

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

“Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero
Agrónomo”

Modalidad: Proyecto

Título:

“Efecto de los herbicidas sulfentrazone y diclosulam sobre
Ipomoea purpurea L. (Roth.) en el cultivo de soja”

Alumna:

Fresco Diana Mariela

DNI: 31744644

Director:

Ing. Agr. Daita Fernando

Diciembre de 2011

Río Cuarto- Córdoba

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por acompañarme todos los días.

A mis padres Mirta y Nolberto y a mi hermana Flavia por su comprensión y estímulo constante, además de su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios.

A mi director Profesor Fernando Daita, por su paciencia y dedicación para la realización del presente trabajo.

Y a todas las personas que de una u otra forma apoyaron este trabajo.

ÍNDICE

Resumen.....	V
Capítulo 1: Introducción	
1.1 Planteo del problema	1
1.2 Antecedentes.....	3
1.3 Hipótesis.....	5
1.4 Objetivos.....	5
Capítulo 2: Materiales y Métodos	
2.1 Área de trabajo.....	6
2.2 Tratamientos y diseño experimental.....	6
2.3 Evaluaciones.....	7
Capítulo 3: Resultados y Discusión	
3.1 Condiciones ambientales.....	13
3.2 Dinámica de emergencia.....	15
3.3 Dinámica poblacional.....	17
3.4 Control.....	19
3.5 Tiempo medio de emergencia, según tratamiento químico.....	21
3.6 Rendimiento del cultivo.....	22
Capítulo 4: Conclusiones.....	23
Capítulo 5: Bibliografía.....	24
Anexos.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Modelo diagramático del ciclo de vida de una especie anual.....	8
Figura N°2: Temperatura (°C) promedio del aire. Periodo noviembre 2008 – marzo 2009 y periodo 1999- 2005.....	13
Figura N°3: Precipitaciones (mm) mensuales ocurridas en el período noviembre 2008 – marzo 2009.....	14
Figura N°4: Balance hidrológico en el periodo Diciembre 2008 – Marzo 2009.....	14
Figura N°5: Periodicidad de emergencia de <i>I. purpurea</i> en el ciclo agrícola 2008-2009 del cultivo de soja.....	15
Figura N°6: Emergencia acumulada de <i>I. purpurea</i> en el ciclo agrícola 2008-2009 del cultivo de soja.....	16
Figura N°7: Tasa de crecimiento del banco de semilla de <i>I. purpurea</i> en el tiempo (30 años) para una condición sin control según el modelo diagramático del ciclo de vida de una especie anual.....	17
Figura N°8: Banco de semilla de <i>I. purpurea</i> en el tiempo (30 años) para una condición sin control según el modelo diagramático del ciclo de vida de una especie anual	18
Figura N°9: Número de semillas en 0,25 m ² según dosis de diclosulam y sulfentrazone.....	20
Figura N°10: Rendimiento del cultivo de soja según dosis de diclosulam y sulfentrazone.....	22

INDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Control (%) de <i>Ipomoea purpurea</i> , según diferentes dosis de diclosulam y sulfentrazone.....	19
Tabla N°2: Tiempo medio de emergencia de <i>Ipomoea purpurea</i> en el ciclo del cultivo, tratado con diclosulam.....	21
Tabla N°3: Tiempo medio de emergencia de <i>Ipomoea purpurea</i> en el ciclo del cultivo, tratado con sulfentrazone.....	21
Tabla N°4: Componentes del rendimiento del cultivo de soja, según tratamiento químico...	22

RESUMEN

En nuestra región, *Ipomoea purpurea* ha cobrado importancia por su tolerancia a glifosato y al incremento en el uso de este herbicida en sojas transgénicas asociadas a la siembra directa. Una solución, para el control de esta especie, es utilizar herbicidas residuales como sulfentrazone y diclosulam.

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de diferentes dosis de estos herbicidas sobre una población de *Ipomoea purpurea* asociada al cultivo de soja.

Se realizó un ensayo a campo, ubicado al oeste de la ciudad de Rio Cuarto. Los tratamientos utilizados fueron: sulfentrazone (50 %) a la dosis de 1000, 500, 250 y 125 cc/ha y diclosulam (25 %) a la dosis de 42, 21, 10,5 y 5,25 g /ha. Los mismos se dispusieron en un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones y el tamaño de las parcelas fue de 24 m².

La emergencia de la maleza fue extensa presentando seis cohortes durante el ciclo del cultivo de soja.

Mediante el uso de un modelo computerizado se exploró la dinámica poblacional observándose que el banco de semilla tiende a aumentar a través de las generaciones de no mediar control alguno.

La interferencia de la maleza redujo el rendimiento en forma significativa. Dosis de sulfentrazone y diclosulam inferiores a las sugeridas para el control de malezas latifoliadas en el cultivo de soja son satisfactorias para controlar esta maleza.

Palabras claves: *Ipomoea purpurea*, diclosulam, sulfentrazone, dinámica de emergencia, dinámica poblacional.

SUMMARY

In our region *Ipomoea purpurea* has gained tolerance to the glifosato due to the growth of use of this herbicide in transgenic soybean associated to direct sowing.

A solution to achieve better results is using other sorts of herbicides such as sulfentrazone and diclosulam.

The main objective of this work was to evaluate the effects of different doses of the herbicides mentioned above in *Ipomoea purpurea* associated to the crop of soybean.

The assay was done in a farm located to the west of the city of Rio Cuarto. The treatments applied were: sulfentrazone (50%) the commercial product: 1000, 500, 250, 125 cc/ha and diclosulam (25 %) the commercial dose 42, 21, 10.5 y 5.25 g/ha. The mentioned treatments were performed in an experimental design in different fields taken at random three times in each field and the size of the fields was 24 m².

The emergency of the weed was extensive during the cycle of crop of soybean.

By means of the use of a model to explore population dynamics being observed that the seed bank increase through the years of not mediating control some.

The interference of the weeds reduced the yield in significant form.

Doses the diclosulam and sulfentrazone to the suggested for the control of weeds latifoliadas in the crop of soybean are satisfactory to control this weed.

Keywords: *Ipomoea purpurea*, sulfentrazone, diclosulam, dynamic emergency, population dynamics.

Capítulo 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

El cultivo de soja ocupa una amplia zona ecológica que se extiende desde los 23° de latitud norte a los 39° de latitud sur, concentrándose principalmente en la Región Pampeana, con cerca del 94% de la superficie sembrada y el 95% de la producción total del país. Santa Fe, Córdoba y Buenos Aires representan las provincias de dicha región con mayor producción por área sembrada y magnitud de rendimientos (Papa, 2003).

En la campaña 95-96 ingresaron las primeras sojas transgénicas a la región pampeana asociada a la siembra directa, lo que ocasionó un aumento en el uso del herbicida glifosato provocando cambios sustanciales en el agroecosistema y dentro de este, en las poblaciones y comunidades de malezas como consecuencia de la selección de genotipos oportunistas, sumamente competitivos y de difícil control. Como consecuencia nuevas especies han cobrado importancia por su tolerancia al glifosato, entre las que se encuentran *Parietaria debilis*, *Verbena spp*, *Hybanthus parviflorus*, *Iresine diffusa*, *Commelina erecta*, *Oenothera indecora* y *Ipomoea spp* (Rodríguez, 2005).

Una de las malezas que puede llegar a provocar grandes perjuicios si no se realiza control alguno dentro del género *Ipomoea*, es *Ipomoea purpurea* (L.) Roth “campanilla”. Está maleza es nativa de México y Centroamérica (Lemir *et al.*, 1998). En Argentina se encuentra difundida en las provincias de Córdoba, Jujuy, Salta, Tucumán, Catamarca, Entre Ríos, Corrientes, Santa Fé, San Juan y Buenos Aires (Marzocca *et al.*, 1976). En nuestra provincia se encuentra en la región centro – sur (Rossi, 1989)

Pertenece a la familia Convolvuláceas, es trepadora, su ciclo de vida es anual y su crecimiento primavero – estival. Los tallos son volubles y sus raíces ramificadas. Las hojas son simples, alternas, pecioladas, con lamina trilobadas, ovadas, finamente pubescentes en ambas caras, de 5-17 cm de longitud por 4-15 cm de ancho. La floración se inicia a principios de verano extendiéndose hasta las primeras heladas del otoño, con flores hermafroditas solitarias o en inflorescencias de 2-5 floras, corola violácea, rosada o blanca de 4-6 cm de longitud (Bianco *et al.*, 2000). La flor presenta 6,1 como número promedio de óvulos (n: 12 flores). Tiene la capacidad de reproducirse por autogamia, pero aun no están claros los mecanismos que impiden que este sea su único modo de reproducción. A pesar de su polimorfismo, las flores de un mismo individuo presentan el mismo color.

Posee cápsulas subglobosas de 6-10 mm de diámetro y necesitan entre 50 y 60 días para su maduración. Las semillas son marrón o negra de 4-5 mm de largo por 3-4 mm de ancho, globosa – ovoide, más o menos trigona, lado ventral con dos caras iguales aplanadas,

superficie finamente granular, opaca y de aspecto aterciopelado (Bianco *et al.*, 2000). Se caracterizan por presentar tegumentos duros que impiden la imbibición y restringen la germinación, haciendo que permanezcan largos periodos en el banco de semilla del suelo (Harper, 1959). Las semillas de *I. purpurea* pueden germinar en un amplio rango de temperaturas constantes o alternadas, siendo las adecuadas de 20/30 °C (Ellis *et al.*, 1985).

Un estimador que nos orienta sobre la dinámica de emergencia de las especies es el tiempo medio de emergencia (TME) (Mohler y Teasdale, 1993), cuando este presenta valores elevados indica que la emergencia es prolongada en el tiempo y/o que presenta cohortes tardías.

En cuanto a la dinámica poblacional, está se considera como un cambio en el número de individuos de una especie en función del tiempo, por ejemplo el numero de semillas por volumen de suelo (Guglielmini *et al.*, 2004). Es influenciada por la dinámica de emergencia y por la fecundidad de los individuos.

Debido a la poca eficiencia del glifosato y a los perjuicios que puede llegar a provocar un bajo control de malezas en el cultivo de soja, surge la necesidad de utilizar racionalmente otros herbicidas para efectuar un eficiente control de esta especie.

Entre los herbicidas residuales registrados en Argentina para el control de *I. purpurea* se encuentran el sulfentrazone y el diclosulam.

Sulfentrazone es un herbicida de acción sistémica y residual usado en preemergencia del cultivo y de la maleza, su nomenclatura química es N-(2,4-dicloro-5-(4-difluorometil)-4,5-dihidro-3-metil-5-oxo-1,2,4-triazol-1-y1) fenil metanesulfonamida (Casafe, 2007). La dosis recomendada para ser usada en soja y controlar especies del genero *Ipomoea* en suelos “pesados” es de 0,8 l/ha de producto comercial al 50% (Casafe, 2007).

Actúa a nivel de membranas, inhibiendo la enzima protoporfirinogeno oxidasa, de este modo interfiere en la biosíntesis de la clorofila. Las plantas nacen afectadas, adquiriendo un color bronceado oscuro y finalmente mueren. (Novo *et al.*, 2007).

En cuanto a diclosulam tiene acción sistémica, es preemergente y selectivo. Su nomenclatura química es N-(2,6-diclorofenil)-5-etoxi-7-fluoro-1,2,4-triazolo(1,5c) pirimidina-2-sulfonomida. La dosis recomendada para controlar el género *Ipomoea* es 42 g/ha en sojas no transgénicas. En caso de sojas resistentes a glifosato la dosis recomendada es 30 g/ha de diclosulam 84% mas glifosato. (Casafe, 2007)

Actúa inhibiendo la enzima aceto lactato sintetasa Es absorbido por hojas y raíces y transportado a los meristemas. Los síntomas son amarillamiento entre los 3 y 5 días, enrojecimiento del follaje y luego la muerte entre los 7 a 21 días de aplicado. (Casafe, 2007)

Las malezas constituyen uno de los factores nocivos en el cultivo de soja y ocasionan pérdidas importantes de rendimiento. El grado de interferencia, en el sistema

cultivo-maleza, depende del momento en que cada uno ejerce influencia sobre el otro, a través de la competencia. Determinar la forma en que ambos sistemas interactúan es esencial para poder implementar alternativas y estrategias de manejo y control (Papa, 1997).

1.2 Antecedentes

I. purpurea en nuestra provincia se encuentra asociada a diferentes cultivos, entre ellos maní, soja, maíz y girasol (Zorza *et al.*, 2000). En Santiago del Estero esta maleza es invasora en el cultivo de algodón, causando pérdidas en rendimiento, dificultades en la cosecha y reducción en la calidad de la fibra por la presencia de sus hojas y tallos. Según Franz (1985), las especies de *Ipomoea* son moderadamente competitivas en el cultivo de algodón, comparadas con otras especies como *Cynodon dactylon*, *Sorghum halepense*, *Xanthium strumarium*, *Cassia obtusifolium*, *Abutilon theophrasti*. En este cultivo se registró que densidades de cuatro plantas de *Ipomoea* por 15 m de hilera producen una reducción en rendimiento del cultivo del 10%, mientras que 8, 16 y 32 plantas por 15 m de hilera provocan disminuciones en el rendimiento del orden del 33, 49 y 71% respectivamente.

En soja el rendimiento se redujo entre un 50 y 5% cuando *Ipomoea* emergió al inicio y mediados del ciclo respectivamente. (Hulbert y Coble, 1984).

Las semillas de *Ipomoea* en condiciones controladas germinan con temperaturas entre 15 y 30 °C (Cole y Coats, 1973). Horak y Wax (1991) encontraron que la germinación óptima ocurrió a 20 y 25 °C y en temperatura alternas de 20/10 y 30/20 °C.

En estudios realizados se observó que un alto porcentaje de las semillas germinan al comienzo de la estación lluviosa a una profundidad entre 5 y 10 cm, y que la dinámica de emergencia de las plántulas está fuertemente influenciada por las precipitaciones (Brechu *et al.*, 1991).

Durante tres campañas, Toit y Court De Billot (1991) observaron que *Ipomoea purpurea* tuvo picos de emergencia tempranos en el verano y con un alto número de individuos por metro cuadrado, los que a su vez fueron seguidos por otros picos de menor tamaño a mediados de la estación.

No existe en la actualidad información abundante sobre los tiempos medios de emergencia (Leguizamón *et al.*, 2006) y en particular para *I. purpurea*. Estudios realizados con *Anoda cristata*, en cultivo de soja, arrojaron valores de 28,3 y 17,8 días (Puricelli *et al.*, 2002), poniendo en evidencia la dificultad para controlar a esta especie con glifosato, herbicida no residual (Vitta *et al.*, 1999).

A nivel regional, esta maleza ha sido citada como tolerante a glifosato (Faccini, 2000). Una dosis de 3 l/ha de producto comercial (p.c.) de glifosato (48%) proporciona un buen control cuando posee hasta tres hojas, por encima de este tamaño el control es deficiente (Joensen y Semino, 2004).

Antecedentes sobre los herbicidas residuales indican que sulfentrazone en la provincia de La Pampa y el oeste de Buenos Aires, han mostrado alta persistencia y un excelente comportamiento del producto para el control de un amplio espectro de malezas de hoja ancha y parcialmente de gramíneas. En cultivo de girasol, dosis entre 0,4 y 0,5 l/ha de p.c. al 50% tiene un control bueno de *Sida rhombifolia* (L), *Galinsoga parviflora*, *Ipomoea* spp, *Salsola kali* (L), *Datura ferox* (L), *Poligonum aviculare* (L), *Anoda cristata* (L.) Schltl, *Chenopodium album* (L), *Portulaca oleracea* (L), *Amaranthus quitensis* Kunth.. En cultivo de soja, dosis entre 0,8 y 1 l/ha, además de controlar las malezas nombradas también controló *Cyperus rotundus* L., *Tagetes minuta* L. y *Euphorbia* spp. (Rodríguez, 2000).

En suelos de textura arenosa y franca el control de malezas a las dosis de 0,37 l/ha fue de “excelente” (91-100 %) a “muy bueno” (81-90 %) para el control de ciperáceas y dicotiledóneas (Daita *et al.*, 2000 a, b y c; Zorza *et al.*, 2000).

Grey *et al.* (2000) observaron controles de *Ipomoea* spp. superiores al 80 % y valores del 87 % fueron observados por Scott *et al.* (2007) con dosis de 0,42 l/ha en mezcla con S-metolacoloro. Niekamp y Jonshon (2001), observaron una alta efectividad en el control de *Ipomoea* spp., con controles entre el 87 y 100 % a la dosis de 0,28 l/ha.

En cuanto a diclosulam se observó que con una dosis de 33,6 g i.a/ha hubo un muy buen control de *Ipomoea* spp. (Dow Agro, 2001). Lancaster (2007) observó controles entre 56 a 100% con la aplicación de diferentes dosis: 9, 13, 18 y 27 g i.a/ha.

Este herbicida presenta un excelente control en malezas de hoja ancha durante todo el ciclo del cultivo de soja, brindando además un control de 70 a 80 % en gramíneas anuales durante 40 a 50 días.

1.3 Hipótesis

Dosis de sulfentrazone y diclosulam inferiores a las sugeridas para el control de malezas latifoliadas en el cultivo de soja son satisfactorias para el control y manejo de *Ipomoea purpurea*.

1.4 Objetivos

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de diferentes dosis de sulfentrazone y diclosulam sobre una población de *Ipomoea purpurea*, asociada al cultivo de soja.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- * Caracterizar la emergencia de la maleza en el ciclo del cultivo de soja.
- * Evaluar el efecto de diferentes dosis de los herbicidas diclosulam y sulfentrazone sobre la dinámica de emergencia de la maleza.
- * Explorar la dinámica poblacional de la maleza con un modelo computerizado.
- * Evaluar la interferencia de la maleza sobre el rendimiento del cultivo de soja.

Capítulo 2: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de trabajo

Se realizó un ensayo a campo en un establecimiento agropecuario ubicado a 90 km al oeste de la ciudad de Río Cuarto, en la zona rural El Cano. En esta, el régimen de temperatura es de tipo mesotermal. La temperatura media anual de 16,5 °C, siendo la máxima y mínima media de 22,9 °C y 9,18 °C, respectivamente. El período con heladas se extiende desde abril a octubre, dejando 150 días libres de heladas. Las precipitaciones anuales varían entre 700 – 900 mm, con un régimen irregular tipo monzónico. Es importante destacar la gran variabilidad interanual, encontrándose años con precipitaciones del orden del 60% de la media, a extremos que alcanzan el 140% de la misma en años lluviosos. El balance hidrológico presenta un déficit, prácticamente insignificante, en solo tres meses. Los meses de diciembre, febrero y marzo generalmente presentan un exceso de agua de 45 mm, valor que sobrepasa la capacidad de almacenaje del suelo (Becker, 2006).

El suelo donde tuvo lugar el ensayo pertenece al orden Molisol, es de textura franco limosa (4,8 % de materia orgánica, 19,78 % de arcilla, 71,64 % de limo, 8,29 % de arena) y pH 6,6 en los primeros 20 cm de profundidad. El mismo corresponde a la serie de suelos San Bartolomé (INTA y Ministerio de Agricultura, Ganadería y Recursos renovables, 1994).

El ensayo se efectuó en un lote destinado a la siembra de soja, en el mismo se encontraba una población de *I. purpurea*.

2.2 Tratamientos y diseño experimental

La siembra del cultivo de soja se realizó el 7/12/2008, con una sembradora de grano fino, a una distancia entre hileras de 0,35 m, una densidad de 20 semillas por metro lineal y una profundidad de 3 cm. El cultivar utilizado fue Don Mario 4500 RR -grupo de madurez IV-.

Las semillas fueron tratadas con una mezcla de los fungicidas carboxim y thiram y se inocularon con *Bradyrhizobium japonicum*. Se realizó una aplicación de insecticida en el estado reproductivo R3-R4, por la presencia de *Rachiplusia nu*.

Los tratamientos químicos aplicados fueron: sulfentrazone (50 %) a las dosis de p.c: 1000, 500, 250 y 125 cc ha⁻¹ y diclosulam (25 %) a la dosis de p.c: 42, 21, 10,5 y 5,25 g ha⁻¹, aplicados en preemergencia del cultivo y de la maleza mediante una mochila a base de dióxido de carbono, con una barra de 2 m, picos distanciados a 50 cm entre sí y pastillas

abanico plano 800l. La presión de trabajo fue de 30 libras y la velocidad de 5 km hora, asperjándose un caudal de 130 l del caldo por hectárea.

Dichos tratamientos se dispusieron en un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones y el tamaño de las parcelas fue de 24 m² (6 m x 4 m).

2.3 Evaluaciones

Para conocer cómo incide el clima en la emergencia de la maleza y en todo su ciclo, se registró información de temperatura del aire y edáfica de la estación meteorológica ubicada en el campo de docencia y experimentación de la UNRC ubicado en el paraje “La Aguada”, que se encuentra localizada a 15 km de donde se realizó el ensayo.

Se tomaron registros de las precipitaciones, mediante un pluviómetro ubicado en el lugar del ensayo. El balance hidrológico se calculó con el programa Baluba, el cual utiliza el método de Thornthwaite – Mather y Sierra (Hurtado *et al.*, 2002).

Para evaluar la dinámica de emergencia de la maleza se contaron durante todo el ciclo del cultivo de soja, las plántulas emergidas de *Ipomoea purpurea*, las mismas se identificaron con anillos de diferentes colores para identificar cada cohortes según su fecha de emergencia. Los registros fueron cada quince días, en tres parcelas fijas de 0,25 m² por tratamientos, permitiendo conocer la periodicidad de emergencia.

La emergencia acumulada se obtuvo de la sumatoria de todas las plántulas que fueron censadas en las diferentes fechas de muestreo.

El tiempo medio de emergencia (TME), un estimador de la dinámica de emergencia, se calculó siguiendo el método propuesto por Mohler y Teasdale (1993).

$$\text{TME: } \sum n_i \times d_i / \sum n_i$$

n_i : número de plantas en un tiempo i .

d_i : número de días desde el día 0 del experimento al tiempo i .

Para determinar el control de la maleza se realizó un muestreo cuantitativo que consistió en cuantificar el número de plantas por unidad de superficie que llegaron a fin de ciclo, para ello se arrojó un aro de 0,25 m² tres veces en cada tratamiento.

Para evaluar la dinámica poblacional se utilizó el modelo diagramático (figura 1).

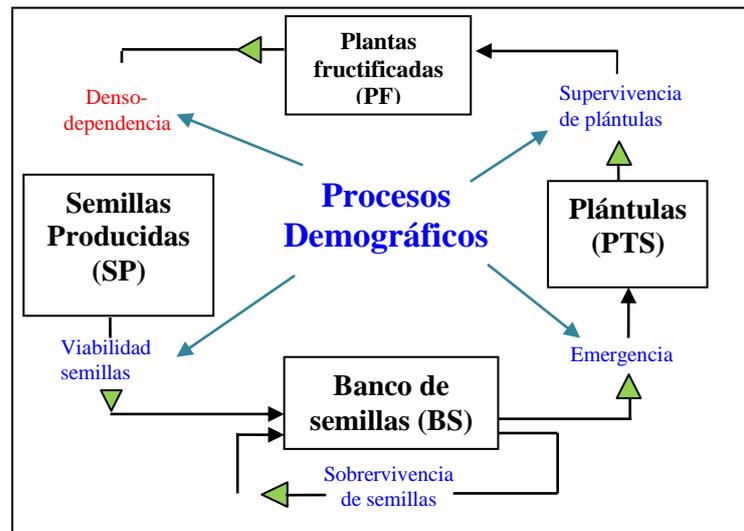


Figura 1. Modelo diagramático del ciclo de vida de una especie anual (Leguizamón *et al.*, 2006)

En el diagrama las **cajas** son las variables de estado, es decir estados del ciclo vital de la planta que pueden medirse.

- Banco de semillas (BS)
- Plántulas (PTS)
- Plantas fructificadas (PF)
- Semillas producidas por la población (SP)

Las **flechas** indican los procesos que vinculan a las variables de estado.

Los **triángulos** indican las tasas es decir, la proporción de individuos que se mueve de un estado a otro, en la dirección de las flechas.

- Tasa de supervivencia de las semillas en el banco de semillas del suelo (tssb).
- Tasa de emergencia (temrg).
- Tasa de supervivencia de plántulas (tspts).
- Tasa de viabilidad de semillas aportadas al banco de semillas del suelo (tvs).

El modelo computerizado utiliza el factor denso-dependencia que es un parámetro que relaciona la densidad de individuos con la producción de semillas por planta (fecundidad) posibilitando un mayor acercamiento a la realidad, debido que a medida que la población aumenta la tasa de mortalidad es mayor y la fecundidad disminuye.

No considera las semillas que pueden inmigrar o aportarse desde el exterior a este sistema.

Ecuaciones utilizadas.

El modelo matemático utiliza las siguientes ecuaciones:

1. El número de plántulas (SDL), es función del número de semillas del banco inicial (SBt-1) y la tasa de emergencia (emrg).

$$SDL = SBt-1 * emrg$$

2. El número de semillas en el banco SBt, en la generación siguiente:

$$SBt = SBt-1 - SDL$$

3. El número de plantas maduras (MPN) es función del número de plántulas (SDL) y de la tasa de supervivencia (gf).

$$MPN = SDL * gf$$

4. El número de semillas producidas por la población (SP) es función del número de plantas maduras (MPN) y del número de semillas que produce cada planta (spp).

$$SP = MPN * spp$$

5. El número de semillas en el banco de la generación siguiente (SBNt+1) es función de la lluvia de semillas + el número de semillas que permanecen en el banco de una generación a otra por la tasa de sobrevivencia de las semillas (ss).

$$SBNt+1 = (SPN + SBNt) * ss$$

Obtención de las variables de estado

❖ Banco de semillas del suelo (BS).

Para cuantificar el banco de semilla se extrajeron tres muestras de suelo en cada una de las parcelas destinadas para los diferentes tratamientos con un sacabocado de 5 cm de diámetro hasta una profundidad de 10 cm. Las muestras fueron procesadas a través del método de lavado y tamizado. Este consiste en colocar las muestras de suelo en un recipiente que contenga agua y sal (cloruro de sodio), esta última sirve para dispersar el suelo y liberar las semillas contenidas en él. Luego las muestras dispersadas se filtraron en tamiz de diferentes diámetros y se colocaron en estufa, una vez secada las muestras se contaron las semillas.

❖ Número de plántulas emergidas (PTS).

El total de plántulas emergidas se calculó a partir de la sumatoria de todas las plántulas censadas en las diferentes fechas de muestreo que se realizaron durante el ciclo de crecimiento de la maleza. Los datos fueron obtenidos en parcelas fijas de 0,25 m² y tres muestras por repetición de cada tratamiento.

❖ Número de plantas fructificadas (PF).

Este número se obtuvo a partir del recuento de las plantas que alcanzaron este estado al momento de realizarse la cosecha del cultivo. Las mismas se obtuvieron en las subparcelas donde se realizó el censo de plántulas.

❖ Producción de semillas de la población (SP).

Al final del ciclo del cultivo se cuantificó el aporte de semillas al banco de semillas del suelo en cada tratamiento. Para ello se procedió a cosechar los frutos contenidos en una superficie de 0,25 m², en tres muestras por repetición. Los frutos obtenidos se trillaron manualmente y se contaron las semillas mecánicamente con un contador de semillas.

Obtención de las tasas entre variables de estado:

❖ Tasa de sobrevivencia de semillas en banco de semillas del suelo (tssb).

A las semillas obtenidas de los bancos del suelo se las puso en condiciones de germinar en estufa a (24 °C), temperatura a la cual se produce la mayor tasa de germinación de la especie. Transcurridos 7 días se realizó el recuento de las semillas germinadas (viables no duras). A las semillas no germinadas a la fecha, se les realizó un escarificado químico. El mismo consistió en remojarlas, durante una hora, en una solución con ácido sulfúrico concentrado al 2%. Transcurrido este tiempo se las lavó con agua y se las puso a germinar nuevamente en estufa a 24 °C. A los 7 días se realizó el recuento de las semillas germinadas (viables duras). A posteriori se calculó la proporción de semillas viables a través del cociente entre el número total de semillas germinadas y el número total de semillas.

❖ Tasa de emergencia (temrg)

Se obtuvo como el cociente entre el número de plántulas emergidas y el número de semillas contenidas en el banco de semillas del suelo.

❖ Tasa de supervivencia de plántulas (tspts)

Se obtuvo como el cociente entre el número de plantas fructificadas a cosecha del cultivo de soja y el número total de plántulas emergidas durante el ciclo de crecimiento de la maleza.

❖ Tasa de viabilidad de las semillas aportadas (lluvia de semillas) al banco de semillas del suelo (tvs)

A las semillas obtenidas a partir de la cosecha y trillado de los frutos se las puso a germinar en estufa a 24 °C. Transcurridos 7 días se realizó el recuento de las semillas germinadas (viables no duras). A las semillas que a la fecha no germinaron se les realizó un escarificado químico. El mismo consistió en remojarlas, durante una hora, en una solución con ácido sulfúrico concentrado al 2%. Transcurrido este tiempo se las lavó con agua y se las puso nuevamente a germinar en estufa a 24 °C. A los 7 días se realizó el recuento de las semillas germinadas (viables duras). A posteriori se calculó la proporción de semillas viables

a través del cociente entre el número total de semillas germinadas y el número total de semillas.

Función de denso-dependencia

Para obtener la función de denso-dependencia se procedió a contar el número de plantas fructificadas y la cantidad de semillas producidas por unidad de superficie (m^2), a madurez de cosecha del cultivo de soja. Se trazó una transecta y sobre la misma, en forma aleatoria, se establecieron estaciones de muestreo en las cuales se procedió a la cosecha de los frutos de la maleza y al conteo de plantas fructificadas. A los frutos obtenidos se los trilló manualmente y se procedió al conteo de las semillas con un contador automático para semillas. A los valores obtenidos (número de plantas fructificadas (m^2) y número de semillas (m^2) se los relacionó a través de una regresión no lineal.

Para evaluar el rendimiento del cultivo se cosecharon en los surcos centrales (3 por tratamiento y repetición) el total de plantas contenidas en 1 m lineal. En laboratorio, a las muestras se les contó el número de frutos, el número de granos por fruto y se obtuvo el peso de 1000 semillas.

Se calculó mediante la siguiente ecuación:

Rendimiento: n° frutos m^{-2} x n° de granos fruto $^{-1}$ x peso 1000 granos.

Todas las variables fueron analizadas mediante el análisis de la varianza y el test de comparación de medias de Duncan ($\alpha= 0.05$) para identificar las diferencias estadísticas entre tratamiento. Para los análisis estadísticos se empleó el programa INFOSTAT (2007).

Capítulo 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Condiciones ambientales

3.1.1 Temperatura del aire y precipitaciones

En la campaña agrícola (2008-2009), la temperatura del aire fue la normal para la zona, excepto en los meses de noviembre y marzo donde las mismas fueron 2,7 °C y 1 °C por encima a las registradas en el periodo 1995/2005 (figura 2). En el período comprendido entre los meses de noviembre y marzo, las precipitaciones acumuladas fueron 372 mm y se registraron en forma regular durante el ciclo del cultivo (figura 3). En los meses de diciembre, febrero y marzo las lluvias, comparadas con las normales de la zona, fueron más escasas dando origen a un déficit hídrico para estos meses (figura 4), no siendo coincidente con lo observado por (Becker, 2006).

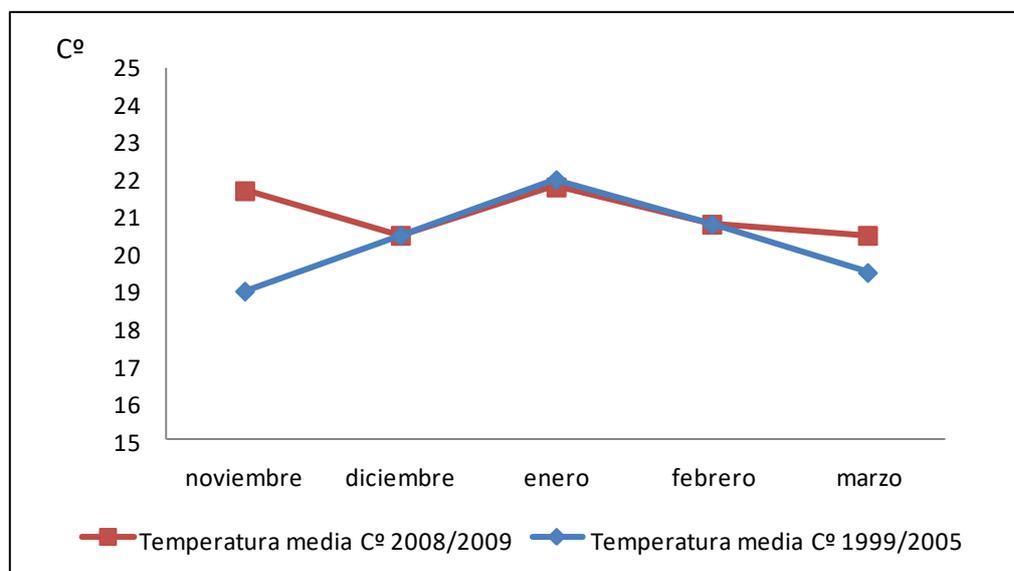


Figura 2. Temperatura (°C) promedio del aire. Periodo noviembre 2008 – marzo 2009 y periodo 1999-2005.

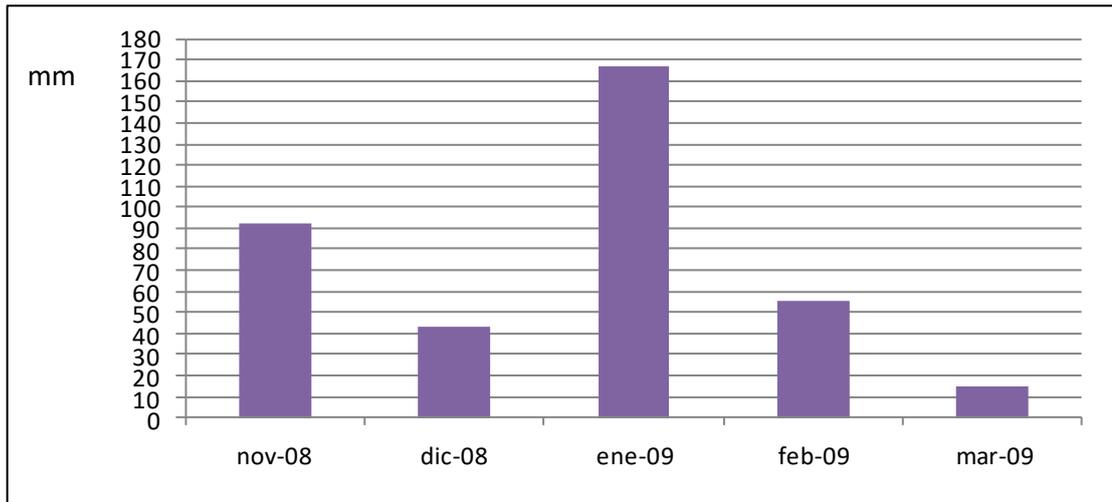


Figura 3. Precipitaciones (mm) mensuales ocurridas en el período noviembre 2008 – marzo 2009

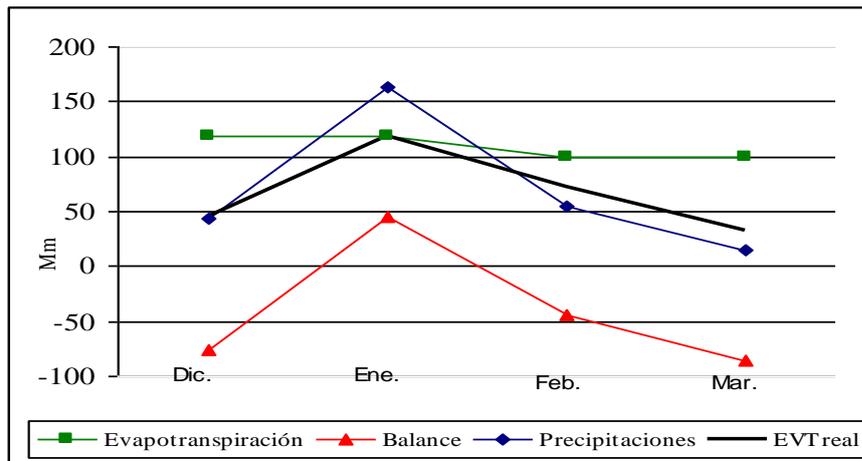


Figura 4. Balance hidrológico en el periodo Diciembre 2008 – Marzo 2009

3.2 Dinámica de emergencia

3.2.1 Periodicidad, tiempo medio y emergencia acumulada

Las precipitaciones ocurridas a fines del mes de noviembre junto a las temperaturas edáficas por encima de los 20 °C, registradas en el mismo mes, favorecieron el proceso de germinación y emergencia de *I. purpurea* en el ciclo del cultivo, coincidiendo con lo expuesto por Horak y Wax (1991). La maleza en el cultivo presentó seis cohortes. La más significativa ocurrió a los 60 días después de la siembra (DDS). Posterior al cierre de la canopia se produjeron dos cohortes siendo ambas poco significativas (figura 5) y poniendo de manifiesto el comportamiento de la especie en suelos altamente sombreados. El tiempo medio de emergencia fue extenso, alcanzando los 47 días, siendo superior a lo observado por Puricelli *et al.*, (2002) con *Anoda cristata*.

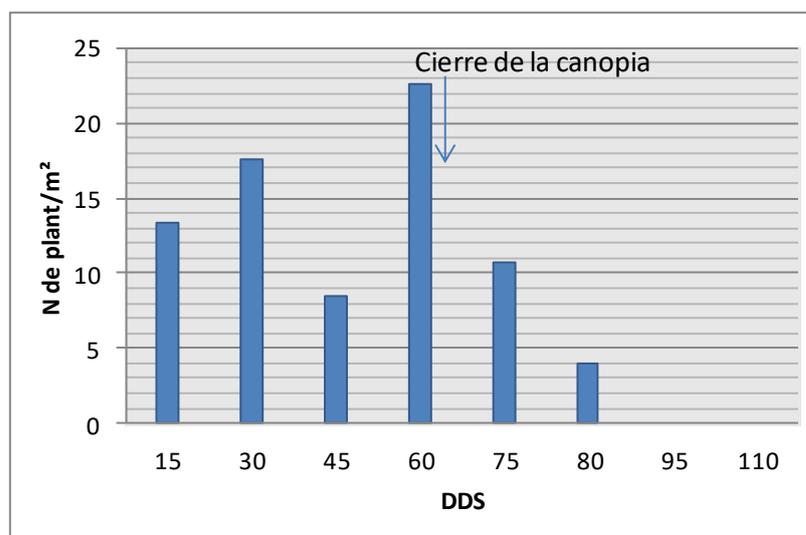


Figura 5. Periodicidad de emergencia de *I. purpurea* en el ciclo agrícola 2008-2009 del cultivo de soja.

La emergencia acumulada a los 30, 60 y 90 días desde la siembra fue el 47 %; 85 % y 100%, respectivamente (figura 6), poniendo de manifiesto, conjuntamente con el tiempo medio de emergencia, la necesidad de contar con el uso de herbicidas con alta residualidad para su control.

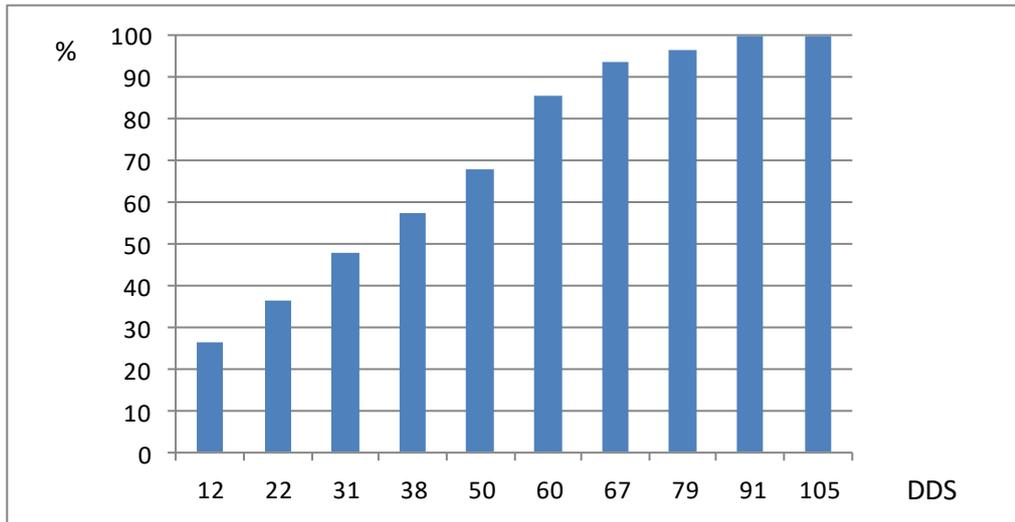


Figura 6. Emergencia acumulada de *I. purpurea* en el ciclo agrícola 2008-2009 del cultivo de soja.

3.3 Dinámica poblacional

Haciendo uso de las variables de estado: Banco de semillas (BS), Plántulas (PTS), Plantas fructificadas (PF) y Semillas producidas por la población (SP), y de las tasas de sobrevivencia de las semillas en el banco de semillas del suelo (tssb), de emergencia (temrg), de supervivencia de plántulas (tspts) y la tasa de viabilidad de semillas aportadas al banco de semillas del suelo (tvs) y con el uso del modelo matemático computerizado del ciclo de vida de una especie anual se exploró para una condición sin control y un período de 30 años, la posible dinámica poblacional de la maleza. Los valores obtenidos indican una tasa de crecimiento que oscila entre 1,6 y 0,8 (Figura 7), correspondiéndose la misma con valores entre 3000 -3500 semillas/m² (Figura 8).

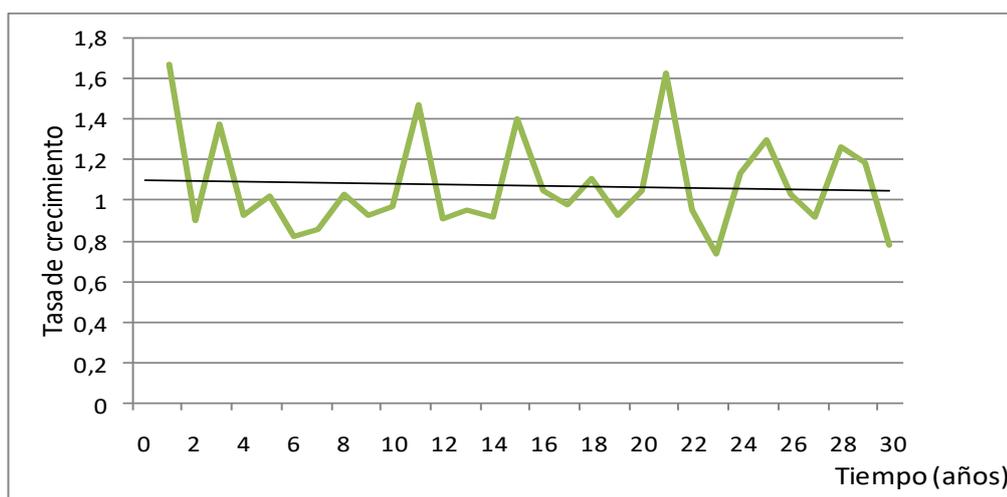


Figura 7. Tasa de crecimiento del banco de semilla de *I.purpurea* en el tiempo (30 años) para una condición sin control según el modelo diagramático del ciclo de vida de una especie anual.

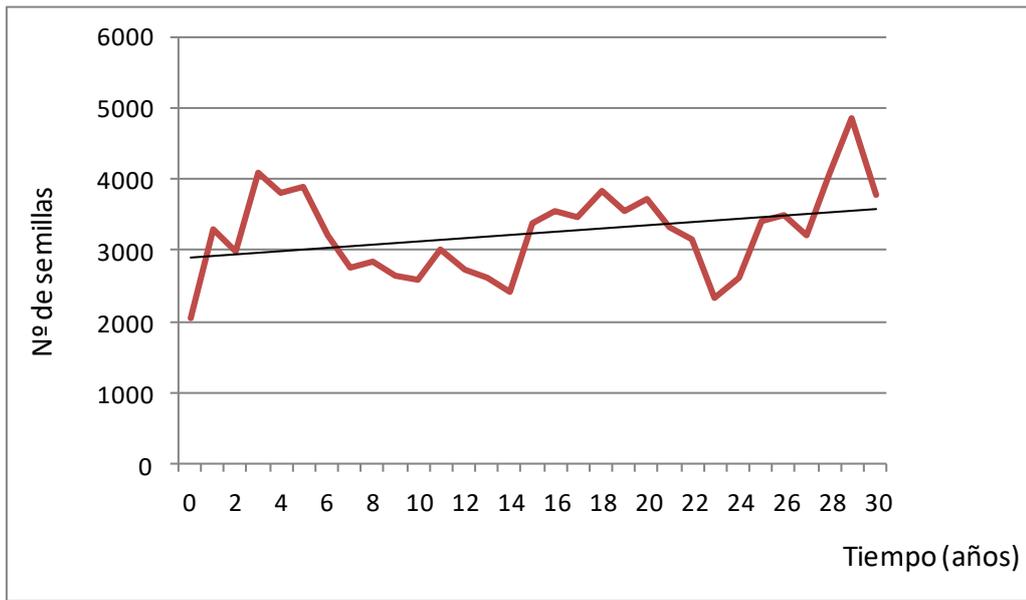


Figura 8: Banco de semilla de *I. purpurea* en el tiempo (30 años) para una condición sin control según el modelo diagramático del ciclo de vida de una especie anual

3.4 Control

Los diferentes tratamientos químicos no se diferenciaron significativamente entre sí (Tabla 1). Los niveles de control alcanzados con el herbicida diclosulam fueron del 88 % y 92 % con la menor (5,25 g) y mayor (42 g/ha) dosis ensayada respectivamente, similar a lo observado por Lancaster (2007). Con la utilización de sulfentrazone los valores fueron todos superiores al 90 % (Tabla 1). Grey *et al.* (2000), Niekamp y Jonshon (2001) y Scott *et al.* (2007), este último en mezcla con S-metolacoloro, observaron similares niveles de control.

Estos resultados de control alcanzados tanto con diclosulam como con sulfentrazone indican que la maleza al final de su ciclo presentó coberturas muy reducidas.

Los individuos que escaparon al control y llegaron a estado adulto, fueron severamente afectados en su capacidad reproductiva, lo cual pone de manifiesto la gran susceptibilidad que posee la especie a la aplicación de estos productos. Cuando se utilizó la dosis de 1000cc de Sulfentrazone la maleza no produjo semillas, lo cual destaca su importancia para realizar un adecuado manejo de la misma (Figura 9).

Tabla 1. Control (%) de *Ipomoea purpurea*, según diferentes dosis de diclosulam y sulfentrazone.

TRATAMIENTOS	Dosis P.C.	CONTROL %
Testigo	S/C	0 b
Diclosulam	5,25 (g)	88 a
Diclosulam	10,5 (g)	89 a
Diclosulam	21 (g)	88 a
Diclosulam	42 (g)	92 a
Sulfentrazone	125 (cc)	92 a
Sulfentrazone	250 (cc)	91 a
Sulfentrazone	500 (cc)	95 a
Sulfentrazone	1000 (cc)	100 a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

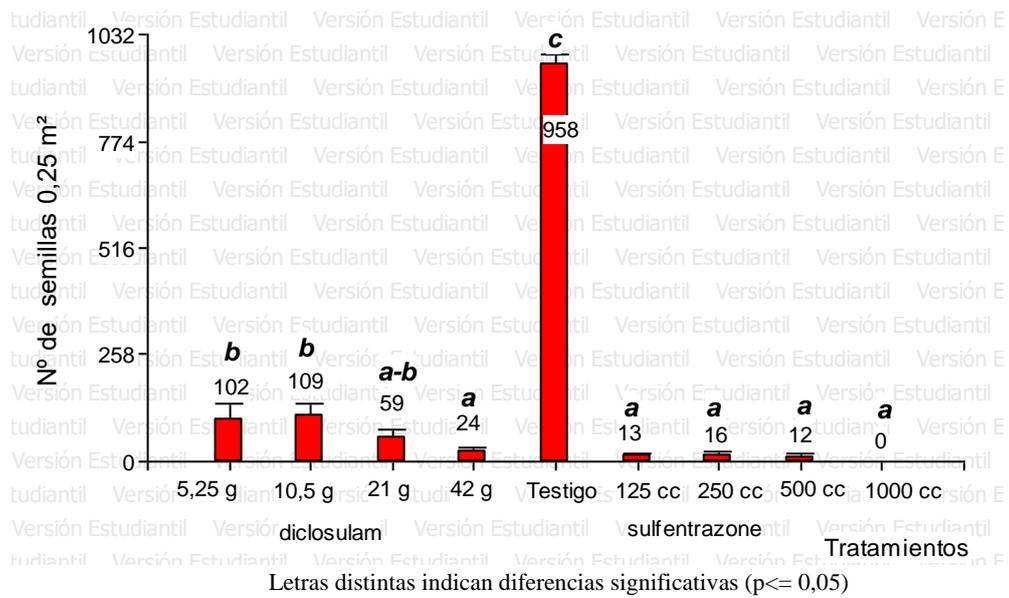


Figura N° 9: Número de semillas en 0,25 m² según dosis de diclosulam y sulfentrazone.

3.5 Tiempo medio de emergencia, según tratamiento químico

El tiempo medio de emergencia de la maleza fue significativamente diferente entre el testigo y las dos mayores dosis utilizadas de diclosulam (tabla 2) y las diferentes dosis ensayadas de sulfentrazone (tabla 3), siendo la diferencia de 13 y 20 días, respectivamente.

Tabla 2. Tiempo medio de emergencia de *Ipomoea purpurea* en el ciclo del cultivo, tratado con diclosulam

Tratamientos	TME
Testigo	46,76 a
5,25 g	47,5 a
10,5 g	54,13 a
21 g	68,95 b
42 g	68,49 b

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 3. Tiempo medio de emergencia de *Ipomoea purpurea* en el ciclo del cultivo, tratado con sulfentrazone

Tratamientos	TME
Testigo	46,76 a
125 cc	63,6 b
250 cc	67,87 b
500 cc	64,83 b
1000 cc	71 b

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

3.6 Rendimiento del cultivo

3.6.1 Componentes del rendimiento

No se observaron diferencias estadísticamente significativas en los componentes de rendimiento del cultivo de soja con los diferentes tratamientos químicos utilizados (Tabla 4). Los niveles de control alcanzados con todas las dosis ensayadas de diclosulam y sulfentrazone fueron suficientes para evitar la interferencia de la maleza con el cultivo (Figura 10). En el tratamiento testigo la reducción del rendimiento fue del 34%. Siendo menor esta reducción a lo observado por Hulbert y Coble (1984).

Tabla 4. Componentes del rendimiento del cultivo de soja, según tratamiento químico

Tratamientos	Nºfrutos/m ²	Nº granos/frutos	Peso 1000 semillas
Dicl. 5,25 g	1106,87 b	2,35 a	136,02 b
Dicl. 10,5 g	1136,43 b	2,33 a	135,93 b
Dicl. 21 g	1166,87 b	2,49 a	132,66 b
Dicl. 42 g	1083,70 b	2,35 a	137,63 b
Sulf. 125 cc	1187,43 b	2,41 a	137,01 b
Sulf. 250 cc	1128,53 b	2,49 a	131,33 b
Sulf. 500 cc	1152,60 b	2,48 a	134,48 b
Sulf. 1000 cc	1084,97 b	2,29 a	136,59 b
Testigo	866,00 a	2,63 b	106,23 a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

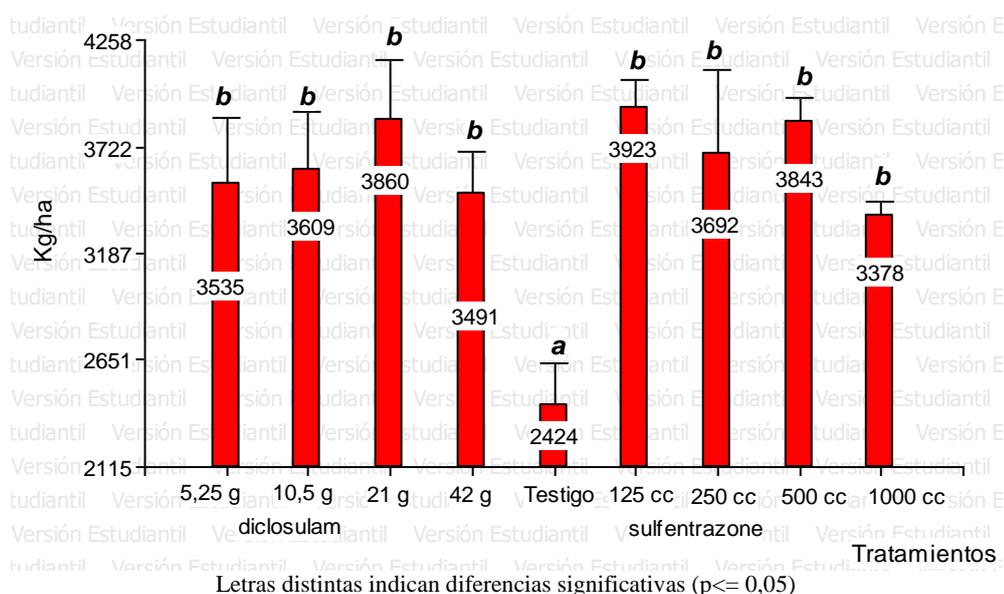


Figura 10. Rendimiento del cultivo de soja según dosis de de Diclosulam y sulfentrazone

Capítulo 4: CONCLUSIONES

- La emergencia de *Ipomoea purpurea* es extensa, motivo por el cual es importante para su control el uso de herbicidas con alta residualidad.
- El uso del modelo computerizado para simular la dinámica poblacional de la maleza, revela que el banco de semilla es proclive a aumentar a través de las generaciones, no obstante es necesario seguir realizando ensayos a campo con la finalidad de ajustar el mismo.
- Es factible reducir las dosis sugeridas de diclosulam y sulfentrazone en cultivo de soja cuando la maleza a controlar es *Ipomoea purpurea*.
- Las dosis bajas de diclosulan pueden llegar a ser insuficientes para el manejo de la maleza, por la capacidad reproductiva de los individuos que escapan al control.
- *Ipomoea purpurea* es muy competitiva, por lo cual si no se realiza control puede disminuir el rendimiento del cultivo en un 34%, esta disminución podría ser mayor si la cosecha se realiza mecánicamente ya que al ser una maleza trepadora interfiere considerablemente, con esta labor.

Capítulo 5: BIBLIOGRAFIA

- BECKER, A.R. 2006. Evaluación del proceso de degradación de suelos por erosión hídrica en una subcuenca de la región pedemontana del sureste de la provincia de Córdoba, Argentina. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina.
- BIANCO, C. A.; C. O. NUÑEZ; T. y A. KRAUS. 2000. Identificación de frutos y semillas de las principales Malezas del Centro de la Argentina. Editorial de la Fundación Universidad Nacional de Río Cuarto. 1º edición. Pág. 89
- BRECHU, F. A.; R. PONCE SALAZAR; J. MARQUEZ GUZMÁN, & G. LAGUNA HERNÁNDEZ. 1991. Germination of populations of viable seeds of Ipomoea purpurea sown at different soil depths. *Phyton*. Buenos Aires, 52:2,105-112
- CASAFE. 2007. Guía de productos fitosanitarios para la República Argentina. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. Buenos Aires, Argentina.
- COLE, A. W.; COATS, G. E. 1973. Tall Morningglory germination response to herbicides and temperature. *Weed Science* 21(5): 443-446.
- DAITA, F.; E. ZORZA Y F. SAYAGO. 2000a. Herbicida sulfentrazone aplicado en pre-emergencia del cultivo de maní en suelo medio con riego. FAV. UNRC. Mimeo. 4 p.
- DAITA, F.; E. ZORZA Y F. SAYAGO. 2000b. Herbicida sulfentrazone aplicado en pre-emergencia del cultivo de maní en suelo medio. FAV-UNRC. Mimeo.8 p.
- DAITA, F.; E. ZORZA Y F. SAYAGO. 2000c. Comportamiento del herbicida sulfentrazone aplicado en pre-emergencia del cultivo de girasol en suelo medio. FAV. UNRC. Mimeo. 4 p.
- DOW AGRO 2001. Manual técnico Spider. Pag 28.
- ELLIS, R.H.; T.D. HONG Y E.H. ROBERTS. 1985. General approaches to promoting seed germination. En: *Handbook of Seed Technology for Genebanks - Volume II. Compendium of Specific Germination Information and Test Recommendations. Handbooks for Genebanks: No. 3. Chapter 17.* En: www.ipgri.cgiar.org/Publications/HTMLPublications/52/index.htm. Consultado: 20/07/11.
En:www.cababstractsplus.org/abstracts/Abstract.aspx?AcNo. Consultado: 20/7/11.
- FACCINI, D. 2000. Los cambios tecnológicos y las nuevas especies de maleza en soja. *Revista agro mensajes de la Facultad. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario.*
- FRANZ, R. 1985. Estrategias y tácticas en el manejo integrado de plagas. Belgrano. 76p.
- GREY, TL, PUENTES, DC, HANCOCK, HG, DAVIS, JW 2000. Influencia de la tasa de sulfentrazone y método de aplicación de maní en el control de la maleza.

- GUGLIELMINI, A.C.; D. BATLLA Y R.L. BENECH ARNOLD. 2004. Bases para el control y manejo de malezas. Bases funcionales para su manejo. En Producción de granos ed. Facultad de Agronomía UBA. Cap. 10. p: 581-616.
- HARPER, J.L. 1959. The ecological significance of dormancy and its importance in weed control. International 4th conference Crop Protection. Proceedings. p: 415-520.
- HORAK, M. J.; WAX, L. M. 1991. Germination and seedling development of Bigroot Morningglory (*Ipomoea heredacea*) in cotton (*Gossypium hirsutum*). Weed Science 39: 390-396.
- HULBERT, J.C. Y H.D. COBLE. 1984. Weed emergence, growth and interference in soybeans. 37th Annual Meeting Southern Weed Science Society. Champaign, Illinois, USA. Proceedings.
- HURTADO, R.; M. FERNANDEZ LONG Y G. BARBERIS. 2002. Balance hidrológico climático. Baluba. Cátedra de climatología y fenología agrícola. Facultad de Agronomía. UBA.
- INFOSTAT. 2007 versión 1.1. Grupo InfoStat. FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- INTA Y MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y RECURSOS RENOVABLES. 1994. Carta de suelos de la República Argentina – Hoja 3366-12 Río de los Sauces, hoja 3366-18 Alpa Corral – Plan mapa de suelos – Córdoba.
- JOENSEN, LILIAN. ; S. SEMINO. 2004. Argentina: Estudio de caso sobre el impacto de la soja RR. En: www.grain.org/research_files/Argentina%20RRsoya%20case%20study.pdf. Consultado: 24/08/09
- LANCASTER SARAH H., JOSHUA B. BEAM, JAMES E. LANIER, DAVID L. JORDAN AND P. DEWAYNE JOHNSON. 2007 Weed and Peanut (*Arachis Hypogaea*) Response to Diclosulam Applied Post. Weed Technology: July 2007, Vol. 21, No. 3 págs. 618-622.
- LEGUIZAMÓN, E.S; G. CABRERA; M.F. FRATICELLI; V. CAMPOS Y Z. PAVONE. 2006. Control y dinámica de la población de malezas en maíz y soja RR: comparación de glifosato con herbicidas residuales. En: www.acsoja.org.ar/mercosoja2006/trabajos_pdf/T131.pdf. Consultado: 30/06/09.
- LEMIR, A.H.M.; K. MARTIN (ED); J. MUTHER (ED) & A. AUFFARTH. 1998. Population dynamics of *Ipomoea purpurea* (L) Roth in soybeans crop. Agroecology. Plant protection and the human environment views and concepts. Plits. 16:2 21-35.
- MARZOCCA. A; O.J. MARISCO Y O. DEL PUERTO. 1976. Manual de Malezas Tercera Edición. Hemisferio Sur .377 p.

- MOHLER, C. y TEASDALE, J. 1993. Response of weed emergente to rate of *Vicia villosa* Roth and *Secale cereale* L. residue. *Weed Research*.33: 487-499.
- NIEKAMP, J.W. Y W.G. JOHNSON. 2001. Weed management with sulfentrazone and flumioxazin in no-tillage soybean (*Glycine max*). *Crop Protection*: 20 (3): 215-220
- NOVO,R.J.; A.R. CAVALLO; C.I. CRAGNOLINI; R.A. NOBILE; E.R. BRACAMONTE; M.Y. CONLES; G.A.RUOSI; A.I. VIGLIANCO.2007. Protección Vegetal. Editora Sima. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Tercera edición. Pagina 251.
- PAPA. J. C. 1997. Resistencia de las malezas a los herbicidas. Jornada de intercambio técnico de soja. Septiembre 1997. AAPRESID.
- PAPA. J. C. 2003.Malezas “novedosas” tolerantes a glifosato que pueden afectar al cultivo de soja en: El libro de la soja. Editor Satorre Emilio. Pag.161- 162. Pag. totales 261.
- PURICELLI, E.; G. ORIOLI and M.R. SABBATINI. 2002. Demography of *Anoda cristata* in wide- and narrow-row soyabean, *Weed Res.* 42 pp.
- RODRÍGUEZ, N. 2000. INTA Anguil. Fuente: Revista. *WEED SCIENCE*, 46 (2). 1998. 271-277. En: www.intaanguil.com. Consultado: 13/12/10.
- RODRÍGUEZ, N. 2005. Detección de especies de malezas de difícil control (tolerantes o resistentes) en los sistemas de producción. EEA Anguil, INTA.
- ROSSI, R. 1989. EL CONTROL DE MALEZAS EN SOJA EN ARGENTINA. Seminario sobre dinámica de poblaciones y control de malezas en soja. Dialogo XXVI. PROCISUR. EEA Oliveros – INTA. Santa Fe. Argentina. Pag. 5 -7.
- SCOTT, B.C.; J.E. WESLEY; D.L. JORDAN Y J.W. WILCUT. 2007. Weed management in north Carolina peanuts (*Arachis hypogaea*) with S-metolachlor, diclosulam, flumioxazin, and sulfentrazone systems. *Weed Technology*. 21 (3): 629–635.
- TOIT, A. & M. COURT DE BILLOT, 1991. Weed emergence patterns of some arable weeds under field conditions. *South African Journal of Plant and Soil*. 8:3, 153-157.
- VITTA, J.; D. FACCINI; L. NISENSOHN; E. PURICELLI; D. TUESCA Y E. LEGUIZAMÓN. 1999. Las malezas en la región sojera núcleo Argentina: Situación actual y perspectivas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. Argentina. 47 p.
- ZORZA, E.; F. DAITA Y F. SAYAGO. 2000. Herbicida sulfentrazone aplicado en pre-emergencia del cultivo de maní en suelo arenoso. FAV. UNRC. Mimeo. 6 p.

ANEXOS



Figura 1: Emergencia de *Ipomoea purpurea* en el cultivo de soja.



Figura 2: Plántula de *Ipomoea purpurea*



Figura 3: *Ipomoea purpurea* sin tratamiento químico



Figura 4: Identificación de plántulas en 0,25 m²



Figura 5: Plántula afectada por control químico



Figura 6: Plántulas de *I. purpurea* bajo la canopia del cultivo



Figura 7: *Ipomoea purpurea* compitiendo con el cultivo de soja.



Figura 8: *Ipomoea purpurea* en estado reproductivo.

