

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**MANEJO DE MALEZAS EN EL CULTIVO DEL MORRÓN
(*Capsicum annuum L.*).**

por

Pablo Nicolás VARELA PESSOLANO

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2009**

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. MSc. Julio Rodríguez Lagreca

Ing. Agr. Jorge Arboleya

Ing. Agr. Gastón Salvo

Fecha: -----

Autor: -----

Pablo Varela Pessolano

AGRADECIMIENTOS

Quiero dedicar este trabajo especialmente a mi vieja (Antonietta), a Magdalena mi mujer por el apoyo y la dedicación total e incondicional.

Para mi viejo, mis hermanas del alma, Marianita, Maga y Mane; a mis tíos, primos, a la nona y a Joaco; a Mariela, Pia y Naty.

A Julio Rodríguez y al Tato por la paciencia y comprensión, a Matías González por la colaboración en la tesis y en especial a dos amigos que me enseñaron de lo que trata esta profesión, gracias por su aporte a este trabajo, Edgardo Disegna y Andrés Coniberti.

A los amigos de la vida Hueso, Nacho, Checho, Chepo, Coquis (Seba Cota), Marito, Juan, Cabeza, Gonza, Chochi y Alfredo. A la barra que me dio este paso por la facultad, Dieguito, Luis, Zólaco, Tartis, y a Yamandú quien empezó conmigo en este trabajo y en el cual su aporte se destaca. Para Gonza Sande, el Porteño, Ariel, Pela, Chiro, Negro, Peludo y gordo Leo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1 CLOMAZONE.....	2
2.1.1 <u>Caracterización</u>	2
2.1.2 <u>Control de Malezas</u>	5
2.2 METOLACLOR.....	7
2.2.1 <u>Caracterización</u>	7
2.2.2 <u>Control de Malezas</u>	10
2.3 TRIFLURALINA.....	12
2.3.1 <u>Caracterización</u>	12
2.3.2 <u>Control de Malezas</u>	14
2.4 OXILUORFEN.....	15
2.4.1 <u>Caracterización</u>	15
2.4.2 <u>Control de Malezas</u>	15
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	18
3.1 REALIZACION DEL EXPERIMENTO.....	18
3.2 PARAMETROS EVALUADOS.....	21
3.2.1 <u>Fitotoxicidad</u>	21
3.2.2 <u>Determinación de malezas controladas y ER%</u>	22
3.2.3 <u>Rendimiento</u>	22
3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	22
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	23
4.1 MALEZAS PRESENTES EN EL EXPERIMENTO Y EFICACIA DE LOS HERBICIDAS EN EL CONTROL DE MALEZAS.....	23
4.2 SELECTIVIDAD DE LOS HERBICIDAS SOBRE EL CULTIVO DE MORRÓN.....	25
4.2.1 <u>Trifluralina</u>	25
4.2.2 <u>Oxifluorfen</u>	26
4.2.3 <u>Metolaclor</u>	26
4.2.4 <u>Clomazone</u>	26
4.3 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL MORRÓN.....	28
5. <u>CONCLUSIONES</u>	32
6. <u>RESUMEN</u>	33

7. <u>SUMMARY</u>	34
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	35

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadros N°	Página
1. Características físico-químicas del Clomazone.....	2
2. Características físico-químicas del Metolaclor.....	7
3. Tratamiento de Metolaclor en las diferentes especies de malezas en el morrón en las distintas épocas del año.....	11
4. Características físico-químicas de la Trifluralina.....	14
5. Características físico-químicas de Oxifluorfen.....	15
6. Análisis de suelo.....	18
7. Descripción de los tratamientos.....	20
8. Nivel de daño.....	21
9. Grado de susceptibilidad de diferentes especies de malezas a los tratamientos herbicidas y porcentaje de enmalezamiento relativo a los 30 días después de aplicación (DDA).....	25
10. Nivel de Toxicidad a los 10 DDA y 20 DDA en morrón según tratamiento.....	27
11. Número de plantas de morrón por fecha de cosecha según tratamientos.....	27
12. Número promedio de frutos por planta, peso promedio de frutos y rendimiento promedio por planta según tratamiento a primera cosecha (17/2/06).....	28
13. Rendimiento por parcela en las distintas fecha de cosecha y total según tratamientos (kg).....	30
14. Rendimiento comercial por fecha de cosecha y total según tratamientos en kg/ha.....	30
15. Número de frutos por planta por fecha de cosecha y total según tratamientos.....	30
16. Peso promedio de frutos, según fecha de cosecha.....	31
Figuras N°	
1. Croquis del experimento.....	19
2. <i>Amaranthus quitensis</i>	23
3. <i>Portulaca olerace</i>	23
4. <i>Datura ferox</i>	23
5. <i>Echinocloa Crus-galli</i>	23
6. <i>Digitaria sanguinalis</i>	24
7. <i>Chenopodium album</i>	24

1. INTRODUCCIÓN

La superficie hortícola del país son 33000 ha, de las cuales 97% del área se realiza a campo y el 3% en cultivos protegidos. (Uruguay. MGAP. DIEA, DIGEGRA, 2008).

El cultivo del morrón (*Capsicum annuum*) en su totalidad se lleva adelante mediante la modalidad de almácigo-trasplante. Mientras que en la zona sur (Canelones: centro y norte, Florida: sur) el cultivo se realiza a campo en el litoral oeste (Salto y Bella Unión) se lo cultiva bajo invernáculo principalmente.

La producción anual de morrón asciende a 14 mil toneladas, de las cuales el 67% de la oferta proviene del litoral Norte y el 33% de la zona sur.

En la zona sur participan de la producción de morrón a campo 632 productores con una superficie total de 270 ha, lo que determina 0,42 ha/productor, (Uruguay. MGAP. DIEA, DIGEGRA, 2008). Estos resultados indican que el cultivo tiene una amplia participación en sistemas hortícolas familiares, en donde en general una limitante importante es la disponibilidad de mano de obra.

El manejo de las malezas en el cultivo, comienza en la etapa post-trasplante mediante carpidas manuales y mecánicas, o utilizando mulch de polietileno negro. Debido a la duración del ciclo (más de 180 días) y a la ausencia de herbicidas selectivos estas actividades insumen gran cantidad de mano de obra.

El objetivo de este trabajo es evaluar alternativas para el manejo de malezas durante el desarrollo del morrón en la etapa post-trasplante.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CLOMAZONE

2.1.1 Caracterización

Es un herbicida pre-emergente selectivo utilizado para el control de malezas anuales en los cultivos de arroz, algodón y soja. Ha sido evaluado a nivel internacional para su aplicación en diversos cultivos hortícolas.

En EE.UU. el Clomazone está registrado como un herbicida de amplio espectro para aplicaciones en presiembra del cultivo de soja. En Uruguay es ampliamente utilizado en el cultivo de arroz para el control de capín (*Echinochloa crusgalli*).

Pertenece al grupo de las isoxazolidonas y su fórmula química es 2-((2-clorofenil) metil)-4, 4dimetil-3-isoxazolidinone (Ashton y Mónaco, 1991). Las características físico-químicas se muestran en el cuadro N°1.

Actúa inhibiendo la biosíntesis de clorofila y pigmentos carotenoides en especies de plantas susceptibles, resultando en plantas blancas, amarillas o verde pálidas que posteriormente mueren. Según Sandman y Boger, citados por Weston y Barret (1989) el sitio de inhibición del Clomazone podría ser la Isopentenil Difosfato Isomerasa.

Cuadro N° 1: Características físico-químicas del Clomazone

Parámetros	Unidades
Apariencia	Líquido incoloro a marrón claro a 25C°
Peso molecular	239.7 g.
Solubilidad en agua	1100mg/l
Presión de vapor	19.2 mPa a 25C°

Fuente: EXTTOXNET (1996)

Según Thelen et al. (1988) el Clomazone presenta una presión de vapor relativamente alta, debido a esto pueden ocurrir movimientos fuera de lugar por volatilización del herbicida afectando plantas no-objetivo.

Mervosh et al. (1995) hicieron estudios de laboratorio para determinar el destino del clomazone en el suelo. Encontraron que la degradación de clomazone es biológicamente dependiente. La mayor tasa de mineralización de Clomazone ocurre a una temperatura menor que la temperatura a la que se da la máxima tasa de respiración microbial; mientras que la respiración y mineralización del Clomazone aumentaron con el aumento de la humedad del suelo. Adicionalmente, en los

bioensayos se determinó que el 59% o más del clomazone aplicado fue extraído del suelo como Clomazone original 84 días después de su aplicación.

Otros factores importantes que influyen en la biodisponibilidad del herbicida son la respiración y la mineralización y por lo tanto en la efectividad y el grado en que éste es adsorbido por los componentes del suelo. En este sentido Loux et. al. (1989) estudiaron la adsorción de Clomazone en 19 tipos de suelos y sedimentos de EE.UU., y algunas arcillas puras. Indican que el tipo de suelo tiene mucha influencia en la velocidad de degradación y la movilidad del Clomazone en el suelo y que el contenido de materia orgánica es el componente más importante en determinar el grado de adsorción del Clomazone en el suelo.

Si bien el contenido de materia orgánica tiene gran influencia sobre la bioactividad, ésta también está negativamente correlacionada con el contenido de arcilla y con la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo.

Los herbicidas no iónicos son adsorbidos por las superficies orgánicas y las superficies de las arcillas por mecanismos físicos y químicos de retención incluyendo: fuerzas de Van der Waals, cargas intercambiables y enlaces de hidrogeno. Según Loux et. al. (1989), la retención en las superficies orgánicas también puede ser atribuida a enlaces hidrofóbicos (hydrophobic bonding), es decir, a la distribución del herbicida en superficies hidrofóbicas como una débil interacción soluto-solvente.

Loux et. al. (1989) encontraron que entre varias propiedades de los suelos estudiadas (ph, contenido de carbono orgánico, contenido de arcilla y CIC) hay una correlación lineal y positiva solamente entre el coeficiente de adsorción del Clomazone (K_d) y el contenido de carbono del suelo. El valor de R^2 para esta regresión fue solo de 0.62 indicando que el carbono orgánico no es el único factor que determina la adsorción en esos suelos. Mientras no hay correlación entre la adsorción y el contenido de arcilla de los suelos, la caolinita y la montmorillonita puras exhibieron una alta afinidad por el Clomazone, y de estas la adsorción fue mayor en la montmorillonita. Para ambos minerales la naturaleza de los cationes de saturación tiene influencia en la adsorción, aumentando la cantidad de herbicida adsorbido con el aumento en la carga del catión de saturación.

Esta alta afinidad de las arcillas por el Clomazone también la encontraron en los sedimentos con contenidos muy bajos de carbono orgánico. Cuando la relación carbono/arcilla fue muy baja, las superficies de las arcillas fueron más accesibles al herbicida y la adsorción fue controlada por las arcillas.

Como conclusiones de este trabajo destacan que la adsorción aparece controlada por el contenido de carbono orgánico excepto cuando la relación entre el carbono orgánico y las arcillas, principalmente las de estructura tipo 2:1, en el suelo es muy baja. En general, para los suelos estudiados en este trabajo la magnitud de los valores del coeficiente de adsorción indicaron (K_d entre 0.47 y 5.3) una atracción

débil a moderada entre el herbicida y el suelo. La disponibilidad y adsorción diferencial de Clomazone entre suelos indica que el rango de aplicación requerido es primariamente dependiente del contenido de materia orgánica, sin embargo, el contenido de arcilla también afecta la disponibilidad del herbicida cuando el contenido de materia orgánica es muy bajo.

Thelen et. al. (1988), estudiando el comportamiento del Clomazone en el suelo encontraron que cuando es retenido por la matriz del suelo la volatilización mejora su eficiencia. Sin embargo, una vez volatilizado desde el suelo, los vapores del herbicida pueden afectar adversamente el ambiente. Dos consecuencias agronómicas importantes de la excesiva volatilización son el daño a plantas no objetivo y la reducción en el control de malezas. En este sentido destacan la importancia de la temperatura, precipitaciones, velocidad del viento y textura del suelo como las condiciones ambientales que mas influyen en la volatilización.

También determinaron que la volatilización siempre fue mayor dentro de las primeras 24 horas después de la aplicación cuando el herbicida se aplicó en superficie que cuando la aplicación fue incorporada. Disminuyendo marcadamente la volatilización luego de transcurridas las primeras 24 horas después de la aplicación. Detectaron volatilización aún durante el período 7-12 días post-tratamiento y el período 13-24 días post-tratamiento, siempre exhibiendo mayor clorosis las parcelas con aplicaciones en superficie que las que tenían el herbicida incorporado. En cuanto a la influencia del laboreo señalan que la clorosis de plantas indicadoras en parcelas con laboreo convencional fue del 27% cuando el herbicida fue incorporado y del 57% cuando fue aplicado en superficie.

La clorosis sobre aplicaciones con mínimo laboreo y laboreo cero fueron en promedio 75% y 88% respectivamente. Encontraron que la volatilización detectable de 2 a 3 días después de la aplicación aumentó con niveles decrecientes de laboreo. Esto indica que la volatilización de Clomazone aumenta cuando se incrementan los niveles de residuos de cosecha en superficie, característicos del mínimo laboreo y de los sistemas de laboreo cero. Los investigadores señalan dos posibles roles de los residuos en superficie: aumentando el área superficial de exposición para la volatilización y/o elevando la humedad del suelo resultando en una volatilización mayor. Como conclusión final señalan que para reducir la potencial volatilización de Clomazone, independientemente de las condiciones climáticas imperantes en el momento de la aplicación, el herbicida debería ser incorporado al suelo.

2.1.2 Control de Malezas

Al evaluar diferentes tratamientos herbicidas en el cultivo de zapallo en pre-emergencia Manovsky (2004) determinó que el tratamiento con Clomazone (0,24kg i.a/ha), fue el que arrojó los mayores rendimientos comerciales, muy similares a los que se obtuvieron con el tratamiento control (suelo carpido). El rendimiento superior del tratamiento con Clomazone es explicado por un efecto fitotóxico muy bajo sobre las plantas de zapallo, observándose clorosis solo hasta los 10 DDA, recuperándose rápidamente y continuando con un desarrollo normal que permitió una rápida y adecuada cobertura del suelo por parte del cultivo.

Además se obtuvo un muy buen control de malezas (81-90% en escala ALAM para la evaluación del porcentaje de control de malezas) que se prolongó efectivamente por más de 60 DDA. En este experimento se obtuvo un excelente control de *Datura Ferox*, un muy buen control de *Chenopodium Album* y *Echinocloa Crus-galli* y deficiente control sobre *Amaranthus Quitensis*.

Gaudenti et. al. (2008) también evaluaron la performance en el control de malezas del Clomazone sobre dos tipos de cucurbitáceas, Calabacín (*Cucúrbita moschata* Duch.) cv. Atlas y zapallo tipo Cabutiá (*Cucúrbita máxima* x *Cucúrbita moschata*). cv. Maravilla del Mercado, en un suelo franco-arcilloso del departamento de Canelones, Uruguay.

El herbicida fue aplicado en preemergencia a una dosis de 0.36 kg i.a/ha. En este trabajo identificaron como malezas problema dentro de las dicotiledóneas a: *Amaranthus quitensis* (yuyo colorado), *Portulaca oleracea* (verdolaga), *Xanthium spinosum* (cepa de caballo) y *Datura ferox* (chamico); dentro de las gramíneas *Echinocloa crus-galli* (capín) y *Digitaria sanguinalis* (pasto blanco). Concluyen que el clomazone a 0,36 kg i.a/ha presentó un control bueno de *Portulaca oleracea* (verdolaga) y un control regular de *Datura ferox* (chamico), mostrando colores blanquecinos en hoja, pero fue nulo para de *Xanthium spinosum* (cepa caballo) y *Amaranthus*. No hubo efecto fitotóxico visible sobre los dos tipos de zapallos. A los 39 DDA ya no se observaba efecto del herbicida. No encontraron diferencias significativas para rendimiento y tamaño de fruto entre el tratamiento con Clomazone y un tratamiento control carpido manualmente. Siendo ambos tratamientos los que presentaron mayores rendimientos.

Grey et al. (2001) evaluaron la tolerancia de diferentes cultivares de morrón (*Capsicum annum* L.) al herbicida Clomazone a dos dosis diferentes (0,56 y 1,12 kg i.a/ha). Concluyeron que la tolerancia de todos los cultivares fue excelente para las dosis utilizadas y no hubo disminución significativa del rendimiento.

Estos autores señalan que el Clomazone utilizado a estas dosis ofrece versatilidad en la aplicación y un buen control sobre: *Cenchrus incertus* M.A. Curtis; *Echinochloa crus-galli* L.; *Digitaria sanguinalis* L.; *Digitaria ischaemum* (Schreber); *Sida spinosa* L., *Datura stramonium* L., *Desmodium tortuosum* (Sw.); *Jacquemontia tamnifolia* L.; *Abutilon theophrasti* (Medik); y *Anoda cristata* (L.) , en cambio no controló *Senna obtusifolia* (L.) y *Amaranthus* sp.

Weston y Barret (1989), observaron pronunciadas diferencias en la tolerancia al Clomazone entre morrón y tomate, siendo el morrón 86 veces más tolerante cuando la aplicación se efectuó al suelo en preemergencia. En cambio los plantines de tomate mostraron clorosis y necrosis dos días después de la aplicación, con dosis de 0,112 kg i.a/ha. Para que estos síntomas se observaran en morrón se requirieron dosis de 11,200 kg i.a/ha, desarrollándose los síntomas recién a los 20 DDA. Las diferencias en absorción y traslocación de ambas especies, en plantines de cuatro semanas de edad, no juegan un rol significativo en la tolerancia diferencial al Clomazone.

Sastre et. al. (1997) y Suso et. al. (1997), sostienen que trabajando con Clomazone a 0,36-0,72 kg i.a/ha en morrón, destacan que el producto a 0,36 kg i.a/ha tiene un bajo control de las malezas y presentan algún daño de toxicidad al cultivo, mientras que a 0,72 kg. i.a/ha existe un buen control de malezas provocando fitotoxicidad al cultivo que a los 42 días de la siembra se revierte, recuperándose en cultivo sin afectar el rendimiento.

Cavero et. al. (1997-1999), en experimentos de campo evaluaron el control de malezas y la tolerancia al Clomazone en morrón. El cultivo fue tolerante al Clomazone aplicado en 0,18 kg i.a/ha con un control de 77% de malezas. Al incrementar la dosis de Clomazone a 0,36 kg i.a/ha se controlaron las malezas en un 85% sin provocar efectos fitotóxicos al morrón. Si bien Clomazone a 0,54-0,72kg i.a/ha provocó lesiones al morrón en la 6^{ta} semana después de plantado, el cultivo se recuperó; ni el peso seco de las plantas ni el rendimiento disminuyeron significativamente.

2.2 METOLACLOR

2.2.1 Caracterización

Pertenece al grupo químico de las amidas. Su estructura básica es un ácido orgánico en el que el grupo carboxilo (COOH) es sustituido por un grupo amido (CONH₂), por lo tanto distintos radicales pueden ocupar las posiciones R1, R2 y R3; debido a esto los herbicidas amidas presentan una amplia diversidad de características (Ashton y Mónaco, 1991).

El grupo por su composición química se subdivide en cloroacetamidas y amidas sustituidas. El Metolaclor pertenece al grupo de las cloroacetamidas que es el de mayor cantidad de derivados herbicidas y está formado por un grupo monocloro metil (Cl-CH₂-) A, dispuesto en el R1 de la estructura del grupo amino.

Las cloroacetamidas comenzaron a desarrollarse en la década del 50 por la compañía Monsanto. Se utilizan en distintos cultivos: soja, algodón, arroz, hortalizas, ornamentales y leguminosas forrajeras. Hasta el presente no se ha observado la aparición de biotipos resistentes en especies susceptibles a estos herbicidas.

La fórmula química del metolaclor es: 2-etil-6-metil-N-(1-metil-2 metoxi-etil)-cloro-acetamida, Ashton y Mónaco (1991). Las posiciones R2 y R3 corresponden a los H del grupo amido (-CONH₂) y pueden estar ocupados por diversos radicales orgánicos. Si una de las posiciones R2 o R3 está ocupada por un grupo fenilo, es considerado como un derivado de la anilina o anilidas, los cuales son herbicidas residuales de preemergencia, con buena acción herbicida sobre gramíneas, según Barberá (1989). Cuadro N°2.

Cuadro N° 2: Características físico-químicas del Metolaclor

Parámetros	Unidades
Solubilidad en agua	530 ppm a 20° C
Presión vapor	1.7 mPa a 20 C
Peso molecular	283,8 gr

Fuente: EXTOWNET (1996)

La mayoría de los principios activos comprendidos en las cloroacetamidas se aplica al suelo en preemergencia. Actúan desde el suelo matando las plántulas durante la emergencia y generalmente son ineficaces en malezas ya establecidas, es decir, no tiene acción como post-emergente (con la excepción del Propanil). El sitio de absorción es el meristema del tallo, el ápice radicular o ambos. La mayoría son metabolizados rápidamente por la planta, la persistencia en el suelo es relativamente corta (excepto Napropamida), la toxicidad para mamíferos es muy baja y su estado físico varía notablemente, pudiendo presentarse como sólidos o líquidos, incoloros o de color, con o sin olor (Barberá, 1989).

Las amidas se aplican al suelo, siendo absorbidas por el sistema radicular y coleoptile de las plantas. Aparentemente la absorción ocurre en forma más intensa en las raíces de plántulas de las dicotiledóneas y del coleoptile de las gramíneas. Debido a que estos herbicidas afectan a las semillas en germinación o a plantas con escaso desarrollo es difícil estudiar la translocación, sin embargo, la información disponible indica que el movimiento de estos herbicidas dentro de la planta sería muy limitado. (Barberá, 1989).

Estos herbicidas inhiben tempranamente el crecimiento y emergencia de las plántulas siendo éste más notorio en el crecimiento radicular. Causan la muerte o afectan el crecimiento de las malezas susceptibles en su emergencia debido a su interferencia tanto en los procesos de división como en los de elongación celular (Ashton y Mónaco, 1991).

En cuanto a la inhibición del crecimiento se plantea que el principal efecto de las cloracetamidas es a través de la alteración de la estructura y funciones de la membrana, así como mitocondrias y cloroplasto. Estos cambios inducidos por las cloracetamidas sugieren que se está modificando el metabolismo de los lípidos siendo éste el sitio de acción primario. No obstante Ashton y Craft, Fedtke, Colbert et al., Duke, citados por Ashton y Mónaco (1991) coinciden en que muchas otras reacciones metabólicas son afectadas por estos herbicidas y por lo cual sería incorrecto hablar de un principal sitio de acción determinado.

Ashton y Mónaco (1991) plantean que una vez absorbidos por las plantas estos compuestos sufren una conjugación con el glutatión y/o con la glucosa; a través de la pérdida del cloro dando el ácido correspondiente con el que se forman conjugados. La vía de detoxificación, consiste en la conjugación con el glutatión o con el homoglutation. Esta selectividad estaría dada por la velocidad de producción del glutatión, el cual inactiva el principio activo formulando el conjugado. Este proceso depende de la enzima glutatión transferasa y por lo tanto de su actividad. El conjugado formado es el malonil-cisteina. Por lo tanto distintos niveles de detoxificación de las cloracetamidas en distintas especies pueden estar asociados a distintas velocidades de conjugación con el glutatión, las cuales explicarían las distintas tolerancias entre especies.

Son rápidamente absorbidos por las plantas y transportados vía apoplastos aunque existe cierto transporte vía simplasto (Ashton y Mónaco, 1991). La acción impide la emergencia, pero si ésta ocurre las plántulas presentan síntomas característicos: en las gramíneas las hojas no puede atravesar el coleopte; mientras que en las latifoliadas no ocurre la expansión foliar, presentándose hojas retorcidas con malformaciones en donde predominan colores verdes-oscuros según Echavarren et. al. (1999).

El Propanil es el único producto herbicida amida de aplicación foliar. Las cloroacetamidas en especies gramíneas susceptibles inhiben principalmente la emergencia de la primera hoja que emerge del coleoptile. También se han observado

casos de inhibición radicular, siendo estos mas frecuentes en dicotiledóneas. Otras amidas sustituidas tales como difenamida, y napropamida inhiben en primer lugar el crecimiento radicular (Barberá, 1989).

El Metolaclor en cuanto a su toxicidad aguda DL 50 (dosis letal para el 50% de la población) por vía oral en ratas es entre 1200 y 2780 mg/kg, mientras que por vía de inhalación es 4,3 mg/kg. A su vez, no resulta tóxico para abejas y es relativamente de baja toxicidad para peces, pájaros y algo mayor en lombrices (EXTOXNET, 1996).

La vida media de este herbicida en el suelo es relativamente corta, con variación según el tipo de suelo entre 15 y 70 días (EXTOXNET, 1996).

La explicación de esto según Walker y Zimidahl, Bowman, Braverman et al, Walker, Jurado-Esposito y Walker, citados por Vasilakoglou y Eleftherohorinos (2003), es que la persistencia media de la amidas en suelo responde a la actividad microbiana (aeróbica-anaeróbica). Es decir en suelos con mayor actividad su persistencia es mas corta.

Ferri y Vidal, citados por Gaudenti et al. (2008) trabajando con maíz (*Zea mays*) y con sorgo (*Sorghum bicolor*) en el control de malezas fue más eficiente en siembra convencional que sobre siembra directa. El Metolaclor utilizado en siembra directa es degradado rápidamente debido a que existe un mayor nivel de materia orgánica y actividad microbiana en superficie. El Metolaclor es un herbicida con baja movilidad en el suelo, y se absorbe rápidamente por las arcillas y materia orgánica del suelo (Ashton y Mónaco 1991, EXTOXNET 1996).

Según Ashton y Mónaco (1991) estos compuestos son adsorbidos por el calcio de la materia orgánica del suelo, por la fracción coloidal, por esto las dosis recomendadas varían con el tipo de suelo. La disipación de las Cloroacetamidas es relativamente rápida, la vida media (tiempo necesario para que pierda la mitad de su fitotoxicidad) es de 2 a 3 semanas en suelos con alta actividad microbiana, y de 4 a 7 semanas en suelos con baja actividad. Por su parte Shen et. al. (1992) encontraron en el Metolaclor una persistencia mayor a 70-80 días de este compuesto en el suelo, donde; las Cloroacetamidas y sus productos de degradación se combinan en primera instancia con el humus del suelo y una pequeña cantidad es convertida a dióxido de carbono.

Barberá (1989) menciona también que es parcialmente fotolábil y que además existen ciertas pérdidas por volatilización. También hace hincapié que para que exista buena adsorción por los coloides del suelo debe existir un buen contenido de humedad. Como el producto presenta alta solubilidad en agua, se recomienda aplicarlo en suelo húmedo o luego de un riego o lluvia, favoreciendo ésto su acción. En algunos casos se recomienda la incorporación al suelo luego de su aplicación para mejorar su eficiencia de control y disminuir las pérdidas.

Prueger et. al. (2005) trabajando con la volatilización del Metolaclor mostró que en las primeras 120 horas de aplicado las pérdidas fueron entre 5 y 25% del principio activo aplicado al suelo. Mientras que el 87% de las pérdidas se dieron dentro de las primeras 72 horas luego de aplicado, siendo más importante durante el día que durante la noche.

2.2.2 Control de Malezas

Se trata de un herbicida selectivo de pre-emergencia con acción herbicida principalmente sobre gramíneas y es usualmente combinado con otros herbicidas para ampliar su espectro de acción (Ashton y Mónaco 1991, Paredes 2004).

Actúa sobre una amplia variedad de malezas, a saber: *Capsella bursa-pastoris* (Bolsa de pastor), *Brachiaria platyphylla* (Brachiaria), *Echinochloa crusgalli*; E. colona (Capín), *Setaria spp.* (Cola de zorro), *Eragrostis lugens* (Paja voladora), *Poa annua* (Pastito de invierno), *Digitaria sanguinalis* (Pasto blanco), *Lolium multiflorum* (Raigras) (Barberá, 1989).

Además podemos decir que presenta control total o parcial de distintas especies pre-tansplante en las distintas estaciones, Cuadro N°3.

Cuadro N° 3: Tratamiento de Metolaclor en las diferentes especies de malezas en el morrón en las distintas épocas del año

ESPECIES ANUALES	TIPO DE CONTROL EN PRE-TRASPLANTE
Invierno – Primaverales:	
<i>Poa annua</i>	C
<i>Digitaria sanguinalis</i>	C
<i>Setaria</i>	C
<i>Urtica ureas</i>	C
<i>Avena sp</i>	C
<i>Lolium multiflorum</i>	C
<i>Capsella bursapastori</i>	P
<i>Sonchus oleraceus</i>	P
Primavera – Estivales:	
<i>Echinochloa crusgalli</i>	C
<i>Stellaria media</i>	C
<i>Chenopodium album</i>	P
<i>Malva parviflora</i>	P
<i>Amaranthus</i>	C
<i>Portulaca oleraceae</i>	C
Perennes:	
<i>Sorghum halepense</i>	C
<i>Cyperus sp.</i>	P

Fuente: Barberá, (1989).

Ref.: C: Control total; P: Control Parcial.

En los casos de control parcial es posible lograr controles satisfactorios utilizando técnicas apropiadas (aumento de la dosis e incorporación). Sin embargo no logra controlar: *Polygonum*, *Brassicas*, *Raphanus sativus*, *Conyza bonaerenses*, *Senecio vulgaris*, *Veronica sp*, *Cynodon dactylon de semilla*.

Existe evidencia de trabajos con distintas anilidas en coles *Brassica oleracea*; donde se constató que existe un control aceptable en pre-trasplante sobre *Amaranthus retroflexus* y *Chenopodium album*. Las dosis de metolaclor utilizadas fueron de 2.2 y de 4.4 kg i.a/ha Ashton y Mónaco (1991) citan que sobre *Cyperus esculentus* hay un posible control pero utilizando altas dosis, o en mezclas con otros herbicidas.

Wilson et. al. (1988) trabajando en maíz (*Zea mays*) y en soja (*Glicine max*) donde aplicando distintas formulaciones de Metolaclor y Alacloro, evidenciaron que para el Metalaclor ambas formulaciones controlaron satisfactoriamente; *Setaria faberi*, *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crus-galli*, *Panicum dichotomiflorum*.

Toma et al., citado por Manovsky (2004) encontraron efecto fitotóxico utilizando una dosis de Metolaclor de 1.92 kg i.a/ha en pre-emergencia que provocó una disminución significativa del rendimiento en el melón. Sin embargo aplicando Metolaclor en pre-emergencia a dosis de 1.5- 4.0 kg. i.a/ha. no encontró disminución del rendimiento por efecto de fitotoxicidad en el cultivo. Tampoco encontraron efectos en su calidad, ni residuos del producto en los frutos ni en el suelo.

Vasilakoglou y Eleftherohorinos (2003), trabajando con Metolaclor y s-metolaclor, a dosis de 2,5 y 5 kg i.a/ha y de 1,25 y 2,5 kg i.a/ha aplicados al suelo, detectaron una reducción del crecimiento en longitud de las raíces de la avena (*Avena fatua*) hasta el día 15 de la aplicación a la dosis recomendada. Cuando la dosis la usaron al doble de la recomendación, el resultado no fue significativo, existió reducción del crecimiento, pero no más allá del día 30. Asimismo se menciona un buen control de estos herbicidas sobre: *Amarantus retroflexus*, *Echinochloa crus-gali*, *Solanum nigrum*, *Setaria verticulata* y un pobre control sobre *Datura stramonium*.

2.3 TRIFLURALINA

2.3.1 Caracterización

La Trifluralina pertenece al grupo químico de las dinitroanilinas. La fórmula química es Ó,Ó,Ó-trifluoro-2,6-dinitro-N-N-dipropil-p-toluidina (posee dos grupos nitro-NO₂ en el núcleo aromático) (Barberá, 1989).

Poseen actividad sobre gramíneas y dicotiledóneas y, en general, presentan un buen cuadro de selectividad para distintos cultivos.

El hecho de que en buena parte de ellos su presión de vapor sea relativamente baja, es causa de que aplicados al suelo y sin incorporar se pierdan por volatilización. La volatilidad aumenta con la temperatura al aumentar también la presión de vapor, en estudios realizados sobre la volatilidad práctica en el terreno, se han podido establecer tres grupos, según Barberá (1989):

1° Muy volátiles ($1,03 \times 10^{-4}$ mmHg. a 25 °C), que comprenden la Trifluralina, Benfluralina, Profluralina, de los que en tres horas se volatiliza más del 20% en las condiciones experimentales utilizadas.

2° De volatilidad intermedia: Dinitralina, Pendimetalina, Isopropalin, Flucloralin, Profluralina, con pérdidas de 1% a 15 %.

3° Escasamente volátiles: Nitralin, Oryzalin, que registran pérdidas inferiores al 0,1%.

Esta característica hace que la mayoría de estos herbicidas tengan que incorporarse al suelo inmediatamente después de la aplicación. Adicionalmente, varios de ellos son afectados por la degradación fotolítica cuando quedan expuestos a la luz solar. En estudios efectuados con Trifluralina se han comprobado que con

cuatro horas de exposición solar pierde su actividad formándose una buena cantidad de productos de degradación fotolítica (Barberá, 1989).

Se debe tener en cuenta que la trifluralina en superficie es descompuesta por la radiación UV o se puede volatilizar. Calderón et. al. (1999) resalta que la fotodescomposición se da una vez que la trifluralina se volatiliza y luego fotodescompone, eventos estos conjuntamente relacionados. En Uruguay existe una formulación fotoestable (Reg.2067) (Modernel, 2007).

Es retenido fuertemente por los coloides del suelo, tiene baja movilidad y la dosis depende del tipo de suelo, del contenido de arcilla y de su contenido de materia orgánica. Se utilizan dosis altas (2-3 kg i.a/ha) en suelos pesados y con alto contenido de materia orgánica (Calderón et. al., 1999). La degradación de este herbicida depende además de los microorganismos existentes en el suelo (EXTOXNET, 1996). La persistencia de la Trifluralina en el suelo es de entre tres a cinco meses y se debe dejar pasar de 12 a 14 meses antes de sembrar especies sensibles como avena, maíz, sorgo, espinaca o remolacha (Barberá, 1989).

Las dinitroanilinas son herbicidas pre-emergentes, que no tienen acción vía foliar, y no se traslocan o lo hacen escasamente. Su acción parece ser debida a la inhibición de la mitosis celular y aunque es absorbida por las raíces, no se traslocan a hojas ni frutos, quedando localizados sus residuos en la superficie de las raíces (Barberá, 1989).

La Trifluralina inhibe el crecimiento radicular, afectando la división celular (Calderón et. al., 1999). Esta inhibición es acompañada por aumento en el diámetro o engrosamiento en el ápice de la raíz o región meristemática, también afecta el desarrollo de las raíces laterales. El escaso crecimiento de los tallos de estas malezas probablemente sea la consecuencia del limitado crecimiento y absorción radicular (Ashton y Mónaco, 1991). Interfiere también sobre la fotosíntesis y respiración de las plantas (Modernel, 2007).

Este grupo de herbicidas se ligan a la tubulina; como consecuencia de ello, se ve reducida o inhibida su polimerización lo que impide la formación de microtúbulos. Los microtúbulos al formar el huso citoplasmático son quienes posibilitan la traslocación de los cromosomas durante la anafase de la mitosis, como así también son constituyentes del citoesqueleto (Ferriolo y Lavista, 1999).

Las características químicas y actividad en el suelo se muestran en el cuadro N°4.

Cuadro N°4: Características físico-químicas de la Trifluralina

Parámetros	Unidades
Apariencia	Sólido anaranjado
P. de fusión	456 °C
Presión de vapor	13,7 mPa a 25° C
Sol. en agua	1ppm

Fuente: EXTTOXNET (1996)

La Trifluralina es un herbicida categoría IV en la escala de toxicidad, no tóxico para abejas. Se recomienda por catálogo para el cultivo del morrón en una dosis de 1,8 a 3 kg i.a/ha (Modernel, 2007).

2.3.2 Control de Malezas

Trifluralina ejerce buen control sobre gramíneas y dicotiledóneas. Tiene buena selectividad en una gran cantidad de cultivos: algodón, girasol, colza, soja, zanahoria, ajo. Es también selectivo de otros cultivos en pre-trasplante: girasol, colza, soja, zanahoria, ajo y se puede utilizar asociado a otros herbicidas (Barberá, 1989).

Presentan sensibilidad a este producto: *Amaranthus*, *Anagalis*, *Bromus*, *Cerastium*, *Chenopodium*, *Digitaria*, *Echinochloa*, *Lamium*, *Lolium*, *Poa*, *Polygonum*, *Portulaca*, *Stellaria* y *Verónica*; mientras que Avena, *Galinsoga*, *Galium*; muestran una sensibilidad media. Por otra parte se muestran resistentes: *Brassica*, *Capsella*, *Datura*, *Matricaria*, *Raphanus*, *Rumex*, *Solanum* y *Xanthium* entre otras (Barberá, 1989).

Como se mencionó Trifluralina se destaca en el control de gramíneas, presenta un menor control de latifoliadas usando una dosis de 1,2, 1,8 kg i.a/ha según Mondon y Oyener (1998). Con dosis de 2,4 kg.ia.ha-1 se obtuvo un pobre control de especies dicotiledóneas, Silva y Leites, citados por Mondon y Oyener (1998).

Johnson y Mullinix (2002) trabajando con ethalfluralin en pre-emergencia de sandía (*Citrullus lanatus*) a dosis de 0,8 kg i.a/ha constató un control superior al 90% de *Digitaria ciliaris* y *Amaranthus hybridus*. Otro trabajo del mismo autor utilizando también aplicaciones de trifluralina en pre-emergencia a razón de 1,2 kg i.a/ha, mostraron buen control de *Amaranthus*, *Chenopodium*, *Datura* y *Portulaca* y pobre de *Echinochloa* y *Digitaria* evaluado a los 60 días después de la aplicación.

Amador-Ramírez et. al. (2004) evaluaron los siguientes tratamientos herbicidas: Oxadiazón en dosis de 2,0 litros ha-1, Trifluralina en dosis de 1,5 litros ha-1 y DCPA en dosis de 10 kg ha-1. Concluyeron que el Trifluralina y el DCPA proporcionaron un control de maleza de 94 y 90% respectivamente. La conclusión de

estos autores según el análisis de los datos manifestó igualdad estadística entre los tratamientos entre los tratamientos con respecto al rendimiento.

2.4. OXIFLUORFEN

2.4.1 Caracterización

El Oxifluorfen pertenece al grupo químico de los nitrodifeniléteres, dentro los herbicidas nitroderivados. Su fórmula química es 2-cloro (3-etoxi-4-nitrofenoxi)-4-trifluorometil benceno.

Este producto es activo solamente bajo la influencia de la luz. No es volátil y se absorbe por los componentes del suelo dependiendo sobre todo del contenido de materia orgánica; se lava con cierta dificultad y se degrada por la acción microbiana (Barberá, 1989). Cuadro N°5

Cuadro N°5: Características físico-químicas de Oxifluorfen

Caracterización	Caracterización
Apariencia	Sólido anaranjado
P. de fusión	84-85 °C
Presión de vapor	2x10 ⁻⁶ mmHg /25°C
Sol. En agua	< 1ppm

Fuente: EXTTOXNET (1996)

Es un herbicida de pre y post-emergencia temprana. También se menciona que aunque es pre-emergente de cultivos, su absorción se da por la plántula emergente más que por las raíces, por lo que se lo considera de contacto. En el caso de pre-emergencia, la plántula lo absorbe por su superficie, es decir actúa cuando la planta hace contacto con el herbicida, y no necesariamente por las raíces (Barberá, 1989).

Según Modernel (2007) el modo de acción de este herbicida es sobre la reacción de Hill (fotosíntesis y fotosistema II) y también sobre la desintegración de la membrana celular. Actúa sobre gramíneas y varias dicotiledóneas. Es un herbicida categoría III en la escala de toxicidad y no es tóxico para abejas. Su persistencia en el suelo es de 3 meses (Barberá, 1989).

2.4.2 Control de Malezas

Presenta control satisfactorio sobre las siguientes especies malezas: *Amaranthus*, *Brassicas*, *Chenopodium Album*, y *Senecio Vulgaris*; mientras que para *Poa Annu*, *Echino*, *Xanthium Cavanillesii* y *Polygonum* su control es

parcial. No controla: *Stellaria*, *Digitaria*, *Portulaca*, *Cynodon Dactilon* y *Cyperus sp.* (Barberá, 1989).

Éste controla malezas anuales de hoja ancha cuando es aplicado en post-emergencia (Ashton y Mónaco, 1991).

Vora y Mehta (1999), en un experimento para determinar los efectos de herbicidas y malezas en crecimiento y rendimiento de ajo, señala que Oxifluorfen a 0,18 kg i.a/ha seguido de un control manual 40 días después de la siembra, produjo control total de las malezas existentes.

Shimi y Maillet (1998) trabajando con Oxifluorfen (2,0 kg i.a/ha) controló efectivamente malezas dominante de su experimento, que fueron *Amaranthus ssp*, *Datura stramonium*, *Solanum nigrum*, *Echinochloa cruz-galli* y *Setaria ssp*.

Singh et. al. (1991), evaluaron el efecto del uso de herbicidas en pre-emergencia en morrón *Capsicum annum*, utilizaron entre otros tratamientos Oxifluorfen a 0,15-0,2 kg i.a/ha aplicado solo o en mezcla para el control de malezas, con o sin un carpido manual 30 días después del trasplante. Concluyeron que todos los tratamientos herbicidas incrementaron el rendimiento respecto a los tratamientos no tratados. El Pendimethalin + Oxifluorfen (1,0 + 0,15 kg i.a/ha) resultó en ser el tratamiento que produjo mayor rendimiento y costo beneficio, mientras que el Oxifluorfen solo produjo mayor rendimiento que los no tratados, pero menor rendimiento con respecto a las mezclas. Las malezas problemas en este experimento fueron: *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa colonum*, *Echinochloa crus-galli* y *Setaria glauca*.

Rajender et. al. (1995) evaluaron 4 herbicidas para el control de malezas en chilli verde (*Capsicum annuum*). Los herbicidas utilizados en pre-trasplante fueron: Metolaclor 0,5-1,0 kg i.a/ha, Pendimethalin 1,0 kg i.a/ha, Oxifluorfen a 0,1-0,2 kg i.a/ha y a 0,3 kg i.a/ha. Todos los tratamientos herbicidas redujeron la densidad de malezas; excepto Metolaclor el cual fue inefectivo. El mejor control de malezas de hoja ancha se logró con Oxifluorfen 0,3 kg i.a/ha (92.0%), seguido de Oxifluorfen 0,1-0,2 kg i.a/ha. Asimismo Oxifluorfen a 0,3 kg i.a/ha no solo mejoró el crecimiento del cultivo y la relación fruto/planta sino que mostró el mayor rendimiento.

Schroeder (1992) trabajando en Nuevo México evaluó el control de malezas de hoja ancha en un cultivo de morrón con Oxifluorfen directamente sobre la post-emergencia de las malezas. Las especies problema en este trabajo fueron: *Physalis wrightii*, y *Amaranthus blitoides*, las cuales redujeron el rendimiento en parcelas no tratadas un 33%, y *Flaveria trinervia* la cual redujo el rendimiento en un 19%. En otro experimento realizado en Las Cruces *Physalis wrightii*, *Amaranthus palmeri* y *Chenopodium album* redujeron el rendimiento entre 61 y 76% en campos no tratados. Oxifluorfen en dosis de 0,14 kg i.a/ha aplicado a las 2 y 4 semanas luego de carpido cuando las plantas de morrón tenían 15 cm. de alto controló todas las especies excepto *Chenopodium album*, sin afectar al cultivo.

Shaikh (2005), trabajando en morrón comparó varios tratamientos combinando el control manual con el uso de distintos herbicidas. Se concluyó que el mayor rendimiento se obtuvo con Pendimethalin complementado con carpida seguido de Oxifluorfen complementado con carpida. Por otro lado la mayor eficiencia de control de malezas se logró con los tratamientos de carpido y Oxifluorfen complementado con carpidas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento se llevó adelante mediante la modalidad de almácigo-trasplante en el Centro Regional Sur (CRS), Facultad de Agronomía, Joanicó, departamento de Canelones, Uruguay (coordenadas: 34°13'47,92"S.; 56°13'04,27"O.)

Los almácigos se sembraron el 5 de Setiembre de 2005. La semilla provenía de una población local llamada Escobilla (CRS), se colocaron en bandejas multiceldas ubicadas dentro de un invernáculo siendo la fecha de trasplante 16 de Noviembre del 2005.

El manejo fue orientado para mantener las condiciones óptimas del cultivo. Se utilizaron para ello bandejas de espumaplast de 104 celdas, con 75 cc. de sustrato para el desarrollo del plantín. El sustrato se conformó mezclando un compost proveniente del CRS y turba rubia, en un 85 % y 15 % respectivamente. A esta mezcla se agregó fertilizante triple 15 a razón de 50 g. por metro cúbico.

Las bandejas se acondicionaron sobre mesadas de un metro de altura de forma tal de facilitar la siembra, el riego y el manejo; además de lograr una temperatura homogénea. Se sembraron 2 semillas por celda para asegurarse la obtención de una planta por celda. A los 25 días pos-siembra cuando los plantines estaban en estado cotiledonar. En primera hoja verdadera se homogeneizó el material vegetal dejando una planta por celda.

La etapa de campo fue llevada a cabo desde Noviembre de 2005 a Marzo de 2006, en el módulo de la Unidad de Horticultura sobre un suelo Brunosol éutrico típico, limo arcilloso, de erosión ligera, pendiente 1-1,5% al cual se le laboreó y se le realizaron canteros bordeados por una cortina de un cultivo de maíz. En el cuadro N° 6 se presentan los resultados del análisis de suelo previo al transplante.

Cuadro N°6: Análisis de suelo

PH agua	PH KCL	MO %	* P	**K	**Ca	**Mg	**Na
5,2	4,3	3,8	40	0,66	10	3,3	0,3

*ppm

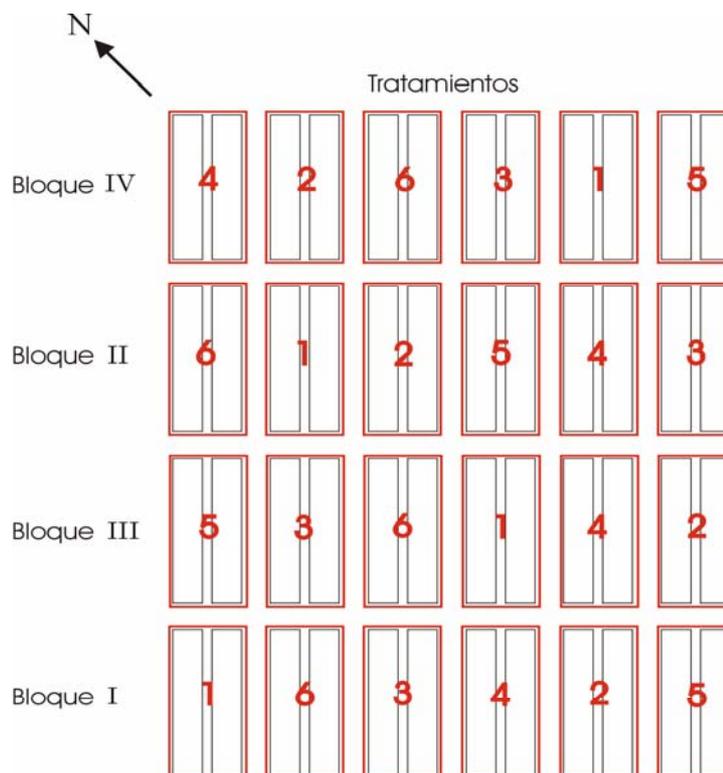
**meq/100g. de suelo

Fuente: MGAP, División Suelos. Lab. suelos

Las unidades experimentales estaban compuestas por 6 tratamientos con 4 repeticiones cada una en bloques completos al azar.

Se colocaron las líneas de riego sobre los canteros; quedando de esta manera conformada la primera etapa del experimento. El total de unidades experimentales fue de 24, Fig. N° 1.

Figura N°1: Croquis del experimento



Referencias

Tratamientos:

- 1- Mulch de Nylon negro
- 2- Trifluralina 0,9 kg i.a/ha pre-trasplante
- 3- Oxifluorfen 0,06 kg i.a/ha pre-trasplante
- 4- Clomazone 0,36 kg i.a/ha pre-trasplante
- 5- Metololclor 0,72+0,72 kg i.a/ha pre y post-trasplante
- 6- Clomazone 0,72 kg i.a/ha pre-trasplante

El experimento de campo consistió en la aplicación de estos 4 herbicidas mencionados en pre-trasplante el día 15 de Noviembre, con la particularidad que Clomazone se aplicó a 2 dosis diferentes y Metololclor en dos momentos: pre-trasplante y 45 días post-trasplante. Se utilizó como tratamiento control un mulch de polietileno negro. Previo al trasplante se realizó delimitación de los bloques y separación de las parcelas.

La aplicación de los herbicidas se llevó a cabo con una pulverizadora de bomba manual marca Swiss Mex equipada con una boquilla Hardy 4110- 16, abanico plano de un ancho operativo de 0,5 m y emisión de 0,8 l/min a una velocidad de 1,0 m/s; siendo el volumen de aplicación de 270 l/ha, asperjado a una altura de la boquilla al suelo de 0,5 m. La metodología utilizada fue la preparación por separado de cada uno de los herbicidas para las cuatro unidades experimentales antes de realizar la aplicación. Se comenzó por un lado del cantero para luego volver por el otro.

Cada unidad experimental medía 4.5 m de largo por 1m de ancho. Se trasplantó el 16 de Noviembre a doble fila con una distancia entre plantas de 35 cm y una distancia entre filas de 40cm, con un total de 960 plantas en el experimento. En cada unidad experimental había un total de 40 plantas con 2 líneas de riego (3 plantas/m²).

Los principios activos y sus dosis, utilizados para el experimento se detallan en el cuadro N°7.

Cuadro N° 7: Descripción de los tratamientos

N°	TRATAMIENTO	DOSIS (kg i.a/ha)
1	Mulch de nylon negro	-----
2	Trifluralina pre-trasplante	0,9
3	Oxifluorfen pre- trasplante	0,06
4	Clomazone bajo pre- trasplante	0.36
5	Metolaclor pre + post- trasplante	0,72 + 0.72
6	Clomazone alto pre- trasplante	0,72

A los 20 días post-trasplante (5/12/05) en las entre filas del experimento se aplicó Quizalofop-P- Etil (Leopard), a razón de 312cc i.a/ha con el objetivo de controlar gramíneas anuales emergidas: *Digitalia sanguinalis* y *Echinochloa crus-galli*, para evitar la interferencia con el experimento.

3.2 PARÁMETROS EVALUADOS

3.2.1 Fitotoxicidad

En los tratamientos herbicidas se evaluó la fitotoxicidad a los 10 y 20 DDA (Días Después de la Aplicación). Para determinar el efecto de los tratamientos herbicidas sobre las plantas de morrón, se adoptó la metodología utilizada por sintomatología de daño según la escala descrita por Traverso (1992) como se muestra en el cuadro N°8.

Cuadro N°8: Nivel de daño

NIVEL DE DAÑO	INDICE
Plantas sanas (A)	0
Plantas levemente dañadas (B)	2.5
Plantas moderadamente dañadas (C)	5.0
Plantas severamente dañadas (D)	7.5
Plantas muertas (E)	10.0

Cada nivel de daño fue definido como sigue:

Plantas sanas: no presentan síntomas de fitotoxicidad.

Plantas levemente dañadas: el follaje presenta una leve clorosis (<25% del follaje).

Plantas moderadamente dañadas: el follaje presentaron clorosis, acompañada de incipiente necrosis (< a 50% del follaje)

Plantas severamente dañadas: follaje presenta necrosis foliar avanzada (> al 50% del follaje).

Plantas muertas: plántula que presentaron un estado de necrosis total, sin capacidad de recuperación.

Así, a cada nivel de daño se le asignó un valor cuantitativo (índice). El “nivel de toxicidad” (NT) corresponde al valor promedio de toxicidad por tratamiento y se calculó, como indica la ecuación 1, efectuando la sumatoria del número de plántulas sanas (A), levemente dañadas (B), moderadamente dañadas (C), severamente dañadas (D), y plantas muertas (E); por su respectivo índice y luego se divide por el número total de plantas.

$$NT = \frac{A \times 0 + B \times 2.5 + C \times 5 + D \times 7.5 + E \times 10.0}{(A + B + C + D)} \quad (\text{Ecuación 1})$$

El NT máximo asume el valor 10, lo que significa que todas las plántulas de un tratamiento están muertas, mientras que el valor mínimo se corresponde con 0, lo que significa que todas las plántulas de un tratamiento están vivas y sanas, similares a un testigo sin aplicación.

3.2.2 Determinación de malezas controladas y enmalezamiento relativo (ER%)

Enmalezamiento relativo (ER%) es el porcentaje de infestación promedio de las 4 repeticiones por tratamiento. Se describe el efecto de cada tratamiento en lo que respecta al control de malezas por especie. Esta determinación se efectuó por observadores calificados quienes ponderaron en el mismo momento las malezas problemáticas en el experimento que fueron; *Amaranthus quitensis* (yuyo colorado), *Portulaca oleracea* (verdolaga), *Chenopodium album* (quinoa o Chenopodia) y *Datura ferox* (chamico) dentro de las dicotiledóneas; *Echinochloa Crus-galli* (capín) y *Digitaria sanguinalis* (pasto blanco) entre de las gramíneas.

3.2.3 Rendimiento

Durante el experimento se realizaron 4 cosechas. Los frutos fueron cosechados al estado verde a rojo con un peso de entre 100-120 gr. La primera fue a los 91 días después de trasplante (DDT) y luego cada 15 días (103, 122 y 133 DDT). En ellas se contabilizaron el número de plantas, el número de frutos y el peso total por unidad experimental.

3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los valores de rendimiento y número de frutos, tomados en cuatro momentos del ciclo del cultivo (91, 103, 122 y 133 DDT) se analizaron estadísticamente utilizando el programa INFO STAT de la Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencia Agropecuarias, versión 2005.

El modelo matemático es:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$$

$$j = 1, 2, 3, 4$$

Y_{ij} : valor observado de la variable independiente

μ : media poblacional para la variable y

α_i : efecto del i-esimo tratamiento

β_j : efecto del j-esimo bloque

ε_{ij} : error experimental

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 MALEZAS PRESENTES EN EL EXPERIMENTO Y EFICACIA DE LOS HERBICIDAS EN EL CONTROL DE MALEZAS.

En el sitio experimental las especies importantes presentes fueron; dentro de las dicotiledóneas: *Amaranthus quitensis* (yuyo colorado, figura N°2), *Chenopodium album* (quinoa o Chenopodia, figura N°7); *Portulaca oleracea* (verdolaga, figura N°3), *Datura ferox* (chamico, figura N°4); dentro de las gramíneas *Echinochloa Crus-galli* (capín, figura N°5) y *Digitaria sanguinalis* (pasto blanco, figura N°6). De todas las malezas presentes en el experimento ninguno de los tratamientos herbicidas logró efectuar un nivel de control excelente.

Figura N° 2: *Amaranthus quitensis*.



Figura N° 3: *Portulaca oleracea*.



Figura N° 4: *Datura ferox*.



Figura N° 5: *Echinochloa Crus-galli*.



Figura N°6: *Digitaria sanguinalis*.**Figura N° 7:** *Chenopodium album*.

El tratamiento con Clomazone APT (Aplicado Pre-Trasplante) a dosis de 0,72 kg i.a/ha fue el que registró el menor porcentaje de enmalezamiento relativo (44%), mientras que el Clomazone APT a 0,36 kg i.a/ha fue el que presentó la mayor infestación (100%). El Clomazone a dosis de 0,72 kg i.a/ha, mostró una alta efectividad (> 90%) en el control de *Echinochloa crus galli*, *Chenopodium album* y *Portulaca oleracea*. Asimismo, mostró un buen control (entre 60-90%) sobre *Datura ferox* y *Digitaria sanguinalis*. Por otra parte controló pobremente (<60%) *Amaranthus quitensis* lo que concuerda con lo reportado por Grey et al (2001) y Manovsky (2004). Este herbicida aplicado a dosis de 0,36 kg i.a/ha mostró un control efectivo únicamente de *Chenopodium album* y parcial sobre *Echinochloa crus galli*. A los 60 DDA Clomazone a 0,36 kg i.a/ha en pre-trasplante, mostró una infestación total de malezas (100%). Esto concuerda con lo reportado por Sastre et. al. (1998) quienes observaron una reducción significativa de la eficiencia de control de dicho herbicida, cuando las dosis disminuyeron de 0,72 a 0,36 kg i.a/ha. La efectividad del Clomazone se redujo al disminuir la dosis. A su vez, según Cavero et. al. (1997-1999) el control de malezas se reduce aún más cuando es aplicado a dosis inferiores a 0,36 kg i.a/ha; Cuadro N°9.

Cuadro N°9: Grado de susceptibilidad de diferentes especies de malezas a los tratamientos herbicidas y porcentaje de enmalezamiento relativo a los 30 días después de aplicación (DDA).

Tratamientos						
Especies de malezas controladas	1. Mulch (nylon negro)	2. Trifluralina 0.9 kg.i.a/ha Pre Tras.	3. Oxifluorfen 0,06 kg.i.a/ha Pre Tras.	5. Metolaclor 0,72 Pre Tras + 0,72 Post Tras. Kg i.a/ha	6. Clomazone 0,72 kg.i.a/ha Pre Tras.	4. Clomazone 0,36 kg.i.a/ha Pre Tras.
<i>Amaranthus quitensis</i>	++	-	++	-	-	-
<i>Echinochloa crus galli</i>	++	++	+	+	++	+
<i>Chenopodium album</i>	++	+	+	-	++	++
<i>Datura ferox</i>	++	-	++	++	+	-
<i>Digitaria sanguinalis</i>	++	++	-	+	+	-
<i>Portulaca oleracea</i>	++	+	-	+	++	-
ER%*	0	66	67	77	44	100

Control de malezas excelente ++ (> 90 %); Control de malezas bueno + (60-90 %); Control de malezas pobre - (< 60 %)

* ER% - Enmalezamiento Relativo en porcentaje y promedio de las cuatro repeticiones.

En lo que respecta al porcentaje relativo de enmalezamiento el resto de los tratamientos evaluados presentaron una respuesta intermedia (entre 60–80%). Se destaca Oxifluorfen APT a dosis de 0,06 kg i.a/ha por ser el único tratamiento herbicida que controló en forma efectiva a *Amaranthus quitensis*. Si bien este tratamiento mostró un deficiente control sobre *Digitaria sanguinalis* y *Portulaca oleracea*, ambas especies fueron controladas eficientemente por el resto de los tratamientos herbicidas (excepto Clomazone APT a dosis de 0,36 kg i.a/ha), Cuadro N°9.

4.2 SELECTIVIDAD DE LOS HERBICIDAS SOBRE EL CULTIVO DE MORRÓN

4.2.1 Trifluralina

Este herbicida presentó un nivel de toxicidad en el morrón a los 10 DDA de 2,5; observándose plantas levemente dañadas, presentando el follaje una leve clorosis (menor al 25% del follaje afectado). Sin embargo, dichos daños se vieron intensificados a los 20 DDA observándose un importante nivel de daño en las plantas; NT de 4,6 según la escala de Traverso (1992), Cuadro N°10. Los daños observados en coincidencia con lo reportado por Ashton y Mónaco (1991), consistieron en manchas cloróticas de 10 mm de diámetro y forma redondeada, menor desarrollo de las plantas con daños severos y achaparramiento de hojas en crecimiento. Las plantas se restablecieron con el transcurso de las semanas, siendo los daños visualmente inapreciables al inicio de cosecha (92 DDA).

Los efectos fitotóxicos sobre las plantas de morrón se revirtieron. Estas se restablecieron por lo que no se tradujo en una mayor mortalidad de plantas, dado que

en ninguno de los casos se observaron diferencias significativas en número de plantas respecto al tratamiento con Mulch, Cuadro N°11.

4.2.2 Oxifluorfen

Este fue el herbicida que mostró menor nivel de toxicidad sobre el cultivo de morrón, no haciéndose visible ningún síntoma hasta los 20 DDA, cuando presentó un NT de 4,4 según escala de Traverso (1992), que significa daño moderado. Aunque no se manifestaron síntomas de toxicidad en hoja, como en el resto de los herbicidas, sí pudo apreciarse un retraso momentáneo en el crecimiento de las plantas.

4.2.3 Metolaclor

Este fue uno de los herbicidas que provocó mayor toxicidad en el cultivo tanto a los 10 como a los 20 DDA, Cuadro N°10. Los daños observados en el cultivo fueron amarillamiento internerval en hoja, observándose en la segunda fecha de evaluación, achaparramiento de hojas de escasa entidad. Los síntomas fueron inapreciables a los 92 DDA (primera cosecha). Dichos daños no repercutieron en el número final de plantas en la primera cosecha.

4.2.4 Clomazone

Al igual que lo reportado por Cavero et. al. (1997-1999), Suso et. al. (1997) quienes observaron síntomas de fitotoxicidad a partir de dosis superiores a 0,36 kg i.a/ha, el cultivo de morrón en el experimento mostró una marcada sensibilidad al producto, a cualquiera de las dos dosis evaluadas. Los síntomas de daños observados, similares en ambos casos, fueron: manchas blanquecinas bien delimitadas, en ocasiones, con centro violáceo. Si bien el nivel de daño a los 20 DDA fueron similares para ambos tratamientos aquellos apreciados a los 10 DDA fueron menores en el tratamiento a dosis reducida (0,36 kg i.a/ha), lo que concuerda con lo reportado por Sastre et. al. (1998), Cavero et. al. (1997-1999) quienes encontraron que el nivel de daño observado era dependiente de la dosis, en un rango de entre de 0,36 y 0,72 kg. i.a/ha; Cuadro N°10. Asimismo; los síntomas visuales de fitotoxicidad desaparecieron a primera cosecha (92 DDT).

En cuanto a la muerte de plantas, en coincidencia con lo reportado por Weston y Barret (1989), Sastre et. al. (1998), Cavero et. al., (1997-1999) no se encontraron diferencias significativas en comparación con el control sin aplicación de herbicida. A su vez, si bien se observó un mayor nivel de daño en el tratamiento a alta dosis (0,72 kg i.a/ha), éste tampoco afectó la sobrevivencia de plantas. Grey et. al. (2001) utilizando dosis de hasta 1,12 kg. i.a/ha tampoco encontraron diferencias en cuanto a la muerte de plantas. Cuadro N°11

Los tratamientos con aplicación de Clomazone a cualquiera de las dos dosis evaluadas, fueron los que presentaron el menor número de frutos por planta a primera cosecha. Este herbicida actúa inhibiendo la biosíntesis de clorofila y pigmentos carotenoides en especies de plantas susceptibles (Barberá, 1989). Por otro lado, si bien esta significativa disminución del número de frutos por planta podría traducirse en el aumento del tamaño de los mismos, ello ocurrió únicamente en el tratamiento de Clomazone a 0,36 kg i.a/ha. El mayor desarrollo de los frutos para este tratamiento permitió compensar el rendimiento por planta a primera cosecha, no diferenciándose significativamente el rendimiento con respecto al resto de los tratamientos herbicidas. Esto sugiere que si bien a los 20 DDA, no se apreciaron diferencias importantes en el grado de toxicidad de ambos tratamientos, los efectos sobre el cultivo serían dependientes de la dosis aplicada.

Cuadro N°10: Nivel de Toxicidad a los 10 DDA y 20 DDA en morrón según tratamiento.

N°	Tratamientos.	Nivel de Toxicidad*	
		10 DDA	20 DDA
1	Mulch de nylon negro	0	0
2	Trifluralina 0,9 kg i.a/ha	2.5	4.6
3	Oxifluorfen 0,06 kg i.a/ha	0	4.4
5	Metolaclor 0,72 + 0,72 kg i.a/ha	4.0	5.2
6	Clomazone 0,72 kg i.a/ha	5.0	8.2
4	Clomazone 0,36 kg i.a/ha	2.5	7.6

* Promedio de las 4 repeticiones en cada tratamiento

Cuadro N°11: Número de plantas de morrón por fecha de cosecha, según tratamientos.

N°	Tratamientos.	92 DDA	104 DDA	123 DDA	134 DDA
1	Mulch de nylon negro	33,3	33,3	32,5	32,3
2	Trifluralina 0,9 kg i.a/ha	38,3	36,8	36,5	36,5
3	Oxifluorfen 0,06 kg i.a/ha	38,5	37,0	35,8	35,0
5	Metolaclor 0,72 + 0,72 kg i.a/ha	37,5	36,5	35,5	35,5
6	Clomazone 0,72 kg i.a/ha	35,3	35,3	34,0	33,5
4	Clomazone 0,36 kg i.a/ha	38,5	37,3	36,3	36,0
		ns	ns	ns	ns
	C.V (%)	6,2	6,1	5,9	6,3

Cuadro N°12: Número promedio de frutos por planta, peso promedio de frutos y rendimiento promedio por planta según tratamiento a primera cosecha (17/2/06)

N°	Tratamientos	Frutos/planta	Peso medio de frutos (g.)	Rendimiento/planta (g.)
1	Mulch de nylon negro	1,84 a	106 b	203 a
2	Trifluralina 0,9 kg i.a/ha	0,88 b	116 b	102 b
3	Oxifluorfen 0,06 kg i.a/ha	0,84 b	111 b	94 b
5	Metolaclor 0,72 + 0,72 kg i.a/ha	0,70 bc	112 b	79 bc
6	Clomazone 0,72 kg i.a/ha	0,58 c	105 b	60 c
4	Clomazone 0,36 kg i.a/ha	0,50 c	159 a	74 bc

*Medias seguidas de la misma letra no se diferencian significativamente LSD ($p \leq 0.05$).

4.3 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MORRÓN.

Todos los tratamientos con herbicidas presentaron a primera cosecha una marcada disminución de rendimiento por planta y por hectárea con respecto al tratamiento sin herbicida (Mulch). A partir de las sub-siguientes cosechas dicha diferencia fue significativa únicamente en el caso del Clomazone a 0,36 kg i.a/ha; Cuadro N°13 y N°14.

Numerosos autores concuerdan que la aplicación de herbicidas en el cultivo de morrón al momento del trasplante puede afectar el rendimiento del cultivo en la primera cosecha, efecto de depresión, que se supera en las siguientes cosechas.

Dicha disminución del rendimiento, se explica por un menor número de frutos por planta para todos los tratamientos con herbicida; Cuadro N°12. Según Agustí (2000), la baja disponibilidad de carbohidratos durante el período floración-cuajado, reduce considerablemente tanto el desarrollo de las flores, como el porcentaje de cuajado de las mismas. La capacidad de las flores para acumular azúcares y almidón durante el día, es un factor determinante para evitar su abscisión (Aloni et. al., 1996). A su vez, el porcentaje de cuajado se encuentra en estrecha relación con la capacidad de la planta de abastecer de carbohidratos a los mismos (Agustí, 2000). Es así que la disminución del número de frutos por planta observada, podría ser atribuida a una menor capacidad fotosintética de las plantas tratadas con herbicida, las cuales en mayor o menor medida presentaron claros síntomas de toxicidad durante las primeras semanas post-trasplante; Cuadro N° 9.

Esta disminución del rendimiento por planta que únicamente mostró Clomazone 0,36 kg i.a/ha se hizo significativa exclusivamente en la tercera cosecha; este tratamiento además presentó el menor valor de rendimiento por planta y por hectárea en toda la temporada, lo que se tradujo en un menor rendimiento acumulado. Cuadro N°14. Un comportamiento similar se observa en el número y peso de frutos por planta. Dicho tratamiento, alcanzó también el menor valor para

todas las cosechas, haciéndose significativa la diferencia con respecto al tratamiento sin herbicida en el acumulado.

Esta diferencia en el rendimiento podría ser atribuida a dos causas; a) a los ya mencionados efectos de toxicidad evidenciados por las plantas tratadas con éste herbicida y b) al mayor grado de enmalezamiento observado en este tratamiento. Tanto el rendimiento como el peso seco de plantas de morrón son seriamente afectados por la competencia que las malezas ejercen sobre el cultivo en condiciones de control deficiente, según Cavero et. al. (1997-1999). Las parcelas de dicho tratamiento, fueron las que evidenciaron mayor porcentaje de enmalezamiento relativo (100% ER), viéndose completamente cubiertas de malezas a partir de los 60 DDA. Si bien este menor rendimiento podría ser atribuible en otra situación únicamente a efectos de fitotoxicidad, esto es altamente improbable considerando que utilizando dosis mayores (0,72 kg i.a/ha), las plantas tratadas no exhibían síntomas de fitotoxicidad a los 92 DDA. Tampoco mostraron diferencias significativas en el rendimiento por planta o parcela en las subsiguientes cosechas ni en el rendimiento acumulado, con respecto al tratamiento con Mulch. Esto está en concordancia con lo reportado por los autores anteriormente citados, quienes mencionan que si bien las plantas de morrón son sensibles al Clomazone aplicado a dosis a 0,72 kg i.a/ha, los síntomas de daño son visibles sólo durante las primeras semanas después de la aplicación, sin afectar ni el rendimiento, ni el número final de frutos por planta cosechados.

Clomazone aplicado a dosis de 0,72 kg i.a/ha, no mostró diferencias significativas ni en la muerte de plantas ni en la producción respecto al tratamiento bajo Mulch luego de la primera cosecha.

Si bien Clomazone presenta un buen control de malezas y no afecta significativamente los rendimientos del cultivo, no se recomienda la aplicación del producto a dosis mayores de 0,72 kg i.a/ha. Sin embargo los resultados obtenidos sugerirían que para las condiciones del estudio, es probable que dosis intermedias a las ensayadas (0,36 y 0,72 kg i.a/ha.) podrían ofrecer un mejor control de malezas que el tratamiento a 0,36 kg i.a/ha y un menor efecto fitotóxicos sobre el cultivo, que el tratamiento a 0,72 kg i.a/ha.

Los tratamientos con Trifluralina 0,9 kg i.a/ha, Oxifluorfen 0,06 kg i.a/ha y Metolaclor 0,72+0,72 kg i.a/ha, no se diferenciaron significativamente del tratamiento bajo Mulch en ninguno de los parámetros evaluados: rendimiento comercial (kg/ha), número de fruto por planta y peso promedio de fruto.

Cuadro N°13: Rendimiento por parcela en las distintas fechas de cosecha y total según tratamientos (kg)

N°	Tratamientos	92 DDA	104 DDA	123 DDA	134 DDA	TOTAL
1	Mulch de nylon negro	6,67 a	6,61	5,76 ab	7,97	27,02 a
2	Trifluralina 0,9 kg i.a/ha	3,88 b	5,68	5,29 ab	9,98	24,84 ab
3	Oxifluorfen 0,06 kg i.a/ha	3,62 b	6,28	6,07 ab	9,55	25,52 ab
5	Metolaclor 0,72 + 0,72 kg i.a/ha	2,96 b	5,35	4,98 ab	8,85	22,14 abc
6	Clomazone 0,72 kg i.a/ha	2,08 b	4,38	6,93 a	7,69	21,1 bc
4	Clomazone 0,36 kg i.a/ha	2,84 b	4,10	4,14 b	7,81	18,89 c
			ns		ns	
	C.V (%)	41,2	34,1	19,06	20,36	17,7

*Medias seguidas de la misma letra no se diferencian significativamente LSD ($p \leq 0.05$).

Cuadro N°14: Rendimiento comercial por fecha de cosecha y total según tratamientos en kg/ha.

N°	Tratamientos	92 DDA	104 DDA	123 DDA	134 DDA	TOTAL
		Kg. / ha.				
1	Mulch de nylon negro	6018 a	5968	5317 ab	7413	24716 a
2	Trifluralina 0,9 kg i.a/ha	3043 b	4639	4348 ab	8204	20234 ab
3	Oxifluorfen 0,06 kg i.a/ha	2821 b	5088	5094 ab	8188	21190 ab
5	Metolaclor 0,72 + 0,72 kg i.a/ha	2368 b	4396	4208 ab	7480	18453 abc
6	Clomazone 0,72 kg i.a/ha	1770 b	3727	6115 a	6886	18900 bc
4	Clomazone 0,36 kg i.a/ha	2213 b	3305	3426 b	6507	15300 c
			ns		ns	
	C.V (%)	41,2	34,1	19,06	20,36	17,7

*Medias seguidas de la misma letra no se diferencian significativamente LSD ($p \leq 0.05$).

Cuadro N°15: Número de frutos por planta por fecha de cosecha y total según tratamientos.

N°	Tratamientos	92 DDA	104 DDA	123 DDA	134 DDA	TOTAL
1	Mulch de nylon negro	1,84 a	1,76 a	1,78 ab	2,32 a	7,70 a
2	Trifluralina 0,9 kg i.a/ha	0,88 b	1,19 b	1,52 ab	2,38 a	5,97 ab
3	Oxifluorfen 0,06 kg i.a/ha	0,84 b	1,35 b	1,67 ab	2,44 a	6,29 a
5	Metolaclor 0,72 + 0,72 kg i.a/ha	0,70 bc	1,13 b	1,45 b	2,20 a	5,47 ab
6	Clomazone 0,72 kg i.a/ha	0,58 c	1,16 b	2,32 a	2,33 a	6,39 a
4	Clomazone 0,36 kg i.a/ha	0,50 c	1,06 b	1,42 b	2,05 a	5,03 b

*Medias seguidas de la misma letra no se diferencian significativamente LSD ($p \leq 0.05$).

Cuadro N°16: Peso promedio de frutos, según fecha de cosecha.

N°	Tratamientos	92 DDA	104 DDA	123 DDA	134 DDA
1	Mulch de nylon negro	106 b	113 ab	100 a	99
2	Trifluralina 0,9 kg i.a/ha	116 b	131 a	95 a	114
3	Oxifluorfen 0,06 kg i.a/ha	111 b	126 ab	103 a	113
5	Metolaclor 0,72 + 0,72 kg i.a/ha	112 b	128 a	98 a	113
6	Clomazone 0,72 kg i.a/ha	105 b	113 ab	89 ab	102
4	Clomazone 0,36 kg i.a/ha	156 a	102 b	79 b	114
					ns
	C.V (%)	11,5	15,65	9,3	18,6

*Medias seguidas de la misma letra no se diferencian significativamente LSD ($p \leq 0.05$).

5. CONCLUSIONES

- Todos los tratamientos que incluyeron herbicida, presentaron algún síntoma de fitotoxicidad durante las primeras semanas post trasplante, lo que afectó el número de frutos y el rendimiento de la primera cosecha significativamente.
- Trifluralina, Oxifluorfen y Metolaclor no se diferenciaron significativamente del tratamiento bajo Mulch en rendimiento comercial (kg/ha), número de fruto por planta y peso promedio de fruto.
- El morrón mostró una marcada sensibilidad a Clomazone a 0,36 kg i.a/ha y 0,72 kg. i.a/ha, presentando el menor número de frutos y rendimiento por planta a primera cosecha y siendo además el único principio activo que redujo la producción acumulada frente al tratamiento bajo Mulch.
- Clomazone a 0,72 kg i.a/ha, en pre-trasplante fue el que registró el menor porcentaje de enmalezamiento relativo, controlando en forma eficaz a todas las especies problema a excepción de *Amaranthus quitensis*.
- La efectividad del Clomazone se redujo al disminuir la dosis de 0,72 kg i.a/ha. a 0,36 kg i.a/ha, donde solo controló en forma eficaz *Chenopodium album*.
- Los resultados sugieren que para las condiciones del estudio, es probable que dosis de Clomazone intermedias a las experimentadas (0,36-0,72 kg i.a/ha.) ofrecerían ventajas respecto a un mejor control de malezas que el tratamiento a 0,36 kg i.a/ha y un menor efecto fitotóxico, que el tratamiento a 0,72 kg i.a/ha (efecto dosis dependiente).
- En función del buen comportamiento observado tanto del Oxifluorfen como de la Trifluralina y considerando la complementariedad de dichos principios activos respecto a las especies que controlan eficazmente, se concluye que la inclusión de tratamientos mezcla de ambos productos sería beneficiosa.

6. RESUMEN

Se llevó adelante un experimento de campo mediante la modalidad de almacigo-trasplante en el Centro Regional Sur Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental del Uruguay, desde el 5 de Setiembre del 2005 al 3 de Marzo del 2006. El experimento consistió en la aplicación de 5 tratamientos herbicidas en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, dejando como control un tratamiento con Mulch de nylon negro. Los tratamientos fueron: Mulch de nylon negro, Trifluralina PRE-trasplante 0,9 kg i.a/ha, Oxifluorfen PRE- trasplante 0,06 kg i.a/ha, Metolaclor PRE- trasplante 0,72 kg i.a/ha + POST-trasplante 0,72 kg i.a/ha, Clomazone PRE-trasplante 0,72 kg i.a/ha, Clomazone PRE-trasplante 0,36 kg i.a/ha. Se determinó el rendimiento comercial, el grado de enmalezamiento relativo y el nivel de toxicidad, en cada tratamiento. Todos los tratamientos herbicidas provocaron fitotoxicidad durante las primeras 2 semanas POST- trasplante, y afectaron el número de frutos y el rendimiento comercial en primera cosecha, sin embargo no se vió afectado el número de plantas. Trifluralina, Oxifluorfen y Metolaclor mostraron un buen comportamiento en los parámetros productivos evaluados (rendimiento comercial en kg/ha, número de fruto por planta y peso promedio de fruto), no existiendo diferencias significativas con respecto al tratamiento control. El tratamiento Clomazone a 0,72 kg i.a/ha, fue el que registró el menor porcentaje de enmalezamiento relativo, controlando en forma eficaz a las diferentes especies; excepto *Amaranthus quitensis*. La efectividad del producto se redujo consistentemente cuando se redujo la dosis de 0,72 a 0,36 kg i.a/ha cuando, únicamente fue controlada en forma eficaz *Chenopodium album*. Los resultados indican que podría efectuarse un tratamiento herbicida en pre-transplante combinando Trifluralina 0,9 kg i.a/ha + Oxifluorfen 0,06 kg i.a/ha, dado el bajo nivel de toxicidad evaluado en el morrón y la complementariedad en el control de diferentes especies de malezas.

Palabras clave: Herbicida; Trifluralina; Oxifluorfen; Clomazone; Metolaclor; *Capsicum annuum* L.

7. SUMMARY

To evaluate herbicide treatments for weed control in transplanted irrigated sweet pepper (*Capsicum annuum* L.), a field trial was carried out from September 5, 2005 to March 3, 2006 at the School of Agriculture of Uruguay. Five herbicide treatments were applied in a randomized complete block design with four replications and compared with black polyethylene plastic mulch as control. Treatments were as follow: Plastic mulch (control); Trifluran preplant (PRE-T) 0.9 kg a.i./ha; Oxyfluorfen preplant (PRE-T) 0.06 kg a.i./ha; Metolachor preplant (PRE-T) 0.72 kg a.i./ha + Metolachor postplant (POST-P) 0.72 kg a.i./ha; Clomazone preplant (PRE-T) 0.72 kg a.i./ha and Clomazone preplant (PRE-T) 0.36 kg a.i./ha. Plant yield, weed control and plant toxicity were recorded for each treatment. Results showed that all herbicide applications provoked toxicity symptoms on plants during two weeks following treatment, affecting fruit number and therefore yield at first harvest. However, plant number was unaffected. The herbicides Trifluran, Oxyfluorfen and Metolachor showed the best performance in relation to commercial yield (kg/ha), fruit number per plant as well as fruit average weight. Also, they did not significantly differ to the data observed in control plants. Clomazone preplant (PRE-T) 0.72 kg a.i./ha gave the lowest relative percentage of weed population, controlling efficiently different weed species except *Amaranthus quitensis*. Its effectiveness was reduced at 0.36 kg a.i./ha dosage where only *Chenopodium album* was controlled. Based on overall results, it could be suggested that an application of Trifluran 0,9 kg i.a/ha + Oxyfluorfen 0,06 kg i.a/ha preplant, is a good strategy of herbicide usage on sweet pepper. That recommendation is supported by the low levels of plant toxicity observed and the complementary effects of both herbicides on weed control.

Keywords: Herbicide; Trifluran; Oxyfluorfen; Clomazone; Metolachor; *Capsicum annuum* L.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. AGUSTÍ, M. 2000. Crecimiento y maduración del fruto. *In*: Azcon - Bieto, J.; Talón, M. Fundamentos de fisiología vegetal. Barcelona, Universitat. pp. 424 – 443.
2. ALDABE DINI, L. 2000. Producción de hortalizas en Uruguay. Montevideo, Epsilon. 269 p.
3. ALONI, B.; KARNI, L.; ZAIDMAN, Z.; SCHAFFER, A. 1996. Changes of carbohydrates in pepper (*Capsicum annuum* L.) flowers in relation to their abscission under different shading regimes. *Annals of Botany*. 78: 163–168.
4. ALTAMIRANO, A; DA SILVA, H; DURAN, A; ECHEVERRIA, A; PANARIO, D; PUENTES, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay, clasificación de suelos. Montevideo, MAP. v1, 96 p.
5. AMADOR RAMIREZ, M.D.; BRAVO LOZANO, A.G.; MOJARRO DAVILA, F. 2004. Relación número de escardas-unidades calor y herbicidas para el control de la maleza en Chile. *In*: Convención Mundial del Chile (1º, 2004, León, Guanajuato, México). Memorias. México, CONAPROCH, pp. 198-202.
6. ASHTON, F.; MONACO, T. 1991. Weed science; principles and practices. 3th . ed. New York, John Wiley. 466 p.
7. BARBERA, C. 1989. Pesticidas agrícolas. 4ª. ed. Barcelona, Omega. 603p.
8. CALDERON, M.J.; HERMOSÍN, M.C.; CORNEJO, J.; MORENO, F. 1999. Movilidad de trifluralina en laboreo tradicional y de conservación. (en línea). Tenerife, R. Muñoz-Carpena, Consultado jul. 2007. Disponible en <http://www.rcanaria.es/eventos/ens99/pdf/m-04.pdf>.
9. CAVERO, J.; GIL-ORTEGA, R.; ZARAGOZA, C. 1996a. Clear plastic mulch improved seedling emergence of direct-seeded pepper. *HortScience*. 31: 70-73.
10. _____.; ZARAGOZA, C.; GIL-ORTEGA, R. 1996b. Tolerance of direct-seeded pepper (*Capsicum annuum*) under plastic mulch to herbicides. *Weed Technology*. 10: 900–906.

11. _____.; AIBAR, J.; GUTIERREZ, M.; FERNANDEZ-CAVADA, S.; SOPEÑA, J.M.; PARDO, A.; SUSO, M.L.; ZARAGOZA, C. 1997-1999. Tolerance of direct-seeded paprika pepper (*Capsicum annuum*) to clomazone applied preemergence. *Weed Technology*. 15: 30–35.
12. ECHEVARREN, N.; KLUVER, D.; RODRIGUEZ, L. 1999. Evaluación de diferentes alternativas herbicidas para el control de hojas anchas en el cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) de primera siembra directa. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 82 p.
13. EXTTOXNET. 1996. Pesticide information profile; Metolachlor (en línea). Davis, University of California. Consultado 27 oct. 2008. Disponible en <http://exttoxnet.orst.edu/pips/metolach.htm>
14. FERRIOLO, M.; LAVISTA, S. 1999. Evaluación del efecto del rastrojo en el comportamiento de herbicidas para el control de malezas gramíneas en girasol en siembra directa. Tesis. Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 77 p.
15. GARCIA, C.; ZAMARRIPA, R. 1981. Control de malezas del chile en Aguascalientes. México, Campo Agrícola Experimental Pabellón. INIA-CIANOC. México. 6 p (Desplegable para Productores no. 7).
16. GARCÍA TORRES, L.; FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. 1991. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Madrid, Mundi-Prensa. 348p.
17. GAUDENTI PENNI, M.; MOURA, M.; PEREZ, M. 2008. Evaluación de distintos manejos de malezas en dos tipos de cultivos de zapallos (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata* y *Cucurbita moschata*) Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 60 p.
18. GREY, T.L.; BRIDGES, D.C.; SCOTT, D.N. 2001. Response of several transplanted pepper cultivars to variable rates and methods of application of Clomazone. *Hort Science*. 36 (1): 104-106.
19. JOHNSON, W.C.; MULLINIX, B.J. 2002. Weed management in watermelon (*Citrullus lanatus*) and cantaloupe (*Cucumis melo*) trasplanted on polyethylene-covered seedbeds. *Weed Technology*. 16: 860-866.
20. LOUX, M.; LIEBL, R.; SLIFE, F. 1989. Adsorption of clomazone on soils, sediments, and clays. *Weed science*. 37: 440-444.

21. MANOVSKY, A. 2004. Selectividad de herbicidas aplicados en preemergencia en tres tipos de zapallo (Cucúrbita moschata; cucúrbita pepo, Duch; Cucúrbita máxima x moschata). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 71 p.
22. MERVOSH, T.L.; SIMS, G.K.; STOLLER, E.W. 1995. Clomazone fate in soil as affected by microbial activity, temperature and soil moisture. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 43 (8): 537-543.
23. MODERNEI, P. 2007. Guía uruguaya para la protección y fertilización vegetal. 10a. ed. Canelones, SATA. 479 p.
24. MONDON, M.; OYENAR, J.R. 1998. Efecto de herbicidas preemergentes en siembra directa de cultivos de verano con diferentes volúmenes de rastrojo y niveles de precipitación. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 59 p.
25. NUEZ VIÑALS, F.; GIL ORTEGA, R.; COSTA GARCIA, J. 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Madrid, Mundi-prensa. 607 p.
26. OTHEGUY, J. 2004. Selectividad de herbicidas en preemergencia y post-emergencia temprana de cebolla (*allium cepa* L.) Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 66 p.
27. PAREDES RODRIGUEZ, E. 2004. Nuevos herbicidas para el manejo integrado de malezas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). In: Congreso Sociedad Cubana de Malezología. (30°. 2004, Habana, Cuba). Trabajos presentados. Maracaibo, Asociación Latinoamericana de Malezas. 56-59 p.
28. PRUEGER, J.H.; GISH, T.J.; M^CCONNELL, L.L.; M^CKEE, L.G.; HATFIELD, J.L.; KUSTAS, W.P. 2005. Solar radiation, relative humidity, and soil water effects on metolachlor volatilization. *Environmental Science and Technology*. 39 (14): 5219-5226.
29. RAJENDER, S.; JANGUIR, R.P.; POONIA, B. 1995. Evaluation of herbicides for control of weeds in chilli (*Capsicum annuum*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 65 (10): 723-726.
30. SASTRE, P.; COSTA, J.; MONTSERRAT, A.; ZARAGOZA, C. 1998. Herbicidas de preemergencia en pimiento para Pimentón. *Horticultura* 132: 90-94.
31. SCHROEDER, J. 1992. Oxyfluorfen for directed post-emergence weed control in chile peppers (*Capsicum annuum*). *Weed Technology* 6 (4): 1010-1014.

32. SCOTT, J.C.; WESTON, L.A. 1992. Cole crop (*Brassica oleracea*) tolerance to clomazone. *Weed Science*. 40: 7-11.
33. SHAIKH, A.R. 2005. Integrated weed management in rabi chilli (*Capsicum annuum*). *Indian Journal of Weed Science* 37 (3/4): 285-286.
34. SHEN, G.; SHI, X.; WANG, X.; TANG, H. 1992. Application techniques of acetochlor in vegetable fields. *In*: Asian Pacific Weed Science Society Conference (17th, 1991, Sydney, Australia). Proceedings. s.l., APWSS.v.1, pp. 273-278.
35. SHIMI, P.; MAILLET, J. 1998. Oxifluorfen as a general herbicide in onion fields. *In*: symposium Mediterranen EWRS (6eme, Montpellier, France). Comptes-rendus. Doorwerth, EWRS. pp. 70-75.
36. SINGH, N.; JOHRI, A.K.; SINGH, K.K. 1991. Economics of herbicides in bell pepper (*Capsicum annuum* L.). *Vegetable Science* 18 (2): 130-133.
37. SUSO, M.; PARDO, A.; LORENTE, L.; FERNANDEZ-CANADA, S.; GUTIERREZ, M.; SOPENA, J.M.; CAVERO, J.; ZARAGOZA. C. 1997. Ensayos de herbicidas en pre y postemergencia de pimiento. *In*: Congreso de la SEMh (6º, 1997, Valencia, España). Actas. Madrid, SEMh. pp. 281-285.
38. THELEN, K.; KELLS, J.; PENDER, D. 1988. Comparison of application methods and tillage practices on volatilization of Clomazone. *Weed technology*. 2: 323-326.
39. TRAVERSO, F. 1992. Tolerancia del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) al herbicida metribuzina. Santiago, Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 50 p.
40. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS; DIRECCIÓN GENERAL DE LA GRANJA. 2008. Encuestas hortícolas 2007; zonas sur y litoral norte (en línea). Montevideo, MGAP. 44 p. (Serie Encuestas no. 263). Consultado 18 set. 2008. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/diea/encuestas/Se263/EncuestaHortícola.pdf>
41. VASILAKOGLU, I.B.; ELEFTHEROHORINOS, I.G. 2003. Persistence, efficacy and selectivity of amide herbicides in corn. *Weed Technology*. 17: 381-388.

42. VORA, V.; MEHTA, D. 1999. Studies on growth, yield and yield attributes of garlic as influenced by herbicides and weeds. *Agricultural-Science-Digest-Karnal*. 19(2): 129-133.
43. WESTBERG, D.E.; OLIVER, L.R.; FRANS, R.E. 1989. Weed control with clomazone alone and with other herbicides. *Weed Technology*. 3: 678-685.
44. WESTON, L.A.; BARRET, M. 1989. Tolerance of tomato (*Lycopersicon esculentum*) and bell pepper (*Capsicum annuum*) to clomazone. *Weed Science*. 37: 285-89.
45. _____; JONES, R.T. 1990. Tolerance of transplanted bell peppers (*Capsicum annuum*) to clomazone and diethatyl applied preemergent. *Weed Science*. 5: 13-16.
46. WILSON, H.P.; HINES, T.H.; HATZIOS, K.K.; DOUB, J.P. 1988. Efficacy comparisons of alachlor and metolachlor formulations in the field. *Weed Technology*. 2: 24-27.