

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE AGRONOMIA

PRINCIPIOS DE CONTROL  
QUIMICO DE MALEZAS  
EN HUERTOS FRUTALES

MARCELO KOGAN A.

SERGIO LAZEN R.

CARLOS FERNÁNDEZ B.

1973

PRINCIPIOS DE CONTROL QUIMICO DE MALEZAS  
EN HUERTOS FRUTALES

UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE AGRONOMIA

---

# PRINCIPIOS DE CONTROL QUIMICO DE MALEZAS EN HUERTOS FRUTALES

MARCELO KOGAN A.  
Ing. Agrónomo, M.S.  
Profesor Control de Malezas, U. de Chile,  
Fac. de Agronomía.  
Casilla 1004. Stgo. Chile.

SERGIO LAZEN R.  
Ing. Agrónomo.  
Profesor Control de Malezas, U. Católica.  
Valparaíso.  
Prof. Auxiliar Control de Malezas,  
U. de Chile, Fac. de Agronomía.  
Jefe Depto. Técnico Productos Químicos  
CIBA-GEIGY (CHILE).

CARLOS FERNÁNDEZ B.  
Ing. Agrónomo  
Prof. Auxiliar Control de Malezas,  
U. de Chile, Fac. de Agronomía.  
Casilla 1004. Stgo. Chile.

Derechos Reservados  
a los autores  
Nº 41406

*“Los herbicidas son  
herramientas de trabajo,  
en ningún caso sustituyen  
el buen criterio”.*

Prof. SALOMÓN ZAVIEZO

## I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION. . . . .	9
EFFECTOS PERJUDICIALES DE LAS MALEZAS . . . . .	11
Aspecto económico. Competencia y teletoxicidad. Malezas eficientes.	
LAS LABORES MECANICAS Y EL NO MOVIMIENTO DEL SUELO. . . . .	15
Efecto de las labores mecánicas sobre las propiedades físicas del suelo. Sistema del no-cultivo, ventajas y limitaciones.	
HERBICIDAS EN HUERTOS FRUTALES . . . . .	21
Generalidades. Herbicidas de contacto, translocación y residuales.	
COMPORTAMIENTO DE LOS HERBICIDAS EN EL SUELO . . . . .	49
Movimiento de herbicidas. Mecanismos y factores que influyen en la adsorción.	
TRATAMIENTOS HERBICIDAS SELECTIVOS EN HUERTOS FRUTALES . . . . .	57
Tratamientos dirigidos al follaje de las malezas y al suelo. Selectividad. Programa de control de malezas.	
USO DE HERBICIDAS EN VIVEROS . . . . .	64
Manzano, Ciruelo, Citrus y Duraznero.	
BIBLIOGRAFIA . . . . .	71

## INTRODUCCION

El desarrollo de la práctica de control químico de malezas en los cultivos anuales, en los años inmediatos a la post guerra, fue uno de los procesos más rápidos de la agricultura moderna. Sin embargo, hasta hace poco, estas técnicas no parecían tener mucha aplicación en la fruticultura, debido principalmente a que la alta rentabilidad del cultivo permitía un elevado costo por concepto de mano de obra. El temor de daño por fitotoxicidad también contribuyó en gran medida; aspecto muy atendible, ya que el daño a un árbol establecido con varios años de vida productiva, podría resultar en una pérdida cuantiosa. Cabe señalar que los primeros productos químicos usados como herbicidas parecían tener poca aplicación en el campo de la fruticultura. También es importante destacar la falta de divulgación, tradición del cultivo mecánico del huerto y aspectos económicos.

En los últimos años, el interés por el control químico ha sido estimulado por las dificultades de encontrar mano de obra temporal y su alto costo. Esto ha coincidido con la introducción de grupos de herbicidas que ofrecen un alto grado de selectividad para las especies frutales y es así, como la introducción de herbicidas que persisten en el suelo, altamente insolubles, como son ciertos representantes del grupo de las triazinas, úreas y uracilos, influyó en gran medida en el reemplazo de las escardas mecánicas. (IVENS, 1965). Otro grupo de herbicidas de particular importancia para frutales son los compuestos cuaternarios de amonio, gra-

cias a su poderosa acción de contacto y a su rápida fijación en el suelo.

Con el uso de herbicidas residuales y de contacto, se puede resolver la mayoría de los problemas causados por malezas anuales. Para malezas perennes, como *Sorghum halepense* (L) Pers. (Maicillo), *Cynodon dactylon* (L) Pers. (Pasto bermuda) y *Convolvulus arvensis* L. (Correhuela), se imponen los herbicidas de translocación.

El uso de herbicidas no sólo permite un control más efectivo de las malezas y una reducción de mano de obra, sino que también ha revolucionado los métodos de producción frutícola (FRYER, 1967). El impacto ha sido tan completo que ha abarcado cambios en las prácticas culturales, como es la distancia entre plantas, que a su vez hace más reales los nuevos conceptos de cosecha mecánica, sin las limitaciones por necesidad de trasladar los implementos a través de la plantación a intervalos frecuentes. (STOWELL, 1967).

Sin lugar a dudas, como el empleo de herbicidas en huertos es creciente, su uso ha dado y seguirá dando lugar a un sin número de interrogantes, de manera que una actitud realista es tender a solucionar los nuevos problemas que se presenten, antes que volver a los sistemas tradicionales de control de malezas.

El presente trabajo no persigue proporcionar pautas acabadas del uso de herbicidas en huertos frutales, ya que condiciones ambientales, especies, variedades e incluso formulaciones distintas de los herbicidas, pueden hacerlas variar, no sólo de un país a otro sino que también de un huerto a otro. Sólo se pretende entregar las bases científicas para que los herbicidas sean recomendados y aplicados según la técnica, experiencia y el criterio de los profesionales que se preocupen de esta especialidad



## EFECTOS PERJUDICIALES DE LAS MALEZAS

El conocimiento de estos efectos es de vital importancia, ya que de ellos resulta la reducción de los rendimientos y consecuentemente la dificultad para producir económicamente. A modo de información se puede indicar que en Sudamérica en 1964/65 las malezas ocasionaron a la fruticultura, incluyendo los citrus y uvas, una pérdida de 1.350.000 toneladas (10% de la producción total) lo que equivale a 92,3 millones de dólares (CRAMER, 1967).

Se ha establecido claramente que el crecimiento de las plantas es influido por la presencia de plantas adyacentes. El fenómeno de competencia puede ser entendido como una activa demanda para obtener un material por dos o más organismos. La competencia es generalmente más marcada entre organismos con similares o las mismas necesidades para suplir un determinado factor y, al mismo tiempo, por lo tanto, la competencia de malezas con un cultivo no es crítica cuando se presenta luego de la florescencia de ese. En consecuencia, la competencia depende de la forma de vida, del hábito de vida, del tipo y grado del competidor. (CLEMENT y SHELFORD, 1939). Es sabido que las malezas compiten con los cultivos por espacio, elementos nutricios, agua y luz. Además, son huéspedes de insectos y/o algunos hongos. Relaciones de este tipo no serán discutidas ya que son bien conocidas y se encuentran en la literatura tradicional. Sin embargo, a un gran número de interacciones a nivel de la zona radicular no

se les ha dado su debida importancia. Existen considerables evidencias de antagonismo entre plantas cultivadas y malezas. La multitud de sustancias orgánicas que son secretadas o excretadas por las plantas, tanto como el gran número de sustancias que provienen de la degradación de esas en el suelo, forman parte de una fantástica guerra de acciones e interacciones. PAPADAKIS (1954), se refiere a esas interacciones como a "factores fitosociales".

En 1902, DE CANDOLLE, botánico francés, citado por AUDUS (1963), se preguntó sobre la existencia de inhibidores naturales secretados por las plantas, que inhiben a otros vegetales. Pensó que esas sustancias existían y eran factores importantes en la ecología vegetal, sin embargo, sus ideas no fueron aceptadas en esa época. Más tarde PICKERING (1903), citado por PAPADAKIS (1954), descubrió que las raíces de las plantas excretan toxinas.

En la actualidad, con el avance en la técnica de separación de compuestos, la identificación de algunas de estas sustancias ha sido posible y su efecto perjudicial lo han reportado BÖNNER (1950), BORNER (1960), GRÜMER (1961), FRIEDMAN y HOROWITZ (1970).

Teletoxicidad es el término aplicado a la acción e interacción de muchas de esas sustancias sobre el crecimiento de plantas superiores, particularmente en sus aspectos adversos.

El estudio de la acción teletóxica ha estado sujeta a considerable controversia por más de 50 años. Trabajos realizados por PICKERING y BEDFORD (1919), citados por KING (1966), demostraron que gramíneas que crecían bajo árboles frutales, excretaban sustancias tóxicas, influyendo posteriormente en el crecimiento de los árboles. Cabe destacar que este trabajo es anterior al descubrimiento de las auxinas y otros reguladores del crecimiento. Esto motivó la idea de la ocurrencia de toxinas en el suelo.

OSVALD (1947), citado por KING (1966), ha usado el término de fitoxinas. Este autor trabajó con extracto de estolones de *Agropyron repens* y estudió el efecto de éste sobre germinación y crecimiento de *Brassica napus*, *B. rapus* y *Avena sativa*. En todos los casos hubo inhibición de la germinación y del crecimiento; sin embargo, en la última especie fue necesario aplicar un extracto dos veces más concentrado, para conseguir un efecto similar.

Posiblemente la agresividad de las especies pertenecientes a la familia de las gramíneas, en particular los géneros *Agropyron*, *Paspalum* y *Sorghum*, puede deberse en gran medida a fitotoxinas provenientes de esas plantas, en forma de secreciones o como productos de degradación de ellas en el suelo.

PICKERING en 1903 publicó el primer trabajo de daños de gramíneas sobre árboles frutales. Este daño fue atribuido por otros a la competencia por nutrientes o a la disminución del oxígeno por la presencia de las raíces de las gramíneas. Estas posibilidades fueron descartadas cuando el autor concluyó que los efectos dañinos se debían a agentes negativos directos sobre las raíces del manzano. En trabajos realizados con árboles jóvenes de manzanos en los que se permitía que el lavado de las raíces de las gramíneas descendiera a las raíces del frutal, se constató que se inhibía el crecimiento normal de éste, con lo cual concluyó que las raíces de las gramíneas secretaban sustancias de acción teletóxica. (PAPADAKIS, 1954).

Trabajos recientes de FRIEDMAN y HOROWITZ (1970) han demostrado que tres malezas perennes, especialmente dos de ellas de gran importancia en huertos frutales y viñas: *Sorghum halepense* y *Cynodon dactylon*, luego de descompuestas o degradadas en el suelo, producían toxinas capaces de inhibir el desarrollo radicular de las tres especies ensayadas: cebada, trigo y mostaza. Cabe pensar que esas malezas, además de competir por los factores de

crecimiento como son luz, agua, elementos nutritivos y espacio, producen teletoxicidad a las especies frutales.

Otro aspecto importante de destacar es que la mayoría de las especies de malezas problemas en huertos frutales, son plantas eficientes (Tabla 1), caracterizadas por una alta capacidad fotosintética, por lo que requieren elevada intensidad lumínica para su saturación. Además, en este tipo de plantas no se produce fotorespiración y el punto de compensación es bajísimo (5 ppm o menos).

Las plantas eficientes requieren menores cantidades de agua para producir una unidad de materia seca. (BLACK, CHEN y BROWN, 1969).

Estas características, sumadas a las de reproducción vegetativa de muchas de ellas, nos indican que las plantas eficientes son serias competidoras y por lo tanto malezas agresivas de difícil control.

TABLA 1.— *Malezas consideradas eficientes*

Nombre científico	Nombre vulgar
<i>Sorghum halepense</i>	(maicillo)
<i>Cynodon dactylon</i>	(chépica blanca)
<i>Cyperus rotundus</i>	(chufa, coquillo)
<i>Paspalum sp</i>	(chépica)
<i>Echinochloa crusgalli</i>	(hualcacho)
<i>Setaria sp</i>	(pega-pega)
<i>Digitaria sanguinalis</i>	(pata de gallina)
<i>Amarantbus sp</i>	(bledo)
<i>Portulaca oleracea</i>	(verdolaga)

## LAS LABORES MECANICAS Y EL NO MOVIMIENTO DEL SUELO EN HUERTOS FRUTALES

Desde los inicios de la agricultura, la práctica de realizar labores mecánicas en huerto se ha difundido notablemente y hoy en día aún existe la creencia generalizada de que son indispensables para alcanzar buenos rendimientos. Tradicionalmente se le ha asignado gran importancia en la infiltración, reducción de la pérdida de agua, aireación y control de las malezas.

De acuerdo a numerosas investigaciones se puede concluir, en términos generales, que los suelos no cultivados mecánicamente poseen una mayor infiltración del agua comparados con aquellos trabajados mecánicamente. El continuo paso de los implementos mecánicos de labranza afecta la estructura del suelo y la orientación de sus partículas, lo que redundo en compactaciones que dan origen a una infiltración deficiente. En Chile se ha constatado que un alto porcentaje de los huertos existentes en las provincias de Santiago y Aconcagua, presentan impedimentos físicos, que limitan la eficiencia de los riegos.

La supuesta conservación de la humedad del suelo por medio del laboreo se basa en antiguas teorías, que señalan que una discontinuidad capilar disminuiría las pérdidas de agua; dicha discontinuidad capilar se obtendría removiendo la superficie del suelo (PAPADAKIS, 1954). Sin embargo, el movimiento capilar del agua en el suelo es mínimo y desde el punto de vista práctico no tiene importancia (HAGAN, HAISE y EDMINSTER, 1967).

La aireación del suelo está íntimamente ligada a la porosidad y ésta a su vez depende del grado de estructuración; por lo tanto, cualquiera alteración de la estructura influye en la aireación del suelo. Las labores mecánicas pueden tener un efecto favorable o desfavorable (BUCKMAN y BRADY, 1965). Un efecto favorable se produciría en la zona removida y sería de corta duración. Sin embargo, a largo plazo se produce un efecto desfavorable, debido fundamentalmente a que el continuo cultivar acelera la oxidación de la materia orgánica, factor importante en la estructuración. Es posible concluir que, exceptuando los suelos pesados que presentan arcilla del tipo 2:1, el laboreo continuo tiende a reducir la aireación del suelo.

Es evidente que el laboreo del suelo tiene una considerable influencia sobre las condiciones físicas de éste, lo que se traduce en un efecto sobre el intercambio gaseoso entre el suelo y la atmósfera, en la infiltración, estructuración, compactación y encostramiento superficial.

Se sabe que el encostramiento limita el intercambio gaseoso y la infiltración del agua. Acerca del primer fenómeno existe poca información, en especial sobre los requerimientos de oxígeno por parte de las raíces de las diferentes especies. Muchos artículos reportan sobre plántulas afectadas adversamente por el encostramiento, debido no sólo al obstáculo mecánico de la costra, sino que también debido a la proliferación de microorganismos patógenos, producto de la depresión del oxígeno y/o aumento de anhídrido carbónico.

En cambio, cuando se trata de cultivos perennes o anuales establecidos, la presencia de esta costra superficial no los afecta.

BLACKE (1963), DAY (1958) y BAVER (1966), indican que la reducción o eliminación de las labores mecánicas han per-

mitido aumentar la infiltración, fenómeno íntimamente relacionado con el encostramiento. Este incremento puede deberse principalmente a una mejor porosidad y estructuración de la zona superficial del suelo. (WILLIAMS, 1951, y PROERSTIN, 1956, mencionados por ROBINSON, 1964).

El no-cultivo, sin embargo, no siempre mejora la estructura en la superficie del suelo, ya que en algunos casos los poros superficiales pueden ser obturados por la acción del impacto de la gota de lluvia, llegando a consolidarse la superficie. En estas condiciones la infiltración es reducida, lo que genera un acentuado escurrimiento superficial que tiende a erosionar los suelos. Es éste el principal problema que provocaría el sistema del no-cultivo cuando se aplica en suelos con cierta pendiente.

Otro fenómeno que está influenciado por el laboreo es la compactación que por un lado limita el desarrollo radicular y por otro la infiltración del agua. Es más frecuente que estos impedimentos físicos se produzcan en suelos de textura pesada, cuando son trabajados a niveles de humedad cercanos a capacidad de campo. En estas condiciones gran parte de los poros estarían saturados de agua, por lo que al aplicar una fuerza se orientarían las partículas en un solo sentido, originando la compactación.

Otro aspecto favorable del no-cultivo es el que dice relación con la temperatura. El suelo actúa como un intercambiador de calor, absorbiéndolo durante el día y cediéndolo en la noche al ambiente.

Un suelo trabajado mecánicamente disminuye su conductividad térmica, reduciéndose por tanto su capacidad para intercambiar calor. Si está cubierto por un manto vegetal actúa como aislante, disminuyendo considerablemente la absorción diurna de calor y dificulta su entrega durante la noche. En cambio un suelo

en no-cultivo, presenta las mejores condiciones para que dicho intercambio se produzca. Sobre este punto conviene recalcar la opinión de LEYDEN citado por BEAR (1969), "el no-cultivo con deshierbe químico es una práctica cultural que puede modificar favorablemente el microclima del huerto durante la noche y se puede considerar como una medida de protección contra las heladas".

Experiencias realizadas en Florida, señalan que las parcelas bajo no-cultivo siempre han presentado temperaturas más altas que las parcelas trabajadas mecánicamente y que las cubiertas con vegetación (BEAR, 1969). Además, se ha comprobado que los árboles dañados por las heladas se recobran con mayor rapidez cuando están sometidos al no-cultivo. Algunas cifras obtenidas en estos centros de estudios señalan que durante los años 1957 y 1963 las temperaturas mínimas promedio tomadas a 30 cm de profundidad en el suelo, en las parcelas bajo no-cultivo fueron 1,8°C superiores a las con vegetación y 1,0°C respecto a las cultivadas mecánicamente. Los resultados obtenidos a 1,5 mt sobre el suelo, también fueron superiores para el sistema de no-cultivo en 0,9°C respecto al sistema con vegetación y 0,5°C respecto al cultivo mecánico.

Las labores mecánicas destinadas a controlar las malezas son la única justificación valedera de esta práctica. Hoy en día el método mecánico de control está siendo reemplazado por el uso de herbicidas, permitiendo con ello un cambio radical en el manejo de los huertos; es así como en países de agricultura avanzada se ha impuesto el sistema del no cultivo, que consiste en la supresión total o parcial de las labores mecánicas.

Investigadores de principios de siglo decidieron aplicar esta nueva técnica basándose en dos conceptos:



- 1.— De todas las ventajas atribuibles al laboreo del suelo, la más importante es la remoción de las malezas y
- 2.— Para la mayoría de los suelos agrícolas, las mejores condiciones estructurales corresponden a los suelos vírgenes. Esto significa que un suelo bajo el régimen de no-cultivo, tendería a recuperar esas condiciones ideales.

En base a estos conceptos se iniciaron algunas experiencias destinadas a verificar su validez práctica. La primera referencia data de 1921. Sin embargo, la adopción de este sistema fue mínima durante los siguientes 30 años. La razón fundamental de su baja aplicación fue la no existencia de herbicidas adecuados para este propósito.

El progreso de la investigación y de la tecnología química y, como consecuencia de ello, la aparición de nuevos productos, permitió un incremento espectacular de la superficie bajo no-cultivo, especialmente en los últimos 20 años. Como referencia se puede citar que en California existen aproximadamente 100.000 ha plantadas con citrus. De éstas, aproximadamente un 25%, en el año 1950, estaba bajo el sistema de no-cultivo; durante la década 1950/1960 la superficie citrícola bajo el sistema de no-cultivo se duplicó, gracias a la aparición de herbicidas del tipo amonios cuaternarios, ureas y triazinas. En el año 1970 el porcentaje bajo no cultivo fue de 85%, cifra que se alcanzó fundamentalmente gracias a la existencia de los herbicidas ya nombrados, como también a la incorporación de benzonitrilos y uracilos. El incremento de la superficie sometida a este sistema se observa también en países como Israel, Africa del Sur y Australia.

Básicamente se pueden distinguir dos tipos de no-cultivo: no-cultivo sin vegetación y no-cultivo con cubierta vegetal, que

puede ser total o parcial (vegetación sólo entre las hileras de plantación).

Las especies cítricas son las que cuentan con una mayor superficie bajo el sistema sin vegetación. La adopción de este sistema en cítricos permite aumentar no sólo los rendimientos, sino que también la calidad de la fruta: (ROBINSON, 1964; KIMBAL, 1950; JONES, 1957; YARRIK, 1946 y FRITH, 1952). Estos efectos favorables son atribuidos al mejoramiento de la estructura y porosidad del suelo, permitiendo de este modo que una gran cantidad de raíces se desarrolle cerca de la superficie.

El segundo sistema que corresponde a no-cultivo con cubierta vegetal total o parcial se justifica en especies como manzano y peral. Del punto de vista ecológico estas especies se sitúan preferentemente en zonas donde la precipitación supera los 500 mm. Con este régimen pluviométrico la competencia por agua no es crítica como lo es para especies frutales ecosituadas en zonas semiáridas. FRYER (1966), señala que este manejo del huerto, es el más adoptado en los países del Norte de Europa y muchas regiones de Estados Unidos. Las principales ventajas que ofrece una cubierta vegetal son:

- Protección al suelo del impacto de la gota de lluvia; y
- Posibilidad de entrar más fácilmente al huerto con equipos pesados en estaciones lluviosas.

Aún cuando aparentemente la adopción del no cultivo no presenta inconvenientes, se ha podido verificar a través de numerosas experiencias que esta práctica es recomendable en determinadas circunstancias; no se puede generalizar ni ser recomendada en cualquier situación. Para poder decidir bajo que condiciones puede ser aplicada, es preciso conocer como influye el no-cultivo en algunas propiedades físicas del suelo y sobre el cultivo mismo.

## HERBICIDAS EN HUERTOS FRUTALES

En el siglo XVIII, comenzó el control de plantas indeseables, cuando JETHRO TULL concibió la idea de sembrar los cultivos en línea y cultivar la entre hilera. No hizo eso pensando en las malezas, sino que por suponer que las plantas se alimentaban de suelo suelto. La historia de los productos químicos usados como herbicidas, tiene su origen aproximadamente en 1885. Simultáneamente SCHULTZ (1909), en Alemania y BOLLEY (1908), en USA, desarrollaron el sulfato de cobre como herbicida para destruir malezas de hoja ancha en cereales. Luego aparecen la cianamida de calcio, cloratos, perclorato de sodio, arsenito de sodio y otros.

Los avances en el campo de la química, luego de la primera guerra, llevaron al apareamiento de productos herbicidas orgánicos. Así nació en 1932 el DNOC (2 metil, 4,6-dinitrofenol). Algunos años más tarde en 1941-1942 el descubrimiento del 2,4-D y derivados condujo a un gran auge en el campo del control de malezas. A partir del descubrimiento de estos últimos herbicidas, se desarrolló un gran número de otros herbicidas orgánicos. En la actualidad se ofrece a los agricultores alrededor de 125 herbicidas básicos y el número de productos registrados oficialmente ha aumentado notablemente. En la Fig. 1 se puede apreciar el número de productos posibles de usar en diferentes cultivos.

En Chile los primeros herbicidas empleados en huertos fru-

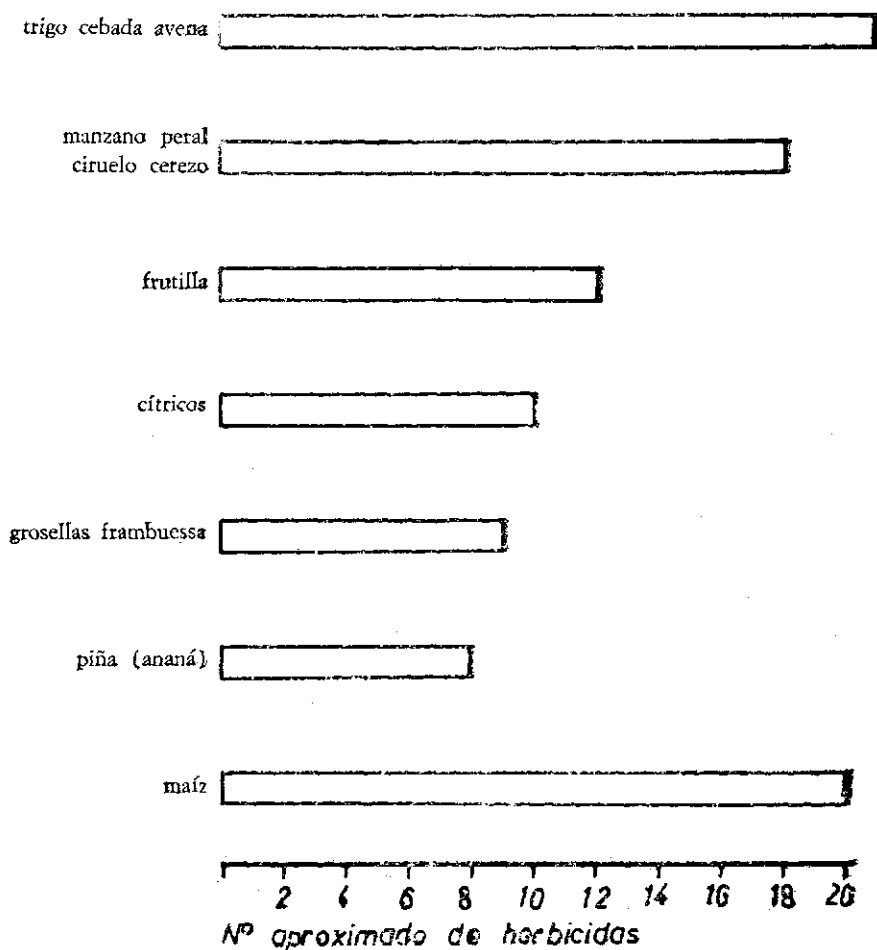


FIGURA 1.— Este gráfico da una idea del número de productos químicos herbicidas diferentes, adecuados para uso en el campo, en una serie de cultivos.

(Extraído de Fryer, Span 10,1. 1967).

tales, fueron dalapón y aminotriazol, preferentemente usados en el control de *Cynodon dactylon* (chépica blanca), *Paspalum sp* (chépica) y *Sorghum halepense* (maicillo), pero, únicamente como un sistema de tratamientos localizados. Más adelante se intro-

dujo el paraquat, herbicida con el que se trabajó en forma más extensa, pero siempre limitado a la taza del árbol, reemplazando las labores manuales. Posteriormente entre los años 1965-68 se comenzaron los primeros trabajos con herbicidas suelo-activos, principalmente a base de triazinas, ureas, uracilos y benzonitrilos (LAZEN, 1970).

Aún cuando el uso extensivo de herbicidas, en huertos frutales, es una técnica relativamente nueva, la adopción de este sistema como reemplazo total o parcial de las labores mecánico/manuales del suelo, ha sido rápida y exitosa.

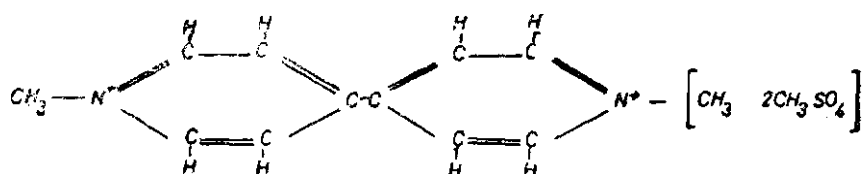
A diferencia del control químico de malezas en cultivos anuales, en este caso no es posible pretender solucionar racionalmente el problema con un solo herbicida o con una sola aplicación. Por esta razón en este capítulo sólo se pretende dar una rápida noción de los principales herbicidas en uso en la actualidad, lo que no excluye en ningún caso la posibilidad de uso de otros no mencionados aquí.

En huertos frutales se pueden usar herbicidas de contacto, de translocación y residuales.

## 1.—HERBICIDAS DE CONTACTO.

Entre los herbicidas de contacto destacan los grupos: Amonios cuaternarios y fenoles sustituidos.

*Amonios cuaternarios.*— El producto más interesante de esta serie es el paraquat: 1,1 dimetil 4,4, dipiridilium (comercializado como dimetil-sulfato).



Herbicida muy soluble en agua y de muy baja volatilidad. Actúa principalmente por contacto. Es absorbido por el simplasto, tejido que es destruido por este producto, por lo cual se limita su translocación. Bajo condiciones lumínicas, su acción es violenta, apreciándose en pocas horas una destrucción total de la vegetación. En cambio, si la aplicación se realiza en ausencia de luz, su acción es retardada pudiendo incluso producirse cierta translocación.

Se admite que las sales cuaternarias de amonio, de por sí, no son activas como herbicidas, sino que solamente lo son luego de la reducción de sus radicales, dentro de planta. Esta reducción está ligada a la fotosíntesis.

La acción fitotóxica de los bipyridilos, parece deberse a que producen un "quiebre" en el sistema de transferencia de electrones dentro de las células. La energía requerida para el crecimiento y mantención de la estructura protoplasmática es recogida por los productos herbicidas que luego la disipan; la molécula de los bipyridilos es así reactivada y capacitada para repetir el proceso (HOMER et al, 1960). Según BOOM esto impediría la formación de TPNH + H<sup>+</sup> (trifosfopiridin nucleotido reducido), coenzima esencial en la etapa de reducción del CO<sub>2</sub> (ciclo Calvin).

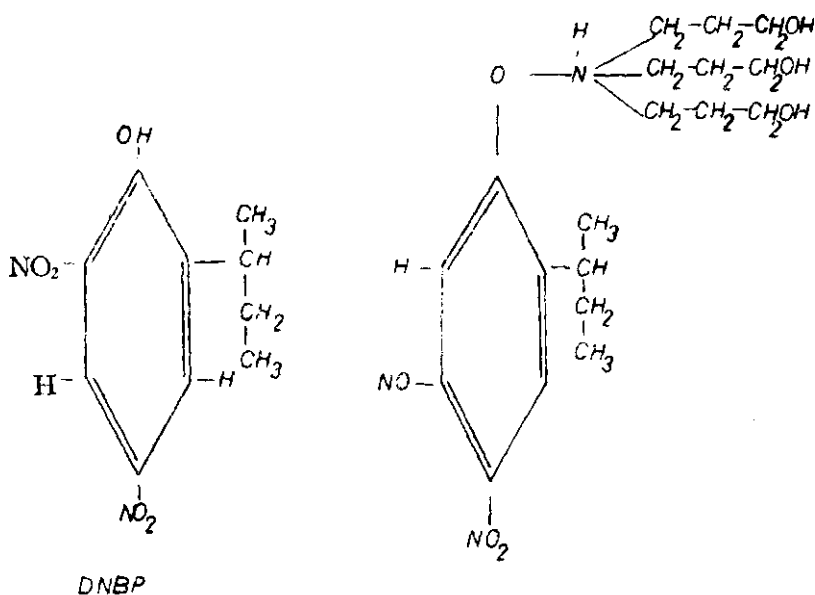
En el proceso de oxido reducción del paraquat en la planta, a partir del oxígeno molecular y con intervención de energía proveniente de la fotosíntesis, se forma peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), el que se acumula en cantidades fitotóxicas en las células (BALWIN y DAVENPORT, 1960, citados por BOOM).

Aunque ocurre simultáneamente el bloqueo de la formación de  $\text{TPNH} + \text{H}^+$  y la producción de  $\text{H}_2\text{O}_2$ , no es lo más correcto suponer que las plantas mueran por inanición, ya que en ese caso, se esperaría una muerte lenta. Por el contrario, estos productos se caracterizan por producir un efecto espectacular en pocas horas. Es posible suponer que la rápida muerte de las células se deba a la acumulación de peróxidos.

Como este compuesto es una sal de base extraordinariamente fuerte, experimenta con facilidad un intercambio de bases con cationes, en contacto con materias de naturaleza arcillosa u orgánica. Debido a su capacidad de intercambio, se produce una inactivación prácticamente inmediata en contacto con la mayoría de los suelos, especialmente los más arcillosos y/o ricos en materia orgánica. Estos herbicidas pueden ser absorbidos por las raíces; en la práctica eso no ocurre, debido a la fuerte adsorción que sufren en el suelo.

Por ser un producto que actúa principalmente por contacto, es eficiente en el control de malezas anuales emergidas. En el caso de malezas perennes o nueva emergencia de anuales son necesarias aplicaciones repetidas en la temporada. Normalmente se les considera como productos de gran importancia en el complemento de tratamientos con herbicidas residuales.

*Fenoles sustituidos.*— CRAFTS (1961) estudió compuestos derivados del fenol, encontrando que el 4,6 dinitro, 2-s-butilfenol (DINOSEB o DNBP) fue el más activo. La formulación como sal trietanolamina del DNBP ha sido la más usada.



El DNBP al igual que paraquat afecta la parte aérea de las malezas perennes. No existe translocación de importancia. Sólo se afectan las partes de las plantas que reciben la aplicación.

La adsorción de los dinitros por los coloides del suelo, limita el movimiento de ellos en el perfil. El movimiento descendente, en la mayoría de los suelos es mínimo (BARRONS y WATSON, 1971). Las especies frutales suelen escapar a los posibles daños debido a la profundidad de sus sistemas radiculares y al proceso de adsorción.

La descomposición de los dinitros en el suelo, provocada especialmente por microorganismos, es rápida, por lo que su efecto residual es corto.

Al igual que los amonios cuaternarios, su uso en huertos



frutales está prácticamente limitado al control de malezas anuales. Es importante destacar que el DNBP actúa estrechamente ligado a las condiciones térmicas, pues su actividad disminuye rápidamente cuando la temperatura desciende de 15°C. De 15°C a 25°C es la condición térmica más favorable para su aplicación.

Una importante acción de los fenoles sustituidos en las plantas es su efecto estimulante de la respiración, la que puede llegar a 200-300% sobre el testigo. (ROBERTSON et al, 1951; SIMON, 1953; GAUR y BEEVERS, 1959, citados por BRIAN, 1954).

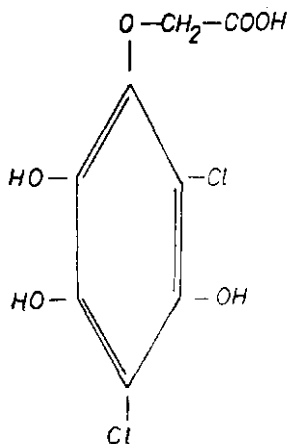
Trabajos realizados "in vitro" con preparaciones mitocondriales, indican que los dinitrofenoles desacoplan la fosforilación oxidativa, resultando una inhibición de los procesos que requieren energía, pérdida de reservorios de fosfatos ricos en energía, estimulación de la glicólisis y consccuentemente disipación de energía como calor.

## 2.—HERBICIDAS DE TRANSLOCACION.

Fenoxicloros, clorados alifáticos, arsenicales orgánicos y aminotriazol, son los grupos de herbicidas más usados en huertos frutales.

*Fenoxicloros.*— En este grupo encontramos un gran número de compuestos con actividad herbicida. La estructura de los fenoxicloro consiste básicamente, en un ácido alifático ligado a un anillo del benceno. El más conocido de esta serie de compuestos es el 2,4-D.

Un aspecto importante a considerar en este grupo de pro-



Ac. 2,4 — diclorofenoxiacético

ductos es la volatilidad de sus formulaciones, es decir la tendencia a gasificarse. Es importante, destacar la diferencia entre volatilización y arrastre del producto asperjado. Este último no es una característica intrínseca del producto, sino que es un fenómeno físico caracterizado o expresado por un movimiento de partículas de herbicidas a distancia. La intensidad de este fenómeno depende del tamaño de la gota asperjada y de la velocidad del viento. Todas las formulaciones del 2,4-D, como de otros herbicidas, están sujetas a arrastre o deriva, cuando son aplicadas en forma o en condiciones indebidas. Se estima que son más los casos de daño por problemas de deriva de 2,4-D, que los debido a volatilización. (COARTNEY y KATES, 1968).

Los herbicidas pueden gasificarse en mayor o menor grado dependiendo de la presión de vapor del producto. En términos relativos, las formulaciones como sales inorgánicas y aminas de 2,4-D se les considera de baja volatilidad y a los ésteres como productos de alta volatilidad, a pesar que dentro de estos últimos encontramos también productos denominados de baja volatilidad.

MONTGOMERY et al (1968), indica que los ésteres de baja volatilidad tienen una presión de vapor de  $10^2$  a  $4 \times 10^3$  mm/Hg a  $25^\circ\text{C}$ . A modo de ejemplo el éster isopropil de 2,4-D presenta una presión de vapor de  $10,5 \times 10^3$  mm/Hg, a  $25^\circ\text{C}$ . Por el contrario, monuron presenta un valor de  $5 \times 10^7$  mm/Hg. El primero de los nombrados, el éster de 2,4-D, es aproximadamente 20.000 veces más volátil que el producto derivado de la úrea (KLINGMAN, 1965).

La volatilidad de los ésteres del 2,4-D es primariamente controlada por la longitud y estructura de la cadena correspondiente al alcohol en la molécula. Cuando la porción alcohol excede a los 4 carbonos, el éster es considerado como de baja volatilidad. Así el isopropil y butil éster son llamados solamente "ésteres", en cambio el butoxietanol e isoctil éster son llamados ésteres de baja volatilidad (L. V).

La temperatura es un factor de gran importancia. No se deberá emplear formulaciones ésteres, incluso de baja volatilidad, con temperaturas mayores de  $26^\circ\text{C}$ . (COARTNEY y KATES, 1968).

Con el apareamiento de los herbicidas residuales y de contacto, declinó el uso de los fenoxiácidos en huertos; sin embargo, ha vuelto el interés en el uso de ese tipo de compuestos para el control de malezas perennes de arraigamiento profundo, como *Convolvulus arvensis*, que no son controladas convenientemente por los herbicidas mencionados.

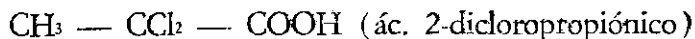
En 1957, LUCWILL y CAMPBELL, asperjaron varias especies y diferentes variedades de frutales, con una solución al 0,1% (1000 ppm) de diferentes productos derivados del ácido clorofenoxi: 2,4-D, 2,4-DB, MCPA, MCPB, 2,4,5-T, 2,4,5-TB, 4-CPB. Todos los compuestos produjeron muerte o severo daño a perales,

ciruelo y manzano var. cheddar cross. Por el contrario la var. cox's orange pippin, de manzano, mostró una marcada tolerancia al 2,4-D.

Trabajos posteriores de LUCKWILL y LLOYD-JONES (1960), mostraron que la tolerancia de esa variedad al 2,4-D estaba asociada con la capacidad que tiene para oxidar la cadena acética del ácido a CO<sub>2</sub>. Dicha propiedad varía notablemente de una variedad a otra, dependiendo presumiblemente del sistema enzimático. En manzano, la variedad cox's orange pippin y ribston pippin, poseen una notable capacidad para oxidar 2,4-D.

Además de la oxidación enzimática, las plantas mostraron otro mecanismo para inactivar los fenoxiácidos que incluye la formación de ésteres de glucosa, hidroxilación del anillo bencénico seguido por la formación glucósido y la formación de compuestos con aminoácidos. Este otro mecanismo actuó en todos los frutales.

*Clorados alifáticos.*— A este grupo de productos pertenecen el TCA y dalapón. Sólo el segundo de ellos, es de importancia en los huertos frutales, siendo un efectivo graminicida, aún cuando también puede inhibir el crecimiento de especies pertenecientes a otras familias. (CRAFTS, 1961). Se le encuentra formulado como sal soluble en agua.



Puede ser absorbido por las hojas y raíces, pero es más efectivo y selectivo el tratamiento aplicado al follaje.

En relación a la absorción se ha demostrado que ella es de gran importancia en las primeras 6 horas. Las propiedades de translocación apoplástica y simplástica que presenta este herbicida deben ser aprovechadas efectivamente. Para conseguir este propó-

sito, no debe aplicarse en dosis que provoquen muerte de las células que entren en contacto con el producto. La cantidad de dalapón translocado desde las hojas es proporcional a la dosis de aplicación, hasta un punto en que no destruya a las células vivas por donde el producto se transloca. Se ha logrado determinar en base a valores pH la relación óptima entre máxima penetración y mínima fitotoxicidad por contacto. (CRAFTS, 1962).

Corroborando lo anterior, LEASURE (1963), señala que concentraciones elevadas de este herbicida pueden causar daños por contacto a las hojas, lo que se traduce en un menor control de malezas perennes establecidas.

Existe una relación entre translocación y edad de la hoja. Al respecto FOY, citado por LEASURE (1963), encontró que para lograr una mejor translocación, las hojas deben estar totalmente expandidas y en activa fotosíntesis. (Tabla 2).

Dalapón en el interior de la planta se mueve a través de sus sistemas de conducción e incluso puede ser excretado por las raíces al suelo. Al parecer no es metabolizado por la planta en grado apreciable, pero este producto es descompuesto rápidamente en el suelo por la acción de microorganismos gracias, en gran parte, a que tiene un efecto estimulante sobre la población microbiana, aunque se ha observado también una inhibición inicial de la nitrificación. (FRYER y EVANS, 1968).

TABLA 2.— Porcentaje de Dalapón —Cl<sup>36</sup> translocado al cabo de 6 días desde hojas de Sorgo (*Sorghum vulgare*) de diferentes edades

Hoja Número	% Translocado
1ª hoja	4
2ª hoja	22
3ª hoja	23
4ª hoja	14

En los resultados presentados en la Tabla 2 se puede apreciar que la actividad total a través de la planta es mayor cuando se trata de hojas activas, totalmente desarrolladas, que cuando se trata la primera hoja muy madura. El tratamiento de la cuarta hoja que era grande pero joven, en crecimiento activo, produjo una respuesta intermedia, debido probablemente a que esta hoja era un centro de aprovechamiento de los alimentos y naturalmente esto redujo el transporte hacia otros lugares del vegetal.

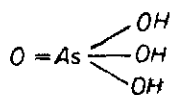
El modo de acción de dalapón es bastante discutible, Foy (1964), propone tres posible tipos de acción. El primero se basa en el aumento proporcional del metabolismo, debido a que por hidrólisis dalapón se convierte en ácido pirúvico. El segundo mecanismo indica que dalapón podría actuar sobre el complejo proteína-piruvato, envolviendo la desnaturalización de la proteína. El tercer mecanismo propuesto se relaciona con la síntesis del ácido pantoténico. Argumenta que al competir dalapón con  $\beta$ alanina o ácido pantoico, se perjudica la síntesis del ácido pantoténico. (LEASURE, 1963).

Dalapón posee una solubilidad en agua de 500.000 ppm, cifra que le confiere una gran movilidad en el suelo. Sin embargo, no sólo esta propiedad debe considerarse, sino que también su reacción ácida que le permite pasar del estado neutro al de carga negativa, siendo rechazado por las coloides del suelo. Estas dos características, solubilidad y reacción ácida, obligan a tomar precauciones en relación al buen uso del agua de riego, luego de aplicaciones de este producto. Además no se recomienda usarlo en huertos menores de 3 años de edad.

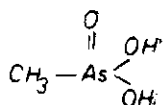
Sus posibilidades como herbicida en frutales son amplias, especialmente indicado en aplicaciones dirigidas, para controlar

malezas gramíneas perennes de los géneros: *Cynodon*, *Sorghum*, *Agropyron* y *Paspalum*.

*Arsenicales orgánicos.*— Estos productos a diferencia de los arsenicales inorgánicos son de uso reciente en la agricultura. El primer producto organo-arsenical fue el ácido metilarsónico derivado del ácido ortoarsénico.



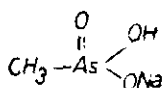
Acido ortoarsénico



Acido metilarsónico

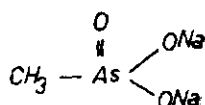
Del ácido metilarsónico se han derivado algunos herbicidas muy interesantes, especialmente por su efectividad para controlar *Sorghum halepense* L. (Pers.), éstos son el MSMA y el DSMA

MSMA



Metil arsonato monosódico

DSMA



Metil arsonato disódico

Estos herbicidas son empleados en post-emergencia de la maleza, aprovechando su actividad foliar.

RUMBURG (1960), señala que estudios sobre absorción y translocación de arsenicales han estado limitados a los arsenicales inorgánicos, arsenito de sodio en particular. CRAFTS y GREEN-

HAM, citados por RUMBURG (1960), indican que arsenito de sodio se mueve basipetalmente cuando se aplica al follaje de algunas plantas en forma de solución arsenical.

Aún cuando poco se conoce de la penetración y translocación de los arsenicales orgánicos, CURRIER et al (1959) y VAN OVERBEEK (1956), estiman que un aumento de la temperatura, dentro de ciertos límites, permite una mayor penetración. Esta respuesta ha sido confirmada por RUMBURG (1960) al encontrar una mayor movilidad del arsénico aplicado como DSMA a altas temperaturas en *Digitaria sanguinalis*. En soya se ha observado que el arsénico es más móvil cuando se aplica como DSMA que como arsenito de sodio.

Otras observaciones hechas por RUMBURG (1960), indican que tejidos de plantas tratadas con DSMA no evidenciaron síntomas visibles de daños durante algunas horas o días luego del tratamiento, lo que posiblemente permitió que DSMA fuera translocado por los mecanismos o procesos normales de la planta.

El modo de acción de estos productos no se conoce en forma concreta, pero se sabe que algunos compuestos derivados del arsénico, se combinan rápidamente con los grupos sulfidrilos de las enzimas deshidrogenasas, provocando una seria inhibición de la respiración. Otras determinaciones han demostrado que bajas cantidades del ión arsénico puede reemplazar al ión fosfato en la glicólisis. Este incremento de As en el Ciclo de Krebs probocaría una considerable inhibición en la respiración (FREED, 1953). Otros autores establecen que el arsénico precipita las proteínas y le asignan a este elemento una gran afinidad por el aminoácido cisteína.

Estos herbicidas, una vez que llegan al suelo, son fuertemente adsorbidos y prácticamente inactivados; esta fijación sería similar

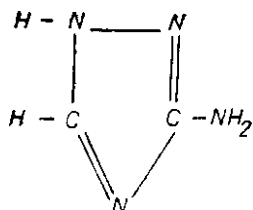


al mecanismo adsortivo que rige para los fosfatos. Es decir, se incorporarían a la estructura cristalina del coloide. (CRAFTS, 1962). Esto significa que prácticamente no se lixivia y que permanece en los primeros centímetros del suelo, lo que permite su aplicación en huertos recién plantados.

Las observaciones de WILLIAMS, citado por LIEBIG (1966), evidenciaron que sólo fue posible encontrar residuos de arsénico en los primeros centímetros del suelo. Agrega este autor que a la máxima profundidad que se encontró, correspondía a la profundidad de las labores mecánicas que permitieron su incorporación.

El principal uso del MSMA, en huertos y viñas, de acuerdo a resultados obtenidos, tanto en investigaciones, como en la práctica, es en el control de *Sorghum halepense* (L.) Pers. Se le aplica dirigido al follaje. Normalmente es preciso realizar, al menos, dos aplicaciones por temporada. La primera debe realizarse antes que el maicillo forme panoja (40-50 cm. de altura). La segunda aplicación se efectúa cuando los nuevos brotes alcancen aproximadamente 30 cm de altura. Un retraso en las aplicaciones significa un control deficiente, (FERNÁNDEZ, KOGAN y LAZEN, 1972).

*Aminotriazol* (Amitrol).— Es un compuesto heterocíclico, con tres nitrógenos en el anillo.



3 amino—1,2,4 triazol

Es un herbicida que se presenta formulado como polvo mo-  
jable y soluciones acuosas concentradas simples o reforzadas con  
tiocianato de amonio, (ATA-T). Los primeros ensayos demostra-  
ron que era absorbido por las raíces y hojas de las plantas y se  
moviliza en un comienzo hacia las zonas de crecimiento.

Amitrol en bajas concentraciones provoca una estimulación  
del crecimiento y a altas concentraciones inhibe el crecimiento y  
causa clorosis. Esta clorosis puede ser temporal si la dosis es sub-  
letal o permanente si es alta. (HALL et al citados por CRAFTS,  
1961).

Este producto provoca efectos sobre las plantas que son tal  
vez más notables que los causados por cualquier otro herbicida.  
El primer síntoma de fitotoxicidad es una clorosis debido segu-  
ramente a una interrupción de la síntesis y/o destrucción de la  
clorofila. Esta acción sobre la clorofila se ha determinado que es  
proporcional a la concentración del producto dentro de la hoja y  
a la edad de los tejidos al momento de ser tratados. (MARTIN,  
1964).

No se conoce en forma definitiva su mecanismo de acción,  
pero se plantea la posibilidad de que debido a la similitud de es-  
tructura que existe entre el anillo pentagonal del herbicida y los  
anillos pirrólicos que forman parte de la molécula de clorofila,  
habría una sustitución de uno o varios de estos últimos, bloqueán-  
dose de este modo la formación de este pigmento. Otros antece-  
dentes indican que el modo de acción del amitrol, está relacionado  
con la síntesis de purinas y la consecuente interferencia de la sín-  
tesis de ácidos nucleicos y de proteínas (MILBORROW, 1962;  
VAN OVERBEEK, 1964).

Las plantas tratadas no detienen abruptamente su desarrollo,  
pero se presentan albinas, sintomatología que se acentúa con el

tiempo. Los nuevos tejidos que se forman presentan también estas características y bajo este estado, el vegetal comienza a vivir de las reservas acumuladas en los órganos subterráneos y muere finalmente cuando ellas se agotan. Este proceso puede ser lento; la velocidad con que se desarrolle va a estar en función de la cantidad de reservas que disponga el vegetal.

Su comportamiento en el suelo se caracteriza por ser rápidamente adsorbido por los coloides, principalmente por la materia orgánica. Es rápidamente atacado por microorganismos del suelo y como consecuencia de estos factores presenta un corto efecto residual, estimándose en 2 a 4 semanas para las dosis comúnmente recomendadas.

Se destaca por ser un efectivo herbicida empleado para controlar, principalmente, especies perennes en huertos frutales y viñas. Las aplicaciones son localizadas, al follaje de las malezas, evitando entrar en contacto con el cultivo. Las recomendaciones especifican que este herbicida no debe ser aplicado entre la cuaja y la cosecha.

En la actualidad aminotriazol se presenta como mezcla con tiocianato de amonio. Esta mezcla ha demostrado ser 4 veces más efectiva que el aminotriazol solo.

### 3.—HERBICIDAS RESIDUALES.

Estos herbicidas no pueden, por sí solos, solucionar todos los problemas de malezas de un huerto. Es sabido que cualquier especie que escape a su control tenderá a dominar el sector de la comunidad vegetal, modificado por el control provocado a las demás especies. Es por esto que generalmente deben intervenir otros herbicidas que complementen su acción. Estos podrán ser productos de contacto o sistémicos, usados en aplicaciones de desmanche.

orientadas a controlar, principalmente malezas perennes. Estas especies escapan a tratamientos básicos con herbicidas suelo-activos o residuales.

Los herbicidas residuales usados en fruticultura, pertenecen a los grupos de las triazinas sustituidas, úreas sustituidas, uracilos y benzonitrilos.

Existen características comunes a estos grupos:

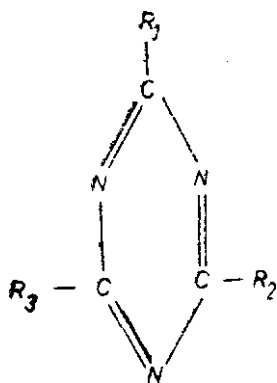
- Poder residual que les permite mantenerse actuando en el suelo por un período relativamente largo.
- Controlan una amplia gama de malezas anuales mono y dicotiledóneas.
- A dosis relativamente altas son capaces de controlar malezas perennes, en algunos casos monocotiledóneas y en otros dicotiledóneas, o ambas. No siempre estas dosis resultan aceptables en la práctica, ya sea por su alto costo y/o pérdida de selectividad del tratamiento.
- A dosis altas pueden ser usados como esterilizantes (del punto de vista herbicida) temporales del suelo. Es decir, pueden ser usados en sectores no agrícolas, para mantener un suelo libre de malezas por espacio de 12 meses o más.
- Todos son capaces de integrar tratamientos selectivos; al menos para una especie frutal.
  - A dosis económicas, pueden actuar selectivamente proporcionando un efecto residual relativamente prolongado.
- Deben ser incorporados al suelo, natural o artificialmente, para efectuar su trabajo de remanencia herbicida.
  - Excepción de los benzonitrilos actúan sobre las malezas in-

terfiriendo la fotosíntesis. Los benzonitrilos se les considera como venenos mitóticos ya que impiden la división celular.

- A excepción de los benzonitrilos son productos de tensión de vapor relativamente bajo, no sufriendo los efectos de exposición ambiental.
- Todos, en mayor o menor grado son adsorbidos por los coloides del suelo.
- Todos ellos, son degradados en el suelo, por diferentes factores, contándose entre los principales la acción microbiológica.

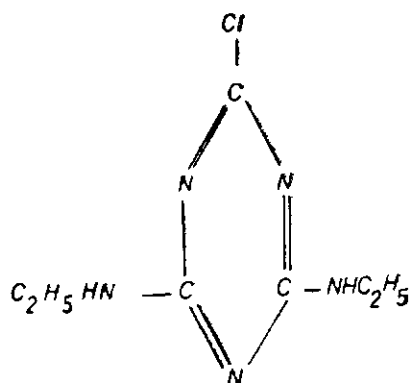
*Triazinas sustituidas.*— Subsecuentes investigaciones con varios compuestos experimentales, en un vasto programa de prueba de campo, dieron por resultado la actual serie de herbicidas basados en triazinas (KEARNEY y KAUFMAN, 1969).

La estructura química de las triazinas está básicamente constituida por un ciclo hexagonal en el que se alternan 3 átomos de nitrógeno con 3 átomos de carbono; estos últimos enlazan 3 radicales.



El radical R<sub>1</sub> puede ser un átomo de Cl, un grupo —OCH<sub>3</sub> o —SCH<sub>3</sub>, llamándose a los herbicidas así conseguidos respectivamente, clorotriazinas, metoxitriazinas y metiltiotriazinas. En las clorotriazinas se encuentra a la simazina, herbicida que dentro de las triazinas, ha destacado por su uso en huertos frutales.

La simazina es un herbicida poco soluble en agua 3,5 — 5 ppm. No presenta problemas de volatilidad.



2 —cloro— 4,6 bisetilamino —1,3,5— triazina

Este herbicida es absorbido por las raíces y no por el follaje, debido a que su solubilidad en los lípidos de la cutícula es ínfima, por lo tanto su aplicación debe ser de pre-emergencia de las malezas. Una vez absorbido es translocado vía xilema a las hojas (MILBORROW, 1962).

Algunas plantas están protegidas de su acción por el hecho de tener un sistema radicular profundo, en cambio otras especies poseen enzimas capaces de detoxificar a simazina (MUZIK, 1970).

El efecto de simazina sobre las plantas se debe a una inte-

rrupción de la formación de almidón a causa de una defectuosa asimilación del ácido carbónico.

Las recomendaciones para este herbicida excluyen a círuelos, y damascos, ya que el rango de seguridad que estas especies ofrecen, es relativamente estrecho, en comparación a las cítricas y pomáceas especialmente.

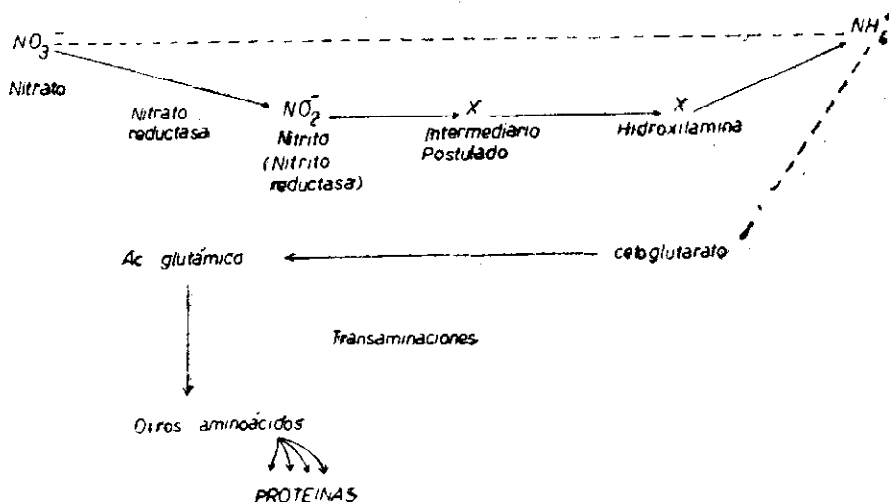
La acción de simazina sobre árboles frutales, extendida sobre plantas de vivero, hasta plantas en producción, depende de la especie. Se han realizado trabajos con el fin de determinar la resistencia de especies y variedades, aplicando dosis de hasta 10 Kg/ha. Los resultados permitieron concluir la alta resistencia de manzanos y perales en todas las dosis y desarrollo de las plantas estudiadas. En cambio frutales de carozo como duraznero, indican una tolerancia menor, ya que plantas de viveros sólo resistieron sin daño, dosis de 2 Kg/ha. En la práctica se recomiendan dosis menores de uso en durazneros en producción, que en pomáceas y citrus.

Existen evidencias, que aplicaciones de ciertos productos herbicidas, pueden tener un efecto estimulante sobre el crecimiento. En Alemania se ha demostrado que aplicaciones de simazina y/o atrazina producen aumentos significativos en el desarrollo de brotes y hojas. También se observó un mayor contenido de nitrógeno proteico en las hojas de plantas tratadas con esos herbicidas (KARNATZ, 1964, citado por IVENS, 1965). Resultados similares en manzanos y durazneros fueron obtenidos al emplear simazina y aminotriazol (RIES et al, 1963).

La respuesta de los árboles frutales al tratamiento con esos herbicidas parece ser muy semejante al efecto de una aplicación de nitrógeno. La cantidad real de nitrógeno en dichos herbicidas, sin embargo, es demasiado pequeña para ser responsables de los

efectos descritos. Se ha estimado por lo tanto que algunos herbicidas afectan el metabolismo del nitrógeno en las plantas. Al respecto RIES et al (1963), observó incremento en la actividad de la enzima nitrato reductasa y en la síntesis proteica, en plantas que recibieron aplicación de simazina.

*Incorporación de nitrógeno inorgánico en moléculas orgánicas*



Si el herbicida aumenta la actividad de la enzima nitrato reductasa se podrá, en parte, interpretar el aumento de proteínas en hojas de especies tratadas con simazina. Estas consideraciones son de bastante interés, ya que cualquier factor que estimule el crecimiento es un factor potencial para aumentar los rendimientos y por lo tanto merece nuestra atención.

*Ureas sustituidas.*— En la estructura química de la úrea

$$\left( \text{H}_2\text{N} - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{NH}_2 \right)$$

pueden ser sustituidos los H de los grupos  $-\text{NH}_2$  total o parcialmente por radicales orgánicos, dando origen



a una gran gama de productos con características herbicidas. De éstos, diuron es de especial interés, por su uso en fruticultura (N-3,4-diclorofenil NN-dimetilurea).



Es un producto ligeramente soluble en agua 42 ppm. A pesar de ser mucho más soluble que simazina, su lixiviación es menor, debido a su fuerte retención por los coloides del suelo (Cuadro 2). No presenta problemas de volatilidad, ya que su tensión de vapor es de  $0,31 \times 10^{-5}$  mm/Hg a  $50^{\circ}\text{C}$ . Este herbicida es absorbido principalmente por las raíces, presentando además una ligera acción foliar, cuando se aplica sobre malezas de escaso desarrollo 2 a 3 hojas verdaderas. Esto indica que puede ser aplicado en preemergencia y postemergencia temprana de malezas anuales.

Puede utilizarse en huertos de citrus, perales, manzano, duraznero, nogal, olivos y palto. Las especies ciruelo y damasco toleran en menor grado a diuron, de ahí que no se recomiende usarlo.

Trabajos realizados por LUCKWILL y CASELEY (1966), han demostrado que las estacas de manzano son más tolerantes a diuron y simazina que membrillo, ciruelo y guindo.

En otro trabajo se estudió el efecto de 6 Kg/ha de simazina y diuron en árboles de dos años de edad. De las tres variedades de manzano ensayadas, dos se mostraron totalmente tolerantes a diuron. Frente a simazina fueron los tres tolerantes.

En perales se observó una clorosis leve con simazina y clorosis moderada con diuron.

En ciruelo, clorosis moderada con simazina y clorosis seguida de necrosis con diuron (Cuadro 1).

CUADRO 1

*Fitotoxicidad (\*) en frutales de 2 años de edad*

Especie	Variedad	Herbicidas	
		Diuron	Simazina
Manzano	Lane's P.A.	3	0
	Cox's D.P.	0	0
	Branley S.	0	0
Peral	Bristol Gross	2	1
	Williams	3	1
Ciruelo	Victoria	3	2

(\*) 0 = No daño

1 = clorosis leve

2 = clorosis moderada

3 = clorosis seguida de necrosis

4 = clorosis y necrosis con muerte de brotes

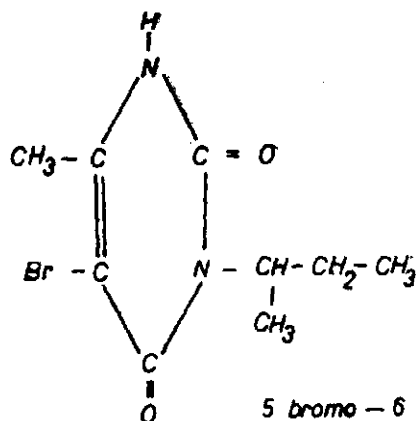
5 = muerte.

*Uracilos.*— Los derivados sustituidos de uracilo constituyen un grupo de herbicidas con propiedades muy semejantes a las úreas y triazinas, siendo mucho más solubles que ellos. Fueron descubiertos en 1961. En esta familia, son de especial interés, bromacil y terbacil.

Bromacil es un herbicida bastante soluble en agua (815 ppm a 25°C), y está menos sujeto a adsorción que los otros herbicidas residuales.

Su acción es principalmente a través de las raíces y de ahí es translocado hacia la parte aérea vía apoplasto. Debe ser aplicado en preemergencia de malezas. La acción foliar es leve.

Cabe señalar que bromacil no es compatible con fenoxicloros ésteres y aminotriazol



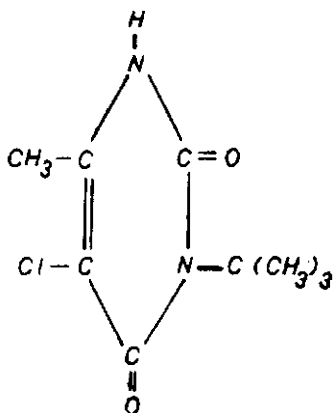
5 bromo - 6 metil - 3-s butil uracilo.

Dada su solubilidad y menor adsorción controla en mejor forma, además de malezas anuales, las malezas gramíneas perennes.

Bromacil ha sido ensayado formando parte de los tratamientos selectivos en cultivos perennes establecidos, como frutales de hoja caduca y citrus. Se ha encontrado que definitivamente puede ser recomendado con seguridad en citrus. (HILL, BINGEMAN y WEED, 1965).

Terbacil es un producto menos soluble que bromacil. (710 ppm a 25°C). También presenta una leve acción foliar, ac-

tuando principalmente por las raíces. Es translocado vía apoplasto a la parte aérea.



5 cloro — 6 metil — 3 tert butil uracilo

Citrus, manzano, peral, duraznero y ciruelo han mostrado suficiente tolerancia a terbacil, a dosis normales y en condiciones de suelos de texturas medias. (HILL, BINGEMAN y WEED, 1965).

Terbacil presenta una solubilidad en agua que le permite actuar sobre malezas perennes de arraigamiento superficial. Pero, es lo suficientemente insoluble como para no ser lixiviado a la zona radicular de los frutales, a dosis corrientes (1,6-2,4 Kg/ha). Sin embargo, ésta no es la explicación completa de la seguridad de uso de este compuesto.

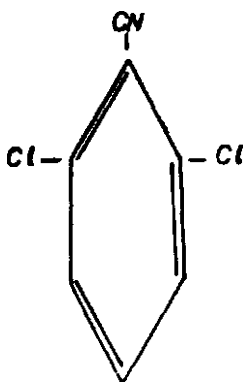
Este herbicida ha demostrado un adecuado margen de seguridad en un gran número de variedades de duraznero, aplicado inmediatamente después del trasplante.

Tanto bromacil y terbacil, al igual que el resto de los herbicidas residuales requieren, luego de su aplicación de lluvia o riego (de preferencia por aspersion), para que los productos sean

depositados o movidos a la zona de germinación de las principales malezas.

*Derivados benzonitrilos.*— En este grupo de herbicidas son de importancia diclobenil y clortiamida.

Diclobenil (2,6 diclorobenzonitrilo) es un producto poco soluble en agua (18 ppm a 20°C). Su elevada tensión de vapor  $5,5 \times 10^{-4}$  mm/Hg a 20°C, lo ubica en el grupo de herbicidas de elevada volatilidad. Debido a esa característica, es preciso incorporarlo inmediatamente después de su aplicación ya que, de no ser así, desaparecerá rápidamente de la superficie del suelo. Se considera que bastan tan sólo 48 horas de exposición para que disminuya su acción en un 50%. Una lluvia o un riego por aspersión pueden reemplazar la incorporación mecánica.

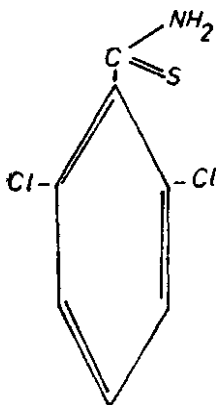


Diclobenil es adsorbido principalmente por las raíces y presenta una leve penetración foliar en fase gaseosa, de ahí que se deba aplicar en la preemergencia de malezas. Los tegumentos de las semillas de malezas y la epidermis del germen, pueden absorber grandes cantidades de este producto.

Existen evidencias de que es fuertemente adsorbido en el suelo, especialmente por los coloides orgánicos (BARNSELY y ROSHER, 1961).

La mayor parte de las plantas leñosas toleran relativamente bien al diclobenil. Es posible su aplicación en huertos frutales de manzano, perales, ciruelos y duraznero.

La clortiamida (2,6 diclorotiobenzamida), a diferencia de diclobenil, presenta una solubilidad bastante mayor 950 ppm y una tensión de vapor quinientas veces menor ( $1 \times 10^{-6}$  mm/Hg a  $20^{\circ}\text{C}$ ) siendo por lo tanto 500 veces menos volátil.



Este producto, de por sí, no tiene propiedades herbicidas: clortiamida es transformado por los microorganismos del suelo a diclobenil. Esta conversión se produce en pocas horas, en un suelo con una adecuada actividad microbiológica (MILBORROW, 1965).

En huertos frutales se puede usar en las mismas especies que diclobenil. A pesar de ser menos volátil, deberá también incorporarse.

## COMPORTAMIENTO DE LOS HERBICIDAS EN EL SUELO

### MOVIMIENTO DE HERBICIDAS.

Los herbicidas raramente se mueven como gas en el suelo a más de unos pocos milímetros. Como excepción se puede mencionar a algunos herbicidas volátiles, diclobenil y trifluralín, que se pueden mover algunos centímetros, por ello que las pérdidas, luego de su incorporación al suelo, son pequeñas.

La difusión en el agua del suelo es siempre un proceso lento. A excepción de pérdidas de herbicidas como trifluralín hacia la atmósfera, la distancia y cantidad de la difusión de los herbicidas en estado gaseoso o en solución son despreciables. Son necesarios varios años para que el 1% del herbicida aplicado sobre la superficie del suelo migre, sólo por difusión, a una profundidad de 60 cm, en un suelo húmedo. (HARTLEY, 1964).

A pesar de que la difusión juega un papel insignificante en el movimiento de los herbicidas, puede ser importante para que ocurra naturalmente la ubicación de ellos bajo el primer milímetro de suelo, retardando así el proceso de lavado superficial.

El movimiento gravitacional de los herbicidas como solutos y el del agua capilar son de mayor importancia. La cantidad y distancia del movimiento de los herbicidas en solución en agua de

lluvia o de riego es gobernada por muchos factores, incluyendo las propiedades físico-químicas de los suelos y de los herbicidas, la cantidad, intensidad, duración y frecuencia de los riegos y/o agua de lluvia. Estos factores interactúan directa o indirectamente en combinaciones con adsorción, desadsorción y solución de las moléculas de herbicidas.

Se puede considerar al suelo como una fase estacionaria, pero activa y al agua como el solvente que arrastra con mayor o menor intensidad a los herbicidas, dependiendo de sus características físico-químicas.

Se ha estimado que el movimiento en profundidad de los herbicidas depende exclusivamente de la solubilidad de los productos, de las posibilidades de drenaje y de la cantidad de agua que pasa a través del suelo.

En el Cuadro 2 se puede apreciar lo errado de ese concepto, ya que no existe la correlación presumida entre solubilidad de un compuesto y su lixiviación. Es así como atrazina, que es menos soluble que trifluralín, presenta un valor de lixiviación relativa 10 veces mayor y diuron, que es aproximadamente 8 veces más soluble que simazina, presenta una lixiviación 2,5 veces menor.



## CUADRO 2

### *Solubilidad en agua y lixiviación relativa de algunos herbicidas*

Herbicida	Solubilidad (ppm)	Lixiviación relativa
Simazina	5	5
Atrazina	33	10
Trifluralín	40	1
Diuron	42	2
Prometrina	48	4
Fluometuron	90	11
Terbacil	710	16
Bromacil	815	15

Extraído de Dubach, *Dinámica de los herbicidas en el suelo*. CIBA-GEIGY. Basilea. Suiza.

Si se continúa pensando en la importancia absoluta de la solubilidad de un herbicida en relación a la lixiviación, se debería asumir que 1.000.000 lt de agua por hectárea (100 mm de precipitación), pueden solubilizar 5 Kg/ha de un herbicida como simazina y por lo tanto ese herbicida, totalmente solubilizado, debería seguir estrechamente la profundización y distribución del agua en el suelo. Eso no sucede en la práctica y por el contrario, los herbicidas residuales principalmente permanecen en los primeros centímetros del perfil, a pesar que grandes cantidades de agua de riego y/o lluvia lleguen al suelo.

La adsorción de los herbicidas por los coloides orgánicos e inorgánicos, es el proceso que influye en mayor grado en el movimiento de los herbicidas, regulando de esa forma la disponibilidad de éstos para las plantas. El concepto de adsorción más acep-

tado, la define como una reacción químico-eléctrica entre las superficies moleculares de los coloides del suelo y de los compuestos o elementos químicos.

La magnitud del movimiento de los herbicidas está directamente relacionada con el coeficiente de partición, definido como la relación entre la concentración de herbicida adsorbido y la concentración de herbicida en la fase líquida.

$$\text{Coeficiente de partición (K)} = \frac{\text{(Herbicida) adsorbido}}{\text{(Herbicida) en solución}}$$

En un sistema suelo específico, a temperatura, presión y concentración dada, la relación de la cantidad de herbicida adsorbido y aquella en solución es constante. Como las moléculas de herbicidas son removidas desde la fase acuosa por descomposición, volatilización o absorción por las plantas, ocurre una desadsorción como consecuencia de la quiebra del equilibrio, hasta que ése es nuevamente alcanzado.

SHERBURNE y FREED (1954), encontraron un coeficiente de partición para monuron, de 1/50. TAKASHIWA y HAYASKI, (1953), llegaron a una relación de 1/95 para 2,4-D. MASSINI (1961), de 1/80 para diclobenil. (HARTLEY, 1964).

También se produce un movimiento capilar ascendente de herbicidas disueltos, como resultado de la gradiente producida por la evaporación del agua desde la superficie del suelo. En menor grado hay un movimiento lateral de los herbicidas que es controlado por las mismas leyes físicas y factores ambientales que determinan el movimiento capilar ascendente.

## MECANISMO Y FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ADSORCIÓN.

Todos los herbicidas al reaccionar con el suelo son adsorbidos, en mayor o menor proporción, y sus actividades herbicidas son reducidas, pero se asegura la persistencia de ellos en el suelo. En efecto, la adsorción tiende a retardar la descomposición y las pérdidas por lixiviación.

La intensidad de la adsorción depende de las condiciones físico-químicas del suelo y de los herbicidas.

Los suelos están constituidos por mezclas de partículas inorgánicas (arena, limo y arcillas), constituyentes orgánicos no vivos, aire, agua y microorganismos. Los componentes del suelo interactúan con los herbicidas depositados en él. La adsorción es intensa en materiales con una elevada superficie específica. Existen arcillas y coloides orgánicos que proporcionan una superficie de 500-800 m<sup>2</sup>/gr. Las enormes superficies de las partículas coloidales permiten una gran capacidad de intercambio, factor responsable del proceso de adsorción. (Cuadro 3).

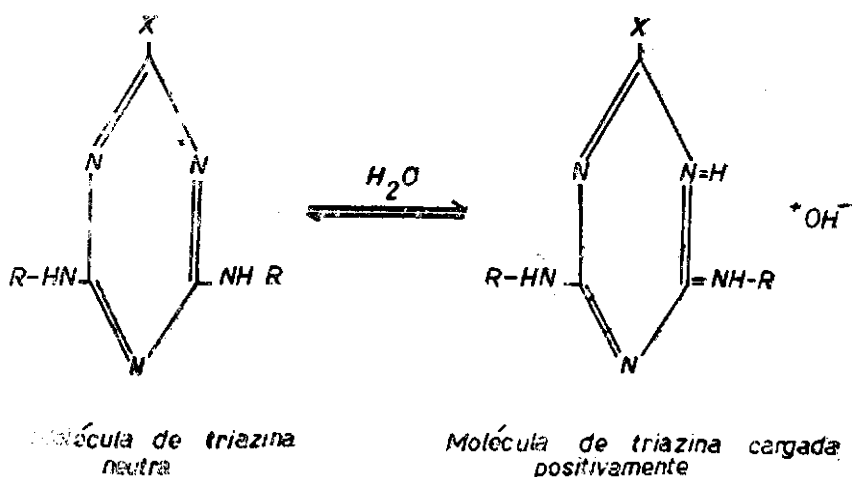
### CUADRO 3

*Relación entre superficie específica de la fracción coloidal y capacidad de intercambio*

Fracción Coloidal	Capacidad de Intercambio m eq./100 gr suelo	Superficie m <sup>2</sup> /gr
Orgánica		
Humus	100 — 300	500 — 800
Inorgánica		
Montmorrillonita	100	600 — 800
Illita	30	65 — 100
Caolinita	10	7 — 30

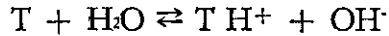
Se estima que la adsorción por parte de la materia orgánica de los suelos es más importante que la que ocurre en los coloides minerales.

La alcalinidad de los herbicidas o capacidad de éstos para admitir iones hidrógeno ( $H^+$ ), permite a muchos productos, que son de por sí neutros, transformarse en cationes y ser fácilmente adsorbidos.



- Cl (Clorotriazinas)
- OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub> (metoxitriazinas)
- SCH<sub>3</sub> (metiltiotriazinas)

R, R' = alkil (C<sub>2</sub> — C<sub>4</sub>)



T = Triazina

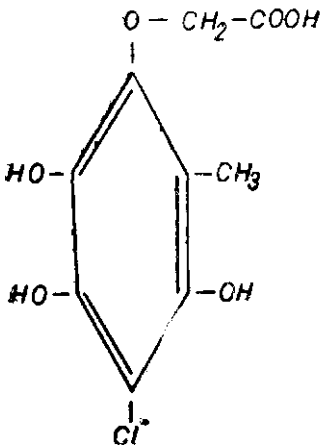
$$K = \frac{[T]}{[TH^+][OH^-]}$$

$$pk = -\log K.$$

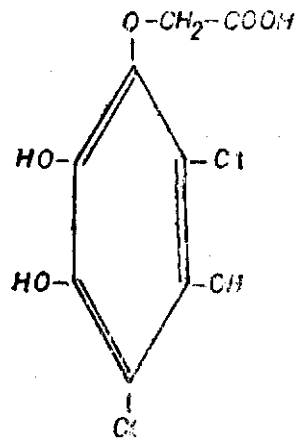
La alcalinidad de un producto se expresa en el llamado valor *pk*. Un *pk* alto indica propiedades básicas intensas y por lo tanto ese producto participará activamente en las reacciones de intercambio.

Casos extremos lo constituyen herbicidas catiónicos como paraquat y diquat, que son tenazmente adsorbidos por las arcillas y otros coloides, por ello no son suelo-activos, a excepción de lo que puede ocurrir en suelos muy arenosos.

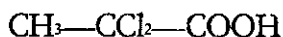
Existen otros productos que presentan un marcado carácter ácido, 2,4-D, MCPA y dalapon. Estos no atraen protones, sino por el contrario, los dejan en libertad y por consiguiente pasan del estado neutro al negativo, siendo así repelidos por los coloides.



Ac. 2, metil 4 clorofenoxiacético (MCPA)



Ac. 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D)



### Ac. 2 dicloropropiónico (Dalapón)

El pH del suelo influye en la adsorción de un gran número de herbicidas. Cambios de pH ocasionan cambios en las características iónicas de algunos herbicidas, modificando la adsorción.

De los trabajos de FRISSEL, citado por HARTLEY (1964), se concluye que los herbicidas (úreas y triazinas; fenoxiácidos y nitrofenoles) son más adsorbidos en condiciones ácidas pero, mientras este efecto es sólo ligero para los herbicidas no ionizados en un rango de pH del suelo práctico, para los herbicidas ácidos la adsorción disminuye drásticamente cuando el pH alcanzó a valores de 6 o 7. La menor adsorción que muestran los herbicidas neutros a pH altos es debida a un aumento de las cargas en las partículas de arcilla, que incrementan la atracción arcilla-agua.

Existe también una relación inversa entre el nivel de humedad del suelo y la adsorción de los herbicidas.

El agua adsorbida en la superficie de las arcillas puede competir con los sitios de adsorción, o capas de agua, rodeando los coloides pueden impedir físicamente la asociación de la molécula de herbicida insoluble en agua, con los sitios de adsorción en las arcillas. Un aumento en la humedad puede incrementar el espesor de las capas de agua a través de las cuales debe migrar la molécula de herbicida.

La temperatura es otro factor que afecta la adsorción de los herbicidas: al aumentar la temperatura, luego de ciertos límites, se produce desadsorción, o sea, paso de herbicida adsorbido a la solución suelo.

## TRATAMIENTOS HERBICIDAS SELECTIVOS EN HUERTOS FRUTALES

Estos tratamientos herbicidas se realizan con el objeto de combatir las malezas, sin afectar las especies frutales. Esto se consigue siempre que se sigan rigurosamente las recomendaciones dadas por los especialistas.

Las aplicaciones pueden dirigirse al follaje de las malezas, con herbicidas de contacto y/o sistémicos o al suelo con productos residuales (Cuadro 4). De acuerdo a ello los tratamientos se pueden clasificar en:

### TRATAMIENTOS DIRIGIDOS AL FOLLAJE DE LAS MALEZAS

(Post-emergencia de las malezas)

En este caso, según el tipo de herbicida usado, se presentan dos situaciones:

—Tratamientos con herbicidas que actúan principalmente por contacto (paraquat y dinitros). Son muy adaptables en huertos frutales, pudiéndoseles aplicar entre y bajo los árboles, sin dañarlos.

Estos tratamientos son de efecto rápido y afectan solamente al sector del vegetal que reciba la aplicación.

—Tratamientos con herbicidas de translocación. (2,4-D, aminotriazol, dalapón y MSMA). Los herbicidas de translocación, luego de penetrar en las malezas, se mueven dentro de ellas, ejerciendo la acción tóxica distante del sitio de aplicación, ya sea en la parte aérea o en la zona radicular.

Tratamientos de este tipo son orientados principalmente con el fin de combatir malezas perennes, como *Sorghum halepense* (maicillo), *Cynodon dactylon* (chépica blanca), *Paspalum vaginatum* (chépica), *Convolvulus arvensis* (correhuela).

El efecto de estos herbicidas es más lento que el de los de contacto, sin embargo, dada su translocación resultan más eficientes sobre malezas perennes. Normalmente, debido a las características de reproducción de esas malezas, estos tratamientos se hacen en forma localizada, es decir exclusivamente sobre las plantas emergidas.

## TRATAMIENTOS DIRIGIDOS AL SUELO

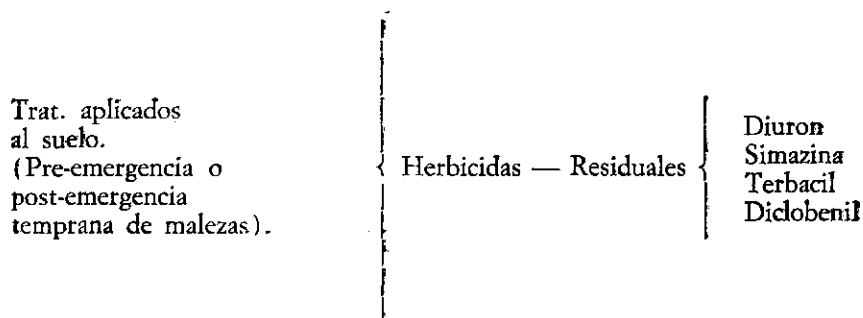
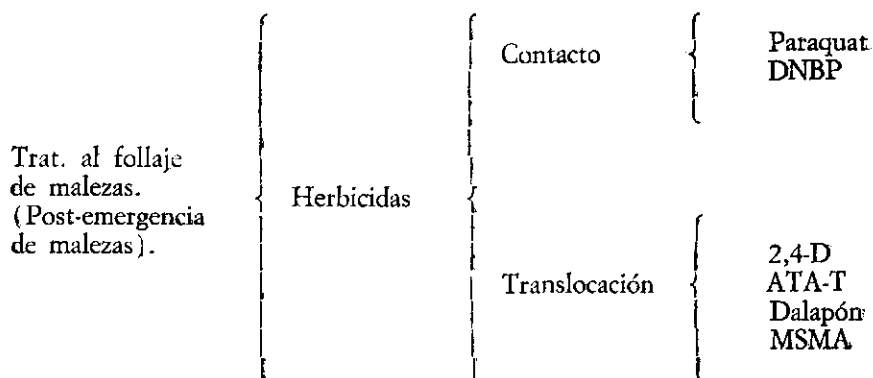
(Pre-emergencia de la maleza)

En este caso es difícil diferenciar cuando ellos ejercen su acción sólo en las raíces, o cuando son absorbidos y se mueven hacia la parte superior de la planta. Estos herbicidas actúan en el suelo ejerciendo un efecto por un mayor o menor espacio de tiempo, dependiendo de la rapidez con que son disipados después de la aplicación. Por esta razón los tratamientos con herbicidas que actúan a través del suelo se les conoce como tratamientos residuales. Herbicidas de este tipo son los productos derivados de triazinas, úreas, uracilos y benzonitrilos.

Es necesario destacar que algunos herbicidas de estos grupos



pueden ser aplicados en la post-emergencia temprana de la maleza (2-4 hojas verdaderas), ya que poseen también acción foliar.



Resumen de los tratamientos herbicidas para huertos frutales.

## SELECTIVIDAD DE LOS TRATAMIENTOS.

La selectividad de los tratamientos aplicados al follaje de las malezas se puede considerar principalmente como "selectividad por aplicación". Si los herbicidas entran en contacto con el follaje

del árbol frutal, sin lugar a duda se presentará efecto fitotóxico. La mayoría de estos productos son adsorbidos por los coloides del suelo.

En el caso de los herbicidas residuales la selectividad puede ser atribuida a una “selectividad posicional” y a respuestas diferenciales entre maleza y la especie frutal. La distribución vertical de los herbicidas en el suelo es desigual. Normalmente se produce una alta concentración cerca de la superficie, que disminuye gradualmente en profundidad. Las plantas frutales al presentar el sistema radicular relativamente profundo, difícilmente entran en contacto con grandes cantidades de herbicidas. Por otro lado las semillas de malezas frecuentemente son de germinación superficial.

La seguridad de los tratamientos herbicidas residuales en cultivos perennes como son los frutales, se atribuye a una protección por profundidad, sin embargo generalmente tienen por lo menos algunas raíces cerca de la superficie y por lo tanto se debe pensar además, en algunas especies, en una tolerancia de tipo fisiológica sin la cual los tratamientos resultarían arriesgados.

## PROGRAMA DE CONTROL DE MALEZAS.

Los tratamientos indicados a base de herbicidas de contacto, translocación y residuales constituyen la base de establecimiento de un programa de control de malezas.

Un programa de control de malezas en huertos frutales forzosamente deberá considerar los diferentes factores ambientales, económicos y cronológicos que normalmente actúan e interactúan en el desarrollo de las malezas, su control y la selectividad hacia la especie frutal. Es así como será necesario conocer los factores climáticos y edáficos; especie, variedad y edad del frutal; especies

de malezas, densidad y ciclo evolutivo; sistema de riego y manejo del huerto; equipos de aplicación y mano de obra disponible.

Sólo una vez conocidos los factores anteriores, se puede determinar si es posible y conveniente la introducción de un sistema de control químico de malezas, qué tratamientos serán necesarios y cuándo se aplicarán, cuál será el sistema de aplicación, cuáles serán los productos que intervendrán en el programa, cuál será el costo y qué precauciones deberán tomarse en el plan a desarrollar.

Dentro de los sistemas básicos de tratamientos podemos distinguir:

—**Tratamiento en tazas:** consiste en controlar malezas con herbicidas exclusivamente en la zona del suelo que se ubica bajo la proyección del follaje de los árboles. Con este sistema se eliminan las labores manuales de dicho sector, pudiendo trabajar el resto del suelo, mediante rastras.

—**Tratamiento en bandas:** es la aplicación de herbicidas sobre la franja de plantación, orientada en el sentido del riego y entre las dos acequias de riego más próximas a la hilera de los árboles. Normalmente representa un tercio de la superficie del huerto. Este sistema tiende, además de eliminar las labores manuales, a disminuir en un 50% el movimiento del suelo y el paso de maquinaria e implementos, ya que después de establecido el control químico en esa área los equipos de labranza trabajaron en un solo sentido, o bien se dejará el sector sin tratamiento, con vegetación, con lo cual se eliminaría totalmente el trabajo manual y mecánico.

—**Tratamiento total:** significa tratar toda la superficie del suelo que comprende el huerto. Con ello se eliminan las labores

mecánicas y manuales y se entra francamente a un sistema de control de malezas sin movimiento del suelo.

La elección de uno u otro sistema estará siempre en manos del profesional, quien de acuerdo a los factores expuestos deberá decidir y aconsejar su aplicación.

CUADRO 4.— Tratamientos herbicidas para buertos frutales en condiciones de clima templado

Tipo Tratamiento	Epoca de aplicación recomendable	Herbicidas	Malezas controladas	Especies tolerantes
I. Residual	Otoño - Invierno	Simazina Diuron Terbacil Bromacil Dicobencil Clortiamida	Principalmente malezas anuales de hoja ancha y algunas gramíneas	Citrus, manzano, peral, nogal, olivo y palto (durazneros) Citrus, manzano, peral, nogal, olivo y palto y duraznero Citrus, manzano, peral, duraznero, ciruelo Citrus Manzano, peral, duraznero, ciruelo Manzano, peral, duraznero, ciruelo
II. Contacto	Todo el año	Paraquat	Malezas anuales	En todas las especies
III. Residual más contacto	Otoño - Invierno	Mezclas de I y II	en general Aplicaciones repetidas para malezas perennes.	Tolerantes al herbicida residual
IV. Translocación	Todo el año	Dalapón	Gramíneas en general	En todas las especies.
Todo el año	Aminotriazol	Malezas anuales y dicotiledóneas	Malezas anuales y dicotiledóneas	Malezas, tanto mono como dicotiledóneas
Primavera - Verano	MSMA	Maicillo ( <i>Sorghum halepense</i> )	Maicillo ( <i>Sorghum halepense</i> )	En todas las especies.
Primavera - Verano	2,4-D amina MCPA amina	Malezas perennes de hoja ancha (dicotiledóneas) correhuela ( <i>Convolvulus arvensis</i> )	Malezas perennes de hoja ancha (dicotiledóneas) correhuela ( <i>Convolvulus arvensis</i> )	En todas las especies.

## USO DE HERBICIDAS EN VIVEROS

Se ha demostrado que las malezas limitan el desarrollo y crecimiento de los cultivos debido a la competencia por factores vitales. Las especies frutales en el vivero son especialmente sensibles a la competencia de las malezas. MUKULA (1962), estableció una curva de regresión entre el número de tallos aéreos de malezas perennes y el crecimiento anual de árboles de manzano. (Fig. 2).

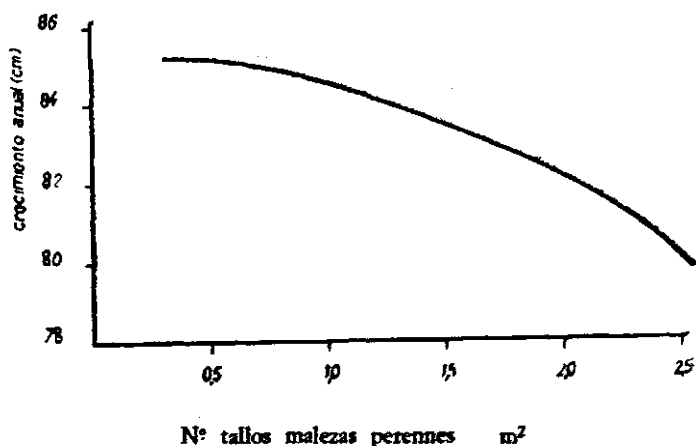


Fig. 2.— Efecto de malezas perennes en el crecimiento de manzano.

En Chile el control de malezas en viveros se realiza con implementos manuales o mecánicos. Recientemente la Facultad de

Agronomía — U. de Chile, ha iniciado una investigación tendiente a introducir el uso de herbicidas.

La principal limitante del uso de herbicidas en viveros es la susceptibilidad de éstos en los primeros estados de desarrollo, derivada de una serie de factores:

- Tronco con tejidos no lignificado.
- Presencia de hojas cercanas a la superficie del suelo.
- Sistema radicular poco desarrollado.
- Las plantas sufren un corte severo de raíces durante el transplante y luego de su parte aérea, por lo que su crecimiento se concentra en algunas yemas en particular. (KLIIGMAN, 1965; HOLLOWAY, 1966; PUTMAN y PRICE, 1969).

A pesar de las limitantes citadas, se han conseguido resultados positivos que señalan la posibilidad de usar herbicidas en viveros.

Resultados experimentales obtenidos sobre especies frutales pueden aclarar el panorama existente hasta la fecha.

## MANZANO.

Esta especie ha mostrado tolerancia a una serie de tratamientos herbicidas, incluso del tipo residual (Cuadro 5).

CUADRO 5.— *Tratamientos herbicidas promisorios para viveros de manzano.*

Herbicida	Kg/há i.a	Referencia
Diuron	8,0	Makula, 1962
Simazina	8,0	"
CIPC	8,0—10	Tiknor, 1969
EPTC	4,0—6,0	"
Difenamida	4,0—6,0	"
Diuron	1,0—1,5	"
Trifluralín	0,5—1,0	"
Atrazina	2,0—3,0	"
Diclobenil	3,0—5,0	"
Bromacil	—	Ivens, 1964
Buturon	—	"
Monolinuron	—	"

Observaciones hechas por LUCKWILL y CASELEY (1966), en manzano permiten concluir que esta especie es capaz de detoxificar a diuron y simazina. Estos investigadores al someter a ciruelo y manzano a esos herbicidas comprobaron una paralización de la fotosíntesis en ciruelo; en cambio, en manzano se produjo una disminución inicial de un 50% para, luego de 45 horas, igualarse al testigo (Figura 3 y 4).



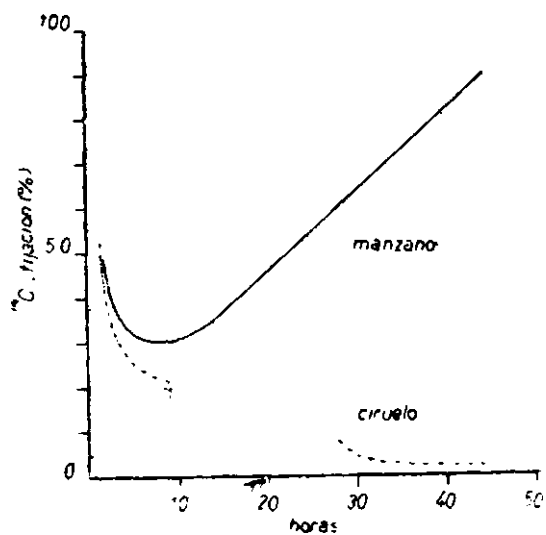


Figura 4.— Efecto de simazina sobre la fijación de  $^{14}\text{C}$  por hojas de manzano (var. Cox's Orange Pippin) y ciruelo (var. Victoria).

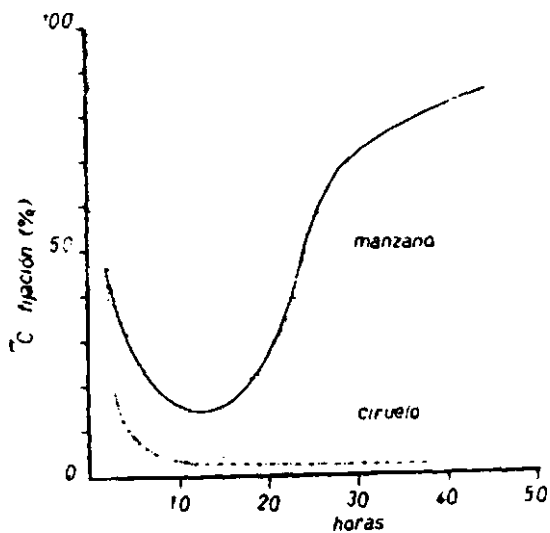


Figura 5.— Efecto de diuron sobre la fijación de  $^{14}\text{C}$  por hojas de manzano (var. Cox's Orange Pippin) y ciruelo (var. Victoria).

## CIRUELO.

TIKNOR (1969) indica que esta especie tolera difenamida 4-6 Kg/ha, EPTC 4-6 y CIPC 8-10 Kg/ha, trifluralín 0,5-1 Kg/ha, simazina 2-3 Kg/ha y diclobenil 2-5/ha. Por otro lado LANGE et al (1968), ensayaron diferentes tratamientos herbicidas sobre plántulas, patrones e injertos de ciruelo, en suelos que presentaban un contenido de materia orgánica que variaba de 2,1 a 3,4% y arcilla de 8 a 27%. Los resultados en cuanto a fitotoxicidad señalan que plántulas de la variedad Myrobalan 29 C toleran en mejor forma a difenamida 8 Kg/ha y diuron 1 Kg/ha que a prometrina, simazina y bromacil en dosis de 1 Kg/ha. Estos mismos herbicidas aplicados sobre estacas de la var. Myrobalan 29C provocaron fitotoxicidad en diversos grados. Diuron 1 Kg/há y Prometrina 4 Kg/há fueron los tratamientos más selectivos. Bromacil 1 Kg/há, difenamida 4 Kg/ha, Simazina 2 Kg/ha causaron daños severos.

## CITRUS.

LANGE et al (1970) observaron que diuron, simazina y terbacil en dosis bajas dieron un buen control de malezas sin dañar al cultivo. Pese a que algunos de estos ensayos fueron establecidos en suelos de textura con alto contenido de arena y sometidos a riego por inundación no hubo fitotoxicidad. En estos estudios se probaron además algunos herbicidas de post-emergencia cuyos resultados mostraron al ácido cacodílico como fitotóxico, a pesar de ser aplicado en un período de semilatenencia del cultivo. En cambio, esta condición de receso favoreció la acción de paraquat el que no provocó daños, pero sí los hizo cuando el cultivo presentaba un activo crecimiento en primavera y verano. Otro

herbicida ensayado, MSMA no causó daños en dosis de 4 Kg/ha, pero sí los provocó con 16 Kg/ha. La mezcla de diuron con aceite no fitotóxico resultó ser el mejor de los tratamientos de post-emergencia.

SOARES y DONADIO (1969), ensayaron distintos herbicidas residuales en viveros de *Citrus limonia* Osbeck. Se destacaron los tratamientos basados en linuron 3,2 Kg/ha, simazina 2 Kg/ha, fluometuron 2 Kg/ha. A las dosis ensayadas no se observaron síntomas de fitotoxicidad.

## DURAZNERO.

Esta especie según TIKNOR (1968) ha demostrado tolerar a difenamida y simazina en dosis de 4 a 6 y 2 a 3 Kg/ha respectivamente.

Otros resultados obtenidos por LANGE et al (1968), indican que plántulas de duraznero correspondientes a la selección Lovell respondieron de manera similar frente a diferentes tratamientos herbicidas, destacándose defenamida 8 Kg/ha como el más selectivo. En un plano inferior aparece diuron, que se comportó menos tóxico que simazina, bromacil, isocil y prometrina que fueron los herbicidas más tóxicos.

## BIBLIOGRAFIA

- AUDUS, J.L. Plant growth substances. New York, Interscience Publishers, 1963, 553 p.
- BARRONS, C. y WATSON, J.A. Dinoseb (DNBP), un herbicida realmente versátil. *Bio-kemia*, 18: 9-13, 1971.
- BAVER, L.D. Soil physics. 3th ed. New York, John Willey, 1966. 489 p.
- BARNESLEY, G.E. and ROSHER, H.P. The relationship between the herbicidal effect of 2,6 dichlorobenzonitrile and its persistence in the soil. *Weed Res.* 1: 147-158. 1961.
- BEAR, W.R. Puede el no-cultivo de los agrios contribuir a la defensa contra las heladas. En citrus and vegetable magazine. Vol. 32, 11.
- BLACK, C.C.; CHEN, M.T. and BROWN, H.R. Biochemical basis for plant competition. *Weed Science*. 338-343. 1969.
- BLACKIE, G.R. Objectives of soil tillage related to field operation and soil management. *Netherland. J. Agric. Sci.* 11:130-139. 1963.
- BANNER, J. The role of toxic substances in the interactions of higher plants. *Bot. Rev.*, 16:51-65. 1950.
- BRON, R.W. The chemistry and mode of action of the bipyridylum herbicides diquat and paraquat. Focus Agricultural Division Imperial Chemical Industries Limited. Fernhurst, Haslemere, Surrey, England, 9 p.
- BORNER, H. Liberation of organic substances from higher plant and their role in the soil sickness problem. *Bot. Rev.*, 26, 393-424, 1960.
- BREAN, C.R. The effect of herbicides on biophysical processes in the plant. En AUDUS, J.L. The physiology and biochemistry of herbicides. New York, London, Academic Press, 1964. pp. 357-383.
- BUCKMAN, H.O. and BRADY, N. The nature and properties of soils. 7th. ed. New York, Mac Millan, 1965. 499 p.
- CLEMENT, F. and SHELFORD, L. Competition bio-ecology. New York, John Willey, 1939. 435 p.
- CARTNEY, S.I. and KATES, I.I.A. Chemistry and formulations of 2,4-D. The Virginia Weeder, 1968. 5 p.
- CRAFTS, S.A. The chemistry and mode of action of herbicides. New York, Interscience Pub., 1961. 269 pp.

- CRAFTS, S.A. Destino de los herbicidas en las plantas y en el suelo. pp. 104-112. En Conferencias dictadas en Servicio Shell para el Agricultor. Cagua, Estado Aragua, Venezuela, 1962.
- CRAMER, H.H. Defensa vegetal y cosecha mundial. Pflanzenschutz. Leverkusen, Bayer. 1967. 555 p.
- CURRIER, H.B. Foliar penetration of herbicides review and present status. Weeds 7: 195-213. 1959.
- DAY, B.E. Weed Control programs for citrus, avocado orchards. Calif. Citrog. 44(2): 44. 1958.
- DUBACH, P. Dinámica de los herbicidas en el suelo. CIBA-GERGY S.A. Basilea, Suiza.
- FERNÁNDEZ, C.; KOGAN, M. y LAZEN, S. Control químico del maicillo en huertos frutales. U. de Chile, Fac. de Agronomía. Servicio Agrícola y Ganadero. Boletín Técnico N° 57. 1972. 16 p.
- FREED, H.V. Mode of action other than oryloxyalkylacids. Agr. and food Chemistry. 1: 47-50. 1953.
- FRIEDMAN, T. and HOROWITZ, M. Phytotoxicity of subterranean residues of three perennial weeds. Weed Res., 10:382-385. 1970.
- FRITH, H.J. Some effect of no-cultivation on the yield and growth of citrus trees. Agric. Res. 3(3); 259-276. 1952.
- FRYER, J.D. Herbicides in British fruit growing. Symposium of the British Weed Control Council, 1º, London, 1966. Blackwell Scientific Publications. c, 1966. 155 p.
- FRYER, J.D. Tendencia en el desarrollo de los herbicidas. Span 10: 36-39. 1967.
- FRYER, J.D. and EVANS. Weed Control handbook 5th, ed. Oxford, Blackwell Scientific Pub. 1968. v. 1.
- GRÜMMER, G. The role of toxic substances in the interrelations between higher plants. Symp. Soc. Exp. Biol., 15:219-228. 1961.
- HAGAN, R.M.; HAISE, R.H. and EDMINSTER, T.W. Irrigation of agricultural lands. Madison, Wis., American Society of Agronomy, 1967.
- HARTLEY, S.G. Herbicide behavior in the soil. En AUDUS, J.L. The physiology and biochemistry of herbicides. New York, London, Academic Press, 1964. pp. 111-161.
- HILL, D.G., Jr.; BINGEMAN, W.C. and WEED, B.M. New substituted uracil herbicides. En 2nd Symposium on new herbicides European Weed Research Council. Paris. 313-318. 1965.
- HOLLOWAY, R.I. Herbicides in fruit nurseries. In Herbicides in British fruit growing. Symposium of the British Weed Control Council. Blackwell Scientific Publications. 1966.
- HOMER, R.F.; HEES, G.C. and TOMLINSON, T.E. The mode of action of dipyriddyium salt as herbicides. J. Sci. Food Agric., 11:6. 1960.

- HUGH, et al. Chemical debarking of some pulpwood species. State Univ. of U. N. York, Coll. of Forestry. Tech. Publication N° 77. 1956.
- IVENS, W.G. Herbicidas en la horticultura. Span 8: 79-81. 1965.
- JONES, W.W.; CREE, C.B. and EMBLETONZ, T.W. Relation of tillage practice to water infiltration orange yield and quality. Calif. Citrog. 43(1) 28, 1957.
- KEARNEY, C.P. and KAUFMAN, D. Degradation of herbicides, New York, Marcel Dekker, 1969, 394 p.
- KIMBALL, M.H. Changes in soil and citrus root characteristics with nontillage. Calif. Citrog. 35-409. 1950.
- KING, J.L. Weeds of the world, biology and control. London, Leonard Hill Books, 1966. 526 p.
- KLINGMAN, C.G. Weed Control: as a science. New York, John Willey, c, 1965. 421 p.
- LANGE, H.; ELMORE, L.; CARLSON, V. and HENDRICKS, E. Weed control studies in stone fruit nursery species. Agricultural Extension University of California. 1968. 20 p.
- LANGE, H.A.; FISHER, B.B. and SUTHERS, L.G. Weed Control studies in citrus nurseries. Agricultural Extension University of California. 1970. 20 p.
- LAZEN, S. Herbicidas en huertos frutales. En mesa redonda, control de malezas en frutales. XXI Jornadas Agronómicas. Santiago, Chile. 1971. pp. 1-5.
- LEASURE, J.K. El modo de acción del dalapón. Biockemia. 2:18-21. 1963.
- LIEBIG, F.G., Jr. Arsenic. En CHAPMAN, D.H. Diagnostic criteria for plants and soils. University of California, Div. of Agricultural Sciences. 1966. pp. 13-23.
- LUCKWILL, L.C. and CAMPBELL, A.L. The tolerance of fruit crop to certain selective and preemergence herbicides. Proc. British Weed Control Conf. 1957. 539-542.
- LUCKWILL, L.C. and CASELEY, J. The effect of herbicides on fruit plants. En FYER, J.D. Herbicides in British Fruit Growing. New York, Blackwell Scientific Pub. 1966. pp. 81-100.
- MARTIN, H. The scientific principles of crop protection, 5th. ed. New York, st. Mantin's Press, 1964. 376 p.
- MILBORROW, V.B. Como actúan los herbicidas. Span 5(3):136-139. 1962.
- MILBORROW, V.B. Effect of rate of formation of 2,6 dichlorobenzonitrile on its toxicity to plants. Weed Res., 5:332-342. 1965.
- MONGOMERY, L.M.; BRANNOCK, D.L.; FREED, H.V. and WITT, M.J. Chemicals and properties. En Oregon Control Handbook. Corvallis, Oregon State University, Cooperative Extension Service, 1968. pp. 15-62.
- MUKULA, J. Chemical weed control in fruit crop nurseries. Annales Argiculture FENNIAE, Vol. 1: 25-36. 1962.
- MUSIK, T. Weed biology and control. New York, Mc Graw-Hill Book Company. 1970. 273 p.

- PAPADAKIS, J. Ecología de los cultivos. Trad. por Alberto Soriano. Buenos Aires, Ministerio de Agricultura y Ganadería, c. 1954. N° 1.
- PUTMAN, A.R. y PRICE. Tolerance of rootstocks and established malies, pyrus and prunus trees to terbacil. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94: 655-58. 1969.
- RIES, S.K., LARSEN, R.P. and KENWORTHY, A.L. The apparent influence of simazine on nitrogen nutrition of peach and apple. Weeds, 11, (6): 270-273. 1963.
- ROBINSON, D.W. Non-cultivation systems for small fruit and vegetables. Weeds. 245-250. 1964.
- RUMBURG, C. Effect of temperature on the herbicidal activity and translocation of arsenicals. Weeds, 8:582-588. 1960.
- SOARES, C., DONADIO, L. Uso de herbicidas em canteiro de sementeira de limão cravo (*Citrus limonia* Osbeck). O solo. Ano LVI. N° 1. 1969.
- STOWELL, R.F. Los herbicidas en la fruticultura. Span 10: 39. 1967.
- TIKNOR, R.L. (1968). Tolerance of nursery plants to herbicides. Oregon Weed Control Handbook.
- VAN OVERBEEK, K. Absorption and translocation of plant regulators. Ann. Rev. Plant Physiol., 7:335-372. 1956.
- YARRIK, B.F. Notes on non-tillage. Calif. Citrog. 31:318-320. 1946.