto disminuye las posibilidades de detección de diferencias.

Ejemplo: 4 tratamientos/5 parcelas

Diseño Completamente al azar

F.V.	G.L.
Tratam.	3
Error	*16*
Total	(19)

$$4 \text{ Trat} \times 5 = 20$$

* 16 o 12 usados para calcular $\bar{F}$

Bloques completamente al azar

F.V.	G.L.
Bloques	4
Tratm.	3
B x T	*12*
Total	(19)

$$20 - 1 = (19)$$

3. Utilícese experiencia de años anteriores para reducir variación el C.V. es un buen estimador cuando se dispone de información previa

$$CV = \frac{100 \times CME}{\bar{x}}$$

CME = Cuadrado medio del error

No existe regla que determine cual debe ser el C.V. pero en general:

CV <10% - bueno
10-20% - medio
>20% - alto

Depende de varios factores a) campo
b) Invernadero
c) cultivo
etc.

4. Ya hemos visto como el número de repeticiones contribuye a reducir la variancia.
5. Cuando sea posible los experimentos deben diseñarse para ser analizados en conjunto luego de varios años. Cuanto más simple son, más fácil resulta el análisis conjunto.
Bloques completos al azar admite esto (previo test de homog*) así como la incorporación de otros tratamientos.
6. Diseños simples son simples de analizar y las conclusiones menos condicionadas. El análisis de parcela perdida es más fácil, etc, etc.

* Para experím. con N^0 bloques & tratamientos. El cociente entre el CME mas alto y el mas bajo no debe exceder 3-4.

Diseños

En el corto tiempo de que disponemos para cubrir un tema tan amplio, solamente podremos esbozar las principales razones para usar la estadística y describir superficialmente algunas de las herramientas que podemos emplear.

Muchas veces nos preguntamos por qué debemos sufrir la dolorosa experiencia de usar o aprender a usar estadística.

Muchos de ustedes, tal vez tienen suficiente experiencia en el campo de herbicidas o control de malezas en general, como para fácilmente diferenciar entre un buen tratamiento y un testigo enmalezado o un herbicida causando severo daño. Sin embargo, esto no es tan así. Necesitamos de ciertos métodos que nos permitan por lo menos hacer lo siguiente:

- 1) eliminar fuentes de variación o error que, siendo ajenas al efecto de nuestros tratamientos, los estén influenciando en forma diferencial.
- 2) convencer a nuestros colegas, de que los resultados que hemos obtenido merecen su atención, en una palabra, que podemos confiar en ellos dentro de ciertos límites previamente establecidos.

Cuando tenemos en mente un experimento, tratamos de encontrar la forma de establecer nuestras parcelas o unidades de experimentación (macetas, parcelas, etc.) en forma tal, que la información que obtengamos tenga sentido, que podamos confiar en ella. Debemos tener en cuenta que en definitiva, la mayor parte de las veces no estamos

trabajando para nuestro lucimiento personal, sino para que los productores puedan aplicar técnicas que les permitan mejorar su producción. Para que esto sea posible, no es suficiente con que probemos prácticas o técnicas sino que debemos tener un cierto grado de confianza en que cuando sean aplicadas ante variadas condiciones, se comportarán de la misma forma.

Muchos factores contribuirán a la decisión de cual será el tipo de diseño que emplearemos, si es que es necesario. Sin embargo, aún cuando hayamos definido nuestros propósitos claramente, debemos tener en cuenta que no existe un diseño, o análisis de los resultados que nos permita usar o analizar información deficiente. Sin embargo, una de las formas más comunes de obtener información deficiente es la falta de planificación previa. La adaptación de ciertos métodos analíticos a información de pobre calidad, o el uso de un diseño solo porque alguna otra persona lo usó, es uno de los errores más comunes. Desafortunadamente, la razón de esto es la falta de conocimiento de los principios básicos de experimentación. Todo agrónomo que conoce los principios sobre los cuales la estadística está basada, debe usarlos. Pero también debe tener en cuenta que si tiene a su disposición un especialista, debe recurrir a él para mayor precisión.

La principal ventaja de conocer estos principios sobre desconocerlos, es que en el primer caso podemos consultar al especialista y luego hacer lo que nos parezca mejor, en lugar de lo que él aconsejó.

Para concluir esta introducción desearía repetir algo que por repetido no es menos cierto.

La estadística es una herramienta que nos ayuda a interpretar o planear nuestros experimentos, de manera tal que nuestros resultados sean confiables. Como tal tiene que ser usada, para ayudar, no para resolver problemas o para probar nuestros resultados. La estadística no será capaz de probar algo que no existe a menos que la obliguenos. Los distintos métodos usados no nos habilitan a probar hechos, sólo nos sirven de ayuda para interpretar respuestas biológicas. Las conclusiones que sacamos de un experimento no son verdaderas o falsas por el simple hecho de que hemos usado un diseño estadístico. Sólo nos permitirán hacer inferencias como resultado de experimentos cuidadosamente planeados con un cierto nivel de confianza. Esto sí pre que la información sea apropiada para ser estadísticamente analizada.

La estadística puede ser usada en forma legal o ilegal, lo cual no siempre implica falta de honestidad en nuestros procedimientos. Como ejemplo de esto, digamos que tenemos el resultado de un experimento que muestra que las medias de los tratamientos testados no difieren estadísticamente una de las otras. Sin embargo, conociendo (a través de simple cálculo) el llamado coeficiente de variación, podemos determinar por ejemplo, un número adecuado de repeticiones que nos permitirían apreciar diferencias que previamente no fuimos capaces de detectar.

¿Por qué debemos usar estadística?

¿Por qué debemos sufrir la penosa experiencia de aprender a usarla?

Tomemos un ejemplo y tratemos de ver cuales son las razones.

Supongamos que tenemos que probar el efecto de un producto químico

en un cultivo determinado. Deseamos saber como afectará el rendimiento de dicho cultivo. Aparentemente un experimento muy simple daría cuenta de nuestro problema. Bastaría establecer dos parcelas, una tratada y otra sin tratar. Ahora supongamos que la parcela donde el producto fue aplicado superó ampliamente a la otra en rendimiento. ¿Estamos en condiciones de recomendar el tratamiento? Más aún, ¿tenemos absoluta confianza en que el producto pueda ser recomendado para una variada gama de suelos y condiciones ambientales?

Ciertamente no. Inmediatamente nos damos cuenta de que estaríamos mucho más seguros de nuestros resultados si hubiéramos repetido varias veces los tratamientos. Es obvio, que si el tratamiento herbicida hubiera superado al testigo en varias observaciones tendríamos mucha más base para nuestra recomendación. Más aún, estaríamos más seguros si hubiéramos repetido las múltiples observaciones en diferentes suelos y condiciones ambientales. Puede verse fácilmente que cuando el producto es superior al testigo en un solo caso, varios factores aparte del tratamiento en sí, pueden ser responsables por esa diferencia. Diferencias en fertilidad, humedad del suelo, textura, flora microbiana, pendiente, insectos, roedores, solo por mencionar algunos, pueden actuar diferencialmente sobre cualquiera de nuestras dos parcelas, favoreciendo solo a una de ellas.

Con esto hemos introducido el concepto de la necesidad de observaciones múltiples que obviamente consiste en el establecimiento de más de una parcela, al azar, dentro de un área, para cada tratamiento. Es también obvio que a consecuencia de ello tendremos diferentes valores para cada una de esas parcelas, aún dentro del mismo tratamiento. Esto es debido

a que cometemos errores cuando cosechamos, y pesamos y también a diferencias entre las diferentes parcelas que no podemos controlar o simplemente desconocemos. Llamaremos a esto variación dentro de tratamientos. Eventualmente, y si los tratamientos ejercen un efecto diferente sobre el cultivo, encontraremos también diferencias entre tratamientos y las llamaremos variación entre tratamientos. Estaremos particularmente interesados en esta última puesto que es la que nos dirá si nuestros tratamientos incrementan los rendimientos o no, y si ese incremento es importante. Para poder determinar esto es necesario que relacionemos la variación debida a tratamientos (variación entre tratamientos) con la variación entre observaciones dentro de cada tratamiento (variación dentro de tratamientos). Las diferencias entre tratamientos, para que sean verdaderas (y no debidas al azar por ejemplo), tienen que ser superiores a las diferencias dentro de tratamientos. Esto establece una relación:
$$\frac{\text{variación entre tratamientos}}{\text{variación dentro de tratamientos}}$$
 que deberá ser superior a un valor esperado que lo encontraremos tabulado. Podemos ahora esquematizar nuestra idea grosera de lo que es un análisis de variancia.

ANOVA	
<u>FUENTE DE VARIACIÓN</u>	
1)	Variación <u>entre</u> tratamientos
2)	Variación <u>dentro</u> de tratamientos*
3)	TOTAL

$$F = \frac{\text{cuadrado medio tratamientos}}{\text{cuadrado medio error}}$$

* o error de muestreo

Esto nos muestra también uno de los principios sobre el cual se apoya el análisis de variancia. La variación es aditiva, en otras palabras:

$$\text{Variación entre tratamientos} + \text{variación dentro de tratamientos} = \text{Variación total}$$

Podemos también apreciar el principal valor del análisis de variancia; nos está aislando la variación (o efecto) debido a los tratamientos, separándolo de toda otra fuente de variación extraña. También nos está indicando la precisión de nuestro experimento, pues cuanto más pequeña es la variación dentro de tratamientos, mejor ha sido conducido. Podemos entonces estudiar en cuánto la variación debida a los tratamientos excede a la debida a los otros factores. Esto puede hacerse, (esquemáticamente) dividiendo la variación entre tratamientos entre la variación dentro de tratamientos. Este cociente nos dará el llamado F (de Fisher), que puede ser comparado a un valor de F tabulado. El F tabulado, nos indica como tiene que ser nuestro valor de F calculado para que nuestros tratamientos, (dentro de ciertos niveles de probabilidad), puedan ser considerados diferentes. Podemos entonces, dentro de un cierto nivel de significancia (usualmente 1 o 5 por ciento) establecer si son superiores o no. Si nuestro valor de F calculado es superior al F tabulado, podemos decir que nuestro tratamiento es significativamente superior que el testigo al 1 o 5 % nivel de significancia. El sentido de esto, como dijimos anteriormente no es "probar" que nuestros tratamientos son superiores pero nos indica que si repetimos el experimento (o el tratamiento) un cierto número de veces, las probabilidades de obtener los mismos resultados debido al azar son muy bajas (1 o 5%). Esta es una representación esquemática de uno de los más simples herramientas que podemos utilizar para estudiar fenómenos biológicos.

Si miramos en la siguiente tabla para 3 y 15 grados de libertad, encontramos un valor = 5.42 para el 1% nivel de probabilidad. Podemos explicar esto en otras palabras, tenemos una probabilidad en 100 de que si repetimos el experimento, nuestros resultados sean debidos al azar, por lo tanto confiamos en que las diferencias observadas entre tratamientos son verdaderas. Finalmente podemos desear continuar el análisis y determinar cuales de los tratamientos son superiores o, si lo establecimos de antemano, como se comportan los tratamientos con respecto a un testigo único que puede ser por ejemplo la parcela enmalezada o un herbicida clásico. En este último caso, cuando hemos elegido previamente un tratamiento como standard o clásico, podemos hacer uso de uno de los llamados test de significancia más simples: LSD. Si el Standard no es previamente establecido, tendremos que usar otros tests, tales como el de Duncan, etc. Cual es el mejor test, o cuan buenos son, daría lugar a otra larga discusión.

Debemos puntualizar que tanto LSD como otras pruebas de significancia no deben ser usadas a menos que hayamos obtenido un valor de F significativo. Estas pruebas pueden ser obviadas usando lo que se llama análisis funcional que es una simple modiciación en la computación del análisis de variancia y que nos proporciona información completa.

Antes de discutir el uso de otros diseños, debemos mencionar un método que mucha gente confunde con diseño y que no lo es por la simple razón que su uso se puede acomodar dentro de muchos de los diseños comúnmente usados. Esto es lo que se llama arreglo factorial y que como su nombre lo dice consiste en un arreglo de los tratamientos en forma tal que se estudian

n_2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	20	24	30	40	50	60	70	80
1	4052	5000	5403	5625	5764	5859	5928	5982	6022	6056	6082	6106	6125	6142	6157	6169	6209	6235	6261	6287	6313	6339	6366	
2	98,50	99,00	99,17	99,25	99,30	99,33	99,36	99,37	99,39	99,40	99,41	99,42	99,42	99,43	99,43	99,44	99,45	99,46	99,47	99,47	99,48	99,49	99,50	
3	34,12	30,82	29,46	28,71	28,24	27,91	27,67	27,49	27,35	27,23	27,13	27,05	26,98	26,92	26,87	26,83	26,69	26,60	26,50	26,41	26,32	26,22	26,13	
4	21,20	18,00	16,69	15,98	15,52	15,21	14,98	14,80	14,66	14,55	14,45	14,37	14,30	14,24	14,20	14,15	14,02	13,93	13,84	13,75	13,65	13,56	13,46	
5	16,26	13,27	12,06	11,39	10,97	10,67	10,46	10,29	10,16	10,05	9,96	9,89	9,83	9,77	9,72	9,68	9,55	9,47	9,38	9,29	9,20	9,11	9,02	
6	13,75	10,92	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,79	7,72	7,66	7,60	7,56	7,52	7,40	7,31	7,23	7,14	7,06	6,97	6,88	
7	12,25	9,55	8,45	7,85	8,46	7,19	6,99	6,84	6,72	6,62	6,54	6,47	6,41	6,35	6,31	6,27	6,16	6,07	5,99	5,91	5,82	5,74	5,65	
8	11,26	8,63	7,59	7,01	6,63	6,37	6,18	6,03	5,91	5,81	5,74	5,67	5,61	5,56	5,52	5,48	5,36	5,28	5,20	5,12	5,03	4,95	4,86	
9	10,56	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,61	5,47	5,35	5,26	5,18	5,11	5,05	5,00	4,96	4,92	4,81	4,73	4,65	4,57	4,48	4,40	4,31	
10	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,20	5,06	4,94	4,85	4,78	4,71	4,65	4,60	4,56	4,52	4,41	4,33	4,25	4,17	4,08	4,00	3,91	
11	9,65	7,21	6,22	5,67	5,32	5,07	4,89	4,74	4,63	4,54	4,46	4,40	4,34	4,29	4,25	4,21	4,10	4,02	3,94	3,86	3,78	3,69	3,60	
12	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,64	4,50	4,39	4,30	4,22	4,16	4,10	4,05	4,01	3,98	3,86	3,78	3,70	3,62	3,54	3,45	3,36	
13	9,07	6,70	5,74	5,21	4,86	4,62	4,44	4,30	4,19	4,10	4,02	3,96	3,90	3,85	3,82	3,78	3,66	3,59	3,51	3,43	3,34	3,25	3,17	
14	8,86	6,51	5,56	5,04	4,69	4,46	4,28	4,14	4,03	3,94	3,86	3,80	3,75	3,70	3,66	3,62	3,51	3,43	3,35	3,27	3,18	3,09	3,00	
15	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,14	4,00	3,89	3,80	3,73	3,67	3,61	3,56	3,52	3,48	3,37	3,29	3,21	3,13	3,05	2,96	2,87	
16	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	4,03	3,89	3,78	3,69	3,61	3,55	3,50	3,45	3,41	3,37	3,26	3,18	3,10	3,02	2,93	2,84	2,75	
17	8,40	6,11	5,18	4,67	4,34	4,10	3,93	3,79	3,68	3,59	3,52	3,46	3,40	3,35	3,31	3,27	3,16	3,08	3,00	2,92	2,83	2,75	2,65	
18	8,29	6,01	5,09	4,58	4,25	4,01	3,84	3,71	3,60	3,51	3,44	3,37	3,32	3,27	3,23	3,19	3,08	3,00	2,92	2,84	2,75	2,66	2,57	
19	8,18	5,93	5,01	4,50	4,17	3,94	3,77	3,63	3,52	3,43	3,36	3,30	3,24	3,19	3,15	3,12	3,00	2,92	2,84	2,76	2,67	2,58	2,49	
20	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,70	3,56	3,46	3,37	3,30	3,23	3,18	3,13	3,09	3,05	2,94	2,86	2,78	2,69	2,61	2,52	2,42	
21	8,02	5,78	4,87	4,37	4,04	3,81	3,64	3,51	3,40	3,31	3,24	3,17	3,12	3,07	3,03	2,99	2,88	2,80	2,72	2,64	2,55	2,46	2,36	
22	7,95	5,72	4,82	4,31	3,99	3,76	3,59	3,45	3,35	3,26	3,18	3,12	3,07	3,02	2,98	2,94	2,83	2,75	2,67	2,58	2,50	2,40	2,31	
23	7,88	5,66	4,76	4,26	3,94	3,71	3,54	3,41	3,30	3,21	3,14	3,07	3,02	2,97	2,93	2,89	2,78	2,70	2,62	2,54	2,45	2,35	2,26	
24	7,82	5,61	4,72	4,22	3,90	3,67	3,50	3,36	3,26	3,17	3,09	3,03	2,98	2,93	2,89	2,85	2,74	2,66	2,58	2,49	2,40	2,31	2,21	
25	7,77	5,57	4,68	4,18	3,85	3,63	3,46	3,32	3,22	3,13	3,05	2,99	2,94	2,89	2,85	2,81	2,70	2,62	2,54	2,45	2,36	2,27	2,17	
26	7,72	5,53	4,64	4,14	3,82	3,59	3,42	3,29	3,18	3,09	3,02	2,96	2,91	2,86	2,81	2,77	2,66	2,58	2,50	2,42	2,33	2,23	2,13	
27	7,68	5,49	4,60	4,11	3,78	3,56	3,39	3,26	3,15	3,06	2,98	2,93	2,88	2,83	2,78	2,74	2,63	2,55	2,47	2,38	2,29	2,20	2,10	
28	7,64	5,45	4,57	4,07	3,75	3,53	3,36	3,23	3,12	3,03	2,95	2,90	2,85	2,80	2,75	2,71	2,60	2,52	2,44	2,35	2,26	2,17	2,06	
29	7,60	5,42	4,54	4,04	3,73	3,50	3,33	3,20	3,09	3,00	2,92	2,87	2,82	2,77	2,73	2,68	2,57	2,49	2,41	2,33	2,23	2,14	2,03	
30	7,56	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,30	3,17	3,07	2,98	2,90	2,84	2,79	2,74	2,70	2,66	2,55	2,47	2,39	2,30	2,21	2,11	2,01	
40	7,31	5,18	4,31	3,83	3,51	3,29	3,12	2,99	2,89	2,80	2,73	2,66	2,61	2,56	2,52	2,49	2,37	2,29	2,20	2,11	2,02	1,92	1,80	
60	7,08	4,98	4,13	3,65	3,34	3,12	2,95	2,82	2,72	2,63	2,56	2,50	2,45	2,40	2,35	2,32	2,20	2,12	2,03	1,94	1,84	1,73	1,60	
120	6,85	4,79	3,95	3,48	3,17	2,96	2,79	2,66	2,56	2,47	2,40	2,34	2,29	2,24	2,19	2,16	2,03	1,95	1,86	1,76	1,66	1,53	1,38	
∞	6,63	4,61	3,78	3,32	3,02	2,80	2,64	2,51	2,41	2,32	2,24	2,18	2,12	2,07	2,04	1,99	1,88	1,79	1,70	1,59	1,47	1,32	1,00	

Esta tabela foi adaptada a partir de resultados de E. S. Pearson e H. O.

Hartley (*Biometrika Tables for Statisticians*, Cambridge Un. Press, 1956).

todas las combinaciones posibles de los factores que entran en el experimento (en un factorial completo).

Es una alternativa muy útil cuando se consideran varios niveles y provee de una de las mejores estimaciones o evaluaciones de interacción entre los factores. Su principal limitación está en el número de tratamientos que resultan de las combinaciones.

Como se dijo, este arreglo puede usarse en conexión con muchas clases de diseños.

Ejemplo:

5 herbicidas H1, H2, H3, H4, H5

3 dosis D1, D2, D3

4 bloques

Tratamientos $5 \times 3 = 15$

H1	D1	H2	D1	H3	D1	H4	D1	H5	D1
H1	D2	H2	D2	H3	D2	H4	D2	H5	D2
H1	D3	H2	D3	H3	D3	H4	D3	H5	D3

Como podemos ver, cada combinación puede ser considerada como un tratamiento individual aun cuando el análisis de variancia nos permite evaluar también cada grupo de tratamientos tales como herbicida o dosis independientemente, así como las posibles interacciones.

ANOVA 4 Bloques

Fuente de variación	G.L.
Bloques	(3)
Tratamientos	(14)
Herb-----4	
Dosis-----2	
Herb. x Dosis--8	
Bloques x Trat.	(42) error
TOTAL	59

Existen una serie de conceptos que son básicos para cualquier tipo de investigación. Hemos visto como podemos aislar el efecto debido a los tratamientos de lo que se puede llamar "variación inexplicada" en la cual incluimos precisamente la variación de la cual no podemos dar cuenta. Hemos también mencionado la importancia y razón de los bloques así como de las observaciones múltiples.

No hemos mencionado sin embargo algo que como la ubicación de los tratamientos al azar es condición fundamental en casi todos los usos de la estadística que dentro de nuestra disciplina hagamos. El uso del azar en la adjudicación de nuestros tratamientos es necesario para omitir todo tipo de parcialización de nuestros tratamientos es necesario para omitir todo tipo de parcialización.

Coefficiente de Variación

Existe un valor que puede ser calculado para cada uno de nuestros experimentos que nos permitirá determinar su precisión así como nos dirá si tenemos que mejorar nuestra técnica de experimentación. Es llamado Coefficiente de Variación. El coeficiente de variación adquiere validez cuando tenemos más de uno, su utilidad depende de la posibilidad de comparar. Existen estimaciones que nos dicen alrededor de que valores debe oscilar (1 a 30%), indicándonos cuando es adecuado, regular o malo. (1-10, 10 a 20 y sobre 30). Sin embargo y a menos que tengamos otros para comparar, del mismo tipo de experimento, pierde valor. El coeficiente de variación puede ser utilizado para comparar experimentos y determinar si pueden ser considerados para un análisis conjunto. Puede ser usado también para determinar el número mínimo de repeticiones necesario para detectar una diferencia determinada entre las medias de los tratamientos. Si luego de varios experimentos similares nuestro coeficiente de variación se mantiene el mismo, tendremos más confianza en nuestra técnica de experimentación que cuando cada experimento tiene un coeficiente que difiere mucho de los otros.

El siguiente es un esquema del análisis de variancia

ANOVA

Fuente de variación	SC	GL	CM	F
b) Bloques (B)	48	5	9.6	1.6
a) tratamientos (T)	120	3	40.0	6.67
c) B x T	90	15	6.0 error	
TOTAL	258	23		

$= \frac{40}{6}$

En este experimento la Variación Total está compuesta de :

- a) variación entre tratamientos o debida a los tratamientos,
- b) variación debida a diferencias entre bloques y c) variación debida a la interacción bloques por tratamientos (B x T).

Sin entrar a calcular cada uno de los valores en el cuadro anterior, tratemos de interpretar los resultados. El valor de F obtenido tal como se mencionó anteriormente es la proporción entre dos variancias. En este caso, el denominador es el cuadrado medio de B x T y estamos entonces comparando la variación debida a tratamientos (40) y la debida a errores de diferente naturaleza que han sido removidos de la variación total (6.0). Si el valor de F obtenido es mayor que el calculado, las diferencias entre tratamientos son consideradas significantes.

Vemos entonces que para establecer la proporción usamos B x T a lo cual se le da el nombre de interacción. Interacción es un término con el cual debemos familiarizarnos. La mayor parte de los procesos biológicos están interrelacionados, y muchos fenómenos no son más que el resultado de algún tipo de interacción. Aplicado a este caso en particular se define como la falla de un tratamiento en responder en la misma forma, en relación a otros tratamientos, de bloque en bloque. En otro tipo de

situaciones veremos por ejemplo interacciones tales como variedad por herbicida en las cuales habrá falla del herbicida en comportarse de la misma forma en relación a otros, de una variedad a la otra. En otras palabras, el mismo herbicida se comportará diferente (o la variedad) para las distintas variedades y por lo tanto se dice que la interacción herbicida variedad es significativa.

Cuando tenemos $B \times T$ estamos cuantificando la importancia de esta interacción.

Si el tratamiento 1 da cinco veces mayor rendimiento en el bloque 1 comparado con el tratamiento 2, es de esperar que en el bloque 2, etc., se comporte de la misma forma. Pero si en el bloque 2, es 3 veces menor que el tratamiento 2, algo está sucediendo para lo cual no tenemos explicación lógica por el momento. En este caso, se reflejará en un mayor valor para el cálculo de $B \times T$. Desde que este valor se usa como denominador para calcular F de tratamientos, puede disminuir significativamente el valor de F volviéndolo insignificante, e impidiéndonos detectar diferencias entre tratamientos. El ideal entonces, para este tipo de diseño, es que la interacción sea lo menor posible, sin llegar a cero en cuyo caso no tendríamos F .

El valor $B \times T$ entonces, es usado para examinar las diferencias entre tratamientos y es llamado comúnmente "error experimental". Esto, en contraste con el error de muestreo que es el usado cuando se utilizan diseños completamente al azar. Como se dijo anteriormente, tal error (de muestreo)* es una función de la variación entre observaciones dentro de tratamientos. Para concluir la interpretación de nuestro ejemplo veamos el valor de F obtenido para tratamientos

$F \text{ tratamientos} = 6.67$

* o variación dentro de tratamientos

No. tratamientos	No. repetición	Mínima diferencia significativa		
		CV = 10%	CV = 20%	CV = 30%
4	4	22.1	44.2	66.3
4	6	16.4	32.7	49.1
4	8	13.9	27.8	41.7
4	10	12.5	24.6	36.9
4	16	9.5	18.9	28.4

Surge claro del cuadro anterior, que aumentando el número de repeticiones decrece el porcentaje de diferencia entre medias necesario para que esta diferencia sea detectada. Cuando tenemos un CV = 10% y 4 repeticiones, la separación entre medias para que el análisis las considere diferentes debe ser del 22%; comparado con 9.5% cuando el número de repeticiones es aumentado a 16. Cuando el CV se incrementa, también se incrementa la diferencia necesaria. Para un CV = 20% con 4 repeticiones, necesitamos una diferencia del 44.2% para que el test pueda detectarla.

5) Siempre que tengamos en mente repetir el experimento por varios años o en diferentes lugares al mismo tiempo, debemos considerar la posibilidad de que en el futuro deseemos analizarlos en conjunto. Cuando diseñados en forma similar y agrupados bajo las mismas condiciones (tipo de suelo, fertilidad, humedad, rotación, etc.) pueden ser analizados juntos. La principal condición que requiere un análisis de conjunto es que los cuadrados medios de los errores sean bastante similares. Hay tests que establecen cuan cerca deben estar unos de otros. Como una simple regla, deben tener el mismo número de tratamientos y repeticiones y la relación entre el cuadrado medio mas alto y el mas bajo no debe exeder de 3 o 4.



Comentarios generales

- 1) si es posible, siempre consulte al especialista antes de establecer sus experimentos.
- 2) mantenga el diseño lo mas simple posible compatible con los objetivos; cada nueva fuente de variación resulta en una disminución de los grados de libertad del error y consecuentemente incrementará el valor de la variación debida a otros factores que los tratamientos en sí.

Ejemplo:

Evaluación de 4 variedades en 5 parcelas cada una.

Diseño: parcelas completamente al azar

No bloques	
F. variación	GL
Tratamientos	(3) (4-1)
Error	(16) (19-3)
Total	(19) (5 x 4-1)

Bloques completos al azar

F. variación	GL
Bloques	(4)
Tratamientos	(3)
Error	(12) (4 x 3)
Total	(19)

Cuando calculamos el cuadrado medio para el error, será menor para el diseño completamente al azar que para bloques completos desde que dividiremos la suma de cuadrados para el error entre 16 en lugar de 12.

- 3) use información de experimentos anteriores para reducir la variación. El coeficiente de variación es un buen estimador cuando hay información previa de experimentos similares.
- 4) muchos otros factores tales como el número de repeticiones contribuye a la variancia.

A continuación se da un ejemplo de diferencias significativas obtenidas con diferentes número de repeticiones y coeficientes de variación.

Con lo antedicho hemos construido el armazón para el análisis de variancia más elemental. De aquí en adelante, todas las adiciones y modificaciones del diseño más simple y básico que fue el descripto y es llamado "totalmente al azar," son creaciones para protegernos de otras posibles fuentes de variación.

Debemos tener siempre presente que no hay mejor diseño que el más simple. Solamente cuando no es posible usar este debemos recurrir a otros más sofisticados. Cuanto mayor es la sofisticación del diseño, menos la información que obtendremos y más difícil su computación. Seguiremos ahora un ejemplo numérico para mostrar uno de los diseños más comunmente usados en experimentación agronómica.

En el cuadro siguiente se presenta una distribución al azar de 4 tratamientos en seis repeticiones, mostrando una situación experimental donde existe un gradiente de fertilidad en una dirección.

Parcelas	BLOQUES					
	I	II	III	IV	V	VI
11	t2 21	t1 31	t3 41	t4 51	t1 61	t2
12	t3 22	t4 32	t1 42	t3 52	t2 62	t3
13	t4 23	t3 33	t4 43	t2 53	t3 63	t1
14	t1 24	t2 34	t2 44	t1 54	t4 64	t4

gradiente (fertilidad,
pendiente, humedad, etc.)

Como puede deducirse del cuadro, hemos introducido aquí un nuevo elemento que llamamos bloques. El bloque tiene por fundamental objetivo, eliminar o disminuir la variación debida a factores tales como en este caso un gradiente de fertilidad, pendiente, etc.

Su función es la de ubicar los tratamientos en el área más uniforme posible de manera que entre los diferentes tratamientos no existan otras diferencias que las aportadas por sus efectos sobre el elemento que estamos evaluando. Al establecer bloques estamos eliminando el efecto que el gradiente de fertilidad tendría. Si no usáramos bloques las parcelas con nuestros tratamientos podrían caer en zonas donde la fertilidad es mayor o menor. De manera entonces que los bloques deben ser unidades con la mayor uniformidad posible. No nos debe importar la diferencia que exista entre ellos. Como bloques podemos incluso emplear diferentes zonas, años, etc. El análisis se encargará de remover la diferencia entre bloques de la variación debida a tratamientos y si efectivamente encontramos que había diferencias entre bloques, pues entonces estamos justificando plenamente el haberlos usados.

El cuadro siguiente muestra los resultados; del experimento presentado en el cuadro anterior.

Tratamientos	Tratamientos							Promedio ($\bar{x}$)
	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	
t1	7	8	7	11	6	9	48	8
t2	16	10	10	15	10	11	72	12
t3	11	11	18	16	13	15	84	14
t4	6	7	13	10	11	13	60	10
Σ Bloques	40	36	48	52	40	48	264	$\bar{x} = 11$