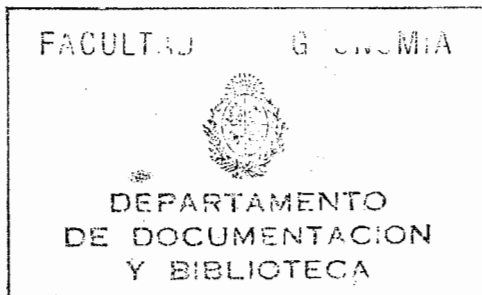


EVALUACION DE HERBICIDAS

EN EL CULTIVO DE PAPA



TRABAJO REALIZADO PARA OPTAR


AL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO

Por los Bachilleres,

Bonnafon Olivero, María A.



Hernández Gfeller, Alfredo R.



Núñez, Saturnino



Straconi Frantchez, Eduardo F.



## I. INTRODUCCION

El cultivo de papas es el principal cultivo hortícola del país, con una producción total de 120.316 toneladas (producción 1974/75) siendo superado en este sentido sólo por remolacha azucarera, trigo, arroz y maíz.

Sin embargo, a pesar de la importancia que tiene este cultivo a nivel nacional, los rendimientos unitarios promedio son de sólo 4500 Kg./Há. Estos valores son muy inferiores al promedio mundial (aproximadamente 10000 Kg./Há.), y mucho más aún con respecto a los principales países productores de papa.

A pesar de estos bajos rendimientos es común encontrar productores que logran superar ampliamente estos valores, lo que es un índice del bajo aprovechamiento que se hace del potencial real de producción del país.

Dentro de este contexto el eficaz control de malezas juega un importante papel para lograr notorios incrementos de los rendimientos. La eliminación de las malezas es uno de los eslabones en la cadena del buen manejo del cultivo. Si ellas no son controladas eficazmente, éste eslabón se convertirá en un punto débil, y hará que las otras prácticas de manejo tales como fertilización, control sanitario, etc, no logren manifestarse en su máximo potencial.

El control de malezas es realizado en nuestro país fundamentalmente por medios mecánicos, y la forma en que se realiza esta práctica es algo variable de productor a productor; pero en rasgos generales se podría resumir en:

- 1) Aperque liviano del cultivo

en el momento de la siembra.

2) Pasaje de rastra de dientes articulada cuando ha emergido el 50% del cultivo.

3) Cuando las plantas tienen aproximadamente 15 cm. de altura se realiza una carpida con carpidores, complementándola a mano con azada cuando es necesario.

4) Aporque definitivo del cultivo antes de la floración.

El uso de herbicidas es otra arma de la que puede disponer el productor para combatir las malezas, pero su uso no se ha generalizado aún en el país.

En nuestro medio el costo del control químico de malezas es algo superior al del control mecánico, pudiéndose estimar que promedialmente esta diferencia oscila de un 2 a un 4% del costo total de producción del cultivo; sin embargo debemos tener en cuenta que sólo son necesarios pequeños incrementos en los rendimientos para compensar este aumento del costo.

Por otra parte la efectividad de los distintos herbicidas es algo variable de un lugar a otro, ya que es dependiente de factores tales como flora de malezas existente, condiciones climáticas, tipo de suelo, etc.

Es por estas razones que se plantea la necesidad de estudiar la performance de diferentes herbicidas en nuestras condiciones y determinar cuál o cuáles productos son los que mejor se adaptan.

El presente ensayo formaría parte de una de las primeras incursiones en el tema, ya que no se conocen en nuestro país resultados publicados al respecto.

Los objetivos de este trabajo son comparar a distintos herbicidas en el rango de dosis comercialmente recomendadas, tomando como testigo al control mecánico de malezas y como testigo absoluto al cultivo enmalezado. La forma de valorar cada tratamiento es en función del control de malezas logrado, de los síntomas de fitotoxicidad y como resultante final los rendimientos del cultivo.

Pretendemos detectar además si existe algún disturbio fisiológico sobre la planta de papa que pudiera reflejarse en cambios en los constituyentes fundamentales del tubérculo.

Como último objetivo intentamos determinar si alguno de los herbicidas empleados persiste en el suelo, con posibilidades de daño para posteriores cultivos que integren la rotación con papa.

## II. REVISION BIBLIOGRAFICA

Para una mayor claridad en el tema, agrupamos la exposición en cinco ítems:

- 1) Las malezas en el cultivo de papa.
- 2) Factores asociados con el cambio en el manejo del cultivo.
- 3) Respuesta del cultivo a los herbicidas.
- 4) Características generales de los herbicidas empleados.
- 5) Disipación de los herbicidas en el suelo.

### II.1. Las malezas en el cultivo de papa.

El efecto nocivo de las malezas sobre el cultivo de papa, es sintetizado por Heikes (1977) en:

- a) Reducción de los rendimientos y de la calidad del cultivo.
- b) Albergan patógenos que atacan al cultivo.
- c) Incrementan los costos del cultivo, en especial los de cosecha.

#### II.1.1. Efectos sobre el rendimiento.

Diversos autores, citados por Kolbe y Zimmer (1972), encontraron que los rendimientos de papa se incrementaban entre un 70 a un 100% cuando las malezas eran efectivamente controladas.

Reschke y col. (1972) estudiaron la relación existente entre los rendimientos de papa con respecto al peso, número y porcentaje de cobertura de las malezas. Sus resultados indican que el umbral económico es de aproximadamente 6 malezas por metro cuadrado, equi-

valente a una cobertura del 2%. A partir de este umbral, los rendimientos son deprimidos entre un 1 a un 2% por cada porcentaje de aumento de la cobertura de malezas.

Zakharenko (1963) en sus experimentos sobre diferentes cultivos, encontró que el rendimiento aumenta inversamente con el grado de infección de malezas. Planteando la siguiente ecuación:

$$Y_x = Y_0 \cdot a^x$$

donde  $Y_x$  es el rendimiento del cultivo,  $x$  es la infección de malezas (número o peso de las malezas por unidad de área),  $Y_0$  es el rendimiento del cultivo libre de malezas, y  $a$  es un coeficiente menor que 1, que expresa la habilidad competitiva del cultivo en relación a las malezas. La fórmula permite calcular la probable disminución del rendimiento causado por las malezas y el probable incremento obtenido con el uso de herbicidas. Cuando el herbicida controla completamente las malezas (por ejemplo: prometrina en papas infectadas únicamente por malezas anuales), la fórmula puede ser modificada a:  $I_y \cdot i = Y_0(1 - a^x)$  donde  $I_y \cdot i$  es el incremento del rendimiento.

#### II.1.2. Períodos críticos de competencia de malezas.

Stephens (1965) señala que aún en el caso de malezas que presentan un tamaño reducido en la emergencia del cultivo, igualmente pueden ser causa de disminuciones en el rendimiento tan pronto como tienen actividad de crecimiento.

Nieto y col. (1965) encontraron que la competencia de malezas produce una disminución del rendimiento del 40%, si las pa-

pas se mantienen enmalezadas 40 días después de la plantación.

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Carillanca (Chile) realizó estudios sobre este aspecto, con dos variedades de papa (una de ciclo largo y otra de ciclo corto). Las malezas predominantes fueron Poligonáceas y Crucíferas.

Los resultados se esquematizan en la siguiente gráfica:

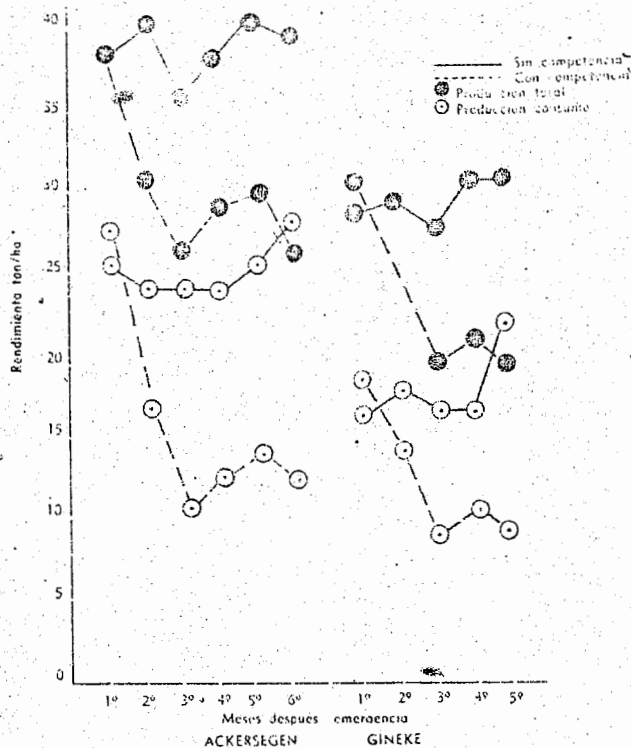


Figura 14 Efecto de diversas periodos de competencia con malezas en 2 variedades de papas en 2 temporadas en la Estación Experimental Carillanca.

Basta que en ambas variedades se produzcan 60 días de competencia desde la plantación, para que los rendimientos se afecten fuertemente, produciéndose pérdidas del orden del 20%. Si la competencia se prolonga por noventa días las disminuciones del rendimiento llegan hasta un 30%. Es interesante destacar que las pérdidas que afectan al rendimiento total se deben exclusivamente a la disminución del rendimiento de tubérculos de consumo, no observándose en las dos variedades diferencias estadísticamente sig-

nificativas en los tubérculos de tamaño menor.

La importancia del control temprano de malezas es confirmado, además, por estudios llevados a cabo por Zimdahl y col. (1976 y 1977), quienes utilizando la variedad Russet Burbank, y la maleza *Amaranthus retroflexus*, encontraron que la competencia más severa sobre el cultivo de papa se produce entre la tercera y la sexta semana después de la plantación.

### II.1.3. Otros efectos nocivos de las malezas.

Autores citados por Stephens (1965) reportan que el enmalezamiento durante las cosechas incrementan el número de tubérculos perdidos en la tierra, el daño mecánico sufrido por ellos y el tiempo destinado a la cosecha. Además los tubérculos pueden ser atravesados por los rizomas de *Agropyron repens*, *Cynodon dactylon* y *Cyperus sp.*, disminuyendo de este modo la calidad.

Wollny, citado por Kolbe y Zimmer (1972), observó que el control de malezas no sólo aumenta el rendimiento sino que también mejora la calidad por el aumento del tamaño de los tubérculos.

Varios investigadores han estudiado la influencia de las malezas sobre el estado sanitario del cultivo. Es así que Kolbe y Zimmer señalan que la presencia de malezas es responsable de un incremento en la infección de *Rhizoctonia*.

Se encontró además que el (TRV) "soil-borne-tobacco rattle virus" es transportado en las semillas de algunas malezas. Cuando ellas germinan pueden ser fuente de virus para los nematodos vectores y luego pueden ser transmitidos a las plantas de papa. Da-



vis y Allen (1975), señalan que el *Solanum nigrum* es una importante hospedadora del TRV, y que además podría utilizarse como planta diagnóstica de ocurrencia natural para la detección de este virus en el campo.

Naperkovskaya (1968), encontró que las malezas como *Solanum nigrum*, *Amaranthus* sp., *Chenopodium album*, *Plantago media* y *Convolvulus arvensis*, son portadores ocultos del virus X, el que de esta manera puede infectar al cultivo de papa.

#### II.1.4. Tipos de malezas que atacan al cultivo de papa.

Stephens (1965), clasificó a las malezas que atacan al cultivo en tres grupos:

a) Malezas perennes: Este tipo de malezas han sido reportadas en la mayoría de los campos paperos. El control de estas especies es difícil ya sea, por medio del laboreo o por el uso de herbicidas. Por lo tanto los esfuerzos deben estar dirigidos a atacar éstas malezas antes de la plantación. En general su control es realizado más eficientemente con las labores culturales que con el uso de herbicidas.

b) Malezas anuales. El propósito principal de las labores de post plantación es el de controlar este tipo de malezas. Estas emergen antes que el cultivo y si no se las controla crecen rápidamente por sobre las plantas de papa. Este tipo de malezas son mejor controladas con el uso de herbicidas que con las cultivaciones (Eadowers 1966).

c) Malezas de germinación tardía. La cober-

tura proporcionada por el follaje de las plantas de papa, es suficiente para suprimir la mayoría de las malezas que nacen en este período, a pesar de que esto es dependiente de la variedad de papa utilizada. No obstante existen malezas que son favorecidas por las temperaturas altas del verano, como las especies del género *Setaria*, *Digitaria* y *Echinochloa*. Estas malezas pueden ser controladas por cierto tiempo mediante el laboreo, pero comienzan a ser problema después que las plantas de papa cubren los entresurcos.

Las malezas que crecen en este período tienen pequeño efecto sobre los rendimientos, pero tienen gran influencia en interferir las labores de cosecha.

Similares conceptos son vertidos por Dallyn (1971) y por Heikes (1977), agregando este último que las malezas de emergencia temprana son usualmente controladas por el laboreo de post plantación excepto en los años húmedos en que la entrada al campo se torna dificultosa. Por otra parte existe un gran interés en incentivar el uso de herbicidas que replacen estas cultivaciones, especialmente en los cultivos bajo riego.

## II.2. Factores asociados con el cambio en el manejo del cultivo.

El uso de herbicidas no implica necesariamente un más eficaz control de malezas que las labores culturales de post plantación, pues esto es dependiente de una serie de condiciones tales como; herbicidas usados, especies de malezas presentes, condiciones climáticas, tipo de suelo, etc. Pero el uso de herbicidas implica una limitación o eliminación de ciertos efectos secundarios del

control mecánico de malezas.

### II.2.1. Efectos secundarios del control mecánico de malezas.

Muchos productores de papa consideran que las cultivaciones de post plantación son beneficiosas para el cultivo, en primer lugar para controlar las malezas, pero también para mejorar las condiciones físicas del suelo, el desarrollo radicular y para la prevención de tubérculos verdeados (Eddowes 1966).

Bell y colaboradores, citados por Dallyn (1971), observaron que algunas cultivaciones incrementan los rendimientos de papa durante los veranos secos, aún donde las malezas no eran problema, y que se disminuía el encostramiento superficial causado por las lluvias. Al romper este encostramiento mediante las cultivaciones mecánicas se mejora la aereación del suelo (Schmerfeldt y Knutson 1968).

Investigaciones llevadas a cabo por Blake y Aldrich (1955), agregan de que, a pesar que las labores de post plantación disminuyen el espacio poroso y aumentan la densidad aparente de las capas menos superficiales del suelo, este efecto negativo es compensado por el alojamiento del suelo alrededor de la zona de crecimiento de los tubérculos, pues en esta zona aumenta el espacio de aire y disminuye la densidad aparente.

Dallyn (1971), reporta que en campos pesados infectados de malezas, los resultados de los tratamientos con herbicidas fueron considerablemente mejorados con el uso de una cultivación mecánica.

Pätzold (1967) agrega que si se usan herbicidas, el laboreo de post plantación no es un requisito fundamental para el óptimo crecimiento del cultivo. La única ventaja es incrementar el tamaño de los tubérculos en suelos pesados. Pero en el caso en que estén presentes malezas perennes rizomatosas el laboreo de entre-fila es esencial.

Otro factor que ha sido estudiado por diversos autores, es la incidencia que tiene el último aporque realizado en el laboreo normal del cultivo, sobre la cantidad de tubérculos verdeados.

Es así que Dallyn (1971) señala que este aporque, además de controlar las malezas, tiene la ventaja de disminuir el porcentaje de tubérculos verdeados.

Confirmando esto otros autores indican que el número de tubérculos verdeados se incrementa si se reduce el número de labores de post plantación, pero sin embargo, este verdeado es prevenido si se usan camellones anchos (Kolbe y Zimmer 1972).

Murcia y col. (1968) usando herbicidas pre-emergentes, compararon el efecto de tres tipos de aporque (alto, medio y bajo) realizados en el momento de la plantación. Ellos concluyeron que los mejores resultados en cuanto a la reducción del número de malezas, y a la efectiva disminución de las pérdidas de calidad originada por la acción de insectos o por radiación solar, fue obtenido con el aporque alto (30 cms. de altura) seguido por el uso de herbicidas. Agregan además, que es posible eliminar el segundo aporque y la deshierba mecánica acostumbrada por la mayoría de los agricultores.

Heikes (1977) señala que existen evidencias de que la com-

compactación del suelo que sigue al uso de la maquinaria utilizada para las cultivaciones y el laboreo del cultivo de papa, puede llegar a afectar tanto a la papa, como a los otros cultivos que integren la rotación. A menudo es necesario realizar cultivaciones cuando el suelo está muy húmedo. Esto favorece la compactación y resulta en una condición terronuda, la cual no es favorable para las operaciones de cosecha.

Según Stephens (1965) además de la compactación producida en suelos húmedos, el laboreo de post-plantación tiene un efecto lateral que es la formación de un aterronamiento estable que persiste en los surcos hasta la cosecha; los cuales debido a su similitud en tamaño con los tubérculos incrementa el trabajo de las cosechadoras mecánicas.

Sin embargo Green (1964) dice que el número de terrones presentes en el momento de la cosecha puede ser llevado a un mínimo mediante la preparación del suelo para la plantación con fresadoras, y mediante el uso de implementos especiales en las labores de post-plantación.

Scholz, citado por Kolbe y Zimmer (1972), agrega que en suelos pesados en donde las cultivaciones no siempre pueden ser hechas oportunamente, el uso de herbicidas y la reducción de las operaciones mecánicas ayudan a prevenir la formación de terrones.

Otro efecto de las cultivaciones es la poda de raíces, ya que la planta de papa es de arraigamiento superficial.

Sohmerfeldt y Knutson (1968), comparando el efecto de una y tres cultivaciones, encontraron que la poda de raíces era eviden-

te bajo el régimen de tres cultivaciones. Además el crecimiento de las raíces fue restringido bajo las filas, donde pasaron las ruedas del tractor. Sin embargo el efecto adverso de la poda de raíces fue enmascarado por los efectos provechosos creados por el mejoramiento de las condiciones físicas del suelo.

Moore (1937) informó sobre el efecto de las cultivaciones y del aporque tardío sobre la poda de raíces. Indica este autor que debido a que el crecimiento de la raíz de papa es muy rápido, cuando las plantas tienen aproximadamente 20 cms. de altura, la extensión lateral de las raíces es suficiente como para ser sujetas a una severa poda por las cultivaciones. Cualquier disturbio del suelo en este momento que exceda 2,5 cms. de profundidad, es acompañado generalmente por una cierta cantidad de raíces podadas con el consiguiente daño.

Estos daños producidos por las cultivaciones no solo retardan la tuberización, sino que la reducen (Kolbe y Zimmer, 1972).

Por otra parte el control mecánico puede ser un arma de doble filo, ya que al mover el suelo pueden llevarse a la superficie semillas de malezas enterradas mas profundamente, estimulando por lo tanto la germinación de nuevas malezas.

Se ha observado además, que la eliminación de ciertas labores culturales proveen una cierta protección contra heladas, ya que el pasaje de implementos antes de la emergencia pueden reducir la capa de suelo sobre los tubérculos, dejando expuesta la parte inferior de los tallos al efecto de las heladas. Además el suelo no recoivido recientemente, es capaz de dar más calor en la noche



que otro igual, pero removido. Presumiblemente porque más calor ha pasado al suelo durante el día, y la radiación calórica extra durante la noche puede a veces ser suficiente para prevenir el daño al follaje de las plantas emergidas.

Otro efecto lateral del uso de cultivaciones mecánicas es la pérdida de humedad del suelo; pero esto sería de importancia sólo en los casos en que la humedad del suelo está en un nivel crítico (Stephens, 1965).

Varios autores han estudiado la incidencia que tienen ciertas enfermedades debido al laboreo de entrefila, fundamentalmente enfermedades virósicas.

Autores citados por Kolbe y Zimmer (1972), probaron que papas carpidas después de la emergencia mostraban un significativo incremento del virus X, y una mayor infección del virus Y, que aquellas parcelas en las cuales solamente se había carpido antes de la emergencia del cultivo.

Manzer y Merriam (1961) en ensayos con las variedades Katadin y Kennebec, demostraron la mayor susceptibilidad de esta última variedad a la transmisión del "potato spindle tuber virus" por los implementos de labranza. Esto es debido al hábito de crecimiento de la variedad Kennebec. Resultados similares fueron encontrados con la transmisión del virus X.

Sin embargo ambos virus disminuyen su propagación cuando las cultivaciones son realizadas en momentos en que los tallos de papa están menos desarrollados.

El control de malezas logrado con el uso de herbicidas o cul

tivaciones, junto con los factores anteriormente citados pueden incidir en mayor o menor grado en función de diversas condiciones, pero la resultante de todos ellos son los rendimientos del cultivo.

Eddowes (1966) reportó que los rendimientos de papa comercial obtenidos con el uso de herbicidas han sido similares a aquellos obtenidos en cultivos con labores estandar, sin embargo a veces los rendimientos de ambos tipos de tratamientos han fluctuado en más menos 20 %.

Esta evidencia sugiere que los tratamientos químicos son alternativos con las cultivaciones para el control de malezas en papa; y que la opción del productor puede depender del costo y de la conveniencia.

Una condición esencial es que la decisión debe depender de la flora de malezas presentes, del tipo de suelo y de la cantidad y distribución de la lluvia.

Agrega el autor que el control químico de malezas no debe ser visto como una actividad aislada, introducida con el solo objetivo de reemplazar las labores culturales de post-plantación, como podría pensarse, sino que abre nuevos horizontes para encontrar mejores prácticas de manejo del cultivo. Cuando el control químico es examinado como parte integral de una nueva práctica cultural, el factor conveniencia puede pesar más que las consideraciones de costo, ya que los desembolsos para el control de malezas solo pueden ser de poco monto en relación con el costo total de producción.

Evans (1968) agrega que a pesar de que se han observado muchas veces incrementos en los rendimientos debido a la sustitución de las cultivaciones por los herbicidas, no se puede afirmar



que estos siempre aumenten los rendimientos, ya que las cultivaciones no son necesariamente perjudiciales, dependiendo esto de como se hacen, y de la condición del suelo en el momento en que estas se realizan.

La comparación de los efectos de las cultivaciones y de los herbicidas involucra una complejidad de factores, y bajo que condiciones la mayoría de los rendimientos puede ser lograda no están totalmente claras.

### II.2.2. Posibles alternativas del uso de herbicidas.

Como ya hemos citado anteriormente el uso de herbicidas implica un cambio en el manejo del cultivo, pero debe quedar claro que su uso no significa desplazar completamente a las otras medidas de control de malezas, sino que muchas veces estas se complementan entre si para obtener los mejores resultados.

Herve (1969) indica que el uso de herbicidas o de cultivaciones depende del fin perseguido en el cultivo de papa (papa semilla, papa primor, papa de estación).

Para papa primor se busca el máximo de precocidad. La ausencia de labores culturales desde el aporcado en la plantación asegura una ganancia de precocidad debido a la ausencia de heridas causadas por los implementos de labranza, y a la eliminación de la competencia de malezas desde el comienzo del cultivo. Además se disminuyen los riesgos contra heladas, y la pérdida de humedad del suelo (Eddowes, 1966).

Papa semilla. Es dentro de este tipo de cultivos que el desmalezado químico presenta las máximas ventajas, ya que se suprimen

las malezas desde el comienzo de la vegetación, y se disminuye el riesgo de transmisión de ciertos virus por el uso de implementos de labranza.

Papa de estación. Los cultivos de papa desmalezados mecánicamente, al fin de la vegetación aventajan muchas veces en peso a los desmalezados químicamente. Estudios más precisos mostraron que el IAF (Índice de área foliar) y el TAN (Tasa de asimilación neta), daban valores más altos para las parcelas con cultivaciones mecánicas. De esta manera se obtiene un balance fotosintético mayor, que con el uso de herbicidas.

Es por esta razón que el autor recomienda que a pesar de usarse herbicidas, debe realizarse un aporque en el momento que las plantas de papa tienen una altura de 20 cms., con el fin de combinar las ventajas del desmalezado químico con las del desmalezado mecánico.

Fryer y Evans (1970) generalizando el uso de herbicidas indican que existen tres sistemas culturales diferentes en los cuales pueden entrar los herbicidas:

- 1) El sistema más común es la sustitución total de las cultivaciones de post-plantación por el uso de herbicidas. Esto requiere que las labores de pre-plantación produzcan un buen mullido del suelo. Además es necesario que los camellones sean chatos en la cima, para que de este modo, ante la eventualidad de lluvias, el herbicida no sea fácilmente barrido al desmoronarse la cima del camellón. De esta manera los herbicidas producirán un duradero control de malezas.

Dentro de este contexto Kolbe y Zimmer (1972) señalan que los

distintos momentos de aplicación de herbicidas en el cultivo de papa, podrían ser generalizados en los siguientes:

a) Aplicación en la plantación siguiendo al alomado, con lo cual se evitan operaciones separadas. Una ventaja de este método es que el herbicida entra en contacto con el suelo húmedo recién removido, y de esta manera es activado. Una posible desventaja de este método es que no se ejerce la acción foliar del herbicida sobre las malezas.

b) Aplicación del herbicida una semana después del aporque y antes de que emerja el cultivo. De esta manera es aprovechada la acción foliar del herbicida, lo que es importante en suelos de alta adsorción.

c) Aplicación justo en la emergencia del cultivo.

d) Aplicación de post-emergencia, en este momento muy pocos herbicidas pueden ser usados.

2) Los herbicidas se pueden usar después de una temprana cultivación de post-plantación, la cual puede ser necesaria para mejorar las condiciones del suelo. En este caso el tiempo entre la cultivación y la emergencia del cultivo es muy corto, resultando esto en pocas malezas germinadas, por lo que la acción de contacto del herbicida se ve desaprovechada.

3) Las malezas pueden ser controladas hasta el momento de la emergencia del cultivo mediante el uso de herbicidas de contacto, y las cultivaciones serían usadas para el control de malezas de emergencia tardía.

Heikes (1977) señala una cuarta posibilidad consistente en

la aplicación de herbicidas en bandas, en este caso las malezas de entre los camellones son controladas con cultivaciones. Las aplicaciones en banda reducen las cantidades de producto usado, lo cual disminuiría los costos, sin embargo este tipo de aplicación es mas difícil de dosificar, y de incorporarlo adecuadamente cuando ello es necesario.

El mismo autor haciendo referencia a como se pueden combinar las diferentes medidas de control de malezas, indica que las rotaciones juegan un importante papel en este sentido. Ya que además de la distinta habilidad competitiva de los diferentes cultivos que integran la rotación, existiría otro beneficio que estaría dado por el hecho de que determinadas malezas pueden ser mejor controladas mediante el uso de diferentes herbicidas en los distintos cultivos de la rotación.

Por ejemplo, una de las especies de más difícil control en papa es el *Solanum nigrum*; esta especie es de la misma familia que las plantas de papa y muchos de los herbicidas actuales no la controlan efectivamente. Sin embargo esta maleza puede ser controlada con herbicidas que no son usados en el cultivo de papa, pero sí pueden serlo en maíz, porotos, etc, que pueden integrar la rotación con el cultivo de papa.

Otra posibilidad para limitar las lagunas en el espectro de control de malezas de los herbicidas, es el empleo de mezclas de diferentes productos. De esta manera se podría eliminar el avance de algunas malezas que son resistentes a los diferentes herbicidas tomados individualmente ( Crosinier et al. 1969 , y Burghausen 1968).

### II.3. Respuesta del cultivo a los herbicidas.

La tecnología de los herbicidas avanzó rápidamente desde el descubrimiento del 2-4-D y MCPA, y varios son los tipos de estructuras químicas con propiedades selectivas que se han desarrollado.

En el camino de la investigación muchos son los productos que han quedado relegados a un segundo plano. Los herbicidas hormonales eran insuficientemente eficaces o riesgosos, también productos a base de fenoles sustituidos como el DNOC y Dinoseb, que a pesar de su buena eficacia en el cultivo, no cumplen las exigencias actuales, pues su acción permanente no es suficiente para prevenir la aparición posterior de malezas (Härtel, 1964).

Stephens en 1965, señala a los herbicidas Linurón, Monolinurón, Metobromurón, Prometrina, EPTC, Diquat y Paraquat como los más promisorios para ser usados en el cultivo de papa.

#### II.3.1. Ensayos realizados con diversos herbicidas.

Los resultados de las investigaciones citadas a continuación no siempre son coincidentes; esto se debe a que los productos son ensayados en diferentes condiciones ecológicas.

Härtel (1964) comparó la eficiencia del Monolinurón con respecto al Linurón. Concluye que existen muy pocas diferencias entre ambos herbicidas en cuanto al control de malezas anuales. A pesar de que el Monolinurón fue algo superior en su eficacia pre-emergente, y que el Linurón mostró una mayor eficacia sobre las malezas ya emergidas. En climas secos el Monolinurón resultó ser

algo más eficaz. Ambos compuestos, en dosis de 1 a 1,5 Kg./Há. no causaron daños en el cultivo, y los rendimientos fueron superiores a las parcelas tratadas mecánicamente. No obstante esto, se observaron grandes disminuciones de los rendimientos cuando fueron aplicados en post-emergencia.

Jacquemet y col. (1965) en pruebas con Linuron, usándolo en pre-emergencia, a dosis de 1,5 Kg./Há., lograron un excelente control de malezas en años secos, mientras que en años húmedos sólo 1 Kg./Há. fue suficiente para obtener un buen control. Por otra parte también se observó que en suelos livianos se podrían producir ligeras clorosis en el cultivo con las dosis usadas.

Michel en 1965, en pruebas con Patorán, aplicado en pre-emergencia en dosis de 2 a 2,5 Kg./Há. detectó un efectivo control de especies anuales, y dosis de hasta 6 Kg./Há. no produjeron daños en las 11 variedades de papa testadas.

Würzer durante los años 1964-65, en suelos franco-limosos, evaluó la performance del Metobromurón (Patorán) en diferentes variedades de papa, usando dosis de 2, 4, 6 y 8 Kg. de producto comercial por Há. en 1964 y de 4 Kg./Há. en 1965. Encontró que la tolerancia del cultivo fue buena en 1964 (año seco), pero la dosis más alta resultó en una reducción del crecimiento de las plantas de papa, mientras que en 1965 (año extremadamente húmedo) sólo se observó una reducción del crecimiento en la variedad Datura. En ambos años, la dosis de 4 Kg./Há. fue muy efectiva en el control de las malezas anuales.

Nys y Detroux (1966) probaron los siguientes herbicidas:

Buturon, Metobromuron, Linuron y mezclas de ellos con triazinas. En general todos los herbicidas dieron resultados satisfactorios, sin embargo el Metobromuron fue el más efectivo en dosis de 1.5 Kg. de a.i./Há. dando un buen control de malezas y apareciendo como el más seguro de los herbicidas testados.

Dos Santos y Leideman (1967) en pruebas realizadas en Brasil evaluaron los siguientes herbicidas: Diuron (1.5 Kg. de a.i./Há) EPTC (4 Kg. de a.i./Há.), Linuron (2 Kg. de a.i./Há.), Patoran (3 Kg. de a.i./Há.), Gesagard (2 Kg. de a.i./Há.), y Treflan (1.5 Kg. de a.i./Há.). El suelo donde se realizó el ensayo contenía 28.6% de materia orgánica, 29.9% de arcilla, 21.5% de limo y 48.6% de arena. Las malezas presentes fueron: *Amaranthus viridis*, *Brachiaria plantaginea*, *Tajetes minuta*, *Panicum purpurecens*, *Portulaca olerácea* y *Agerantus conyzoides*. Las conclusiones de estos autores fueron las siguientes:

- 1) Los productos que lograron mayor control de malezas fueron aplicados en pre-emergencia.
- 2) El mejor producto fue el Diuron en dosis de 1.9 Kg. de producto comercial por Há.
- 3) Otros productos de buen resultado fueron el Linuron y el Gesagard (Prometrina) en dosis de 4 Kg./Há. de producto comercial.
- 4) No fueron observados síntomas de fitotoxicidad.
- 5) El Treflan disminuyó el peso total de tubérculos.

Murcia y colaboradores, en ensayos realizados en Colombia

\* a.i.,= significa ingrediente activo. Por razones de traducción se mantendrá esta nomenclatura en toda la revisión bibliográfica.

entre los años 1965-66, en suelos ricos en materia orgánica con texturas que fueron desde franco limosas a arcillosas, compararon entre sí al Afalón (Linurón 1 kg. de a.i./Há.), Aresín (Monolinurón 2 kg. de a.i./Há) y Gesagard (Prometrina 1.12 kg. de a.i./Há.) en combinación con tres tipos de aporque (alto, medio y bajo). Los datos recabados por los autores fueron los siguientes: número de malezas en cuatro áreas de 25x50 cm. por parcela; peso fresco de las malezas muestreadas; número total de tubérculos en muestras de 5 kg. en cada tratamiento; clasificación por tamaño de la muestra; número de tubérculos verdeados y/o dañados por insectos, y rendimiento total. Las malezas predominantes fueron: *Chenopodium paniculatum*, *Polygonum segetum*, *Penisetum clandestinum*, *Rumex crispus*, *Amaranthus hybridus*, *Galinsoga parviflora*, *Malva silvestris*, *Lepidium bipinatifidum* y *Hordeum* sp..

Las conclusiones extraídas por los autores fueron las siguientes:

- 1) El empleo de los herbicidas puede reemplazar con ventaja la labor de desyerba mecánica.
- 2) En los tratamientos de pre emergencia realizados el Afalón resultó ser el más ventajoso.
- 3) El Aresín en la dosis utilizada fue efectivo en el control de malezas pero sumamente fitotóxico para el cultivo.
- 4) En la dosis utilizada el Gesagard fue inefectivo en el control de malezas.

Romero y colaboradores (1969) llevaron a cabo dos pruebas de evaluación de herbicidas. En la primera prueba los herbicidas pre emergentes usados fueron: Dinoseb (Caldón) 3 kg. de a.i./Há.



Dinoseb (Preemerge) 2.5 y 3 Kg. de a.i./Há., Linurón (Afalon) 1 y 2 Kg. de a.i./Há., Metobromuron 1.5 y 2 Kg. de a.i./Há., Linuron (Lorox) 1 y 2 Kg. de a.i./Há., Clorobromuron 2 y 2.5 Kg. de a.i./Há. y Terbacil 0.5 Kg. de a.i./Há. Las malezas más importantes fueron: *Amaranthus* sp., *Veronica persica*, *Chenopodium paniculatum* y *Lepidium bipinatifidum*. El resultado más promisorio fue el obtenido con Linuron en ambas dosis.

En la segunda prueba realizada las malezas predominantes fueron: *Polygonum segetum*, *Chenopodium paniculatum*, *Spergula arvensis*, *Bromus* sp. y *Avena sativa*. En este caso muchos herbicidas no fueron satisfactorios con excepción del Terbacil a 0.5 Kg. de a.i./Há. y del Linuron a 2 Kg. de a.i./Há.; pero a pesar de ello los rendimientos más altos fueron obtenidos con el control mecánico de malezas.

Eddowes (1971) en pruebas realizadas en Inglaterra durante los años 1966-69 en suelos livianos, comparó la aplicación de diferentes herbicidas en papas tempranas. Los productos empleados fueron: Monolinuron y Ametrina en dosis de 0.84 y 1.68 Kg. de a.i./Há., mezclas de Linuron y Monolinuron en dosis de 0.84 y 1.68 Kg. de a.i./Há., mezclas de Ametrina y Trietazina en igual dosis que los productos anteriores y mezclas de Diquat más Paraquat con Monolinuron o Ametrina en dosis de 0.56 y 1.12 Kg. de a.i./Há.

De este trabajo, el autor concluye que a dosis equivalentes los compuestos derivados de urea (Monolinuron y Linuron) o mezclas de ellos tienen un superior control de malezas que las triazinas (Ametrina y Trietazina) o mezclas de ellas; pero aparente-

mente las ureas fueron más fitotóxicas para las papas. También se observó que las dosis mayores dieron un mejor control de malezas, pero a pesar de ello no fueron incrementados los rendimientos del cultivo. La explicación de esto sería que alguna reducción del rendimiento existiría con las dosis bajas debido al aumento de la competencia de malezas, pero esto sería contrarrestado por la disminución de la fitotoxicidad del herbicida.

El agregado de herbicidas de contacto como Diquat y Paraquat a los herbicidas residuales mejoró el espectro de control de malezas fundamentalmente de gramíneas perennes como el Agropyron repens.

El mismo autor realizando experiencias durante el año 1970 pero con dosis más bajas (0.56 a 1.12 kg. de a.i./Há.) para todos los herbicidas usados, concluye que en este tipo de suelos (franco arenoso liviano) dosis relativamente bajas de Monolinurón o Ametrina o mezclas de ellos tienen un adecuado control de malezas anuales a bajo costo, siempre que la humedad del suelo sea suficiente.

Nawrocki (1966) en estudios con Afalón (Linurón) realizadas en Polonia encontró que las dosis más efectivas en el control de malezas fueron de 3 a 4 kg. de producto comercial por Há., las cuales redujeron el número de malezas en 60% promedio, y su peso seco en un 93%, en comparación con el control. El rendimiento de las parcelas tratadas con Afalón en pre-emergencia fue un 23% superior que en las parcelas no tratadas. Aplicaciones hechas posteriormente a la emergencia de las plantas dieron rendimientos me-

nores que las aplicaciones de preemergencia. La dosis que ofreció mayor rendimiento de tubérculos fue de 2 Kg./Há.

Nylund y colaboradores (1971) estudiaron la performance de diferentes herbicidas en tres localidades de U.S.A. Los resultados obtenidos por los autores son los siguientes: EPTC en dosis de 6,72 Kg./Há. incorporado en pre-emergencia, dió un excelente control de malezas en suelos minerales pero no en suelos orgánicos. Metobromuron en pre-emergencia en dosis de 4,5 Kg./Há., controló excelentemente las malezas durante los tres años de prueba en suelos franco arenosos, pero dió un control variable en suelos franco-arcillo-limoso, y un pobre control en suelos orgánicos. Propaclar en pre-emergencia en dosis de 6,72 Kg./Há. dió en general un control variable. Cuatro herbicidas aplicados en la emergencia del cultivo: Paraquat ( 1,12 Kg./Há.), Linuron (2,24 Kg./Há.), Dinoseb (6,72 Kg./Há.), y Dinoseb (6,72 Kg./Há.) más Dalapon ( 2,52 Kg./Há.), dieron un mejor control de malezas en suelos orgánicos que los herbicidas aplicados en pre-emergencia.

En general ninguno de los herbicidas testados controló efectivamente todas las malezas en todos los años y en todas las localidades. Los factores que incidieron en estos resultados fueron:

- 1) Diferencias en el contenido de materia orgánica de los suelos.
- 2) Diferencias en la cantidad de lluvias que siguió a la aplicación de los herbicidas. En los momentos de baja humedad se dilata en el tiempo la germinación de las semillas de malezas, y en los momentos de exceso de lluvia el herbicida es lixiviado a

profundidades que no pueden ser absorbidos por las malezas.

3) Diferencias en las especies de malezas presentes.

Campeglia (1971) evaluó los siguientes productos: Prometrina (3 Kg./Há.), Metobromurón (3 Kg./Há.), Diurón (1,5 Kg./Há.), Linurón (3 Kg./Há.), Monolinurón (3 Kg./Há.) y Sesone (3 Kg./Há.).

La valoración de la eficacia de los herbicidas se hizo en función de los rendimientos del cultivo y del número y peso fresco de las malezas.

A excepción del Sesone, todos los demás herbicidas controlaron eficazmente las malezas, a pesar de la aparición de manchones irregulares de *Convolvulus arvensis*.

En cuanto a los rendimientos las diferencias entre los tratamientos no fueron estadísticamente significativas, no obstante este el autor distingue como mejores tratamientos a Prometrina, Diurón y Linurón, todos en pre-emergencia.

Sy (1973) en experiencias en Balcarce durante los años 1971-1972 testó los siguientes herbicidas: Linurón, Metobromurón, Butián, Probe y Probe más Lezo, aplicados en diferentes dosis, comparándolos además con dos testigos: uno con labores culturales normales y el otro sin control de malezas.

Las conclusiones extraídas por el autor son las siguientes:

1) Los tratamientos más efectivos en el control de malezas fueron Probe (3,5 Kg. de a.i./Há.), Probe (4,4 Kg. de a.i./Há.) y Probe más Lezo (2,2 + 2,2 Kg. de a.i./Há.).

2) El control de malezas incidió positivamente en los rendimientos.

3) Las plantas de papa del tratamiento Probe más Lezo fueron

más longevas que el resto, estimándose que ésto se debe al excelente control de malezas que permitió en estas parcelas el aprovechamiento de mayor cantidad de humedad.

En 1970, Hue y Tietz comunicaron la aparición de un nuevo herbicida del grupo de las triazinonas para el uso en el cultivo de papa, experimentándose bajo la sigla BAY 6159 H= BAY 94337, que luego fue nominado como Metribuzin (Sencor). Estos autores sostienen que los mejores resultados se obtienen cuando el tratamiento se aproxima a la emergencia del cultivo, pues de esta manera se aprovecha la acción foliar del producto sobre las malezas ya emergidas. Las dosis recomendadas varían entre 0.75 a 1 Kg./Há. a pesar de que puede usarse hasta 3 Kg./Há. Sin embargo esta última dosis, a pesar de producir mayores rendimientos que los testigos no tratados, daña al cultivo.

Los autores agregan que el Metribuzin puede también aplicarse en post-emergencia respecto al cultivo, pero en este caso la compatibilidad del producto no es tan favorable como en la aplicación de pre-emergencia. Las dosis de post-emergencia recomendadas varían entre 0.5 y 0.75 Kg./Há., pero el rango de seguridad es menor, pues se observan daños al cultivo en dosis de 1 Kg./Há. Por lo tanto estos tratamientos deben ser realizados sólo en casos excepcionales.

Ivany\* (1977) reportó que sus observaciones de campo demuestran que las papas son más susceptibles a los daños por aplicación de Metribuzin en post-emergencia, si después de ella aparecen períodos de baja luminosidad u otras condiciones de stress para el cultivo.

Zimdahl (1971) llevó a cabo investigaciones en Colorado (USA)

\* Ivany J.A. Research Scientist. Weed Control. Agriculture Canada. Comunicación personal.

de herbicidas experimentales y comerciales.

Los mejores resultados fueron obtenidos con los siguientes tratamientos:

- EPTC y combinaciones de éste con Trifluralin (Treflan; ellos pueden ser aplicados en pre o post-plantación, pero deben ser incorporados al suelo para asegurar su actividad. A pesar que el EPTC solo dio un efectivo control de malezas, combinándolo con Treflan se logra una mayor residualidad.

- Metobromuron y Cloxobromurón: el primero tiene un mayor margen de seguridad, pero ambos presentan fitotoxicidad en dosis de 2.8 Kg./Há. Estos productos son más efectivos en el control de malezas anuales de hoja ancha.

- Alaclor y Delaclor: son poco efectivos en el control de *Chenopodium album* y otras quenopodiáceas. Si estas malezas no están presentes, Alaclor en dosis de 5.4 Kg./Há. es un tratamiento muy satisfactorio y superior a Delaclor.

- Linuron: en dosis de 1.68 a 2.24 Kg./Há. presentó un buen control de especies anuales de hoja ancha y gramíneas, sin embargo Dallyn (1971) señala que éste producto es inefectivo para el control de pastos de germinación tardía y que su margen de seguridad no es muy amplio para los casos en que los suelos son livianos.

- BAY 94337 (Sencor): fue el tratamiento más promisorio para el control de malezas en papa, observándose entre un 90 a un 100% de control de malezas de hoja ancha y de pastos anuales. Con las dosis utilizadas (1.12 a 2.24 Kg./Há.) no se observaron síntomas de fitotoxicidad en las aplicaciones pre-emergentes, pero en las aplicaciones post-emergentes la dosis de 2.24 Kg./Há.

daño al cultivo.

En pruebas realizadas por Kolbe y Zimmer (1972) para evaluar la respuesta de trece variedades de papa a la aplicación del Sencor, en comparación con el control mecánico y con un testigo sin desmalezar, se encontró que las aplicaciones de 1 Kg./Há. en pre-emergencia dieron en las trece variedades un rendimiento promedio superior en un 19% al control mecánico de malezas, y un 57% superior al testigo no tratado.

El mismo ensayo fue repetido un año después, con el agregado de un nuevo tratamiento correspondiente a aplicaciones de Sencor en post-emergencia (0.5 Kg./Há.) cuando las plantas tenían 10 cms. de altura. El Metribuzin en pre-emergencia dio un rendimiento promedio superior en un 21% al tratamiento con control mecánico, mientras que el Metribuzin en post-emergencia resultó en un rendimiento superior al control mecánico en un 12%.

Callihan (1972) realizando pruebas en Idaho (USA) en la variedad Russet Burbank con Metribuzin, encontró que esta variedad toleraba el doble de las dosis comúnmente usadas en suelos franco-arcillosos pero no en suelos arenosos. La acción foliar del herbicida fue efectiva contra *Cirsium arvensis* y *Agropyron repens*, pero no contra *Convolvulus arvensis*, *Iva axillaris* y *Physalis subglabrata*. El *Cirsium arvensis* y el *Agropyron repens* volvieron a crecer pero la competencia con las papas fue muy escasa. Las malezas anuales resistentes fueron *Solanum* sp. y *Setaria* sp. Las malezas sensibles dicotiledóneas fueron más resistentes a la acción foliar del herbicida en los estados avanzados del desarrollo, no obstante

La sensibilidad de *Amaranthus* sp. y *Chenopodium* sp. no fue alterada por su estado de desarrollo. Las dosis efectivas en suelos franco limosos estuvieron en un rango de entre 0.56 a 0.84 kg. de a.i. por Há..

Cuando aparecieron daños en el cultivo por dosis excesivas, se manifestaron como clorosis en las nervaduras en los tratamientos de pre emergencia, y como clorosis internerval cuando la aplicación fue en post emergencia .

Varios autores reportaron en la 14th. Swedish Weed Conference (1973) los resultados obtenidos en ensayos de diferentes herbicidas en el cultivo de papa.

Amisepp informó que el mejor control de malezas con EPTC fue observado con una incorporación profunda. Los herbicidas Metribuzin, Methazole, y el nuevo herbicida Bromox fueron interesantes bajo las condiciones suecas debido al buen control logrado para el *Agropyron repens* y dicotiledóneas. El control de malezas varió entre las pruebas pero fue dependiente de la humedad del suelo.

El mismo autor informó con respecto al Paraquat que el mejor control fue logrado cuando el tratamiento fue aplicado en momentos en que el 10% de las papas habían emergido.

Fiveland reportó que el Metribuzin fue uno de los herbicidas más promisorios en papas. Sin embargo el control de *Polygonum persicaria* y *Polygonum convolvulus* no fue del todo satisfactorio. Los incrementos en el rendimiento fueron algo más altos después del tratamiento con Metribuzin, que con el Linurón. El EPTC dio un control satisfactorio de *Agropyron repens*; pero una seria deficiencia práctica de éste producto es que se descompone muy rápidamente después



de la pulverización.

Pessala encontró que el Metribuzin dio un mejor control de malezas que el Linuron, a pesar de que el control de *Polygonum convolvulus* fue ineficaz. El Metribuzin logró un incremento de los rendimientos de papa un 6% superior a aquellos logrados con el Linuron.

Ricoux (1974) señala que el Sencor (Metribuzin) a 1.12 Kg./Há. en pre-emergencia en suelos limosos, provee un adecuado control de *Echinochloa crusgalli*. La aplicación de esta dosis controló correctamente las malezas en 1972 pero no en 1971.

Este herbicida fue tóxico para la variedad Kennebec en dosis de 4.48 Kg./Há. en pre-emergencia y en dosis de 1.10 Kg./Há. en post-emergencia, cuando las plantas tenían 15 cm. de altura. La distribución de la lluvia influyó en la toxicidad del herbicida sobre *Echinochloa crusgalli* y sobre el cultivo.

Posteriormente a la cosecha del cultivo las parcelas fueron sembradas con Avena sativa, encontrándose que la dosis de 4.48 Kg./Há. impidió el desarrollo de la avena.

Fourie (1974) en pruebas realizadas en Sud Africa comparó la eficacia del Metribuzin con respecto al Metobromuron y al Linuron. Metribuzin en dosis de 0.525 - 0.875 Kg./Há. dio un excelente control de malezas anuales sin daño para el cultivo y resultó en rendimiento significativamente mayores que aquellos obtenidos con Linuron en dosis de 0.75 Kg./Há. y con Metobromuron en dosis de 1.5 Kg./Há.

II.3.2. Respuesta de los herbicidas en diferentes condiciones de riego.

Ogg (1977) realizando experiencias entre los años 1970 a 1974, en el estado de Washington (U.S.A) en suelos franco arenosos y franco limosos, con un porcentaje de materia orgánica que varió entre un 0.6% a 0.9%; comparó la acción de veinte herbicidas y mezclas de ellos bajo condiciones de riego por surco y por aspersión.

La variedad de papa utilizada fue Russet Burbank.

El stand de malezas presentes fue: *Echinochloa crusgalli*, *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Solanum sarachoides*, y *Salsola kali*.

El autor encontró que el método de riego afecta la respuesta de las malezas y de las papas a los herbicidas. El riego por aspersión generalmente incrementa el efecto del herbicida. Las malezas no controladas redujeron los rendimientos de papa en un 43% bajo riego por surcos, y en un 30% bajo riego por aspersión. Probablemente la mejor distribución del agua debida al riego por aspersión sea la explicación del diferente resultado en la competencia de malezas.

De los herbicidas testados los que dieron mejor resultado fueron:

-Trifluralin(Treflan): En dosis de 0.42 Kg./Há. fue ineficaz en el control de *Solanum sarachoides*, y dio un control marginal de *Chenopodium album*. La dosis de 0.84 Kg./Há. en pre-plantación dilató la emergencia del cultivo y retardó el crecimiento temprano de éste, pero los rendimientos no fueron disminuidos. En cuanto al tipo de riego las aplicaciones de pre-plantación no fueron

afectadas por éste, mientras que las aplicaciones de pre emergencia tuvieron mayor efectividad bajo condiciones de riego por aspersión.

- Profluralin: Dio similares resultados que el Treflan.

- EPTC: incorporado en pre emergencia controló la mayoría de las malezas, a excepción de *Salsola kali*. No mostró un gran efecto residual ya que las malezas comenzaron a emerger ocho semanas después de la aplicación. Bajo riego por aspersión éste herbicida fue más efectivo en las aplicaciones pre emergentes que en las de pre plantación.

- Alaclor: Cuando fue incorporado en el suelo en aplicaciones de pre emergencia en dosis de 2.8 kg./Há. mostró un control deficiente de *Solanum sarachoides* y *Salsola kali*, pero cuando éstas aplicaciones fueron seguidas por otras en post emergencia de Alaclor granulado en dosis de 2.8 kg./Há. se obtuvo una mejoría en su espectro de control de malezas. Probablemente la incorporación del herbicida lo diluye a concentraciones subletales para las malezas, lo que hace necesario una nueva aplicación de éste.

- Metribuzin (pre emergencia): Aplicado en dosis de 0.84 kg./Há. presentó un control marginal de *Echinochloa crusgalli* y de *Solanum sarachoides*. Su efectividad fue mayor en condiciones de riego por aspersión, supuestamente por una mayor activación del herbicida. Con éste tipo de riego fue observado en algunas oportunidades una clorosis nerval en el cultivo, 10 a 14 días después de su emergencia; pero sin efectos sobre el rendimiento

ya que éste fue similar a las parcelas libres de malezas. Pero dosis de Metribuzin de 1.12 Kg./Há. decrecieron los rendimientos.

-Metribuzin (post-emergencia): También se mostró más efectivo bajo condiciones de riego por aspersión. Aplicado en dosis de 0.56 Kg./Há. controló todas las malezas excepto *E. crusgalli* y *S. sarachoides*. Estas dos malezas sólo son controladas cuando las aplicaciones se realizan antes de que lleguen al estado de dos hojas verdaderas. El cardo ruso (*Salsola kali*) fue controlado al estado de plántula, pero al aumentar su desarrollo se incrementa su tolerancia al herbicida. A pesar de haber sido observadas ocasionales clorosis en el cultivo, no hubo efecto sobre el rendimiento. Incrementando la dosis del Metribuzin aumenta el control de malezas pero también los daños. Cuando el Metribuzin fue aplicado en post-emergencia en dosis de 0.28 a 0.56 Kg./Há. siguiendo a aplicaciones de pre-emergencia de EPTC, Treflan, Profluralin, Alaclor o Butralin controló todas las malezas que crecieron en condiciones de riego por aspersión y el rendimiento de papas fue excelente.

-Otros herbicidas y combinaciones: Combinaciones de Alaclor y Linuron, y Alaclor y DMEP, controlaron todas las malezas excepto a *Salsola kali*, pero ocasionalmente dañaron las plantas de papa y redujeron los rendimientos. Estos daños ocurrieron más a menudo bajo condiciones de riego por aspersión, y en suelos franco ligeros.

Los otros herbicidas testados no mostraron la eficacia de los productos antes mencionados ya sea por un pobre control de malezas o por una tolerancia marginal del cultivo.

En la estación experimental Malheur, Oregón(1975) se llevaron a cabo investigaciones de herbicidas bajo condiciones de riego por surcos. Los investigadores consideran que esta es una práctica común en la zona, y que los herbicidas son menos efectivos bajo estas condiciones que con riego por aspersión. Para conseguir una adecuada efectividad de los herbicidas al realizar riego por surcos, es conveniente aplicarlos en dosis más altas e incorporarlos mecánicamente. Este tipo de riego hace que el herbicida se distribuya más desuniformemente, y como consecuencia de ello puede acumularse en el camellón con posibilidades de daño para el cultivo (Locatelli 1976)\*

Los tratamientos utilizados en el ensayo fueron: Metribuzin (pre y post-emergencia), Treflan(preplantación y pre-emergencia), EPTC (pre-plantación) + Metribuzin (post-emergencia) y Alaclor (pre-emergencia) + Metribuzin (post-emergencia).

Además se usaron varios herbicidas no registrados hasta ese momento, tales como: Oxadiazón, Ethalfluralín, Profluralín y Verolate.

Los mejores resultados se observaron generalmente con tratamientos de pre-plantación o pre-emergencia en combinación con tratamientos de post-emergencia, obteniéndose de esta manera un efectivo control de malezas a lo largo de toda la estación de crecimiento.

Los mejores tratamientos fueron: Treflan (pre-plantación + pre-emergencia) y Alaclor + Metribuzin (pre-emergencia + post-emergencia). Estos tratamientos se mostraron consistentemente buenos en todas las pruebas.

\*Locatelli E. Control de malezas/O.S.U/A.I.D./CATIE. Turrialba, Costa Rica. Comunicación personal.

El Metribuzín aplicado en pre y post-emergencia, o solo en post-emergencia dió un excelente control de malezas de hoja ancha, pero no controló adecuadamente a *Echinochloa crus-galli*. De los productos no registrados el Vernolate fue consistentemente bueno, dando incluso un control de malezas mas duradero que el ETPC.

### II.3.3. Tolerancia varietal a los herbicidas

Varios autores han investigado la respuesta diferencial de las variedades de papa a los herbicidas. Con respecto a este punto, el material más abundante ha sido el referente al Metribuzín.

Cohick (1973) en pruebas de campo realizadas con Sencor (Metribuzín) durante los años 1969 a 1971 en USA y Canadá sobre 39 variedades de papa, entre las cuales incluyó Kennebec y Pontiac; encontró que las variedades White Rose y Superior White Rose fueron las más susceptibles al producto. Todas las otras variedades mostraron una buena tolerancia, pero en general se notó que ésta era mayor para las aplicaciones de pre-emergencia que para las de post-emergencia; sobre todo si el tratamiento de post-emergencia se hace después de que las plantas tienen 15 cm. de altura.

Brineman (1972) estudiando la respuesta varietal al Metribuzín informó que las diferencias de susceptibilidad varietal son mas notorias con las aplicaciones en post-emergencia. Bajo las condiciones de Holanda, las variedades que se mostraron más susceptibles al uso de Sencor en dosis de 1 Kg./Há. en pre-emergencia y de 0,75 Kg./Há. en post-emergencia temprana fueron: Irene, Voran y Eigenheimer, cuyos promedios de rendimiento en tres pruebas distintas fueron siempre inferiores a los testigos no tratados, notándose un

efecto mas drástico con los tratamientos de post-emergencia. El autor agrega además que a pesar de que el número de ensayos aún no es lo bastante importante como para extraer conclusiones valederas, parecería que existe influencia del tamaño de clasificación de las papas de siembra sobre la compatibilidad al herbicida. Se piensa que el calibrado de las papas de siembra desempeña cierto papel en este efecto, sobre todo en los suelos mas ligeros.

Freeman, citado por Dabbs (1976), testando la tolerancia al Metribuzin de algunas variedades de papa, encontró que la variedad Belleisle fue la menos tolerante, seguida por Warba. Otras variedades como Early Rose, Nettet Gem, Red Pontiac, Norland, Red La Soda y White Rose fueron tolerantes hasta dosis de 2.24 Kg./Hé.

Kennebec y Norchip toleraron al Metribuzin hasta dosis de 3.36 Kg./Hé.

Graf y Ogg (1976) investigaron el efecto de aplicaciones de Metribuzin en condiciones de invernáculo sobre 11 de las variedades más comunes cultivadas en la zona Noroeste del Pacífico de U.S.A. Las dosis usadas fueron de 0.14; 0.28; 0.56 y 1.12 Kg./Hé. aplicado cuando las plantas tenían entre 10 y 14 cms. de altura.

Cada planta fue evaluada en altura, vigor y peso seco.

Los síntomas visuales de fitotoxicidad aparecieron de cinco maneras distintas:

- a) Clorosis general ( Norgold y Red Pontiac)
- b) Clorosis en el borde de las hojas (Chieftain y Kennebec)
- c) Clorosis internerval ( Norland, Norchip y Hooksock).
- d) Necrosis en la punta de las hojas ( Cascade,

Red La Soda, Russet Burbank).

e) Necrosis en el borde de las hojas (White Rose).

Con respecto a la altura de las plantas las variedades Norchip y White Rose fueron las más susceptibles, notándose una disminución estadísticamente significativa a partir de dosis de 0.14 y 0.28 Kg./Há. respectivamente. Las alturas de Nooksack, Kennebec, Chieftain, Red La Soda y Red Pontiac no fueron afectadas hasta que la dosis de metribuzin superó los 1.12 Kg./Há. y la altura de Morgold no fue afectada a ninguna de las dosis testadas.

Con respecto al vigor Norland, Norchip y White Rose sufrieron una reducción significativa a partir de dosis de 0.14 Kg./Há.

Los pesos secos de Red La Soda, Cascade, Norchip y White Rose se redujeron significativamente a partir de dosis de 0.14 Kg./Há. El peso seco de ocho de las once variedades se redujo con dosis de 0.28 Kg./Há., y con excepción de Nooksack todas se redujeron significativamente a 0.56 Kg./Há de Metribuzin. Nooksack no fue afectada hasta que la dosis llegó a 1.12 Kg./Há.

De la evaluación de todos los parámetros medidos en esta prueba concluyen los autores que Nooksack y Morgold fueron las variedades más tolerantes, mientras que Norchip y White-Rose fueron las más susceptibles, mostrando un rango intermedio de tolerancia las variedades Kennebec, Chieftain, Russet Burbank, Red La Soda, Norland, Red Pontiac y Cascade. Agregan además que antes de usar Metribuzin en post-emergencia para el control de malezas en papa, es de fundamental importancia, para evitar la obtención de cosechas escasas, considerar la tolerancia varietal al herbicida.

Ivany\* (1977) señala que a partir de trabajos realizados en

\* Ivany J.A. Research Scientist, Weed Control, Agriculture Canada  
Comunicación personal.



Canadá sobre respuesta varietal al Metribuzin, no sería recomendable el uso de este producto en variedades de ciclo corto, o de piel roja. Esto es reafirmado además en el "Atlantic Canadá Potato Guide" (1977) en donde se indica que el tratamiento con Metribuzin en post-emergencia no debe ser aplicado en las variedades Tobique, Belleisle, variedades de piel roja y variedades de primor.

Zimhal (1976) comparó la susceptibilidad de distintas variedades de papa a cuatro herbicidas aplicados en pre-emergencia, en diferentes dosis y con diferentes tamaños de semilla.

En sus experimentos realizados en invernáculos encontró los resultados esquematizados en la siguiente tabla:

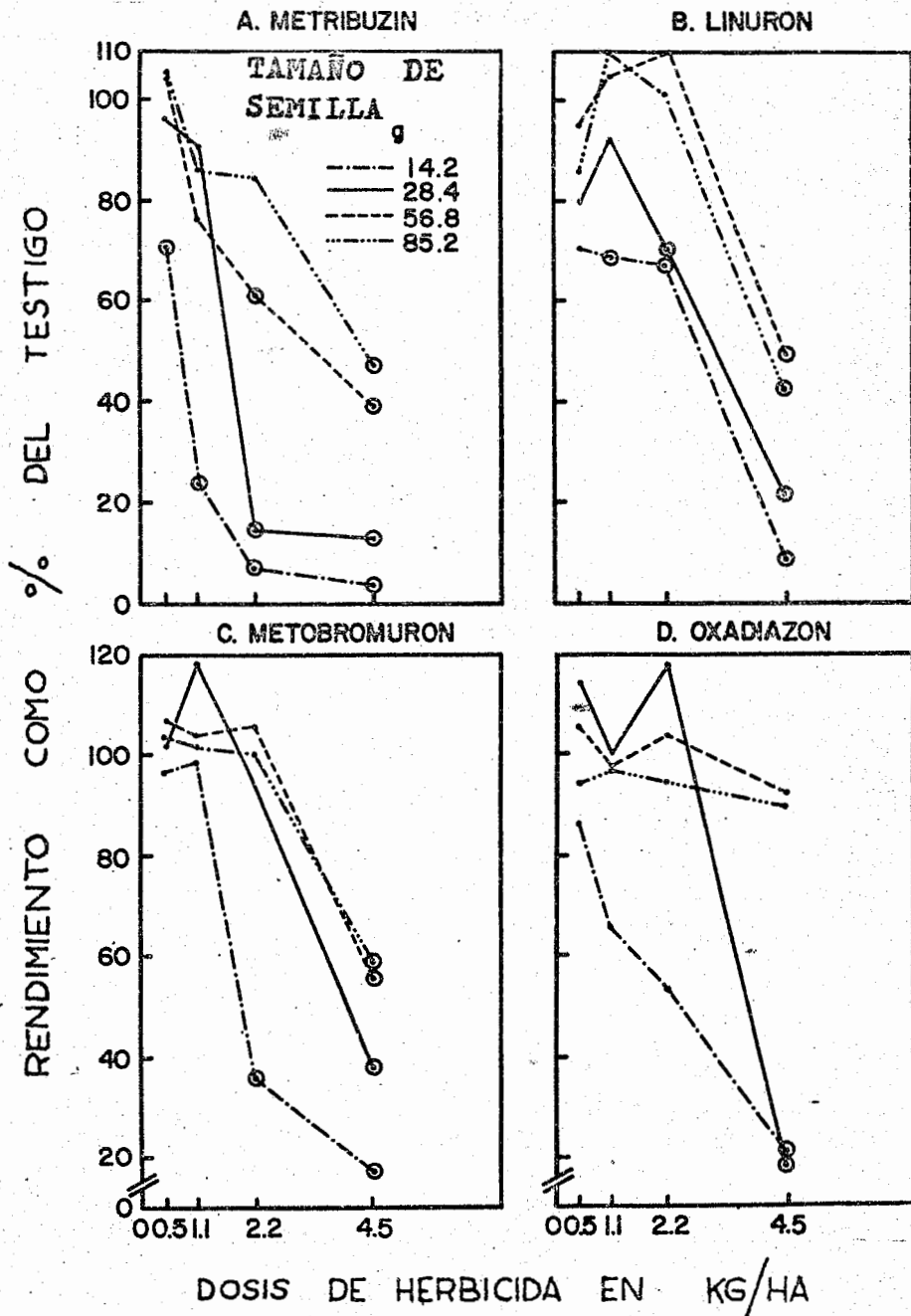
Variedad	Tamaño de semilla (grs.)	Dosis en Kg./Há.															
		Linuron				Metobromuron				Metribuzin				Oxadiazon			
		05	11	22	45	05	11	22	45	05	11	22	45	05	11	22	45
Russet	14				X							*	*			*	*
Burbank	28												*				*
Red	14																*
McClure	28																*
Kennebec	14								X								
	28								X			X	X				
	56								X				X				X
White	14		X	X	X			X	X	X	X	X	X				X
Rose	28			X	X				X			X	X				X
	56				X				X			X	X				
	85				X				X				X				

X = Reducciones significativas al nivel del 5% del rendimiento foliar, por el "standard Dunnett's test".

\* = Reducciones significativas al nivel del 5% del rendimiento foliar, por el "Dunnett's test" usando varianzas individuales de los tratamientos.

Las reducciones no significativas fueron omitidas.

Fig.: Efecto de los cuatro herbicidas sobre el rendimiento en peso seco del follaje de la variedad White Rose. Los rendimientos son mostrados como porcentaje del testigo.



De los resultados obtenidos por el autor este señala que el cultivar White Rose fue el más susceptible, especialmente al Metribuzin y al Linuron. El daño se atenuó mediante la disminución de la dosis de herbicida o mediante el aumento del tamaño de la papa semilla. El daño pareció estar asociado con la textura del suelo, ya que fue mayor en un suelo limoso arenoso que en uno arcillo arenoso.

Agrega además que en general, con excepción de la variedad White Rose, el margen de seguridad de los cultivares evaluados parece ser adecuado, a menos que se utilicen pequeños tamaños de semilla o que se duplique la dosis de herbicida recomendado.

#### II.3.4. Acción de los herbicidas sobre diversas características del tubérculo.

La papa es parte importante de la dieta total del ser humano, y debido a que los herbicidas son potencialmente tóxicos, se debe determinar si estos productos dejan residuos que puedan ser peligrosos para el consumo humano. Por esta razón muchos países fijan límites máximos de residuos de herbicidas en el tubérculo. Por ejemplo en U.S.A. el límite máximo permitido para el Linuron es de 1 ppm.

Härtel (1964) estudió este aspecto con el Linuron y el Monolinuron en dosis de 1 Kg./Hé. Estos herbicidas fueron aplicados en diferentes momentos desde la plantación hasta pasada la emergencia del cultivo, y el nivel de residuos encontrados fue muy bajo, no superando en ningún caso las 0.04 ppm.

Callihan y col. (1976) estudiando los residuos del Metribuzin en los tubérculos señalan que en U.S.A. el límite máximo permitido de este herbicida es de 0.6 ppm. Sus resultados indican que es poco probable que los residuos del Metribuzin en el tubérculo superen esa cantidad; pero si las aplicaciones del herbicida son realizadas en post-emergencia tardía y en dosis que excedan las recomendadas, podrían aparecer niveles de residuos superiores a esa cantidad.

Otro aspecto estudiado por algunos autores ha sido determinar si el uso de herbicidas puede producir cambios en los constituyentes del tubérculo.

Eastwood (1952) encontró que varios herbicidas aplicados en pre-emergencia, tales como Cianamida cálcica, Monuron y derivados dinitro fenoles, produjeron disminuciones en la gravedad específica de los tubérculos, y cambios en el sabor. Así mismo no se encontraron cambios en la tasa de azúcares reductores, que pudieran ser atribuidos a los tratamientos con los herbicidas.

Autores citados por Stephens (1965) informan que ciertos herbicidas tales como el Dinoseb, Diuron, Simazina y MCPA no tienen efecto en: la calidad de cocimiento, sólidos totales, o después del almacenamiento de invierno sobre la brotación. Sin embargo otros autores encontraron que dosis excesivas de Simazina producían una disminución en el contenido de almidón de los tubérculos.

Investigadores citados por Kolbé y Zimmer (1972) encontraron que algunos herbicidas reducían el contenido de materia seca y la formación de almidón en los tubérculos. Indican además que los reguladores del crecimiento producen cambios mayores en los constitu-

yentes de la papa, que los herbicidas del grupo de las triazinas y derivados de urea.

Shumaker (1974) realizando experiencias con Metribuzin, Metobromuron, Linuron, EPTC y Alaclor, encontró que la gravedad específica de los tubérculos no fue afectada significativamente; resultados que concuerdan con los encontrados por Nylund y col. (1971).

Kolbe y Zimmer (1972) evaluando al Metribuzin en diferentes variedades, encontraron que en promedio este herbicida produjo una disminución del porcentaje de almidón de los tubérculos, del orden del 0.3% respecto a las parcelas con control mecánico de malezas, y del 0.5% con respecto al testigo enmalezado.

Estos autores señalan que estos resultados son coincidentes con el conocimiento general que se tiene del crecimiento de la papa, de acuerdo al cual todos los factores que sustancialmente incrementan los rendimientos del cultivo, tienen el efecto de disminuir el porcentaje de almidón. A pesar de esta disminución en porcentaje, se obtuvo un mayor rendimiento de almidón por hectárea, con los tratamientos de Metribuzin, debido al incremento logrado en los rendimientos totales.

Nawrocki (1966) realizando experiencias con Linurón encontró que este herbicida también disminuía el contenido de almidón de los tubérculos, ocurriendo el mayor decrecimiento con las dosis mayores del herbicida.

Sus resultados expresados como promedio de los tres años experimentados son los siguientes:

<u>Tratamientos</u>	<u>% de almidón</u>
Testigo .....	14.9
Afalon 2 Kg./Há. ....	14.6
Afalon 3 Kg./Há. ....	14.3
Afalon 4 Kg./Há. ....	14.0

Agrega el autor que todas las dosis del Afalon (Linuron) aplicado en pre-emergencia incrementaron el rendimiento de almidón por hectárea, siendo la más efectiva la dosis de 2 Kg./Há., la cual incrementó el rendimiento de almidón en un 23% respecto al testigo.

III.4. Características generales de los herbicidas empleados.

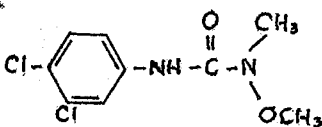
III.4.1. Propiedades químicas y físicas de las sustancias empleadas.

A F A L O N

a) Sustancia activa.

- nomenclatura química: 3-(3,4-diclorofenil)-1-metoxi-1-metil-urea

- nombre común: Linuron

- fórmula estructural: 

- fórmula empírica:  $C_9H_{10}Cl_2N_2O_2$

- peso molecular: 249.1

- descripción: sólida (cristalina)

- punto de fusión: 93-94 °C

- punto de ebullición: no destilable

- densidad: 1.472 g./ml. (20 °C)

- presión de vapor:  $1,5 \times 10^{-5}$  Torr. (24 °C)
- solubilidad: 75 ppm. en agua (25°C); soluble en acetona, cloroformo y otros disolventes orgánicos.

**b) Formulación.**

- tipo de formulación: polvo mojable
- contenido de sustancia activa: 52.8% de material técnico (con 90% de pureza).
- corrosión: Afalon PM no es corrosivo.
- estabilidad: por lo menos 2 años en condiciones normales de almacenamiento (seco, bajo techo, en empaques originales).

**c) Propiedades toxicológicas de la sustancia activa.**

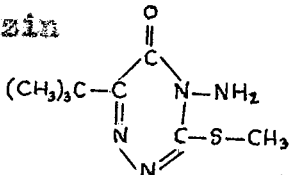
- $DL_{50}$  aguda oral: 1500-4000 mg./Kg. en ratas.

S E N C O R

**a) Sustancia activa.**

- nomenclatura química: 4-amino-6-Butilo-terc.-3-(metiltio)-1,2,4-triazina-5-(4H)-on

- nombre común: Metribuzin

- fórmula estructural: 

- fórmula empírica:  $C_8H_{14}N_4OS$

- peso molecular: 214,3

- descripción: cristales incoloros

- punto de fusión: 124,9-125,4 °C (sustancia activa pura)

- peso específico: 1,28

- presión de vapor: a 20°C  $< 10^{-5}$  Torr.
- solubilidad: en agua= 0.12 g./100 g. a 20 °C; soluble en metanol, isopropanol y ligroina.

### 3) Formulación.

- tipo de formulación: polvo mojable
- contenido de sustancia activa: 70%
- estabilidad: estable en condiciones normales de almacenamiento

### 4) Propiedades toxicológicas de la sustancia activa.

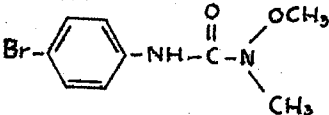
- DL<sub>50</sub> aguda oral: 2200 a 2345 mg./Kg. en ratas.

## P A T O R A N

### 1) Sustancia activa.

- nomenclatura química: 3-(p-bromofenil)-1-metoxi-metilurea.

- nombre común: Metobromuron

- fórmula estructural: 

- fórmula empírica: C<sub>9</sub>H<sub>11</sub>BrN<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

- peso molecular: 259.1

- descripción: cristalino, color blanco e inodoro.

- punto de fusión: 95.5-96 °C.

- solubilidad: en agua= 330ppm.; soluble en cloroformo y acetona

### 2) Formulación.

- tipo de formulación: polvo mojable

- contenido de sustancia activa: 50%

- corrosión: no corrosivo

### 3) Propiedades toxicológicas de la sustancia activa.

- DL<sub>50</sub> aguda oral: 2000 a 3000 mg./Kg. en ratas.



## II.4.2. Aspectos fisiológicos de los herbicidas empleados.

### II.4.2.1. Absorción y traslocación.

La penetración de los herbicidas a las plantas se realiza por la parte aérea y por la raíz, (los herbicidas derivados de urea y triazinas generalmente tienen las dos formas de penetración).

En el caso de absorción por las raíces, esta se hace en dos etapas:

- 1) La que se hace en la raíz radialmente, desde la epidermis hasta llegar a los elementos vasculares del cilindro central.
- 2) Transporte longitudinal realizado por los tejidos conductores desde la raíz hasta las hojas y frutos.

Dos son los caminos que utiliza el herbicida para llegar al cilindro central: el apoplasma y el simplasma.

Podemos clasificar a los herbicidas según el tipo de traslocación en:

a) Productos sistémicos: por ejemplo el 2-4-D y el Dalapon, que se transportan con la corriente floemática de las hojas hacia la raíz, así como por el xilema desde las raíces hacia los tallos y hojas.

b) Productos que son transportados acropetalmente en el xilema, los herbicidas de este tipo incluyen a los inhibidores de la fotosíntesis.

c) Productos que se inmovilizan en el punto de entrada de la planta sin trasladarse prácticamente, por ejemplo ácidos benzoicos ( E. Dubach citado por Koolhaas y col. 1976).

En cuanto a las ureas sustituidas Chakraborty y Mani (1968) señalan que estos productos cuando son aplicados al follaje pene-

tran a través de la cutícula; pero la penetración del herbicida es más rápida en la cara inferior de la hoja, lo cual puede deberse a la penetración a través de los estomas. Esto es confirmado por Uziak (1967) en pruebas con Linuron, quien encontró que este producto penetraba más rápidamente cuando era aplicado en el envés de las hojas.

Chakraborty y Hani (1968) concluyen que las ureas sustituidas luego de penetrar a través de la cutícula pueden moverse en el apoplasto, pero generalmente no entran al floema.

Las ureas sustituidas cuando son aplicadas al suelo son absorbidas por la raíz y traslocadas hacia la parte aérea a través del xilema, actuando luego sobre las partes fotosintéticas de las plantas.

Esto fue demostrado por Härtel (1964) en ensayos de Linuron con tomate y papa. Este autor colocó un "cuello", conteniendo ingrediente activo del producto, sobre el tallo de las plantas. Él observó que las partes de la planta que estaban por encima del "cuello" morían con síntomas de clorosis, mientras que las partes inferiores al "cuello" permanecieron totalmente sanas y con capacidad de asimilación.

Majumdar y Müller (1969) mediante evaluación de auto-radio-gramas en *Sinapis arvensis*, *Verónica persica* y dos variedades de papa tratados con Metobromurón, indican que bajo condiciones normales dicho producto se trasloca obligatoriamente en el xilema.

Hoechst informa que el Linuron es transportado fundamentalmente acropetalmente con la corriente de transpiración. Esto explica porqué no son controladas malezas de raíces profundas y las que

forman rizomas.

La traslocación dentro de la planta es más intensa en las plantas jóvenes que en las fases avanzadas de desarrollo.

Agrega además que la selectividad del Linuron se basa en dos factores:

a) Resistencia fisiológica de ciertos cultivos a ciertos herbicidas; mayor que la de muchas malezas.

b) Diferencias del desarrollo radicular en el perfil del suelo, entre las malezas y el cultivo. Al quedar el herbicida en la capa superficial del suelo sólo afecta a las malezas. Sin embargo en el caso de papas pueden observarse a veces algún daño, si posteriormente a la aplicación del herbicida se producen intensas lluvias, lo que hace que el producto entre en contacto con las raíces del cultivo.

Con respecto al Metribazin, Callihan (1976), señala que la acción de este herbicida sobre las malezas es debido a que es absorbido por las hojas y las raíces, pero el movimiento del herbicida dentro de la planta sólo se produce cuando es absorbido por las raíces. Agrega que el herbicida además de matar las diferentes especies de malezas, también actúa sobre ellas inhibiendo su desarrollo.

Callihan y col. (1976) informan que a pesar que se ha probado tanto en soja como en caña de azúcar que la traslocación del Metribuzin es vía apoplasma, transportado en la corriente de agua y nutrientes, con movimiento acropetal. El cree que en los casos en que el Metribuzin es aplicado en papa en post-emergencia tardía, y en dosis altas, podría existir algún transporte basipetal.

#### II.4.2.2. Modo de acción.

Van Overbeek, citado por Audus (1964), reporta que los herbicidas de ureas sustituidas interfieren con la participación del agua en el transporte de electrones fotosintéticos no cíclicos.

Estos herbicidas no interferirían con la reducción del NADP.

En presencia de luz los electrones que escapan de la clorofila son atrapados por aceptores de electrones. Los huecos que han dejado estos electrones en la clorofila no son realmente rellenos con electrones suplementarios, ya que el herbicida bloquearía el pasaje de electrones desde el OH hacia la clorofila.

A mayores intensidades de luz, más electrones son liberados de la clorofila, por lo tanto más huecos quedan sin ser llenados, de esta manera decimos que la clorofila se ha oxidado. Agrega el autor que el drástico trastorno del equilibrio redox ocasionado por estos herbicidas no sólo afectaría a la clorofila, sino que es probable que haya consecuencias adicionales.

Autores citados por Chakraborty y Mani (1963) reportaron que abasteciendo de sucrosa a través de las hojas se aliviaban los síntomas de toxicidad causados por las ureas sustituidas. Esto no implica que el envenenamiento sea debido a la carencia de azúcar, pero es probable que los azúcares vía respiración provean de donadores de electrones como el succinato. Los electrones de esta procedencia rellenarían los huecos en la clorofila, eliminando los síntomas de toxicidad. Pero debido a que el daño en las hojas comienza antes que la reserva alimenticia esté exhausta, concluyen que habría acumulaciones de productos fitotóxicos debido al bloqueo de la reacción de Hill; éstas serían las consecuencias adicionales

citadas por Overbeek.

Uziak (1967) en pruebas realizadas con Linuron para evaluar su efecto sobre la fotosíntesis, observó grandes diferencias en la reacción de las diferentes especies de plantas a la aplicación de Linuron. Encontró una correlación positiva entre la cantidad de Linuron aplicado y el grado de inhibición de la fotosíntesis, además las aplicaciones en el envés de las hojas produjeron mayor decremento de la fotosíntesis que las aplicaciones en el haz. El grado de inhibición de la fotosíntesis en las aplicaciones foliares dependió de la temperatura y humedad del aire, notándose que a bajas temperaturas el decremento de la fotosíntesis fue menor.

Con respecto al Metribuzin Lue (1972) reporta que este producto es un poderoso inhibidor de la fotosíntesis del grupo de las triazinonas. Ellas inhiben el electrón de transferencia fotosintético en la etapa de la segunda reacción lumínica, de modo similar a otras triazinas y ureas sustituidas. El 50% de la inhibición de la reacción de Hill en los cloroplastos es obtenida con concentraciones de Metribuzin de  $10^{-7}$  molar. El valor del  $PI_{50}$  (logaritmo negativo de la concentración molar que produce el 50% de la inhibición de la reacción de Hill) del Metribuzin es de 6.63.

#### II.4.2.3. Otros efectos.

Autores citados por Chakraborty y Mani (1968) reportan los siguientes efectos de las ureas sustituidas:

Metabolismo del nitrógeno. En experiencias con Monuron se observó una interferencia de éste en el metabolismo del nitrógeno

aumentando el contenido de proteína de las plantas tratadas y dando un menor contenido de  $\text{NO}_3$  y  $\text{NH}_4$ .

Metabolismo del fósforo. El mismo herbicida citado anteriormente aumentó la absorción de fósforo marcado en plantas de soja, observándose además un incremento del contenido de fósforo inorgánico en todas las partes de la planta.

Pérdida de agua. En experiencias con arvejas se observó una reducción de la transpiración en hojas tratadas con Monuron, pero dosis menores de este herbicida incrementaron la pérdida de agua; la reducción de la transpiración está relacionada con un efecto directo en la apertura estomática.

A este respecto autores citados por Marriage (1975) señalan que un efecto secundario de los herbicidas inhibidores de la fotosíntesis es la reducción de la transpiración como resultado de un cierre estomático. Como la absorción de agua no es afectada a nivel de la raíz, esto conduce a un incremento del porcentaje de humedad de los brotes.

## II.5. Disipación de los herbicidas en el suelo.

En la agricultura moderna la importancia de los herbicidas no solo está dada por el control de malezas logrado, sino que importa también su persistencia en el suelo.

La acción de un herbicida eficiente debería ser tal, que diera un largo control de malezas, pero sin tener efectos perjudiciales para los cultivos que integran la rotación.

## II.5.1. Factores que afectan la disipación.

Los factores que inciden en la disipación de los herbicidas en el suelo son varios, y son clasificados por von Hertwing y col. (1974) en: volatilización, fotodescomposición, descomposición química, descomposición microbiana, lixiviación-evapotranspiración, adsorción coloidal y absorción por las plantas.

a) Volatilización. La volatilidad es una propiedad que está relacionada con la presión de vapor de los productos. Esta es similar en el Linuron, Metobromuron y Metribuzin.

Según Chakraborty y Mani (1968) las pérdidas por volatilización de las ureas sustituidas, solo pueden ser importantes cuando estos herbicidas quedan en la superficie del suelo expuestos a la acción del calor, y en condiciones de sequedad.

b) Fotodescomposición. La mayoría de los grupos activos de herbicidas son descompuestos por la luz ultravioleta, ya que están formados por anillos aromáticos que absorben energía hasta con pequeñas intensidades de luz.

Con respecto a las ureas sustituidas se observó que bastaban 28 horas de exposición a la luz ultravioleta, para disminuir en un 75% su actividad biológica (Chakraborty y Mani, 1968).

El Metribuzin es también afectado por el proceso de fotodescomposición, y el principal fotoproducto formado es el DA(4-amino 6-t-butyl-1,2,4-triazin-5(4H)-one)(Webster y Reimer, 1976).

c) Descomposición química. Los procesos de oxidación, reducción, hidrólisis, e hidratación actúan activando o degradando químicamente a los herbicidas.

La descomposición química de las ureas sustituidas es de pe-

una significación bajo condiciones normales. A pesar de que el grupo amida de las ureas sustituidas (-CO-NH-) es susceptible de hidrólisis, ésta sólo puede ser de significación en condiciones extremadamente ácidas o alcalinas.

d) Descomposición microbiana. La mayoría de los herbicidas son compuestos orgánicos y cuando son aplicados al suelo son inmediatamente atacados por microorganismos, cualquier factor que interfiera en la vida de estos microorganismos, afectará también la actividad de los herbicidas.

Estudios sobre la cinética de la descomposición y persistencia de las ureas sustituidas en suelos estériles y no estériles, sugieren que el proceso de descomposición es fundamentalmente biológico, y se han establecido correlaciones claras entre la materia orgánica del suelo y otros factores que favorecen el desarrollo de microorganismos con la descomposición del herbicida.

Por otra parte la inactivación de las triazinas es mayor cuando las condiciones del suelo son óptimas para el desarrollo de microorganismos. Pero las clorotriazinas mostraron degradarse más rápidamente por hidrólisis que por descomposición microbiana.

Autores citados por Ledlie y col. (1976) reportan que la asimetría de las as-triazinas (Metribuzin), sería responsable de una más fácil degradación biológica.

e) Lixiviación y evapotranspiración. Los herbicidas que son aplicados al suelo por influencia del agua tienden a lixiviarse hacia capas más profundas, disminuyendo de esta forma su efectividad frente a las malezas, y aumentando el peligro de daño a cultivos sensibles.



El caso inverso, el movimiento de agua hacia capas superficiales debido a la evapotranspiración puede ser problemático en zonas áridas, dificultando la penetración del herbicida al suelo y obligando a incorporarlo.

El movimiento del herbicida en el suelo es dependiente de su solubilidad en agua, y de la fuerza de adsorción por los coloides del suelo.

Estudios llevados a cabo con Linuron indican que este producto no es afectado en gran medida por la lixiviación, permaneciendo en las capas superficiales del suelo (Smith y Edmond, 1975).

Pestemer (1975) investigando el desempeño de las triazinas en suelos fuertemente adsorptivos, las ordenó en forma decreciente de lixiviación: Metribuzin, Simazina, Atrazina, Desmetrina y Prosetrina.

f) Adsorción coloidal. Los suelos con altas cantidades de materia orgánica o arcilla tienden a retener a los herbicidas por un tiempo más largo, y en este caso los productos pueden ser liberados tan lentamente que el producto final no tiene ningún efecto herbicida (von Herwing y col., 1974).

Grover (1975) en estudios sobre fenilureas encontró que el grado de adsorción fue inversamente proporcional a las solubilidades en agua de los productos. El ordenó a los productos estudiados en forma creciente de adsorción: Fenuron, Monuron, Monolinuron, Metobromuron, Diuron, Linuron y Clorobromuron.

La adsorción relativa en los diversos tipos de suelo reveló una correlación positiva con el tenor de materia orgánica.

Con respecto al Metribuzin, Savage (1974) encontró que el

equilibrio adsorción-desadsorción estaba fuertemente correlacionado con el contenido de materia orgánica y arcilla del suelo. Además la adsorción positiva del Metribuzin se incrementa a medida que el pH del suelo disminuye (Lodlie y col. 1976).

g) Absorción por las plantas. Si bien existen evidencias de que la mayoría de las plantas descomponen a los herbicidas, la magnitud e importancia de este mecanismo en la desaparición del herbicida no ha sido precisada con claridad.

Probablemente la contribución de las plantas a la remoción de los herbicidas del suelo, está enmascarada y sujeta a la intensidad con que los otros procesos actúen sobre un determinado producto (Agundis 1975).

#### II.5.2. Ensayos realizados.

Lode (1967) investigando la persistencia del Linuron (1 Kg./Há) en varios tipos de suelo en las condiciones de Noruega, encontró que la tasa de degradación varió con el tipo de suelo. Utilizando raigrás como planta test, determinó que en turba el Linuron no fue fitotóxico, aún cuando el raigrás fue sembrado inmediatamente después de la aplicación del herbicida. En suelos pesados y compost los residuos fitotóxicos desaparecieron después de 62 y 42 días respectivamente, mientras que en suelos arenosos y limosos los residuos fitotóxicos persistieron por 140 días.

Zurawski y Poloszynski (1970) usando Linuron en dosis de 1.5 a 25 kg./Há. y utilizando como planta test a Sinapsis alba encontraron que este herbicida en dosis de 1.5 kg./Há. se disipó en

la estación de crecimiento, mientras que a 5 Kg./Há. persistió hasta un año; en tanto que las dosis mayores persistieron por más de un año.

En general se puede decir que la persistencia del Linuron en dosis de 0.5 a 1.5 Kg./Há. es de aproximadamente tres a cuatro meses después de la aplicación (Detroux y Costínchar).

Con respecto al Patoran, Ebner (1966), usando dosis de 4 Kg./Há. en suelos franco arenosos y franco húmicos, encontró que la inactivación de este herbicida era más rápida en suelos franco húmicos. Los residuos que existían en este último suelo (1.65 a 2.0 ppm.) no impidieron la germinación de un amplio rango de cultivos sembrados 95 días después del tratamiento. Concluye que usando las dosis recomendadas no existen peligros para posteriores cultivos.

Otro experimento realizado por el mismo autor pero usando dosis de 8 Kg./Há. y sembrando 90 a 120 días después del tratamiento, trigo, cebada, nabo, espinaca, lechuga, alfalfa y zanahoria, encontró una satisfactoria germinación de los cultivos, a pesar de que lechuga y nabo sufren algunos daños cuando las parcelas no reciben más que un pequeño movimiento de tierra por cultivaciones rotativas.

Majumdar (1969) estudiando la degradación del Linuron (1 a 2 Kg./Há.), Monolinuron (2 a 4 Kg./Há.) y Metobromuron (2 a 4Kg/Há) encontró que la degradación inicial de los tres compuestos fue rápida, pero en ningún caso superó el 35% de la dosis original, detectado después de dos semanas de aplicación. La futura descomposición procedió relativamente lenta, encontrándose a las die

disiete semanas (cosecha de papas) de un 6 a 21% de la dosis original.

Este autor ordenó a los productos en orden decreciente de persistencia en: Linuron, Metobromuron y Monolinuron.

Fryer y Evans (1970) señalan que la persistencia del Linuron en dosis de 3.3 Kg./Há. en condiciones de invernáculo fue superior a las 60 semanas, mientras que el Metobromuron en igual dosis persistió entre 25 a 60 semanas.

Kolbe y Zimmer (1972) evaluaron el efecto residual del Sencor aplicado en papas primor. La dosis de herbicida osciló entre 0.5 a 1.5 Kg./Há. No se encontraron efectos nocivos sobre: trigo, cebada, avena, nabo, remolacha azucarera, lupino, maíz, coliflor, soja, lechuga y porotos. Estos cultivos fueron sembrados tres meses después de la aplicación del herbicida, y posteriormente a las labores normales de plantación.

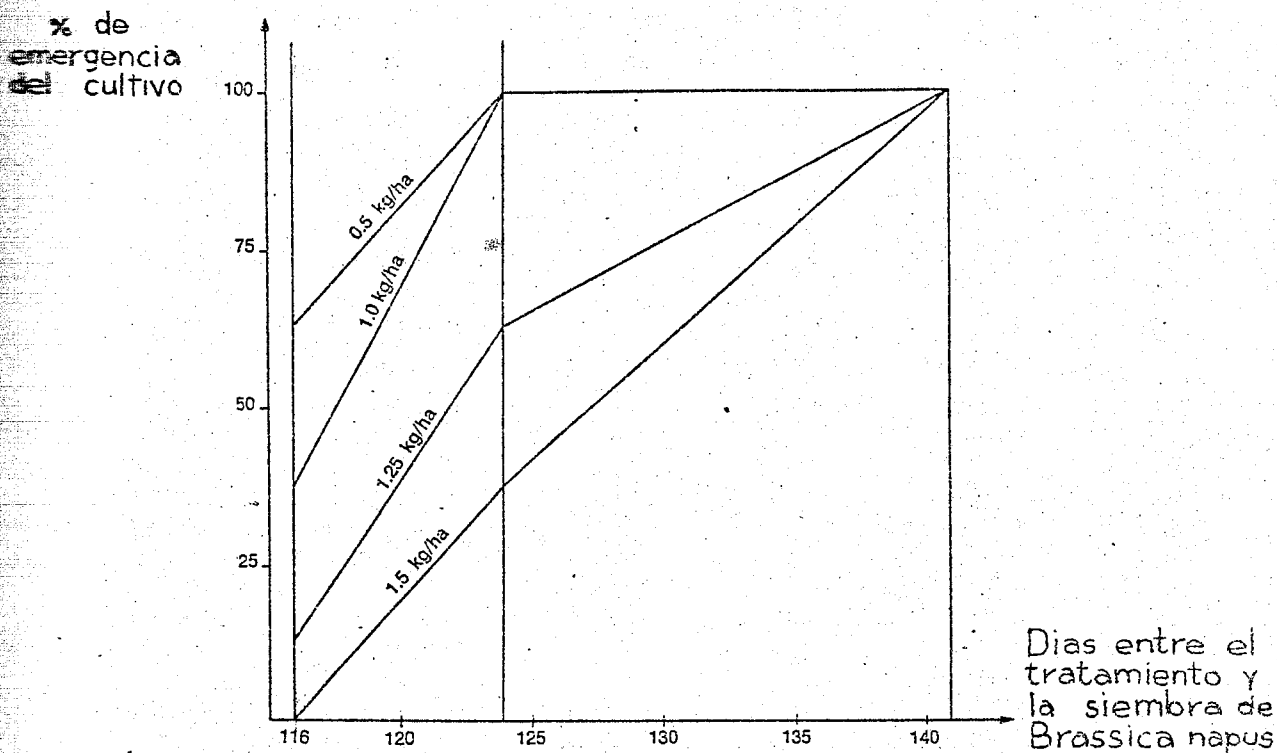
El año posterior fue repetido el mismo experimento, encontrándose resultados similares.

Michel y Pourcharesse (1972) usando como planta test a Bragsica napus evaluaron la residualidad del Sencor en las condiciones de Francia. Sus resultados indican que la planta test no fue afectada después de dieciocho semanas de la aplicación de 1 Kg./Há., y después de veinte semanas de la aplicación de 1.25 a 1.5 Kg./Há. Es de hacer notar que los suelos fueron laboreados antes de la siembra de la planta test.

Los resultados de estos autores se esquematizan en el cuadro siguiente:

Fig: Persistencia del Sencor en el suelo.

Efecto sobre Brassica napus.



En general los autores consultados concuerdan en que usando estos herbicidas en las dosis comercialmente recomendadas, no existe peligro de daño para posteriores cultivos que integren la rotación con papa.

Sin embargo Ivany\* (1977) encontró que en las condiciones de Canadá el Metribuzin puede persistir en el suelo en cantidades suficientes como para afectar a cultivos de grano pequeño y otros vegetales que integren la rotación con papa.

Por otra parte Callihan (1976) señala que recientes estudios muestran que el Metribuzin puede persistir en los tallos de papa, y que si estos son agrupados y luego incorporados al suelo pueden

\* Ivany J.A. Research Scientist. Weed Control. Agriculture Canada  
Comunicación personal.

ocasionar daños a otros cultivos. Sin embargo este peligro no ha sido reportado en condiciones de campo.

### III. MATERIALES Y METODOS.

El ensayo fue realizado en el campo experimental de la Facultad de Agronomía, situado en Sayago, Montevideo, Uruguay; en el ciclo 1976/77.

En el predio donde se realizó el ensayo estuvo implantado un monte frutal hasta dos años antes de este trabajo y luego se realizó un ciclo de papa, no habiendo recibido ninguno de ellos tratamientos con herbicidas.

El análisis de suelo realizado por el método Bouyoucos, presentó los siguientes porcentajes:

Arena	27,3%
Arcilla	28,0%
Limo	44,7%
M. orgánica	2,25%

Esta composición del suelo permite definir su textura como franco-arcillosa.

#### Preparación del suelo y plantación.

La preparación del suelo fue la siguiente: una arada profunda seguida por la aplicación de Superfosfato a razón de 300 Kg./Há., con posterior pasaje de rastra de discos, a efectos de lograr una buena incorporación del fertilizante. Luego se complementó la fertilización con NPK(15-15-15) en dosis de 350 Kg./Há. incorporando el producto con fresadora, dejando de esta manera el suelo en condiciones adecuadas para realizar la plantación.

Antes de la plantación la semilla fue sometida a un proceso de pre-brotación, luego del cual fue cortada y tratada con Bras-sicol a razón de 400 grs. cada 100 Kg. de papa.

La siembra se llevó a cabo el 30 de octubre de 1976, con una distancia de plantación de 70 cms. entre filas y 30 cms. entre plantas, lo que da una densidad de aproximadamente 48.000 plantas/Há. La variedad utilizada fue Kennebec.

En todos los tratamientos, a excepción del testigo con labores culturales de post-plantación, se realizó un solo aporque en el momento de la siembra de aproximadamente 30 cms. de altura. Posteriormente se realizó un pequeño deslomado de la cima del camellón, para evitar que después de la aplicación de los herbicidas se produzca un desmoronamiento de la cima del camellón.

#### Diseño experimental.

El diseño utilizado fue en bloques al azar con 14 tratamientos y 4 repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de m. 2.80 de ancho (4 surcos) por m. 5.40 de largo, lo que da un total de 72 plantas por parcela. De ellas se tomó como parcela útil solo los dos surcos centrales, deshechándose de estos las plantas de los extremos, con el fin de evitar los posibles efectos de borde. A su vez se dejó un espacio libre de 50cms. entre las parcelas.

#### Tratamientos utilizados.

- 1) Metobromuron, 5 Kg./Há. de producto comercial, en pre-emergencia.
- 2) Metobromuron, 4,5 Kg./Há. " " " " " "
- 3) Metobromuron, 4 Kg./Há. " " " " " "
- 4) Linuron, 2 Kg./Há., " " " " " "
- 5) Linuron, 1,75Kg/Há., " " " " " "
- 6) Linuron, 1,5 Kg./Há., " " " " " "
- 7) Metribuzin, 1 Kg./Há., " " " " " "
- 8) Metribuzin, 0,75 Kg/Há., " " " " " "



- 9) Metribuzin, 0,5 Kg/Há. de producto comercial, en pre-emergencia.
- 10) Metribuzin, 0,75Kg/Há. " " " , en post-emergencia
- 11) Metribuzin, 0,56Kg/Há. " " " " " "
- 12) Metribuzin, 0,37Kg/Há. " " " " " "
- 13) Testigo, con control mecánico de malezas.
- 14) Testigo absoluto, enmalezado.

Durante todo el ciclo del cultivo las parcelas recibieron tratamientos fitosanitarios a base de: Metasystox(60 cc./100 lt.), Tamaron(60 cc./100 lt.), DDT(400 gr./100 lt.), Zineb(300 gr./100 lt.) Dithane(300 gr./100 lt.), con el fin de mantener el cultivo en óptimas condiciones de sanidad.

Se realizaron además cinco aplicaciones de fertilizante foliar a base de urea(1 Kg./100 lt), hasta la floración del cultivo.

#### Aplicación de los herbicidas.

Los tratamientos de pre-emergencia fueron hechos el 11 de noviembre de 1976, justo antes de la emergencia del cultivo. Las malezas presentes en ese momento eran las siguientes:

*Cyperus rotundus*

*Portulaca oleracea*

*Fumaria officinalis*

Previo a la aplicación de los productos se humedecieron las parcelas mediante riego con regadera, a los efectos de favorecer la distribución uniforme de los herbicidas en el suelo.

La aplicación de los herbicidas fue sobre toda la parcela, empleándose un equipo pulverizador de mochila con bomba de pistón

marca "Nell", a una presión de aproximadamente 40 lb./pl<sup>2</sup>, y con un caudal equivalente a 1200 lts./Há. Para la pulverización se utilizó una sola boquilla en abanico con las siguientes características: 150.03.

Los tratamientos de post-emergencia se realizaron el 24 de noviembre de 1976 cuando las plantas de papa tenían un promedio de 3 cms. de altura, y con las siguientes malezas presentes:

*Cyperus rotundus*

*Portulaca olerácea*

*Convolvulus arvensis*

*Fumaria officinalis*

*Amaranthus* sp.

*Anoda cristata*

*Eragrostis virescens*

Al igual que en las aplicaciones de pre-emergencia, se practicó un leve riego previo a la aplicación del herbicida, utilizándose para la aplicación del producto el mismo equipo pulverizador.

#### Control mecánico de malezas.

Las labores realizadas en las parcelas correspondientes fueron:

- 1) Aporque liviano en el momento de la plantación.
- 2) Pasaje con rastra de dientes liviana, cuando las plantas de papa estaban emergiendo (el 19 de noviembre de 1976).
- 3) Carpida con carpidores completándola a mano con azada.

(30 de noviembre de 1976)

4) Aporcado definitivo, quedando un camellón similar al de los otros tratamientos (14 de diciembre de 1976).

Datos tomados.

Para evaluar la eficiencia de los tratamientos se tomaron los siguientes datos:

a) Número de malezas. En tres evaluaciones se contó el número de malezas presentes en cuatro áreas de 20x20 cms. por parcela, tomadas al azar de acuerdo a la tabla de números aleatorios. Los valores obtenidos fueron transformados, mediante un coeficiente adecuado, a número de malezas por metro cuadrado.

b) Peso fresco de malezas. En las dos últimas evaluaciones se determinó además el peso fresco de las malezas muestreadas.

c) Clasificación taxonómica. Se realizó la clasificación taxonómica de las especies de malezas muestreadas, con el fin de valorar su respuesta en forma independiente.

d) Efectos fitotóxicos. Periódicamente se realizaron observaciones visuales para poder apreciar síntomas de fitotoxicidad de los productos empleados.

e) Peso de la cosecha de tubérculos. Se tomaron los kilogramos de tubérculos cosechados de cada parcela útil. La misma se llevó a cabo entre el 16 y el 19 de marzo de 1977.

f) Clasificación por tamaño. Los tubérculos obtenidos en cada parcela útil se clasificaron en comerciales y no comerciales según el criterio:

Comerciales= mayores de 45 grs.

No comerciales= menores de 45 grs.

g) Número de tubérculos verdeados. Se determinó el número de tubérculos verdeados por acción solar en cada tratamiento, en base a una muestra de 5 kgs. extraída al azar del total de tubérculos de cada parcela útil.

h) Análisis de los componentes del tubérculo. Se realizaron análisis para determinar el porcentaje de materia seca y de hidratos de carbono de los tubérculos, en la Cátedra de Tecnología de los Alimentos de la Facultad de Agronomía.

De cada parcela se extrajo una muestra de 0.5 kgs. de tubérculos, y previo cortado en finas rebanadas, se desecó a 45°C. Posteriormente se realizó una molienda fina del material obtenido, a efectos de posibilitar los estudios posteriores, y aumentar la efectividad del muestreo.

1- Porcentaje de materia seca: del material obtenido en la molienda se extrajo una muestra de 10grs. de cada parcela, completándose la extracción de agua en estufa a 98 °C durante 8 horas. Los cálculos se realizaron teniendo en cuenta las dos extracciones de agua ( a 45°C y a 98°C), con los correspondientes pesos finales e iniciales.

2- Porcentaje de hidratos de carbono: este análisis se realizó con una muestra de 2.5 grs. de cada tratamiento, para lo cual se mezcló el material obtenido de la molienda de cada una de las cuatro repeticiones correspondientes, realizando un adecuado muestreo aleatorio.

El método usado se basó en el ataque a los carbohidratos por el ácido clorhídrico a temperatura de 30 °C en baño maría durante 10 horas y posterior determinación cuantitativa del azúcar obtenido mediante la técnica de Eynon-Lane.

Efecto residual.

Posteriormente a la cosecha de papa se sembró Avena sativa en todas las parcelas, el 31 de marzo de 1977, con una densidad de siembra equivalente a 100 kg./Há., tapándose la semilla con pasaje de restra de dientes, evitando el mezclado de la tierra de las parcelas contiguas.

Luego de la germinación de la avena se realizaron observaciones visuales, intentando detectar la existencia de daños producidos por los residuos de los herbicidas que pudieran aún permanecer en el suelo.

**IV. RESULTADOS Y DISCUSION**

**IV.1. Respuestas de las malezas.**

**IV.1.1. Primera evaluación.**

Para evaluar el control de malezas de los diferentes tratamientos se realizó el primer recuento el día 30/11/76, a los 19 días de la aplicación de los herbicidas pre-emergentes y a los 6 días de la aplicación de los herbicidas post-emergentes.

Los resultados están resumidos en las tablas siguientes:

**NUMERO DE MALEZAS POR METRO CUADRADO**

<b>Trata- miento</b>	<b>Cyperus rotundus</b>	<b>Portulaca olerácea</b>	<b>Amaranthus sp.</b>	<b>Fumaria officinalis</b>	<b>Eragrostis virescens</b>	<b>To- tal *</b>
1	150.0	-	-	3.1	-	154.7
2	84.4	-	-	-	-	84.4
3	71.9	1.6	-	3.1	-	79.7
4	70.3	3.1	-	7.8	-	81.2
5	101.6	3.1	-	-	-	106.3
6	96.9	1.6	-	3.1	-	106.3
7	92.2	-	-	-	-	92.2
8	62.5	-	-	-	-	64.1
9	76.6	-	-	-	-	76.6
10	92.2	3.1	-	1.6	-	96.9
11	96.9	1.6	-	1.6	1.6	108.0
12	98.4	21.9	-	3.1	3.1	128.1
13	60.9	142.2	4.7	10.9	3.1	226.5
14	75.0	262.5	7.8	9.4	6.3	378.2

\* En el total de malezas se incluyen además de las especies citadas, otras cuya aparición fue esporádica.

PORCENTAJE DE CONTROL RESPECTO AL TESTIGO ENMALEZADO

Trata- miento	Cyperus rotundus	Portulaca olerácea	Amaranthus sp.	Fumaria officinalis	Eragrostis virescens
1	0	100	100	67.0	100
2	0	100	100	100	100
3	4.1	99.4	100	67.0	100
4	6.3	98.8	100	17.0	100
5	0	98.8	100	100	100
6	0	99.4	100	67.0	100
7	0	100	100	100	100
8	16.7	100	100	100	100
9	0	100	100	100	100
10	0	98.8	100	83.0	100
11	0	99.4	100	83.0	74.6
12	0	91.7	100	67.0	50.8
13	18.8	45.8	39.7	0	50.8

Las malezas que primero emergieron en el ensayo fueron *Cyperus rotundus* y *Portulaca olerácea*, las cuales en esta primera evaluación presentan mayor frecuencia e importancia.

De acuerdo a estos resultados *Cyperus rotundus* se mostró altamente resistente a todos los tratamientos, a pesar de que en las dosis mayores del Metribuzin se observó cierta acción de contacto, la que produjo algún quemado en las hojas.

Las especies de *Portulaca olerácea* y *Amaranthus sp.* fueron efectivamente controladas por todos los tratamientos con herbicidas.

Según el European Weed Research Council un control de malezas del orden del 80% ya puede ser catalogado como dudoso.

Es en función de esto que podemos decir que *Fumaria officinalis* es controlada ineficientemente por el Metobromuron y el Linuron a pesar de que las dosis medias de estos herbicidas muestran un control del 100%. Esto último puede deberse a cierta desuniformidad en la distribución de esta maleza y no a un control real. Para realizar esta afirmación nos basamos en que las dosis mayores de los herbicidas no la controlan, que en las posteriores evaluaciones se observa un incremento de ella en las dosis medias de ambos productos y que la bibliografía cita a esta maleza como resistente a estos productos.

*Eragrostis virescens* fue efectivamente controlada por todos los herbicidas, a excepción de Metribuzin en post-emergencia en sus dosis menores. Estos tratamientos muestran además un control marginal sobre *Fumaria officinalis*, pero creemos que esto es más aparente que real, debido al escaso margen de tiempo transcurrido entre la aplicación del herbicida y la realización de este conteo, ya que estos resultados no se mantienen en las posteriores evaluaciones.

Las parcelas con control mecánico de malezas muestran en esta evaluación un ineficiente control de todas las especies presentes. Pero es necesario considerar que en este momento sólo se había realizado el pasaje con rastra liviana sobre estas parcelas, no pudiendo, por lo tanto, valorar aún la eficacia de este tratamiento.



## IV.1.2. Segunda evaluación.

Esta segunda evaluación fue realizada el 23/12/76, a los 23 días de la anterior y a los 9 días de efectuado el aporcado definitivo en las parcelas con control mecánico.

## NUMERO DE MALEZAS POR METRO CUADRADO

Trata- mien- to.	Cype- rus ro- tundus	Portula- ca ole- rácea	Amaran- thus sp. *	Fumaria offici- nalis	Eragros- tis vi- rescens	Anoda crista- ta	To- tal **
1	281.3	-	-	3.1	-	-	286.0
2	139.1	-	-	3.1	-	-	142.2
3	162.5	-	-	4.7	-	-	170.3
4	121.9	-	-	6.3	-	4.7	139.2
5	120.3	3.1	-	1.6	3.1	-	134.4
6	146.9	14.1	1.6	9.4	-	1.6	181.4
7	112.5	-	-	-	-	-	112.5
8	92.2	-	-	-	-	-	93.8
9	145.3	18.8	-	-	-	-	164.1
10	142.2	-	-	-	-	-	143.8
11	150.0	-	-	-	1.6	-	156.3
12	181.3	3.1	1.6	-	4.7	1.6	211.1
13	92.2	26.6	-	-	-	-	120.4
14	173.4	375.0	10.9	10.9	6.3	4.7	610.9

\* Incluye *Amaranthus quitensis* y *Amaranthus viridis*.

\*\* En el total de malezas se incluyen además de las especies citadas, otras cuya aparición fue esporádica.

Estos dos criterios serán mantenidos para todos los cuadros siguientes.

PORCENTAJE DE CONTROL EN NUMERO RESPECTO AL TESTIGO  
ENMALEZADO

Trata mien- to.	Cype- rus to tundus	Portula ca ole- racea	Amaran- thus sp.	Fumaria offici- nalis	Eragros tis vi- rescens	Anoda crista ta
1	0	100	100	71.5	100	100
2	19.8	100	100	71.5	100	100
3	6.3	100	100	56.9	100	100
4	29.7	100	100	42.2	100	0
5	30.6	99.2	100	85.3	50.8	100
6	15.3	96.2	85.3	13.7	100	66.0
7	35.1	100	100	100	100	100
8	46.8	100	100	100	100	100
9	16.2	95.0	100	100	100	100
10	18.0	100	100	100	100	100
11	13.5	100	100	100	74.6	100
12	0	99.2	85.3	100	25.4	66.0
13	46.8	92.9	100	100	100	100

## PESO DE MALEZAS EN GRAMOS POR METRO CUADRADO

Frata mien- to	Cype- rus ro- tundus	Portula- ca ole- racea	Amaran- thus sp.	Fumaria offici- nalis	Eragros tis vi- rescens	Anoda cris- tata	To- tal
1	530.0	-	-	11.1	-	-	542.0
2	355.8	-	-	2.6	-	-	358.4
3	423.1	-	-	17.5	-	-	472.6
4	316.0	-	-	12.4	-	62.5	439.3
5	374.9	1.1	-	2.8	2.7	-	459.6
6	394.0	11.9	7.4	59.1	-	9.0	517.4
7	149.2	-	-	-	-	-	149.2
8	140.6	-	-	-	-	-	171.8
9	331.6	3.1	-	-	-	-	334.7
10	257.6	-	-	-	-	-	272.0
11	251.8	-	-	-	30.0	-	350.2
12	394.3	32.4	6.8	-	164.3	17.5	659.4
13	76.3	81.5	-	-	-	-	160.8
14	414.2	4.614.2	94.8	48.3	105.0	51.5	5.492.4

PORCENTAJE DE CONTROL EN PESO RESPECTO AL TESTIGO ENHALEZADO

Trata- mien- to	Cype- rus ro- tundus	Portula- ca ole- racea	Amaran- thus sp.	Fumaria offici- nalis	Eragros- tis vi- rescens	Anoda- crista- ta
1	0	100	100	77.0	100	100
2	14.1	100	100	94.6	100	100
3	0	100	100	63.8	100	100
4	23.7	100	100	74.3	100	0
5	9.5	100	100	94.2	97.4	100
6	4.9	99.7	92.2	0	100	82.5
7	64.0	100	100	100	100	100
8	66.1	100	100	100	100	100
9	19.9	99.9	100	100	100	100
10	37.8	100	100	100	100	100
11	39.2	100	100	100	71.4	100
12	4.8	99.3	92.8	100	0	66.0
13	81.6	98.2	100	100	100	100

Esta evaluación mantiene y confirma las tendencias observadas anteriormente, y aporta un nuevo elemento a considerar que es el peso de las diferentes malezas, como forma de valorar la magnitud de crecimiento de ellas.

Este nuevo elemento nos permite detectar con respecto al *Cyperus rotundus*, que el control mecánico produce las disminuciones en peso mas notorias. El Metribuzin en sus dosis mayores produce también cierta disminución en el peso de esta maleza, y esto puede ser debido a la acción de contacto citada en la primera evaluación.

Otro nuevo elemento a considerar es el aumento en la frecuencia de *Anoda cristata*, razón por la cual fue incluida en las tablas anteriores.

Esta especie es ineffectivamente controlada por el Linuron y por la dosis mas baja del Metribuzin en post-emergencia; pero debido a que fue una maleza que apareció gradualmente en el transcurso del ensayo, su control aún se manifiesta algo errático.

Las dosis bajas del Linuron y del Metribuzin en post-emergencia muestran una disminución en la efectividad del control de *Amaranthus* sp., lo que se acentúa en la tercera evaluación. Con respecto a esta maleza consideramos importante aclarar que recién en esta evaluación se detectó que estaba integrada por dos especies: *Amaranthus viridis* y *Amaranthus quitensis*.

En cuanto a *Eragrostis virescens* las dosis media y baja del Metribuzin en post-emergencia acentúan su ineficacia. Además puede observarse la aparición de plántulas de esta especie en la do-

sis media del Linuron, pero creemos que ésto no puede ser considerado como falta de control, ya que ellas no lograron prosperar. Debemos tener en cuenta , además, el modo de acción del Linuron, el que muchas veces permite la emergencia de plántulas de malezas, pero posteriormente se vuelven cloróticas y mueren.

En esta evaluación el control mecánico mostró ser uno de los más eficaces en cuanto a la reducción de las malezas, ya sea en número como en peso. Se hace evidente de esta manera la efectividad de las labores de carpida y aporcado.

## IV.1.3. Tercera evaluación.

La tercera evaluación de malezas fue realizada el 24/1/77, a los 74 días de la aplicación de herbicidas pre-emergentes y a los 61 días de la aplicación de herbicidas post-emergentes.

## NUMERO DE MALEZAS POR METRO CUADRADO

Tratamiento.	Cyperus rotundus	Portulaca oleracea	Amaranthus sp.	Fumaria officinalis	Eragrostis virescens	Anoda cristata	Total
1	200	-	-	1.6	1.6	-	214.1
2	128.1	-	1.6	1.6	-	3.1	137.5
3	151.6	3.1	-	-	-	3.1	159.4
4	126.6	6.3	-	-	1.6	9.4	147.0
5	112.5	3.1	-	4.7	-	3.1	134.3
6	126.6	7.8	1.6	3.1	1.6	6.3	151.7
7	118.8	4.7	-	-	-	-	126.6
8	79.7	9.4	-	-	-	-	90.7
9	131.3	25.0	-	-	1.6	1.6	173.5
10	112.5	-	-	-	1.6	-	120.4
11	131.3	3.1	-	-	18.8	1.6	157.9
12	156.3	12.5	1.6	-	10.9	3.1	190.7
13	101.6	160.9	3.1	-	6.3	1.6	284.4
14	160.9	340.6	6.3	4.7	28.1	10.9	579.6

PORCENTAJE DE CONTROL EN NUMERO RESPECTO AL TESTIGO ENMALEZADO

Trata nien- to.	Cype- rus ro- tundus	Portula- ca ole- rácea	Amaran- thus sp.	Fumaria offici- nalis	Eragros- tis vi- rescens	Anoda crista- ta.
1	0	100	100	66.0	94.3	100
2	20.4	100	74.6	66.0	100	71.6
3	5.8	99.1	100	100	100	71.6
4	21.3	98.2	100	100	94.3	13.8
5	30.1	99.1	100	0	100	71.6
6	21.3	97.7	74.6	34.0	94.3	42.2
7	26.2	98.6	100	100	100	100
8	50.5	97.2	100	100	100	100
9	18.4	92.7	100	100	94.3	85.3
10	30.1	100	100	100	94.3	100
11	18.4	99.1	100	100	33.1	85.3
12	2.9	96.3	74.6	100	61.2	71.6
13	36.9	52.8	50.8	100	77.6	85.3



PESO DE MALEZAS EN GRAMOS POR METRO CUALRADO

trata- mien- to.	Cype- rus ro- tundus	Portula- ca ole- racea	Amaran- thus sp.	Fumaria offici- nalis	Eragros- tis vi- rescens	Anoda cris- tata	To- tal
1	780.0	-	-	11.0	16.6	-	900.1
2	321.0	-	0.1	0.3	-	0.3	373.8
3	429.8	0.3	-	-	-	43.7	579.1
4	362.9	29.6	-	-	0.9	1091.2	1.497.3
5	386.4	8.1	-	7.9	-	1744.1	2.209.6
6	314.1	82.6	974.1	6.4	8.1	1107.0	2.536.3
7	239.0	0.6	-	-	-	-	296.5
8	179.0	0.9	-	-	-	-	227.8
9	319.0	4.3	-	-	0.5	0.4	403.6
10	210.9	-	-	-	50.6	-	434.8
11	281.5	7.0	-	-	1354.5	151.2	1.928.7
12	379.5	186.3	870.6	-	896.0	167.8	2.607.2
13	104.1	371.3	0.8	-	76.7	1.5	604.3
14	367.6	7843.7	404.6	28.7	1319.8	3110.7	13.718.6

## PORCENTAJE DE CONTROL EN PISO RESPECTO AL GENSICO ENMALEZADO

Trata- mien- to	Cype- rus ro- tundus	Portula- ca ole- racea	Amaran- thus sp.	Fumaria offici- nalis	Eragros- tis vi- rescens	Anoda- crista- ta
1	0	100	100	61.7	98.7	100
2	12.7	100	100	99.0	100	100
3	0	100	100	100	100	98.6
4	1.3	99.6	100	100	99.9	64.9
5	0	99.9	100	72.5	100	43.9
6	14.6	98.9	0	77.7	99.4	64.4
7	35.0	100	100	100	100	100
8	51.3	100	100	100	100	100
9	13.2	99.9	100	100	100	100
10	42.6	100	100	100	96.2	100
11	23.4	99.9	100	100	0	95.1
12	0	97.6	0	100	32.1	94.6
13	71.7	95.3	99.8	100	94.2	100

En esta etapa del ensayo los herbicidas están perdiendo actividad residual, pero ello es compensado por el desarrollo de las plantas de papa, que cubren totalmente los entresurcos, evitando de esta manera el desarrollo de las malezas que logran germinar.

Sin embargo las malezas que logran superar la actividad del herbicida y la competencia del cultivo, pueden transformarse en

un importante problema para las operaciones de cosecha, como por ejemplo las especies arbustivas de *Amaranthus quitensis* y *Anoda cristata*.

No sucede lo mismo con *Fumaria officinalis* quien, pese a haber sido resistente a algunos herbicidas, muestra en esta etapa un importante decremento en peso y número, lo que indica el bajo poder competitivo de esta maleza respecto al cultivo.

Los tratamientos que parecen sufrir una mayor pérdida de residualidad son los correspondientes a las dosis bajas del Linuron y Metribusin en post-emergencia, ya que son los que muestran mayor número de especies germinadas, y mayor desarrollo de ellas.

El resto de los tratamientos, además de las carencias ya observadas, muestran cierto incremento de otras especies, pero estas nuevas malezas no logran tener un desarrollo importante.

Además de las malezas citadas a través de las tres evaluaciones, existieron otras cuya aparición fue esporádica, razón por la cual no fueron incluidas en las tablas anteriores.

Estas especies fueron: *Convolvulus arvensis*, *Sonchus oleraceus*, *Cenonopus didymus*, *Veronica persica* y *Capsella bursa-pastoris*. De ellas la que tuvo mayor frecuencia fue *Convolvulus arvensis*, pero se caracterizó por una distribución aislada y muy desuniforme, apareciendo solamente como manchones en algunos bloques.

Debido a que fue una maleza de cierta importancia, consideramos necesario realizar algún comentario de ella.

El control de esta especie se mostró muy errático, pero a nivel de observación visual el tratamiento que pareció reprimirla

mas eficazmente fue el control mecánico, ya que apareció en algunas parcelas antes de realizar las labores de carpida y aporque, pero no posteriormente a ellas.

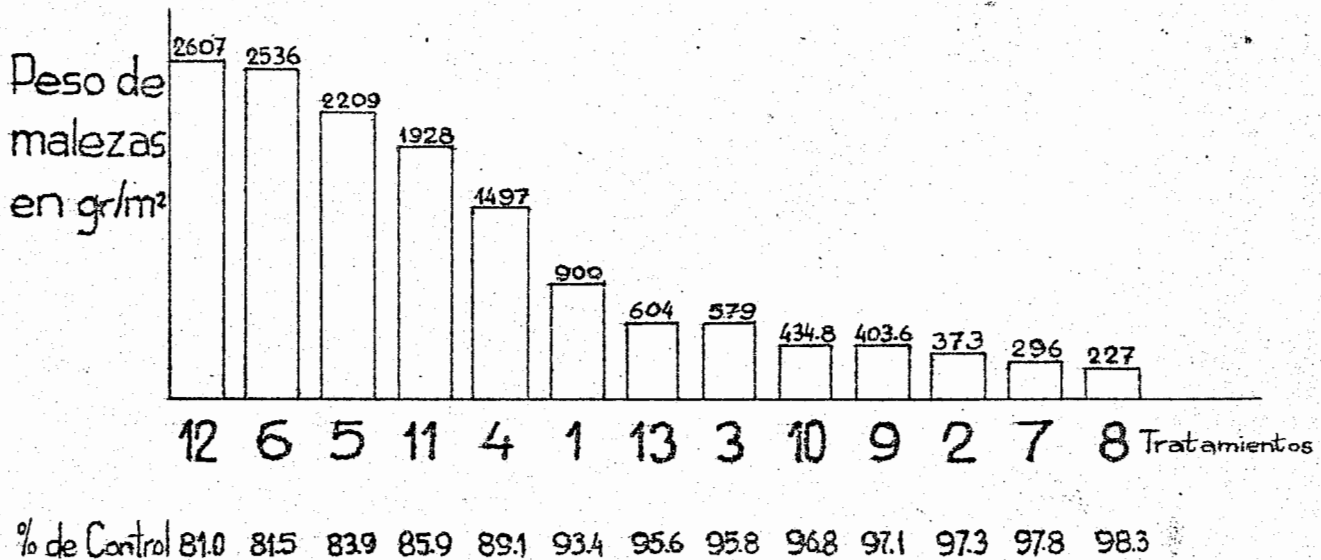
#### IV.1.4. Performance general de los tratamientos.

Según las características de nuestro ensayo, consideramos que el mejor indicador del comportamiento general de cada tratamiento, es el peso fresco total de las malezas muestreadas en la tercera evaluación.

Para esta afirmación nos basamos en dos razones:

- 1) El peso total sería la resultante de la efectividad de cada tratamiento a través del ensayo.
- 2) El número total de malezas a través de las tres evaluaciones se muestra fundamentalmente afectado por la distribución de *Cyperus rotundus*, ya que es la maleza predominante en número en todos los tratamientos, y no es controlada efectivamente por ninguno.

Los resultados se pueden visualizar en el siguiente histograma:



Todos los tratamientos lograron una disminución del peso total de malezas respecto al testigo enmalezado, de por lo menos 81%.

Del histograma anterior podríamos distinguir a un grupo de siete tratamientos como los mas eficaces, logrando una reducción del peso de las malezas superior al 95.6%, siendo la variación entre ellos de 2.7% a lo sumo.

Por otro lado encontraríamos un grupo de cuatro tratamientos como los menos eficaces, que disminuyen el peso de las malezas en menos de 85.9%.

Entre estos dos grupos existiría uno intermedio formado por el Metobromuron y el Linuron, en sus dosis mayores.

En general puede observarse que al aumentar la dosis de cada herbicida, aumenta el control de malezas. Excepción a esto son las dosis media y alta del Metribuzin en pre-emergencia, que muestran muy pequeñas diferencias entre sí; y la dosis alta del Metobromuron que está influenciada por la gran incidencia del *Cyperus rotundus*. En este tratamiento existió una parcela que arrojó cifras de 387.5 plantas por metro cuadrado, mientras que la media del *Cyperus rotundus* fue de 115 plantas por metro cuadrado.

Si comparamos dosis similares de Metribuzin aplicadas en diferentes momentos ( tratamiento 8 con el 10, y sobre todo el 9 con el 11), observamos una mayor efectividad de las aplicaciones pre-emergentes.

Esto es probablemente debido a que cuando se aplicó el Metribuzin en post-emergencia, algunas malezas ya habían superado el estado de plántulas, lo que las hizo mas resistentes al herbici-

da. De ellas, la más resistente pareció ser *Eragrostis virescens*. Sin embargo es interesante señalar que *Portulaca olerácea* no mostró cambios en la susceptibilidad al herbicida debido a su estado de desarrollo, ya que cuando se aplicó el Metribuzin en post-emergencia, esta especie era la que tenía mayor desarrollo, y a pesar de ello fue efectivamente controlada.

#### IV.2. Respuesta del cultivo.

##### IV.2.1. Fitotoxicidad.

La primer respuesta del cultivo estudiada fue la aparición o no de síntomas de fitotoxicidad.

Posteriormente a la aplicación de los herbicidas se realizaron repetidas observaciones con dicho fin, no encontrándose en ninguno de los tratamientos síntomas característicos de fitotoxicidad.

Puesto que la bibliografía cita al Metribuzin en pos-emergencia como un herbicida de escaso margen de seguridad, consideramos importante puntualizar que posteriormente a la aplicación de este producto en nuestro ensayo, se produjo una suave llovizna, no detectada por la Dirección General de Meteorología, la que pudo haber tenido influencia en la actividad foliar del herbicida.

##### IV.2.2. Rendimientos

Otra respuesta estudiada fueron los rendimientos del cultivo de la parcela útil, el número de plantas cosechadas osciló entre 30 y 32, siendo las medias por tratamientos las siguientes:

Trata- mientos	Número de plantas	Trata- mientos	Número de plantas
1	30.75	8	30.00
2	30.75	9	31.25
3	31.25	10	30.75
4	31.00	11	31.50
5	31.25	12	30.50
6	31.25	13	31.25
7	31.25	14	30.00

De estos datos se deduce que el número de plantas cosecha-  
das fue muy uniforme, por lo tanto no serían atribuibles al nú-  
mero de plantas diferencias en los rendimientos.

RENDIMIENTOS TOTALES EN KILOGRAMOS

Trata- mientos	<u>B l o c u e s</u>				Total
	I	II	III	IV	
1	19.55	37.32	30.63	35.23	122.73
2	27.80	37.92	28.61	42.44	136.77
3	34.86	39.66	36.79	22.23	133.54
4	33.97	35.98	22.64	30.77	123.36
5	30.29	35.74	26.81	26.09	118.93
6	16.05	31.03	24.60	37.87	109.55
7	32.37	33.02	31.30	34.29	130.98
8	31.47	36.85	32.73	37.73	138.78
9	29.95	30.46	31.41	32.54	124.36
10	26.40	38.94	36.51	30.42	132.27
11	30.21	34.96	31.48	31.99	128.64
12	32.30	30.38	34.50	23.95	121.13
13	31.92	29.54	35.62	28.75	125.83
14	19.40	25.63	15.96	21.04	82.03
Total	396.54	477.43	419.59	435.34	1728.90

ANALISIS DE VARIANZA

Causas de la variación	G.L.	S.C.	C.M.	F calculado	F 0.05
Tratamientos	13	654,312	50,3317	2.007*	1.98
Bloques	3	249,017	83,0056	3.310*	2.85
Resto	39	977,892	25,0742		
Total	55	1881,221			

Desviación típica= 5.0074

Coefficiente de variación= 16.22%

Test DUNNAN (0.05)

- $D_{14} = 3.399 \times \frac{5.0074}{2} = 8.51$
- $D_{13} = 3.387 \times " = 8.48$
- $D_{12} = 3.376 \times " = 8.45$
- $D_{11} = 3.364 \times " = 8.42$
- $D_{10} = 3.352 \times " = 8.39$
- $D_9 = 3.332 \times " = 8.34$
- $D_8 = 3.302 \times " = 8.27$
- $D_7 = 3.272 \times " = 8.19$
- $D_6 = 3.223 \times " = 8.07$
- $D_5 = 3.172 \times " = 7.94$
- $D_4 = 3.102 \times " = 7.77$
- $D_3 = 3.013 \times " = 7.54$
- $D_2 = 2.863 \times " = 7.17$      D.N.S.



Trata- mientos	Medias en kilogramos		% respecto al testigo enmalezado	% respecto al control mecánico
8	34.70	A	169.19	110.30
2	34.19	A	166.70	108.68
3	33.39	A	162.80	106.13
10	33.07	A	161.24	105.12
7	32.75	A	159.68	104.10
11	32.16	A	156.80	102.23
13	31.46	A	153.39	100.00
9	31.09	A	151.58	98.82
4	30.84	A	150.37	98.03
1	30.68	A	149.59	97.52
12	30.28	A	147.64	96.25
5	29.73	A	144.95	94.50
6	27.39	AB	133.54	87.06
14	20.51	B	100.00	65.19

Las medias seguidas por la misma letra, no difieren significativamente entre sí al nivel de 0.05.

El análisis estadístico de los resultados nos muestra la existencia de diferencias significativas de todos los tratamientos respecto al testigo enmalezado, a excepción de la dosis baja del Linuron, que no difiere significativamente ni con el testigo enmalezado, ni con el resto de los tratamientos. Por lo tanto no podemos afirmar con un nivel de significación del 0.05 que este tratamiento sea mejor que el testigo, o peor que los demás.

El control de malezas dió un importante aumento de los rendimientos, ya que todos los tratamientos dieron un incremento respecto al testigo, de entre 33.54% a 69.19%, correspondiendo

estos valores al Linuron (1.5 Kg./Há. de producto comercial) y al Metribuzin en pre-emergencia (0.75 Kg./Há. de producto comercial) respectivamente.

Comparando los diferentes tratamientos con herbicidas con el control mecánico, encontramos que varían con respecto a este, en un entorno de -12.94% a +10.30%, pero estas diferencias no son estadísticamente significativas.

Relacionando estos resultados con la performance general de los tratamientos en cuanto al control de malezas, podemos detectar la coincidencia existente. Ya que los siete tratamientos más eficaces en controlar las malezas, son los que dan mayores rendimientos; mientras que los catalogados como menos eficientes (a excepción del tratamiento 11) logran los menores rendimientos. Entre estos dos grupos nuevamente aparecen el Linuron y el Metobromurón en sus dosis mayores.

Con respecto a la dosis alta del Metobromuron vemos reflejado en los rendimientos, el problema ya planteado de la gran incidencia del *Cyperus rotundus* sobre la parcela (parcela del bloque I), lo que dio como resultado rendimientos muy por debajo de las otras parcelas del tratamiento.

RENDIMIENTO COMERCIAL EN KILOGRAMOS

Trata- mientos	<u>Bloques</u>				Total
	I	II	III	IV	
1	18.49	36.32	29.33	33.99	118.13
2	26.76	36.32	27.19	41.32	131.59
3	33.76	38.31	35.40	21.05	128.52
4	32.56	34.65	21.40	29.66	118.27
5	28.63	34.65	25.06	24.72	113.06
6	15.09	29.70	23.26	36.11	104.16
7	31.06	32.38	29.58	32.65	125.67
8	30.30	35.58	31.73	35.89	133.50
9	28.43	29.06	30.70	30.95	119.14
10	25.62	37.37	35.25	29.29	127.53
11	28.81	33.41	30.38	30.32	122.92
12	31.00	29.36	33.51	22.25	116.12
13	29.79	28.09	34.61	27.60	120.09
14	18.36	24.52	14.74	19.84	77.46
Total	378.66	459.72	402.14	415.64	1656.16

ANALISIS DE VARIANZA

Causas de la variación	G.L.	S.C.	C.M.	F calculado	F 0.05
Tratamientos	13	644.232	49.556	2.02*	1.98
Bloques	3	248.754	82.918	3.38*	2.85
Resto	39	956.375	24.522		
Total	55	1849.361			

Desviación típica= 4.952

Coefficiente de variación=16.74%

Test DUNCAN ( 0.05 )

$D_{14} = 3.399 \times \frac{4.952}{2} = 8.42$	
$D_{13} = 3.387 \times " = 8.39$	
$D_{12} = 3.376 \times " = 8.36$	
$D_{11} = 3.364 \times " = 8.33$	
$D_{10} = 3.352 \times " = 8.30$	
$D_9 = 3.332 \times " = 8.25$	
$D_8 = 3.302 \times " = 8.18$	
$D_7 = 3.272 \times " = 8.10$	
$D_6 = 3.223 \times " = 7.98$	
$D_5 = 3.172 \times " = 7.86$	
$D_4 = 3.102 \times " = 7.68$	
$D_3 = 3.013 \times " = 7.46$	
$D_2 = 2.863 \times " = 7.09$	D.M.S.

Trata- mientos	Medias en kilogramos		Trata- mientos	Medias en kilogramos	
8	33.38	A	9	29.79	A
2	32.90	A	4	29.57	A
3	32.13	A	1	29.53	A
10	31.88	A	12	29.03	A
7	31.42	A	5	28.27	A
11	30.73	A	6	26.04	AB
13	30.02	A	14	19.37	B

Las medias seguidas por la misma letra, no difieren significativa-  
tivamente entre sí al nivel de 0.05.

Los resultados del rendimiento comercial no difieren mayormente de los obtenidos con el rendimiento total, pues se observan tendencias similares, resultando válidas por lo tanto las apreciaciones hechas para el rendimiento total.

Cabría agregar que en ambos rendimientos (total y comercial) el coeficiente de variación de la prueba se mostró algo elevado, ya que Fryer (1970) señala que en este tipo de ensayos el coeficiente de variación oscila normalmente entre 5 y 10%.

#### IV.2.3. Porcentaje de materia seca de los tubérculos.

##### PORCENTAJE DE MATERIA SECA

Tratamientos	<u>B l o q u e s</u>				Total
	I	II	III	IV	
1	15.8	16.0	16.1	15.9	63.8
2	16.0	15.8	15.6	15.0	62.4
3	16.4	16.4	14.8	16.1	63.7
4	15.0	16.1	16.3	15.4	62.8
5	17.5	16.9	14.4	16.0	64.8
6	16.7	15.3	16.0	16.7	64.7
7	15.6	16.3	16.2	16.1	64.2
8	16.0	16.5	15.9	14.6	63.0
9	16.1	17.8	16.0	14.8	64.7
10	17.1	15.7	14.7	15.5	63.0
11	17.3	17.6	15.5	15.5	65.9
12	18.2	16.8	15.6	16.0	66.6
13	17.3	16.3	15.6	17.5	66.7
14	16.8	16.5	17.2	16.6	67.1
Total	231.8	230.0	219.9	221.7	903.4

Por regla general los datos expresados en porcentaje tienen una distribución binomial, en lugar de una distribución normal. Como consecuencia de ello estos datos deben ser modificados mediante una transformación angular, para poder ser sometidos a un análisis de varianza. Esta se obtiene mediante la determinación del ángulo cuyo seno es la raíz cuadrada del porcentaje (Little y Hills, 1976; Snedecor y Cochran, 1975).

Los datos transformados a arcoseno  $\sqrt{\%}$  son los siguientes:

Trata- mientos	<u>B l o c u e s</u>				Total
	I	II	III	IV	
1	23.42	23.58	23.66	23.50	94.16
2	23.58	23.42	23.26	22.79	93.05
3	23.89	23.89	22.63	23.66	94.07
4	22.79	23.66	23.81	23.11	93.37
5	24.73	24.27	22.30	23.58	94.88
6	24.12	23.03	23.58	24.12	94.85
7	23.26	23.81	23.73	23.66	94.46
8	23.58	23.97	23.50	22.46	93.51
9	23.66	24.95	23.58	22.63	94.82
10	24.43	23.34	22.55	23.19	93.51
11	24.58	24.80	23.19	23.19	95.76
12	25.25	24.20	23.26	23.58	96.29
13	24.58	23.81	23.26	24.73	96.38
14	24.20	23.97	24.50	24.04	96.71
Total	336.07	334.70	326.81	328.24	1325.82

ANALISIS DE VARIANZA

Causas de la variación	G.D.	S.C.	C.M.	F calculado	F' 0.05
Tratamientos	13	4.66	0.3585	1.006 NS	1.98
Bloques	3	4.553	1.5177	4.258*	2.84
Resto	39	13.898	0.3564		
Total	55	23.111			

Desviación típica = 0.597

Coefficiente de variación = 2.52%

Test DUNCAN (0.05)

$$D_{14} = 3.399 \times \frac{0.597}{2} = 1.015$$

La diferencia entre las medias extremas es de 0.92, al no superar el valor crítico del  $D_{14}$ , no es necesario probar la significación entre la diferencia del resto de las medias.

Tratamientos	Medias en %	Medias angulares
14	16.78	24.18 A
13	16.68	24.10 A
12	16.65	24.07 A
11	16.48	23.94 A
5	16.20	23.72 A
6	16.18	23.71 A
9	16.18	23.71 A
7	16.05	23.62 A
1	15.95	23.54 A
3	15.93	23.52 A
10	15.75	23.38 A
8	15.75	23.38 A
4	15.70	23.34 A
2	15.60	23.26 A

En el cuadro anterior las medias seguidas por igual letra no difieren significativamente entre sí al nivel del 0.05.

De los resultados del porcentaje de materia seca puede observarse, al igual que en los anteriores análisis estadísticos, que nuevamente los bloques aparecen como una importante fuente de variación.

La máxima diferencia existente entre los distintos tratamientos, en cuanto al porcentaje de materia seca es de sólo 1.18% correspondiendo la misma a un máximo de 16.78% para el testigo enmalezado y a un mínimo de 15.60% para el tratamiento de Metobromuron en su dosis media. Sin embargo esta diferencia al no ser estadísticamente significativa al nivel del 5%, debe suponerse que es debida a variaciones propias de la población.

#### IV.2.4. Porcentaje de carbohidratos en los tubérculos.

La materia seca es un índice del valor alimenticio de los tubérculos, y dentro de esta los carbohidratos (constituidos fundamentalmente por almidón) representan la mayor proporción. Por esta razón como dato complementario de materia seca, se determinó el porcentaje de los mismos.

Los datos siguientes son el resultado de las muestras obtenidas al mezclar las repeticiones de cada tratamiento.



Trata- mientos	Porcentaje de H. de C.	Trata- mientos	Porcentaje de H. de C.
1	10.1	8	9.5
2	9.5	9	10.2
3	9.8	10	9.7
4	9.7	11	10.5
5	10.4	12	10.6
6	10.0	13	10.7
7	10.2	14	10.8

Las variaciones en el contenido de carbohidratos entre los diferentes tratamientos son similares a las observadas en el porcentaje de materia seca. Sin embargo los datos de porcentaje de carbohidratos deben ser tomados como observaciones, pues carecen de análisis estadístico.

Autores ya citados por nosotros encontraron que algunos de los herbicidas utilizados en este ensayo, producían cierta disminución en el porcentaje de almidón de los tubérculos.

Nuestros resultados, a pesar de estar referidos a carbohidratos, serían en parte coincidentes con los encontrados por estos autores, ya que los tratamientos que no tienen herbicidas ( 13 y 14) son los que dan mayores porcentajes. Sin embargo tomando en cuenta que las variaciones encontradas entre los diferentes herbicidas y entre las distintas dosis se muestran algo erráticas y sin ninguna tendencia apreciable, creemos que no podemos realizar ninguna afirmación al respecto, y que son necesarias investigaciones más precisas en el futuro, sobre dicho tema.

#### IV.2.5. Factores asociados al manejo del cultivo.

El uso de herbicidas en nuestro ensayo trajo aparejado un cambio en el laboreo tradicional del cultivo, ya que las parcelas sometidas a control químico tuvieron un solo aporque en el momento de la siembra, omitiéndose después toda otra labor cultural.

Como ya citamos en nuestra revisión bibliográfica algunos investigadores encontraron cierto incremento en el número de tubérculos verdeados al eliminar las labores culturales de post-plantación, pero en este sentido el acuerdo entre autores no ha sido total.

Nuestros resultados al respecto son los siguientes:

	% de tubérculos verdeados
Media de todos los tratamientos con herbicidas	8.8
Media del tratamiento con control mecánico	8.6
Media del testigo enmalezado	1.9

Comparando la media de los tratamiento con herbicidas con el control mecánico, no se observan diferencias de importancia en cuanto al porcentaje de tubérculos verdeados. Esto demuestra que un buen aporque realizado en el momento de la siembra del cultivo, es tan eficiente en el aspecto estudiado, como los dos aporques realizados en el laboreo normal del cultivo.

Por otra parte el testigo enmalezado muestra un más bajo porcentaje de tubérculos verdeados. Esto puede ser debido a la menor incidencia de los rayos solares sobre el suelo, como consecuencia del abundante sombreado ejercido por las malezas.

IV.3. Condiciones climáticas.

Con el fin de determinar si las condiciones climáticas bajo las cuales se desarrolló el experimento fueron similares a los registros medios, se realizó la prueba Ji-cuadrado a los datos de temperatura y lluvia.

TEMPERATURAS MEDIAS

	Registradas *	Medias de 50 años	$\frac{(o - e)^2}{e}$
Noviembre	17.1	18.3	0.0787
Diciembre	20.01	21.0	0.0467
Enero	23.99	22.5	0.0987
Febrero	21.96	22.2	0.0026
Marzo	20.64	20.3	0.0057
		Total	0.2324

Ji-cuadrado  $(0.95)(4 \theta) = 9.49$

\* Los registros corresponden a la Dirección General de Meteorología.

La prueba Ji-cuadrado no arroja diferencias significativas entre las temperaturas medias de 50 años y las registradas durante el ensayo.

LLUVIAS

	Registradas *	Medias de 50 años	$\frac{(o - e)^2}{e}$
Noviembre	88.1	78.1	1.28
Diciembre	126.5	80.4	26.433
Enero	55.7	76.6	5.702
Febrero	316.8	73.4	807.133
Marzo	82.0	99.0	2.919
		Total	843.467

\* Los registros corresponden a la Dirección General de Meteorología.

La prueba Ji-cuadrado muestra diferencias significativas al nivel de 0.05 entre los dos datos de lluvia.

El aporte de agua importa no sólo en el desarrollo del cultivo, sino también en cuanto a la actividad de los herbicidas empleados.

Los datos presentados anteriormente muestran que en los tres primeros meses, que podrían ser catalogados como los más importantes para la actividad herbicida, sólo el mes de enero registró lluvias inferiores a la media. Pero teniendo en cuenta que en este mes se practicó riego por surcos equivalente a 30 mm., esto llevaría el aporte de agua mensual a 85.7 mm., obteniendo de esta manera un resultado algo superior a la media del mes de enero.

Resumiendo entonces, los tres primeros meses tuvieron aportes de agua que superaron los registros medios.

En cuanto a la actividad herbicida, febrero y marzo pierden importancia ya que ella está en niveles mínimos. Sin embargo el gran exceso de lluvia registrado en el mes de febrero, probablemente contribuyó a disminuir aún más la actividad herbicida, por lixiviación de este.

#### IV.4. Efecto residual de los herbicidas empleados.

Luego de realizada la cosecha del cultivo, fueron sembradas todas las parcelas con Avena sativa, con el fin de determinar si los herbicidas aplicados producían efectos nocivos sobre cultivos que integren la rotación con papa.

La elección de Avena sativa como planta test se basó en que

es una especie altamente sensible a los herbicidas empleados por nosotros, motivo por el cual muchos investigadores la han utilizado para detectar residuos de estos herbicidas.

La respuesta de la avena a la existencia de residuos de herbicida en el suelo, en niveles tóxicos para ella, se manifiesta en disminuciones en su peso, y en la aparición de síntomas de apreciación visual tales como amarillamiento, quemado, y en casos extremos colapso del follaje (Fryer 1970).

Es en función de esto que se realizó posteriormente a la emergencia del cultivo de avena repetidas apreciaciones visuales de todas las parcelas. En base a las observaciones realizadas, no se detectaron síntomas de fitotoxicidad con ninguno de los herbicidas empleados.

Posteriormente a estas observaciones fue planeado realizar 30 días después de la siembra, otra evaluación consistente en determinar si existían o no diferencias en el peso de la avena entre los distintos tratamientos, de manera de confirmar con datos objetivos lo observado anteriormente. Sin embargo esto no pudo ser realizado, pues días antes la aparición de equinos en el ensayo, afectó el desarrollo de la avena, invalidando de esta manera la evaluación programada.

V. CONCLUSIONES.

En base a los resultados ya discutidos podemos formular las siguientes conclusiones:

1) El herbicida que mostró mayor espectro de control de malezas fue el Metribuzin en dosis de 0.75 a 1 Kg. de prod. com./Há., ya que solo fue ineficiente, al igual que los otros tratamientos, en el control de *Cyperus rotundus*.

2) Los tratamientos que mostraron menor residualidad fueron el Linuron en dosis de 1.5Kg.de prod. com./Há. y el Metribuzin en post-emergencia en dosis de 0.57 Kg. de prod. com./Há.

3) Ninguno de los tratamientos con herbicidas produjo efectos fitotóxicos visibles sobre el cultivo.

4) El control de malezas afectó positivamente los rendimientos logrando incrementos de hasta 69.19% respecto al testigo enmalezado.

5) Todos los tratamientos, a excepción del Linuron en dosis de 1.5 Kg. de prod. com./Há., incrementaron significativamente los rendimientos totales y comerciales respecto al testigo enmalezado.

6) Los mayores rendimientos fueron obtenidos con Metribuzin en pre-emergencia(0.75 Kg.de prod. com./Há) seguido por Metobromuron(4.5 Kg.de prod. com./Há.). Sin embargo comparados con los otros tratamientos con herbicidas, y con el control mecánico, las diferencias en los rendimientos no tienen significación estadística.

7) El control mecánico, sin ser el que mejor controló las malezas, y sin dar los más altos rendimientos,

puede ser catalogado como eficiente y mantiene su vigencia.

8) Ninguno de los tratamientos afectó significativamente el porcentaje de materia seca de los tubérculos.

9) El número de tubérculos verdeados no pareció ser afectado por el cambio en las prácticas culturales originado por el uso de herbicidas.

10) A nivel de observación visual no se detectaron efectos residuales de los herbicidas, para la avena sembrada posteriormente al cultivo de papa.

Las conclusiones anteriormente citadas deben ser consideradas como preliminares, ya que fueron extraídas de un solo ensayo. Creemos necesario por lo tanto, que en el futuro se deben desarrollar otras experiencias sobre el tema, para lograr una mayor validez estadística de los resultados obtenidos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento por la colaboración prestada a los profesores:

Juan V. Cappelletti (Director de Tesis)

Antonio Espínola

Ing. Agr. Pascual Campiglia

a las firmas comerciales:

BASF

BAYER

HOECHST

y a todos los que de una u otra manera contribuyeron a la realización de este trabajo.



- BIBLIOGRAFIA -

Agundis Mata, G. (1975)

"¿Qué sucede con los herbicidas en el suelo?". Agricultura técnica en México 3, (11), 407-413.

Aldabe, L. y Aldabe, R. (1976)

"El cultivo de papa en el Uruguay". Academias Diapl.

Atlantic Canada Potato Guide (1977)

Prepared by the Atlantic potato committee.

Audus, L. J. (1964)

"The physiology and Biochemistry of herbicides" Academic Press. London & New York.

Blake, G. B. y Aldrich, R. J. (1955)

"Effects of cultivation on some soil physical properties and on potato and corn yields". Soil Science Society Am. Proceedings 19, 400-403.

Brinkman, D. (1972)

"Field trials and practical experience with Sencor in Holland". Pflanzenschutz-Nachrichten, Bayer 25, (3), 297-308.

Burghausen, R. (1968)

"Probleme des Herbizideinsatzes im Kartoffelbau". European Potato J. 11, (1), 3-13.

Callihan, R.H. (1972)

"Crop and Weed reaction to Sencor in potato culture". Am. Potato J. 49, (9)

\_\_\_\_\_ (1976) "Metribuzin, for potato weed control". University of Idaho. College of Agriculture Cooperative Extension Service. Agricultural Experiment Station. Current Information Series Nº 291.

Callihan, R.H.; Stalknecht, G.F.; Dwelle, R.E. y Blicherzyk, M. (1976)

"Residues of Metribuzin and its metabolites in potato tubers" Am. Potato J. 53, 253-260.

Campeglia, O.G. (1971)

"Nuevas experiencias con herbicidas para cultivos hortícolas." IDIA, 281.

Crosinier, J.C.; Turnkenboltz, M.; Bourdin, J. y Hervé J.J. (1969)

"Essais de differents herbicides appliques avant la levee des pommes de terre". Proceedings of the 4th. triennial conference of the E.A.P.R., 132.

Cohick, A.D. (1973)

"Sencor herbicide for the control of weed in potatoes." Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer, 26, (1), 23-34.

Chakraborty, T.K. y Mani, V.S. (1968)

"The fate of substituted urea herbicides in plants and soils a review." PANS, 14, (4), 364-374.

Dabbs, D.H. (1976)

"Control of weed in vegetable crops". Canada weed committee

Dallyn, S. (1971)

"Weed control methods". Am. Potato J., 48, (4), 116-129.

Davis, J.R. y Allen, T.C. (1975)

"Weed hosts of the tobacco rattle virus in Idaho". Am. Potato J., 52, (1), 1-8.

Del Puerto, O. (1970)

"Descripción de plántulas de malezas del Uruguay". Boletín Nº 110, Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay.

Detroux y Gostinchar (1966)

"Los herbicidas y su empleo". Oikos-tau, s.a.-ediciones-Vilassar de Mar-Barcelona-España.

Dos Santos, L. y Leiderman (1967)

"Emprego de herbicidas em pre-plantio e em pre-emergencia na cultura da batatinha". O. Biologico, 33, (5), 91-96.

Eastwood, T. (1952)

"The effect of herbicides upon potatoes used for chipping." Am. Potato J. 29, 160-164.

Ebner, L. (1966)

"Studies on the inactivation of Patoran in two different soil types using bioassay techniques." Z. Pflkrankh. Pflpath. Pflschutz, 73, (8), 458-468. Ref.

Eddowes, N. (1966)

"Chemical weed control in potatoes". Agriculture 73, (4), 170-173.

(1971) "The effect of application rate of chemical herbicides on weed control and yield in early potatoes". J. Agric. Sci. Camb. 77, 243-246.

Eue, L. (1972)

"Sencor, a herbicide of the triazinone group". Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer, 25, (2), 175-185.

Eue, L. y Tietz, H. (1970)

"4-amino-6-terc-butilo-3-(metiltio)-1,2,4-triazina-5-on (BAY 6159 H= BAY 94337), un nuevo herbicida para combatir las malas hierbas en el cultivo de papas". Pflanzenschutz Nachrichten Bayer 23, (3), 225-235.

Evans, S. (1968)

"Potatoes and herbicides". Agriculture 75, (2), 55-58.

Fourie, M. P. (1974)

"Weed control in potatoes in the winter rain fall area with Metribuzin (Sud Africa)". Crop Production, 3, 31-34. Ref.

Fryer, J.D. y Evans, S.A. (1970)

"Weed control Handbook". Vol. 1. 5th. Edition Revised Reprint. Oxford, Blackwell.

Furtick, W.R. y Romanowski, R.R. Jr. (1973)

"Manual de métodos de investigación de maleza". México-Buenos Aires. GRAT.

Graf, G.T. y OEG, A.G. Jr. (1976)

"Differential Response of Potato Cultivars to Metribuzin". Weed Science 24, 137-139.

Green, H.J. (1964)

"Experiments on inter-row cultivations of potatoes". European Potato Journal 7, (4). Ref.

Grover, R. (1975)

"Adsorption and desorption of urea herbicides in soil". Can. J. Soil Sci. 55, 127-135.

Härtel, K. (1964)

"Situación actual y prospecto sobre el control de malezas con compuestos de Methoxi-urea en cultivos de papas, con relación al problema residual". Informe extractado de la 7th. British Weed Control Conference 1964 in Bringnton del 23 al 26/11/64.

Heikes (1977)

"Weed control in potatoes". W. Control. Paper pub. coop. ext. serv. Colorado State Univ. Fort Collins. Colorado.

von Hertwing, K.; Leiderman, L.; Lobato dos Santos, A. y Grassi, M. (1974)

"Dissipacao dos herbicidas no solo". O Biologico 40,(1),11-21.

Herve, J.J. (1969)

"Le probleme des facons Culturales dans la culture de la pomme de terre". Proceedings of the 4th. triennial Conference of the E.A.P.R. 130-132.

Hoechst (1974)

"Afaon.Herbicida selectivo".

Horowitz, M. (1976)

"Application of bioassay techniques to herbicide Investigations." Weed Research 16, 209-215.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (1971) de Carrillanca(Chile)

"Investigación Agropecuaria".

Jacquemet, C.H, y Poignat (1965)

"Results of evaluation yield trials applied to chemical weed control in potatoes". 3eme. Conf. C.F.M.H.(Columa).Ref.

Kolbe, W. y Zimmer, K. (1972)

"Studies on chemical control of weeds with the soil-applied and foliar-acting herbicide Sencor in potatoes and vegetables, with consideration to varietal tolerance". Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 25, (2), 210-277.

Koolbas, M.; Suárez, R. y Vadasz, R. (1976)

"Evaluación de herbicidas en zanahoria". Tesis. Ing. Ag. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía.

Little, M.T. y Hills, F.J. (1976)

"Métodos estadísticos para la investigación en Agricultura". México. CRAT.

Lode, O. (1967)

"Descomposition of Linuron in different soils." Weed Res. 7, (3), 185-190. Ref.

Lodlie, J.S.; Meggitt, W.F. y Penner, D. (1976)

"Effect of soil pH on microbial degradation, adsorption and mobility of Metribuzin". Weed Sci. 24, (5), 477-481.

Majumdar, J.C. (1969)

"Decomposition of Linuron, Monolinuron and Metobromuron in the soil". Z. Pflkrankh. Pflpath, Pflschutz 76, (2), 95-96. Ref.

Majumdar, J.C.; y Müller, F. (1969)

"Untersuchungen über Aufnahme und translokation von C<sub>14</sub>-Metobromuron in unterschiedlich empfindlichen Pflanzen." Weed Res. 19, (4), 322.

Malheur Experiment Station, Malheur County, Ontario, Oregon (1975)

"Potato herbicide trials". Weed Control. Research Report. Miscellaneous Crops.

Manzer, F. y Merriam, D. (1961)

"Field transmission of the potato spindle tuber virus and virus X by cultivating and hilling equipment". Am. Potato J. 38, 346-352.

Marriage, J.B. (1975)

"Detection of triazine and urea herbicide residues by various characteristics of oat seedlings in bioassays". Weed Research 15, (5), 291-298.

Michel, F. (1965)

"Weed control in potatoes with Metobromuron". 3eme. Conf. C.F.M.H. (Columa). Ref.

Michel, F. y Pourcharesses, P. (1972)

"Two-year field trials with Sencor in France". Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 25,(3), 309-329.

Moore, G. (1937)

"Soil and plant response to certain methods of potato cultivation". Cornell Univ. Agr. Exp. Stat. Bull 662.

Murcia, H.; Rojas, E. y Revelo, M. (1968)

"Represión química de malezas con tres tipos de aporque en el cultivo de papa". 3,(4), 229-302.

Naperkovskaya, G. (1968)

"Weeds-reservoirs of potatoes virus X". Kartofel Ovoshchi 13,(8), 42. Ref.

Nawrocki, S. (1966)

"Influence of doses and terms of application of Afalon on the weeding of potatoes". Annales Universitatis Mariae Curie Sklodowska 20,(10), Sectio B, 191-206.

Nieto, J.; Martinez, A; Gonzalez, J.F. y Agundis Mata, O. (1965)

"Competitive ability of three cultivated species-corn, beans, potatoes in the high valleys of México". Res. Rep. 22nd. N cent weed control conf. Ref.

Nylund, R.E.; Sanders, D.C. y Quisumbing, E. (1971)

"Chemical weed control in potatoes". Am. Potato J. 48, (6), 214-221.

Nys y Detroux (1966)

"Use of pre-emergence herbicides for potatoes in Ardenas". Mede. Rijksfak. Landbwet, Gent, 31,(3), 1059-1069. Ref.

Ogg, A.G., Jr. (1977)

"Responses of potatoes and weeds to herbicides". College of Agriculture Research Center. Washington State University Bulletin 844.

Pätzold, C. (1967)

"Über die Auswirkungen von Unkrautbekämpfungsmaßnahmen im Kartoffelbau". Landbanforschung Völkenrode, 17,(1),23-36 Ref.

Pestemer, W. (1975)

"Behaviour of triazines used in vegetables strongly sorptive soils". Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz Sonderheft, 7, 125-133. Ref.

Reschke, H.; Funch, U.; Heitefuss (1975)

"Studies on threshold values in potatoes for tolerance and control". Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft, 7, 79-85. Ref.

Rioux, R. (1974)

"Action of Metribuzin on barnyard grass and potatoes var. Kennebec". Phytoprotection, 55,(3), 115-120. Ref.

Romero, C.; Franco, H. y Franco, O. (1969)

"Chemical control of weeds in potato cultivation in the Bogotá plain". I Sem. de la Soc. Colombiana de control de malezas y fisiología vegetal (CO.MAL.PI),23,(4), 16-17.Ref.

Savege, K.E. (1974)

"Adsorption y mobility of Metribuzin in soil". Abst. 1974 Meet. W. Sci. Soc. of Am., 120. Ref.

Shumaker, V. (1974)

"Chemical weed control in North Florida potatoes". Proceeding of the Florida State Horticultural Society, 86, 130-134. Ref.

Sistemática de avaliação pelo método EWRC-European Weed Research Council.

Smith, A.E. y Emmond (1975)

"Persistence of Linuron in Saskatchewan Soils". Can. J. Soil Sci., 55, 145-148.

Snedecor, G.W. y Cochran, G.W. (1975)

"Métodos estadísticos". 3ª imp. C.E.C.S.A.

Sohmerfeldt y Knutson (1968)

"Effects of soil condition in the field on growth of Russet Burbank potatoes in southeastern Idaho". Am. Potato J., 45, (7), 238-246.

Stephens, R.J. (1975)

"The place of herbicides in the potato crop". Eur. Potato J., 8, (1), 33-51.

Swedish Weed Conference 14th. (1973) "Reports" Weed Research, 1974, 14, (1).

Sy, P. (1975)

"Control de malezas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) con herbicidas de pre-emergencia". Malezas y su control. ASAM. Año 2, (1), 24-32.

Uziak, Z. (1967)

"Influence of some herbicides on photosynthesis and respiration of crop plants and weeds". "III. Action of Linuron and weeds". Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska, 22, (11), Sectio B, 167-183.

Webster, C.R. y Reimer, C.J. (1976)

"Field degradation of the herbicide Metribuzin and its degradation products in a Manitoba sandy loam soil". Weed Research, 16, 191-196.

Wirzer, B. (1966)

"Chemical weed control and reduced cultivation in potatoes under extreme condition in the years 1964 and 1965." Kartoffelbau, (5), 156-158. Ref.



Zakharenko, V.A. (1963)

"Investigating the competitive ability of weeds and crop plant in relation to herbicide application". Khimiya sel. Khoz., 6, (6), 447-452. Ref.

Zindahl, R.L. (1971)

"Weed control research in Colorado potatoes- A Review". Am. Potato J., 48, (11), 423-427.

\_\_\_\_\_ (1976). "Differential susceptibility of potato cultivars to four herbicides." Am. Potato J., 53, 211-219.

Zindahl, R.L. y Steenhagen (1976 y 1977)

"Weed control research in potatoes". Progress report. Colorado State University Fort Collins. Experiment station 12.

Zurawski, H. y Polossynski, W. (1970)

"Investigations on the rate of detoxification of Lorox in light soil". Roczniki Glebozn, 21, (1). Ref.

# INDICE

	Pags.
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION BIBLIOGRAFICA	4
II.1. Las malezas en el cultivo de papa	4
II.1.1. Efectos sobre el rendimiento	4
II.1.2. Periodos criticos de competencia de malezas	5
II.1.3. Otros efectos nocivos de las malezas	7
II.1.4. Tipos de malezas que atacan al cultivo de papa	8
II.2. Factores asociados con el cambio en el manejo del cultivo	9
II.2.1. Efectos secundarios del control mecanico de malezas	10
II.2.2. Posibles alternativas del uso de herbicidas	16
II.3. Respuesta del cultivo a los herbicidas	20
II.3.1. Ensayos realizados con diversos herbicidas	20
II.3.2. Respuesta de los herbicidas en diferentes condiciones de riego	32
II.3.3. Tolerancia varietal a los herbicidas	37
II.3.4. Accion de los herbicidas sobre diversas caracteristicas del tuberculo	42
II.4. Caracteristicas generales de los herbicidas empleados	45
II.4.1. Propiedades fisicas y quimicas de las sustancias empleadas	45
II.4.2. Aspectos fisiologicos de los herbicidas empleados	48
II.5. Disipacion de los herbicidas en el suelo	53
II.5.1. Factores que afectan la disipacion	54
II.5.2. Ensayos realizados	57
III. MATERIALES Y METODOS	62

	Pags.
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	69
IV.1. Respuesta de las malezas	69
IV.1.1. Primera evaluación	69
IV.1.2. Segunda evaluación	72
IV.1.3. Tercera evaluación	78
IV.1.4. Performance general de los tratamientos	83
IV.2. Respuesta del cultivo	85
IV.2.1. Fitotoxicidad	85
IV.2.2. Rendimientos	85
IV.2.3. Porcentaje de materia seca de los tubérculos	92
IV.2.4. Porcentaje de carbohidratos en los tubérculos	95
IV.2.5. Factores asociados al manejo del cultivo	97
IV.3. Condiciones climáticas	98
IV.4. Efecto residual de los herbicidas empleados	99
V. CONCLUSIONES	101
Agradecimientos	103
Bibliografía	104