

AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT WASHINGTON, D. C. 20523 BIBLIOGRAPHIC INPUT SHEET	FOR AID USE ONLY BATCH 88
---	-------------------------------------

1. SUBJECT CLASSIFICATION	A. PRIMARY	Food production and nutrition
	B. SECONDARY	Weeds

2. TITLE AND SUBTITLE
 Manual de campo para investigacion en control de malezas

3. AUTHOR(S)
 Burrill, L.C.; Cardenas, Juan; Locatelli, Eduardo

4. DOCUMENT DATE 1977	5. NUMBER OF PAGES 70p.	6. ARC NUMBER ARC
--------------------------	----------------------------	----------------------

7. REFERENCE ORGANIZATION NAME AND ADDRESS
 Or.State

8. SUPPLEMENTARY NOTES (Sponsoring Organization, Publishers, Availability)

(In Pub. 22-A-77)(In English and Spanish; English,64p.:PN-AAC-874)

9. ABSTRACT

10. CONTROL NUMBER PN-AAC-689	11. PRICE OF DOCUMENT X-\$6.56 F-\$1.00
12. DESCRIPTORS Data Manuals Methodology Research	13. PROJECT NUMBER 931046300
	14. CONTRACT NUMBER AID/ta-C-1295 Res.
	15. TYPE OF DOCUMENT
Weed control	

MANUAL de CAMPO

para INVESTIGACION

en CONTROL de MALEZAS

por /
L. C. Burrill, J. Cárdenas, E. Locatelli

traducción por /
A. I. Locatelli, E. Locatelli

editado y diseñado por /
A. E. Deutsch

publicado por /
**International Plant Protection Center
Oregon State University, Corvallis, Oregon 97331 / USA**

derechos reservados
International Plant Protection Center, 1977

Publicación #22-A-77

US\$ 5.00

Contenido

1	INTRODUCCION
3	1 PLANIFICACION DE LA INVESTIGACION
3	1.1 DEFINA EL PROBLEMA, DETERMINE SU MAGNITUD
4	1.2 TIPOS DE ENSAYOS DE CAMPO
5	1.2.1 Ensayos de Selección Preliminar
6	1.2.2 Ensayos de Selección Final
6	1.2.3 Ensayos de Rendimiento
6	1.2.4 Ensayos Regionales
7	1.2.5 Parcelas Demostrativas
7	1.2.6 Estudios Especiales
	A. residualidad en el suelo
	B. formulaciones
	C. volumen de acarreo
	D. competencia
	E. misceláneos
9	1.3 UBICACION DE LOS ENSAYOS
10	1.4 ACUERDOS CON LOS AGRICULTORES
10	1.5 NIVEL DE TECHNOLOGIA
11	2 METODOLOGIA
11	2.1 ESTABLECIMIENTO DEL ENSAYO
11	2.2 SELECCION DEL LUGAR
11	2.3 ARREGLO DE BLOQUES Y PARCELAS
13	2.4 TAMANO DE PARCELA
15	2.5 BORDES
15	2.6 PARCELAS TESTIGO
16	2.7 DOSIS DE HERBICIDA
16	2.8 PRACTICAS CULTURALES
16	2.9 SIEMBRA DE MALEZAS
17	2.10 MARCADO DEL AREA EXPERIMENTAL
18	2.11 NUMERACION DE LAS PARCELAS
19	2.12 EQUIPO
19	2.12.1 Aspersor de Bomba Manual
20	2.12.2 Aspersor de Aire Comprimido
20	2.12.3 Aspersor de Gas Comprimido
20	2.12.4 Aspersor de Bicicleta
21	2.12.5 Aspersores Motor Operada Montados en Tractor
21	2.12.6 Aspersores Logarítmicos

21	2.12.7	Comentarios Generales Acerca de los Equipos
	A.	agitación
	B.	manómetros y reguladores de presión
	C.	mangueras y barra de aspersión
	D.	boquillas
	E.	filtros
	F.	superposición de la aspersión
	G.	efecto de la presión
	H.	cambio del volumen de aplicación
24	2.12.8	Aplicación de Herbicidas Granulados
24	2.12.9	Calibración y Cálculos
	A.	en base al área
	B.	en base al volumen
	C.	aspersores comerciales
27	2.13	PRECAUCIONES Y TECNICAS
28	2.14	ENSAYOS DE PERSISTENCIA EN EL SUELO
28	2.14.1	Ensayos Combinados
30	2.14.2	Ensayos Específicos
33	3	EVALUACION DE LA INVESTIGACION
33	3.1	EPOCA DE EVALUACION
34	3.2	EVALUACION CUALITATIVA
37	3.3	EVALUACION CUANTITATIVA
37	3.3.1	Conteo de Malezas
37	3.3.2	Peso de la Planta
38	3.3.3	Altura de la Planta
38	3.3.4	Muestreando el Area
38	3.3.5	Rendimiento del Cultivo
41	4	ANALISIS DE LOS DATOS Y ESTADISTICA
41	4.1	PLANIFICANDO PARA EL ANALISIS
42	4.2	ANALISIS ESTADISTICO
43	4.3	ANALISIS ECONOMICO
45	5	REGISTRO E INFORME DE LOS RESULTADOS
46	5.1	ANTECEDENTES
46	5.2	MATERIALES Y METODOS
46	5.3	DATOS DE APLICACION
46	5.4	RESULTADOS
49	6	PRECAUCIONES
49	6.1	HERBICIDAS Y SEGURIDAD
51	6.2	ALMACENAJE
51	6.3	DESECHADO
51	6.4	APLICACION

52	6.4.1	Viento
52	6.4.2	Equipo Protector
53	7	MEDIDAS, EQUIVALENCIAS, CONVERSIONES Y PROPORCIONES
53	7.1	EL SISTEMA METRICO
54	7.2	MEDIDAS DE U.S.A.
55	7.3	EQUIVALENCIAS
55	7.3.1	Lineal
56	7.3.2	Area
56	7.3.3	Volumen
57	7.3.4	Líquido
57	7.3.5	Masa
58	7.4	FACTORES DE CONVERSION
59	7.4.1	Temperatura
59	7.5	TABLAS DE DATOS
59	7.5.1	Desplazamiento
60	7.5.2	Relación Peso-Volumen
60	7.5.3	Conversiones de Concentraciones
61	7.5.4	Equivalencias-Areas
61	7.5.5	Equivalencias-Concentraciones
62	7.5.6	Equivalencias-Aplicaciones Líquidas
63	7.5.7	Equivalencias-Aplicaciones Sólidas
64	7.5.8	Gramos Requeridos de Diferentes Dosis para un Area Determinada



Introducción

La importancia del control de malezas en la producción mundial de alimentos está firmemente sustentada. Una producción económicamente rentable y de calidad, es dependiente del control de malezas, hecho reconocido por naciones desarrolladas agrícolaemente.

Para muchas de estas naciones tratando de alcanzar el autoabastecimiento de productos agrícolas, las pérdidas causadas por malezas han ido en aumento, retrasando el logro de tales objetivos. Esto es especialmente importante cuando se intenta la introducción de materiales genéticos de alto rendimiento que forman parte de un "paquete" tecnológico.

Como cualquier otra disciplina, el control de malezas continuará mejorando en la medida que aquellos que lo practican expandan y mejoren su tecnología. El simple hecho de probar compuestos químicos para determinar su efectividad de control e inocuidad al cultivo, ya no es suficiente. La seguridad humana y la preservación, del ambiente deben ser claramente establecidos a través de la obtención de extensa información sobre herbicidas y sus residuos en el ambiente.

El manual de campo para investigación en control de malezas ha sido preparado para alentar una mejor investigación. Tiene además otra meta: proporcionar una serie de ideas para desarrollar exitosamente la investigación en control de malezas a nivel de campo.

Los Investigadores sin embargo, deberán tener en cuenta que aun cuando esta publicación encara el control a través del uso de compuestos químicos, programas de control de malezas requieren la integración de varias tecnologías. En raras ocasiones el control químico por sí solo proporcionará el máximo beneficio. Métodos cultural y manual y mecánicos deben incluirse. En muchos casos varios métodos de control pueden ser eficientemente combinados en un solo experimento. El material que se presenta a continuación, obviamente no es completo; aplicación aérea e investigación en control de malezas acuáticas han sido omitidos. Sin embargo, la experiencia de los autores ha permitido reunir información que permitirá a quienes se inician, establecer un programa viable de investigación en control de malezas. Investigadores con mayor experiencia pueden encontrar numerosas ideas útiles.

L. C. Burrill

J. Cárdenas

E. Locatelli

Corvallis, Oregon / USA, Junio 1976

A. I. Locatelli

E. Locatelli

Turrialba / Costa Rica, Julio 1977

1 Planificación de la Investigación

- Haga un relevamiento del área
- Identifique los problemas
- Revise la literatura
- Seleccione el tipo de experimento

1.1 DEFINA EL PROBLEMA, DETERMINE SU MAGNITUD

Los pasos corrientes en un meticoloso programa de investigación son:



El primer paso a seguir cuando se planea un programa de investigación, es la clara definición del problema (o problemas) y la delimitación de su magnitud. Problemas con malezas, generalmente se asocian con una región geográfica y con un cultivo, por lo tanto se debe comenzar con un reconocimiento de campo, que comprenda un área suficientemente amplia, como para que sea representativa de la situación completa. Para lograr una perspectiva más realística del problema, se debe visitar la zona en diferentes períodos de la estación de crecimiento, y así observar el problema durante varias etapas. Se deben consultar a los agricultores locales, reunirse con representantes de empresas comerciales, y por fin discutir la situación con extensionistas de esa área.

Frecuentemente el reconocimiento del área indicará que tenemos una serie compleja de problemas. Debemos entonces catalogarlos en orden de im-

portancia, y hacer una segunda clasificación de acuerdo a la posibilidad de resolverlos. Lo más aconsejable es darle prioridad a aquellos problemas que pueden resolverse fácilmente en lugar de los que toman mucho tiempo y a veces son casi insolubles.

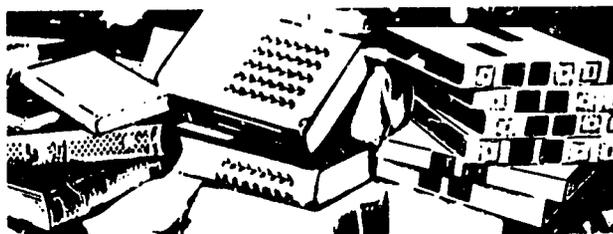
Por otra parte, un problema secundario, bajo determinadas circunstancias, puede asumir mayor magnitud que la de un problema de importancia primaria. Por ejemplo, en algunas áreas de cultivo de maíz en el mundo, una maleza relativamente inofensiva como *Cucumis melo* (pepino silvestre) puede ser la maleza de mayor importancia. El problema secundario latente puede ser la potencialmente más agresiva *Leptochloa filiformis* (plumilla, paja mona, paja de surro) una gramínea anual. El control selectivo del pepino silvestre puede resultar en rendimientos más bajos debido al establecimiento de una población *Leptochloa filiformis* que toma el lugar del pepino. Si definimos los problemas podemos evitar errores costosos y la pérdida de tiempo muy valioso.



El número de problemas a resolver debe ser limitado. Un error muy común es el de iniciar más investigación de la que podemos llevar a cabo con eficiencia.

**Limite los objetivos de cada experimento.
Un solo experimento nunca o casi nunca
dará todas las respuestas a un problema.**

Cuando se inicia una experimentación, esta debe estar precedida por una meticulosa revisión de literatura. Si es necesario use el teléfono o el correo para ponerse en contacto personal con otros investigadores que trabajan en el mismo problema. De esa forma podrá adquirir la más reciente información. El cono-



cimiento de experiencias anteriores no sólo es indispensable al hacer investigación, sino que además ahorra la duplicación innecesaria de esfuerzos.

Los informes de trabajos previos en un problema similar pueden servir como guía, pero los resultados deben ser verificados bajo condiciones locales.

Cuando información previa sugiere que un programa de control de malezas debe incluir métodos químicos, el investigador debe proceder de la siguiente forma: primero, debe seleccionar los materiales más promisorios, incluyendo combinaciones; segundo, deben considerarse productos a nivel experimental (aún en desarrollo o no recomendados para el cultivo en cuestión). En este caso se tienen dos alternativas: a.) herbicidas comerciales que ya están disponibles y en uso en otros cultivos, o que se consideran promisorios para el cultivo que nos interesa, y b.) herbicidas experimentales. Las posibilidades de éxito usando estos últimos es baja por el alto número que se rechazan y por lo tanto su utilidad en un programa de investigación no es grande, sobre todo si este programa está destinado a desarrollar recomendaciones prácticas. También debemos tener presente, que con limitaciones de recursos y tiempo, la necesidad urgente de soluciones puede limitar su inclusión en los experimentos. Sin embargo, si contamos con tiempo, y los productos comerciales disponibles son absolutamente inadecuados para nuestro problema, los productos experimentales, tanto en su etapa inicial o avanzada de desarrollo pueden ser una posibilidad.

Cuando las alternativas son limitadas, debe considerarse el uso de combinaciones de herbicidas. Estas generalmente se comportan mejor que los herbicidas usados individualmente.

TABLA 1-1

Posibles ventajas de la combinación de herbicidas

- (1) se controla un espectro más amplio de malezas;
- (2) se mejora la consistencia del control;
- (3) se aumenta el margen de selectividad con respecto al cultivo debido a dosis menores de aplicación;
- (4) se disminuye la residualidad que puede afectar los cultivos siguientes;
- (5) puede combinar las acciones de contacto y residual;
- (6) se reduce el costo de comprar un solo herbicida muy caro;
- (7) retarda el desarrollo de especies de malezas resistentes;
- (8) probablemente cause sinergismo, reduciendo de esa forma la cantidad necesaria, resultando en más bajo costo.

El sinergismo, así como el antagonismo y los efectos aditivos pueden verse bajo condiciones de campo. Aun cuando el verdadero significado es difícil de comprobar, hay algunas ocasiones donde aparece un control mayor al que podría esperarse de un simple efecto aditivo. También existe antagonismo entre diferentes herbicidas. Esto puede ser debido a incompatibilidades químicas, físicas o fisiológicas.

Para aumentar el espectro de malezas controladas debemos realizar una cuidadosa selección de los herbicidas a combinar. Una fórmula muy útil y frecuentemente usada, es la mezcla de un herbicida con buena efectividad en gramíneas, con otro que realiza un buen control de malezas de hoja ancha. El aumento del margen de selectividad (o una toxicidad reducida para los cultivos) se logra al usar dosis más bajas de cada herbicida al combinarlos, que cuando se usan individualmente. Dosis más bajas también ayudan a reducir problemas de residualidad. Mezclando herbicidas con diferentes características, pueden lograrse actividad de contacto y residual.

¿QUE HERBICIDAS VAMOS A PROBAR?

- a. herbicidas comerciales
- b. combinaciones de herbicidas
- c. herbicidas experimentales

1.2 TIPOS DE ENSAYOS DE CAMPO

Un experimento debe ser planeado de acuerdo con los objetivos y basado tanto en los tratamientos disponibles, como en investigación previa, llevada a cabo sobre ese problema particular. Hay algunos ensayos generales que pueden diseñarse para proporcionar la información deseada en la forma más efectiva. Los ensayos se reconocen más por su nombre que por



FIGURA 1-1

Aspecto de un ensayo de selección preliminar

un modelo específico, y la naturaleza de los datos obtenidos puede superponerse considerablemente.

Los niveles de experimentación son:

- ensayos de selección preliminar, (multi-cultivo y multi-herbicida);
- ensayos de selección final (ensayos de rendimiento en monocultivo);
- ensayos regionales y de demostración;
- estudios especiales incluyendo sistemas de control de malezas.

1.2.1 Ensayos de Selección Preliminar

Estos ensayos son conducidos principalmente por compañías y algunas pocas universidades, tratando de seleccionar compuestos dentro de un número grande. Estos ensayos representan un primer paso en la determinación del nivel de actividad de un compuesto en relación con especies de cultivos y malezas. La experimentación puede llevarse a cabo tanto en el invernadero como en el campo.

En este tipo de ensayo deben tenerse las condiciones más favorables posibles, para que el producto manifieste en plano sus efectos. El material se aplica usualmente en una amplia variedad de dosis para poder establecer los límites inferiores y superiores de selectividad hacia los cultivos, así como de actividad en las especies de malezas. Pueden aplicarse en pre-emergencia o postemergencia, así como puede usarse o no incorporación.

Debemos considerar cuidadosamente cuáles son los cultivos y las malezas a usar en los ensayos de selección primaria. El cultivo más importante o predominante de la región, y las malezas más abundantes deberán ser incluidos. Aumentar el número de especies para incluir representantes de otras familias puede ser de utilidad. En este caso el investigador puede, con mucha cautela, extrapolar los resultados sugiriendo posibles modelos de susceptibilidad para especies de malezas. Malezas perennes deben excluirse de estos ensayos de selección primaria.

La instalación en el campo de este tipo de experimento, generalmente se hace plantando varios cultivos y especies de malezas en largas filas paralelas. Los compuestos a ser probados se aplican en bandas de

1 a 2 metros de ancho en forma perpendicular a las filas sembradas. Tanto herbicidas usados comunmente representando familias importantes de compuestos, aplicados a las dosis recomendadas, como testigos sin tratamiento, deben ser incluidos.

Toda la información obtenida de estos experimentos es subjetiva, es decir, el comportamiento de los tratamientos es evaluado pero *no medido*. En esencia, la información se obtiene a través de una estimación del comportamiento y actividad de los compuestos, basados en normas derivadas de la experiencia.

Teniendo en cuenta que la evaluación del ensayo es estrictamente cualitativa, un estudio sin repeticiones sería suficiente siempre que el área sea uniforme y el ensayo esté bien conducido. Debe hacerse un mínimo de dos lecturas para cada parcela (tratamiento) anotando reducción en población y en vigor. Cualquier síntoma de toxicidad que se presente debe ser registrado detalladamente.

Este experimento nos dará información primaria de la selectividad de ciertos compuestos con respecto al cultivo así como sobre su toxicidad hacia las malezas. Los herbicidas que se seleccionan para pruebas posteriores, generalmente combinan tolerancia hacia uno o más cultivos y toxicidad hacia un amplio espectro de malezas. También deberán tenerse en cuenta excepcionalmente, herbicidas que muestren un control efectivo de alguna maleza importante tal como por ejemplo triallate y barban para el control de *Avena fatua* L.

La extrapolación puede ser útil cuando se trate con especies relacionadas. Por ejemplo: un herbicida al cual soya (leguminosa) muestra buena tolerancia, puede ser probado en leguminosas forrajeras. **Advertencia:** la extrapolación debe ser usada como una guía, no como regla.



Herbicidas que muestran toxicidad hacia la mayor parte de los cultivos y malezas en el ensayo de selección primaria, pueden ser candidatos a ser probados como no selectivos en áreas no cultivadas.

1.2.2 Ensayos de Selección Final

Aquellos herbicidas, o combinaciones de herbicidas que tienen buen comportamiento en los ensayos primarios, se transforman en candidatos para los ensayos de selección final. Este nivel de investigación está destinado a comparar el comportamiento de compuestos experimentales (u otros) en cultivos y malezas específicas, con prácticas de control establecidas.

La elección de herbicidas para el ensayo de selección final, puede estar basada en materiales que se mostraron prometedores en el ensayo primario, o en información suministrada por compañías química u otras fuentes de investigación. Uno o más de los herbicidas comúnmente usados en el cultivo bajo estudio, debe en lo posible, ser incluido. Si el mejor tratamiento comercial fuera una combinación de dos o más herbicidas, entonces cada uno de los componentes debe ser incluido en el ensayo como tratamiento individual. Parcelas limpias, libres de malezas, y parcelas sin desmalezar y sin tratar, también deben incluirse pues proporcionan comparaciones muy útiles.

Factores a comparar son: rendimiento; selectividad hacia el cultivo; síntomas de daño; sus características y persistencia, control de las malezas (tanto poblaciones predominantes como secundarias); y cualquier cambio en la población y tipo de malezas.

1.2.3 Ensayos de Rendimiento

Los ensayos finales designados específicamente a experimentar el efecto de productos químicos en el rendimiento del cultivo, se encaran en dos formas. Uno está destinado a estimar el efecto del herbicida sobre el cultivo, independiente del efecto que puedan producir las malezas al competir con este. Por lo tanto, las malezas que no son controladas por el tratamiento tienen que ser eliminadas a mano o por medio de métodos mecánicos para aislar el efecto del herbicida del efecto de las malezas sobre el cultivo.

En el segundo tipo de ensayo de rendimiento, las malezas (aquellas no controladas por los tratamientos) permanecen en el ensayo, con el fin de determinar el efecto combinado de la competencia y de la toxicidad del herbicida (si la hay). Pueden combinarse ambos propósitos en un solo experimento usando parcelas más largas y desmalezando solo la mitad de ellas. También pueden registrarse datos subjetivos, como especies de malezas controladas y síntomas causados por el herbicida.

El número de tratamientos puede ser el mismo o menor que en el ensayo de selección final. El complejo de malezas va a determinar la naturaleza y el número de tratamientos.

1.2.4 Ensayos Regionales

Estos son conducidos luego de que los ensayos de selección final han brindado suficiente información

acerca del comportamiento de un herbicida como para justificar experimentos bajo diferentes condiciones. Rendimiento, síntomas de daño, malezas controladas, cambios en la población, y tipo de malezas, o información sobre residuos en el suelo deben ser registrados.



1.2.5 Parcelas Demostrativas

Después que un compuesto ha pasado por los ensayos básicos de selección y rendimiento, ya está listo para demostrar su comportamiento bajo condiciones de campo locales a otros investigadores, personal de extensión, agricultores, y al público en general. Las parcelas de demostración, no son ensayos de investigación, aun cuando pueden brindar información útil.

Generalmente las parcelas de demostración consisten en pocos tratamientos, tal vez dos o tres. Uno de estos debe ser el tratamiento comúnmente usado.

El tamaño de las parcelas debe ser lo suficientemente grande como para permitir una buena demostración de comportamiento.

En algunos casos, ensayos regionales también pueden servir como parcelas de demostración, pero debe tenerse mucho cuidado en no dañar los cultivos si se planea cosechar para la obtención de datos.

1.2.6 Estudios Especiales

Como el nombre lo indica, los estudios especiales están dirigidos a proporcionar información complementaria, pero esencial, sobre el comportamiento de un herbicida. Por ejemplo, pueden realizarse ensayos para evaluar la acción residual de un producto químico en el suelo, o su compatibilidad con otros plaguicidas en diferentes formulaciones. Otros ejemplos incluyen

la determinación de: presencia y duración de residuos en el tejido de la planta, el volumen de aplicación necesario para el mejor comportamiento de un compuesto, y la susceptibilidad de las malezas (por ejemplo: ensayos sin cultivo).

Otros estudios especiales no involucran comportamiento de herbicida en un cultivo dado. Se programan para estudiar competencia de malezas o cultivo; el efecto de otras prácticas culturales; e interacciones, sobre la población de malezas; el efecto de las malezas en la población de insectos y en enfermedades que afectan a los cultivos, y el efecto indirecto de las malezas en los costos de producción (por ejemplo: control de insectos, requerimientos de humedad, requerimientos de fertilidad, costo aumentado de la cosecha, y pérdidas debidas a una baja en la calidad del cultivo). Algunos ejemplos de estudios especiales se discuten a continuación.

A. RESIDUALIDAD EN EL SUELO—El herbicida ideal para cultivos anuales debe permanecer activo solamente entre los períodos de siembra y cosecha. Sin embargo, hay pocos herbicidas "ideales" y, para evitar problemas, debe determinarse la actividad residual de todos los herbicidas, bajo diferentes condiciones ambientales. Los factores ambientales más importantes que afectan la residualidad en el suelo son: lluvia, humedad y textura del suelo, materia orgánica, y temperatura.

La residualidad química puede ser examinada simultáneamente en el campo y en el invernadero o en el laboratorio. La sola presencia de herbicida en el suelo no es necesariamente un problema; sin embargo, una concentración dada de herbicida en el suelo puede no manifestar su toxicidad a no ser que se presenten condiciones especiales (sequía, altas temperaturas).

El herbicida específico que se está estudiando debe ser aplicado en dosis normal, doble, triple, o cuádruple de la normal, para establecer un rango completo de efectos. En el campo, la residualidad puede estimarse directamente, plantando especies susceptibles en cada parcela a diferentes intervalos, o, pueden extraerse periódicamente, muestras de suelo de las parcelas, transferirlas al invernadero y sembrar especies indicadoras. Para cada herbicida examinado en el invernadero puede hacerse una curva estándar usando el mismo suelo, tratado con concentraciones conocidas del herbicida. La comparación de las plantas cultivadas en suelos tratados con concentraciones conocidas con las que crecen en suelos con concentraciones desconocidas dará lugar a una estimación bastante acertada de la cantidad de herbicida en el suelo en cuestión (ver sección 2.14 por mas detalles).

A continuación se presenta como ejemplo un experimento hipotético para determinar la actividad residual de un herbicida en el campo.

Las mismas especies indicadoras usadas en el campo pueden ser sembradas en el invernadero, en

macetas con suelo extraído de las parcelas tratadas. También es posible hacer una evaluación del crecimiento de la raíz.

EJEMPLO 1-1

Experimento de Actividad Residual

tamaño de la parcela: 2 x 5 metros

replicaciones: 4

instalación: parcela	herbicida	dosis*
1	atrazina	1
2	atrazina	2
3	atrazina	4
4	atrazina	8
5	testigo (sin desmalezar)	0

especies indicadoras sembradas: pepino, avena

datos obtenidos: porcentaje de germinación/reducción de población

síntomas (clorosis/necrosis)

vigor

peso fresco (15-30 días después de la germinación)

Nota: no se plantó otro cultivo que las especies indicadoras en las parcelas experimentales.

Condiciones ambientales altamente variables, pueden afectar los experimentos de campo. Esto indica claramente la necesidad de experimentos de invernadero complementarios, donde factores tales como humedad y temperatura, pueden ser controlados. Deben tenerse en cuenta el efecto de sequía o de temperaturas extremas (altas o bajas) en la manifestación de toxicidad en las especies indicadoras.

Cada tratamiento debe continuarse hasta que dos o, tal vez tres siembras muestren crecimiento normal. La frecuencia de siembra va a estar determinada por la información proporcionada por las compañías químicas, así como por otras fuentes.

B. FORMULACIONES — Diferentes formulaciones pueden ser estudiadas como la única variable. Las comparaciones deben hacerse tomando como base dosis equivalentes (cantidad aplicada). Las dosis del material aplicado deben ser tales que no eliminen completamente las malezas en la parcela de ensayo. Dosis muy altas pueden enmascarar pequeñas, pero importantes, diferencias en formulaciones.

C. VOLUMEN DE ACARREO—La cantidad de agua necesaria para el mejor comportamiento de un herbicida, es muy importante, particularmente para aquellos compuestos aplicados en postemergencia. En algunos casos el volumen debe ser críticamente bajo; para herbicidas de contacto, se requieren grandes volúmenes, de acuerdo a la cantidad de follaje a tratarse. Al igual que en estudios de formulaciones, es necesario usar dosis de herbicidas subletales para evitar el

*La dosis de aplicación es usualmente expresada en kg i.a./ha, kilogramos de ingrediente activo por hectárea. Ver sección 2.12.9 por más información.

enmascaramiento de pequeñas diferencias en el comportamiento del herbicida, debidas al volumen de agua.

D. COMPETENCIA—Muchas veces hay que cuantificar la magnitud del efecto de las malezas sobre el cultivo, así como el periodo crítico dentro del desarrollo del cultivo, en que esa competencia se ejerce, para poder justificar la necesidad de control y ayudar a la búsqueda de soluciones.

Existen dos tipos básicos de tratamientos para estudiar tales efectos: a) en un caso el cultivo se mantiene libre de malezas durante diferentes periodos luego de la siembra; b) en este caso se permite la coexistencia cultivo-malezas durante diferentes periodos luego de la siembra luego de lo cual se desmaleza hasta cosecha. Estos tipos de tratamientos pueden combinarse en un solo experimento o establecerse independientemente. Deben incluirse un testigo enmalezado y otro desmalezado durante todo el ciclo. Otros tratamientos pueden incluir uno, dos, y hasta tres desmalezados durante el ciclo del cultivo.

TABLA 1-2

Distintos Tratamientos de Desmalezado para un Cultivo de Ciclo Corto como Sorgo (Sorghum bicolor)

parcela	tratamiento
1	0-10 días libre de malezas después de la siembra
2	0-20 días libre de malezas después de la siembra
3	0-30 días libre de malezas después de la siembra
4	0-45 días libre de malezas después de la siembra
5	0-60 días libre de malezas después de la siembra
6	0-90 días libre de malezas después de la siembra
7	sin malezas todo el ciclo
8	10 días libre de malezas antes de la cosecha
9	20 días libre de malezas antes de la cosecha
10	30 días libre de malezas antes de la cosecha
11	45 días libre de malezas antes de la cosecha
12	60 días libre de malezas antes de la cosecha
13	90 días libre de malezas antes de la cosecha
14	enmalezado durante todo el ciclo
15	desmalezar a los 15 y 45 días después de la siembra solamente
16	desmalezar a los 10 y 30 días después de la siembra solamente
17	tratamiento químico comercial recomendado

Población y vigor del cultivo, y la población de malezas (conteo) deben ser evaluadas. El rendimiento y la calidad del cultivo son muy importantes de manera que deben determinarse. También puede hacerse una evaluación de la facilidad de cosecha un poco antes de ésta usando una escala de 0-5; donde 0 va a representar un buen acceso al cultivo, sin interferencia por parte de malezas, y 5 va a representar un cultivo imposible de cosechar a causa de las malezas. Pueden evaluarse incidencia de insectos y enfermedades.

E. MISCELANEOS—Pueden llevarse a cabo estudios de invernadero y de laboratorio para determinar la influencia que la temperatura del aire, materia orgánica en el suelo (cantidad y origen), lluvia y humedad, y otros factores, tienen en la persistencia de un herbicida(s).

Experimentos orientados a evaluar prácticas culturales, excluyendo herbicidas, pueden incluir parámetros tales como niveles de fertilidad del suelo, variedades de plantas, densidad de poblaciones (cultivo y malezas), espacio entre hileras, efecto de la sombra, etc.

1.3 UBICACION DE LOS ENSAYOS.

La elección del lugar es de primordial importancia, particularmente en ensayos llevados a cabo fuera de la estación experimental. Los problemas que van a ser estudiados deben existir en el sitio elegido. Otros elementos físicos, como población de malezas, tipo de suelo, fertilidad, humedad y pendiente deben ser tan uniformes como sea posible.

Estos factores deben tenerse en cuenta en el momento de planear los experimentos, de tal forma que puedan hacerse todos los ajustes posibles para compensar la falta de uniformidad.

Los ensayos pueden estar ubicados tanto dentro como fuera de las estaciones experimentales, dependiendo de los objetivos del experimento y de la disponibilidad de tierra para parcelas. Generalmente, los primeros ensayos de selección, son conducidos en la estación experimental, en donde el daño al cultivo y un pobre control de las malezas pueden ser tolerados. Las estaciones pueden operar bajo el auspicio del gobierno, la universidad, la industria privada u otros grupos. Ensayos específicos, tales como el estudio del control de una especie de malezas en particular, pueden tener que ser conducidos fuera de la estación experimental.

Mientras que la mayoría de los ensayos de estudios especiales son conducidos en la estación experimental, la mayoría de los ensayos regionales y de demostración, no lo son.

Aun cuando la mayor parte de la investigación inicial se hace en estaciones experimentales, una nueva medida de control de malezas no puede considerarse para uso general hasta que puedan llevarse a cabo ensayos bajo las condiciones de la zona para la cual se va a recomendar. De esta forma se sabrá el efecto de temperatura, tipo de suelo, especies de malezas, prácticas culturales locales y otros factores, sobre el comportamiento de la nueva técnica.



1.4 ACUERDOS CON LOS AGRICULTORES

Al establecer ensayos fuera de la estación experimental es importantísimo seleccionar cuidadosamente un agricultor o administrador que coopere. Parcelas ubicadas fuera de la estación, pueden perderse fácilmente debido a un gran número de causas, pero más comúnmente por falta de la debida comunicación entre el investigador y el agricultor que coopera con él.

El cooperador debe entender perfectamente cuáles son las prácticas culturales a seguir y cuáles son las metas del experimento. Debe conocer su rol en el experimento y debe entender que puede haber daño o muerte del cultivo, y que malezas sin control pueden afectar a algunas de las parcelas. Si un mal control de malezas causa daño, o disminuye los rendimientos, el agricultor debe ser compensado por ello. También, a todos aquellos que trabajan con el agricultor debe advertírseles acerca del ensayo, y dárseles claras instrucciones de su rol en él.

Marcadores o estacas bien visibles ayudan a proteger el ensayo. Como estos marcadores se pierden, se rompen o son robados frecuentemente, deben usarse objetos fijos tales como árboles o caminos, como puntos de referencia.

Si se necesitan datos de rendimiento, generalmente se toman antes de que el resto del área sea cosechada. Muchos buenos ensayos se pierden debido a una cosecha anticipada por parte del agricultor. Se necesita un cerco siempre que ganado, o animales salvajes pastoreen en el área. También debe tenerse en cuenta la facilidad de acceso al ensayo. Aún con los mejores planes y precauciones, el investigador puede esperar una pérdida de hasta la mitad de sus ensayos fuera de la estación experimental.

Debe llegarse a un acuerdo de antemano con el agricultor, acerca del destino del cultivo tratado. En algunos países, es ilegal la venta de cultivos tratados con plaguicidas experimentales. En este caso el producto debe ser comprado a un precio predeterminado, y luego destruido.

1.5 NIVEL DE TECNOLOGIA

El investigador tiene que decidir si va a modificar las condiciones ambientales y en qué medida. Para que la investigación rinda resultados que beneficien inmediatamente al agricultor de una región, deben usarse recursos que le sean disponibles. A continuación se citan dos ejemplos:

- (1) Si el agricultor no puede obtener maquinaria especializada para incorporar herbicidas, la incorporación deberá hacerse con los elementos disponibles. Tal vez una rastra de dientes no es tan efectiva como un

carpador rotativo, pero aquella puede sustituir a éste si se usa adecuadamente.

- (2) Algunos herbicidas dependen mucho de la humedad del suelo. Por lo tanto, la investigación con estos herbicidas es cuestionable en áreas con poca lluvia, o sin irrigación.

Algunas circunstancias pueden hacer que se usen técnicas avanzadas aun cuando los resultados obtenidos no sean inmediatamente aplicables.



2 Metodología

- Seleccione el lugar**
- Ubique los bloques**
- Encuadre y marque el área**
- Calibre el equipo**

2.1 ESTABLECIMIENTO DEL ENSAYO

Después que se ha finalizado cuidadosamente la planificación, el investigador está listo para iniciar el experimento. El establecimiento del ensayo y su subsecuente desarrollo puede tomar muchas formas, pero los principios básicos son los mismos para todos los ensayos. El método empleado queda a elección de cada investigador. Debe tenerse en cuenta que la investigación es costosa en dinero, esfuerzo, y tiempo, y que por lo tanto cada experimento debe ser programado y conducido de forma tal que se minimicen los errores y a la vez, proporcione la máxima información por unidad invertida.*

La calidad de los datos depende del diseño y la técnica:

- **técnica pobre, información pobre.**

Todos los datos deben registrarse:

- **nunca debe confiarse solo en la memoria.**

Los planes y los datos deben registrarse en duplicado:

- **guarde los duplicados en lugares separados y seguros.**
-

* Aun cuando nuestros resultados pueden tener que aplicarse en áreas donde las condiciones no son ideales, debemos controlar todas las variables que podamos. De esta forma los resultados reflejarán el efecto de la variable que nos interesa.

2.2 SELECCION DEL LUGAR

Como ya mencionamos anteriormente la uniformidad es esencial cuando seleccionamos el lugar en el que vamos a establecer un experimento de campo. Cuanto más uniforme sean el número y las especies de malezas, la fertilidad y tipo de suelo, y la humedad, mejor será la información que obtengamos.

Desgraciadamente, los investigadores generalmente se enfrentan a uno o más factores importantes que no son uniformes. Más aún, la investigación en el campo se inicia en la mayoría de los casos, en áreas recién preparadas, en las que las diferencias no son muy visibles. En general debe decidirse entre: uniformidad, fácil acceso, y conveniencia para el agricultor. En lo posible deben evitarse los lugares cercanos a los caminos y las esquinas de los campos, pues éstos son los que presentan menos uniformidad.

Ya sean dentro o fuera de la estación experimental, los experimentos no deben conducirse en donde previamente hubo otro ensayo; debe uniformarse el área con uno a dos años bajo cultivo. La mayoría de la investigación en control de malezas deja un desbalance de nutrientes y semillas de malezas en el suelo, además de residuos de herbicidas.

Los herbicidas pueden permanecer en el suelo, a niveles activos, por un período de 6 a 19 meses, a aún más, dependiendo del tipo de herbicida, la cantidad usada y las condiciones ambientales.

2.3 ARREGLO DE BLOQUES Y PARCELAS

Cuando sabemos que existe un gradiente, como por ejemplo una pendiente, o diferencias en las

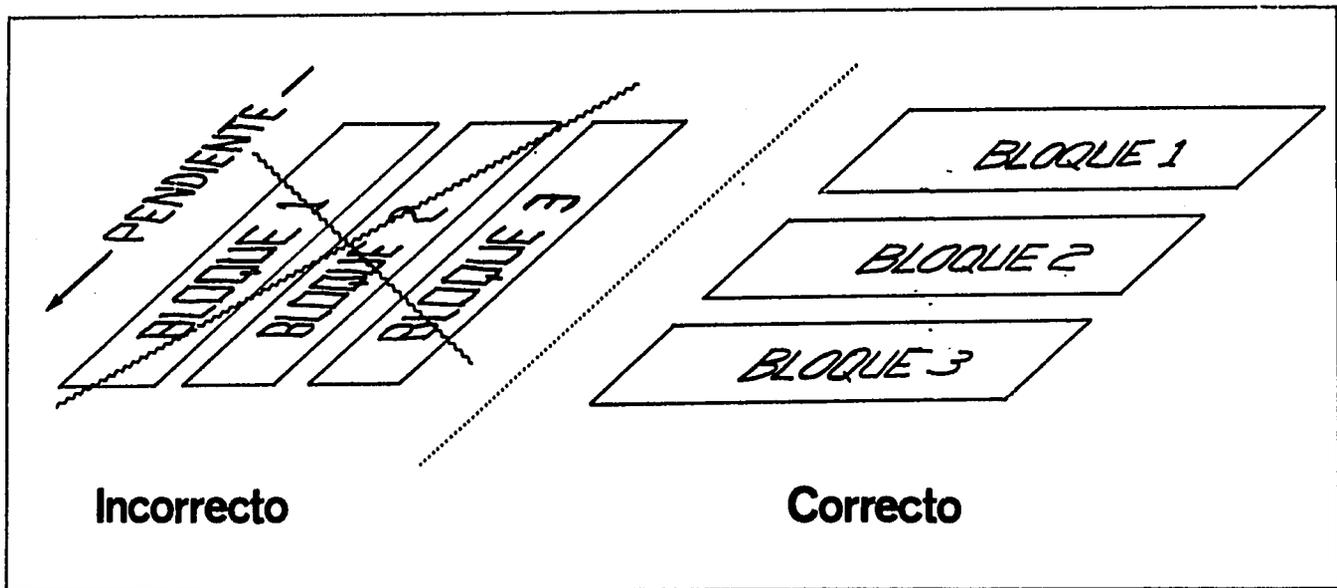


DIAGRAMA 2-1

Problema: Gradiente de fertilidad y humedad debido a pendiente.

especies de malezas, los bloques deben ser colocados *transversales* al gradiente, en lugar de seguir su misma dirección.

El fin que se persigue al ubicar los bloques es conseguir la mayor uniformidad dentro de los mismos. Las diferencias entre bloques, aun cuando idealmente se mantengan bajas, pueden separarse en el análisis estadístico.

Un error que se comete comunmente es el de creer que los bloques deben estar juntos. Si los resultados

pueden mejorarse esparciendo los bloques dentro de un campo o aún más, en diferentes campos, estos deben ubicarse siguiendo ese criterio. Por lo tanto ensayos regionales en campos de agricultores pueden ser analizados estadísticamente considerando cada lugar como una repetición. Esto es, basado en que el comportamiento relativo de los diferentes tratamientos va a ser el mismo y siempre que las condiciones climáticas permitan una cosecha simultánea y uniforme.

Las malezas crecen generalmente concentradas en algunos lugares, o en manchones dentro de un área.

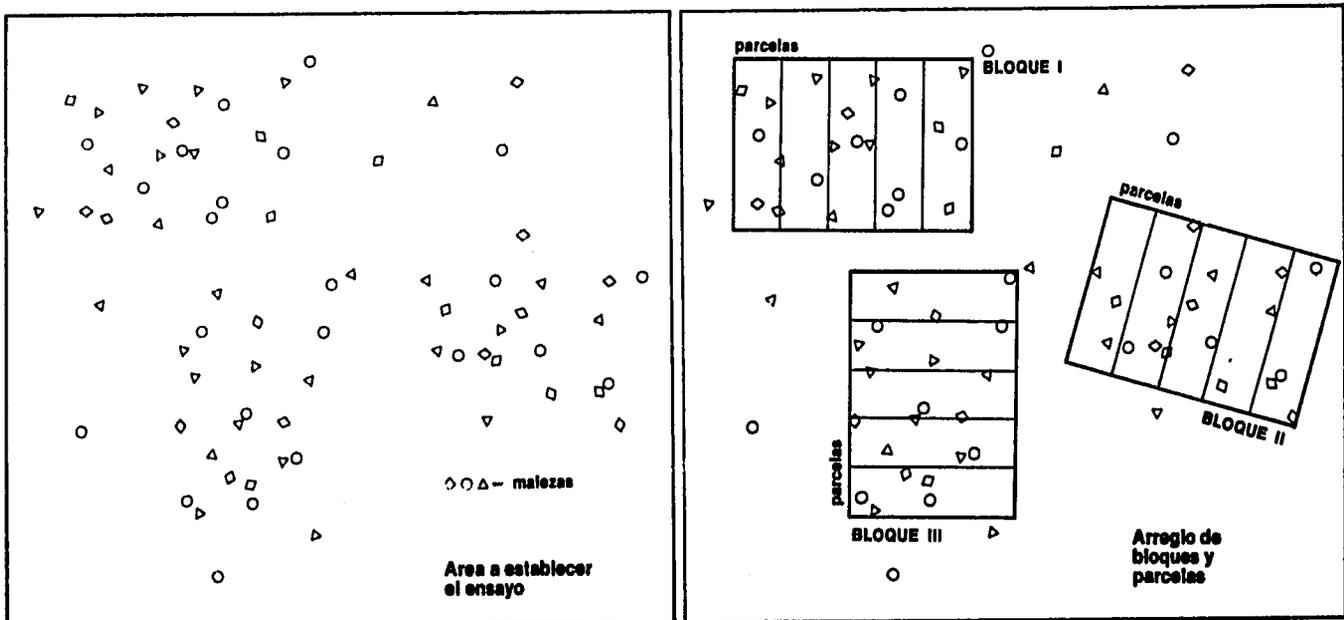


DIAGRAMA 2-2

Problema: Establecimiento de parcelas y bloques en un área con malezas agrupadas en manchas.

Los bloques y las parcelas deben arreglarse de forma de obtener la mayor uniformidad tanto dentro de los bloques como entre ellos, teniendo en cuenta que las diferencias en fertilidad, humedad y tipo de suelo no sean un serio problema.

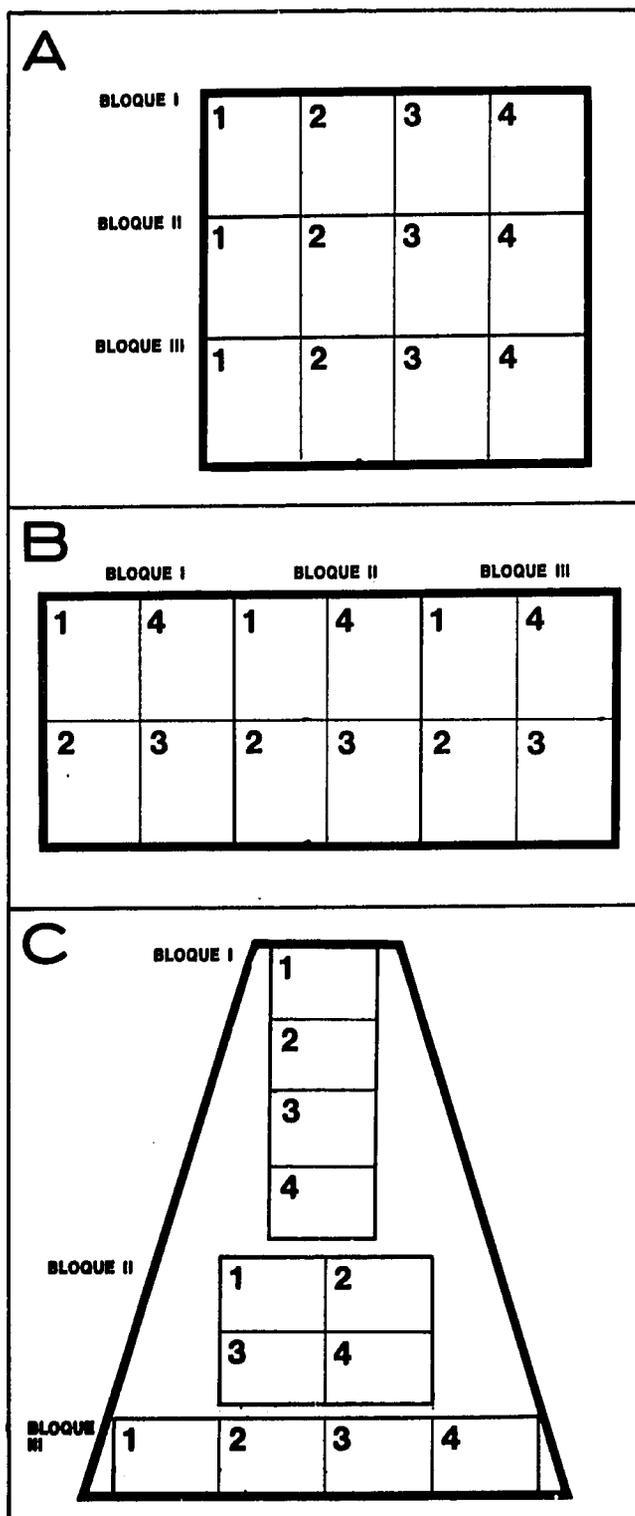


DIAGRAMA 2-3

Ejemplos de varios arreglos de bloques y parcelas para: 3 bloques y 4 parcelas (tratamientos por repetición).

Los investigadores deben enfrentar el problema que presenta un área pequeña o de forma irregular. El área y el tamaño no deben ser un impedimento para la investigación puesto que los bloques y las parcelas pueden colocarse en varias formas.

Un investigador puede ajustar la localización de las parcelas antes de que el ensayo se establezca cuando la falta de uniformidad es visible. Cuando herbicidas de presiembra o preemergencia forman parte del ensayo, se sugiere que los bloques sean lo más cuadrados posible. La forma cuadrada da espacio para todos los tratamientos en tanto que minimiza la distancia requerida en cualquier dirección. Cuanto más corta es la distancia teóricamente hay menos posibilidades de variaciones en la población de malezas.

2.4 TAMANO DE PARCELA

Las parcelas deben ser lo más pequeñas posible, siempre que proporcionen la información deseada sin exceso de variación. Deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

- Objetivos:** las parcelas en los ensayos de selección pueden ser más pequeñas que en los ensayos de rendimiento; las más grandes son generalmente las de los ensayos de demostración.
- Uniformidad de las malezas:** a medida que aumenta la uniformidad puede disminuirse el tamaño de las parcelas.
- Tipo de malezas:** malezas rastreras perennes requieren parcelas de mayor tamaño que anuales erectas.
- Tipo de cultivo:** un cultivo como la yuca requiere área mayor que el arroz y otros cereales.
- Equipo:** si se usa solamente equipo de mano, las parcelas pueden ser más pequeñas que

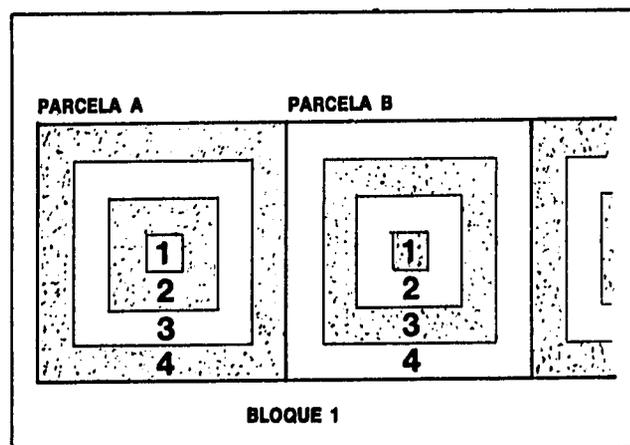
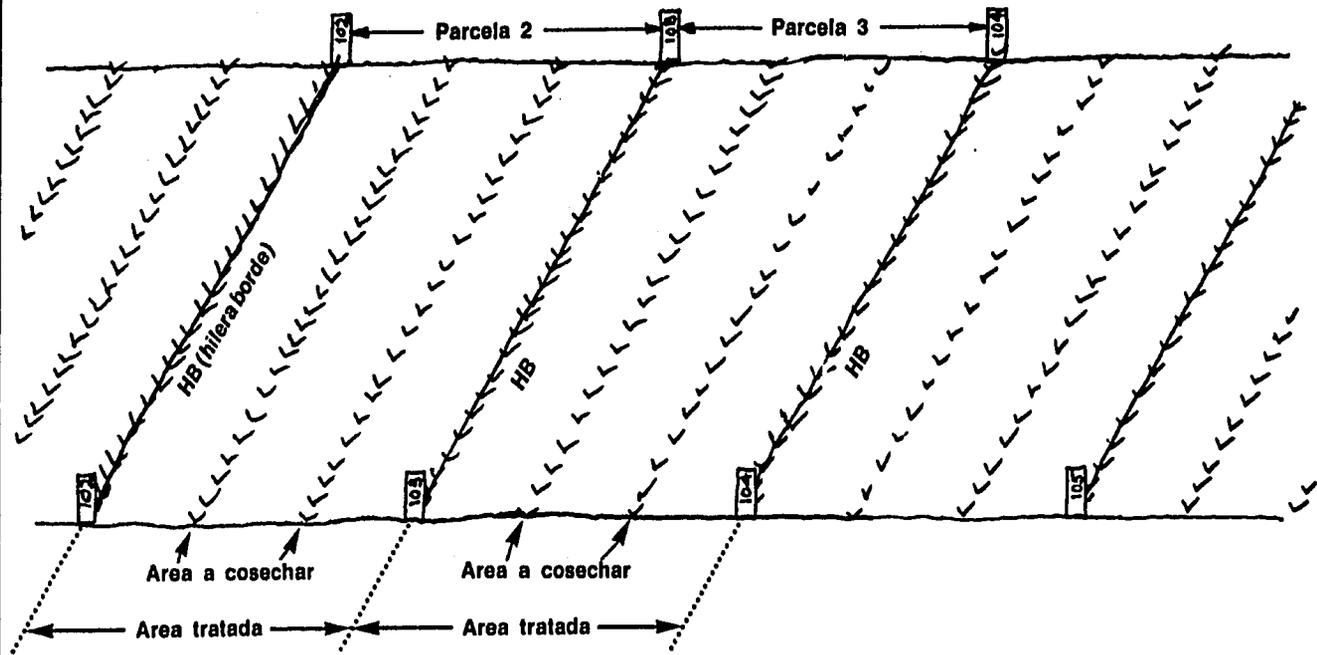


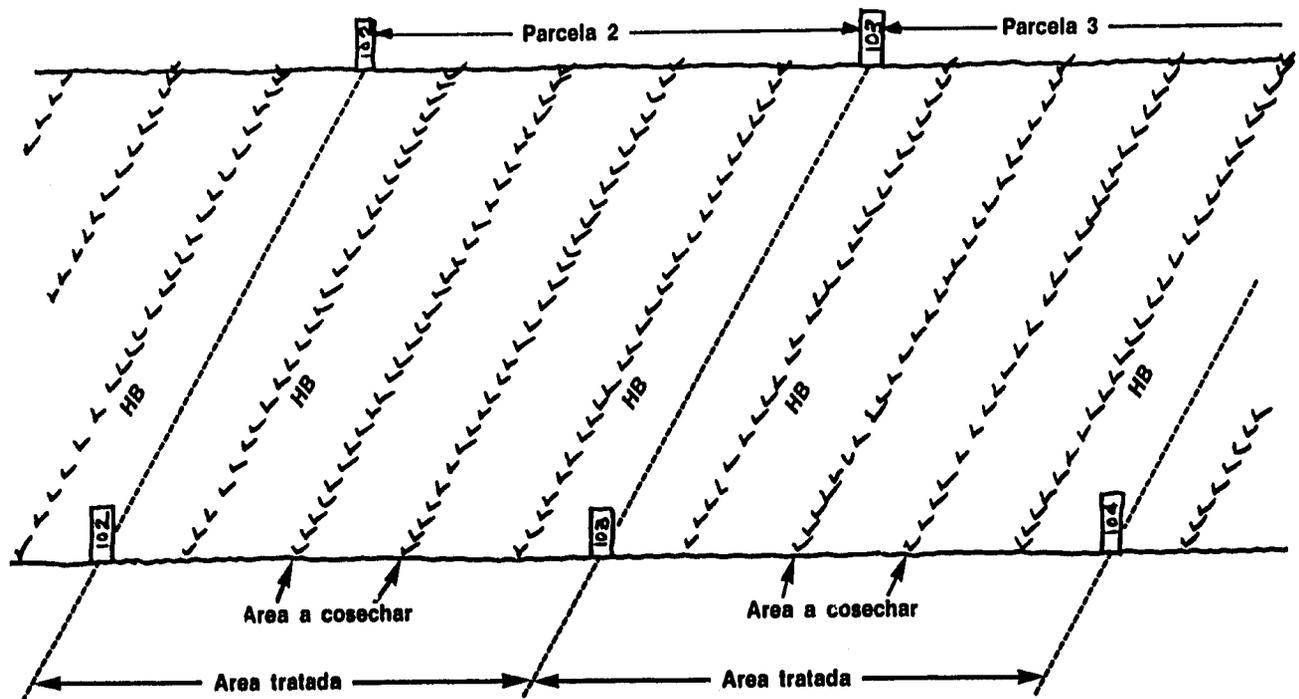
DIAGRAMA 2-4

Parcelas con sub-parcelas en "nido" para ayudar a determinar el tamaño óptimo de parcelas.

Sistema Común



Un sistema mejor



NOTA: Si el espacio es limitado use 3 filas/parcela y coseche 1.

DIAGRAMA 2-5
Bordes en Cultivos en Fila

cuando se usa equipo mecanizado. Debe también tenerse presente el equipo que va a usarse para la siembra, el cultivo, la incorporación y la cosecha.

- (f) **Prácticas culturales:** el tamaño de la parcela puede tener que ajustarse al espaciado entre hilera y/o plantas o a sistemas de riego.

Pueden presentarse ocasiones en que el tamaño mínimo de parcela que provea información adecuada sea difícil de determinar. Cuando no se dispone de información previa puede utilizarse datos obtenidos en un experimento de parcelas en "nido."

Cada parcela (A, B, C, etc.) recibe un tratamiento diferente (herbicida, testigos, etc.). Los resultados de la sub-parcela 1 de todas las parcelas (A,B,C, etc.) son analizados estadísticamente usando por ejemplo un análisis para bloques al azar. Luego se hace lo mismo sumando 1 + 2; 1 + 2 + 3 y finalmente el total de todas las sub-parcelas. Esto nos permite obtener un coeficiente de variación para cada tamaño de parcela (1; 1 + 2; 1 + 2 + 3; etc.) y este coeficiente será usado como criterio para seleccionar el tamaño adecuado. Ejemplo: el menor coeficiente posible, condicionado a las posibilidades físicas.

2.5 BORDES

Los bordes constituyen la zona de transición entre dos tratamientos diferentes. Cuando se trabaja en cultivos en fila con el fin de obtener rendimiento, por lo menos tres, pero preferiblemente cuatro hileras deben usarse en cada parcela de modo que las hileras de afuera no se cosechen.

Una forma de establecer bordes consiste en usar una hilera común. De esta forma la misma hilera sirve como borde a dos parcelas adyacentes. Si se dispone de espacio, es mejor aún establecer el borde entre

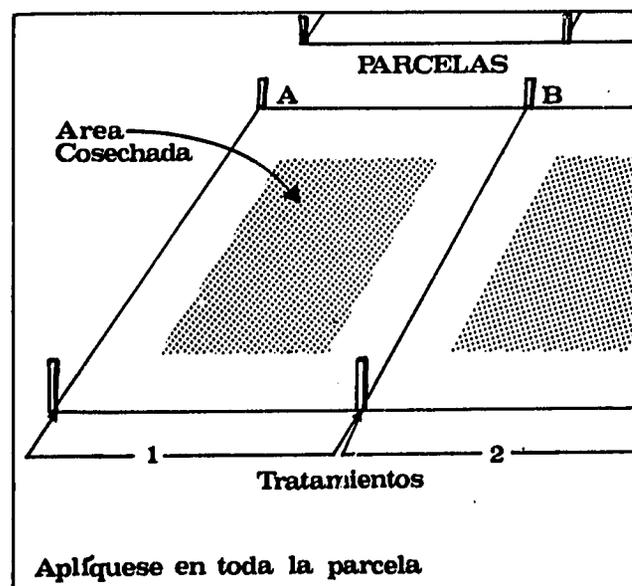


DIAGRAMA 2-6

Bordes en Cultivos Sembrados al Voleo

filas, de modo que cada parcela tenga una hilera de borde separada a cada lado (diagrama 2-5).

En cultivos sembrados al voleo también es deseable tener un área de borde. Generalmente esto se obtiene tratando la parcela entera, pero cosechando sólo la parte central.

Hay investigadores que prefieren dejar una zona sin tratar entre cada parcela; de esta forma se facilita la estimación visual de daño al cultivo y del control de malezas. Sin embargo, una zona sin tratar, puede no ser indicada puesto que requiere mayor superficie, hay malezas que no son controladas y se reduce el rendimiento. Estos aspectos son particularmente importantes cuando el experimento es conducido en campos de un agricultor.



FIGURA 2-1

Parcela Testigo, No Tratada

2.6 PARCELAS TESTIGO

Los controles o testigos son generalmente:

- (1) una zona sin tratar;
- (2) un área libre de malezas;
- (3) la práctica común de control de malezas en una región (manual, mecánica, etc.)
- (4) un tratamiento de herbicida corrientemente usado.

La parcela sin tratar, donde las malezas crecen sin restricción, tiene utilidad para medir el grado de control y el efecto "bruto" de las malezas. Como generalmente, en cultivos comerciales se practica algún método de control, este testigo no es muy realístico de un punto de vista comercial, pero, puede brindarnos información útil y algunas veces esencial.

El testigo que se mantiene libre de malezas sirve para determinar cualquier efecto detrimento de un herbicida sobre el cultivo. El desmalezado periódico, manual o mecánico, puede ser necesario, pero debe hacerse de modo de no dañar el cultivo. El exceso de labores mecánicas puede reducir el rendimiento, lo

cual puede complicar o confundir la interpretación de los resultados.

Una parcela (o parcelas) a la que se le aplican las prácticas comunes de control manual o mecánico, para el cultivo que está siendo experimentado, proporciona información muy útil. El herbicida estándar (si lo hay) usado en esa área, debe incluirse también para darnos una base con la cual juzgar luego nuevos herbicidas.

2.7 DOSIS DE HERBICIDA

La naturaleza de la investigación en control de malezas determina las dosis a probarse. El objetivo es seleccionar aquellas dosis que van a proveer la máxima información dentro del objetivo de un experimento. En un ensayo de selección, pueden usarse de tres a cinco dosis espaciadas ampliamente puesto que la información que se tiene es insuficiente o no existe. Puede establecerse un ensayo preliminar con aspersor logarítmico, que proporciona un amplio rango de dosis y así identificar dosis prometedoras.

Cuando existe mucha información sobre el herbicida, el número de dosis puede reducirse a dos o tres. Si se conoce una dosis óptima aproximada pueden usarse una mayor y otra menor que ésta. Una vez que se establece una dosis, dos, cuatro y aún ocho veces ésta, deben ser experimentadas en el cultivo. Es esencial conocer el límite superior de selectividad (sin efecto) de un compuesto hacia un cultivo.

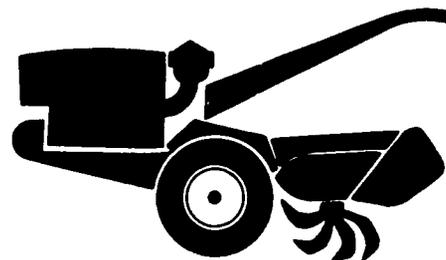
La doble dosis, (dos veces la dosis recomendada) tiene especial importancia. Ella simula una posible superposición en la aplicación; también puede brindar información muy importante sobre si el margen de selectividad de un compuesto hacia un cultivo es muy estrecho, lo cual no se manifiesta bajo condiciones normales. Algunos herbicidas han sido desarrollados para el uso en un cultivo hasta que alguien descubrió que bajo condiciones climáticas adversas (altas temperaturas) la dosis selectivas dejaron de serlo. Incluyendo dosis más altas que aquellas recomendadas se puede determinar el margen de seguridad.

2.8 PRACTICAS CULTURALES

La investigación en cultivos consume tiempo y dinero. Por estas dos razones, así como por el hecho de que los climas templados tienen generalmente una sola estación de crecimiento por año, debemos hacer todo lo posible para que un ensayo valioso no se pierda al utilizar prácticas culturales inadecuadas. La mínima meta debe consistir en utilizar las mejores prácticas culturales usadas comúnmente en la zona.

La uniformidad, debe ser enfatizada en todas las prácticas culturales. Debe usarse semilla de la mejor calidad de la variedad recomendada y espaciar las plantas adecuadamente. Es esencial proporcionar un nivel óptimo de fertilidad y una aplicación uniforme para tener así un crecimiento parejo.

En algunas áreas es necesario el riego, sin embargo son muy comunes los cultivos de secano. Algunas estaciones experimentales ubicadas en áreas lluviosas tienen igualmente sistemas de riego. Si se usa riego en la investigación con herbicidas, debe hacerse con perfecto conocimiento de relación entre irrigación y el comportamiento del herbicida.



Muchos ensayos se plantan a mano. Se logra mayor uniformidad cuando una sola persona planta el ensayo entero, pero este procedimiento no es práctico cuando se trata de ensayos grandes. La meta es la misma: cada parcela dentro de una replicación debe ser exactamente igual a las parcelas adyacentes. Una sola persona puede sembrar toda la repetición o plantar una o dos filas en cada una de las parcelas de una repetición.

Para obtener una población uniforme, los cultivos de siembra directa pueden ser sembrados a mayor densidad y luego ralear. Esto debe hacerse en un estado temprano de desarrollo. En cultivos de transplante, como yuca, las plantas que se han perdido pueden replantarse después que el experimento ha comenzado. Debe tenerse mucho cuidado antes de replantar para asegurarse de que la pérdida de plantas no fue debida a toxicidad del herbicida.

2.9 SIEMBRA DE MALEZAS

Para asegurar la presencia de ciertas malezas, una práctica común es la de sembrar semillas de malezas en el área de ensayo, generalmente en una de las siguientes cuatro formas:

- (1) Sembrar en cobertura en forma uniforme las semillas de malezas sobre la zona de experimentación (este es el método más común).
- (2) Sembrar las semillas en filas, al igual que el cultivo; este método se usa frecuentemente en los ensayos preliminares de selección.
- (3) Esparcir las semillas en bandas de diferentes especies dentro del cultivo mismo.
- (4) Esparcir las semillas en bandas separadas del cultivo.

Cuando las malezas se siembran separadas del cultivo, la evaluación de control y la cosecha son más sencillas pero el factor de competencia, muy importante al controlar malezas, no puede ser observado. Excepto donde las malezas son plantadas en filas para los ensayos de selección, generalmente es aconsejable mezclar las semillas con el suelo, en forma de que

queden a diferentes profundidades. Antes de sembrar las semillas debe determinarse su poder germinativo. De esta forma podemos tener en cuenta germinación pobre o conseguir nuevas semillas. Cuando se siembran demasiadas semillas se obtiene un ambiente muy artificial.

Cuando las malezas están presentes en un número tal que se protegen unas a otras de la aplicación; o cuando hay germinación pobre o retardada, se obtienen resultados difíciles de interpretar al aplicar herbicidas.

2.10 MARCADO DEL AREA EXPERIMENTAL

Cuando una parcela experimental contiene árboles o arbustos perennes o cuando está situada a lo largo de caminos o zanjas de desagüe puede usarse pintura de color brillante para indicarla. Marcadores, (estacas altas) pintados de colores brillantes, colocados en las esquinas del experimento, son útiles pues protegen los ensayos de que se les cosecha, corte, o traten accidentalmente, especialmente en experimentos fuera de la estación experimental.

Una vez que se ha preparado el suelo, se mide el área y se colocan los marcadores de parcelas. Si el ensayo incluye herbicidas a incorporarse en el suelo antes de sembrar (incorporación de presiembra), deben marcarse las esquinas del ensayo (ver método de encuadre descrito debajo) así como también todas las parcelas que recibirán el tratamiento de incorporación. La incorporación y la siembra siguen a continuación del tratamiento herbicida. El proceso de incorporación involucra el mover y mezclar el herbicida

con el suelo, alterando de ese modo, las características físicas de la cama de siembra en estos tratamientos. Para volver a igualar todas las parcelas, podemos proceder de la siguiente manera:

- puede pasarse un rodillo en las parcelas donde se hizo incorporación;
- simular la misma incorporación en todas las parcelas del ensayo (sólo el tratamiento mecánico, no el químico).

NOTA: hay que tener mucho cuidado durante la incorporación, para evitar el acarreo de suelo tratado hacia otras parcelas. Cuando la incorporación se hace manual (con rastrillo o peine) debe cuidarse de que no se mueva la tierra de un lugar a otro para evitar zonas con más herbicida que otras.

Para cuadrar un ensayo pueden usarse desde sofisticados instrumentos hasta simples herramientas de fácil fabricación. Más útil aún es la utilización de un triángulo con lados de 3, 4, y 5 unidades de largo. Este es un método conveniente y preciso basado en la fórmula $a^2 + b^2 = c^2$.

Los pasos a seguir para marcar un ángulo recto usando un triángulo de $3 \times 4 \times 5$ son los siguientes:

- Trace la línea frontal desde el punto A al punto D.
- Mida 3 unidades (metros, pies, yardas, etc.) desde A hacia D y establezca el punto d.
- Extienda la cinta de medir (hilo, cuerda, cadena, etc.) desde el punto A en aproximadamente un ángulo recto (90°) a la línea AD para establecer una línea provisoria AB.

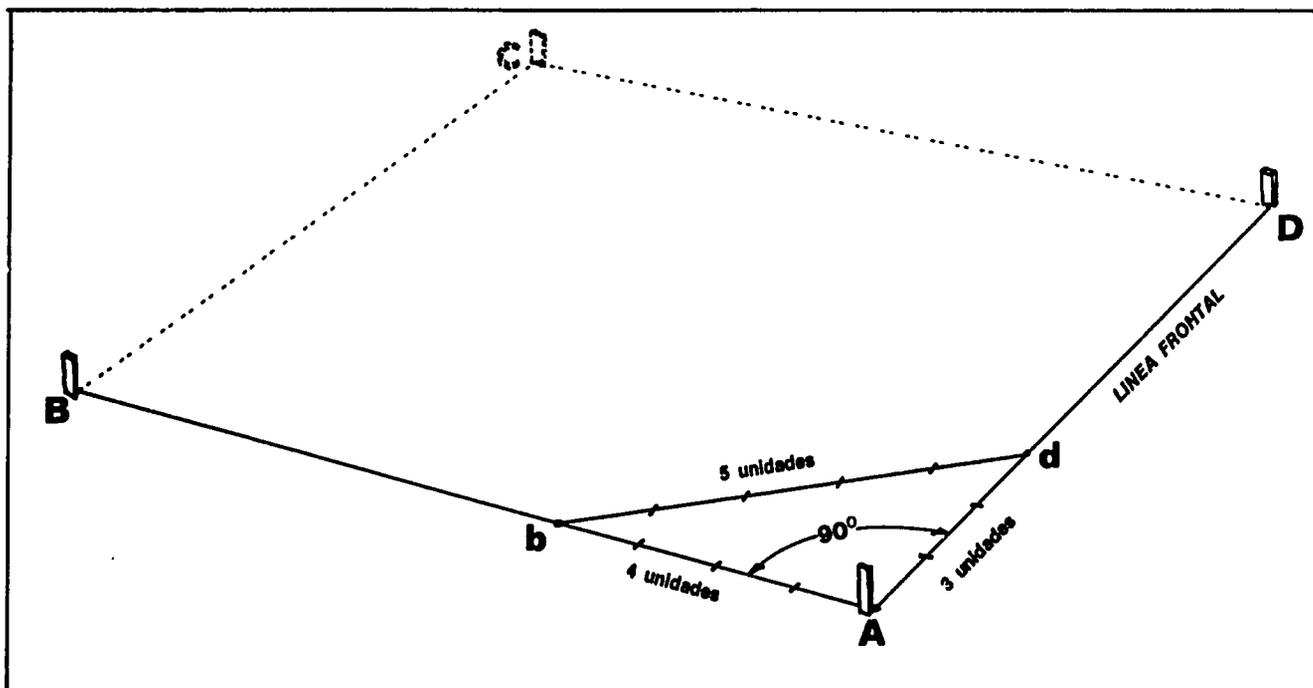


DIAGRAMA 2-7

Usando un Triángulo 3 x 4 x 5 para Encuadrar Parcelas

- (4) Desde el punto **A**, mida 4 unidades hacia el punto **B**, sobre la línea provisoria **AB** y establezca el punto **b**.
- (5) A continuación mida 5 unidades desde **d** hacia **b** y desplace el punto **b** hacia uno de los lados de la línea provisoria **AB** (sin modificar las 4 unidades que lo determinan), de modo de dar las 5 unidades completas y obtener un ángulo recto exacto.
- (6) Re-establezca el punto **i** en la medida de las 5 unidades.
- (7) Establezca el punto **B** y para ello alinle exactamente con puntos **A** y **b**.
- (8) Las líneas **AD** y **AB** son ahora perpendiculares y ya puede marcarse el resto del ensayo.

Las parcelas se identifican usando estacas de madera, plástico, metal o alambre. Madera es el material más indicado porque si lo olvidamos en el campo accidentalmente, se descompone. En algunos casos, como cuando se esperan muchos visitantes, es útil adherir etiquetas a los marcadores o estacas, con el número de la parcela, tratamiento, dosis y época de aplicación. La lluvia y el sol causan deterioro y por ello se sugiere usar tinta o pintura resistente al agua. Las etiquetas de papel deben cubrirse con cera derretida después de escribirlas. Si hay probabilidad de perjuicio al evaluar los tratamientos, debemos omitir la descripción del tratamiento en la etiqueta. Una buena alternativa es evaluar las parcelas desde atrás hacia adelante, y de ese modo no ver las etiquetas.

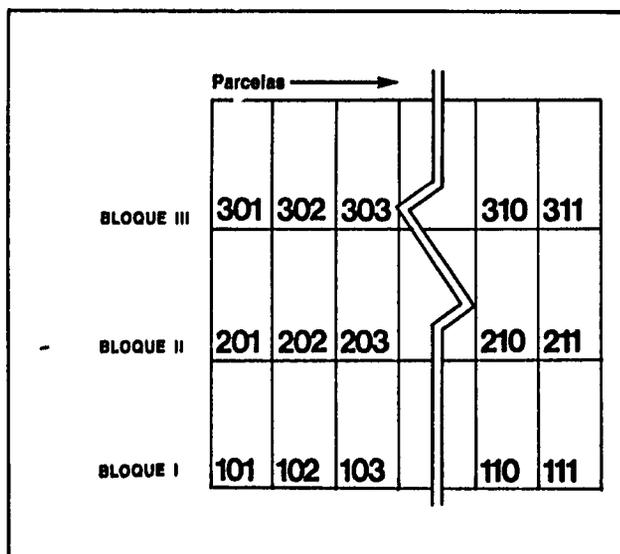


DIAGRAMA 2-8

Ejemplo de Numeración de Parcelas

2.11 NUMERACION DE LAS PARCELAS

De todas las formas de numerar parcelas, tal vez la más útil puede ser descrita como sigue: considere el primer bloque en la centena, en esta forma, 101, 102,

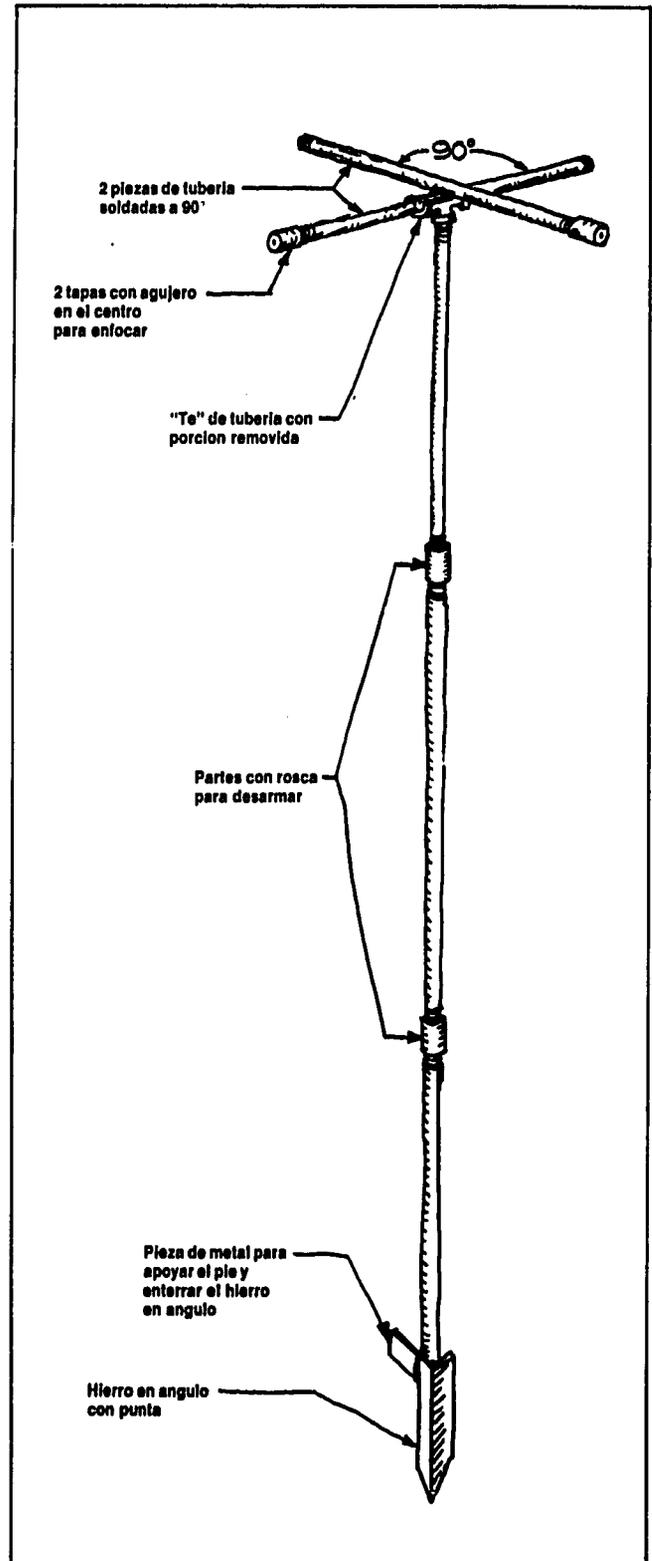


FIGURA 2-2

Instrumento Simple para Cuadrar Ensayos



FIGURA 2-3

Etiqueta para Parcelas de Demostración o para Luego de la Evaluación

103, etc. serán los números de parcela correspondientes a la primera repetición. El segundo bloque estará en los 200 (201, 202, etc.) el tercero en los 300, etc. El primer dígito siempre se referirá al número del bloque o repetición y el segundo y tercero se refieren al número de parcelas.

Algunos investigadores colocan los números de las parcelas al azar, lo cual solo agrega confusión a un proceso que de otra forma es claro y ordenado.

2.12 EQUIPO

Al seleccionar el equipo los investigadores deben tener presente que cada cultivo y cada herbicida pueden presentar un problema especial. La disponibilidad, sin embargo, muy frecuentemente es la que determina cual es el tipo de equipo a usarse.

Hay varios tipos y modelos de aspersores, en un rango que va desde unidades diseñadas especialmente

para investigación, hasta aquellas que son para uso comercial. Los tipos más comunes de aplicadores son los aspersores de bomba de mano, los de aire o gas comprimido, aspersores logarítmicos y los que funcionan montados sobre un tractor.

2.12.1 Aspersor de Bomba Manual

Este aspersor está principalmente destinado a uso comercial en aquellas áreas de agricultura no mecanizada. Es relativamente simple, fuerte y seguro, aspectos estos muy importantes en aquellas áreas en que las reparaciones y los repuestos son difíciles de obtener.

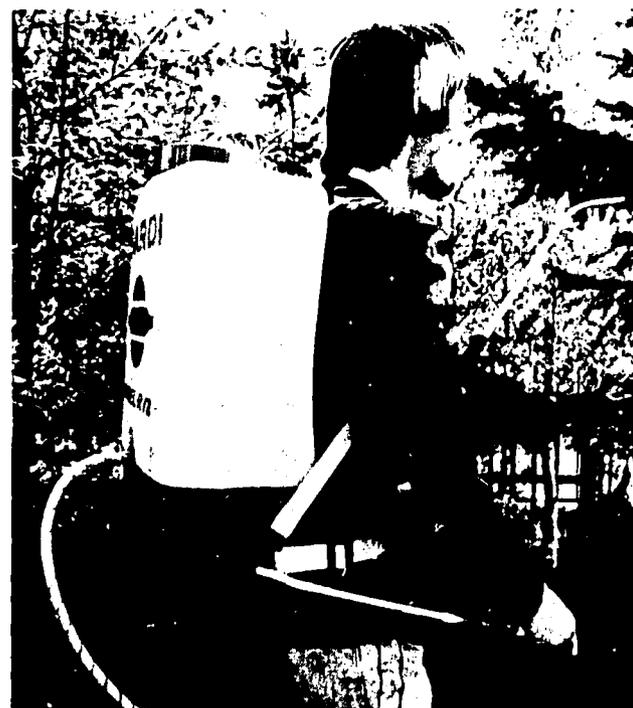
La persona que lleva el aparato mueve una palanca hacia arriba y abajo para que la bomba trabaje. Es el continuo movimiento mantiene la presión en algunos aspersores. En algunos otros modelos, luego de obtener la presión adecuada el bombeo es mínimo. Cámaras de presión en algunos modelos eliminan variaciones en la presión.

La mayor parte de los equipos bombeados manualmente echan el herbicida a través de una barra que se sostiene con la mano, generalmente con una sola boquilla. Comúnmente la boquilla que se proporciona es de cono y debe ser substituída por una de abanico plano (flat-fan) o flood jet, para aplicar herbicidas.

Cuando se usa un aspersor bombeado a mano con una sola boquilla en experimentos, para obtener una aspersión mas uniforme puede tratarse la parcela varias veces. La segunda aplicación debe hacerse en fajas perpendiculares a la primera. Es decir que la dosis a aplicarse en una parcela se diluye en suficiente cantidad de agua como para permitir varias pasadas sobre la misma parcela. Otra forma de obtener uniformidad consiste en substituir la boquilla única por

FIGURA 2-4

Aspersor Manual de Mochila



una barra de aspersión con dos a cuatro boquillas. Esto es muy práctico en ensayos grandes. Agregan precisión un regulador de presión y un manómetro.

2.12.2 Aspersor de Aire Comprimido

Aunque muchos aspersores de aire comprimido son también bombeados a mano, el bombeo se lleva a cabo con el aparato estático, apoyado en una superficie, y no durante el proceso de aplicación. También hay modelos diseñados para obtener aire de un compresor, pero siempre antes de comenzar la aspersión.

Están compuestos por un tanque de metal o plástico (con capacidad que va de 3 a 10 litros), una bomba manual con un mango en forma de D o T, un pistón,

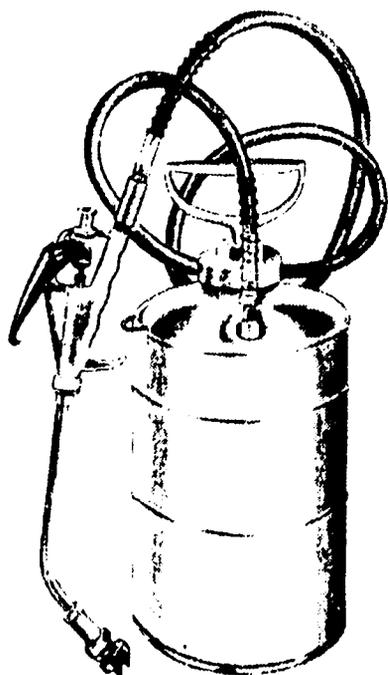
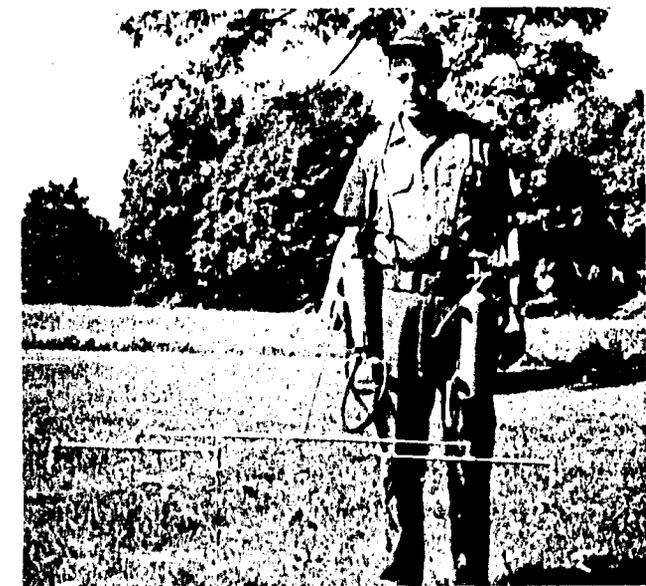


FIGURA 2-5

Aspersor de Aire Comprimido

FIGURA 2-6

Aspersor de Gas Comprimido



tubo de descarga, manguera, válvula de control, varilla/ barra y boquilla. La mayor parte se venden con boquillas de cono que debe ser cambiada por una de abanico plano o flood jet, para ser usados en parcelas experimentales.

La presión se acumula en el tanque con la solución a asperjar. Como este tipo de aspersor no se bombea durante la aplicación, es mejor que no se llene más que los 2/3 de su capacidad. Esto permite suficiente capacidad de aire como para asperjar parcelas de tamaño normal, y también para evitar caídas súbitas de presión. Las caídas de presión son mayores cuando mayor es la relación líquido-aire en el tanque. Pequeño volumen de líquido y gran volumen de aire comprimido minimiza las caídas de presión. Puede agregarse un regulador de presión para prevenir la fluctuación en la salida.

El aspersor de aire comprimido bombeado a mano, es el más simple de los usados en investigación. Cuesta poco, generalmente fácil de mantener en buena condición, y comúnmente vendido para uso en hogares y jardines. Puede usarse para conducir investigación siempre que se tengan presentes sus limitaciones.

2.12.3 Aspersor de Gas Comprimido

Los pulverizadores que usan CO₂ o nitrógeno como propulsor, se han desarrollado para investigación con plaguicidas. Ellos proporcionan un método rápido de aspersión pues no se requiere bombeo. Tienen además la ventaja, de mantener una presión constante.

Los componentes básicos de estos aparatos son: un sistema de tubos y una boquilla (o boquillas), un cilindro de acero, un manómetro, y un regulador de presión. La solución del herbicida es transportada en un recipiente de vidrio o metal; las botellas de vidrio pueden estar encerradas en un recipiente de metal para protección del operador.

Las pocas partes móviles de estos pulverizadores, requieren un mínimo mantenimiento. No obstante, deben mantenerse en las mejores condiciones de trabajo. Aunque los cilindros que contienen el gas son relativamente caros, el gas mismo no lo es. Uno o dos cilindros recargables son suficientes para un ensayo de tamaño normal.

2.12.4 Aspersor de Bicicleta

Estos aplicadores tienen los tanques, mangueras, barras, reguladores de presión, filtros para la cañería y los controles, montados en un marco simple, apoyado en una o dos ruedas de bicicleta. Estos aspersores son buenos para ser usados en terrenos parejos, pero difíciles de usar en suelos rugosos, o en suelos arenosos. Con ellos se obtiene una altura constante de la barra sobre el nivel del suelo, pero son difíciles de transportar y más caros que el de bomba manual o el de aire o gas comprimido.

El aspersor con ruedas es muy útil para trabajar en parcelas grandes a causa de su mayor capacidad y

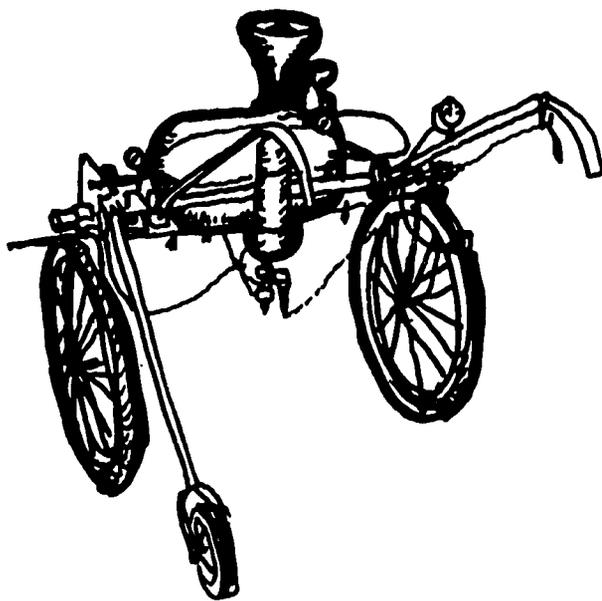


FIGURA 2-7
Aspersor de Gas Comprimido Montado sobre Ruedas de Bicicleta

su barra más ancha. Dos ruedas dan estabilidad en terreno parejo, pero una sola es más fácil de empujar y de mantener nivelada cuando el terreno es rugoso o con pendiente.

2.12.5 Aspersores Motor Operada Montados en Tractor

Los pulverizadores de tractor son generalmente mejores para ser usados en parcelas mayores. La bomba es operada por un pequeño motor auxiliar en el pulverizador, o por el motor del tractor a través de su toma de fuerza. Algunos aspersores de tractor usados en investigación usan aire comprimido para impulsar el líquido. Varios tanques pueden ser montados de forma que pueda aplicarse más de un tratamiento en una sola pasada sobre la parcela o parcelas.

2.12.6 Aspersores Logarítmicos

Este tipo de aspersor es usado fundamentalmente para selección primaria de herbicidas cuando se desea obtener un rango variable o decreciente de dosis. Está provista de dos tanques, uno para el concentrado y otro para el diluyente. La concentración inicial deseada se prepara y se coloca en el tanque del concentrado (por ejemplo la dosis mas alta); durante la concentración del producto disminuyendo logarítmicamente hasta que solo el diluyente queda en los dos tanques.

La unidad aplica un volumen total constante, con la concentración del producto disminuyendo logarítmicamente con la distancia recorrida. Permite por lo tanto la aplicación de un amplio rango de concentraciones en una sola parcela. El "tiempo medio" ($T_{1/2}$) y la "distancia media," representan el tiempo y la distancia de operación que resultan en una duplicación en la dilución del concentrado respectivamente.

$$T_{1/2} = \frac{0.7 V_0}{V} \text{ (segundos)}$$

donde V_0 = volumen del tanque de concentrado (ml)
 V = salida en ml/segundo

Estas aspersoras son comunmente usadas para aplicar productos en filas largas de un cultivo o a unas pocas especies, para determinar el rango óptimo de dosis del producto. Debido a su especificidad de funciones, su uso está limitado casi exclusivamente a la investigación realizada por la industria química.

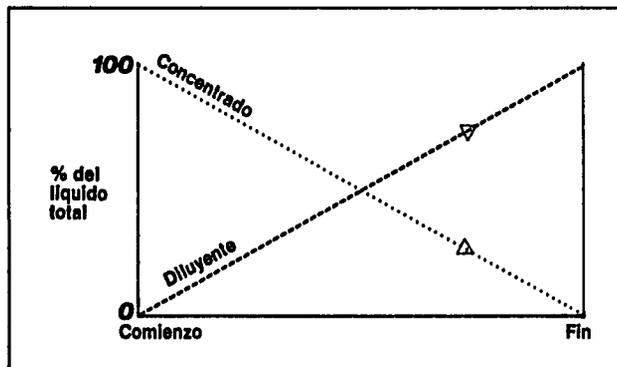


DIAGRAMA 2-9
Porcentaje de Diluyente y Concentrado Aplicado por un Aspersor Logarítmico

2.12.7 Comentarios Generales Acerca de los Equipos

A. AGITACION—Las mezclas de herbicidas requieren agitación, para asegurarse que el material no se deposita durante la aplicación. Esto es aún más importante cuando se trabaja con polvos mojables. Como la mayoría de los pulverizadores usados en parcelas pequeñas, carecen de agitadores mecánicos, es sumamente importante mezclar bien los herbicidas en el momento de echarlos en el tanque. También es importante que no se demore mucho en hacer la aplicación luego de haberlo mezclado. De cualquier manera, antes de la aplicación se debe agitar cuidadosamente.

B. MANOMETROS Y REGULADORES DE PRESION
Todas los aspersores necesitan estar equipados con un manómetro de precisión y un regulador de presión para obtener una aplicación exacta. La presión para aplicar herbicidas oscila generalmente entre 0.7-2.8 kg por cm^2 (10-40 libras por pulgada²). En un equipo aplicador con varias boquillas, que cubran una amplia faja, puede ocurrir una segunda caída de presión entre la bomba y las boquillas.

C. MANGUERA Y BARRA DE ASPERSION—El sistema de conducción en un aspersor, la manguera, los caños, etc., que conducen el líquido del tanque a las boquillas, deben ser de material durable, pero a la vez liviano. El diámetro interior debe estar entre 0.5-1.5 cm. Plástico o metal, aluminio, cobre o acero inoxidable pueden ser usados, no así caucho pues absorbe los productos químicos.

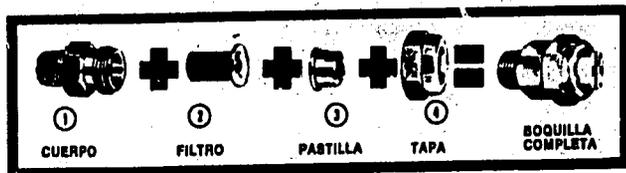


FIGURA 2-8

Componentes de una Boquilla de Cuatro Partes

D. BOQUILLAS—Aun cuando los requerimientos en cuanto a boquillas pueden diferir entre una aplicación y otra, la función básica de todas ellas es la misma: atomizar los líquidos en pequeñas gotitas, dispersar éstas en un patrón específico, y determinar la salida de líquido de acuerdo a la presión del sistema. Una de las partes más importantes de las boquillas son las pastillas, las cuales de acuerdo a su orificio y a la presión determinan la cantidad de líquido a aplicar (velocidad también debe tenerse en cuenta). Estas pastillas (al igual que el resto de la boquilla), pueden ser de bronce, aluminio, plástico, acero inoxidable o nylon. La precisión es generalmente adecuada en todas las boquillas cuando son nuevas; sin embargo, se gastarán más o menos de acuerdo al material con el cual están hechas. Las de aluminio, plástico o bronce se gastan más rápidamente cuando se usan para aplicar polvos mojables u otros materiales abrasivos. Las de nylon, acero inoxidable y otras fabricadas

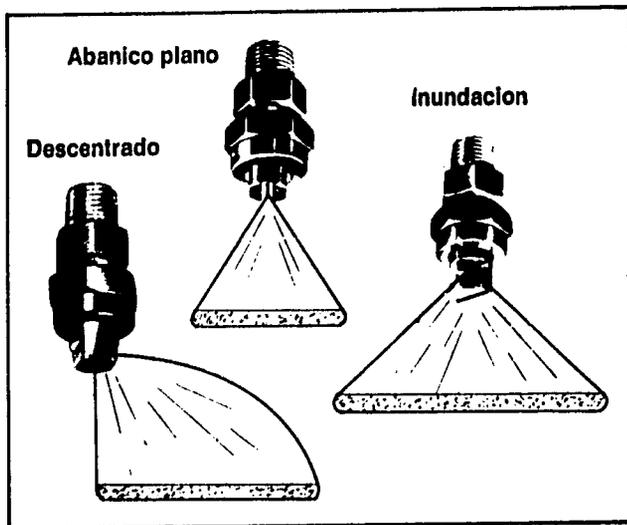


FIGURA 2-9

Diferentes Tipo de Boquillas

especialmente, son resistentes al uso en diferente grado. Las más resistentes son generalmente las más caras. Todas las pastillas se gastan al ser usadas, y deben ser inspeccionadas periódicamente; cuando están muy gastadas cambian su patrón de aspersión y la cantidad asperjada.

Además de gastarse, las pastillas se obstruyen fácilmente con basura. Deben limpiarse con un cepillo

suave (cepillo de dientes usado) y no con objetos duros como alambre o cuchillos, especialmente cuando están construidas de bronce o aluminio.

Los patrones de aspersión y las correspondientes boquillas más usados en aplicación de herbicidas son: de abanico plano (flat-fan) e inundación (flood-jet) para aplicación en cobertura total; abanico plano uniforme (even flat-fan) para aplicación en bandas; y descentrado (off-center) para aplicaciones dirigidas.

Dentro de una boquilla con un determinado patrón de aplicación, existen varios ángulos diferentes. En el patrón de abanico plano y abanico plano uniforme, los ángulos más usados son de 65, 73, y 80 grados. Las boquillas de inundación se usan generalmente con un ángulo de hasta 137 grados.

Boquillas con ángulos anchos montadas sobre barra, permiten una reducción de la altura sobre la superficie a aplicar, para cubrir totalmente el área,

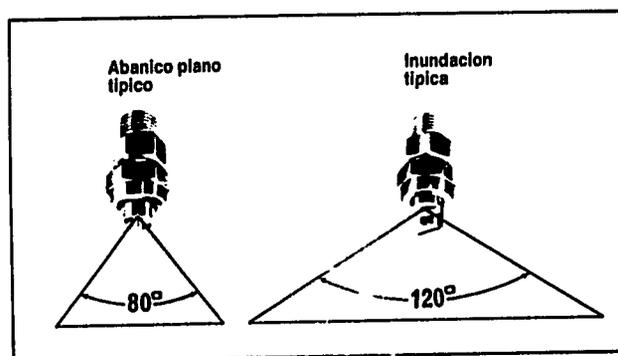


FIGURA 2-10

Angulo de Aplicación

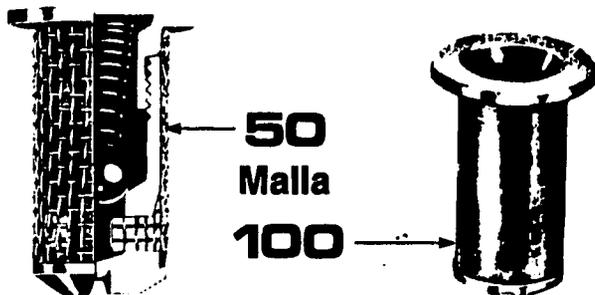
con la ventaja de acortar la distancia que atraviesa el herbicida y su exposición al viento. El trabajo de aplicación en investigación, puede ser llevado a cabo con una barra relativamente corta con boquillas en abanico de 80 grados. La barra puede mantenerse relativamente cerca de la superficie a asperjar, reduciendo así el peligro de las corrientes de aire, y dando una distribución uniforme del herbicida en todo el ancho de la barra.

Las boquillas de ángulo menor se usan cuando la barra debe estar más arriba (o más lejos de la superficie a aplicar), para evitar plantas que están creciendo, o cuando el terreno es muy desparejo.

Las boquillas de inundación se usan muy raramente en investigación excepto como una sola boquilla ensamblada a un aspersor bombeado manualmente.

E. FILTROS—Como es fácil que materia extraña tape los pequeños orificios de las pastillas, debe colocarse un filtro para reducir este problema. Hay dos tamaños de filtros disponibles: mallas 50 y 100. El tamaño de las mallas se refiere al número de orificios por pulgada lineal. Un filtro de malla 50 tiene

2500 orificios por pulgada cuadrada. Para la mayoría de las aplicaciones de herbicidas, el filtro de malla 50 es suficiente. Muchos de los polvos mojables no pasan a través de un filtro de malla 100, por lo tanto debe usarse solamente en boquillas muy pequeñas asperjando formulaciones líquidas.



Debe evitarse en lo posible el goteo de la boquilla, y en casos de pequeñas parcelas, debe eliminarse totalmente. Las boquillas pueden gotear luego que la llave de la barra ha sido cerrada. Un filtro de boquilla con una válvula contra goteo ayudará a eliminar este problema sin afectar el modo de operar del aspersor. Debe tenerse cuidado y asegurarse que la bolilla en la válvula no se atore y que partículas de tierra o del herbicida no mantengan la bolilla fuera de lugar.

F. SUPERPOSICION DE LA ASPERSION—Hay solo dos tipos de pastilla, la de abanico plano y las de inundación, que están diseñadas para proporcionar superposición de la aspersión. Las de abanico plano uniforme y la descentrada no están diseñadas para superponer la aspersión. Las pastillas de aspersión en abanico plano uniforme son las mejores para aplicación en bandas en tanto que los de aspersión descentrada son para aplicación dirigida. Cuando es posible, las boquillas que superponen sus patrones deben orientarse en un ángulo pequeño, a efectos de evitar que al superponer la aspersión se encuentren uno con otro y causen excesivo goteo.

Duplicando el número de boquillas se consigue una "doble superposición" o un sistema de "doble

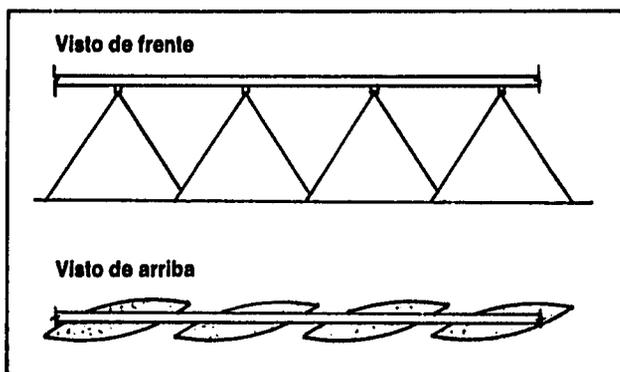


DIAGRAMA 2-10

Orientación de las Boquillas para Obtener Superposición Sin Goteo

cobertura." Bajo condiciones ideales esta duplicación cubre doblemente la superficie a tratar. Sin embargo, el sistema no está diseñado para condiciones ideales, sino para terreno muy rugoso o malezas de diferente altura para asegurarse una aplicación de por lo menos la *mitad de la dosis* deseada sobre toda el área.

Si el viento no causa problemas, la doble cobertura puede obtenerse levantando la barra a una altura doble de la requerida para una cobertura simple.

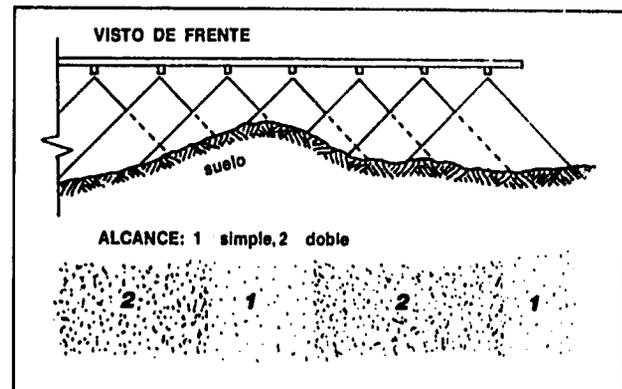


DIAGRAMA 2-11

Sistema de Doble Cobertura para Condiciones de Terreno Rugoso

G. EFECTO DE LA PRESION—Los reguladores de presión controlan la presión del líquido en la boquilla. La mayoría de los equipos pequeños, de aplicación manual, no lo incluyen. Reguladores de presión pequeños y no muy costosos pueden obtenerse e instalarse fácilmente. En el caso de tener que usar un aplicador que no tiene regulador de presión en parcelas experimentales, es bueno recordar que un alto volumen de aire en relación al volumen de líquido, va a producir una mínima caída de presión.

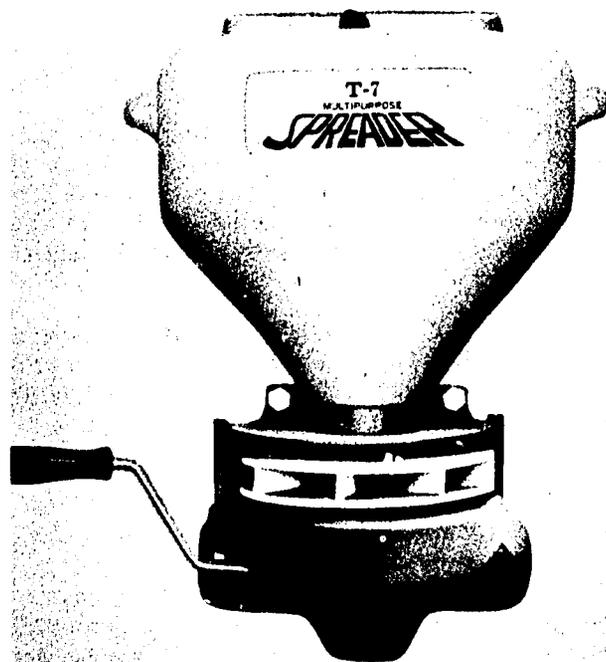
Si por alguna razón la presión cambia, la dosis también va a cambiar, pero no en proporción directa. *El cambio relativo en la salida es proporcional a la raíz cuadrada del cambio relativo en la presión.* La presión debe ser aumentada cuatro veces para obtener una salida doble.

La presión y el tamaño del orificio de salida van a determinar el tamaño de la gota. Presiones altas producen gotas más pequeñas con un gran riesgo de deriva o acarreo.

H. CAMBIO DEL VOLUMEN DE APLICACION—Para cambiar la cantidad a aplicar, es más conveniente cambiar el tamaño de la pastilla y la velocidad, que cambiar la presión. Por ejemplo para duplicar el volumen a descargar podemos: reducir la velocidad de la marcha en un 50%; o cambiar las pastillas por otras con orificios de doble diámetro. Duplicando la presión se obtendría solamente un 43% de aumento en la salida en el caso ilustrado en la Tabla 2-2.

TABLA 2-1**Efecto del Aumento de Velocidad en la Descarga del Líquido**

kilómetros por hora	litros por hectárea
2	800
4	200
8	400

**FIGURA 2-11****Aplicador Manual de Herbicidas Granulados****TABLA 2-2****Efecto del Tamaño de la Pastilla y la Presión en la Salida del Líquido**

presión	1.5 KGM/cm ²	2.8 KGM/cm ²
	litros descargados por minuto	litros descargados por minuto
tamaño de la pastilla	8001	0.265
	8002	0.535
	8004	1.060
		0.390
		0.780
		1.520

43% de cambio debido a la presión

100% de cambio debido al tamaño del puntero

2.12.8 Aplicación de Herbicidas Granulados

La aplicación de herbicidas granulados presenta frecuentemente un problema para los investigadores, puesto que solo una pequeña proporción de los herbicidas se formulan como granulados y equipo para aplicarlos no se encuentra fácilmente. Se han usado aplicadores de fertilizantes para césped, agregando arena u otro material adecuado como diluyente, para obtener una distribución uniforme. Pueden hacerse agujeros en las tapas de pequeños recipientes y con ellos esparcir el herbicida en forma uniforme.

La uniformidad de la aplicación es muy importante y por lo tanto es una fuente frecuente de error cuando se experimenta con formulaciones granuladas.

2.12.9 Calibración y Calculos

El método para aplicar herbicidas en las parcelas experimentales va a estar determinado por la formulación de los productos químicos involucrados (por ej. líquido o granulado) y por el equipo de aplicación disponible. Un investigador debe elegir el método y el equipo que mejor sirva a los fines de un programa siempre que proporcionen exactitud y uniformidad. Una faceta muy importante en la investigación consiste en minimizar la variación experimental, y esto puede conseguirse calibrando adecuadamente el equipo. Las parcelas pequeñas tienden a magnificar los pequeños errores de aplicación. Por ejemplo, una dosis deseada de 3 kg de material por hectárea basada en una parcela de 10 m² se transforma en 3.3 kg por hectárea si la aplicamos invertidamente en solo 9 m², o en 2.7 kg por hectárea cuando se aplica a un área de 11 m².

La aplicación puede hacerse de acuerdo a uno de los métodos que se detallan a continuación: en base al área y en base al volumen. El cálculo para la cantidad de herbicida necesario se basará en el método de aplicación elegido.

A. EN BASE AL AREA—El área de la parcela o las parcelas a asperjar con un determinado material a una dosis predeterminada es la clave de este sistema.

Sin embargo, si el área a asperjar es menor que la parcela entera, el área actual a considerarse para los cálculos es obviamente la asperjada.

NOTA: Una pequeña cantidad de líquido se aplica al frente de la parcela (afuera) para asegurarse de que los tubos de la barra y las boquillas contienen líquido y están trabajando adecuadamente. Una cantidad extra se deja en la barra y en las mangueras al final de cada parcela. Para esto se agrega un exceso predeterminado de herbicida y agua. En el sistema en base al área, este paso se hace simplemente agregando un adicional al cálculo. El área agregada siempre debe ser la misma para una barra dada, sin tener en cuenta el tamaño de la parcela, (por ej. se agrega un 10% del área total) basándose sólo en el líquido extra necesario para llenar esa barra y probar el funcionamiento de las boquillas. Este método da mejores resultados cuando se usa un tanque cuya forma permita la descarga total del líquido.

Al usar un área predeterminada, se pueden hacer todos los cálculos de antemano. Formulaciones secas (ej.: polvos mojables) pueden ser pesadas y colocadas en botellas, bolsas de plástico o sobres de papel. El pesaje debe hacerse en una balanza en la zona de almacenamiento; muchas balanzas no funcionan bien bajo condiciones de campo. Las fórmulas líquidas pueden ser medidas de antemano o en los recipientes originales, antes de la aplicación.

EJEMPLO 2-1

Material: atrazina

Dosis: 2 kg de ingrediente activo/ha

Tamaño de parcela: 2 m x 5 m = 10 m²

Repeticiones: 3

Cálculos:

(1) Tamaño de la parcela: 2 m x 5 m = 10 m² x 3 repeticiones = 30 m²

(2) Agregar 1.5 m² para permitir el llenado de la barra y la manguera (5% de 30 m²)

(3) 1 hectárea (10,000 m²) requiere 2,000 g de ingrediente activo
31.5 m² requiere X g

$$(4) X = \frac{31.5 \times 2,000}{10,000} = 6.3 \text{ g de ingrediente activo.}$$

El producto comercial requerido, si la formulación es de un 80% de polvo mojable será:

(5) en 100 g de producto comercial hay 80 g de ingrediente activo

(6) en X gramos de producto comercial hay 6.3 g de ingrediente activo.
6.3 x 100

$$(7) X = \frac{6.3 \times 100}{80} = 7.8 \text{ g de atrazina (producto comercial).}$$

Advertencia: El ejemplo arriba citado supone que el herbicida y el agua para un tratamiento en las tres repeticiones, se agregan de una vez al tanque. Cuando se aplican polvos mojables, la cantidad para cada repetición debe ser **MEZCLADA** y aplicada por separado, a no ser que se tome especial cuidado de que el herbicida no se deposite en el fondo del tanque.

También debe actuarse con exactitud cuando todas las repeticiones se mezclan juntas; cualquier error en la dosis de aplicación no va a notarse sino hasta que la última parcela de la serie es asperjada. Esto es especialmente problemático si todo el herbicida es usado antes de completar la última parcela.

La cantidad de agua requerida para cubrir toda el área a asperjar, puede determinarse llenando el tanque del pulverizador con agua limpia solamente, y asperjando con ella toda el área, usando la presión y la velocidad deseadas. Al final de la operación se mide el agua consumida. El operador entonces deberá calibrar sus pasos al aplicar el agua ya medida sobre un área sin parcelas, del mismo tamaño que las parcelas del ensayo, con las mismas características y condiciones de marcha que la verdadera parcela. Para calibrar sus pasos, el operador deberá pasar varias veces hasta que la cantidad de agua necesaria pueda ser aplicada cada vez. Debe asegurarse que se empieza a aplicar exactamente al comienzo de la parcela, y se finaliza precisamente al final de ella. Exactamente, tal cual sería el caso al aplicar herbicidas en las parcelas.

B. EN BASE AL VOLUMEN—Con este método la cantidad de herbicida es calculada para una cantidad dada de agua en lugar de serlo para determinada área. El volumen de agua generalmente excede la cantidad requerida para pulverizar la parcela o parcelas, por lo tanto debe desarrollarse un método que asegure una velocidad exacta y constante. Un cronómetro sirve para



este propósito. El método del volumen es útil cuando las parcelas son grandes como para requerir el llenado del tanque y cuando el diseño del tanque hace que no pueda vaciarse totalmente. No parece haber ninguna otra ventaja al pulverizar parcelas pequeñas con este método.

El primer paso requiere la calibración del aspersor para determinar la salida de agua. L. Kasasian en su libro "Control de Malezas en Trópicos" describe un buen método para calibrar aspersiones para parcelas pequeñas:

"Ponga una cantidad medida de agua en el aspersor y aplique sobre 100 m² exactamente como si estuviera aplicando herbicida. Cuando ha terminado, mida la cantidad de agua que quedó en el tanque y restando, calcule la cantidad usada. Entonces multiplique por 100 para obtener el volumen por hectárea."

EJEMPLO 2-2

Suponga: el aspersor aplica 200 litros de agua/ha
Área total de la parcela: 3 parcelas, 2 x 5 m cada una = 30 m²

Solución: use proporciones

En 10,000 m² — 200 litros

En 30 m² — X

$$X = \frac{200 \times 30}{10,000} = 0.6 \text{ litros para las 3 parcelas}$$

Como 0.6 litros es la cantidad exacta de agua necesaria para pulverizar 30 m², el investigador puede decidirse a usar un litro como el volumen total para cada una de las series de 3 parcelas. El resto 0.4 litros se usa para comprobar el funcionamiento de las boquillas y dejar sobrante para error. La cantidad de herbicida puede ser entonces calculada para 1 litro; manteniendo la misma velocidad y presión, se asperjará sobre el área, exactamente la dosis deseada.

EJEMPLO 2-3

Compuesto químico: atrazina

Dosis deseada: 2,000 g de ingrediente activo/ha

Área total de la parcela: 3 parcelas, 2 m x 5 m cada una = 30 m²

Suponiendo: El aspersor aplica 200 litros de agua/ha

En 200 litros — 2,000 g

En 1 litro — X

$$X = \frac{2,000 \times 1}{200} = 10 \text{ g de ingrediente activo/litro de agua}$$

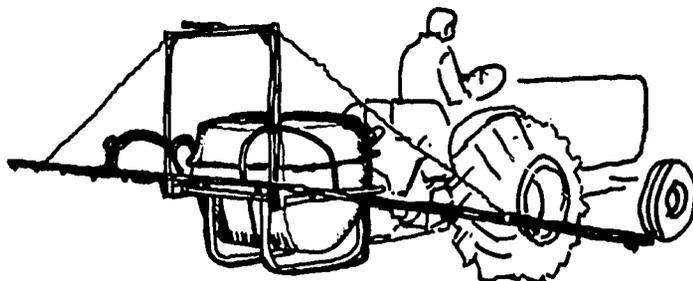
El producto comercial (p.c.) necesario, si la concentración es 80% polvo mojable, puede ser calculado de la manera siguiente:

100 g de p.c. = 80 g de ingrediente activo (ia); entonces,

100 g (p.c.) = 80 g (ia)

X = 10 g (ia)

$$X = \frac{100 \times 10}{80} = 12.5 \text{ g de producto comercial (atrazina) / litro de agua, para las 3 repeticiones.}$$



C. ASPERSORES COMERCIALES—A veces se usan pulverizadores comerciales accionados con motor, en parcelas grandes o de demostración. Estos pulverizadores también deben ser calibrados y operados correctamente.

Hay tres métodos para calibrar pulverizadores de campo:

Método 1

- (1) mida una hectárea, un acre o cualquier otra unidad de superficie;
- (2) llene el tanque con agua solamente;
- (3) asperje el área con una presión y una velocidad pre-determinadas;
- (4) rellene el tanque al nivel inicial midiendo la cantidad de agua usada para ello.

El volumen de agua usado proporciona la cifra a ser utilizada para calcular la cantidad de herbicida requerida.

El mismo método puede usarse para áreas menores.



Método 2

- (1) coloque un marcador al principio y al final de una franja de largo conveniente; por ejemplo, 100 metros;
- (2) llene el tanque con agua;
- (3) asperje el área pre-marcada a presión y velocidad determinadas;
- (4) rellene el tanque al nivel inicial midiendo la cantidad de agua usada para ello, y resuelva la siguiente proporción:

$$\text{litros/ha} = \frac{10,000 \text{ m}^2/\text{ha} \times \text{litros usados}}{\text{largo de la faja} \times \text{ancho de la aspersión}}$$

EJEMPLO 2-4

Agua usada: 8 litros

Largo de la faja: 100 m

Ancho de la aspersión: 6 m

Área asperjada = 6 x 100 = 600 m²

Por lo tanto, si 600 m² 8 litros
10,000 m² X litros

$$X = \frac{10,000 \times 8}{600} = 133.3 \text{ litros}$$

Método 3

- (1) llene el tanque con agua;
- (2) opere el aspersor a presión pre-determinada;
- (3) recoja el agua asperjada de un tercio de las boquillas simultáneamente, durante un minuto;
- (4) opere el aspersor a la velocidad a utilizar en la práctica y mida la distancia que recorre en un minuto.

Las cantidades asperjadas por cada boquilla son medidas y se promedian. El promedio de aspersión de una boquilla multiplicado por el número de boquillas, equivale a la descarga total por minuto.

EJEMPLO 2-5

Descarga total: 8 litros/minuto

Ancho de la aspersión: 6 m

Distancia recorrida en un minuto: 100 m

De manera que se asperjan 8 litros en 600 m², por lo tanto si:

600 m² 8 litros
10,000 m² x litros

$$\text{de donde } x = \frac{10,000 \times 8}{600} = 133.3 \text{ litros/ha}$$



El aspersor ha sido calibrado para proporcionar 133.3 litros por hectárea. El próximo paso consiste en determinar el área total a ser tratada y la cantidad de agua necesaria. Debe recordarse que se necesita una cantidad extra de agua para llenar las mangueras y la barra y probar las boquillas al comenzar la operación. También debe considerarse un exceso que no podrá ser bombeado fuera del tanque. Generalmente se calcula que un 30 por ciento extra de agua es suficiente, aunque esto estará condicionado al número y tamaño de las parcelas y al tipo de aspersor.

EJEMPLO 2-6

Repeticiones a ser asperjadas: 3

Tamaño de la parcela: 2,500 m²

Área total = 3 x 2,500 = 7,500 m²

7,500 + 30% (de 7,500) = 9,750 m², lo que significa aproximadamente una hectárea.

Debemos entonces mezclar suficiente herbicida para una hectárea más 133.3 litros de agua, dado que previamente se calculó que el aspersor echaba dicha cantidad de agua.

2.13 PRECAUCIONES Y TÉCNICAS

Unas pocas, y aparentemente insignificantes precauciones y técnicas pueden establecer la diferencia entre obtener información aceptable o inaceptable. Las siguientes sugerencias pueden ayudar a prevenir problemas y errores durante la aplicación.



(a) Formulaciones sólidas deben ser pesadas en la zona de almacenamiento y colocadas en sobres individuales u otro tipo de envase. Las formulaciones líquidas pueden ser medidas en el campo con una pipeta o cilindro graduado; **debe usarse una pera de goma para pipetear, nunca usar la boca para succionar.** Herbicidas a altas concentraciones pueden ser tóxicos. Su transporte al campo debe hacerse colocándolos en recipientes seguros y preferentemente separados del personal.

(b) Cuando se usen polvos mojables, es conveniente tener dos recipientes para mezclarlos: agregue agua (alrededor de 100 ml) a uno de los recipientes y luego el polvo mojable. Agítese hasta formar una suspensión libre de grumos. Luego agregue agua hasta completar el volumen requerido. La suspensión debe luego mezclarse completamente pasándola de un recipiente al otro repetidas veces. Es aconsejable seguir este procedimiento con todo tipo de formulación.

(c) El mezclado y la aspersión de un herbicida en particular debe ser llevado a cabo en el siguiente

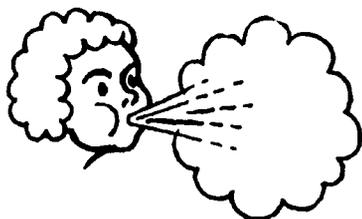
orden: comience con la menor concentración y siga progresivamente con concentraciones mayores, para finalmente asperjar las combinaciones con otros herbicidas.



(d) Las soluciones deben ser aplicadas en primer lugar, seguidas por polvos mojables, y finalmente las emulsiones. Esta secuencia se basa en la facilidad de limpieza del equipo con las diferentes formulaciones. El equipo deberá ser cuidadosamente limpiado entre aplicaciones de herbicidas diferentes. Una pequeña cantidad de detergente o acetona ayudan a obtener una buena limpieza. Deben tenerse precauciones con acetona pues es tóxica a los seres humanos y es rápidamente absorbida por la piel.

(e) Cuando se mezclan concentrados emulsionables y polvos mojables, este último debe ser agregado en primer lugar seguido por el concentrado emulsionable. Esto evitará muchos problemas de incompatibilidad entre las dos formulaciones.

(f) La deriva hacia parcelas adyacentes debe ser evitada. Temprano en la mañana es generalmente el mejor momento para hacer aplicaciones. Viento soplando perpendicular a las parcelas debe ser evitado.



Cuando el viento sopla en la dirección del largo de la parcela, la aspersión debe realizarse con el viento a la espalda del operador. De esta forma la velocidad del viento es reducida en proporción igual a la velocidad del operador.

(g) Cuando se aplican herbicidas de acción foliar, debe prestarse atención a la distribución de lluvias o a su pronóstico. Para ser efectivos, ciertos compuestos deben permanecer un período mínimo en contacto con la planta. Las lluvias inmediatas a su aplicación pueden afectar negativamente su comportamiento.

(h) Muchos herbicidas aplicados al suelo requieren incorporación por medios mecánicos, riego, o lluvia, para asegurar buena actividad. Deben considerarse las condiciones del tiempo de manera que sean favorables.



(i) Limpie el equipo luego de usarlo y almacénelo en forma organizada, pronto para ser usado.

(j) Una hoja de datos de aplicación, tal como se ilustra en la Figura 2-12 puede ser de mucha utilidad. Esta fórmula deberá ser llenada antes de abandonar el campo cada vez que se haga una aplicación.

2.14 ENSAYOS DE PERSISTENCIA EN EL SUELO

Estos experimentos son conducidos para determinar la vida activa de un herbicida en el suelo en orden de establecer el efecto, si alguno, en cultivos subsecuentes, o su persistencia y acumulación en el ambiente. Pruebas de laboratorio, invernadero, así como bioensayos de campo, pueden ser utilizados con este propósito. Los métodos de laboratorio comprenden análisis químico, cromatografía de gas, etc., técnicas que son mucho más precisas y cuantitativas que los bioensayos. Por otra parte, los bioensayos no requieren un nivel de sofisticación grande, el cual muchas veces no está al alcance del investigador. Sin embargo, los trabajos de laboratorio son indispensables en la determinación de residuos en el ambiente.

El bioensayo, como el nombre lo indica, comprende una investigación basada en el uso de organismos para evaluar actividad biológica, en este caso, usando plantas indicadoras para evaluar la actividad de un compuesto químico. Mientras que los bioensayos de campo no son tan precisos como las pruebas de laboratorio, pueden proporcionar información de alto valor práctico. Este tipo de investigación puede encararse de dos formas: llevar a cabo experimentos sobre residuos como una extensión de otro tipo de ensayos de herbicidas; o establecer ensayos para evaluar específicamente actividad residual.

2.14.1 Ensayos Combinados

Parcelas utilizadas para ensayos de selección final o para ensayos regionales se conservan apropiadamente y una o más especies susceptibles al herbicida en cuestión son sembradas en ellas, a determinados intervalos de tiempo. En caso de utilizar maquinaria para preparar el suelo, esta debe moverse en la dirección del largo de las parcelas, para minimizar el movimiento de suelo tratado. Una nueva cama

HOJA PARA DATOS DE APLICACION

Título: Avena fatua en Trigo Fecha: Octubre 8, 1976
 Establecido por: J. Perez
 Ubicación: Estación Experimental "La montaña"
 Tamaño del experimento: 80 X 200 Tamaño de parcela: 10 X 20 Repeticiones: 4

APLICACION:

Tamaño de la boquilla: 8004
 Presión (libras/pulgada cuadrada) 30

c.c. 600 / 30m² = 200 l/ha

METODO	EPOCA		DILUYENTE
	mal. cult.		
<input checked="" type="checkbox"/> cobertura			<input checked="" type="checkbox"/> agua
<input type="checkbox"/> banda		pre-siembra	<input type="checkbox"/> acetona
<input type="checkbox"/> dirigida	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> pre-emerg.	
<input type="checkbox"/> incorporado		post-emerg.	

SUELO:

TIPO		HUMEDAD	
<input type="checkbox"/> arenoso	<input type="checkbox"/> franco-limoso	<input type="checkbox"/> muy seco	<input type="checkbox"/> húmedo
<input type="checkbox"/> franco arenoso	<input checked="" type="checkbox"/> franco-arcilloso	<input checked="" type="checkbox"/> seco	<input type="checkbox"/> muy húmedo
<input type="checkbox"/> franco	<input type="checkbox"/> arcilloso	<input type="checkbox"/> buena húmed.	

Superficie en el momento del tratamiento

<input type="checkbox"/> fina	<input type="checkbox"/> terrones grandes
<input type="checkbox"/> granular	<input type="checkbox"/> encostrada
<input checked="" type="checkbox"/> pequeños terrones	

pH 6.4 M.O. 3%

Historia

Encalado: ninguno
 Otros plaguicidas: ninguno
 Fertilización: 300 Kilos 16-20-0 incorporado con discos
 Cultivos: Maíz en 1975
 Tipo de riego: Aspersión

CLIMA:

Temp. aire: 70 % de nubosidad: 0
 Temp. suelo: 65 Viento: 2-4
 H. relativa: _____ Dirección: N.O.

CULTIVO:

Densidad de siembra: 80 k/ha
 Profundidad: 5cm Espaciado entre filas: 15cm
 Espaciado en la fila: _____

MALEZAS: Nombres y estado de crecimiento al momento del tratamiento:

_____, _____
 _____, _____
 _____, _____
 _____, _____

Nombre y variedad: Yambill
 Fecha de siembra: 7 de octubre, 1976

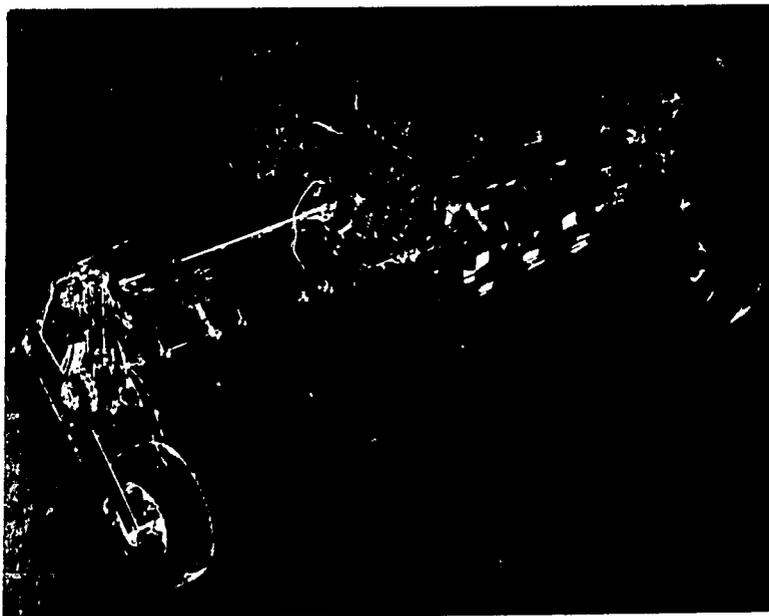
Estado de crecimiento al momento del tratamiento: _____

Estado del follaje: marchito húmedo
 congelado normal

Fecha de cosecha: _____

NOTAS: (método y profundidad de incorporación, errores, etc.) _____

FIGURA 2-12
Hoja de Datos de Aplicación



de siembra puede no ser necesaria si el agricultor normalmente no la prepara. Por ejemplo: si los frijoles se plantan entre las filas de maíz ya maduro, sin preparación previa del suelo, el ensayo de persistencia puede ser conducido en la misma forma.

La vegetación presente debe ser retirada del área de la parcela para evitar su interferencia con la siembra de las especies indicadoras. El suelo debe ser entonces preparado y fertilizado. Si no se usara fertilizante para obviar los efectos de una utilización desigual de nutrimentos por las plantas anteriores, tendremos mejor crecimiento de las especies indicadoras en aquellas parcelas en que las especies del cultivo anterior crecieron menos y por lo tanto utilizaron menos nutrimentos. Los resultados serán entonces enmascarados por el efecto de un crecimiento desigual debido a diferentes niveles de nutrimentos.

Las parcelas deberán mantenerse libres de malezas por medio de labores manuales o de herbicidas de contacto no residuales.

Los bioensayos pueden también llevarse a cabo en el invernadero con muestras de suelo obtenidas de las zonas tratadas en el campo. Estas muestras de suelo deben ser colocadas en macetas donde luego se siembran especies susceptibles. El efecto sobre germinación, crecimiento y desarrollo, debe ser observado y registrado.



2.14.2 Ensayos Específicos

Como no existe ninguna diferencia causada por ensayos anteriores, los ensayos específicos diseñados para estudiar solo persistencia tienden a ser más uniformes que los combinados; no existe cultivo previo que altere diferencialmente las condiciones de fertilidad. Generalmente no se utilizan cultivos sino especies indicadoras, las cuales se siembran durante la estación de crecimiento y en la siguiente si se considera necesario (hasta no detectar daño en varias siembras), a diferentes intervalos. El ensayo debe mantenerse libre de malezas.

TABLA 2-3
Especies Indicadoras para Determinadas Familias de Herbicidas

FAMILIAS ESCOGIDAS DE HERBICIDAS*	ESPECIES INDICADORAS
Ácidos alifáticos halogenados (i.e., dalapon)	Avena, milo, pepino, cebada, trigo, arroz
Acetamidas (i.e., difenamida)	Digitaria, avena, cebada, raigrás, Amaranthus
Acotanilidas (i.e., alaclor)	Digitaria, raigrás
Derivados del ácido benzoico cloramben dicamba	Pepino, avena, Setaria, Amaranthus, Frijol, sorgo, Ipomoea
Carbamatos clorprofam karbutilate	Pepino, avena, raigrás, Digitaria, Sorgo, Setaria
Difenil eters (i.e., fluorodifen)	Pepino, Echinochloa, Digitaria
Fenoxis (i.e., 2,4-D)	Ipomoea, algodón, Amaranthus, tomate, rábano
Ureas sustituidas (i.e., diuron)	Pepino, raigrás, cebada, avena, milo, sorgo, remolacha azucarera, Digitaria
Tiocarbamatos (i.e., EPTC)	Echinochloa, Digitaria, raigrás, avena, Setaria
Dinitroanilinas (i.e., trifluralin)	Avena, sorgo, Digitaria, arroz, raigrás
Triazinas (i.e., atrazina)	Avena, pepino, Setaria viridis, remolacha azucarera, raigrás, rábano, Ipomoea
Uracilos (i.e., bromacil)	Avena, cebada, arroz, milo, sorgo, Amaranthus
picloram	Tomate, Amaranthus, lechuga, pepino

* Las especies listadas arriba deben ser consideradas solo como candidatos potenciales para evaluar un herbicida en particular. El investigador debe corroborar la posibilidad de usarlas para cada caso en particular.

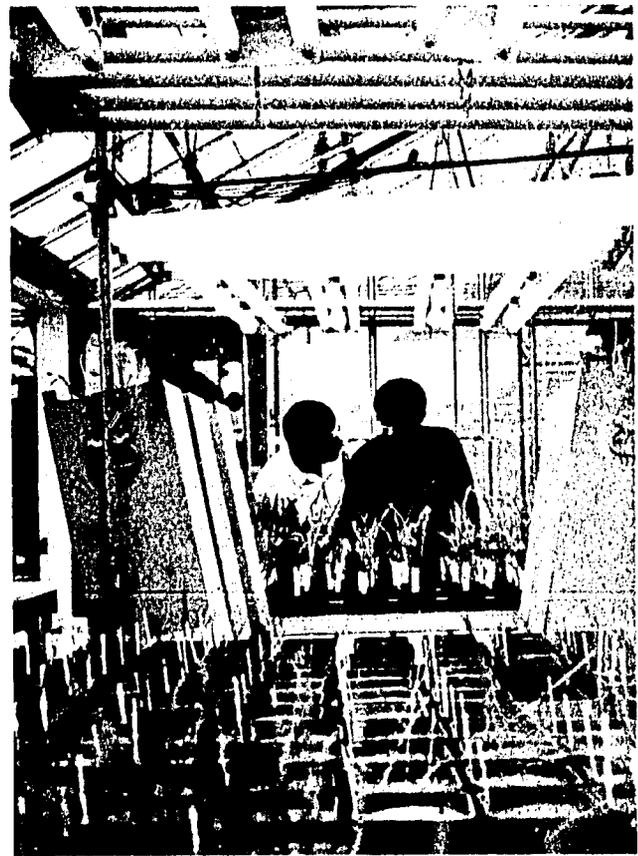
La selección de las especies indicadoras es muy importante. Si se usa una sola especie, debe tener extrema sensibilidad al herbicida. Como una segunda especie puede incluirse el cultivo que sigue en la rotación. Cuando se evalúan diferentes herbicidas, debe usarse más de una especie indicadora, como por ejemplo una o más gramíneas, y una o más latifoliadas (hoja ancha). Las especies indicadoras pueden ser malezas o plantas cultivadas. Algunas especies indicadoras se muestran en la Tabla 2-3.

El tipo de información a recoger depende en parte del herbicida estudiado y su efecto sobre la especie



indicadora. Conteos pueden hacerse si el herbicida afecta la germinación o a las plántulas al emerger. Para inhibidores fotosintéticos (triazinas, ureas, uracilos, etc) la altura de las plantas puede ser un parámetro adecuado a medir, si el nivel de actividad es alto. Peso de las plantas (seco o fresco) puede dar una mejor indicación a bajos niveles de residuos. Algunos herbicidas pueden causar síntomas obvios sin reducir el peso de las plantas. Una estimación visual de vigor de las plantas, o de síntomas, puede proporcionar información perfectamente confiable. Si la especie indicadora es un cultivo, obviamente puede cultivarse hasta madurez y obtener rendimiento. Debe siempre incluirse un testigo en suelo no tratado que servirá de base para la evaluación.

Cuando es necesario estimar la cantidad de herbicida que permanece activo, pueden usarse curvas estándar basadas en graficar concentraciones conocidas de herbicida contra la reducción en peso o altura de las plantas indicadoras causada por tales concentraciones. La reducción del peso o la altura causada por cantidades desconocidas del herbicida en estudio, se comparan con las curvas estándar de reducción causada por concentraciones conocidas, para proporcionar una estimación del residuo presente en el suelo.



Condiciones tales como tipo de suelo, humedad, etc., deben ser uniformes. Este tipo de experimento más preciso se conduce en invernadero ya sea usando suelos de parcelas tratadas en el campo, o simulando condiciones de campo en el invernadero usando el mismo tipo de suelo.

Generalmente los resultados de los experimentos de residuos en el suelo se expresan como porcentaje del crecimiento de las plantas cultivadas en suelo o parcelas no tratadas (testigos).

Los herbicidas que afectan el crecimiento de las raíces presentan problemas especiales. Bajo condiciones favorables, el crecimiento de la parte aérea puede ser normal. Cuando esas condiciones son adversas, las raíces pueden no ser capaces de soportar un crecimiento normal.

Como los factores ambientales y del suelo influyen en la persistencia, ésta debe ser estudiada en condiciones locales, y cada conjunto de condiciones bajo la cuales se estudia deben ser cuidadosamente descritas (tipo de suelo, contenido de materia orgánica, etc.).

Los investigadores notarán que estos ensayos de persistencia son muy largos. Sin embargo, el esfuerzo requerido va disminuyendo con el tiempo, ya que cuando tenemos crecimiento normal repetidas veces en una parcela (al sembrar varias veces los indicadores), ésta puede ser eliminada, pues indica que no hay más residuos que puedan afectar al cultivo.

3 Evaluación de la Investigación

- Planifique la evaluación**
- Seleccione métodos**
- Evalúe**

Cada tratamiento a ser evaluado debe ser comparado con las prácticas de control comunmente usadas. Los factores a evaluar son: economía, margen de seguridad para el cultivo, control de malezas, facilidad de aplicación, actividad residual, compatibilidad con otros plaguicidas, etc. Un solo experimento, obviamente, no proporcionará toda esa información. Todo



programa de investigación debe ser dividido en unidades experimentales, cada una de ellas adicionando información para completar los requerimientos totales.

Un herbicida ideal, manifiesta alta selectividad hacia el cultivo, y controla un amplio espectro de malezas con una actividad residual suficiente como para proporcionar un buen control durante toda la estación de crecimiento y no causar problemas en el próximo cultivo. Además, no deberá presentar peligros al operador ni ser corrosivo para el equipo. Aun cuando todas estas virtudes no se encuentran comunmente, debemos tenerlas presentes cuando se evalúa un nuevo producto.

3.1 EPOCA DE EVALUACION

Hay varios factores que deben considerarse al seleccionar la época de evaluación:

CULTIVO—la evaluación deberá ser hecha antes de que el cultivo se haya desarrollado lo suficiente como para cubrir las malezas e impedir su evaluación.

MALEZAS—el control de malezas perennes establecidas generalmente requiere más tiempo que el control de anuales.

HERBICIDA—no todos los herbicidas afectan a las plantas con la misma rapidez; algunos actúan en pocas

horas, mientras que otros demoran mucho más. Si se está determinando la mortalidad de malezas causada por el herbicida mediante una sola evaluación, deberá dejarse un tiempo prudencial para permitir que el efecto del herbicida más lento se manifieste. De la misma forma, cuando las malezas no han sido completamente eliminadas, deberá permitirse que transcurra cierto tiempo entre dos evaluaciones para determinar la posibilidad de recuperación.

FACTORES AMBIENTALES—generalmente aquellos factores que favorecen un crecimiento rápido de las plantas, también favorecen la actividad herbicida.



DISTANCIA—el tiempo requerido para viajar y la disponibilidad de vehículos puede influir en el número y la frecuencia con que pueden realizarse las evaluaciones.

EPOCAS DE APLICACION DIFERENTES—muy raramente se hacen todas las aplicaciones simultáneamente. Las aplicaciones tempranas estarán prontas para ser evaluadas antes que las aplicaciones tardías.

TOXICIDAD AL CULTIVO—síntomas de toxicidad, especialmente provenientes de aplicaciones foliares, generalmente son evidentes por sólo unos pocos días luego de la aplicación; la evaluación deberá ser cuidadosamente planeada en tiempo para poder observar estos daños.

Todos estos factores hacen que muchas veces sea difícil obtener toda la información deseable dentro del marco de limitaciones en tiempo y recursos que todo programa de investigación tiene. En general los datos sobre daño al cultivo o control de malezas se toman corto tiempo después de la aplicación.

La información a obtenerse de experimentos en control de malezas puede ser **cuantitativa**, **cuantitativa**, o ambas. Datos cualitativos a pesar de que son subjetivos constituyen un complemento necesario y útil a la información cuantitativa.

En experimentos de selección primaria, datos cualitativos generalmente cumplen con los propósitos del experimento. Sin embargo en etapa más avanzadas, o en experimentos más detallados, deben obtenerse datos cualitativos y cuantitativos.

3.2 EVALUACION CUALITATIVA

Métodos subjetivos, tales como los usados en evaluaciones cualitativas se basan en el establecimiento de escalas arbitrarias. Los métodos más comunes usan porcentaje de control de malezas y porcentaje de daño al cultivo. Cero por ciento indica igualmente cero control de malezas o no daño al cultivo. Un valor de cien por ciento, aplicado a malezas significa control total, aplicado al cultivo indica completa destrucción.

Algunas variaciones al método descrito consisten en escalas del 0 al 10, 0 a 5, 1 a 5 y 1 a 9. Estas escalas son comparables tal como se indica en la Tabla 3-1.

En los sistemas de escalas de 1 a 5 y de 0 a 5, cada número representa un nivel de aceptación comercial. De 1 a 3 no son aceptables, 4 es el mínimo aceptable de control; 5 es un control excelente.

TABLA 3-1
Escalas Cualitativas para Valorar Grado de Control y Daño al Cultivo

	ESCALAS			
	<u>Por ciento</u>	<u>0-10</u>	<u>0-5</u>	<u>1-5</u>
VALORES	0 - 10	0- 1	0	1
	10- 20	1- 2	1	
	20- 30	2- 3		2
	30- 40	3- 4	2	
	40- 50	4- 5		3
	50- 60	5- 6	3	
	60- 70	6- 7		4
	70- 80	7- 8	4	
	80- 90	8- 9		5
	90-100	9-10	5	

Es difícil generalizar con respecto a lo que consideramos un control aceptable. La aceptación depende del cultivo y malezas involucradas, de los factores ambientales, del valor del cultivo, y del costo y la efectividad de las diferentes alternativas del control.

Algunos investigadores europeos usan un sistema más complicado en el cual la escala va del 1 al 9 y en la que los valores están invertidos con respecto a control de malezas y daño al cultivo. Con este sistema, la escala de 1 a 4 es positiva, en tanto que de 6 a 9 es negativa.

TITULO Control de MALEZAS EN MAIZ

PARCELA Nº	MAÍZ DAÑO	Echinochloa Control	Setaria Control	Amaranthus Control	Portulaca Control
102	0	80	90	100	100
103	0	50	50	90	80
104	0	100	100	100	100
105	0	80	50	70	50
106	0	90	80	80	80
107	0	20	30	90	90
108	10	100	90	50	80
109	0	50	50	40	80
110	0	90	90	80	70
111	0	80	70	50	30
112	40	100	100	80	80
113	0	90	80	90	90
114	20	70	70	80	90
115	0	40	50	60	80
116	0	80	80	70	80
117	0	90	80	30	20
118	0	90	90	70	80
119	0	0	0	0	0
120	0	50	50	100	100

PARCELA Nº	MAÍZ DAÑO	Echinochloa Control	Setaria Control	Amaranthus Control	Portulaca Control
202	30	90	90	80	70
203	0	100	90	50	80
204	0	50	50	90	80
205	0	100	100	100	100
206	10	50	50	40	80
207	0	90	80	30	40
208	0	50	50	100	100
209	0	60	90	50	80
210	0	70	100	90	80
211	0	100	90	80	50
212	50	100	100	90	80
213	0	0	0	0	0
214	0	20	30	80	90
215	0	50	80	100	100
216	0	90	50	80	80
217	0	100	100	30	20
218	0	50	60	100	100
219	0	80	80	50	90
220	0	70	90	80	80

Fecha de evaluación Julio 8, 1976

Evaluado por Fraser

Observaciones - La población de Echinochloa fue abundante en todo el experimento

FIGURA 3-1
Ejemplo de Hoja de Evaluación

TABLA 3-2
Sistema Europeo de Evaluación para Control de Malezas y Daño al Cultivo

Clasificación	Efecto sobre malezas	Efecto sobre cultivo
1	muerte total	no efecto
2	muy bueno	síntomas muy débiles
3	bueno	síntomas débiles
4	suficiente	síntomas que no se traducen en disminución de rendimiento
5	mediano	mediano
6	regular	daño medianamente fuerte
7	pobre	daño fuerte
8	muy pobre	daño muy fuerte
9	no efecto	muerte total

Otros métodos comparan el porcentaje de cobertura y el vigor por especies. *En este caso como en los anteriores la parcela de control o testigo se usa como referencia.* El porcentaje de cobertura y vigor permite una evaluación de la densidad de plantas y del crecimiento de las diferentes especies.

Los cambios en la población y espectro de malezas de una parcela a otra son la mayoría de las veces frustrantes, aún para el investigador con más experiencia. Un cambio natural en la densidad en una parte del ensayo con relación a otra, causa gran variación. También hay variación cuando un tratamiento en una parcela controla suficientemente una maleza dominante como para permitir que otra especie tome su lugar. Si esta última no está presente en las parcelas de control o en parcelas en las cuales el tratamiento no controló las especies dominantes, no hay modo seguro de determinar el porcentaje de control en las parcelas tratadas. Lo que el investigador puede hacer en ese caso es usar un sistema de "presente-ausente" o "adivinar" un nivel de control basado en la población de las parcelas adyacentes.



En el ejemplo que se muestra en la hoja de evaluación de datos (Figura 3-1) se observa que cada especie de maleza predominante es evaluada independientemente y que cuando es necesario se deben hacer anotaciones adicionales y específicas. Las malezas secundarias pueden agruparse satisfactoriamente dentro de las categorías de gramíneas, hoja ancha y ciperáceas, luego de que una lista de esas malezas ha sido confeccionada.



Una técnica bien probada y práctica para evaluación visual es la siguiente:

PASO 1: camine observando el experimento completo para obtener una idea de su aspecto general y de cualquier cambio en el crecimiento del cultivo o en la población de malezas en las diferentes parcelas.

PASO 2: observe de cerca las parcelas testigo.

PASO 3: haga las observaciones sin saber cuales son los tratamientos en cada parcela, excepto en el testigo; para hacer esto camine desde atrás hacia adelante de la parcela de modo de no leer las etiquetas.

PASO 4: compare los resultados en cada repetición y compruebe otra vez para asegurarse de que la variación dentro de una repetición es debida a los tratamientos y no a otras causas. Haga esto antes de abandonar el área. Si los resultados del mismo tratamiento en dos repeticiones varían radicalmente, haga una nueva evaluación de ese tratamiento.

PASO 5: es conveniente que dos personas hagan las observaciones independientemente, y así los resultados pueden ser comparados más tarde, particularmente con respecto al datos subjetivos.

Sería deseable la adopción de un sistema universal, pero esto probablemente nunca suceda. Por lo tanto cada investigador debería elegir el sistema que mejor sirva a sus propósitos. Todos los métodos mencionados tienen sus fallas, pero pueden ser útiles cuando representan una evaluación sin prejuicios. Este tipo de evaluación brinda un buen complemento para el entendimiento e interpretación de los resultados. Aún sin

tener en cuenta la escala a usarse, debe enfatizarse la necesidad de consistencia y objetividad. Los testigos sin tratar deben observarse continuamente pues en la comparación con ellos se basa la evaluación. El investigador tiene la responsabilidad de usar su mejor juicio al registrar los hechos, más allá de describir solamente los resultados. Debe tener en cuenta efectos debidos a otros factores independientes de los tratamientos en parcelas no tratadas.

NOTA: En el caso de usar más de un sistema, es muy importante dar una explicación detallada en cada informe.



Generalmente los datos cualitativos no están sujetos a análisis estadístico. Sin embargo, en casos especiales, es bueno hacerlo. Cuando el sistema incluye un valor de cero debe efectuarse una apropiada transformación (logarítmica, angular, etc.) de los datos, antes de hacer el análisis.

3.3 EVALUACION CUANTITATIVA

Las mediciones cuantitativas brindan datos que no están influidos por la inconsistencia o subjetividad del evaluador. Además, pueden mostrar diferencias que podrían haber sido pasadas por alto al realizar una evaluación cualitativa. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que las evaluaciones cuantitativas no van a resolver problemas de variación debidos a otras causas que no sean los tratamientos, como por ejemplo roedores, riego, equipo, etc.

La recolección de datos cuantitativos consume tiempo y dinero. La obtención de datos debe hacerse siempre teniendo presente los fines u objetivos a través de ensayos diseñados para proporcionar el máximo de información posible. Debe darse especial atención a:

- **planificación** (diseño experimental, tamaño de la parcela, número de tratamientos, número de repeticiones y número de experimentos);

- **selección del lugar** (ubicación, distancia adecuada; control de factores controlables);
- **prácticas culturales** (uniformidad, frecuentemente más importante que el nivel de insumos, control de plagas, etc.).

Hay varias clases de Información cuantitativa.

3.3.1 Conteo de Malezas

La densidad de las malezas puede ser una información útil cuando se tratan de interpretar evaluaciones visuales o rendimiento. Sin embargo, el conteo de malezas no refleja la diferencia práctica entre el daño producido por unas pocas malezas de gran tamaño o muchas malezas pequeñas.

El conteo puede hacerse utilizando un cuadrante colocándolo al azar dentro de las parcelas y contando las malezas que caen dentro de él. El tamaño del cuadrante y el número de conteos a realizar dentro de cada parcela dependen del tamaño de la parcela y de la densidad de malezas.

Los cuadrantes no deben colocarse al azar cuando hay áreas dentro de las parcelas que han sido influidas por factores que son independientes del tratamiento, tales como roedores, riego, equipo, etc.



FIGURA 3-2
Usando un Cuadrante para Conteo de Malezas

3.3.2 Peso de las Plantas

La investigación con cultivos perennes, forrajeros (y otros experimentos en los cuales el cultivo no llega a madurez), incluye frecuentemente la cosecha de la



FIGURA 3-3
Pesando Plantas en el Campo

parcela total o parte de ella, registrando el peso fresco de las plantas. Las especies se separan luego a mano y se determina el peso individual de cada una.

Frecuentemente se determina el peso seco de cada muestra para eliminar errores causados por la pérdida desigual de agua ocurrida entre la cosecha y el pesaje de las muestras frescas. Los pesos secos solamente, no brindan tampoco una solución al problema debido a grandes variaciones en el contenido de agua de las diferentes especies.

3.3.3 Altura de la Planta

En el caso de cultivos anuales, cultivos forrajeros y árboles, la altura de la planta proporciona adecuada información sobre la toxicidad del herbicida y la competencia ejercida por las malezas.

La altura y peso de la planta y el conteo de malezas, son datos que se recogen generalmente para complementar los datos finales de rendimiento, y pueden o no concordar con el rendimiento final. Las diferencias en características físicas de una planta, que pueden ser medidas, muchas veces no tienen un efecto en el rendimiento.

3.3.4 Muestreando el Area

Una o más de las medidas de que hablamos anteriormente pueden ser obtenidas de las parcelas donde se estudia el rendimiento siempre que se necesitan datos de rendimiento. Debe hacerse lo posible para no perturbar las plantas en el área a cosechar. Cuando el cultivo ha sido sembrado al voleo, como en el caso de trigo y alfalfa, las medidas pueden tomarse en una parte separada de la parcela, dejando el resto sin tocar hasta el momento de la cosecha.

El maíz, frijol y otros cultivos en fila pueden ser medidos relativamente fácil sin perturbar las plantas que luego van a cosecharse. Si es necesario arrancar o cortar plantas, deben usarse áreas separadas para ese propósito dentro de la parcela experimental y esto debe considerarse al planear el experimento. Si se usa equipo mecanizado para cosechar, debe tenerse en cuenta al determinar el tamaño de las diferentes áreas. La cosecha a mano permite más flexibilidad y áreas de muestreo más pequeñas.

3.3.5 Rendimiento del Cultivo

El último y más importante de todos los datos cuantitativos es rendimiento del cultivo. Las recomendaciones para el uso de herbicidas a nivel de

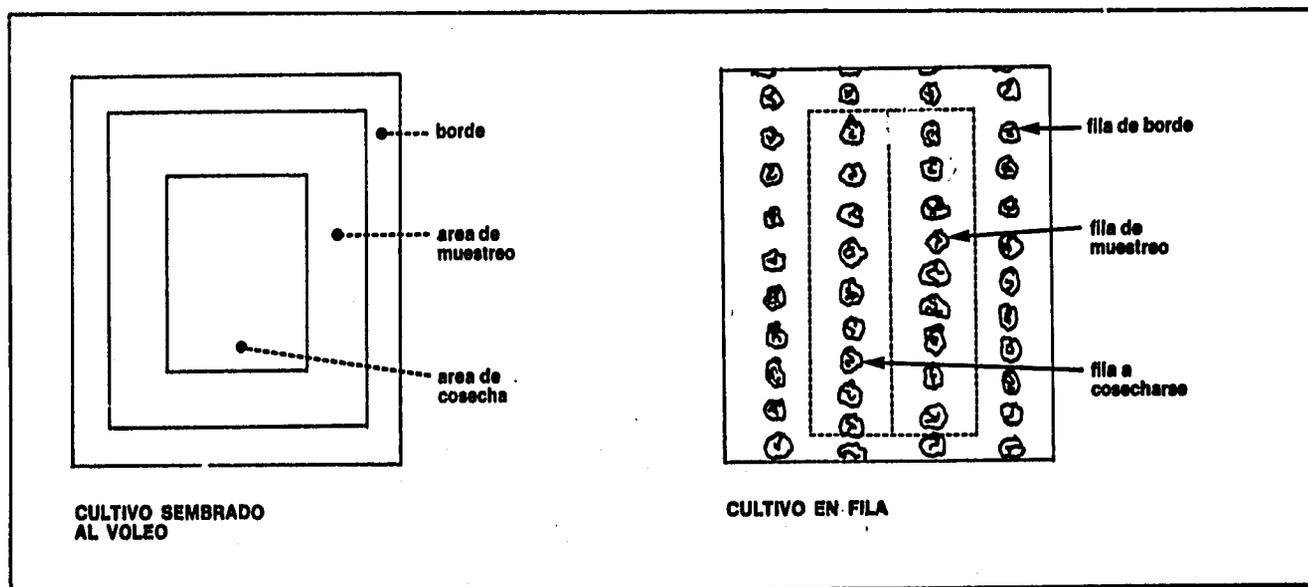
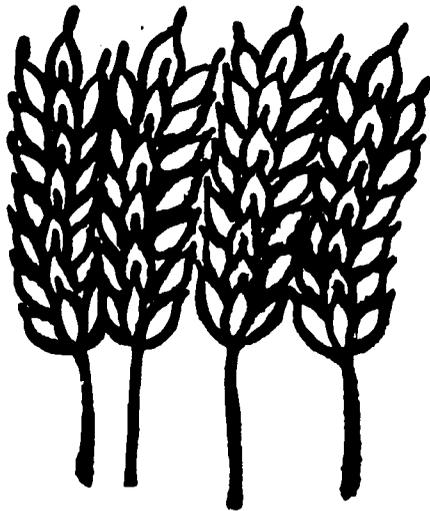


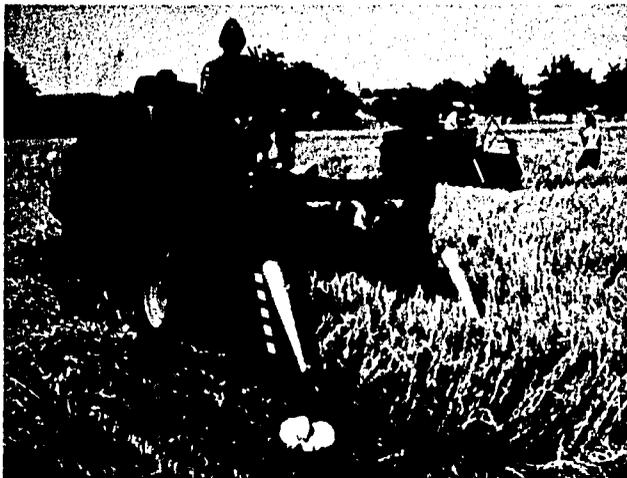
DIAGRAMA 3-1
Muestreando Areas en Cultivos Sembrados al Voleo y en Filas



agricultor deben estar basadas en buenos datos de rendimiento. La mayoría de los factores que mencionamos para otras evaluaciones cuantitativas, también aplican a la obtención de datos de rendimiento. Sin embargo, hay factores adicionales que requieren atención especial.

El número de tratamientos debe ser llevado al mínimo para permitir que la cosecha puede llevarse a cabo en un período razonablemente corto, en lo posible, dentro del mismo día. Los experimentos deben cosecharse por repeticiones para de esta forma reducir las diferencias en los resultados si se debe interrumpir la cosecha. Debe cosecharse una repetición entera por lo menos, cada vez.

Con cultivos como tomates y pepinos, que maduran en diferentes períodos (maduración escalonada), se presentan problemas especiales. Como estos cultivos deben ser cosechados cada pocos días, hay gran potencial de error. En estos casos debe establecerse un período para cosechar todos los tratamientos sin tomar datos posteriormente.



Otro problema se presenta cuando el tratamiento con herbicidas o la competencia con las malezas interfiere con, o atrasa la maduración del cultivo. Siempre que sea posible debe cosecharse cada par-

cela en el momento adecuado, o deben hacerse las correcciones necesarias, especialmente en cuanto a contenido de humedad, cuando se obtiene rendimiento de semillas.

Los ajustes de humedad deben hacerse también con el objetivo de estandarizar los datos. La interpretación apropiada de los datos se torna difícil cuando no se establece el contenido de humedad.

Los ajustes en los pesos de acuerdo al contenido de humedad pueden hacerse utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Peso obtenido} \times \frac{100-M}{100-D} = \text{Peso deseado}$$

(contenido de humedad de la muestra)
(contenido de humedad deseado).

EJEMPLO 3-1

Peso de la muestra: 450 g
Humedad de la muestra: 16%
Humedad deseada: 14%

$$450 \times \frac{100-16}{100-14} = 440 \text{ g al } 14\% \text{ de humedad.}$$

Aún los experimentos mejor planeados y llevados a cabo con el mayor esfuerzo, pueden fallar y no dar los resultados esperados. Esto es debido a factores que son incontrolados y que causan excesiva variación.

Los investigadores deben estar dispuestos a reconocer lo antes posible el momento en que es necesario abandonar un ensayo. Aun cuando no es fácil descartar el esfuerzo de varios meses de investigación, es mejor hacerlo que continuar un trabajo que va a producir datos inservibles o erróneos.

Evaluaciones visuales pueden ser más útiles que las cuantitativas cuando enfrentamos problemas de desuniformidad. Un biólogo puede, muchas veces compensar los efectos ajenos al tratamiento, tales como insectos,



enfermedades, roedores y poblaciones de malezas y cultivo desuniforme.

Puede haber técnicas estadísticas y de muestreo para evitar la pérdida de todos los datos. Por ejemplo, el rendimiento puede ser tomado en base a cada planta, en lugar de toda el área, cuando las plantas han sido dañadas en algunas parcelas. También podrán eliminarse tratamientos o bloques sin afectar mayormente el análisis. Es aconsejable consultar con un especialista en estadística cuando nos enfrentamos a estos problemas.

4 Análisis de Los Datos y Estadística

- Diseño el experimento para facilitar el análisis*
- Lleve a cabo el análisis*
- Utilice el análisis en el Informe de resultados*



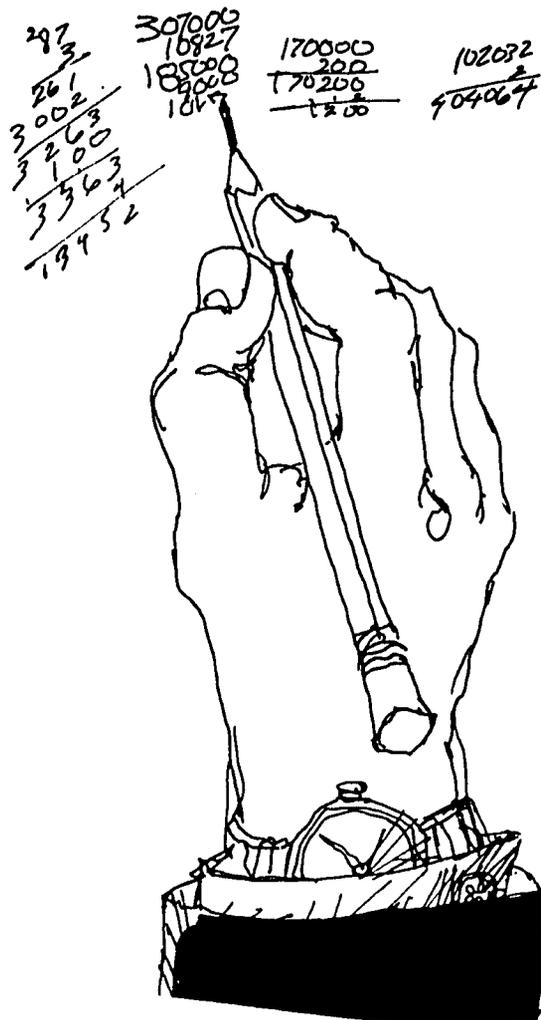
Luego que las parcelas han sido evaluadas y cosechadas, la información resultante debe ser analizada para proporcionar un método objetivo que determine si las diferencias encontradas son debidas a los tratamientos o al azar. Todos los esfuerzos previos de planificación e instalación de los experimentos pueden resultar infructuosos si la cosecha o la evaluación de la información son llevados a cabo en forma inadecuada, o si se cometen errores en el análisis.

4.1 PLANIFICANDO PARA EL ANALISIS

El investigador debe poner igual cuidado en todos los pasos orientados a diseñar el experimento y a analizar los resultados:

- definición de los objetivos de la investigación y del diseño experimental;
- recolección y preparación de la información;
- análisis estadístico;
- Interpretación y utilización de los resultados.

La planificación para el análisis estadístico comienza en el momento en que se decide el diseño experimental a usarse mucho antes de la siembra. El investigador debe definir perfectamente la hipótesis



a investigar y diseñar el experimento para evaluarla. Si el diseño experimental o el análisis no son claros, consulte un biometrista en las etapas de planificación iniciales. Serios errores en el diseño experimental (tales como falta de azarización o repeticiones) pueden invalidar los resultados.



Deben concentrarse los esfuerzos en recoger información con un alto grado que permitirán una eficaz comparación de las repeticiones en el mismo momento de hacer la evaluación. Usando estas fórmulas, números ininteligibles saltan a la vista. Una revisión de las parcelas cuando se sospecha un error permite corregirlo a tiempo (ver Figuras 2-12 y 3-1).

Debe cuidarse de corregir los datos a un contenido constante de humedad. Los cálculos deben ser revisados dos veces.

4.2 ANALISIS ESTADISTICO

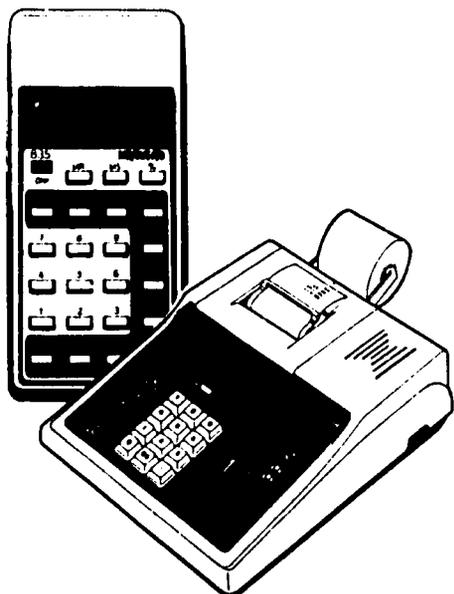
Esta sección no provee de recetas ni de una lista de fórmulas y procedimientos estadísticos. Idealmente, un investigador debe estar familiarizado con los procedimientos estadísticos básicos que le permitirán detectar diferencias entre sus tratamientos y debe ser también capaz de discernir, cuando debe recurrir a referencias especiales si se presentan problemas nuevos.

No existe un sustituto al conocimiento personal de los fundamentos de la metodología estadística. El entendimiento de la teoría, limitaciones, y potenciales de la estadística, convierte al investigador en un científico más eficiente. El reconocimiento de la importancia de minimizar el error experimental para detectar diferencias, incentiva al investigador seleccionar lugares uniformes, colocar sus bloques e implementar el experimento de forma tal de obtener máxima uniformidad para todos los factores excepto para las variables en



estudio. La comprensión de los procedimientos estadísticos le permite al investigador "salvar" información de parcelas aparentemente perdidas, o cuando se cometen errores. Finalmente estos conocimientos le permitirán diseñar los experimentos en forma de cumplir los objetivos con el mínimo uso de recursos.

Una vez que el diseño ha sido establecido, las evaluaciones y la cosecha se han realizado, y la información ha sido preparada, el análisis puede ser llevado a cabo manualmente o con la ayuda de computadores. El investigador debe asegurarse de que todas las pruebas y análisis necesarios para contestar



sus preguntas, han sido llevadas a cabo. Un análisis convencional de variancia, es en general el primer paso; comúnmente se necesitan otros análisis para contestar todas las preguntas.

El análisis estadístico, por si solo, es solamente una herramienta para determinar si realmente existen diferencias entre tratamientos. El investigador es responsable, como científico, de explicar porqué ciertos

resultados fueron o no diferentes estadísticamente. Un conocimiento profundo del experimento ayuda a interpretar los resultados. Los resultados deben ser comparados con investigaciones similares y debe hacerse un esfuerzo en establecer y explicar las causas de diferencias.

Finalmente, los resultados del análisis deben ser utilizados en hacer recomendaciones, o para realizar pruebas adicionales. Si el tratamiento "A" muestra que no es significativamente superior al "B" al nivel de confianza establecido, y este resultado está en concordancia con trabajos previos, los dos tratamientos pueden considerarse de igual efectividad, a menos que posteriormente se obtenga evidencia contraria. Cuando se desea analizar económicamente los resultados, deben asignarse iguales rendimientos a aquellos tratamientos que no difieren significativamente de acuerdo al análisis. Cuando se obtienen diferencias substanciales entre tratamientos, aun cuando no sean estadísticamente detectadas, pueden considerarse como tendencias a ser estudiadas posteriormente.

4.3 ANALISIS ECONOMICO

Desde el momento que los agricultores generalmente responden a los incentivos económicos, muchos de los informes de investigación y extensión que describen técnicas de control de malezas, deberían presentar también un análisis económico en términos de costos directos y beneficios relacionados al control de malezas.

Tanto los factores agronómicos como los económicos se modifican con el tiempo creando incertidumbre. Esa incertidumbre debería incorporarse dentro



del análisis económico. La forma de manejar esta incertidumbre económica debería ser explicada con el mismo énfasis con que se explican las incertidumbres técnicas.



El análisis económico de experimentos agronómicos puede ser más eficiente si se hace en colaboración con un economista agrícola. La contribución del economista debe ser solicitada y obtenida antes de establecer los experimentos. Los varios costos y beneficios asociados con control de malezas deben ser definidos. La naturaleza de las mediciones económicas necesarias en el experimento estarán relacionadas a si se considera un cultivo en particular, una empresa agrícola, o el bienestar social de una comunidad.

5 Registro e Informe de los Resultados

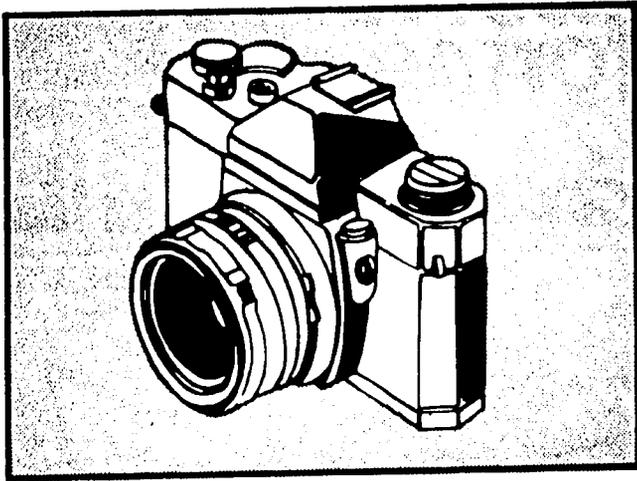
- Anote cuidadosamente la información*
- Incluya datos suficientes en los informes*



Muchos experimentos que proporcionan valiosa información son conducidos a año y sin embargo no se publican, mientras que otros de escaso valor se dan a luz. El no proporcionar estos datos, generalmente invalida todos los esfuerzos y recursos dedicados a la experimentación. Esto cuenta tanto para el trabajo de instituciones de investigación como para la investigación llevada a cabo a nivel de producción en plantaciones u organizaciones agrícolas. La información pro-

porcionada por organizaciones agrícolas, aun cuando orientada a un uso limitado, debe tener suficiente detalle como para permitir una duplicación de tal investigación.

Al informar sobre una serie de ensayos similares, deben evitarse las repeticiones, agrupando los datos adecuadamente. Existe una forma clásica para la presentación de los informes.



5.1 ANTECEDENTES

Consiste en una definición de la naturaleza y magnitud del problema, incluyendo las causas que llevaron a la realización del experimento.

5.2 MATERIALES Y METODOS

Equipo, materiales usados, prácticas culturales, ubicación del área experimental, personal involucrado, métodos empleados y diseño experimental, deben ser indicados brevemente y de tal forma que el lector pueda duplicar el trabajo bajo condiciones similares.

5.3 DATOS DE APLICACION

Toda la información registrada cuando los tratamientos son aplicados debe ser incluida en esta sección. Tipo de suelo, especies y cultivares presentes, temperatura del aire y del suelo, condiciones del tiempo, fechas, estado de crecimiento del cultivo y las malezas, tratamientos con herbicida, aditivos, tipo y volumen de acarreador, son ejemplos de información que debe incluirse.

5.4 RESULTADOS

Los datos son generalmente presentados en forma de tablas. El cabezal de la tabla debe ser breve pero

Control de Malezas en Frijol Estación Experimental, Ontario, Malheur County, Oregon, EEUA, 1975																					
Tratamiento	Dosis k/l.a/ha	% Daño al Cultivo				Evaluación Visual ^{a/} - % Control de Malezas															
		R1	R2	R3	Prom.	Echinochloa				Amaranthus				Portulaca				Chenopodium			
		R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom.
ethafluralin	1.0 ppi	10	5	5	7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
fluchloralin + bentazon	.75 ppi + 1 post	15	20	25	20	100	98	98	98	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
penoxalin	.75 ppi	0	20	10	10	98	100	99	99	99	100	100	99	99	100	100	99	99	100	100	99
penoxalin	1.0 ppi	50	40	30	40	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
penoxalin	1.5 ppi	65	70	70	68	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
HOE 23408	2.0 post	0	10	10	7	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HOE 23408	4.0 post	30	20	20	23	100	100	100	100	30	40	40	38	30	40	40	38	30	50	40	40
desmedipham	1.0 post	85	60	70	72	20	50	40	37	100	100	100	100	100	100	98	99	100	100	100	100
SN 38575	1.0 post	0	0	0	0	0	0	0	0	95	95	90	93	98	95	95	96	98	98	95	96
SN 38622	1.0 post	5	5	5	5	90	90	90	90	98	95	98	97	98	98	98	98	98	95	98	96
Testigo	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

^{a/} Escala de evaluación: 0 = no control, 100 = control total

Evaluado Julio 28, 1975

penoxalin a 1.5 k/ha redujo población, causó reducción de crecimiento y clorosis de las hojas inferiores.
ethafluralin parece indicar tolerancia para melón de semilla.
penoxalin a 1.5 k/ha produjo buen control de Malva.

Información general	Datos de aplicación	Junio 30, 1975	Julio 10, 1975
Cultivo-frijol (seco)	Fecha:	Pre siembra incorporado	Postemergente
Tamaño parcela-5 hileras x 10 m	Condiciones:	Cobertura	Cobertura
Tipo de suelo-franco limoso	Método:	160 l/ha	160 l/ha
Materia orgánica-1.3%	Volumen	8003 teejet	8003 teejet
Riego-por surcos	tamaño boquilla	35 libras/pulg. cuad.	35 libras/pulg. cuad.
	presión		
	Estado de crecimiento:	Preemergencia	Emergiendo, primer
	frijoles		hoja trifoliada
	Echinochloa		1-4 hojas
	Amaranthus		2-3 hojas
	Portulaca		2-3 hojas
	Chenopodium		2-3 hojas

FIGURA 5-1
Presentación de Datos—en Forma Tabular

Control de *Echinochloa crusgali* en arroz de inundación: efecto sobre rendimiento

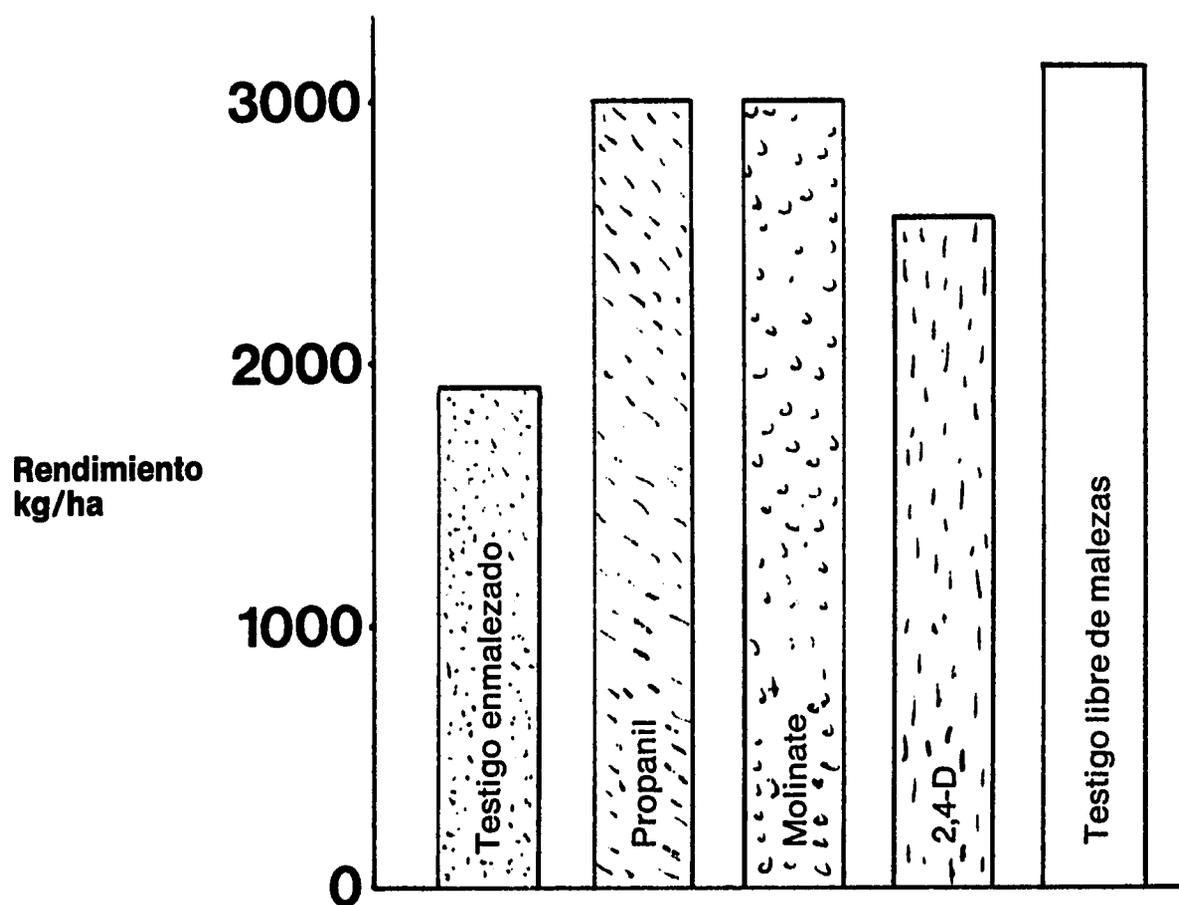


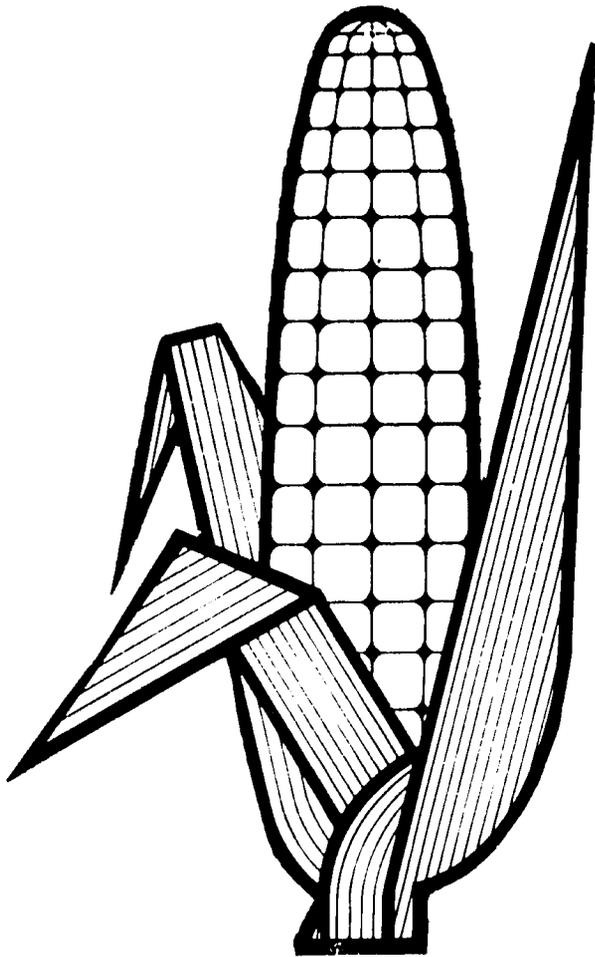
FIGURA 5-2
Presentación de Datos—en Forma Gráfica

descriptivo, de manera de no forzar al lector a referirse al texto para entenderlas. Título, localización y fecha del experimento deben ser incluidos. Cabezas para las columnas de datos deben ser de fácil entendimiento y algunas veces requieren una nota al pie para aclarar.

Los informes pueden ser leídos y usados por personas no familiarizadas con esa área de investigación. Por lo tanto, el informe tiene que proporcionar suficiente información como para ayudar a la interpretación de los datos. Muchas veces, los datos por si solos presentan un panorama confuso; una discusión escrita de los resultados y factores que los influyeron puede ser más útil que los números. La persona que ha seguido el experimento de cerca es la más indicada



para proporcionar interpretaciones de los resultados. Diagramas o gráficas representando los resultados pueden proporcionar una alternativa preferible a las tablas.



6 Precauciones

- Use procedimientos seguros de almacenaje, manejo y aplicación de herbicidas
- Conozca y sea capaz de utilizar primeros auxilios
- Siga técnicas de desecho apropiadas

6.1 HERBICIDAS Y SEGURIDAD

Los herbicidas son productos químicos y como tales deben ser manejados con precaución. A pesar de que la mayoría son de baja toxicidad en comparación con otros plaguicidas, algunos, como los fenoles sustituidos, son altamente tóxicos.

La toxicidad puede ser aguda o crónica y la atención se centra generalmente en la forma aguda. Mucho menos información existe de la toxicidad crónica; sin embargo ambas formas deben tenerse en cuenta. Por ejemplo, los investigadores están más expuestos a sufrir toxicidad crónica por el manejo continuo de plaguicidas, que a la aguda por ingestión.

Los herbicidas pueden ser peligrosos cuando ingeridos, absorbidos a través de la piel, salpicados en los ojos, o inhalados. **Como regla general: para ingestión de materiales no cáusticos, induzca el vómito; para materiales cáusticos, no debe inducirse el vómito.** En ningún caso el material deberá llegar a la tráquea y pulmones (vías respiratorias). Cuando se contamina la piel, el área expuesta deberá ser lavada con agua, seguido por un prolongado lavado con agua jabonosa y enjuagado. Salpicado de los ojos requiere un prolongado lavado con agua limpia.

Toda persona con indicios de complicaciones debe ser llevada al hospital y ser mantenida bajo observación médica.



En algunas regiones hay centros de información toxicológica a los cuales recurrir para obtener información sobre problemas específicos. Investigadores que trabajan en áreas donde este servicio no está disponible deberían mantener una lista de primeros auxilios para los diferentes tipos de intoxicación con herbicidas.

Las etiquetas de herbicidas disponibles en el comercio deben contener indicaciones sobre toxicidad

y algunas medidas de primeros auxilios. Esta información, generalmente no es proporcionada para herbicidas experimentales, consecuentemente estos deben ser considerados más riesgosos.

Lea y recuerde las indicaciones de la etiqueta.



La toxicidad es generalmente expresada en la forma de Dosis Letal media (DL_{50}). La dosis letal media por si sola no es suficiente para darnos una idea total de los riesgos involucrados al usar un compuesto. Solamente indica la dosis que elimina el 50 por ciento de los individuos de una población sometida a estudio. No nos indica nada del rango de dosis que causan muerte (por ejemplo DL_{10} o DL_{90}), ni de los efectos no letales.

NOTA: Esa información está basada en estudios de laboratorio. Los animales utilizados, tales como ratas, perros, al ser sometidos a prueba bajo condiciones artificiales, pueden responder muy diferente a los

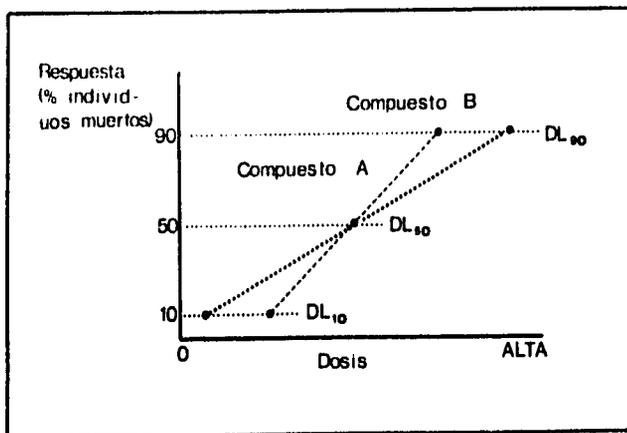


TABLA 6-1
Diferentes Compuestos con La Misma DL_{50} pero Diferentes Curvas de Dosis-Respuesta

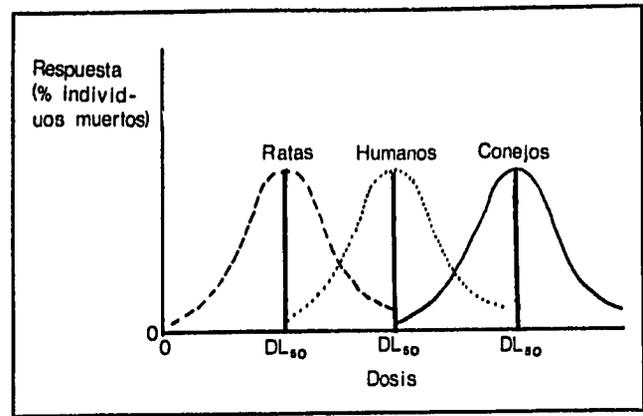


TABLA 6-2
Respuesta Hipotética de Diferentes Especies Animales al Mismo Compuesto

seres humanos. Esta información, por lo tanto, debe tomarse fundamentalmente con fines comparativos. No nos permite predecir efectos secundarios sobre animales o el medio ambiente.

Obviamente, pueden haber una serie de efectos que no se traducen en la muerte, pero que pueden ser sumamente nocivos.

Relaciones de dosis-respuesta tales como la DL_{50} son útiles en la comparación de diferentes plaguicidas y susceptibilidades.

Personal que está en contacto con herbicidas deberá tener un entendimiento claro de la toxicidad de cada compuesto, síntomas iniciales o alérgicos, y medidas de primeros auxilios.



Todos los cultivos tratados con compuestos experimentales deberán ser desechados en forma apropiada. Nunca deberán ser usados para alimentación. Deberán

dedicarse todos los esfuerzos posibles a disminuir los riesgos involucrados en el uso de herbicidas. Estos deben ser usados en forma consciente. Uso inadecuado puede resultar en daño a humanos, animales, cultivo o vegetación y medio ambiente en general. El uso impropio puede eliminar del mercado compuestos prácticamente insustituibles, o que deben ser reemplazados por otros menos efectivos y/o más tóxicos.

LA MAYOR PARTE DE LOS PROBLEMAS SUCEDEN CUANDO MANEJAN MATERIALES CONCENTRADOS

6.2 ALMACENAJE

Los herbicidas deben ser almacenados en una habitación o área protegida y cerrada, con llaves asignadas a personal autorizado solamente.



FIGURA 6-1
Desechando Envases de Herbicidas

Esta área deberá ser mantenida por encima de temperaturas de congelamiento a la vez que protegida de excesos de temperatura, usando ventiladores si es necesario. Ventilación adecuada, piso fácilmente lavable (preferiblemente concreto) son requeridos. No deberá permitirse que el sol llegue directamente a envases de vidrio para prevenir degradación causada por luz.

Los herbicidas deberán ser almacenados en forma ordenada, fechados al momento de recibirlos, y descartarlos luego de dos años si se usan para investigación (un año en el trópico). Un inventario realizado periódicamente ayuda a mantener una reserva adecuada de herbicidas.

Es imperativo no fumar cuando se trabaja con compuestos químicos. La mayor parte de los solventes utilizados para disolver herbicidas son inflamables, de manera que el uso de fósforos, llama o cigarrillos puede causar un accidente serio. El área de almacenamiento y pesaje debe estar equipado con un extinguidor de fuego.

Cuando se hace el inventario, herbicidas viejos deben ser descartados. Tal vez, la mejor forma de hacerlo es aplicarlo en el cultivo adecuado, a la dosis recomendada. Deben solicitarse o comprarse cantidades que no excedan lo que se va a utilizar durante la estación de crecimiento. De esta forma se evita la acumulación de material que luego debe ser descartado. Debe aconsejarse a los agricultores a no adquirir más producto que el que será usado durante el periodo durante el cual la fábrica garantiza su actividad.

6.3 DESECHADO

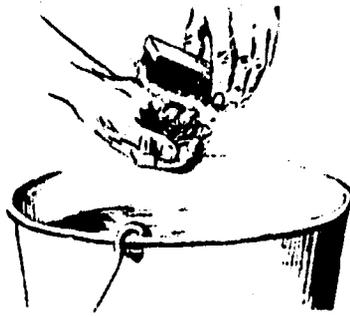
Envases de herbicidas (tanques, latas, botellas, etc.), a pesar de que aparentemente están vacíos, pueden contener trazas de herbicida. Tales envases deberían ser lavados cuidadosamente, perforados o destruidos y enterrados. Nunca deben reusarse envases para acarrear agua, etc. Algunos materiales no se descomponen por el fuego, por lo tanto, los seres humanos y animales no deben exponerse al humo que resulta de la combustión de tales envases.

El agua utilizada para limpiar las áreas de almacenaje o derrames de herbicidas debe controlarse cuidadosamente, para que no llegue a fuentes de agua que puede ser usada por animales o humanos; también debe evitarse que llegue a los sistemas de riego.

No arroje exceso de herbicidas, excepto en lugares específicos destinados a este propósito, de manera de no contaminar suelo, cultivos o el ambiente en general.

6.4 APLICACION

Ciertas precauciones deben tomarse cuando se aplican herbicidas.



6.4.1 Viento

Evite las aplicaciones cuando el viento sopla en forma tal que provocará el acarreo del material hacia personas, cultivos o parcelas testigos. La aplicación puede hacerse con una brisa moderada siempre que el operador se mueva en la dirección del viento; de esta forma se evita su contaminación.

Cuando el viento es problema, reduzca el acarreo usando boquillas que produzcan una aspersión más gruesa. Opere el aspersor a la mínima presión posible de acuerdo con las características del aspersor y las recomendaciones de la etiqueta.

6.4.2 Equipo Protector

Por su propia seguridad, toda persona encargada de aplicar plaguicidas debe entender los peligros potenciales que encierra hacia sí mismo u otras per-

sonas y por lo tanto deberá tomar las precauciones necesarias. El operador deberá cambiarse la ropa (y lavarla) y bañarse con jabón y agua, luego de cada aplicación. Ropa protectora deberá ser usada (dependiendo de la toxicidad del herbicida usado) incluyendo una camisa o saco de manga larga, sombrero, guantes y botas de goma, respirador y lentes protectores. En regiones cálidas y húmedas, tal vestimenta no es comfortable, sin embargo, deberá ser usada cuando se indique.

SENTIDO COMUN Y PRECAUCIONES PREVIENEN LA MAYOR PARTE DE LOS PROBLEMAS DE TOXICIDAD

Sentido común y precauciones apropiadas previenen la mayor parte de los problemas. Un operador no debe beber, comer o fumar mientras está manejando herbicidas.



FIGURA 6-2
Usando Ropa Protectora Durante la Aplicación

7 Medidas

Equivalencias

Conversiones

y Proporciones

7.1 EL SISTEMA METRICO

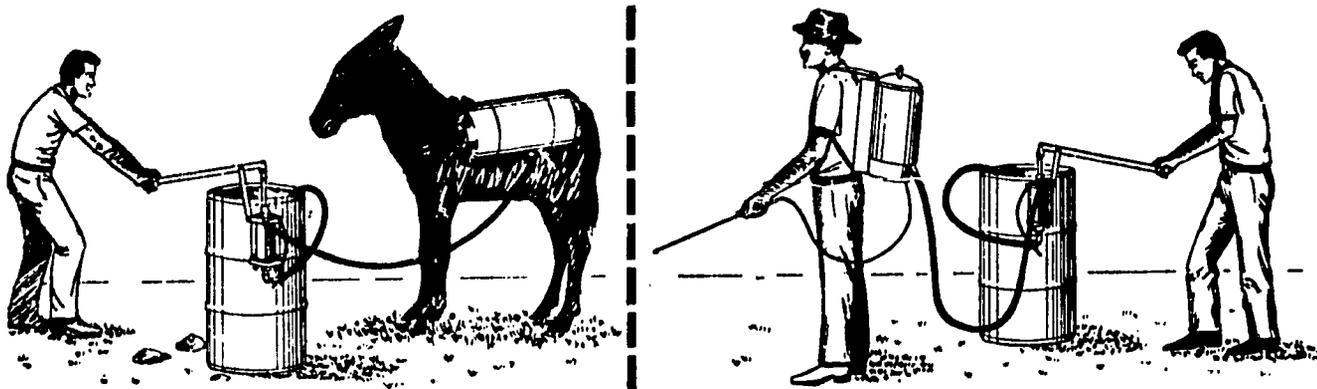
Subdivisiones más pequeñas tales como micro (10^{-6}), nano (10^{-9}) y pico (10^{-12}) son prefijos adicionales usados ocasionalmente con unidades de masa (gramo) y capacidad (litro).

Las abreviaturas del sistema métrico se forman usando una o dos letras del prefijo con m (metro), g (gramo) o l (litro):

TABLA 7-1

Algunas Abreviaturas en el Sistema Metrico

milímetro - mm	miligramo - mg	mililitro - ml
centímetro - cm	centigramo - cg	centilitro - cl
decímetro - dm	decigramo - dg	decilitro - dl
metro - m	gramo - g	litro - l
decámetro - dam	decagramo - dag	decalitro - dal
hectómetro - hm	hectogramo - hg	hectolitro - hl
kilómetro - km	kilogramo - kg	kilolitro - kl
hectárea - ha		



7.2 MEDIDAS DE U.S.A.

Los términos usados en EEUU (y algunas medidas Británicas) y sus abreviaciones son:

LINEAL;

--pulgadas (in), pie (ft), yardas (yd), millas (mi);

PESO;

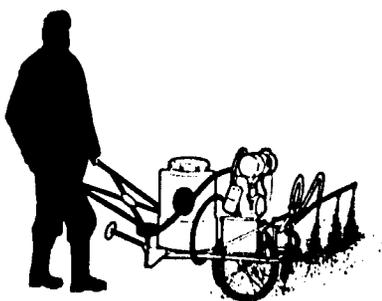
--onzas (oz), libras (lb), toneladas (T);

VOLUMEN;

--onzas líquidas (fl oz), pintas (pt), cuartos (qt), galones (gal);

AREA, CUBICAS;

--acre (a), o términos lineales precedidos por sq (para cuadrado) o cu (para cúbico)

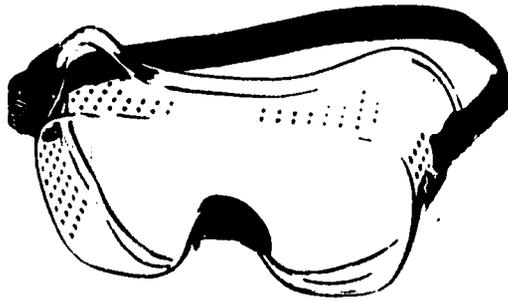


7.3 EQUIVALENCIAS

7.3.1 LINEAL

1 centímetro (cm)	= .3937 pulgadas
1 metro (m)	= 100 cm
	= 39.37 pulgadas
	= 3.28 pies (ft)
	= 1.094 yardas (yd)
1 pulgada	= 2.54 cm
1 pie	= 30.48 cm
	= 12 pulgadas
	= .333 yardas
1 yarda	= 36 pulgadas
	= 3 pies
	= 91.44 cm
	= .914 m
1 kilómetro (km)	= 1000 m
	= .621 millas
1 milla (m)	= 1.609 km
	= 1760 yd
	= 5280 pies





7.3.2 AREA

1 centímetro cuadrado (cm^2)	= 0.155 pulgadas cuadradas
1 metro cuadrado (m^2)	= 10,000 cm^2
	= 10.764 pies cuadrados
	= 1.196 yardas cuadradas
1 pulgada cuadrada	= 6.451 cm^2
1 pie cuadrado	= 929.01 cm^2
1 yarda cuadrada	= 8361.3 cm^2
	= 0.836 m^2
	= 9.00 pies cuadrados
	= 1296 pulgadas cuadradas
1 hectárea (ha)	= 2.471 acres (a)
	= 10,000 m^2
	= 107,640 pies cuadrados
1 acre	= 0.405 ha
	= 4,046.8 m^2
	= 4840 yardas cuadradas
	= 43,560 pies cuadrados
1 milla cuadrada	= 259.2 ha
	= 640 a

7.3.3 VOLUMEN

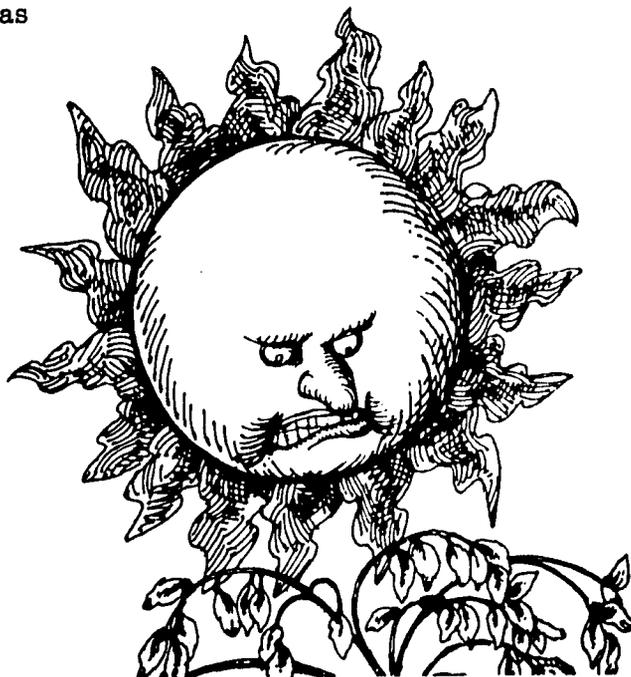
1 centímetro cúbico (c.c)	= 0.0353 onzas
1 metro cúbico m^3	= 1.308 yardas cúbicas
	= 35.315 pies cúbicos
1 pulgada cúbica (cu inch)	= 16.3871 c.c.
1 pie cúbico	= 0.0283 m^3
	= 1728 pulgadas cúbicas
	= 0.037 yardas cúbicas
1 yarda cúbica	= 0.765 m^3
	= 27 pies cúbicos
	= 46,656 pulgadas cúbicas

7.3.4 LIQUIDOS

1 litro (l)	= 1,000 c.c. = 1,000 mililitros = .264 galón americano = .22 galón imperial = 61.0234 pulgada cúbica
1 galón americano	= 213 pulgadas cúbicas = 4 cuartos = 3.785 litros = .8327 galón imperial
1 galón imperial	= 277.42 pulgadas cúbicas = 4 cuartos imperiales = 4.545 litros = 1.2 galones americanos

7.3.5 MASA

1 gramo	= 0.0353 onzas = 1,000 miligramos = .001 kilogramos
1 kg	= 35.274 onzas = 2.2046 libras
1 onza	= 28.349 g
1 libra	= 16 onzas = .4535 kg
1 tonelada	= 2,000 libras = 906.8 kg



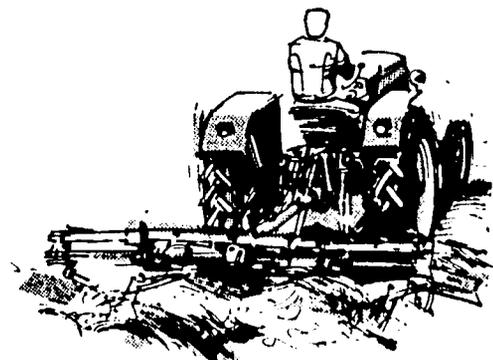
7.4 FACTORES DE CONVERSION

pulgadas x 25.4	= milímetros	
milímetros x 0.0394	= pulgadas	
pies x 0.3048	= metros	
metros x 3.281	= pies	
yardas x 0.9144	= metros	
metros x 1.094	= yardas	
millas x 1.609	= kilómetros	
kilómetros x 0.6214	= millas	
pulgada cuadrada x 6.452	= centímetros cuadrados	
centímetros cuadrados x 0.155	= pulgadas cuadradas	
pies cuadrados x 0.0929	= metros cuadrados	
metros cuadrados x 10.764	= pies cuadrados	
yardas cuadradas x 0.836	= metros cuadrados	
metros cuadrados x 1.196	= yardas cuadradas	
acres x 0.4047	= hectáreas	
hectáreas x 2.471	= acres	
pulgada cúbica x 16.387	= centímetros cúbicos	
centímetros cúbicos x 0.061	= pulgada cuadrada	
cuartos (americano) x 0.946	= litros	
litros x 1.057	= cuarto americano	
galones (americanos) x 3.7854	= litros	
litros x 0.2642	= galones americanos	
libras x .4536	= kilogramos	
kilogramos x 2.2046	= libras	
litros por pulgada cuadrada x .0703	= kilogramos por centímetro cuadrados	
kilogramos por centímetro cuad x 14.223	= libras por pulgada cuadrada	
caballos de fuerza x 0.745	= kilovatios	
kilovatios x 1.341	= caballos de fuerza	

7.4.1 TEMPERATURA

Los factores para convertir entre centígrados (C) y Fahrenheit (F) son:

$$\begin{aligned} \text{Centígrado a Fahrenheit: } & (^{\circ}\text{C} \times 1.8) + 32 = ^{\circ}\text{F} \\ \text{Fahrenheit a Centígrados: } & (^{\circ}\text{F} - 32) \times 0.5556 = ^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$



7.5 TABLAS DE DATOS

7.5.1 DESPLAZAMIENTO

El tiempo requerido para recorrer una distancia determinada indica la velocidad de desplazamiento, un factor que puede ser necesario para calcular dosis de aplicación.

La siguiente Tabla proporciona las velocidades de desplazamiento para varios tiempos usados para recorrer una distancia determinada.

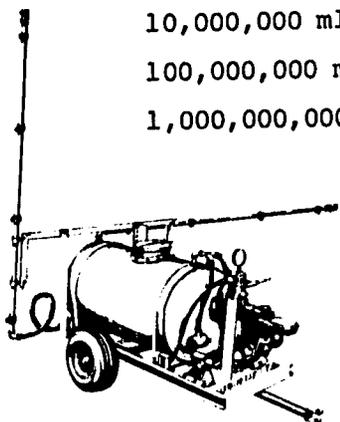
TABLA 7-2

Velocidades de Desplazamiento

Tiempo requerido para recorrer 200 pies	Velocidad en Millas/hora	Tiempo requerido para recorrer 100 m	Velocidad en kilómetros/hr.
136 segundos	1.0	360 segundos	1.0 .
91 "	1.5	240 "	1.5
68 "	2.0	180 "	2.0
55 "	2.5	144 "	2.5
46 "	3.0	120 "	3.0
39 "	3.5	103 "	3.5
34 "	4.0	90 "	4.0
30 "	4.5	80 "	4.5
27 "	5.0	72 "	5.0

7.5.2 RELACION PESO-VOLUMEN

1 gramo por	partes por million ppm	
1000 ml (1 liter)	= 1000 PPM	= 0.1%
10,000 ml (10 liters)	= 100 PPM	= 0.01%
100,000 ml (100 liters)	= 10 PPM	= 0.001%
1,000,000 ml (1000 liters)	= 1 PPM	= 0.0001%
10,000,000 ml (10,000 liters)	= 0.1 PPM	
100,000,000 ml (100,000 liters)	= 0.01 PPM	
1,000,000,000 ml (1,000,000 liters)	= 0.001 PPM o 1 PPB	



7.5.3 CONVERSIONES DE CONCENTRACIONES

onzas/100 galones	ppm	% solucion	g/100 litros
2/3	50	.005	5
1	75	.0075	7.5
1-1/3	100	.01	10
2 (1/8 lb.)	150	.015	15
2-2/3	200	.02	20
3-1/3	250	.025	25
4 (1/4 lb.)	300	.03	30
5-1/3	400	.04	40
6-2/3	500	.05	50
8 (1/2 lb.)	600	.06	60
9-1/3	700	.07	70
10-2/3	800	.08	80
12 (3/4 lb.)	900	.09	90
13-1/3	1000	0.10	100
16 (1 lb.)	1200	0.12	120
20 (1-1/4 lb.)	1500	0.15	150
24 (1-1/2 lb.)	1800	0.18	180

7.5.4 EQUIVALENCIAS - AREA

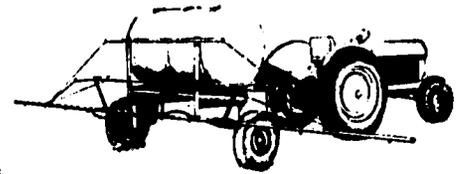
metros cuadrados	yardas cuadradas	pies cuadrados	pulgadas cuadradas
.1	.1196	1.076	155.0
.25	.2990	2.691	387.5
.50	.5980	5.382	775.0
.75	.8970	8.073	1162.5
1.0	1.196	10.76	1550.0
2.0	2.392	21.53	3100.0
3.0	3.588	32.29	4650.0
4.0	4.784	43.06	6200.0
5.0	5.980	53.82	7750.0
6.0	7.176	64.58	9300.0
7.0	8.372	75.35	10850.0
8.0	9.568	86.11	12400.0
9.0	10.764	96.88	13950.0



7.5.5 EQUIVALENCIAS - CONCENTRACIONES

libras/galon americano	gramos/ litro	libras/ litro	gramos/galon americano
0.1	11.98	.03	45.36
0.2	23.97	.05	90.72
0.25	29.96	.07	113.40
0.3	35.95	.08	136.08
0.4	47.93	.11	181.44
0.5	59.91	.13	226.80
0.6	71.90	.16	272.16
0.7	83.80	.18	317.52
0.75	89.87	.20	340.20
0.8	95.86	.21	362.87
0.9	107.85	.24	408.23
1.0	119.83	.26	453.59
2.0	239.65	.53	907.20
3.0	359.48	.79	1360.79
4.0	479.31	1.07	1814.38
5.0	599.14	1.32	2267.97
6.0	718.97	1.58	2721.56
7.0	838.80	1.85	3175.15
8.0	958.63	2.11	3628.74
9.0	1078.46	2.38	4082.33
10.0	1198.29	2.64	4535.92

7.5.6 EQUIVALENCIAS - APLICACIONES LIQUIDAS



onzas liquidas/ 100 pies cuad.	mililitros/ 100 pies cuad.	mililitros/ decametro cuad.	galones americanos/ acre	litros/ ha
.1	2.957	31.832	.340	3.183
.25	7.393	79.581	.850	7.957
.50	14.787	159.162	1.702	15.916
.75	22.180	238.743	2.552	23.874
1.0	29.573	318.324	3.403	31.832
2.0	59.147	636.649	6.806	63.663
3.0	88.720	954.973	10.209	95.495
4.0	118.294	1273.297	13.613	127.327
5.0	147.867	1591.621	17.016	159.158
6.0	177.440	1909.945	20.419	190.990
7.0	207.014	2228.270	23.822	222.821
8.0	236.587	2546.594	27.225	254.653
9.0	266.161	2864.918	30.628	286.485
10.0	295.734	3183.242	34.031	318.316
15.0	443.601	4774.864	51.047	477.474
20.0	591.468	6366.485	68.063	636.632
30.0	887.202	9549.727	102.094	954.948
40.0	1182.936	12732.969	136.125	1273.265
50.0	1478.670	15916.212	170.156	1591.581
60.0	1774.404	19099.454	204.188	1909.897
70.0	2070.138	22282.219	238.219	2228.213
80.0	2365.872	25465.939	272.250	2546.529
90.0	2661.606	28649.181	306.281	2864.845
100.0	2957.340	31832.423	340.313	3183.162

galones americanos/ acre	litros/ ha	galones americanos/ ha	litros/ acre	mililitros/ m ²
.1	.935	.247	.379	.0935
.25	2.338	.618	.946	.234
.50	4.677	1.236	1.893	.468
.75	7.015	1.853	2.839	.702
1.0	9.354	2.471	3.785	.935
2.0	18.707	4.942	7.571	1.871
3.0	28.061	7.413	11.356	2.806
4.0	37.415	9.884	15.141	3.742
5.0	46.769	12.355	18.927	4.677
6.0	56.122	14.826	22.712	5.612
7.0	65.476	17.297	26.497	6.548
8.0	74.829	19.768	30.282	7.483
9.0	84.183	22.239	34.068	8.418
10.0	93.536	24.710	37.853	9.354
15.0	140.305	37.066	56.780	14.030
20.0	187.073	49.421	75.706	18.707
30.0	280.609	74.131	113.559	28.061
40.0	374.146	98.842	151.412	37.415
50.0	467.682	123.552	189.265	46.768
60.0	561.219	148.263	227.118	56.122
70.0	654.755	172.973	264.971	65.475
80.0	748.291	197.684	302.824	74.829
90.0	841.828	222.394	340.677	84.183
100.0	935.364	247.104	378.530	93.536

7.5.7 EQUIVALENCIAS - APLICACIONES SOLIDAS

libras/ acre	kilogramos/ ha	libras/ ha	kilogramos/ acre
.1	.112	.25	.045
.25	.280	.62	.114
.50	.560	1.23	.227
.75	.841	1.85	.341
1.0	1.1209	2.47	.454
2.0	2.2417	4.94	.907
3.0	3.3626	7.31	1.361
4.0	4.4834	9.88	1.814
5.0	5.6043	12.35	2.268
6.0	6.7251	14.83	2.722
7.0	7.8460	17.30	3.175
8.0	8.9669	19.72	3.629
9.0	10.8077	22.24	4.082
10.0	11.2086	24.71	4.536
15.0	16.2129	37.07	6.804
20.0	22.4170	49.42	9.071
30.0	33.6256	74.15	13.607
40.0	44.8342	98.84	18.143
50.0	56.0428	123.55	22.679
60.0	67.2514	148.26	27.215
70.0	78.4600	172.97	31.751
80.0	89.6686	197.68	36.287
90.0	100.8772	222.39	40.823
100.0	112.0858	247.10	45.359

kilogramos/ ha	libras/ acre	libras/ ha	kilogramos/ acre
.1	.09	.2205	.0405
.25	.22	.5512	.1012
.50	.45	1.1023	.2023
.75	.67	1.6535	.3035
1.0	.89	2.2046	.405
2.0	1.8	4.4092	.809
3.0	2.7	6.6138	1.214
4.0	3.6	8.8184	1.619
5.0	4.5	11.0230	2.023
6.0	5.3	13.2276	2.428
7.0	6.2	15.4322	2.833
8.0	7.1	17.6368	3.238
9.0	8.0	19.8414	3.642
10.0	8.9	22.0460	4.047
15.0	12.5	33.0690	6.070
20.0	17.8	44.0920	8.093
30.0	26.8	66.1380	12.140
40.0	35.7	88.1840	16.187
50.0	44.6	110.2300	20.234
60.0	53.5	132.2760	24.281
70.0	62.5	154.3220	28.328
80.0	71.4	176.3680	32.375
90.0	80.3	198.4140	36.422
100.0	89.2	220.4600	40.4687

**7.5.8 GRAMOS REQUERIDOS DE DIFERENTES DOSIS
PARA UN AREA DETERMINADA**

Dosis en libras/acre (producto comercial o ingrediente activo)

		0.25	0.50	1	2	3	4	5	6	7.5	8	9	10
Area tratada en pies cuadrados	6	0.02	0.03	0.06	0.13	0.19	0.25	0.31	0.38	0.47	0.50	0.56	0.63
	10	0.03	0.05	0.10	0.21	0.31	0.42	0.52	0.63	0.78	0.83	0.94	1.04
	25	0.07	0.13	0.26	0.52	0.78	1.04	1.30	1.56	1.95	2.08	2.34	2.60
	30	0.08	0.16	0.31	0.63	0.94	1.25	1.56	1.87	2.34	2.50	2.81	3.12
	36	0.09	0.19	0.38	0.75	1.13	1.50	1.87	2.25	2.81	3.00	3.37	3.75
	48	0.13	0.25	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.75	4.00	4.50	5.00
	64	0.17	0.33	0.67	1.33	2.00	2.67	3.33	4.00	5.00	5.33	6.00	6.66
	72	0.19	0.38	0.75	1.50	2.25	3.00	3.75	4.50	5.62	6.00	6.75	7.50
	75	0.20	0.39	0.78	1.56	2.34	3.12	3.91	4.69	5.86	6.25	7.03	7.81
	81	0.21	0.42	0.84	1.69	2.53	3.37	4.22	5.06	6.33	6.75	7.59	8.44
	90	0.23	0.47	0.94	1.87	2.81	3.75	4.69	5.62	7.03	7.50	8.44	9.37
	100	0.26	0.52	1.04	2.08	3.12	4.17	5.21	6.25	7.81	8.33	9.37	10.4
	120	0.31	0.63	1.25	2.50	3.75	5.00	6.25	7.50	9.37	10.0	11.3	12.5
	150	0.39	0.78	1.56	3.12	4.69	6.25	7.81	9.37	11.7	12.5	14.1	15.6
200	0.52	1.04	2.08	4.17	6.25	8.33	10.4	12.5	15.6	16.7	18.7	20.8	
250	0.65	1.30	2.60	5.21	7.81	10.4	13.0	15.6	19.5	20.8	23.4	26.0	
300	0.78	1.56	3.12	6.25	9.37	12.5	15.6	18.7	23.4	25.0	28.1	31.2	
400	1.04	2.08	4.17	8.33	12.5	16.7	20.8	25.0	31.2	33.3	37.5	41.7	
500	1.30	2.60	5.21	10.4	15.6	20.8	26.0	31.2	39.1	41.7	46.9	52.1	
750	1.95	3.91	7.81	15.6	23.4	31.2	39.1	46.9	58.6	62.5	70.3	78.1	
1000	2.60	5.21	10.4	20.8	31.2	41.7	52.1	62.5	78.1	83.3	93.7	104	
1200	3.12	6.25	12.5	25.0	37.5	50.0	62.5	75.0	93.7	100	113	125	

