



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ÁREA DE CONSOLIDACIÓN  
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS EXTENSIVOS



**TRABAJO ACADÉMICO INTEGRADOR**

**EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RESISTENCIA DE UN BIOTIPO  
DE *Chloris virgata* Sw DE LA REGIÓN NORTE DE LA  
PROVINCIA DE CÓRDOBA AL HERBICIDA GLIFOSATO**

**GULLINO, CARLOSALBERTO  
GOMEZ, PABLO ALEXIS  
LORENZATTI, LEANDRO**

**Tutor: Ing. Agr. MSc Bracamonte Enzo R.**

2016

## INDICE

AGRADECIMIENTOS .....	3
RESUMEN.....	4
INTRODUCCIÓN .....	5
MATERIAL Y METODOS.....	8
RESULTADOS Y DISCUSION .....	14
ESTRATEGIAS DE MANEJO ALTERNATIVO DE CHLORIS VIRGATA EN LA REGIÓN DEL NORTE DE CÓRDOBA.....	38
CONCLUSIONES .....	39
CONSIDERACIONES FINALES.....	40
BIBLIOGRAFIA .....	41

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Ing. Agr. MSc Enzo Bracamonte por el planteo científico, las correcciones realizadas, la dedicación, el interés mostrado en el trabajo y su tiempo dedicado a nuestra tutoría.

Al Ing. Agr. Gustavo Giambastiani por la dedicada coordinación en el área.

A la cátedra de Ecotoxicología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNC por el espacio brindado dentro de sus instalaciones para la realización del trabajo.

Al Laboratorio de Semillas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias - UNC por el asesoramiento y permitirnos utilizar las instalaciones.

A la Profesora Margot Tablada, de la Cátedra de Estadística y Biometría por su apoyo y predisposición en la evaluación estadísticas de los resultados obtenidos.

Al Ing. Agr. Roberto Coppo por facilitarnos los herbicidas.

A la familia y amigos por el incondicional apoyo durante la carrera.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNC, por la formación académica

## RESUMEN

En las últimas décadas el manejo productivo mediante el paquete tecnológico siembra directa-soja RR propició la aparición de malezas tolerantes y resistentes al principio activo glifosato. Entre las especies que han incrementado en forma significativa su presencia en la región agrícola del norte de la provincia de Córdoba, podemos citar a la especie *Chloris virgata*. Por ello, los objetivos del trabajo de investigación fueron determinar las causas de dispersión y tolerancia a herbicidas de *Chloris virgata* al herbicida glifosato en dicha región, evaluar el nivel de resistencia de un biotipo de *Chloris virgata* de Rio Primero al herbicida glifosato en condiciones de semi-campo mediante curvas dosis-respuesta y cálculos de ED50 y DL50, evaluar en forma prospectiva la eficacia de control y costo de aplicación de herbicidas postemergentes alternativos al glifosato y diseñar y proponer estrategias de manejo complementarias y alternativas de *Chloris virgata*. Los resultados obtenidos en el estado fenológico de 3-4 hojas, mostraron altos valores de ED50 y DL50 en relación a otros biotipos de *C. virgata* evaluados, indicando alta supervivencia después de los 21 días de las aplicaciones y posible presencia de resistencia. Para lograr un control de 95% con glifosato en macollaje de *Chloris virgata* representa un incremento de casi 33 % en el costo de control en relación a aplicaciones en premacollaje. Controles muy eficientes y con menor costo se alcanzaron con haloxifop P-metilen pre y postmacollaje con dosis inferiores a las recomendadas en marbete comercial. Para obtener controles eficaces de *Chloris virgata*, reducir su difusión y presión de selección a herbicidas es necesario conocer sus características bioecológicas y establecer un estricto plan de manejo del cultivo en general y de malezas en particular.

## INTRODUCCIÓN

Muchas son las variables que inciden en el rendimiento final de un cultivo, entre ellas, las malezas, constituyendo uno de los principales problemas de la agricultura en Argentina y a nivel mundial (Molina, 2007). Las malezas son especies que bajo determinadas condiciones crecen en lugares donde no son deseadas, causando un daño económico al agricultor (Novo *et al*, 2016).

La FAO considera que el daño de las malezas en los sistemas productivos alcanza un 5 a 10% de las cosechas en los países desarrollados, mientras que en los países en desarrollo y algunos de economía emergente, las pérdidas pueden ser superiores al 20-30% de la producción. Estas cuantiosas pérdidas han sido estimadas en 125 millones de toneladas de alimentos, cantidad suficiente para alimentar 250 millones de personas (Parker y Fryer, 1975).

Los daños causados por las malezas se manifiestan por distintas vías y afectan seriamente a los procesos productivos agrícolas, entre ellos se mencionan:

- Fuerte competencia con los cultivos por recursos escasos (nutrientes, agua y luz).
- Liberación por parte de ciertas malezas de sustancias químicas a través de sus raíces y sus hojas que resultan ser tóxicas a los cultivos y animales.
- Crean un hábitat favorable para la proliferación de otras plagas (artrópodos, ácaros, patógenos y otros) al servir de hospederas de éstas.
- Interfieren el proceso normal de cosecha, contaminando la producción obtenida.
- Disminuyen el valor comercial de las tierras.

El éxito de las malezas en los sistemas agrícolas depende de los atributos que le confieren capacidad para sobrevivir a los disturbios y ajustarse a la oferta ambiental (Cousens y Mortimer, 1995). Es sabido que las malezas causan su mayor daño a los cultivos durante ciertos períodos de su crecimiento y las medidas de control durante este período son de especial importancia, en este contexto, las especies que se desarrollan en períodos más tardíos del crecimiento de los cultivos suelen causar daños de menor importancia. En la agricultura tradicional, el conocimiento del denominado "período crítico" de competencia permite al agricultor hacer un uso más eficiente de los limitados recursos de que dispone, lo que se revierte en un ahorro sustancial del tiempo y otros gastos por concepto de control de malezas (R. Labrada y C. Parker 1992). Por ello una base fundamental para un correcto manejo de malezas es la identificación de las especies presentes y el conocimiento de su bioecología, su dinámica poblacional y nivel de infestación. La identificación de las especies anuales, conocer los componentes de la flora y su nivel de infestación es primordial para poder seleccionar la técnica más adecuada a utilizar para su control (Labrada, 1992).

En muchas regiones del país, durante los últimos años, se han producido cambios importantes en las poblaciones de malezas en los diferentes sistemas de producción. Algunas de las causas serían la extensa superficie sembrada con soja RR (resistente al glifosato), la gran difusión de la siembra directa, el uso masivo y único del herbicida glifosato, el desinterés por las rotaciones de cultivos, la escasa rotación de principios activos con diferentes modos de acción, la ocupación de tierras menos apta para la agricultura y el intenso desmonte.

Esta situación generó una nueva problemática como es la aparición de malezas que se relacionan con las prácticas mencionadas, surgiendo por un lado, las especies que mejor

se adaptan a la labranza cero, y por otro, la aparición de biotipos con tolerancia o resistencia a los diferentes herbicidas de uso frecuente en estos sistemas, como por ejemplo el glifosato.

Es importante distinguir entre malezas con "tolerancia" y resistencia" a herbicidas. La tolerancia a un herbicida es la capacidad natural heredable de una especie para sobrevivir y reproducirse luego de la aplicación de ese principio activo. Es decir que las especies tolerantes a un herbicida nunca antes fueron controladas por ese herbicida y el aumento en su abundancia es el resultado de la presión de selección que controló en forma diferencial al resto de las especies susceptibles. La resistencia a un herbicida se define como la capacidad heredable de una población o biotipo para sobrevivir y reproducirse después de la aplicación de una dosis de herbicida que era letal para la población original (Weed Science, 2016).

Esta problemática no es una consecuencia directa del uso de glifosato, el cual es un producto de acción total, no residual y muy eficaz que controla un amplio espectro de malezas tanto de hojas angostas (gramíneas), como de hojas anchas (latifoliadas), sino el uso sin criterio técnico que se hace de él en Argentina. Esta práctica ejerció durante los últimos 20 años una severa presión de selección de malezas y su consecuencia fue y seguirá siendo la difusión de aquellas más adaptadas a los sistemas de producción agrícola modernos.

En nuestro país, después de numerosos años de siembra de soja transgénica y el uso cada vez mayor de glifosato en una superficie tan extensa de la región agrícola, se están manifestando las hipótesis previas de reportes de investigaciones, la aparición y difusión de especies de malezas difíciles de controlar, tolerantes y resistentes al glifosato, como ocucha (*Parietaria débilis*), flor de Santa Lucía (*Commelina erecta*), siempre viva del campo (*Gomphrena pulchella* y *G. perennis*), botoncito blanco (*Borreria verticillata*), rama negra (*Conyza bonariensis*), sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*) y algunas otras, que hasta hace poco tiempo eran intrascendentes (Rainero, 2008).

Entre las especies que han incrementado en forma significativa su presencia en la región núcleo agrícola de Argentina y particularmente en la región agrícola del norte de la provincia de Córdoba, son las correspondientes al género *Chloris*.

Estas especies, entre ellas *Chloris virgata*, constituye uno de los biotipos con mayor difusión en los campos agrícolas, observándose habitualmente en banquinas, taperas o lugares sin disturbio. Esta situación facilitó su adaptación a sistemas de siembra directa, ocupando actualmente, las primeras posiciones en el ranking de malezas de difícil control en cultivos de producción extensiva.

En las últimas décadas el manejo productivo mediante el paquete tecnológico siembra directa-sojaRR-glifosato propició además de la aparición de malezas tolerantes y resistentes, problemas de selectividad sobre los cultivos de interés, efectos residuales en el suelo y riegos a la salud del agricultor (Akobundu, 1989).

Por ello, establecer la relación entre la dosis y la respuesta de las malezas a los herbicidas es de fundamental importancia en la comprensión de la eficacia del herbicida, su modo de acción y la especie considerada. Esta herramienta es vital para un diagnóstico y evaluación en la relación herbicida-maleza. Esta metodología, ampliamente utilizada en el mundo como base para recomendaciones de dosis de uso comercial, evalúa la reacción de una maleza a distintas dosis de un mismo herbicida,

solo o en mezcla, determinando valores de sensibilidad, tolerancia o resistencia en relación a un testigo sin control químico comprobable (Seefeldt *et al.*, 1995; Streibig *et al.*, 1993).

El uso de regresión no lineal descrito por Streibig *et al.* (1993) constituye el método más apropiado para el desarrollo de la curva de dosis-respuesta entre los herbicidas y de malezas. Una adaptación de este modelo y otros presentada originalmente en la literatura fue propuesto por Seefeldt *et al.* (1995). Estos autores sugieren que el modelo log-logística tiene varias ventajas sobre otros métodos de análisis. La principal es que uno de los términos que integran la ecuación no lineal es la C50 (llamada también ED50, GR50 o IC50), facilitando de esta manera la comparación del nivel de resistencia de biotipos de la misma especie.

En estudios de tolerancia la respuesta binaria es el resultado clásico. Ejemplos típicos son los estudios en los que se denomina “Dosis-Respuesta,” como el utilizado para determinar la dosis letal 50 (DL50) de un herbicida. Si un individuo muere cuando es desafiado con una dosis  $x > T$ , se dice que el individuo tiene una tolerancia T. La tolerancia de las malezas varía entre individuos y puede considerarse una variable aleatoria y  $F(t) = P(T < t)$ . Si F(t) es la función de distribución normal estándar acumulada. El modelo apropiado para analizar estos ensayos es ajustando un modelo de regresión logística como el Probit (Balzarini *et al.*, 2008).

De acuerdo a lo anteriormente citado es que se propone los siguientes objetivos:

### **Objetivo General**

- ✓ Evaluar el nivel de resistencia de un biotipo de *Chlorisvirgata* de la región norte de la provincia de Córdoba al herbicida glifosato.

### **Objetivos Específicos**

- ✓ Determinar las causas de manejo agronómico y características bioecológicas que determinan la presencia, difusión y dificultad de control de *Chlorisvirgata* al herbicida glifosato en la región del norte de la provincia de Córdoba.
- ✓ Evaluar el nivel de resistencia de un biotipo de *Chloris virgata* de la región norte de la provincia de Córdoba al herbicida glifosato en condiciones de semi-campo mediante curvas dosis-respuesta.
- ✓ Evaluar en forma prospectiva la eficacia de control y costo de aplicación de herbicidas postemergentes alternativos al glifosato.
- ✓ Diseñar y proponer estrategias de manejo complementarias y alternativas de *Chloris virgata*.

## MATERIAL Y METODOS

Para determinar las características bioecológicas y causas agronómicas de dispersión y tolerancia a glifosato de *Chloris virgata* se utilizó publicaciones de extensión e investigación tecnológica y científica nacionales e internacionales sobre características bioecológicas de la especie, modelo productivo y características agroclimáticas de la región predominante en los últimos años.

Para evaluar la eficacia de control de diferentes herbicidas sobre *Chloris* (*Chloris virgata sw*) se desarrolló un ensayo en el Laboratorio de Ecotoxicología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba, durante periodo 2015/2016.

La maleza fue seleccionada y recolectada por su alta difusión, densidad y dificultad para su control eficiente en la zona rural de la ciudad de Río Primero, Córdoba, en diciembre del año 2015 (Figura 1).

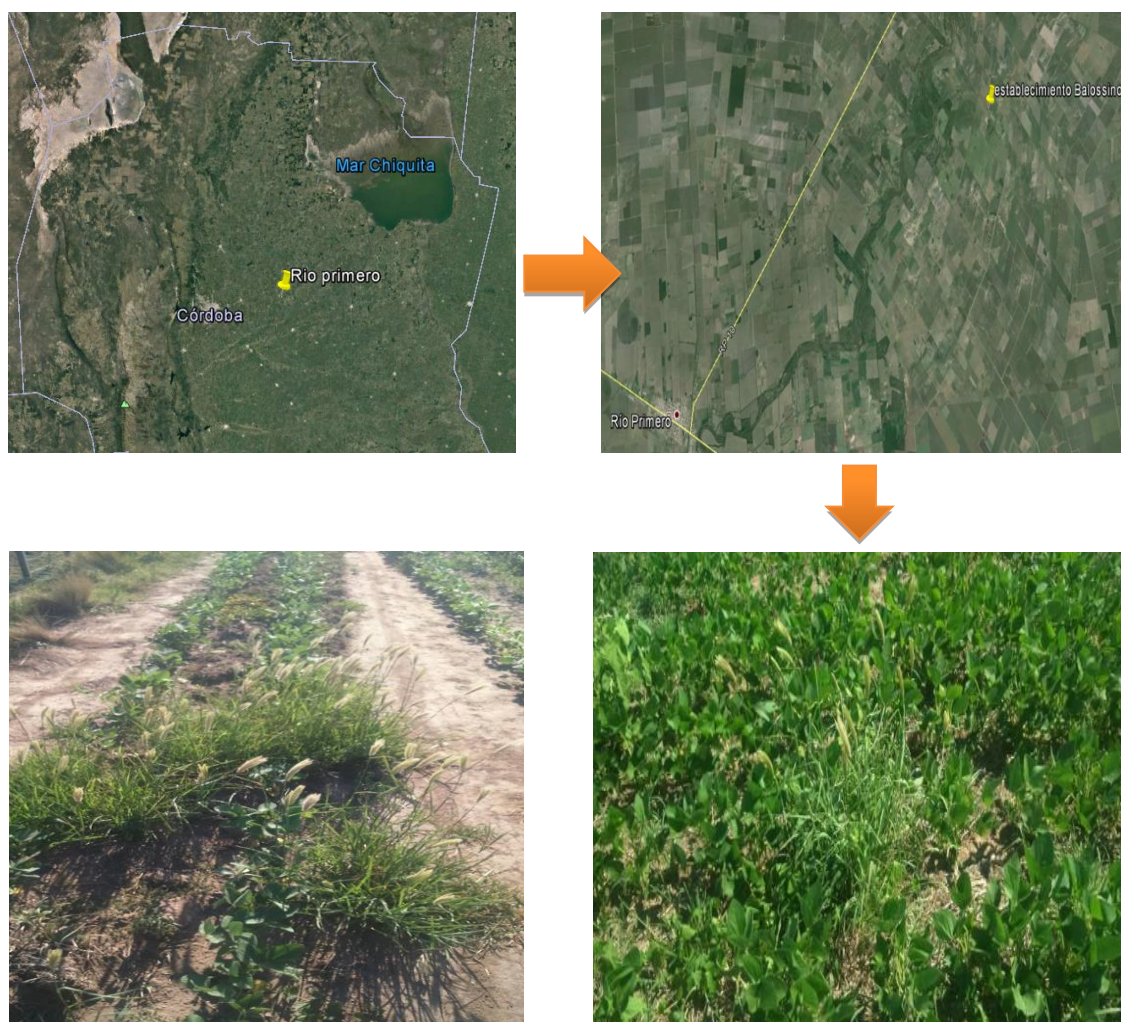


Figura 1. Lote invadido con *Chlorisvirgata* en Río Primero, Córdoba. Diciembre 2015.



Las características agroclimáticas de la zona pertenecen a la unidad climática del dominio semi-seco, con tendencia al semi húmedo de las planicies centrales, con baja deficiencia de agua (menos de 100 mm). Las temperaturas promedio presentan una media anual de 16,8°C, una temperatura media mensual del mes más frío (julio) de 9,6°C y del mes más cálido (enero) de 23,3°C. (Tabla 1).

Tabla 1. Temperaturas medias mensuales de Río Primero, Córdoba, 2016

Localidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Río Primero. Período 1998-2006	23.3	22.2	20.2	16.1	13.2	11.1	9.6	11.6	13.4	18.2	20.6	23.0	16.8
Arroyito	24.0	23.0	20.9	16.2	13.8	10.7	10.5	12.6	15.4	17.9	20.9	22.4	17.4

Las precipitaciones en la zona se concentran en el semestre cálido y son escasas en el invierno. Esta característica lo encuadra en un régimen hídrico tipo “monzónico”. El período primavera-verano, concentra el 81% de las precipitaciones del año, con una precipitación anual promedio de 807,5 mm. (Tabla 2).

Tabla 2. Precipitaciones Medias Mensuales de Río Primero, Córdoba, 2016.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Santa Rosa de Río Primero Período 1950-2009	120	107	122.5	61	20.5	13	12	12	30.5	68	100	141	807.5
Río Primero Período 1941-2005	105	87	97	43	21	12	16	15	36	66	94	127	719

Los datos estadísticos utilizados para la confección del balance hídrico de la localidad de Santa Rosa de Río Primero fueron de 59 años, período comprendido desde 1950 al 2009. Del análisis del balance hidrológico surge la existencia de un desequilibrio negativo entre la demanda de agua y las precipitaciones, habiendo un déficit anual muy bajo de aproximadamente 26 mm, que se manifiesta durante las estaciones de invierno-primavera. Esta situación determina que los suelos presenten valores muy bajos de agua almacenada en los suelos para la siembra de la cosecha gruesa (Tabla 3).

Tabla 3. Balance hidrológico medio de Río Primero, Córdoba, 2016.

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Temperatura media (°C)	23.3	22.2	20.2	16.1	13.2	11.1	9.6	11.6	13.4	18.2	20.6	23.0	16.9
ETP (mm)	129	102	89	54	36	25	20	31	41	78	99	128	832
Precipitación (mm)	120	107	122.5	61	20.5	13	12	12	30.5	68	100	141	807.5
ETR (mm)	126	102	89	54	33	22	18	25	37	74	99	128	807
Déficit (mm)	3	0	0	0	4	3	2	6	4	4	0	0	26
Exceso (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Los suelos de la región pertenecen a la Serie sagrada familia: Natrustol típico, franca fina, mixta, térmica, calcárea. Suelos moderadamente bien drenados desarrollados sobre sedimentos eólicos con gradientes que no superan el 0,3% y escurrimiento lento. Se presentan bien desarrollados con un horizonte Bt con arcillas sódicas en el subsuelo (a partir de 20 cm de profundidad) que afectan el uso del mismo, limitante que se agrega a los aspectos climáticos propios de la región. Presentan un horizonte A de 20 cm de espesor con estructura en bloques, neutro a ligeramente alcalino.

Para validar botánicamente el género y especie de la maleza colectada se acondicionó y envió para su determinación al laboratorio ACOR de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, los que certificaron que la especie corresponde a *Chloris virgata* sw.

Para la obtención de plántulas de *Chloris virgata*, se procedió a germinar las semillas en cámara de germinación con temperatura de 20/28 °C noche /día, 16 h de fotoperiodo con 350 mol/m. Las semillas germinadas fueron repicadas definitivamente en macetas (unidades experimentales) de 1 kg que contenían una mezcla de tierra negra y arena, en una proporción 1:1, quedando 4 plantas por unidad experimental. Posteriormente, las macetas fueron mantenidas en condiciones controladas en invernadero para su posterior evaluación de control. Para cada tratamiento los riegos se efectuaron a requerimiento para evitar stress hídrico.

Para evaluar la sensibilidad de esta maleza a herbicidas se seleccionaron dos principios activos de diferentes modo de acción, glifosato 66,2% (inhibidores de la síntesis de aminoácidos aromáticos) y haloxifop P-metil 54 % (inhibidores de la enzima ACCASA). Las aplicaciones se realizaron en postemergencia de las malezas en condiciones de semi-campo (campo-invernadero) y consistieron en cinco tratamientos herbicidas (Dosis) y un tratamiento sin herbicida (T) y tomando como referencia la dosis recomendada por marbete (Tratamiento N°4) (Tabla 4). El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado, con 4 repeticiones por tratamiento y 5 testigos apareados para facilitar las comparaciones.

Tabla 4: Tratamientos herbicidas postemergentes para el control de *Chloris virgata*, 2016.

Momento	Nº Trat.	Ingrediente activo	Dosis (L PF/ha)	ia/ha (g o cc)	Referencia
Post-emergencia	1	Testigo s/herbicida	0	0	T
	2	Glifosato	0.5	331	D1
	3	Glifosato	1	662	D2
	<b>4</b>	<b>Glifosato</b>	<b>2</b>	<b>1324</b>	<b>D3</b>
	5	Glifosato	4	2648	D4
	6	Glifosato	8	5296	D5
	1	Testigo s/herbicida	0	0	T
	2	Haloxifop P-metil	0.0025	13.5	D1
	3	Haloxifop P-metil	0.050	27	D2
	<b>4</b>	<b>Haloxifop P-metil</b>	<b>0.100</b>	<b>54</b>	<b>D3</b>
	5	Haloxifop P-metil	0.200	108	D4
	6	Haloxifop P-metil	0.400	216	D5

Los tratamientos herbicidas (Dosis) se realizaron en dos estadios dentro del ciclo de crecimiento de *Chloris*, uno en premacollaje, cuando las malezas presentaban 3-4 hojas verdaderas equivalente a BBCH 13-14 (BBCH, 2001) (Figura 2) y otro posterior en el momento en que las plantas desarrollaban sus macollos, equivalente a BBCH 22-23, (BBCH, 2001) (Figura 3). Las aplicaciones se realizaron mediante una mochila de aire comprimido equipada con pastillas de abanico plano 110-115, que erogaba un caudal de 100 l/ha.



Figura 2. Estado fenológico del primer momento de control postemergente de *Chloris virgata*.



Figura 3. Estado fenológico del segundo momento de control post emergente de *Chloris virgata*.

En cada tratamiento herbicida se agregó como coadyuvante aceite vegetal metilado en una concentración equivalente al 1% (v/v mezcla).

Las condiciones ambientales en el momento de la primera aplicación (3-4 hojas) fueron: T 9°C, HR 95%, viento a 1 Km/h. Las condiciones ambientales en el momento de la segunda aplicación (macollaje) fueron: T 11° C, HR 95%, viento a 1 km/h.

Las evaluaciones de control se realizaron a los 10 y 21 días después de las aplicaciones (DDA). A los 10 DDA se cuantificó la sobrevivencia (N°), con estos resultados se determinó el porcentaje de control y la Dosis Letal Media (DL50) mediante el modelo de ajuste Probit, que representa la dosis (g.i.a/ha) capaz de matar al 50 % de la población expuesta en relación a un tratamiento sin herbicida (T).

A los 21 DDA, se calculó la Dosis Letal Media (DL50) mediante el modelo de ajuste Probit, y se evaluó la reducción de peso fresco (%) de las plantas tratadas con respecto a un control no tratado (T) para obtener la relación dosis-respuesta. Para ello, se realizó un corte en la base de cada planta (al ras del suelo), y posteriormente fueron pesadas en balanza de precisión de 0,0001g para determinar biomasa (gramo/planta) de peso húmedo.

Los resultados obtenidos de las aplicaciones realizadas en el primer estadio fenológico (3-4 hojas) fueron contrastados con ensayos paralelos realizados evaluando un biotipo de “General Pico, La Pampa”. Los resultados de las aplicaciones realizadas en el segundo estadio fenológico (macollaje) se contrastaron con los obtenidos en las aplicaciones en el primer estadio fenológico evaluado.

Con los datos obtenidos se evaluó la relación dosis-respuesta utilizando el modelo log-logístico propuesto por Seefeldt *et al.* (1995) que relaciona la respuesta de la planta con las dosis del herbicida:

$$Y = C + \frac{D - C}{1 + \exp(b(\log(x) - \log(ED50)))}$$

Donde:

Y: representa el peso fresco como porcentaje con respecto al control.

D: límite superior de la curva

C: límite inferior de la curva.

b: pendiente de la curva en el punto ED50.

ED50: dosis correspondiente al 50% de respuesta en relación al testigo.

El límite D corresponde a la respuesta media de la dosis control. El límite inferior de la curva corresponde a la respuesta media de la dosis más alta empleada.

Para determinar el ajuste del modelo se realizó a través del coeficiente de determinación R<sup>2</sup>.

Los resultados obtenidos de las aplicaciones realizadas en el primer estadio fenológico (3-4 hojas) se compararon con ensayos paralelos realizados evaluando un biotipo sensible (S) de “General Pico, La Pampa”.

Para establecer el Índice de Resistencia relativa de *Chloris* se estableció la siguiente relación:  $R = ED50_R / ED50_s$

donde ED50<sub>R</sub> = ED50 de *Chloris* biotipo Rio Primero y ED50<sub>s</sub> = ED50 biotipo General Pico.

Los resultados obtenidos fueron evaluados mediante el software Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2015). Para la significancia de los tratamientos se utilizó el ANAVA y para las

diferencias significativas entre las medias de los tratamientos se utilizó el Test de LSD y DGC al 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Características bioecológicas y causas agronómicas que determinan la presencia y dispersión de *Chloris virgata*.

El género *Chloris* Sw. (Poaceae: Chloridoideae) comprende 50-60 especies con distribución tropical y subtropical en ambos hemisferios (Anderson, 1974; Clayton y Renvoize, 1986). Fue estudiado en un sentido amplio por Anderson (1974), incluyendo especies americanas como *Enteropogon chlorideus* (J. Presl) Clayton (sinónimo, *Chloris chloridea* (J. Presl) Hitchc.), *E. brandegei* (Vasey) Clayton (sinónimo, *Chloris brandegei* (Vasey) Swallen), *Leptochloa crinita* (Lag.) P.M. Peterson y N. Snow (sinónimo, *Trichloris crinita* (Lag.) Parodi) y *L. pluriflora* (E. Fourn.) P.M. Peterson y N. Snow (sinónimo, *T. pluriflora* E. Fourn). Actualmente se reconoce la independencia de dichos géneros.

Dentro del género *Chloris*, existen especies herbáceas, de ciclo primavero-estival, cespitoso y en algunos casos estolonífera, de hasta 1 m de alto. Florecen de septiembre a marzo. Se reproducen fácilmente por semillas y por estolones. Se adaptan a un amplio rango de ambientes, desde zonas húmedas hasta desérticas tropicales. Son capaces de vivir con tan sólo 300 mm de precipitación anual, aunque su óptimo está en los climas tropicales y subtropicales con máximos estivales y un periodo moderado de sequía. En lo que respecta a las temperaturas, su intervalo de medias se sitúa entre 8,4 y 27,8 °C; no soporta las heladas fuertes o prolongadas. En cuanto al suelo, se adapta a un amplio rango de pH (4,5-8,4), prefiriendo los substratos básicos y fértiles de textura franca. No obstante, prospera sin problemas en suelos ricos en sodio, arenosos o arcillosos. En algunas zonas elevadas como Kenia llega a los 2.400 m de altitud (Burkart, 1969 y Clayton, 2006).

Dentro de este género se encuentra la especie *virgata*, que posee las siguientes características (Figura 4):

- Hábito y forma de vida: maleza anual, erecta, macolladora.
- Tamaño: de 10 a 70 cm de alto.
- Tallo: generalmente comprimido, a veces doblado en los nudos, a veces ramificado, erecto, algunos recostados sobre el suelo con las puntas ascendentes y enraizando en los nudos inferiores.
- Hojas: alternas, dispuestas en 2 hileras sobre el tallo, con las nervaduras paralelas, divididas en 2 porciones, la inferior llamada vaina que envuelve parcialmente al tallo y generalmente es más corta que el entrenudo, sin pelos (glabra), y la parte superior de la hoja, llamada lámina, que es larga, angosta y plana, a veces doblada, áspera al tacto; entre la vaina y la lámina, por la cara interna, se presenta una prolongación membranosa que presenta pelos llamada lígula.
- Inflorescencia: consiste de entre 5 y 15 espigas, de hasta 7 cm de largo, ubicadas todas juntas formando un verticilo en la punta del tallo (raramente con una espiga adicional por arriba de las demás). Las espigas pueden ser de color verde-

amarillento, plateado o púrpura, son ásperas al tacto y están compuestas de numerosas espiguillas.

- Espiguilla/Flores: numerosas espiguillas apretadamente dispuestas sobre el eje de la espiga; de 1.8 a 3 mm de largo y 0.6 mm de ancho, con aristas moradas a verdosas, con dos flósculos, uno pequeño, estéril y sin pelos y otro fértil con muchas cerdas en el borde superior.
- Frutos y semillas: el fruto es un cariopsis de contorno fusiforme, de 1.1 mm de largo y 0.4 mm de ancho, superficie casi lisa con manchas pequeñas y elípticas de color rojizo. Una sola semilla fusionada a la pared del fruto.
- Plántulas: coleóptilo oblongo de 1.5 a 2 mm de largo, hialino y sin pelos; primera hoja con vaina de 2 a 4 mm de largo, lámina oblonga de 5 a 9 mm de largo y 1 a 1.5 mm de ancho, ápice agudo u obtuso, sin pelos; segunda hoja de lámina linear-lanceolada de 5 a 12 mm de largo y 1 mm de ancho (Figura 4).

La presencia y abundancia de especies del género *Chloris* está aumentando en lotes de producción agrícola del centro norte del país. Es importante destacar que dentro del género *Chloris*, en Argentina existen al menos 15 especies a las que habría que sumar las correspondientes al género *Trichloris* y otras especies pertenecientes a la tribu de las Chlorideas, de las cuales algunas son anuales y otras son perennes. Es importante destacar que esta especie no es homogénea en cuanto su distribución geográfica como tampoco en su respuesta a herbicidas. Esta situación complica significativamente su estudio y manejo, ya que no se cuenta con alternativas tecnológicas uniformes o estándar, al menos en la medida que los usuarios de la tecnología pretenden o demandan. (Correll y Johnston (1970); Cronquist *et al*, (1994); Espinosa y Sarukhán (1997); Gleason y Cronquist (1991); McVaugh (1983) y Rzedowski y Rzedowski (2001, 2004)).



Figura 4. *Chloris virgata*. Planta completa, semilla e inflorescencia.

*Chloris virgata* es una especie de emergencia primavero-estival, es sumamente competitiva, generando en los lotes manchones de altos niveles de infestación, comprometiendo el normal desarrollo de los cultivos.

En Argentina, más del 70% de la tierra cultivada es manejada bajo siembra directa (Leguizamón, 2001; Aapresid, 2010), en dichos sistemas, esta especie se ha constituido en uno de los principales problemas de malezas (Vitta *et al.*, 1999; Leguizamón *et al.*, 2006) y ha comenzado a adquirir importancia en los sistemas agrícolas del área central

Argentina (Figura 5). En lotes con elevada infestación de esta especie, se registraron pérdidas superiores al 80%.en diferentes cultivos estivales

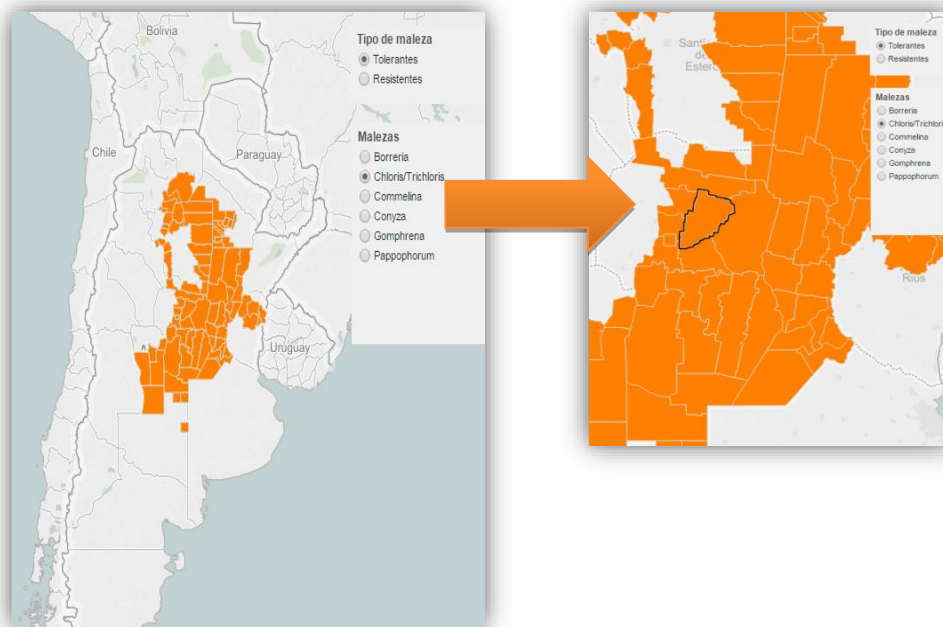


Figura5.Distribución geográfica del género *Chloris* en las principales zonas agrícolas de Argentina. Maleza cero, 2015

El patrón de emergencia de *Chlorisvirgata* en la región centro norte de Córdoba muestra un inicio y crecimiento sostenido desde inicio de primavera hasta inicio de verano. Estas observaciones coinciden con lo relatado por Ustarroz (2015) en estudios de evaluación de dinámica de emergencia de *Chlorisvirgata* en la región central de Córdoba durante las campañas 2012/2013 y 2014/2015. Este autor determinó que la emergencia de *Chloris* se produjo en varios flujos durante toda la primavera. En el 2012 la emergencia se inició más temprano (septiembre) que en el 2014, llegando a alcanzar un 70 % de emergencia en el mes de octubre (Figura 6). En el 2014, la emergencia se inició en octubre y fue casi continua hasta el 20 de diciembre. La germinación temprana en el año 2012, podría estar relacionada a las abundantes precipitaciones que se produjeron desde agosto a octubre. Ambos patrones de emergencia durante la primavera es similar al reportado por Metzler *et al.* (2014) para un biotipo de Monge, Santa Fe (Figura 7).



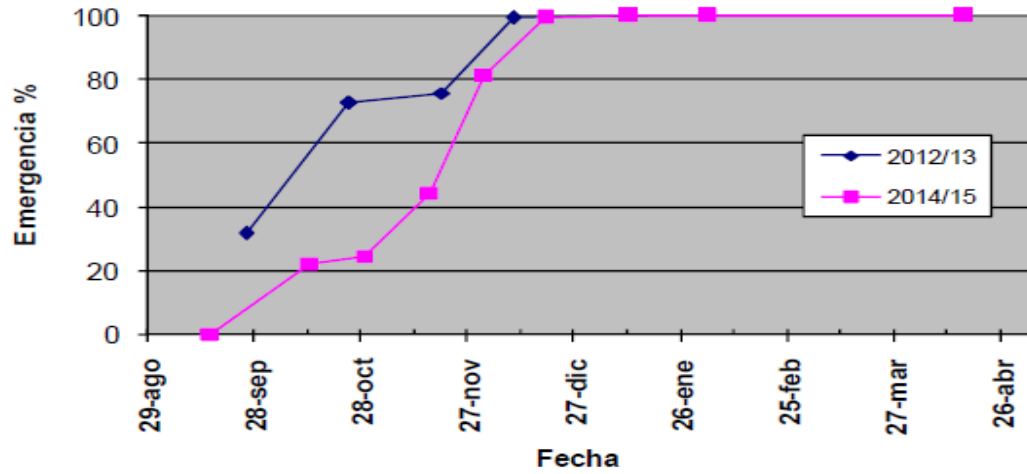


Figura 6. Emergencia porcentual de *Chloris virgata* en Manfredi, Córdoba, durante las campañas 2012-2015.

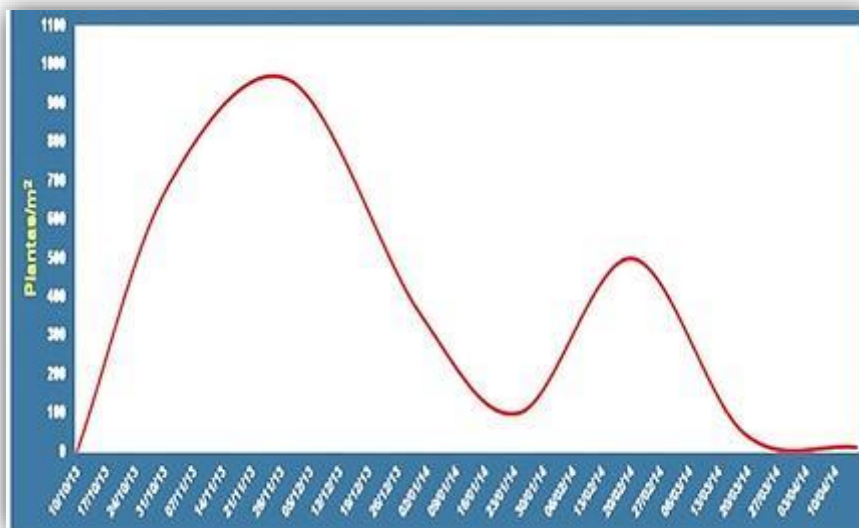


Figura 7. Dinámica de emergencia de *Chloris virgata* en Monge, Santa Fe 2013-2014.

## Eficacia de Control Sobre *Chloris virgata* de Herbicidas Postemergentes

### Evaluación de tratamientos postemergentes en 3-4 hojas

La evaluación visual a los **10 DDA** permite observar un porcentaje de control muy bajo en todas las dosis evaluadas, presentando un control ascendente pero sin superar el valor de 60% con la dosis máxima evaluada (5296 g/ha) (Figura 8 y 9).

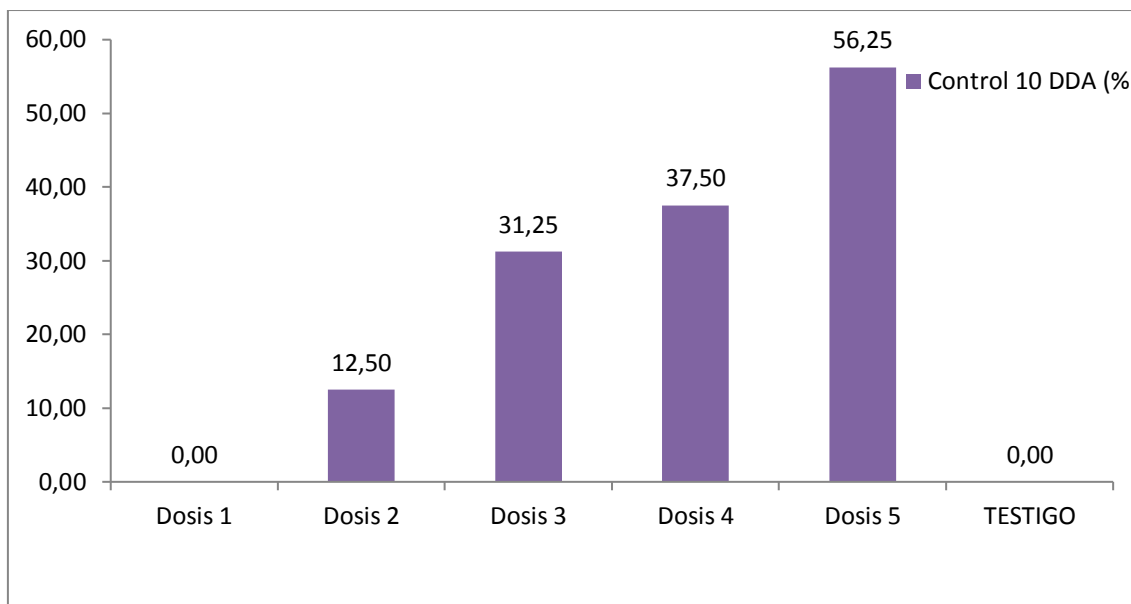


Figura 8: Porcentaje de control de *Chloris virgata* con glifosato a los 10 DDA.



Figura 9: Evaluación de control visual de *Chloris virgata* con glifosato a los 10 DDA

La determinación de la DL50 a los **10 DDA** obtenidas mediante un ajuste con el modelo Probit mostró un valor de **4237 g.i.a/ha(6,4 L PF/ha)** de glifosato (Figura 10).

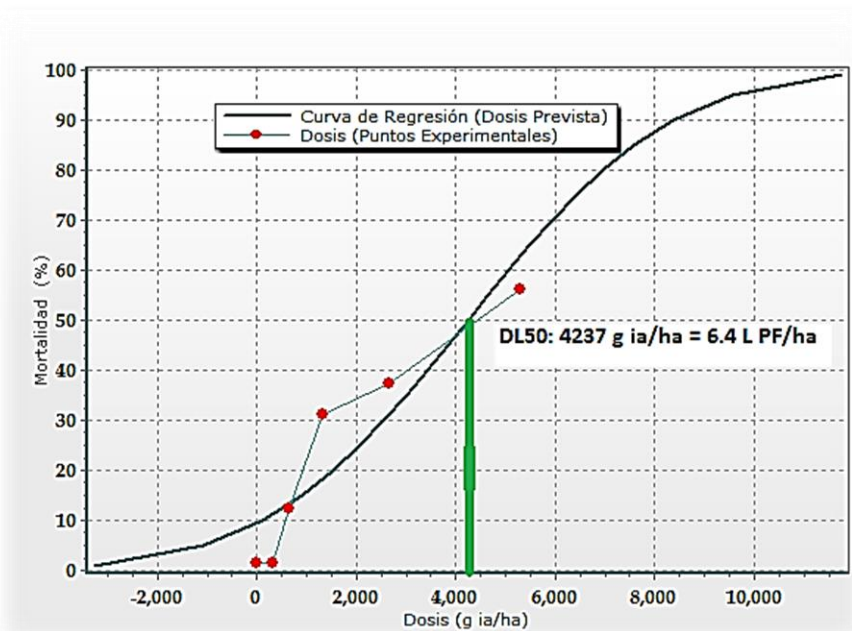


Figura 10. Dosis Letal50 en el control de *Chloris virgata* con glifosato a los 10 DDA.

Los efectos de las dosis evaluadas (tratamientos) de glifosato a los **21DDA**, mediante el ajuste con un modelo tradicional (ANAVA) para un diseño completamente aleatorizado mostró significancia del factor tratamiento con un  $p < 0,0032$  (Tabla 5).

Tabla 5. Valor de significancia del factor tratamientos con herbicidas mediante cálculo de ANAVA.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.79	5	0.16	5.44	0.0032
DOSIS	0.79	5	0.16	5.44	<b>0.0032</b>
Error	0.52	18	0.03		
Total	1.32	23			

De acuerdo a los resultados obtenidos a los 21 DDA es posible observar que las diferencias entre las medias de los tratamientos (Tabla 6) mediante la prueba LSD mostro que no hubo diferencias significativas en la reducción del peso fresco de la menor dosis de glifosato (D1) en relación al testigo sin herbicida. No se observaron diferencias de control significativas entre las dosis D2 y D5, pero si en relación al control sin herbicida (Figura 11).

Tabla 6. Medias y diferencias significativas entre tratamientos mediante prueba LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.25337

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.25337				
<b>Error: 0.0291gl: 18</b>				
Dosis	Medias	n	E.E.	
Dosis 5	0.01	4	0.09	A
Dosis 4	0.02	4	0.09	A
Dosis 3	0.11	4	0.09	A
Dosis 2	0.21	4	0.09	A B
Dosis 1	0.42	4	0.09	B C
Testigo	0.47	4	0.09	C
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p &gt; 0.05)</i>				

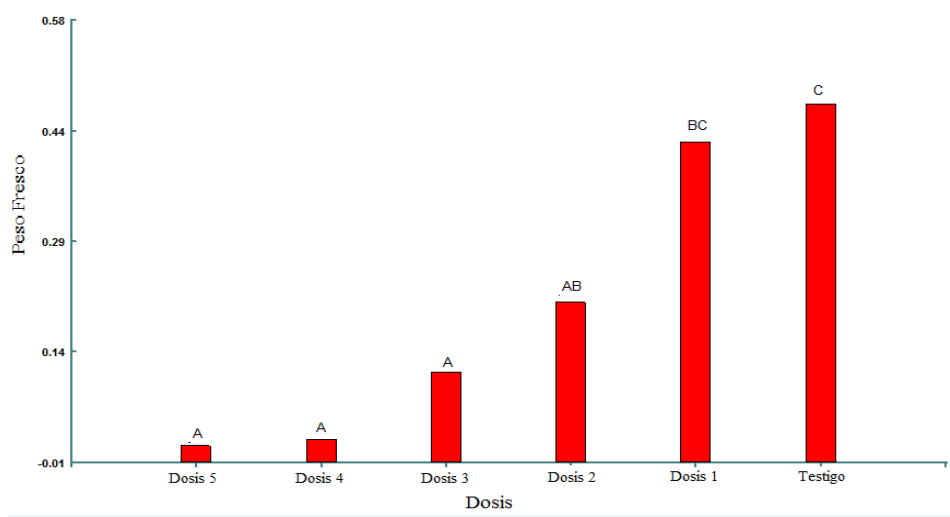


Figura 11. Medias y diferencias significativa entre dosis de glifosato mediante prueba LSD.

Con base en las diferencias observadas con el ANAVA, el ajuste de la relación peso fresco en función de la dosis (dosis-respuesta) mediante un modelo de regresión no lineal mostro valor de ED50 muy superior en relación al obtenido en el biotipo General Pico (Tabla 7, Figura 12 y 13).

Tabla 7. Parámetros de la ecuación log- logística utilizada para calcular las dosis de glifosato requeridas para la reducción del 50 % del peso en fresco (ED 50) de las poblaciones de *Chlorisvirgata*.

Población	Reducción de peso fresco (%)			IR
	<i>d</i>	<i>b</i>	ED <sub>50</sub> (g.a.i ha <sup>-1</sup> )	
Río Primero	103.96	2.32	623 = 0.94 L/ha	623/152= 4.09
General Pico	101.22	0.96	152 = 0.23 L/ha	

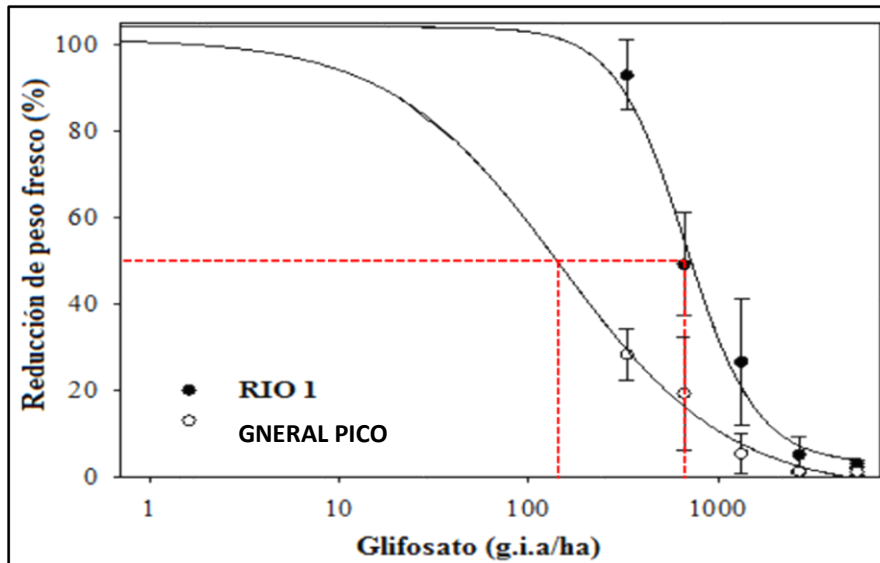


Figura 12. Curvas Dosis-Respuesta con glifosato sobre dos biotipos de *Chloris virgataa* 21 DDA.

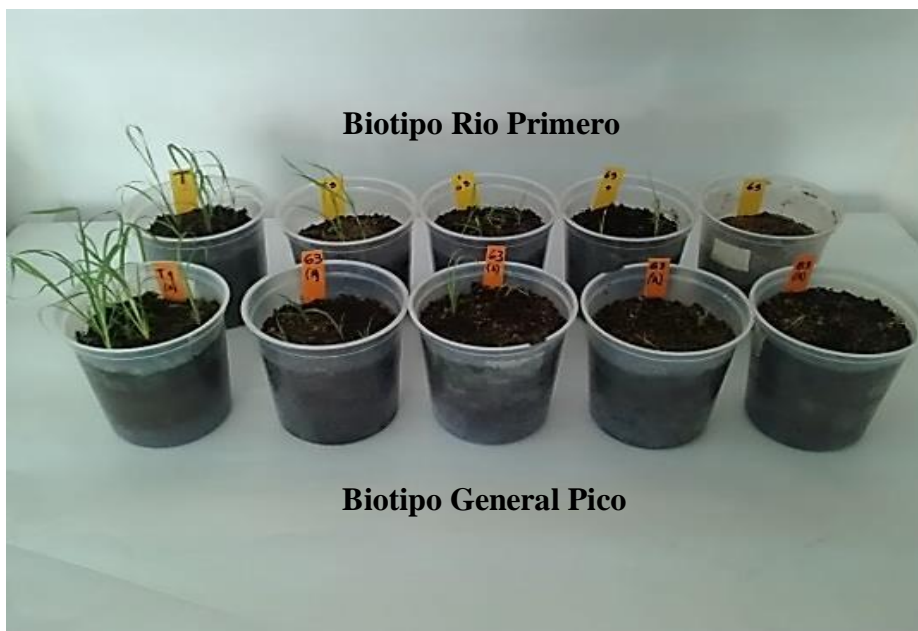


Figura 13. Dosis-Respuesta con glifosato sobre *Chloris virgataa* 21 DDA.

La evaluación visual de control a los **21 DDA** evidenció baja eficacia de control con las dosis D1, D2, y D3, no mostrando diferencias significativas entre ellas y sin alcanzar el valor de la ED50. La dosis4 (56,25%) presentó un control levemente superior a la ED50, en tanto solo la dosis 5 alcanzó un porcentaje de control alto (87,5%) (Figura 14 y 15).

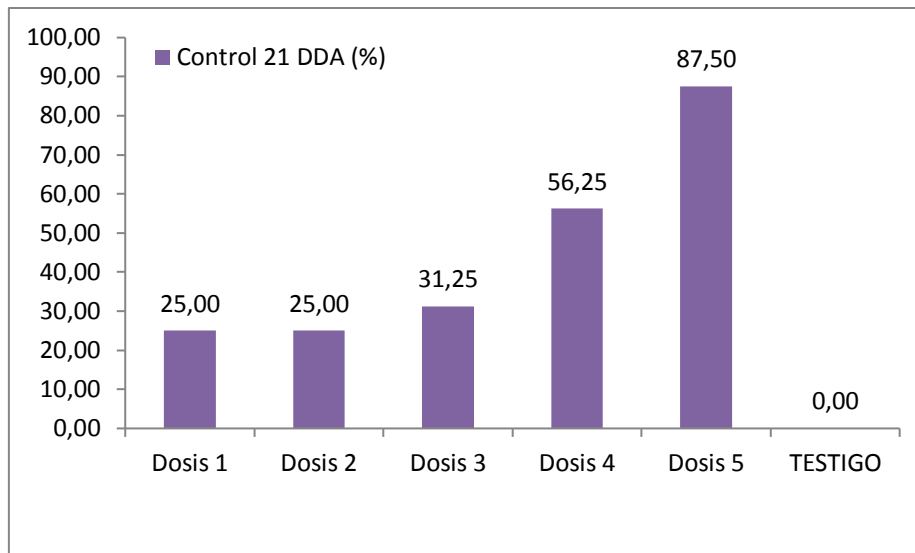


Figura 14. Porcentaje control de *Chloris virgata* con glifosato a los 21 DDA.



Figura 15. Evaluación visual de control de *Chloris virgata* con glifosato a los 21 DDA.

La determinación de la DL50 a partir del recuento de plantas muertas mediante un ajuste con un modelo Probit mostró un valor de **2.586 g/ha (3,90 LPF/ha)** de glifosato (Figura 16). La determinación de la DL50 del biotipoS “General Pico, mostró un valor de **927 g/ha (1,4 LPF/ha)**.

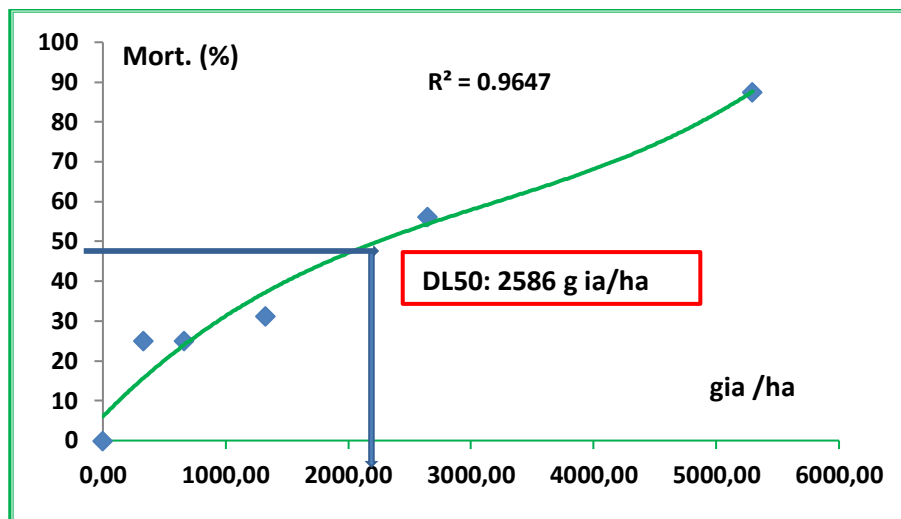


Figura 16. Dosis Letal50 en el control de *Chloris virgata* con glifosato a los 21 DDA

### Evaluación en la eficacia de control de *Chloris* con haloxifop-P-metil en 3-4 hojas.

Los resultados de control obtenidos a los **10 DDA** con haloxifop p metil mostraron altos niveles de eficacia en todas las dosis evaluadas. El control obtenido con la D1 (75%) superó el porcentaje de control alcanzado por la dosis más alta de glifosato (56,25%) en el mismo estado fenológico. Las plantas sobrevivientes presentaban serios daños en sus tejidos, evidenciando una disminución en su capacidad competitiva por recursos escasos (Figura 17 y 18).

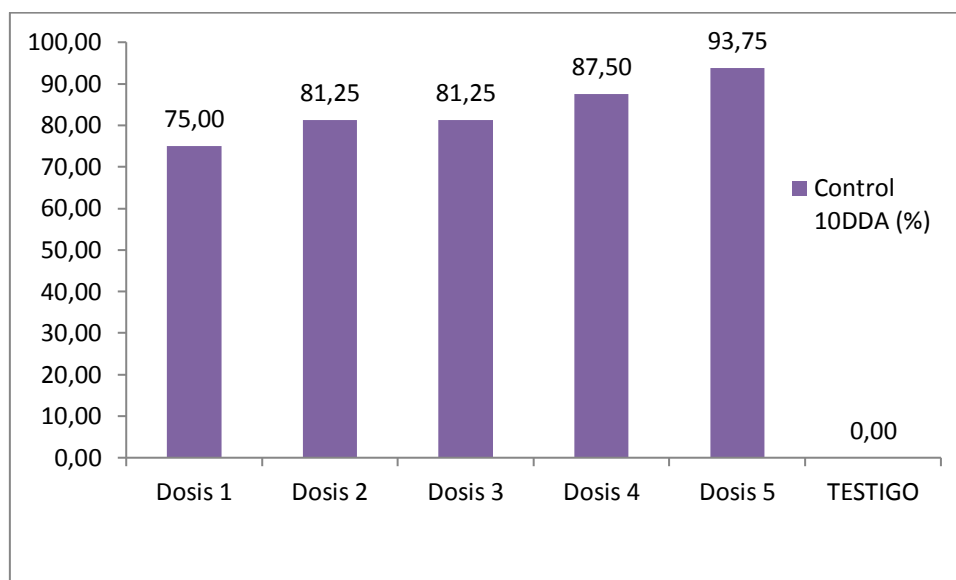


Figura 17. Porcentaje control de *Chloris virgata* con haloxifop a los 10 DDA.

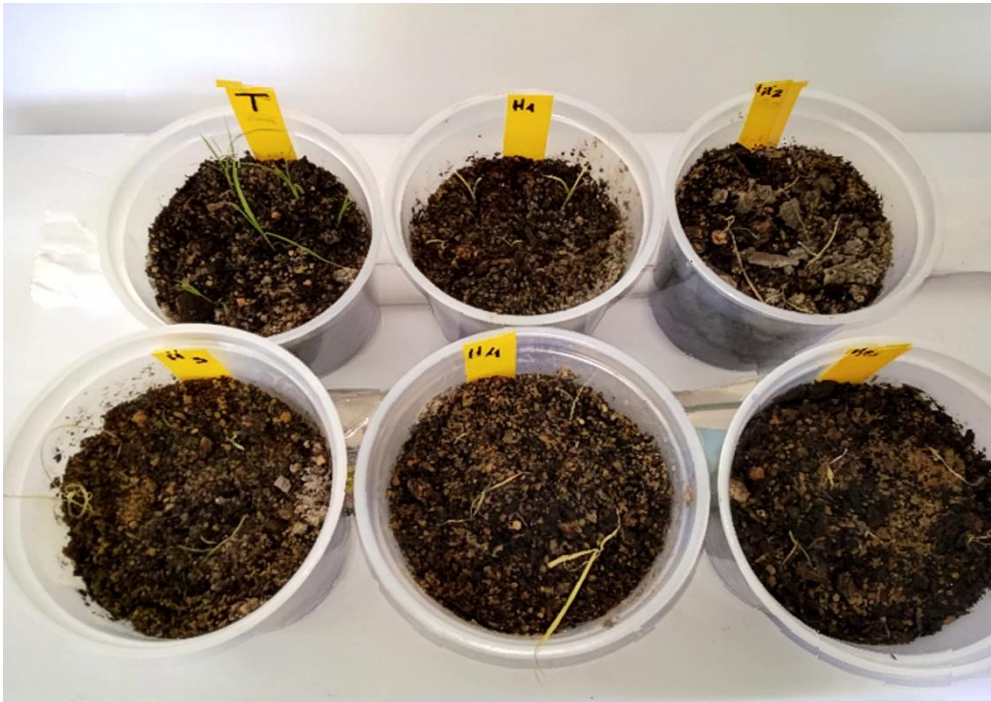


Figura 18. Control de *Chloris virgata* con haloxifop a los 10 DDA.

A los **21 DDA** con haloxifop fue posible observar 100% de control en todas las dosis evaluadas (Figura 19 y 20).

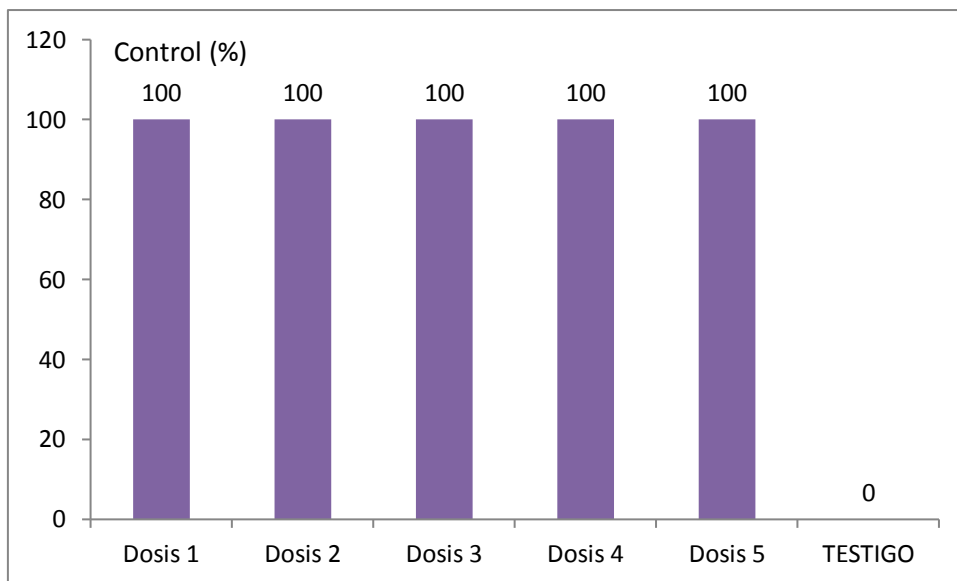


Figura 19. Porcentaje de control de *Chloris virgata* con haloxifop a los 21 DDA.





Figura 20. Control de *Chloris virgata* con haloxifop a los 21 DDA.

Los resultados observados en postemergencia temprana (premacollaje) mostraron que la baja eficacia de control con glifosato a los 10 DDA en todas las dosis evaluadas ya evidencia una importante dificultad de control de *Chloris* con glifosato en etapas tempranas de crecimiento. Estos resultados, aunque conocido el efecto fitotóxico lento del glifosato sobre muchas especies, también son corroborados con el valor alto de DL50 de **4237 g.i.a/ha (6,4 L PF/ha)** obtenido.

Estos resultados muestran un índice de mortalidad (IDL50) de **2.78** (6.4/2.3), evidenciando que se necesitan casi 3 veces más de ingrediente activo de glifosato para matar al 50 % de la población del biotipo Rio Primero en relación al biotipo General Pico.

Aunque el ajuste con el modelo ANAVA mostro significancia de las dosis evaluadas de glifosato, los resultados obtenidos a los 21 DDA mostraron una baja eficacia en la reducción del peso fresco de *Chloris* en todas las dosis evaluadas. Estos resultados fueron corroborado en las determinaciones mediante curvas dosis-respuesta utilizando el modelo log-logístico con aplicación de glifosato en dosis crecientes. Los resultados obtenidos mostraron que la dosis que reduce el 50% del peso fresco en relación al testigo sin herbicida (ED50) es de **623 g/ha (0,94 LPF/ha)**, encontrándose este valor entre las dosis D1 y D2 evaluadas.

Las ED50 obtenidas mediante curvas dosis respuestas evidenciaron que el biotipo Rio Primero resulto **4.09 veces** más resistente al glifosato en comparación con la población "General Pico (S). *Estos valores indicarían que el biotipo Rio Primero podría presentar resistencia al glifosato (IR > 2.5)*. Estos resultados también se tornan significativos en relación a aquellos obtenidos por Ustarroz (2013) donde en base a

evaluaciones de resistencia a glifosato de los biotipos Manfredi (S) y Almafuerte obtuvo valores de ED de 293,17 y 498,11, respectivamente.

Es importante destacar que las curvas dosis-respuesta de los biotipos (R y S) no son paralelas, lo que indica que la causa de la resistencia del biotipo R es debido a otros mecanismos de resistencia adicionales a la modificación del sitio de acción (Streibig *et al.*, 1993).

La evaluación de la eficacia de control a los **21 DDA** mostró que el comportamiento del glifosato a dosis comercial y en el estado fenológico recomendado por marbete no fue el esperado debido a que no llega a alcanzar el 50% del control total. A partir de la dosis 4 (56,25%) se observó un control apenas superior a la ED50, alcanzando solo la D5 (5296 g ia/ha) un valor aceptable de control (87 %) a nivel de campo.

Estos valores representarían un problema al momento de la implantación de los cultivos, debido a la competencia que esta maleza ejercería hasta el cierre del cultivo. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede observar un alto grado de tolerancia de esta maleza al herbicida, coincidiendo con lo relatado por Metzler *et al.* (2014) al describir a *Chloris virgata* como poco sensible al glifosato.

Ashigh y Schroeder (2013) también informaron sobre baja eficacia de control de *Chloris* con glifosato, atribuyendo ese efecto a la tolerancia natural de la maleza a ese herbicida.

La baja eficacia observada en el porcentaje de control visual es corroborado por aquellos obtenidos de la DL50 mediante un ajuste con un modelo Probit, en la que se alcanzaron valores de 2.586 g ia/ha (3,90 L PF/ha) de glifosato para el biotipo Rio primero (Figura 16) y 927 g ia/ha (1,4 LPF/ha) para el biotipo General Pico.

Estos resultados mostraron nuevamente un índice de mortalidad (IDL50) de 2.78 (3.90/1.4), evidenciando que se necesitan casi 3 veces más de ingrediente activo de glifosato para matar al 50 % de la población del biotipo Rio Primero en relación al biotipo General Pico.

La eficacia de control obtenida con haloxyfop son coincidentes con los obtenidos por Ustarroz (2015) y Metzler *et al.* (2014) al obtener resultados satisfactorios a los 21 DDA y en todas las dosis evaluadas. Es importante destacar que las aplicaciones se realizaron en 3–4 hojas, por lo que la eficacia del principio activo es mayor.

Los resultados obtenidos permiten pensar en alcanzar un buen control de *Chloris* con haloxyfop a bajas dosis y con menores costos (Tabla 8), siendo necesario destacar que para alcanzar estos objetivos es necesario llevar un correcto plan de monitoreo de la maleza con el objetivo de dirigir la aplicación en su estado fenológico más susceptible y considerando el stand máximo de emergencia en el lote.

Tabla 8. Precios productos comerciales y dosis/ha. (Márgenes Agropecuarios, Mayo 2016).

Producto	US\$/l o kg	Dosis (cc)/ha	US\$/ha
<b>Glifosato</b>	<b>6,7</b>	500	3,35
		1000	6,7
		<b>2000</b>	<b>13,4</b>
		4000	26,8
		8000	53,6
<b>Haloxifop</b>	<b>65</b>	25	1,63
		50	3,25
		<b>100</b>	<b>6,5</b>
		200	13
		400	26

Con los resultados obtenidos, se puede observar que para alcanzar un control de 95% con glifosato se necesita **4913.4gia/ha(7,8 LPF/ha)** el cual genera un costo de **52,26 US\$/ha**. Para obtener el mismo control con haloxifop-P-metil, se lo puede obtener con la mínima dosis evaluada (**13,5 gia/ha**), siendo necesario que las malezas a campo estén en estado 3-4 hojas. Los resultados también evidencian que con la utilización de las menores dosis de haloxifop P metil puede se logra el control total y seguro, con un costo mucho menor que glifosato, siendo de 6,5 US\$/ha. Estos resultados de control solo son posibles obtener a nivel de campo en base a un estricto plan de manejo del cultivo en general y de malezas en particular.

### Evaluación de tratamientos postemergentes en macollaje de *Chloris virgata*.

La evaluación visual a los **10 DDA** permitió evidenciar un porcentaje de control muy bajo en todas las dosis evaluadas, sin mostrar diferencias significativas entre las dosis 3 a 5 y con el testigo sin herbicida. La dosis más alta evaluada (D5) solo alcanzó un 18,75% de control, el cual está muy lejos de llegar a un valor aceptable a nivel de campo (Figura 21 y 22).

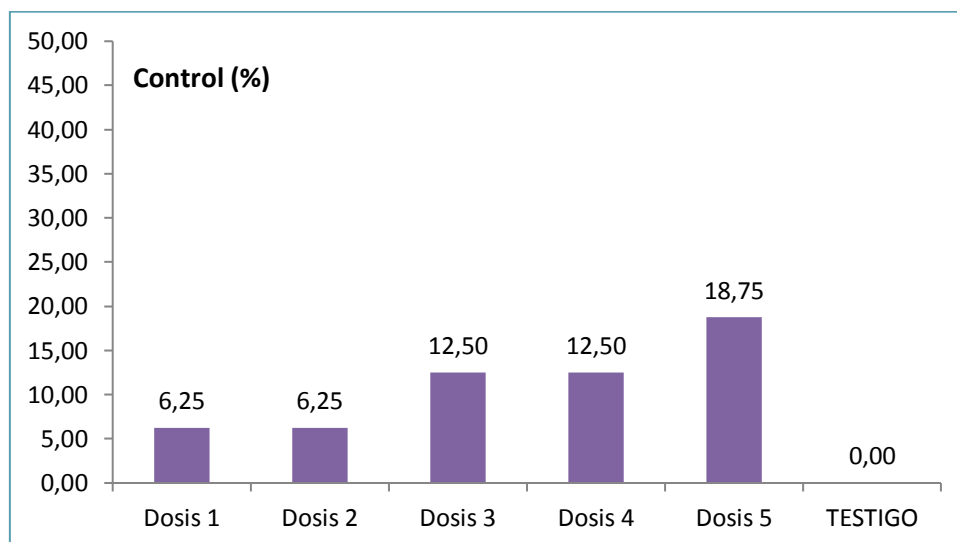


Figura 21. Porcentaje control de *Chloris virgata* en macollaje con glifosato a los 10 DDA.



Figura 22. Evaluación visual de control de *Chloris virgata* en macollaje con glifosato a los 10 DDA.

La determinación de la DL50 a los 10 DDA mediante un ajuste con el modelo Probit mostró un valor **10.943g.i.a/ha** de glifosato (**16.53LPF/ha**)(Figura 23). Estos resultados muestran un incremento de casi el **260 %**de ingrediente activo por hectárea de glifosato necesarios para matar al 50 % de la población expuesta en aplicaciones tardías en macollaje en relación a las realizadas en etapas tempranas de crecimiento (premacollaje).Este incremento en la DL50 en etapas de control tardío significan un incremento en el costo de aplicación de **110,75 US\$/ha**.

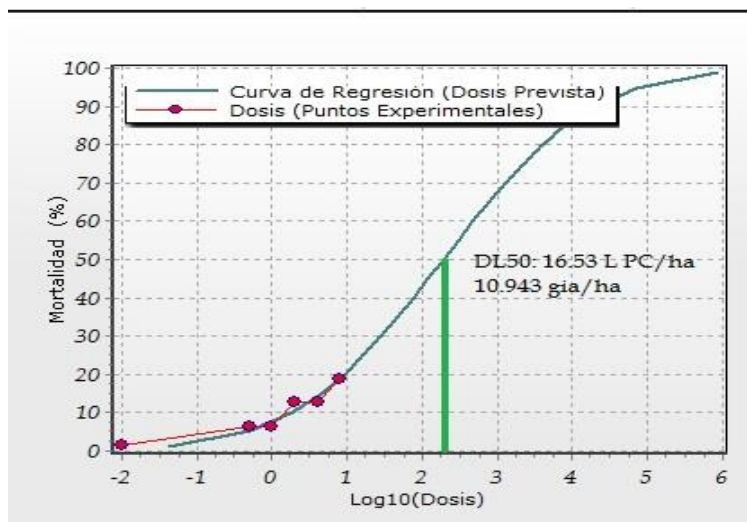


Figura 23: Dosis Letal50 en el control de *Chloris virgata* en macollaje con glifosato a los 10 DDA.

Los efectos de las dosis evaluadas (tratamientos) de glifosato a los **21 DDA en macollaje**, mediante el ajuste con un modelo ANAVA mostró significancia del factor tratamiento con un  $p < 0,0389$  (Tabla 9).

Tabla 9. Valor de significancia del factor tratamientos con herbicidas mediante cálculo de ANAVA.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8.94	5	1.79	2.99	0.0389
DOSIS	8.94	5	1.79	2.99	<u>0.0389</u>
Error	10.76	18	0.60		
<b>Total</b>	<b>19.70</b>	<b>23</b>			

También fue posible observar que las diferencias entre las medias de los tratamientos (Tabla 10) mediante la prueba LSD mostro que no hubo diferencias significativas en la reducción del peso fresco entre las dosis D1, D2 y el testigo sin herbicida. De igual manera no se observaron efectos importantes de las dosis D3, D4 y D5, no mostrando diferencias significativas en la reducción del peso fresco entre las, pero si con el testigo sin herbicida, alcanzando solo la D5 un valor de casi 90% de reducción de peso fresco (Tabla 10; Figura 24).

Tabla 10. Medias y diferencias significativas entre tratamientos mediante prueba LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.14864.

<i>Error: 0.5978 gl: 18</i>				
DOSIS	MediasRed (%)	n	E.E.	
5296.0	0.23	89	4 0.39	A
2648.0	0.86	60	4 0.39	A B
1324.0	0.87	60	4 0.39	A B
662.0	1.28	42	4 0.39	A B C
331.0	1.45	34	4 0.39	B C
0.0	2.20	0	4 0.39	C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)*

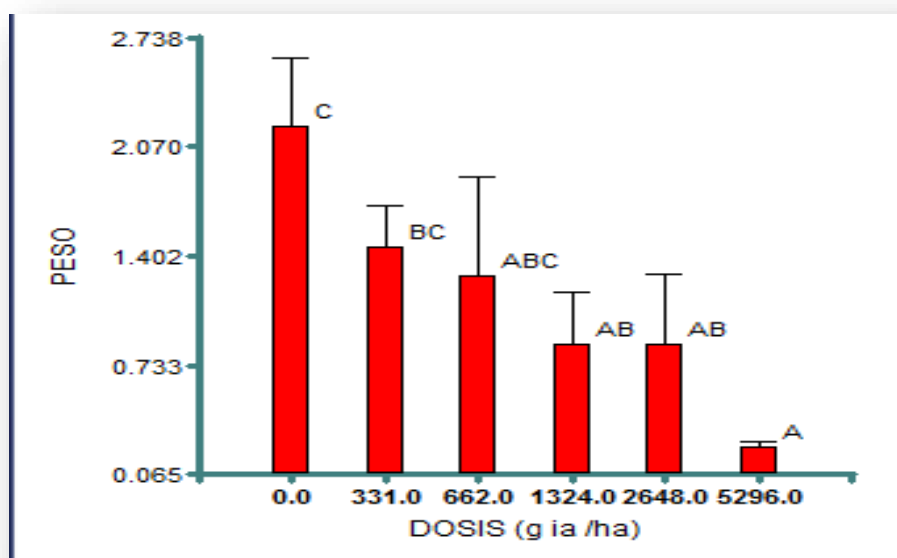


Figura 24. Medias y diferencias significativa entre dosis de glifosato mediante prueba LSD.

El ajuste de la relación peso fresco en función de la dosis (dosis-respuesta) mediante un modelo de regresión no lineal mostró valor de **ED50 de 821 g a.i./ha**, expresando un aumento de más de **30 % de dosis** en relación a las utilizadas en aplicaciones realizadas en premacollaje (Tabla 11; Figura 25 y 26).

Tabla 11. Parámetros de la ecuación log- logística utilizada para calcular las dosis de glifosato requeridas para la reducción del 50 % del peso fresco (ED 50) de las poblaciones de Chlorisvirgata.

Población	Reducción de peso fresco (%)			IR
	<i>d</i>	<i>b</i>	ED <sub>50</sub> (g.a.i ha <sup>-1</sup> )	
Río Primero (premacollaje)	103.96	2.32	623 = 0.94 L/ha	814/623=1.31
Río Primero (macollaje)	101.22	0.96	814= 1.23 L/ha	

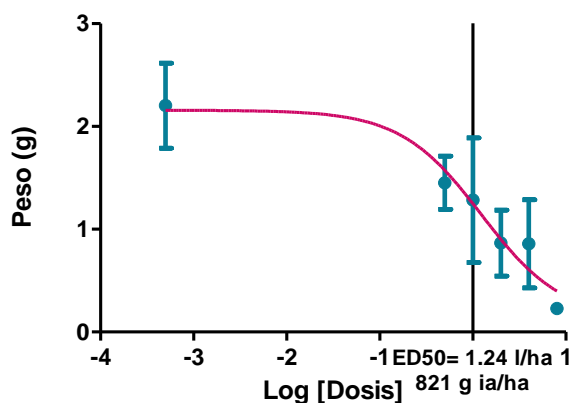


Figura 25. Curvas Dosis-Respuesta con glifosato sobre dos biotipos de *Chloris virgata* 21 DDA.

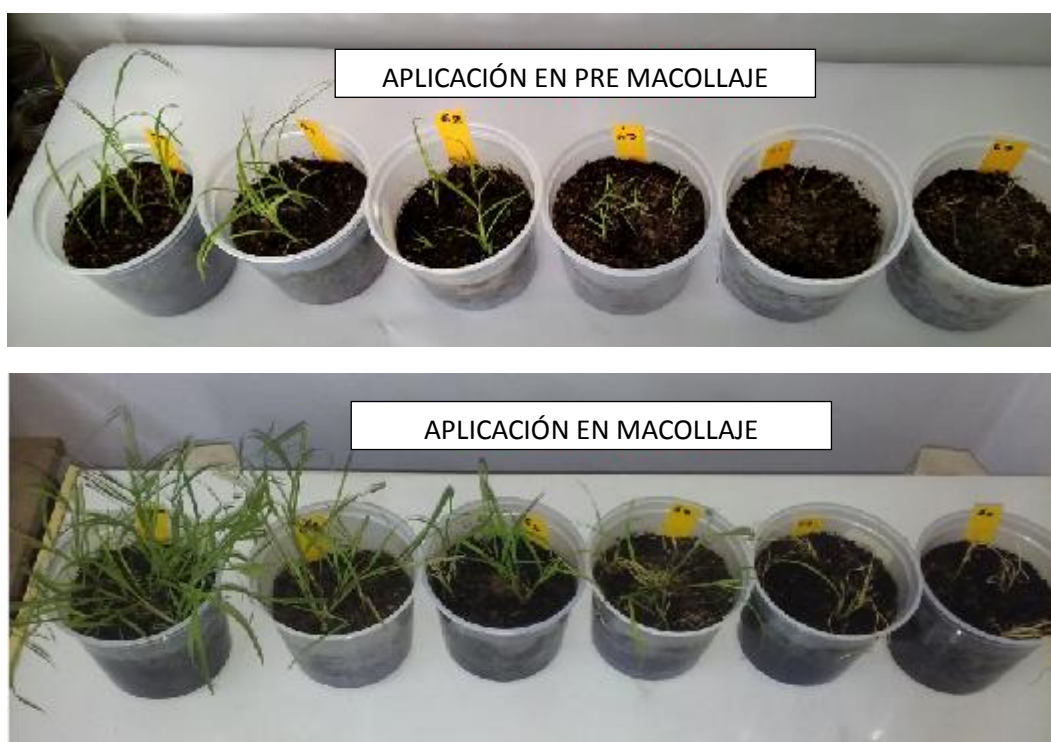


Figura 26. Dosis-Respuesta con glifosato sobre *Chloris virgata* en distintos estadios fenológicos

En la evaluación visual de control a los **21 DDA** se observó que las dosis D1, D2, y D3 ejercen un pobre control sobre la maleza (12,5%, 12,5%, y 25%, respectivamente), sin mostrar diferencias significativas entre ellas. La dosis 4 presentó un control levemente diferenciado a los anteriores (43,75%), mientras que la dosis 5 generó un mayor porcentaje de control (68,75%) pero aún lejos de un valor de control aceptable a nivel de campo (90-95 %) (Figura 27 y 28).

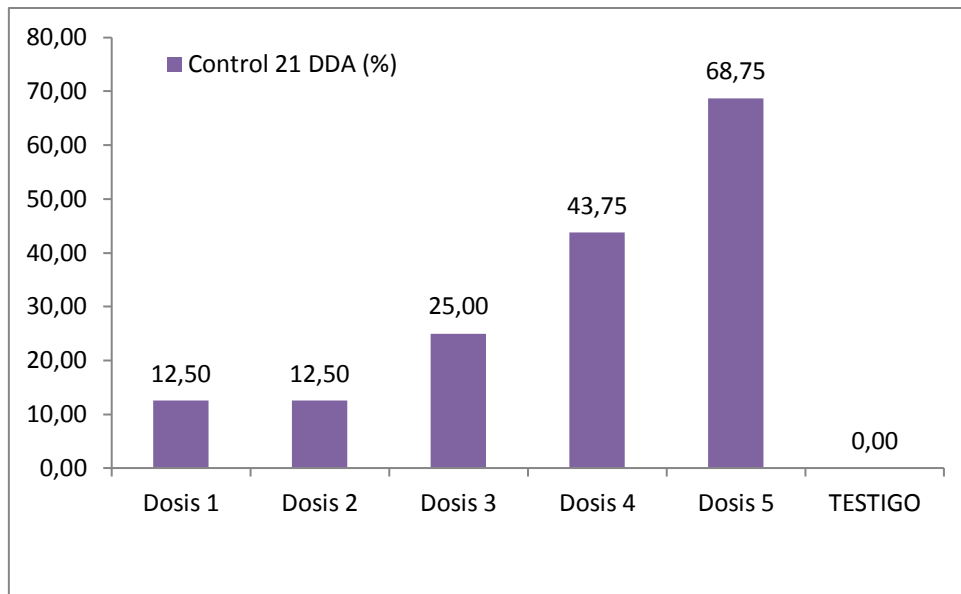


Figura 27. Porcentaje de control de *Chloris virgata* en macollaje con glifosato a los 21 DDA.



Figura 28. Evaluación visual de control de *Chloris virgata* en macollaje con glifosato a los 21 DDA

La baja eficacia en el porcentaje de control visual también fue observada en los obtenidos en la DL50 mediante un ajuste Probit, en la que se alcanzaron valores de **3595 g/ha (5.4 L PF/ha)** de glifosato para el control en macollaje (Tabla 12 y Figura 29) y **2586 g/ha (3.9 LPF/ha)** para el control en 3-4 hojas. Estos valores muestran un **incremento de casi 40 % en la dosis de glifosato** en aplicaciones en macollaje en relación a aplicaciones tempranas para alcanzar una mortalidad del 50% en relación a un testigo sin herbicida.



Tabla 12. Parámetros del modelo Probit y cálculo de DL50 en el control de *Chloris* en macollaje con glifosato a 21 DDA.

Parámetros	Est.	E.E.	Wald LI (95%)	Wald LS (95%)	Wald Chi <sup>2</sup>	p-valor
Constante	-1.38	0.23	-1.82	-0.93	36.99	<0.0001
DOSIS	0.25	0.05	0.15	0.36	21.84	<0.0001

DL50: 1.38/0.25:3600 **gia/ha= 5.4L/ha**

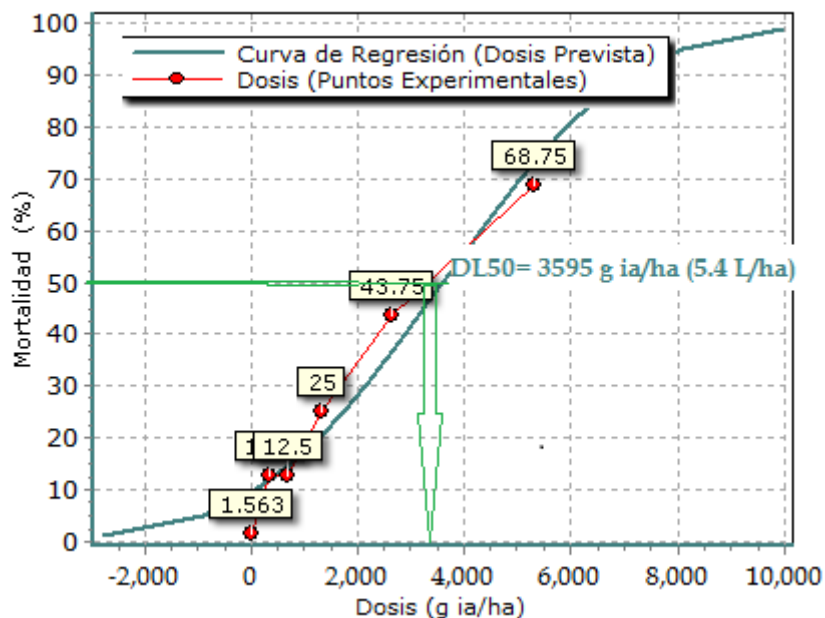


Figura 29. Dosis Letal 50 en el control de *Chloris virgata* en macollaje con glifosato a los 21 DDA.

### Evaluación en la eficacia de control de *Chloris* con haloxifop-Pmetil en macollaje.

La evaluación visual de control a los 10 DDA de los tratamientos evidenció que no hubo diferencias significativas la dosis comercial (54 g ia/ha) con el testigo sin herbicidas (Figura 30 y 31).

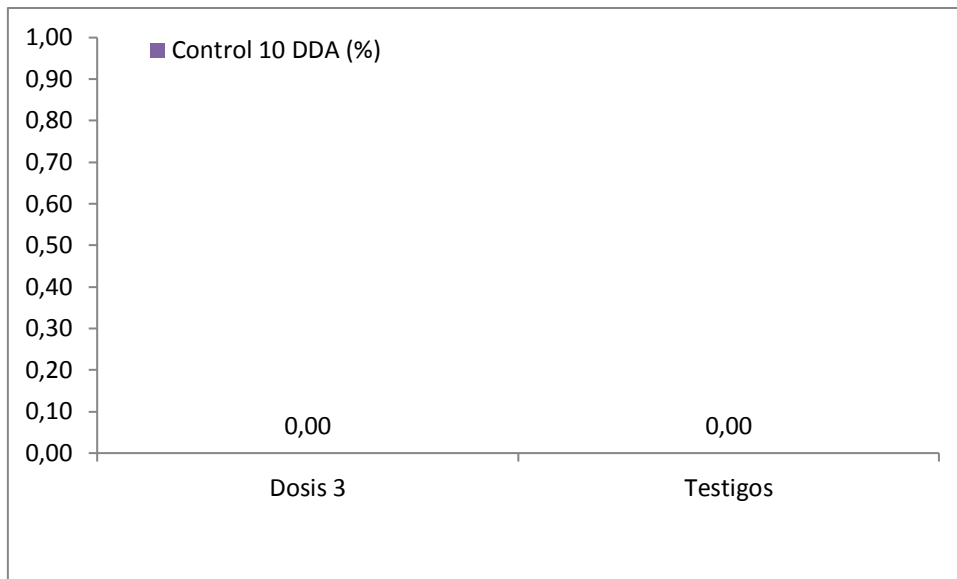


Figura 30. Porcentaje control de *Chlorisvirgata* con haloxifop en macollaje a los 10 DDA.



Figura 31: Control de *Chlorisvirgata* con haloxifop en macollaje a los 10 DDA.

A los **21 DDA** con haloxifop fue posible observar un 91,75% de control en la dosis evaluada (Figura 32 y 33).

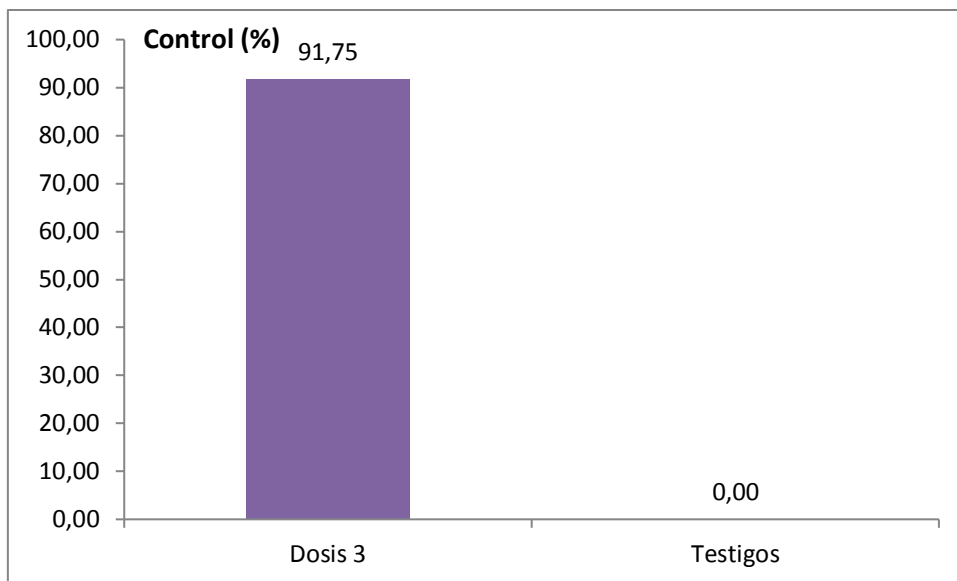


Figura 32: Porcentaje de control de *Chlorisvirgata* con haloxyfop a los 21 DDA.



Figura 33: Control de *Chlorisvirgata* en macollaje con haloxyfop a los 21 DDA.

Los resultados observados en aplicaciones en macollaje de *Chloris virgata* mostraron la baja eficacia de control con glifosato a los 10 DDA en todas las dosis evaluadas. Comparando los distintos momentos de aplicación se evidencia un aumento importante en la dificultad de control de *Chloris* con glifosato en la etapa de macollaje. Estos resultados, aunque conocido el efecto fitotóxico lento del glifosato sobre muchas especies, también son corroborados con la mayor cantidad de g.i.a/ha para alcanzar el valor de DL50 de **10943 g.i.a/ha(16,53 L PF/ha)** obtenido.

Estos resultados muestran un índice de mortalidad (IDL50) de **2.58** (16.53/6.4), evidenciando que se necesitan casi 3 veces más de ingrediente activo de glifosato para matar al 50 % de la población del biotipo Rio Primero en el estadio fenológico de macollaje en relación a los necesitados en premacollaje.

Aunque el ajuste con el modelo ANAVA mostro significancia de las dosis evaluadas de glifosato, los resultados obtenidos a los 21 DDA nuevamente mostraron baja eficacia en la reducción del peso fresco de *Chloris* en todas las dosis evaluadas. Estos resultados corroborados en las determinaciones mediante curvas dosis-respuesta mostraron que la dosis para alcanzar una reducción de 50% del peso fresco en relación al testigo sin herbicida (ED50) de **821 g ia/ha (1,24 LPF/ha)** encontrándose este valor entre las dosis D2 (662 g/ha) y D3 (1324 g/ha) evaluadas. Este significativo valor de ED50 obtenido en este biotipo en macollaje resulto **1.31 veces** más resistente al glifosato en comparación con el anterior estado fenológico de aplicación, lo que evidencia la mayor dificultad para su control.

La evaluación de la eficacia de control a los **21 DDA** mostró nuevamente que el comportamiento del glifosato a dosis comercial en este estadio fenológico es bajo, alcanzando solo el 25% del control total. Comparando con el anterior momento de aplicación se reduce su modo de acción en un (20%)

Estos valores representarían un mayor problema debido a la competencia ejercida por la maleza al cultivo. Los resultados obtenidos se permiten observar un alto grado de tolerancia de esta maleza al herbicida generando un aumento en la dosis de aplicación requerida para su control.

La baja eficacia observada en el porcentaje de control visual es corroborada por la comparación de los datos obtenidos de la DL50 mediante un ajuste con un modelo Probit. En momento de premacollaje son requeridos **2.586 g/ha (3,90 L PF/ha)** de glifosato y en macollaje **3595 g/ha (5,4 LPF/ha)** de glifosato. Estos resultados mostraron nuevamente un índice de mortalidad (IDL50) de **1.38** (5.40/3.90), evidenciando que se necesitan casi 1,5 veces (50%) más de ingrediente activo de glifosato para matar al 50 % de la población del biotipo Rio Primero en estado fenológico de macollaje que en premacollaje

La eficacia de control obtenida con haloxifop solo es satisfactoria a los 21 DDA en la dosis evaluada, evidenciando un control bajo a los 10 DDA en aplicaciones en macollaje. Los resultados obtenidos permiten especular en alcanzar un buen control de *Chloris* con haloxifop a dosis comercial permitiendo mantener prácticamente libre de competencia de *Chloris* hasta que cierre el cultivo de soja.

Con los resultados obtenidos, es posible especular que para lograr un control de 95% con glifosato en macollaje de *Chloris virgata* necesitaríamos **6830 g/ha (10,32 LPF/ha)** el cual nos generaría un costo de **69 US\$/ha**; mientras que para obtener un control similar en premacollaje es necesario **52,26 US\$/ha**, lo que representa un incremento de casi **33 %** en el costo de control en aplicaciones tardías en macollaje.

Un adecuado control con haloxifop-P-metil, se lo puede alcanzar con dosis menores de haloxifop P metil, aun con la dosis comercial **54 g/ha (100 cc/ha)** donde se obtiene un control eficaz, con un costo mucho menor que glifosato (**6,5 US\$/ha**)(Tabla 13.). Para alcanzar estos últimos valores de control solo son posibles obtener a nivel de campo en base a un estricto plan de manejo del cultivo en general y de malezas en particular.

Tabla 13: Precios productos comerciales y dosis/ha. (Márgenes Agropecuarios, Mayo 2016).

Producto	US\$/l o kg	Dosis (cc)/ha	US\$/ha
<b>Glifosato</b>	6,7	500	3,35
		1000	6,7
		<b>2000</b>	<b>13,4</b>
		4000	26,8
		8000	53.6
<b>Haloxifop</b>	65	100	<b>6,5</b>

## ESTRATEGIAS DE MANEJO ALTERNATIVO DE *CHLORIS VIRGATA* EN LA REGIÓN DEL NORTE DE CÓRDOBA

El control de malezas en las últimas dos décadas ha cambiado notoriamente, y en la mayoría de los casos la dependencia del control químico ha reducido el uso de las prácticas culturales de control. A esto se suma la reducción en la siembra de un cultivo de invierno, como es el trigo, debido a problemáticas políticas de los últimos años en el país, lo que deja al suelo sin cobertura y favorece la colonización de malezas.

Las estrategias de manejo de *Chloris virgata* deberían integrar métodos culturales, físicos y químicos. Estos métodos pueden influenciar tanto la densidad de la población de la maleza (p. ej., el número de individuos por unidad de superficie) y/o el desarrollo de la misma (producción de biomasa y cobertura del suelo).

Los **métodos culturales** que podemos incluir para el control de *Chloris virgata* son:

- Monitoreo de la maleza según características bioecológicas (ciclo, época de germinación, ecofisiología, etc.).
- Rotación de cultivos.
- Utilización de cultivos de cobertura durante la época invernal.
- Uso de barbechos.
- Manejo de los residuos de cosecha.
- Elección de época de siembra del cultivo, densidad y espaciamiento entre plantas para lograr un rápido cerrado de surco.
- Selección del genotipo del cultivo.
- Empleo de semillas de buena calidad.

Como **método físico** de manejo se podría plantear un control mecánico superficial para lotes muy infestados o en manchones puntuales dentro del mismo.

En caso de optar por **controles químicos** se debe tener en cuenta:

- Tecnología de aplicación (maquina a utilizar, calibración de la misma, producto utilizado a dosis correcta, velocidad de avance, tamaño de gota, agregado de coadyuvantes, etc.).
- Condiciones ambientales al momento de aplicación ( $T^{\circ}$  menor a 25 °C, HR mayor al 60 % y viento menor a 10 km/h).
- Rotación de herbicidas con distinto modo de acción para evitar el desarrollo de resistencia por parte de la maleza.
- Aplicación en estado fenológico de más susceptibilidad (2 a 4 hojas verdaderas).

## CONCLUSIONES

**En base a los resultados obtenidos y en las condiciones en que se desarrolló el ensayo es posible concluir que:**

- *Chloris virgata*, biotipo Rio Primero es tolerante al herbicida glifosato aplicado en dosis comerciales en diferentes estados fenológicos (3-4 hojas y macollaje).
- *Chloris virgata*, biotipo Rio Primero presenta una alta sobrevivencia a dosis comerciales en el estado fenológico de 3-4 hojas de la maleza (momento recomendado por marbete para un control eficaz).
- *Chloris virgata*, biotipo Rio Primero presenta un aumento progresivo de la resistencia al herbicida glifosato a medida que avanza en estado fenológico.
- *Chloris virgata*, biotipo Rio Primero es 4 veces más resistente (IR:4.09) al glifosato en comparación con un biotipo sensible (General Pico, La Pampa) en el estado fenológico de 3-4 hojas.
- *Chloris virgata*, biotipo Rio Primero es sensible al herbicida haloxifop a partir de dosis igual o superior a 13.5 g/ha en el estado fenológico de 3-4 hojas de la maleza. En estado de macollaje se obtienen valores apropiados de control con la utilización de dosis comercial recomendada.
- Para lograr un control de 95% con glifosato en macollaje de *Chloris virgata* representa un incremento de casi **33 %** en el costo de control en relación a aplicaciones en premacollaje.
- Para obtener controles eficaces de *Chloris virgata*, reducir su difusión y presión de selección a herbicidas es necesario conocer sus características bioecológicas y establecer un estricto plan de manejo del cultivo en general y de malezas en particular.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

El aumento de la producción agrícola es una necesidad y un reto en todo el mundo. Una de las reservas de producción en la agricultura radica en la disminución del daño causado tradicionalmente por las malezas. El desarrollo de sistemas de manejo de malezas que posibiliten reducir los gastos de eliminación de estas y aumentar los rendimientos de los cultivos es una necesidad primaria.

Las autoridades agrícolas deben apoyar y destinar recursos para mejorar el control de malezas. Este apoyo debe ir dirigido a la investigación y a la capacitación de los trabajadores de extensión agrícola y de los productores en materia de manejo integrado de malezas.

Una vía para lograr los objetivos indicados puede ser la ejecución de proyectos en esta especialidad, para lo cual los gobiernos deberán incluir el componente de manejo de malezas dentro de sus prioridades de desarrollo agrícola a la hora de discutir planes prospectivos.



## BIBLIOGRAFIA

- Anderson, D. E.** 1974. Taxonomy of the genus *Chloris* (Gramineae). Brigham Young Univ. Sci. Bull., Biol. Ser. 19(2): 1-133.
- Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Casanoves F., Di Rienzo J.A., Robledo C.W.** 2008. Infostat. Manual Del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina
- BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and Chemical Industry).** 2001. Estadios de las plantas mono y dicotiledóneas. Centro Federal de Investigaciones Biológicas para Agricultura y Silvicultura. Limburgerhof, Alemania. 144 p.
- Christoffoleti, Pedro Jacob.** 2002. Curvas de dose-resposta de biótipos resistente e suscetível de *Bidens pilosa* L. aos herbicidas inibidores da ALS. *Scientia Agricola*, 59(3), 513-519. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162002000300016>
- Clayton, W. D. y S. A. Renvoize.** 1986. Genera graminum grasses of the world. Royal Botanic Gardens. Kew, UK. 389 pp.
- CONABIO (Mexico):** malezas de Mexico, *Chloris virgata*. <<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/chloris-virgata/fichas/ficha.htm#1>> Consultada 07/05/2016
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2015.** Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- FAO,** 2007. Manejo de poblaciones de malezas resistentes a herbicidas. <<http://www.fao.org/3/a-a1422s.pdf>> Consultada 07/05/2016
- FAO,** 2008. Recomendaciones para el manejo de malezas. <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0884s/a0884s.pdf>> Consultada el 07/05/2016
- INTA,** Carta de suelos de la provincia de Córdoba, serie Sagrada familia. Consultada 15/05/2016.
- Google earth,** ubicación del establecimiento.
- Maleza cero,** 2013. Pusimos la pesadilla de las malezas en su sitio. Buenos Aires. <<http://www.malezacero.com.ar/gomphrena-gomphrena-pulchella/>> Consultada 07/05/2016.
- O.A. Fernandez.** 1982. Manejo integrado de malezas, revista Scielo.
- AAPRESID.** Mapa de malezas en Argentina. <<http://www.aapresid.org.ar/rem/%20mapa-de-malezas/>> Consultada 07/05/2016
- Metzler M., Papa J.C. y Tuesca D.** 2014. Chloris spp. Un problema en franca expansión.
- Molina, A. R.** 2005, 2007. Malezas Argentinas Tomo 1, pág. 31.
- Novo, R. J.; A. R. Cavallo, C. L. Cragnolini, R. A. Nóbile, E. R. Bracamonte, M. Y. Conles, G. A. Ruosi, A. I. Viglianco.** 2014. Protección vegetal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba. Argentina.

**Rainero, Hector P.** 2008. Problemática del manejo de malezas en sistemas productivos actuales. Estacion Experimental Agropecuaria Manfredi. INTA. Córdoba. Argentina.

**Seefeldt Ss, Jensen Se, Fuerst Ep,** 1995. Log-logistic analysis of herbicides dose-response relationship. *Weed Technology*. 9:218-227.

**Seefeldt, S.S.; Jensen, S.E.; Fuerst, E.P.** Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationship. *Weed Technology*, v.9, p.218-227, 1995.

**Streibig, J.C.; Rudemo, M.; Jensen, J.E.** Dose-response curves and statistical models. In: STREIBIG, J.C; KUDSK, P. (Ed.) *Herbicide bioassay*. Boca Raton: CRC Press, 1993. P.30-35.

**Ustarroz, Diego.** 2015. Dinámica de emergencia de *Chlorisvirgata* y su control con herbicidas. <<http://www.aapresid.org.ar/rem/dinamica-de-emergencia-de-chloris-virgata-y-su-control-con-herbicidas/>> Consultada 10/05/2016.

**WeedScience**<<http://weedsience.org/graphs/geochart.aspx>> Consultada 15/05/2016.