

AUTRAN, VALERIA

Fitotoxicidad y cont

73984

2015

73984



CREER...CREAR...CRECER

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO

Facultad de Agronomía y Veterinaria

Tesis Doctoral

**FITOTOXICIDAD Y CONTROL DE MALEZAS CON
DIFERENTES HERBICIDAS EN *Adesmia bicolor* (Poir.) DC**

Ing. Agrónoma Valeria Autrán

2015

6 5 5 4

MFI:
Clasif:
T.951

El presente trabajo para optar al grado de Doctor en Ciencias Biológicas fue realizado en la Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Río Cuarto.

Doctorando:

Autrán, Valeria Alejandra

Director:

Dr. Eduardo Carlos José María Puricelli

Co-Director:

Dr. Javier Alberto Andrés

Comisión Asesora y Tribunal de Tesis

Dr. Sergio Gabriel Alemanno


Dra. Mariel Gladis Perreta


Dr. Mario Ricardo Sabattini

Dedicada a mi familia

Agradecimientos:

A Dios que me acompaña en cada día de mi vida.

A mi director de tesis Dr. Eduardo Puricelli por confiar siempre en mí, por acompañarme en mis primeros pasos en la investigación científica, su seguimiento y su tiempo.

A mi co-director Dr. Javier Andrés por brindarme su apoyo, cariño y respeto.

A los miembros del jurado: Dr. Sergio Gabriel Alemán, Dra. Mariel Gladis Perreta y Dr. Mario Ricardo Sabattini por sus sugerencias siempre constructivas a favor del mejoramiento de este trabajo.

A la Secretaría de Posgrado de la Universidad Nacional de Río Cuarto y a la Facultad de Agronomía y Veterinaria.

A mis compañeros de trabajo: Mónica, Sara, Teresa, Luciana, Rosana y Hugo por su ayuda, paciencia y contención día a día.

A mi esposo por acompañarme siempre y colaborar en mi tarea dentro y fuera de la universidad.

A mis padres y hermanas por su amor y por su ejemplo de vida y trabajo.

En especial a lo más importante que tengo en la vida... mis hijas Ernestina y Guillermina por el amor y cariño que me brindan cada día; por darme el título máspreciado... ser mamá.

RESUMEN:

Adesmia bicolor es una leguminosa perenne, nativa, naturalmente presente en los pastizales de ambientes serranos y de pedemonte en Argentina. Actualmente se están realizando estudios para introducir esta especie como cultivo con el fin de utilizarla como pastura pura o consociada con otras forrajeras. Uno de los objetivos de este trabajo fue evaluar el efecto fitotóxico de diferentes dosis de los herbicidas 2,4-DB e imazetapir sobre *A. bicolor* y el control de sus malezas latifoliadas asociadas. Se realizó un ensayo a campo durante 2009 y 2010, con un diseño de parcelas divididas donde la parcela mayor fue el tipo de herbicida (2,4-DB e imazetapir) y la parcela menor la dosis (1/4 X, 1/2 X, 1 X, 2 X, 4 X, 8 X), siendo X = 250 g i.a. ha⁻¹ para 2,4-DB y X=100 g i.a. ha⁻¹ para imazetapir), con tres repeticiones para cada tratamiento. Los resultados de fitotoxicidad en *A. bicolor* y eficacia de control mostraron que es posible controlar la mayoría de las malezas de la región de estudio con imazetapir a la dosis de 100 g i.a. ha⁻¹. Esta dosis combina baja fitotoxicidad y un buen control de malezas. Si bien con 2,4-DB se logra buen control de malezas, el herbicida es extremadamente fitotóxico para *A. bicolor*. Los estudios de habilidad competitiva destacan la importancia de un control temprano de malezas en *A. bicolor* especialmente durante su implantación. Por otro lado, se compararon otros herbicidas disponibles y potencialmente capaces de ser utilizados en los cultivos de leguminosas y se concluyó que los estudios preliminares de aplicación de herbicidas fomesafén, bentazón como así también de glifosato sobre *A. bicolor* manifestaron severos efectos fitotóxicos. En los estudios anatómicos se determinó que 2,4-DB en todas las dosis usadas produce letales cambios anatómicos microscópicos e irreversibles tanto en folíolos como ápices de *A. bicolor*. Los efectos letales de imazetapir en dosis 2 X, 4 X y 8 X se deben a la inducción de cambios irreversibles en las células de la del mesófilo de los folíolos y también ápices. Por otro lado, este herbicida en subdosis 0,25 X, 0,5 X y a dosis comercial 1 X no produjo daño permanente ni disminuyó el rendimiento de la planta. Esta tesis ha permitido seleccionar por primera vez entre los herbicidas disponibles, el producto y la dosis que no produce efectos fitotóxicos a nivel de campo ni en estudios anatómicos en *A. bicolor*, así como el momento de aplicación más adecuado en función de la competencia de malezas para realizar un manejo eficaz y económico en *A. bicolor*.

SUMMARY:

Adesmia bicolor is a perennial legume native, naturally present in the highland grasslands and pedemonte environments in Argentina. Currently, studies are underway to introduce this species as a crop in order to use it as pure or by pooled with other forage pasture. One aim of this work was to evaluate the phytotoxic effect of different doses of the herbicide 2,4-DB and imazethapyr on *A. bicolor* and control of broadleaf weed associates. A field trial was conducted during 2009 and 2010, with a split plot design where the main plot was the type of herbicide (2,4-DB and imazethapyr) and the lowest dose plot (1 / 4 X, 1 / 2 X 1 X, 2 X, 4 X, 8 X), where X = 250 g a.i. ha⁻¹ for 2,4-DB and X = 100 g a.i. ha⁻¹ for imazethapyr), with three replicates for each treatment. The results of phytotoxicity in *A. bicolor* and control efficacy showed that it is possible to control most weeds in the study region with imazethapyr at the dose of 100 g ai ha⁻¹. This dose combines low phytotoxicity and good weed control. While 2,4-DB with good weed control is achieved, the herbicide is extremely phytotoxic to *A. bicolor*. Competitive ability studies highlight the importance of early weed control in *A. bicolor* especially during implantation. On the other hand other herbicides available and potentially capable of being used in leguminous crops were compared and concluded that preliminary studies applying herbicides fomesafen, bentazon as well as glyphosate on *A. bicolor* showed severe phytotoxic effects. In anatomical studies it was determined that 2,4-DB at all doses used produce lethal and irreversible microscopic anatomical changes in both leaflets as apices of *A. bicolor*. The lethal effects at doses of imazethapyr 2 X, 4 X and 8 X is due to the induction of irreversible changes in the mesophyll cells of the leaflets and apices. Furthermore, this herbicide in subdoses 0.25 X, 0.5 X and commercial dose 1 X produced no permanent damage or diminished performance of the plant. This thesis has allowed selecting first available herbicides between the product and the dose that produces no phytotoxic effects at field level or anatomical studies in *A. bicolor* and the most appropriate moment of application depending of the weed competition for efficient and economic management in *A. bicolor*.

Publicación en Revista Científica o Técnica (con referato)

- 2013. Autrán, Valeria; Puricelli, Eduardo; Faccini, Delma; Benitez Palazzesi, Germán y Benitez Palazzesi, Claudio. Competencia entre *Adesmia bicolor* y distintas especies de malezas. *Ciencias Agronómicas* [online] 2013, a.13N.21 (pp. 007-011). Disponible en: <[http://www.cienciasagronomicas.unr.edu.ar/revista/articulos/CA-2013_a13\(XXI\)007-011.pdf](http://www.cienciasagronomicas.unr.edu.ar/revista/articulos/CA-2013_a13(XXI)007-011.pdf)>. ISSN 1853-4333
- 2013. Autrán, V. A., Puricelli, E. C., & Andrés, J. A. (2013). Fitotoxicidad de herbicidas postemergentes sobre *Adesmia bicolor* (Poir.) DC y control de malezas asociadas. *AGRISCIENTIA*, 30(2), 57-67.
- 2009. Autrán, VA, Puricelli EC. 2009. "Herbicide effect on *Adesmia bicolor*, a forage leguminous of marginal areas" A32 Abstracts BIOCELL, 34(1) 2010 13.
- 2013. Autrán, V., Andrés, J.&Puricelli, E. 2,4 DB and imazethapyr effects on leaf anatomy of *Adesmia bicolor*. (Poir.) DC. *BIOCELL* 37(3), 2013. 89.

Publicación en actas de jornadas científicas

- 2011. V Jornada Científico Técnica-Facultad de Agronomía y Veterinaria-UNRC 1 de abril de 2011. EFECTOS DE HERBICIDAS EN ADESMIA BICOLOR. HERBICIDE EFFECTS ON ADESMIA BICOLOR. 1 Autrán, V A., 2 Andrés, J. y 3 Puricelli, E C. vautran@ayv.unrc.edu.ar Morfología Vegetal U.N.R.C, Microbiología Agrícola U.N.R.C y Terapéutica Publicado en Jornadas de mejoramiento genético de forrajeras. 2010. Llavallol. Buenos Aires. Instituto fitotécnico Santa Catalina. Fac. de Ciencias agrarias y Forestales. Universidad de La Plata.

Integrante de proyectos

- 2012-2014 Programa: Caracteres vegetativos, reproductivos y fijación biológica de nitrógeno en *Adesmia bicolor* (Leguminosae). Proyecto: Producción de materia seca, movilización de carbohidratos no estructurales y modo reproductivo de *Adesmia bicolor*. Director: Kraus, T. Codirector: Grosso M. Res. Rec. 852/12.
- 2009-2011. Programa: Estudios de Leguminosas nativas con potencial forrajero. I. *Adesmia bicolor*. Director: Kraus, T. Proyecto: Estudios vegetativos, reproductivos y calidad forrajera de *Adesmia bicolor* (Leguminosae). Resol. Rect. N° 422/09, 664/09, 737/09. Director: Kraus, T. Codirector: Grosso M.

Tabla de contenido

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Generalidades	1
1.2	Situación de estudio	5
	Fig. 1. Región árida - semiárida central y subhúmeda seca Argentina	5
1.3	Relevamiento y evaluación de malezas.....	8
1.4	Especies de malezas utilizadas para este estudio	9
1.5	Competencia interespecífica	11
1.6	Herbicidas: método de control	13
1.7	Dosis respuesta para la acción herbicida	15
1.8	Dosis respuesta para el control de malezas	16
1.9	Efecto de los herbicidas a las distintas dosis testeadas sobre la anatomía de hojas y ápices de <i>Adesmia bicolor</i>	17
1.10	Efecto de imazetapir sobre diferentes tamaños de plantas de <i>Adesmia bicolor</i>	17
1.11	Estudios complementarios: Efecto de otros herbicidas sobre <i>Adesmia bicolor</i>	18
2	HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	21
2.1	Hipótesis de trabajo	21
2.2	Objetivo general.....	21
2.3	Objetivos específicos	21

3	MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1	Generalidades	22
3.2	Malezas	24
3.3	Competencia.....	25
3.4	Herbicidas.....	28
3.5	Dosis respuesta para acción herbicida	31
3.6	Dosis respuesta para control de malezas	32
3.7	Escalas internacionales para el control de malezas y acción herbicida	32
3.8	Anatomía de hojas y ápices de <i>A. bicolor</i>	34
3.9	Ensayo de imazetapir sobre diferentes tamaños de plantas de <i>Adesmia bicolor</i>	35
3.10	Ensayo de diferentes herbicidas como estudios complementarios sobre <i>Adesmia bicolor</i>	36
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1	Malezas asociadas a <i>A. bicolor</i>	37
4.2	Competencias.....	42
4.3	Resultados de producción de materia seca luego de la aplicación de herbicidas.....	47
4.3.1	Fitotoxicidad de imazetapir sobre <i>A. bicolor</i>	47
4.3.2	Fitotoxicidad de 2,4-DB sobre <i>A. bicolor</i>	49
4.4	Efecto de los herbicidas sobre (%) de control de malezas	51

4.5 Efecto fitotóxico desde el momento de aplicación según la escala de Rochecouste.....	59
4.6 Análisis anatómico de hoja de <i>Adesmia bicolor</i> y efecto de la aplicación de herbicidas.....	64
4.6.1 Efectos de la aplicación del herbicida 2,4-DB	67
4.6.2 Efectos de la aplicación del herbicida Imazetapir	72
4.7 Efecto de imazetapir sobre diferentes tamaños de plantas de <i>Adesmia bicolor</i>	77
4.8 Efecto de diferentes herbicidas como estudios complementarios sobre <i>Adesmia bicolor</i>	78
5 CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS	79
BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXO	100
Tabla 1. Análisis de la varianza con para las variables año, herbicida, dosis y materia seca.....	100
Tabla 2. Cuadro Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=2,1430	100
Tabla 3. Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=4,1466.....	101
Tabla 4. Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=4,1466.....	102
Tabla 5. Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=6,1166.....	102
Tabla 6. Análisis de la varianza para el porcentaje de control de malezas asociadas a <i>A. bicolor</i>	104
Tabla 7. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=4,2920.....	105
	X

Tabla 8. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=8,3046.....	105
Tabla 9. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=8,3046.....	106
Tabla 10. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=12,2500.....	107
Tabla 11. Análisis de la varianza según la escala E.W.R.C. para Fitotoxicidad.	108
Tabla 12. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=0,3163.....	109
Tabla 13. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=0,6121.....	109
Tabla 14. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=0,6121.....	110
Tabla 15. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=0,9029.....	111
Tabla 16. Análisis de la varianza para escala E.W.R.C. control de malezas	112
Tabla 17. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=0,2965	113
Tabla 18. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=0,5737	113
Tabla 19. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=0,5737	114
Tabla 20. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=0,8462	115
Tabla 21. Análisis de la varianza para materia seca vs. tratamiento 2009/2010.....	116
Tabla 22. Análisis de la varianza de control de malezas vs. tratamientos 2009/2010.....	118
Tabla 23. Análisis de la varianza de fitotoxicidad según la escala Rochecouste a los 7 días desde el momento de aplicación de herbicidas	119

Tabla 24. Análisis de la varianza de fitotoxicidad según la escala
Rocheouste a los 21 días desde el momento de aplicación de herbicidas 120

Tabla 25. Análisis de la varianza de fitotoxicidad según la escala
Rocheouste a los 30 días desde el momento de aplicación de herbicidas 122

Índice de figuras.

Fig. 1. Región árida – semiárida central y subhúmeda seca Argentina.....	5
Fig. 2. Precipitaciones y temperatura medias diarias registradas año 2009.....	23
Fig. 3. Precipitaciones y temperatura medias diarias registradas año 2010.....	23
Fig. 4. Precipitaciones y temperatura medias diarias registradas año 2011.....	24
Fig. 5. Escala visual para efecto fitotóxico según la Escala Rochecouste.....	34
Fig. 6. Malezas asociadas a <i>A. bicolor</i>	40
Fig. 7. Malezas asociadas a <i>A. bicolor</i>	41
Fig. 9. Ensayo competencia de <i>A. bicolor</i> con <i>L. amplexicaule</i>	44
Fig. 10. Rendimiento relativo y Rendimiento relativo total de <i>A. bicolor</i> y especies de malezas estudiadas.....	46
Fig. 11. Curvas de dosis-respuesta. Efecto de la dosis de Imazetapir sobre el peso seco de <i>A. bicolor</i> para los años 2009, 2010 y 2009/10.....	48
Fig. 12. Curvas de dosis-respuesta. Efecto de la dosis de 2,4-DB sobre el peso seco de <i>A. bicolor</i> para 2009, 2010 y 2009/10.....	50
Fig. 13. Curvas de dosis-respuesta. Efecto de la dosis de imazetapir sobre (%) de control de malezas para 2009, 2010 y 2009/10.....	52
Fig. 14. Curvas de dosis-respuesta. Efecto de la dosis de 2,4-DB sobre el porcentaje (%) de control de malezas para 2009, 2010 y 2009/10.....	54
Fig.15. Fotos de los resultados obtenidos en el ensayo a campo.....	56
Fig.16. Resultados de producción de materia seca <i>A. bicolor</i> vs. tratamientos 2009/2010.....	57
Fig.17. Porcentaje de control de malezas vs. tratamientos 2009/2010.....	58
Fig.18. Resultados de % control de malezas y producción de materia seca de <i>A. bicolor</i> v s. tratamiento 2009/2010.....	59
Fig. 19. Escala de fitotoxicidad según escala Rochecouste para <i>A. bicolor</i> a los 7 días desde la aplicación.....	60
Fig. 20. Escala de fitotoxicidad según escala Rochecouste para <i>A. bicolor</i> a los 21 días desde la aplicación.....	61

Fig. 21. Escala de fitotoxicidad según escala Rochecouste para <i>A. bicolor</i> a los 30 días desde la aplicación.....	61
Fig. 22. Análisis de componentes principales en relación a fitotoxicidad del herbicida (HP) de peso seco de <i>A. bicolor</i> (DW) y control de malezas.....	63
Fig. 23. <i>A. bicolor</i> testigo.....	65
Fig. 24. <i>A. bicolor</i> testigo.....	66
Fig. 25. Corte transversal de folíolo de <i>A. bicolor</i> tratada con 2,4-DB.....	69
Fig. 26. <i>A. bicolor</i> corte longitudinal de ápice tratado con 2,4-DB.....	71
Fig. 27. Corte transversal de folíolo de <i>A. bicolor</i> tratado con imazetapir.....	74
Fig. 28. Corte longitudinal de ápice de <i>A. bicolor</i> tratado con imazetapir.....	76
Fig. 29. Respuesta de <i>A. bicolor</i> en diferentes estados a la aplicación de 1X dosis de Imazetapir:..	77
Fig. 30. Ensayos complementarios con otros herbicidas a los 21 días postaplicación	78

INTRODUCCIÓN





INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

Según el Anuario estadístico de la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO, 2013), es de esperar que la población mundial crezca superando para el año 2050 los nueve mil millones de personas. Por lo tanto, las estimaciones realizadas indican que para cumplir con la demanda proyectada, la producción agrícola del mundo tendrá que aumentar por ejemplo, en un 60 por ciento lo que se produjo entre el 2005 y 2007. El crecimiento mundial en la producción de cultivos en los últimos 50 años, se ha triplicado. Esto se debe a diversos factores entre ellos, el aumento de rendimiento por unidad de tierra, menores períodos de barbechos entre cultivos, la intensificación de la producción y la expansión de las fronteras agrícolas. En países de América Latina, el Caribe y África el aumento de rendimiento de los cultivos, solo significó un 30 % del total del aumento de la producción, la parte más significativa del mismo lo aporta el aumento de las tierras cultivables. Matteucci *et al.*, (2000) describió que esta situación lleva a pensar que para generar alimentación suficiente para una mayor población estimada para el 2050, traería aparejado una creciente demanda por espacios para la agricultura y ganadería. Esto irremediablemente lleva a disminuir los hábitats naturales remanentes reduciendo su biodiversidad y equilibrio (Feldman y Refi, 2006).

La actividad del hombre actúa como el principal factor transformador de los paisajes, reemplazando los ecosistemas naturales por cultivos y pasturas de especies exóticas, hecho que requiere una alta demanda de energía fósil. Argentina es uno de los principales exportadores de granos del mundo (Giorgetti *et al.*, 2007) por lo cual el país no es ajeno a este proceso de agriculturización, por ello, es deseable que se adopten políticas económicas, científicas y tecnológicas para acompañar el aumento y diversificación de producción así como la restauración de sistemas degradados, protegiendo los recursos naturales y la biodiversidad. La promoción de esta última tanto en los ecosistemas y paisajes agrícolas es fundamental para el funcionamiento del agroecosistema mundial (García, 2011).

El desafío desde la investigación es acompañar este cambio logrando que los sistemas productivos rurales sean sostenibles, resilientes, diversos y ligados a la mínima erosión de los recursos (Tommasino, 2001). Existe pleno consenso científico y social



referente a la importancia de la biodiversidad para el funcionamiento y mantenimiento de los ecosistemas. La diversidad es un elemento esencial para la estabilidad y la complejidad de los agroecosistemas, aportando mayor resistencia a las perturbaciones, menor vulnerabilidad de cultivos a enfermedades y plagas y en el mismo sentido, trae beneficios tales como la prevención de la erosión del suelo (Altieri, 1999 y Winograd, 1995). La biodiversidad posee valores asociados a regulaciones en los procesos biológicos como reciclado de material orgánico y nutrientes; flujo de la energía; mecanismos de regulación biótica, que garantizan la preservación de la estructura, estabilidad y resiliencia de los sistemas (Marasas *et al.*, 2012).

Dado el creciente deterioro mundial de los ecosistemas, del cual no estamos exentos, la preocupación mundial por la explotación racional de los recursos naturales y ambientales se ha incrementado considerablemente. En 1983 la FAO estableció un Sistema Global para coordinar los esfuerzos centrados en la biodiversidad, tendientes a la obtención de genes y especies vegetales. Años más tarde en el Governing Council 87' del PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) se reconoció la necesidad de realizar grandes esfuerzos para proteger la biodiversidad biológica (Esquina Alcázar, 1993).

En los últimos años, se han revalorizado los recursos genéticos del amplio y variado germoplasma nativo, debido a la potencialidad económica productiva la cual es una verdadera y necesaria alternativa (Vara Sánchez y Padilla, 2013). Por estas razones se han hecho esfuerzos en la investigación para la domesticación, evaluación, desarrollo y posterior difusión de metodologías y prácticas de manejo. En el caso particular de las especies nativas, Díaz Maynard (2005) refiere a lo expresado por el Comité Nacional sobre Recursos Fitogenéticos en 2003: "se requieren primariamente estudios básicos taxonómicos, genéticos, reproductivos, etc. antes de iniciar programas de mejoramiento". Esta afirmación incita a que los programas de investigación desde su inicio, deben generarse con una articulación dinámica entre el sistema productivo y la investigación básica, de modo "que ambos procesos crezcan en forma simultánea, de tal forma que el primero interroga y demande al segundo, de manera tal que no terminen convirtiéndose en un fin en sí mismos o abandonándose por falta de continuidad o factibilidad de los proyectos."

En nuestro país los ecosistemas de la región árida – semiárida central y subhúmeda seca principalmente de las provincias de San Luis, La Pampa y suroeste de



Córdoba han cambiado profundamente con el incesante avance de la frontera agrícola desde zonas aptas hacia zonas con grandes limitantes edafológicas, climáticas e hídricas (Díaz Maynard, 2005). En esta región, de los bosques nativos originales queda actualmente el 2% de la superficie. Los cambios en el uso del territorio, sumado a los incendios, la alteración antrópica de ambientes y el crecimiento poblacional, han llevado a la situación actual (Eynard, 2011). El área cubierta por los relictos de pastizales se redujo aproximadamente un 35% en los últimos años debido al reemplazo de los mismos por la siembra principalmente de cultivos agrícolas o forrajeras anuales y perennes (Aguilera *et al.*, 1998). La FAO refiere que esta sería una de las principales causas de la erosión genética: la sustitución de las especies autóctonas por otras de origen industrial, proceso impulsado por el desarrollo de la agricultura industrial y mercantil (FAO 1996, 2013). El reemplazo del germoplasma nativo por variedades de alto rendimiento lleva a la pérdida de complejidad agroecosistémica. Los modelos de agricultura industrial con pocos cultivos, aceleran la pérdida de muchos de los genes de especies nativas con potencial uso como resistencias a enfermedades, sequía, fuentes de fitoquímicos, producción entre otros. (Vara Sánchez y Padilla, 2013). Un ejemplo que se puede mencionar es la introducción, en reemplazo de pastizales nativos, de especies forrajeras exóticas como *Eragrostis curvula* (Schrader) Nees con más de 70 años de historia en nuestro país desde su introducción y más recientemente *Digitaria eriantha* Steudel subsp. *eriantha* ambas de la familia Poáceas, para obtener mejor calidad y cantidad de forraje (Aguilera *et al.*, 1998). Este reemplazo de especies sumado al paso de tierras a cultivos de cereales y oleaginosas, trajo como consecuencia que las áreas remanentes de pastizales tengan un uso más intensivo debido al aumento de la carga animal, con el aumento del porcentaje de suelo desnudo y la fragmentación del paisaje (Demaría *et al.*, 2008). El proceso de fragmentación de hábitats determina la reducción de las poblaciones de especies nativas y un mayor aislamiento entre ellas con las conocidas consecuencias. Existe un amplio consenso entre los investigadores de que los estudios sobre paisajes fragmentados son urgentes y deben ser considerados prioritarios (Galletto *et al.*, 2007).

Surge así en nuestro país y particularmente en la región semiárida la necesidad de realizar la domesticación de algunas especies leguminosas nativas como respuesta a las inquietudes surgidas del medio.

La familia Leguminosae o Fabaceae posee 757 géneros y más de 18.000 especies (Polhill *et al.*, 1981). Dados el potencial y la importancia económica de la familia



se están haciendo esfuerzos para domesticar y mejorar numerosas especies nativas en diferentes partes del mundo (Veneciano *et al.*, 2005). En Europa se investiga *Trifolium repens* para cultivarlo en zona frías (Frankow-Lindberg, 2001; Helgadóttir *et al.*, 2001; Lüscher *et al.*, 2001; Collins *et al.*, 2001, Nolan *et al.*, 2001, Wachendorf *et al.*, 2001a, b); en Estados Unidos se están analizando especies de los géneros *Galactia*, *Desmodium*, *Trifolium* y *Desmanthus* (Muir y Pitman, 1991a, b); en Nueva Zelanda, *Medicago* (Dodd y Orr, 1995); y en América del Sur diferentes especies de los géneros *Desmodium*, *Macroptilium*, *Stylosanthes*, *Centrosema*, *Adesmia* y *Sesbania* (Scheffer-Basso *et al.*, 2000, 2001, 2002; Starowieszczyk, 1981; Carvalho *et al.*, 2007).

La presencia de leguminosas en los sistemas forrajeros determina la calidad de la pastura, ya que estas especies constituyen la fuente principal de proteínas digeribles en la dieta de animales (Hack *et al.*, 2005).

La domesticación de especies nativas de leguminosas forrajeras tiene como objetivo lograr una mayor calidad y una sostenible producción de materia seca durante todo el año (Sanabria *et al.*, 1995a, b; Canobas *et al.*, 2006; Ovalle *et al.*, 2005; Zalazar *et al.*, 2009). El contenido de proteínas de las leguminosas es generalmente mayor que el de las gramíneas, por su capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico. Este proceso depende de un complejo enzimático compuesto por las enzimas dinitrogenasa y dinitrogenasa reductasa (Scheffer-Basso *et al.*, 2001). Las bacterias fijadoras de N₂ convierten el nitrógeno gaseoso en amonio por la acción del complejo enzimático. Bajo condiciones limitantes en la disponibilidad de nitrógeno por la planta, el rizobio puede inducir la formación de nódulos, órganos especializados que se desarrollan en las raíces de leguminosas (Vileta *et al.*, 2010). Los nódulos están constituidos por tejidos hiperplásticos derivados de las células corticales de la raíz. Mayor número de nódulos activos indican una mayor producción de materia verde, por lo tanto más proteínas que es el componente más caro en la dieta animal, mejorando de este modo su valor nutritivo, independientemente de la disponibilidad de nitrógeno del suelo. En este sentido también la presencia de leguminosas contribuye a la economía del nitrógeno del sistema suelo-planta, mantienen o incrementan la fertilidad del suelo en nitrógeno, mejoran la estructura, aumentan la cantidad de materia orgánica (Castillo Gallegosa *et al.*, 2005; Castro *et al.*, 2006; Rojas Hernández, *et al.* 2005; Ovalle *et al.*, 2005) facilitando la disponibilidad del mismo a las gramíneas acompañantes, reducen la erosión y el requerimiento de fertilización (Montossi *et al.*, 2000; Morón, 2003; Fernández y La Manna, 2003). Asimismo, el mantenimiento de la condición ecológica de los pastizales



naturales es muy importante ya que son fuente de biodiversidad y conservan la estabilidad de estos ambientes muy susceptibles a la degradación.

1.2 Situación de estudio

La región árida–semiárida central y subhúmeda seca de Argentina se caracteriza por sus producciones agrícolas y ganaderas (Veneciano *et al.*, 2005) (Fig. 1). En la región subhúmeda con mejores condiciones ecológicas, la actividad ganadera tiene generalmente como base forrajera pasturas consociadas de *Medicago sativa* (alfalfa) con *Avena sativa* L., *Dactylis glomerata* L., *Festuca arundinacea* Schreb., *Bromus unioloides* Kunth. y *Trifolium repens* L. entre otras (Rainero, 2003). En esta región, los suelos tienen bajo contenido de nitrógeno y faltan especies forrajeras de leguminosas que se adapten a un clima templado (con temperaturas medias en enero de 22-24°C y en julio de 6-9°C) con amplia variación en las precipitaciones, siendo junio y julio los meses más secos. Las forrajeras más utilizadas pertenecientes a esta familia corresponden a los géneros *Medicago* y *Melilotus* que tienen restringidos espacios de producción de biomasa por las limitaciones antes mencionadas en especial en la región árida – semiárida central (Hijano y Navarro, 1995).

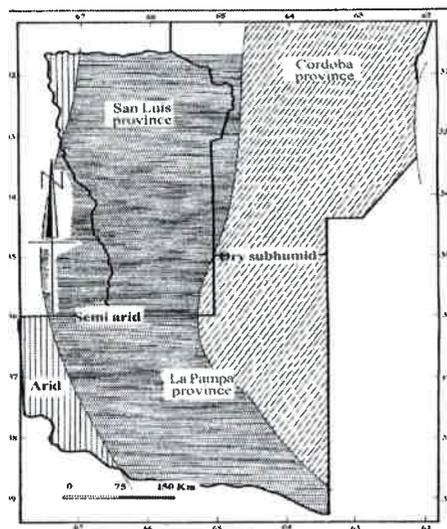


Fig. 1. Región árida – semiárida central y subhúmeda seca Argentina (Veneciano *et al.*, 2005).



En la región centro de Argentina se han realizado numerosos trabajos de taxonomía, distribución, formas de crecimiento y reproducción en especies de leguminosas con 113 géneros, 732 especies (Kraus, 1992; Kraus *et al.*, 1995, 1996a, b, 2003; Basconsuelo *et al.*, 1997; Bianco y Weberling, 1999; Basconsuelo y Kraus, 2000; Bianco, 2002; Weberling *et al.*, 2002; Kraus y Bianco, 2005; Faricelli *et al.*, 2004). Estas especies no son frecuentes y las halladas representan componentes mínimos de las comunidades vegetales de la zona subhúmedas, áridas y semiáridas.

La tribu *ADESMIEAE* (Benth.) G.E. Hutch. comprende un solo género *Adesmia* DC., microtérnico, exclusivamente sudamericano que se encuentra desde el norte de Perú hasta Tierra del Fuego, oeste de Bolivia, sur de Brasil y Uruguay (Rebuffo *et al.*, 2006). Incluye aproximadamente 250 especies (Ulibarri y Burkart, 2000; Scheffer-Basso *et al.*, 2005), habitando principalmente regiones montañosas semiáridas o áridas; mostrando algunas especies un fuerte potencial de crecimiento, tolerancia a la baja disponibilidad de fósforo en el suelo y valorables atributos morfológicos (Dodd y Orr, 1995). Entre ellas se han encontrado algunas que reúnen excelentes características forrajeras (Scheffer-Basso *et al.*, 2000, 2001; Sanabria, 1995b; Bianco, 2002).

Ulibarri (1996) realiza la descripción botánica de la tribu: formada por arbustos, rara vez arborescentes, a menudo en cojines laxos o compactos formando placas al ras del suelo, o bien hierbas anuales o perennes, inermes o con espinas simples o diversamente ramificadas. Indumento de pelos bicelulares, a veces malpigiáceos o con tricomas glandulares. Hojas generalmente paripinnadas, pocas veces tri o unifolioladas, estípulas libres, menos frecuente amplexicaules. Flores en racimos simples o paniculados, también axilares solitarias. Estambres 10. Brácteas presentes; bractéolas ausentes. Legumbre transformada en lomento. El número cromosómico de la especie es $2n=20$. El autor realiza una observación de las clasificaciones anteriores respecto de los intentos por una jerarquización taxonómica del género *Adesmia*, explica que diversos estudios han colocado al mismo en diferentes tribus. Bentham y Hooker en las *Hedysareae* por la presencia de lomentos; Burkart, junto a las *Sophoreae* por los estambres libres; finalmente Hutchinson y el mismo Burkart, deciden ubicarlo en una tribu aparte: *Adesmieae*. Género con peculiar morfología y distribución geográfica que indica una radiación progresiva desde la zona central cordillerana de Chile y Argentina; tal vez con relaciones filogenéticas con grupos de la tribu *Aeschynomeneae*.



Adesmia bicolor (Poir.) DC. es una hierba perenne, inerme, estolonífera, radicante, subglabra, de 15 a 30 cm de altura, con hojas compuestas de 6-13 pares de folíolos, herbáceos, obtusos, glabros, marginados o mucronulados, glabrescentes cuando adultos, extendidos o conduplicados; racimos 2-4,5 cm de largo, flores de 1 a 1,4 cm de longitud, estambres generalmente libres, fruto lomento 4 a 9 articulado, péndulo o extendido, recto o curvo, grisáceo a verdoso, finamente pubescente y setuloso (Ulibarri y Burkart, 2000). Las plantas son rastreras con una raíz principal profunda, semillazón en general desde diciembre a enero (Pereira Machín, 2011). Las plántulas son faneroepígeas, con cotiledones foliares, desarrolla ramas cotiledonares y profillares que arraigan cubriendo el suelo circundante. La característica de tener numerosas ramas conectadas fisiológicamente pero independientes potencialmente hacen que explore terrenos circundantes y pueda aprovechar microambientes favorables. Es además un modo de reproducción clonal favorable para su persistencia (Veneciano *et al.*, 2005; Dodd y Orr, 1995).

La especie se encuentra ampliamente distribuida en Argentina, Uruguay, sur de Brasil y centro de Chile como un componente menor en los pastizales. En las provincias de Córdoba y San Luis crece en ambientes serranos y de pedemonte, entre los 550 y 1717 m de altura sobre el nivel del mar, con suelos que varían en pH entre 6,5 y 7 con texturas franco arenosa fina, franco arenosa media; franco arcillosa y contenidos de materia orgánica de 3 a 5% (Veneciano *et al.*, 2005). Esta especie ofrece buenas posibilidades para la introducción y domesticación en los sistemas productivos, con buenos atributos forrajeros y nutricionales para la alimentación del ganado (Dodd y Orr, 1995; Sheffer-Basso *et al.*, 2000, 2001; Sanabria, *et al.* 1995 a, b; Bianco, 2002). Es una especie perenne de ciclo indefinido preferentemente invernal, de productividad media (Pereira Machín, 2011 y Reyno *et al.*, 2005), que crece en diferentes ambientes especialmente en zonas marginales. La especie se adapta a temperaturas frías extremas (-15 ° C), tolera bien la sequía y crece en altitudes superiores a 1700 metros sobre el nivel del mar (Veneciano *et al.*, 2005; Autrán y Puricelli, 2010 y Coll y Zarza, 1992). Se está investigando esta especie para introducirla al agroecosistema para ser utilizada como pastura pura o consociada con otras especies forrajeras (Traverso *et al.*, 2005, Vileta *et al.*, 2010).

Coll y Zarza (1992), Bianco (2002) y Kraus y Bianco (2005) han publicado trabajos sobre distribución, fruto, semilla y fijación de nitrógeno en *A. bicolor*. Estudios de calidad nutritiva y forrajimasa en *A. bicolor* mostraron que la presencia de factores



antinutricionales como fenoles y taninos es mínima. Se presentan comparaciones de *A. bicolor* en relación a *Medicago sativa* por la similitud taxonómica y semejante ciclo de ambas especies (Veneciano *et al.*, 2005). Los valores de proteína bruta encontrados fueron similares o mayores que en *M. sativa* cuando la misma se encuentra al 10% de floración. Por otro lado, indicadores de digestibilidad como fibra detergente neutra, fibra detergente ácida y lignina mostraron valores inferiores a los observados en alfalfa, (Vileta, 2013 y Vileta *et al.*, 2014). Estos valores se explicarían por la baja proporción de tallos lignificados que posee *A. bicolor* durante todo su ciclo. La producción de materia seca que presenta *A. bicolor* es $1700\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. por año aproximadamente, siendo éste un valor experimental que serviría como indicador. Bianco (2012) en estudios sobre la interacción simbiótica *Adesmia*- rizobios nativos encontró que las plantas jóvenes poseen mayor capacidad de fijar nitrógeno en etapas vegetativas, mientras que en parcelas implantadas de varios años no existen diferencias entre los estadios fenológicos. Asimismo, la cantidad de nódulos se incrementa con el tiempo conjuntamente con aumentos en materia seca y contenido de nitrógeno en partes aéreas y subterráneas. Los estudios básicos de esta especie permitieron encontrar atributos deseables como especie forrajera, por lo que está siendo sometida a investigaciones consideradas indispensables para el proceso de domesticación (Toledo y Schultze-Kraft, 1982; Traverso *et al.*, 2005).

1.3 Relevamiento y evaluación de malezas

Son consideradas malezas las plantas que crecen en lugares o momentos indeseables, interfiriendo con los intereses productivos o recreativos de los hombres (Garro Alfaro, 2002). En los sistemas agropecuarios, las malezas crecen como organismos macroscópicos junto con las plantas cultivadas, con las que interfieren en su normal desarrollo. Son una de las principales causas de la disminución de rendimiento en cultivos comerciales ya que compiten con éstos pudiendo en ocasiones segregar sustancias alelopáticas, son albergue de plagas y patógenos, dificultando su control y obstaculizan la cosecha o la calidad de la misma (Leguizamón, 2008). Asimismo perjudican procesos industriales y comerciales siempre con un factor común que es la pérdida económica. Poseen características que le confieren adaptaciones por lo que compiten con gran ventaja sobre los cultivos:

- Capacidad de acortar el ciclo de vida según condiciones ambientales.
- Alta prolificidad.



- Producción de semillas durante todo el ciclo de crecimiento.
- Semillas longevas y viables con diferentes mecanismos de dormición.
- Germinación en un amplio rango de condiciones.
- Dispersión de semillas por diversos agentes.
- Propágulos adaptados para la dispersión a corta o larga distancia.
- Reproducción asexual.

Uno de los problemas que presentan las especies nativas es la alta infestación de malezas en el período de establecimiento, el crecimiento y desarrollo de las mismas, provocan competencia por agua, nutrientes, luz y espacio dando como resultado un lento desarrollo y menor rendimiento de la especie de interés durante la estación de crecimiento (Rivas Pantoja *et al.*, 2009; Pinzón *et al.*, 1985, 1989). Por esta razón, cuando se piensa en la domesticación de una especie, uno de los aspectos a abordar es la realización de estudios tendientes a conocer, cuantificar, caracterizar las malezas, para tener herramientas de manejo durante la implantación y luego para la etapa de producción, limitando esta relación interespecífica indeseada.

1.4 Especies de malezas utilizadas para este estudio

Entre las especies con mayor abundancia en la comunidad de *A. bicolor* se encuentran *Sonchus oleraceus* L., *Lamium amplexicule* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) y *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist. Estas son especies anuales, herbáceas, de ciclo otoño- invierno- primaveral que se reproducen por semilla (Burkart *et al.*, 1987).

- *Sonchus oleraceus* pertenece a la Familia Asteráceas (Compuestas), ciclo anual, vegeta en otoño y florece en primavera, es una planta herbácea, inicialmente forma roseta, luego presenta tallos erectos, glabros poco ramosos de 50 a 100 cm de altura. Presenta látex. Las hojas inferiores runcinadas, con lóbulos dentados con mucrones agudas en el ápice, de 10 a 25 cm de largo, las superiores sésiles y semiabrazadoras, con aurículas agudas en la base. Flores liguladas, amarillo pálidas, reunidas en capítulos dispuestos en cimas corimbiformes terminales. Fruto: aquenios comprimidos, rugosos con papus blanco de pelos simples. Se propaga por semillas (Faccini *et al.*, 2008). En sistemas de labranza conservacionista se observa mayor emergencia de esta maleza (Chauhan *et al.*, 2006).

- *Lamium amplexicule* Familia Lamiáceas (Labiadas) especie de ciclo anual, vegeta en invierno y florece en primavera. Planta herbácea de hasta 40 cm de altura



(Marzoca, 1976), tallos de sección cuadrangular, glabros ascendentes o algo decumbentes, ramificados desde la base y en las axilas superiores. Hojas inferiores largamente pecioladas, orbiculares, lobuladas con ápice redondeado; las superiores suborbiculares, opuestas, sésiles y abrazadoras, con pelos dispersos en las superficies superior y a lo largo de las venas de las superficies inferiores. Flores purpúreo-rojizas, tubulosas, dispuestas en verticilos terminales con pocas flores (Schaefer *et al.*, 2010). Frutos: núculas ovoides, trígonos, de 2 mm de largo, castaño oscuras. Se reproduce por semillas (Faccini *et al.*, 2008). *Lamium amplexicaule* L. es una maleza que alcanza los 40 cm de altura, tallos erectos o decumbentes (Marzocca, 1976). Esta especie es bien controlada por glifosato en el estadio vegetativo, mientras que el control es inferior en el estadio reproductivo (Faccini y Puricelli, 2007). Posee varios flujos de germinación por lo cual se la puede observar en barbechos con aplicación de glifosato si no se han empleado herbicidas residuales (Vitta *et al.*, 2000).

- *Capsella bursa-pastoris*: Familia Brassicáceas (Crucíferas) especie anual o bianual de ciclo de crecimiento otoño-invernal, herbácea, de 20 a 40 cm de altura, tallo inicialmente breve con hojas en roseta. Luego delgado, erguido, poco ramificado y escapo erecto. Hojas de 2 a 7 cm de largo con pelos simples y estrellados en el haz, las basales oblongo-lanceoladas, enteras, denticuladas, pinnatifidas o pinnapartidas, las caulinares sésiles, amplexicaules, dentadas o lobadas, (Faccini *et al.*, 2008) alternas, con margen entero o aserrado, las hojas basales forman rosetas y en general son lanceoladas con lóbulos agudos y miden más de 10 cm de largo. Posee tallos erectos que alcanzan aproximadamente los 60 cm; las hojas del tallo son alternas, lanceoladas a linear con todo a los márgenes dentados y son mucho más pequeñas que las hojas basales. Los lóbulos de las hojas superiores abrazan el tallo (Schaefer *et al.*, 2010).

- *Conyza bonariensis* Familia Asteráceas (Compuestas) de ciclo anual. Emergencia otoño invernal, fructifica en primavera, la planta adulta inicialmente forma una roseta luego desarrolla tallos erguidos densamente pubescentes, verde grisáceos, de 40 a 100 cm de altura, ramificaciones en la base a bajas densidades y en el ápice cuando se encuentra en altas densidades, las ramificaciones superan el ápice del tallo (Lazaroto *et al.*, 2008). Hojas enteras, alternas, pubescentes, las inferiores oblongo-lanceoladas, dentadas y las superiores lineales y agudas. Flores blanquecinas con brácteas verdosas densamente pubescentes, muy pequeñas, capítulos agrupados en amplias y alargadas panojas o corimbos. Frutos: aquenios comprimidos, papus de pelos blancos, flexuosos y suaves (Faccini *et al.*, 2008). Las semillas germinan principalmente



en otoño e invierno aunque un pequeño porcentaje de las semillas producidas son capaces de germinar en primavera.

1.5 Competencia interespecífica

La habilidad de las malezas para sobrevivir y adaptarse a los ambientes cultivados ha sido parcialmente explicada (Ghersa y Martínez Ghersa, 2000). El conocimiento de rasgos de crecimiento tales como la dinámica de la biomasa y de la competencia entre las especies puede contribuir a desarrollar tácticas que permitan controlar estas malezas (Puricelli *et al.*, 2012). La competencia intraespecífica es uno de los procesos fundamentales que modifica el crecimiento de una planta dentro de una población mientras que la interespecífica afecta distintas especies (Fernández-Quintanilla *et al.*, 1987). La estructura y productividad de las comunidades vegetales se encuentra fuertemente influenciada por las relaciones competitivas entre sus componentes (Grace y Tilman, 1990). Ello es válido tanto para los sistemas naturales como para los agroecosistemas. La competencia puede definirse como una interacción entre individuos, provocada por la demanda común de un recurso limitado (Kropff y VanLaar, 1993) que se encuentran en cantidades por debajo de la demanda combinada de ambos organismos (Donald, 1963; Tilman, 1982) y que conduce a la reducción en la supervivencia, crecimiento y/o la reproducción de al menos uno de los competidores (Begon *et al.*, 1996). Este es un fenómeno complejo, definido por múltiples factores. El resultado de esta relación es altamente dependiente de la tasa de crecimiento inicial de cada especie (Kropff y van Laar, 1993) que está a su vez influenciado por el momento relativo de emergencia y el tamaño inicial de los órganos de propagación (Holt y Orcutt, 1991). Otros autores señalan a la competencia como el efecto recíprocamente adverso producido entre organismos que utilizan un mismo recurso que es escaso, cuando se refiere a plantas, se produce fundamentalmente por luz, agua y nutrientes (Gigón *et al.*, 2008).

Existen dos tipos básicos de diseños experimentales para el estudio de la competencia interespecífica: sustitutivos y aditivos (Snaydon, 1991). En ambos casos, el diseño combina tanto las monoculturas de cada especie como al menos una mezcla de ambas. En los llamados sustitutivos, las mezclas se conforman reemplazando un número dado de plantas de una especie por el mismo número de la otra; de esa manera, la densidad de cada especie en la mezcla es menor que en la monocultura pero la densidad total es la misma y se utiliza este diseño para analizar la habilidad competitiva



de cada especie en la mezcla. Por el contrario, en los diseños aditivos el número de individuos de cada especie en las monoculturas y en las mezclas es similar, de manera que la densidad total es mayor en la mezcla que en las monoculturas estos son los más indicados en los experimentos donde se evalúa el efecto de la densidad de la maleza sobre el rendimiento del cultivo.

Las series de reemplazo dependen de la densidad en la cual los componentes se sembraron y deben ser interpretadas con cuidado (Satorre y Snaydon, 1989). Los modelos sustitutos pueden confundir el efecto de la competencia interespecífica con la intraespecífica, debido a la confusión que puede generar al no distinguir el efecto de la densidad total y la densidad de cada especie (Snaydon, 1991). Esto no ocurre con los diseños aditivos que son mayormente utilizados en los experimentos con objetivos agronómicos.

Se han propuesto numerosos índices para cuantificar la competencia (Snaydon, 1991) todos relacionan la producción de biomasa de cada especie en las monoculturas y en la mezcla. Entre los indicadores de la competencia se encuentran el rendimiento relativo (RR) (Mc Gilchrist y Trenbath, 1971) que expresa la relación entre la biomasa en competencia con respecto a la biomasa en monocultura; el rendimiento relativo total (RRT) (De Wit, 1960) que expresa la complementariedad de recursos (Aldrich y Kremer, 1997). Esta complementariedad se da cuando el stand del cultivo está debajo de la densidad óptima y entonces es de esperar que el rendimiento total del cultivo más la maleza exceda la unidad. El rendimiento relativo total (RRT) (De Wit 1960) es utilizado para medir competencia, consiste en la adición los rendimientos relativos de dos especies y que puede indicar la complementariedad de recursos (McGilchrist y Trenbath 1971) e indica la habilidad competitiva. Existe además un extenso listado de índices utilizados en la bibliografía, cuya interpretación biológica en muchos casos no difiere sustancialmente a la de los previamente mencionados (Snaydon, 1991). Cousens (1996) sostiene que todos los índices basados en la acumulación de biomasa hasta un cierto punto del ciclo de crecimiento no son buenos estimadores de la intensidad de la competencia. Propone como alternativa hacer hincapié en la dinámica de la competencia en el tiempo, para lo cual recurre a la estimación del rendimiento relativo de cada especie (RR), el cual relaciona la biomasa específica en la mezcla y en la monocultura.

Existen pocos estudios que intentan promover a partir de la estimación de la habilidad competitiva una mayor comprensión de las causas por las cuales una especie



resulta más competitiva que otra (Roush y Radosevich, 1985; Wilson, 1989; Wilson y Wright, 1990; Holt y Orcutt, 1991). Este tipo de información resultaría útil a la hora de interpretar el efecto de las distintas especies en las actuales comunidades de malezas de la región sobre el rendimiento de un cultivo.

En el presente trabajo se propone estudiar la dinámica de la biomasa y la competencia entre malezas (*Sonchus oleraceus*, *L. amplexicaule*, *Conyza bonriensis* y *Capsella bursa-pastoris*) y *A. bicolor*. Es importante dilucidar la competencia entre la especie de interés y algunas de las principales malezas de la región con el objetivo de esclarecer el método más adecuado para su manejo.

1.6 Herbicidas: método de control

El control químico de malezas puede ser una herramienta eficaz y económica si el herbicida es totalmente selectivo para la planta de interés, de modo que no presente efectos de fitotoxicidad que perjudiquen el desarrollo o su rendimiento (Verzignassi *et al.*, 2005; Rivas Pantoja *et al.*, 2009). Un aspecto relevante a nivel mundial es el control de especies invasoras exóticas en ambientes naturales ya que éstas compiten agresivamente con especies nativas deteriorando no solo el paisaje sino interfiriendo con la vida animal y el desarrollo de especies vegetales locales (Rozas *et al.*, 2012; Mazzolari y Comparatore, 2014). Las especies invasoras poseen un alto potencial de adaptabilidad a diferentes condiciones edafoclimáticas por lo que se posicionan rápidamente para expandir su área a través de sus diásporas por encima de las especies que se encuentran históricamente en ese hábitat (Nebel y Porcile, 2006). El control de malezas disminuye la competitividad ejercida por especies no deseadas, sin disturbar el suelo, contribuyendo a reducir la erosión y conservando la retención de agua en el suelo. Sin embargo, los herbicidas además de controlar a las malezas, pueden interactuar con las plantas cultivadas (Altman y Rovira 1989; Dissanayake *et al.*, 1998) produciendo cambios en su fisiología y desarrollo (Carson *et al.*, 1991; Smiley y Wilkins 1992), causando daño directo al cultivo tanto a nivel de tejidos aéreos como subterráneos (Hess, 1993).

Para controlar especies no deseadas es necesario evaluar el herbicida más adecuado, como así también la posible fitotoxicidad del mismo sobre el cultivo (Faccini y Nisensohn, 2001). El control de malezas es una herramienta habitual en leguminosas como soja (*Glycine max* L.) (Young *et al.*, 2003), alfalfa (*Medicago sativa* L.) (Wilson, 1981; Tonks *et al.*, 1991) y trébol rojo (*Trifolium pratense* L.) (Ceballos *et al.*, 2005)



aunque en todos esos cultivos es muy importante utilizar la dosis adecuada de herbicida que permita un efectivo control de malezas sin producir fitotoxicidad. Hasta el momento, no se han registrado herbicidas en particular para *A. bicolor*, ni se ha estudiado el efecto que algunos compuestos pueden tener sobre en el rendimiento de esta forrajera. La información disponible sobre el tipo y dosis de herbicidas para el manejo de malezas en pasturas de especies nativas es muy escasa y está basada en prácticas procedentes de otras especies de leguminosas provenientes de otros países (Renzi *et al.*, 2006). Entre los herbicidas postemergentes usados para el control de malezas en otras especies de leguminosas y citados en algunos casos como selectivos están imazetapir (Cano y López, 1996; Darwent *et al.*, 1997) y 2,4-DB (Istilar, 2003; Cudney *et al.*, 1993) con dispares resultados en relación a fitotoxicidad.

Para lograr una implantación y desarrollo exitoso de *A. bicolor* como alternativa forrajera, el control de malezas es imprescindible, como estudios preliminares es razonable comenzar con los herbicidas utilizados usualmente en alfalfa y otras especies nativas leguminosas como 2,4-DB, cletodim e imazetapir, debido a la similitud biológica de las especies.

El 2,4-DB corresponde a los llamados herbicidas hormonales o reguladores de crecimiento que actúan desbalanceando hormonalmente a la planta, promoviendo un crecimiento desordenado de los tejidos. También puede ocurrir desdiferenciación y retorno a las actividades meristemáticas de células maduras e inhibición de la división celular en meristemas primarios. Los síntomas son epinastia de tallos y pecíolos, hojas con venación y tamaño alterado, clorosis de zonas meristemáticas, marchitamiento y necrosis.

Imazetapir es un inhibidor irreversible de la enzima aceto-lactato sintetasa (ALS), también llamado Acetohidroxiácido sintasa (AHAS) que es una enzima plastídica que se encuentra en plantas, hongos y bacterias. Es una enzima clave en la síntesis de los aminoácidos de cadena ramificada como lo son valina, leucina e isoleucina. Cataliza la descarboxilación de piruvato y su condensación con otro piruvato, o con un α -cetobutirato. La primera reacción produce acetolactato, el precursor de la valina y la leucina, mientras que la segunda reacción produce acetohydroxibutyrate en la síntesis de isoleucina. La inhibición de AHAS en plantas conduce a la muerte por la falta de aminoácidos esenciales. Esto provoca la inhibición del crecimiento, decoloración de las hojas jóvenes con manchas rojizas en las nervaduras en la cara abaxial de las láminas,



seguido por la necrosis de las mismas y de los peciolos. En algunas plantas ocurre acortamiento de entrenudos y ensanchamiento de la base del tallo (Arregui y Puricelli; 2008).

Cletodim (ciclohexanodiona) que se emplea para el control de gramíneas (Arregui y Puricelli, 2008; Vidal, 1997; Vitta *et al.*, 2005). El 2,4-D sólo controla malezas latifoliadas, imazetapir controla mayormente latifoliadas y en menor medida algunas gramíneas.

1.7 Dosis respuesta para la acción herbicida

Otro aspecto a abordar es la evaluación del efecto fitotóxico de diferentes dosis de los herbicidas sobre la especie de interés forrajero. Se han desarrollado varios estudios que relacionan la respuesta de una determinada especie a la aplicación de diferentes dosis de un compuesto químico. Estos trabajos son muy frecuentes en el ámbito de la toxicología y ecotoxicología. Particularmente en malezas, es de gran importancia conocer la relación entre la dosis de un herbicida y la respuesta de la planta para comenzar a dilucidar su mecanismo de acción (Seefeldt *et al.*, 1995).

En muchas situaciones es necesario comparar la acción de varios herbicidas sobre una especie o la acción de un compuesto sobre diferentes especies vegetales o diferentes biotipos de una misma especie. Para esto se realiza una curva dosis-respuesta, que en su forma más simple, permite cuantificar la sensibilidad de una planta a un determinado herbicida. El principal problema que tuvieron inicialmente las curvas dosis-respuesta fue el cálculo en sí mismo, puesto que la mayoría de estas curvas no podían ser descriptas por una ecuación lineal. Por medio de transformaciones logarítmicas y exponenciales se intentó linealizar las curvas con el objeto de obtener ecuaciones que permitieran predecir y comparar la respuesta ante una determinada dosis de herbicida, con el mejor ajuste posible (Motulsky y Ransnas, 1987). Si bien los parámetros obtenidos de esta manera poseían estadísticas que indican la bondad de ajuste, la variancia de los parámetros tenía una interpretación biológica limitada. En muchos casos resultó adecuado utilizar técnicas de comparación múltiple y separación de medias (Biediger *et al.*, 1992) y en otros casos se optó por utilizar modelos de regresión no lineal (Seefeldt *et al.*, 1995; Knezevic *et al.*, 1998 y Streibig *et al.*, 1993).



Estos últimos han sido señalados por varios autores como los más adecuados para el análisis de datos estructurados tal como son las dosis de herbicidas en los ensayos (Streibig y Kudsk, 1993; Seefeldt *et al.*, 1995; Knezevic *et al.*, 1998). Sin embargo, el desarrollo de curvas de regresión no lineal en un principio fue muy trabajoso debido a que no existe una solución analítica al problema de la estimación de los parámetros, sino que éstos debían ser calculados por métodos iterativos. Con la aparición de *softwares* estadísticos este problema fue superado, pero a su vez puso a disposición una variedad de herramientas demasiado amplia, que hicieron que los estudios de resistencia en malezas por curvas de dosis-respuesta fueran abordados de diferentes maneras, dificultando así la comparación entre ellos (Seefeldt *et al.*, 1995).

Streibig *et al.* (1993) propusieron utilizar el modelo log-logístico de regresión no lineal, adaptando el desarrollado inicialmente en farmacología y toxicología 40 años atrás (Jerne y Wood, 1949). Este modelo permite obtener una ecuación para la curva y también el grado de ajuste por medio de análisis de la variancia.

El modelo log-logístico propuesto por Streibig *et al.* (1993) describe a una curva del tipo sigmoidea simétrica respecto del punto de inflexión. Los parámetros son los límites superior e inferior, definidos como la respuesta de plantas no tratadas y tratadas con altas dosis de herbicida, respectivamente; la pendiente de la curva en el punto de inflexión y la dosis de herbicida que provoca una respuesta del 50%. Las variables más comúnmente evaluadas que han sido utilizadas para la construcción de estas curvas incluyen el peso fresco o seco de las plantas (Streibig y Kudsk, 1993), la biomasa relativa (Knezevic *et al.*, 1998), estimaciones visuales de control de malezas (Knezevic *et al.*, 2004), longitud de raíz, área foliar y otras medidas de crecimiento (Evans *et al.*, 2003). La elección de la variable a evaluar, así como selección de las dosis de herbicida a aplicar, son de crucial importancia a la hora de obtener una curva representativa del comportamiento de la planta frente al herbicida y de llevar a cabo comparaciones entre experimentos.

1.8 Dosis respuesta para el control de malezas

La relación entre la dosis de herbicida y la respuesta de las malezas es importante para dilucidar la eficacia del herbicida (Seefeldt *et al.*, 1995). El modelo log-logístico propuesto por Streibig *et al.* (1993), como se describe anteriormente, muestra una curva del tipo sigmoidea simétrica respecto del punto de inflexión. Los parámetros



son el límite superior e inferior, definidos como la respuesta de ausencia de control y control total con altas dosis de herbicida, la pendiente de la curva en el punto de inflexión y la dosis de herbicida que provoca una respuesta del 50%. A partir de esta función se puede obtener entre otros datos, la dosis que causa una disminución del 50% de las malezas (Streibig *et al.*, 1993). En consecuencia realizar ensayos de dosis-respuesta es una de las herramientas apropiada para optimizar el manejo de malezas con herbicidas.

1.9 *Efecto de los herbicidas a las distintas dosis testeadas sobre la anatomía de hojas y ápices de Adesmia bicolor*

Regularmente, se ha informado sobre los daños que produce la intoxicación en algunas especies cuando se usa determinado herbicida, los daños pueden ser menores como la presencia de hojas cloróticas que se revierte en el tiempo o mayores caracterizados por la evolución en algunos casos hacia la necrosis y reducido crecimiento de las yemas apicales o las plantas. Otros trastornos y cambios morfológicos se han atribuido a los efectos de los herbicidas (Tuffi Santos *et al.*, 2005, 2006, 2007a). Los cambios anatómicos preceden a la aparición de daños visibles, lo que demuestra que estudios microscópicos pueden proporcionar datos adicionales pertinentes que pueden aportar información de importancia para la investigación.

En la literatura no se encontró estudio alguno, ni información, sobre los efectos de diferentes formulaciones de herbicidas en las plantas de *A. bicolor*. De manera que se plantea la necesidad de evaluar los efectos de formulaciones comerciales de imazetapir y 2,4-DB en diferentes dosis sobre la superficie de las hojas y ápices de crecimiento de *A. bicolor*.

1.10 *Efecto de imazetapir sobre diferentes tamaños de plantas de Adesmia bicolor*

Existen varias investigaciones disponibles que incluyen aplicaciones de herbicidas para pasturas establecidas, pero en menor proporción en la fase inicial de establecimiento de las mismas (Darwent, *et al.*, 1997; Gómez, 2008; Cano y López 1996; Cudney *et al.*, 1993; Pinzón *et al.*, 1985). Los resultados encontrados suelen ser dispares en cuanto a la fitotoxicidad presentada por la misma especie en distinto tamaño y desarrollo. Las aplicaciones de herbicidas en plántulas pueden producir daños que incluyen retardo en crecimiento, alteraciones en el desarrollo y muerte de plantas. Según lo reconocen Hernández Chavez y Herrera Murillo (2005) es importante encontrar los



herbicidas apropiados y los períodos de aplicación que son efectivos en el control de malezas y que causan daño limitado a la especie en su fase inicial de establecimiento.

Hay diversos trabajos publicados sobre el tema en otras especies teniendo en cuenta tanto dosis como tamaño de plantas (Faccini y Puricelli, 2007; Papa y Puricelli, 2003; Darwent *et al.*, 1997 y Ceballos *et al.*, 2005). En *A. bicolor* no hay datos publicados de daños de herbicidas en distintos estadios de la misma. Se conoce que si el estado de crecimiento en el momento de aplicación de los herbicidas no es el más indicado, los beneficios que se obtendrían por el control de malezas pueden verse neutralizados. En general, las recomendaciones de aplicación de los herbicidas indican que la planta es más susceptible en el estado vegetativo activo y cuando aún no ha alcanzado su etapa de floración (Juan *et al.*, 2006). Esto es importante cuando se realizan aplicaciones de herbicidas cuyo modo de acción afecta el crecimiento de la planta, al inhibir la síntesis de aminoácidos (Gómez-Gómez *et al.*, 2008). Sin embargo, dada la diversidad de momentos de germinación y el amplio periodo de producción de semillas en *A. bicolor* se genera una superposición en la duración de las fases de desarrollo, motivo por el cual es importante conocer el momento apropiado en que la especie es más tolerante a la aplicación de herbicidas, en este caso imazetapir, para lograr un manejo agronómico a campo de las malezas.

1.11 Estudios complementarios: Efecto de otros herbicidas sobre *Adesmia bicolor*.

En estudios preliminares de domesticación de una especie son realizados ensayos con diversos herbicidas con el objetivo de buscar alternativas para el manejo de malezas asociadas. Por lo tanto, en el caso de *A. bicolor* es de interés evaluar herbicidas que se utilizan o son recomendados en otras leguminosas cultivadas, como así también los usados globalmente y habitualmente en los sistemas productivos como glifosato. Las características de los herbicidas usados son descriptas a continuación (Arregui y Puricelli; 2008; CASAFE, 2007; Vidal, 1997 y Pereira Machín, 2011).

El herbicida fomesafén es un Inhibidor de la enzima oxidasa del fotoporfirinogeno (PPO) que daña las membranas celulares afectando su organización, permeabilidad y el transporte de iones debido a que inhiben la protoporfirinogeno-9-oxidasa que participa en la captura de luz, provocando esa disrupción de la membrana celular. La selectividad se basa en factores anatómicos y morfológicos, especialmente cuando se da una baja penetración en el interior de la planta. Son herbicidas de contacto que requieren la luz



para actuar, la actividad de estos herbicidas mejora cuando se aplican en la oscuridad, al permitirse una mejor distribución del herbicida por la planta, activándose el proceso en presencia de la luz. Es un herbicida que pertenece al grupo químico difenil eter, postemergente con acción de contacto y sistémica y se presenta como concentrado soluble (SL). El fomesafén es absorbido tanto por el follaje como por las raíces de las malezas, su mayor actividad y control más efectivo se logra cuando se lo aplica sobre malezas (acción de contacto) de hojas anchas. Actúa provocando la necrosis de los tejidos foliares, seguida de una rápida desecación y finalmente muerte de la planta. Es habitualmente usado para el control postemergente de malezas de hoja ancha en cultivos de porotos y soja.

Bentazón es otro herbicida correspondiente al grupo de los Inhibidores de la fotosíntesis en el fotosistema II (FSII). Actúan el proceso fotosintético interfiriendo en la reacción de Hill, en el transporte de electrones en el fotosistema I ó II. En general, se da un cambio en la secuencia de aminoácidos serina por glicina lo que conlleva a la destrucción por fotooxidación de los carotenoides, por lo tanto, de la clorofila. Pueden ser degradados por plantas superiores, existiendo diferencias entre ellas en cuanto a la tasa y velocidad de metabolización y pueden ser a través de algunos procesos como la dealquilación, conjugación o absorción. Cuando se aplican al suelo son absorbidos por el sistema radical y rápidamente transportados hacia las hojas, vía apoplasto (xilema). Si se aplican al follaje se comportan como herbicidas de contacto, al no poder movilizarse vía simplasto (floema), puede darse un significativo movimiento vía apoplasto funcionando como herbicida de contacto. Es utilizado para el control selectivo de malezas de hoja ancha y ciperáceas, en cultivos de alfalfa, árboles frutales, arroz, arveja, cebolla, césped, espárrago, lino, maíz, maní, papa, pasturas consociadas de leguminosas y gramíneas, poroto, soja y sorgo. Es selectivo para leguminosas como alfalfa, trébol blanco, trébol rojo y Melilotus.

Glifosato es uno de los inhibidores de la EPSP sintetasa. Afecta la síntesis de proteína, la formación de vitaminas, ligninas, alcaloides y fenoles, los cuales se sustituyen en el citoplasma para trasladarse al cloroplasto. El glifosato inhibe la enzima EPSP (ácido – 5 –enolpiribil chiquímico, 3 fosfato sintetasa), que provoca la evolución del ácido shiquímico e inhibe la síntesis de aminoácidos como triptofano, tirosina y fenilamina. Son herbicidas de amplio espectro y no selectivos para la mayoría de las especies. Postemergente a la maleza. Se utiliza en aplicaciones de presembrado o preemergencia a cultivos en mínima labranza. Es relativamente no persistente, de



preferencia para el combate de malezas perennes de propagación vegetativa. Su absorción es vía foliar.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS



HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1 Hipótesis de trabajo

- El efecto fitotóxico para las dosis usadas de los herbicidas 2,4-DB e Imazetapir sobre *Adesmia bicolor* es despreciable.
- Las dosis no fitotóxicas de los herbicidas 2,4-DB e Imazetapir controlan eficazmente las malezas latifoliadas que crecen asociadas a *A. bicolor*.

2.2 Objetivo general

Evaluar el efecto fitotóxico de diferentes dosis de los herbicidas 2,4-DB e Imazetapir sobre *A. bicolor* y el control de sus malezas latifoliadas asociadas.

2.3 Objetivos específicos

Determinar para las distintas dosis de 2,4-DB e Imazetapir:

- El efecto fitotóxico sobre *A. bicolor* según escalas internacionales.
- El efecto sobre la materia seca producida por *A. bicolor*.
- La acción sobre la anatomía de hojas y yemas de *A. bicolor*.

Determinar en relación a las malezas latifoliadas asociadas:

- Abundancia, frecuencia, densidad y cobertura.
- Competencia entre *A. bicolor* y algunas de las principales malezas latifoliadas asociadas.

Determinar en relación específica para Imazetapir:

- Efecto de imazetapir a dosis de $100 \text{ g.i.a. ha}^{-1}$ sobre diferentes tamaños de plantas de *A. bicolor*.

Determinar en relación a estudios complementarios de herbicidas:

- Efecto de los herbicidas fomesafén, bentazón y glifosato sobre *Adesmia bicolor*.

MATERIALES Y MÉTODOS



MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Generalidades

El estudio se realizó en el campo experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria ubicado en la Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba (Argentina). Localizado a 33 ° 06 '23.46 de latitud sur

y 64 ° 17' 54 de longitud oeste. Sobre un suelo caracterizado como Hapludol típico con 2,3% de materia orgánica y un pH de 6,8 con 14,17% de arcilla, 41,97% limo y 43,9% de arena. El área experimental fue laboreada con rastra de doble acción en febrero de 2008, a los veinte días se aplicó glifosato (1200 g i.a. ha⁻¹ Roundup, 48 g de i.a. L⁻¹, de Monsanto) como un barbecho químico para el control de malezas. Se produjeron plántulas de *A. bicolor* a partir de semillas y estolones portadores de ápices y, al menos, una hoja completamente expandida, correspondientes a la población de esta especie que crece en Villa Rumipal (Veneciano *et al.*, 2005). Los mismos se dejaron en macetas con el fin de lograr buen tamaño de las plantas antes de ser llevadas al campo donde fueron trasplantados a los tres meses a una distancia de 50 cm entre ellos y 50 cm entre las filas de la parcela experimental en 2008 de 1080 m². Se utilizó la reproducción vegetativa para lograr mayor velocidad en la implantación de la parcela. Este procedimiento se repitió siempre que fuese necesario para lograr la uniformidad de la parcela y en octubre de 2009 luego de obtener los datos de la primera aplicación se repuso el stand de plantas.

El diseño fue en parcelas divididas siendo la parcela mayor los herbicidas y la parcela menor las dosis, de 25,7 m² cada una. Se utilizaron dos testigos, uno desmalezado a mano (A) y sin desmalezar (B).

Los registros climáticos fueron obtenidos a partir de la estación meteorológica del campo experimental perteneciente a la Facultad de Agronomía y Veterinaria-UNRC. Las precipitaciones y temperaturas medias diarias registradas para ambos años se muestran en Fig. 2, 3 y 4.

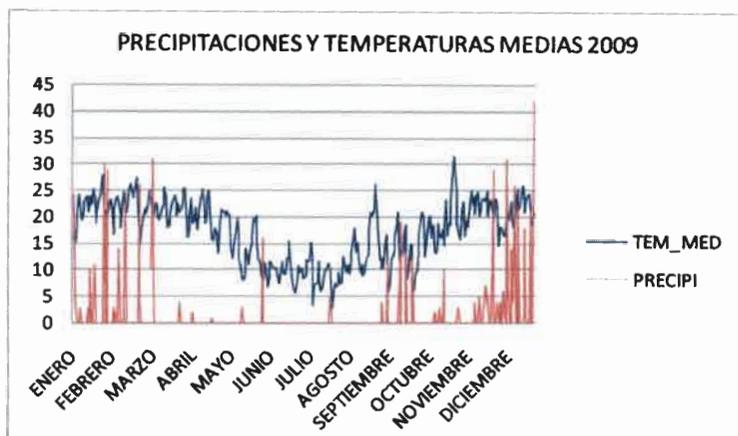


Fig. 2. Precipitaciones y temperatura medias diarias registradas año 2009. Fuente. U.N.R.C.

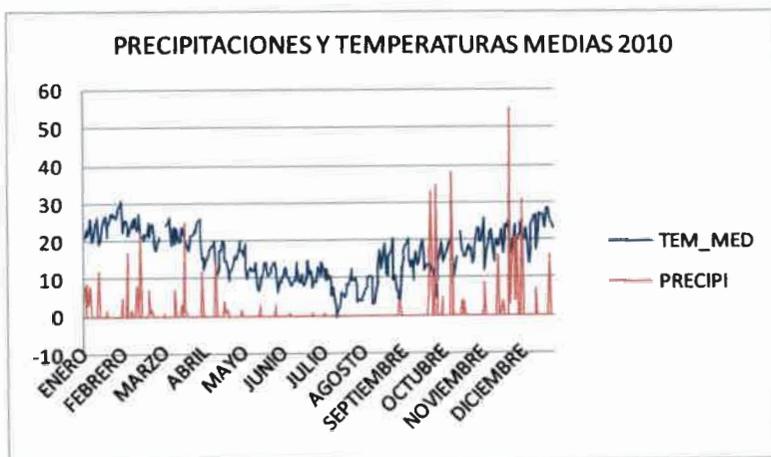


Fig. 3. Precipitaciones y temperatura medias diarias registradas año 2010. Fuente. U.N.R.C.

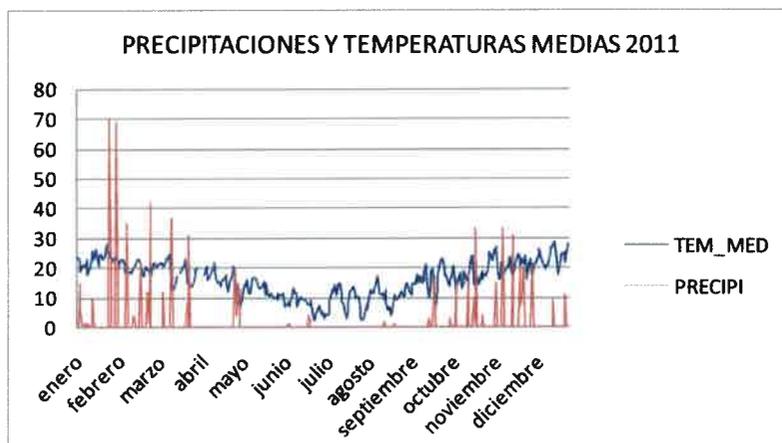


Fig. 4. Precipitaciones y temperatura medias diarias registradas año 2011.
Fuente: U.N.R.C.

3.2 Malezas

Se realizaron muestreos con un aro de 0,25 m² arrojado al azar en cada subparcela haciendo un relevamiento de especies lo que permitió evaluar:

- *Densidad de malezas*, como la relación exacta entre el número de individuos y el área cubierta por la vegetación de malezas (plantas/m²).
- *Abundancia de las malezas*, a) como porcentaje corresponde al número real de individuos los que fueron individualizados y contados b) como clase de abundancia según Braun-Blanquet que es la apreciación del número de individuos de una especie estimada en forma cuantitativa visual e interpretada por medio de una escala.
- *Frecuencia de las malezas*, que determina la dispersión o distribución de una especie en la comunidad de plantas, puede expresar la presencia o ausencia de una especie dentro de la unidad de muestreo, para lo que se determinó número de veces que la maleza está en cada subparcela muestreada como porcentaje del total de muestreos.
- *Cobertura de las malezas*, a) como superficie del suelo que cubre la proyección una planta sobre el mismo, en porcentaje (grados de cobertura) b) a través de la escala de Braun-Blanquet (Chaila, 1986) como grado de cobertura.



3.3 Competencia

Los experimentos se realizaron en 2010 y 2011 en Río Cuarto, en macetas ubicadas al aire libre durante la estación de crecimiento de las malezas. El suelo fue obtenido en el sitio de estudio, tamizado a través de un tamiz de 5 mm y pasteurizado a 80° C durante 24 hs. Se utilizaron macetas de 7 L de capacidad, 20 cm de diámetro y con agujeros de drenaje. Las semillas de las malezas fueron recolectadas durante el año anterior. Cuando las plántulas poseían aproximadamente 2 a 3 hojas se ralearon y dejaron 2 por maceta. Éstas se regaron superficialmente cuando fue necesario.

Los tratamientos consistieron de monoculturas de *A. bicolor* y las malezas *S. oleraceus* y *L. amplexicaule* en 2010 y *C. bonariensis* y *C. bursa-pastoris* en 2011. Además se sembraron mezclas binarias de *A. bicolor* con cada una de las especies de malezas. El diseño del experimento fue aditivo estándar (Cousens, 1991), ya que incluyó monoculturas con una misma densidad de plantas (una planta por maceta) y una sola mezcla binaria en la cual la densidad de cada uno de los componentes fue similar a la de las monoculturas. De esta manera, la densidad total de la mezcla fue el doble de las pertenecientes a las respectivas monoculturas (es decir, dos plantas por maceta). Este tipo de diseño es el apropiado para un estudio inicial de la interacción entre especies, ya que el factor de interés es el tipo de vecino y no la densidad o la proporción de la mezcla (Cousens, 1991). El diseño experimental fue completamente aleatorizado. Las macetas se regaron diariamente y fueron tratadas con insecticidas y fungicidas cuando fue necesario. En ambos años, la emergencia de plantas tuvo lugar los primeros días de febrero y fue simultánea para todas las especies. Aproximadamente cada diez días se cortaron plantas de tres macetas de cada uno de los tratamientos, y se determinó su peso seco. Los ensayos tuvieron una duración aproximada de sesenta días.

Para describir la dinámica del crecimiento de las especies en monocultura los datos obtenidos se ajustaron a la siguiente ecuación logística

$$y = a/(1+(EXP(b-(c*DDS))))$$



Cada año, el experimento se estableció con un diseño factorial de bloques completos aleatorizados con los siguientes factores: fechas de muestreo con 7 niveles (0, 12, 48, 60, 72, 79 y 84 días después de la siembra –DDS-) y combinaciones de especies (monoculturas de *A. bicolor*, especie 1 y especie 2 y mezclas de *A. bicolor* con la especie 1 y con la especie 2. Para cada fecha de muestreo se sembraron 7 macetas y se utilizaron 4 repeticiones con las macetas en que no hubo mortalidad de ninguna planta.

A la cosecha, cada planta fue cortada a nivel del suelo separadamente y el material recolectado se secó en una estufa de circulación de aire forzado, a 70°C durante 48 horas previo a su pesada.

Rendimiento relativo total

Para describir la dinámica del crecimiento de las especies en monocultura los datos obtenidos se ajustaron a la siguiente ecuación logística

$$B = \frac{K}{1 + \exp^{(b-rt)}}$$

donde B es la biomasa de la especie (g/m^2) y t es el tiempo. K , b y r son parámetros de la ecuación. K (g/m^2) es la biomasa máxima y r es la tasa intrínseca de crecimiento de la especie ($\text{g}/\text{g}\cdot\text{día}$).

Para cada fecha de extracción, se cuantificó la habilidad competitiva relativa de cada una de las especies, a través del cálculo del rendimiento relativo (RR) de cada especie, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$RR = B_{ab}/B_{aa}$$

donde B_{ab} es la biomasa de la especie a en la mezcla con la especie b y B_{aa} es la biomasa de la especie a en monocultura. En el caso de no existir competencia, las



especies crecerían igual en la mezcla que en la monocultura, por lo que el RR alcanzaría valores iguales a uno. En competencia, los valores de RR serían menores a uno, hasta alcanzar valores de cero en el caso que la especie en la mezcla no sobreviva a la interacción. De esa manera, RR puede ser considerado como un valor indicativo de la habilidad competitiva de una especie en una mezcla (Cousens, 1996).

Por otra parte, se estimó también el rendimiento relativo total (RRT) de las mezclas:

$$RRT = (B_{ab}/B_{aa}) + (B_{ba}/B_{bb})$$

donde B_{ba} es la biomasa de la especie b en la mezcla con la especie a y B_{bb} es la biomasa de la especie b en monocultura. Un valor de $RRT = 1$ indica que la competencia es plena (es decir, que las especies son mutuamente excluyentes). En cambio, en casos que RRT sea mayor que 1, existe complementariedad en el uso de los recursos y las especies compiten sólo parcialmente. Finalmente, un valor de $RRT = 2$ implica ausencia de competencia (Snaydon, 1991).

El rendimiento relativo total (RRT) (De Wit, 1960) se calculó como:

$$RRT = (B_{1,2}/B_1) + (B_{2,1}/B_2)$$

donde $B_{1,2}$ es la biomasa de la especie 1 en mezcla con la especie 2 y $B_{2,1}$ es la biomasa de la especie 2 en mezcla con la especie 1 y B_1 y B_2 son las biomásas en monocultura de la especie 1 y 2 respectivamente. La densidad total en las mezclas de *A. bicolor* y cada maleza fue igual a la suma de la densidad del cultivo y la maleza en monoculturas, constituyendo un diseño aditivo de acuerdo a Snaydon (1991).

Para realizar el análisis estadístico se utilizaron regresiones entre los días desde la emergencia y la biomasa de las plantas de cada especie. Cuando fue necesario las medias se separaron utilizando una prueba de t . a fin de determinar si los RR difieren de 1 se obtuvo el error standard entre las medias de RR del cultivo y las malezas y se colocó en el gráfico correspondiente.



3.4 Herbicidas

Los herbicidas considerados en este estudio son 2,4-DB (100%) (éster isobutílico del ácido 2,4-diclorofenoxibutírico) e Imazetapir (10,59%) (sal amónica de ácido 5-etil-2-(4-isopropil-4-metil-5-oxo-2-imidazolin 2 yl) nicotínico), (CASAFE, 2007; Araya *et al.*, 1997).

Las dosis: $\frac{1}{4}$ X, $\frac{1}{2}$ X, 1 X, 2 X, 4 X, 8 X, siendo X para 2, 4-DB 250 g. i.a. ha⁻¹ y para imazetapir 100 g. a.i. ha⁻¹ (Tabla 1).

Para el control de gramíneas (que por no ser evaluadas fueron eliminadas del ensayo) se utilizó Cletodim [(E,E)-(+)-2-(1-((3-cloro-2-propenil)-oxi)-imino)-propil)-5-(2-etiltio)-propil)-3-hidroxi-2-ciclohexeno-1-ona]. Utilizándose una dosis de 120 g.i.a.ha⁻¹. El mismo no es fitotóxico aún en dosis mayores a las recomendadas en la gran mayoría de las especies de hoja ancha, pero para evitar que interfiera en los resultados fue aplicado un tiempo considerablemente distante de la aplicación de los demás herbicidas en este estudio. Las aplicaciones se realizaron con una mochila de dióxido de carbono a presión constante. Se utilizaron pastillas Teejet 8002, a una presión de 270 kPa. para asperjar un caudal de 180 L.ha⁻¹. Para evitar la deriva se diseñó una barrera física compuesta por paneles de plástico de 120 cm x 150 cm montados a un armazón de madera. Las fechas de aplicación fueron para el año 2009 14 de agosto y para 2010 el 30 de marzo.

La elección de fechas distintas de aplicación se fundamenta en que se desconoce la fecha de siembra óptima y el manejo adecuado de *A. bicolor* ya que están en ejecución, aunque aún no han concluido, los estudios para domesticar la especie en la región de Río Cuarto por el grupo de trabajo de la Cátedra de Morfología Vegetal de la U.N.R.C.

En el presente estudio se realizaron las aplicaciones siempre al estado vegetativo de la especie incluyendo dos momentos distintos del año. Se busca conocer si el grado de fitotoxicidad de las plantas de *A. bicolor* a los herbicidas está asociado al momento del año en que se aplican.

En cada fecha de aplicación, debido también al hecho de que la especie no está domesticada, se encuentran en el campo plantas de *A. bicolor* de distintos tamaños. Para lograr una mejor comprensión del comportamiento de la especie en relación al



herbicida Imazetapir se realizaron posteriormente ensayos en macetas con plantas de tamaño homogéneo para conocer la relación entre el grado de fitotoxicidad y el tamaño de la planta (ver ítem 3.9).

Los tratamientos realizados sobre la parcela de *A. bicolor* y su distribución en el campo se presentan en la Tabla 1 y 2.

Tabla 1. Dosis de herbicidas y tratamientos. 1 X = dosis de marbete o de referencia.

Tratamiento	Herbicida	Dosis	
		X	i.a.ha ⁻¹
1	2,4-DB	0,25	62,5
2	2,4-DB	0,5	125
3	2,4-DB	1	250
4	2,4-DB	2	500
5	2,4-DB	4	1000
6	2,4-DB	8	2000
7	IMAZETAPIR	0,25	25
8	IMAZETAPIR	0,5	50
9	IMAZETAPIR	1	100
10	IMAZETAPIR	2	200
11	IMAZETAPIR	4	400
12	IMAZETAPIR	8	800
13	SIN HERBICIDA	TESTIGO A	DESMALEZADO MANUAL
14	SIN HERBICIDA	TESTIGO B	SIN DESMALEZAR



Tabla 2. Croquis del ensayo a campo.

TESTIGO B SIN DESMALEZAR		BLOQUE 1
TESTIGO A DESMALEZADO A MANO		
2,4-DB 8X	2,4-DB	
2,4-DB 1X		
2,4-DB 2X		
2,4-DB 1/4X		
2,4-DB 4X		
2,4-DB 1/2X		
IMAZETAPIR 1/2X	IMAZETAPIR	
IMAZETAPIR 1/4X		
IMAZETAPIR 8X		
IMAZETAPIR 1X		
IMAZETAPIR 4X		
IMAZETAPIR 2X		
TESTIGO A DESMALEZADO A MANO		BLOQUE 2
IMAZETAPIR 1X	IMAZETAPIR	
IMAZETAPIR 1/2X		
IMAZETAPIR 4X		
IMAZETAPIR 2X		
IMAZETAPIR 1/4X		
IMAZETAPIR 8X		
2,4-DB 4X	2,4-DB	
2,4-DB 1/4X		
2,4-DB 8X		
2,4-DB 2X		
2,4-DB 1X		
2,4-DB 1/2X		
TESTIGO B SIN DESMALEZAR		
2,4-DB 4X	2,4-DB	
2,4-DB 1/2X		
2,4-DB 1X		
2,4-DB 8X		
2,4-DB 2X		
2,4-DB 1/4X		
IMAZETAPIR 1/2X	IMAZETAPIR	
IMAZETAPIR 1/4X		
IMAZETAPIR 1X		
IMAZETAPIR 2X		
IMAZETAPIR 4X		
IMAZETAPIR 8X		
TESTIGO A DESMALEZADO A MANO		
TESTIGO B SIN DESMALEZAR		



Después de la aplicación se observó cada 7 días durante un mes, la evolución y los efectos de todos los tratamientos para la determinación de los efectos fitotóxicos de los herbicidas en *A. bicolor* y control de malezas (Steel y Torrie, 1988). Los datos fueron procesados estadísticamente utilizando el programa INFOSTAT versión 2010 (Di Rienzo et al., 2010).

Se tomaron tres muestras por parcela con un aro de 0,25 m² arrojados al azar y el material vegetal recolectado fue secado en estufa a 55 °C por 7 días y pesado en balanza analítica para determinar biomasa de *A. bicolor*.

3.5 Dosis respuesta para acción herbicida

La relación entre las distintas respuestas y dosis se determinó para cada herbicida por medio de la curva de dosis respuesta (Streibig *et al.*, 1993) por medio de la cual se midió la sensibilidad de *A. bicolor* mediante la disminución de producción de biomasa aérea en este caso particular. La expresión matemática es la siguiente:

$$y = C + ((D-C) / (1+(x/I_{50})^b))$$

y: peso seco (g.m⁻²).

C y D: límite inferior y superior, respectivamente (respuesta a una dosis muy baja y muy alta de herbicida).

b: es la pendiente de la curva.

x: dosis del herbicida (g.i.a.ha⁻¹).

I₅₀: dosis que causa el 50% de disminución del peso seco.

La estimación de los parámetros de la curva de dosis-respuesta se realizó mediante el procedimiento NLIN del software estadístico SAS (Seefeldt *et al.*, 1995). Además, se realizó un test de comparación de medias mediante la prueba de Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC), utilizando un nivel de significación del 5%, para determinar las diferencias entre tratamientos para todas las variables.



3.6 Dosis respuesta para control de malezas

Se realizó análisis de la varianza del control de malezas en porcentaje con respecto al testigo sin control. Para estimar las relaciones dosis-respuesta de biomasa de cada herbicida y control se realizaron regresiones no lineares usando el modelo log-logístico descrito por Streibig *et al.* (1993) mediante el procedimiento NLIN del software estadístico SAS (Seefeldt *et al.*, 1995). Además, se realizó un test de comparación de medias mediante la prueba DGC ($P = 0,05$) para determinar las diferencias entre tratamientos.

$$y = C + ((D-C) / (1+(x/I_{50})^b))$$

y: porcentaje de control de malezas.

C y D: límite inferior y superior, respectivamente (respuesta a una dosis muy baja y muy alta de herbicida).

b: es la pendiente de la curva.

x: dosis del herbicida (g.i.a.ha^{-1}).

I_{50} : dosis que causa el 50% de control de malezas.

3.7 Escalas internacionales para el control de malezas y acción herbicida

La fitotoxicidad de imazetapir y 2,4-DB además del control de malezas se evaluó mediante escalas de clasificación de uso internacional E.W.R.C. Consejo Europeo de Investigación de Malezas (Chaila, 1986). En esta se describen diferentes grados de necrosis en hojas y tallos, hojas cloróticas, muerte de tallos y brotes jóvenes las cuales fueron adaptadas y modificadas (Artuzi y Contieiro, 2006) (Tabla 3). Por otro lado se uso la Escala Rochecouste para mostrar el efecto a través del tiempo para la aparición de los síntomas de fitotoxicidad (Tabla 4). En la Fig. 5 se observan diferentes grados de fitotoxicidad.



Tabla 3. Escala EWRC (European Weed Research Council) estimación control de malezas y del efecto herbicida, adaptada y modificada para evaluaciones visuales de comportamiento de herbicidas y control de malezas.

Indice	Control de malezas	Fitotoxicidad en cultivo
1	Total (100%)	Daño nulo (Testigo).
2	Muy bueno	Daño muy leve, decoloración, deformación, necrosis leve en algunas hojas.
3	Bueno	Daño leve, clorosis en hojas, necrosis leve en hojas.
4	Suficiente	Daño no influye en el rendimiento, clorosis, deformación, moderada necrosis en hojas.
5	Dudoso	Daño, moderada deformación y/o necrosis en hojas, brotes y tallos.
6	Débil	Daño > 50% en hojas y brotes, ligero daño, muerte en brotes jóvenes.
7	Malo	Daño severo, > 80% de las hojas y/o tallos muertos >25%.
8	Muy malo	Daño muy severo, tallos muertos >50%.
9	Nulo (Testigo)	Destrucción total, tallos muertos >75%.

Tabla 4. Escala Rochecouste para evaluación de fitotoxicidad (Chaila, 1986).

Efectos Fitotóxicos	Puntaje
Ningún efecto visible	0
Leve acción cáustica en hojas	1
Hojas cloróticas	2
Moderada acción cáustica en hojas	3
Moderada acción cáustica en hojas y tallos	4
Ligero daño en hojas y tallos	5
Ligero daño, muerte en brotes jóvenes	6
Tallos muertos 25%	7
Tallos muertos 50%	8
Tallos muertos 75%	9
Muerte total	10

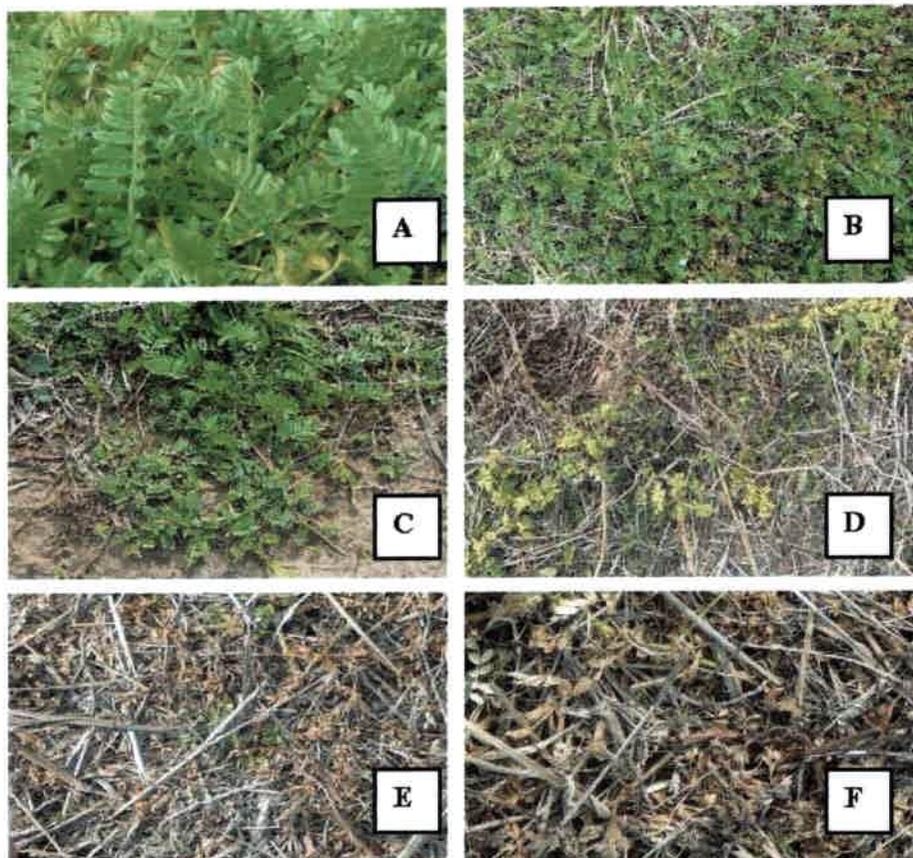


Fig. 5. Escala visual para efecto fitotóxico según la Escala Rochecouste. A: ningún efecto visible; B: moderada acción cáustica en hojas; C: Ligero daño, muerte en brotes jóvenes; D: 25 % tallos muertos; E: 75% tallos muertos; F: Muerte total.

3.8 Anatomía de hojas y ápices de *A. bicolor*

Para los estudios anatómicos se tomaron muestras de tres hojas y tres ápices de plantas de *A. bicolor* correspondientes a cada uno de los distintos tratamientos, seleccionando plantas contenidas dentro de un anillo de muestreo arrojado al azar. El material se conservó en FAA (alcohol etílico 95°, ácido acético glacial, formaldehído, agua: 50:5:10:35). El muestreo se llevó a cabo al momento de la aparición de los primeros síntomas -aproximadamente una semana después de la aplicación de herbicidas-, con síntomas más avanzados no se puede procesar el material debido que las técnicas utilizadas son agresivas con el tejido ya afectado. Las hojas y yemas fijadas



en FAA, se deshidrataron en una serie ascendente de alcoholes, luego ascendente de sustituto de xilol (Pathoclear) se incluyeron en histowax, se cortaron a 7-8 μm de espesor con micrótopo rotativo tipo Minot y se tiñeron con Safranina-Fast Green para la obtención de preparados histológicos (D'Ambrogio de Argüeso, 1986). De todos los cortes histológicos obtenidos y luego de su observación y análisis se seleccionaron solo aquellos que mostraban más claramente los efectos fitotóxicos. Para la obtención de la vista superficial de epidermis diafanizada se utilizó la técnica de Dizeo de Strittmater (1973), colocando los folíolos, previamente fijados en FAA en un vaso de precipitado con alcohol al 96% y llevando a ebullición durante 10 minutos. Luego se realiza un pasaje por una solución de alcohol 96% e hidróxido de sodio al 5% en partes iguales. Nuevamente se lleva a ebullición 5 minutos, se lava el material con agua destilada y se realizan dos cambios de la misma. El material se introduce en una solución de hipoclorito de sodio al 50% y se deja durante 5 minutos hasta que se torna transparente. Se lava nuevamente con agua destilada haciendo 5 cambios de 3 minutos cada uno. Luego se colorea colocando el material en una solución saturada de safranina durante 10 minutos. Se lava con agua destilada y se montan con una gota de gelatina-glicerina.

La observación y toma de imágenes de los cortes transversales y vista superficial de ambos órganos se realizó con un microscopio Axiophot Zeiss con software Axiovision y cámara AxioCam HRC Zeiss.

3.9 Ensayo de imazetapir sobre diferentes tamaños de plantas de *Adesmia bicolor*.

El ensayo se llevó a cabo en el predio del invernáculo de la sección Malezas de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR), Zavalla, Santa Fe. Argentina. Se inició con una siembra escalonada de semillas de *Adesmia bicolor* a principio del mes de marzo de 2013:

- 1º fecha de siembra: 1 de marzo
- 2º fecha de siembra: 15 de marzo
- 3º fecha de siembra: 12 de abril

Para esto se utilizaron macetas de 3,5 L rellenas de tierra tamizada y perlita en una proporción de 3:1 respectivamente. El tratamiento consistió en aplicación el 30 de junio de 2013 de imazetapir 100 g. a.i. ha^{-1} en plantas de 4 tamaños:



- estado cotiledonar y primera hoja
- roseta de 3 cm
- roseta de 5 cm
- roseta de 8 cm.

Además se incluyeron testigos de cada tamaño de planta sin aplicación de herbicida (testigo absoluto). Para la aplicación se utilizó un equipo estático con un pico con pastillas 8002 a 2 bares y una tasa de aplicación de 80 L/ha. Las condiciones ambientales al momento de la aplicación fueron: 22°C de temperatura ambiente y 40% de humedad relativa.

3.10 *Ensayo de diferentes herbicidas como estudios complementarios sobre Adesmia bicolor.*

Los experimentos se realizaron el 1 de octubre de 2010 en Río Cuarto, en macetas ubicadas al aire libre. El suelo fue obtenido en el sitio de estudio mezclado al 30% con vermiculita. Se utilizaron macetas de 10 L de capacidad, 30 cm de diámetro y con agujeros de drenaje. Las plantas en estado vegetativo adultas, se regaron superficialmente cuando fue necesario. Las aplicaciones se realizaron con una mochila de dióxido de carbono a presión constante. Se utilizaron pastillas Teejet 8002, a una presión de 270 kPa. para asperjar un caudal de 180 L.ha⁻¹. Fomesafén 5-[2-cloro-4-(trifluorometil)-fenoxy]-N-metilsulfonil-2-nitrobenzamida (FLEX®) fue aplicado a una dosis de 100 g. a.i. ha⁻¹. Bentazón (3 – isopropil- 1H-2,1,3 benzotiadiazina -4-(3H) ona -2,2 dióxido fue aplicado a una dosis de 100 g. a.i. ha⁻¹. Glifosato: N-(fosfometil) glicina-isopropilamina (1:1) o isopropilaminio N-(fosfometil) glicinato (Roundup ultramax 74,7%) a la dosis de 747 g. a.i. ha⁻¹. Las condiciones de aplicación fueron las óptimas recomendadas (CASAFE, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Malezas asociadas a *A. bicolor*

Las especies de malezas que se registraron asociadas a *A. bicolor* corresponden en su mayoría al grupo de dicotiledóneas. Las mismas especies fueron encontradas por Vitta *et al.* (1999), Bianco *et al.* (2000); Papa (2005) y Ferri, *et al.* (2009) tanto en situaciones de cultivo como en relictos naturales de la zona de estudio. Las especies se presentan en las tablas 5 y 6, siendo más abundantes *Lamium amplexicaule*, *Cyperus rotundus*, *Stipa brachychaeta*, *Veronica didyma*, *Bowlesia incana*, *Bromus catharticus* y *Sonchus oleraceus* para el primer año en esa fecha de relevamiento; *Heterosperma ovatifolium*, *Portulaca oleracea*, *Taraxacum officinale*, *Lamium amplexicaule*, *Bowlesia incana*, *Bidens pillosa* para el segundo. Las de mayor grado de cobertura fueron *Lamium amplexicaule*, *Bowlesia incana*, *Veronica didyma* y *Sonchus oleraceus* en 2009, *Heterosperma ovatifolium*, *Portulaca oleracea*, *Taraxacum officinale*, *Lamium amplexicaule* y *Bowlesia incana* en 2010. Entre las especies más frecuentes para la primera fecha de muestreo se encontraron *Lamium amplexicaule*, *Stipa brachychaeta*, *Bowlesia incana*, *Veronica didyma* y *Sonchus oleraceus* para primer año y *Heterosperma ovatifolium*, *Portulaca oleracea*, *Taraxacum officinale* en 2010. Mientras que las de mayor densidad fueron *Lamium amplexicaule*, *Cyperus rotundus*, *Stipa brachychaeta*, *Bowlesia incana* y *Veronica didyma* para 2009 y *Heterosperma ovatifolium*, *Portulaca oleracea*, *Taraxacum officinale* para 2010. Por lo tanto las malezas que más afectan el crecimiento y desarrollo de *A. bicolor* son de ciclo anual, las cuales fueron las principales especies tenidas en cuenta para decidir qué tipo de herbicida se utilizó para que el control sea eficiente. Las malezas fueron controladas en distinto grado según las dosis (Fig. 6 y 7).



Tabla 5. Relevamiento de malezas asociadas a *A. bicolor* agosto 2009.

Listado de malezas	Abundancia	Cobertura	% Cob. promedio/sp	Abundancia según Chaila en % del total de individuos	Clase de Abundancia Braun-Blanquet	Grado de Cobertura Braun-Blanquet	Densidad pl/m ²	Frecuencia n° de aparición/muestras	Familia	Forma de crecimiento y ciclo
<i>Lantium amplexicaule</i> L.	283	1155	4,08	20,37	5	2	11,32	60,56	Lamiáceas	A/o-i
<i>Cyperus rotundus</i> L.	210	109	0,52	15,12	4	1	8,40	16,67	Cipéraceas	P/p-e
<i>Stipa brachychaeta</i> Godr.	185	347	1,88	13,32	3	2	7,40	38,33	Poáceas	P/o-i
<i>Bowlesia incana</i> Ruiz & Pav.	134	814	6,07	9,65	3	2	5,36	39,44	Apiáceas	A/o-i
<i>Veronica didyma</i> Ten.	121	848	7,01	8,71	2	2	4,84	44,44	Escrofulariáceas	A/o-i
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	101	515	5,10	7,27	2	2	4,04	32,22	Asteráceas	A/o-i
<i>Bromus catharticus</i> Vahl	91	582	6,40	6,55	2	2	3,64	22,78	Poáceas	A/o-i
<i>Chenopodium album</i> L.	54	327	6,06	3,89	1	2	2,16	21,11	Quenopodiáceas	*
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	31	137	4,42	2,23	1	1	1,24	9,44	Asteráceas	A/o-i
<i>Baccharis pingraea</i> DC	30	186	6,20	2,16	1	1	1,20	14,44	Asteráceas	A/o-i
<i>Rumex crispus</i> L.	27	263	9,74	1,94	1	1	1,08	8,33	Poligonáceas	P/o-i
<i>Gamochaeta filanginea</i> (DC.)	27	99	3,67	1,94	1	1	1,08	12,22	Asteráceas	P/o-i
<i>Taraxacum officinale</i> Weber ex F. H. Wigg	25	210	8,40	1,80	1	1	1,00	9,44	Asteráceas	P/o-i
<i>Coryza bonariensis</i> (L.)	20	104	5,20	1,44	1	1	0,80	6,11	Asteráceas	*
<i>Brassica rapa</i> L.	13	173	13,31	0,94	1	1	0,52	6,11	Brasicáceas	A/o-i
<i>Oenothera indecora</i> Cambass	9	39	4,33	0,65	1	1	0,36	5,00	Onagráceas	A/p-e
<i>Cotula australis</i> (Sieber ex Spreng.) Hook. F.	4	35	8,75	0,29	1	1	0,16	2,22	Asteráceas	A/o-i
<i>Descurainia argentina</i> O. E. Schulz	4	25	6,25	0,29	1	1	0,16	2,22	Brasicáceas	A/o-i
<i>Linaria canadensis</i> (L.) Dum. Cours.	3	40	13,33	0,22	1	1	0,12	1,67	Escrofulariáceas	A/o-i
<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagr. -Fossat	3	25	8,33	0,22	1	1	0,12	1,11	Brasicáceas	A-B/o-p
<i>Mellilotus albus</i> Desr.	3	14	4,67	0,22	1	1	0,12	1,67	Fabáceas	A-B/p-e
<i>Elysius tristachya</i> (Lam.) Lam.	3	8	2,67	0,22	1	1	0,12	1,11	Poáceas	A/p-e
<i>Poa annua</i> L.	2	10	5,00	0,14	1	1	0,08	1,11	Poáceas	A/o-i
<i>Verbascum virgatum</i> Stokes ex With.	2	9	4,50	0,14	1	1	0,08	1,11	Escrofulariáceas	A-B/o-i
<i>Oenothera laciniata</i> Hill	2	6	3,00	0,14	1	1	0,08	1,11	Onagráceas	A/p-e
<i>Carduus tothmeri</i> Weinm.	1	20	20,00	0,07	1	1	0,04	0,56	Asteráceas	A/o-i
<i>Cenchrus pauciflorus</i> Benth.	1	5	5,00	0,07	1	1	0,04	0,56	Poáceas	A/p-e
<i>Coronopus didymus</i> (L.) Sm.	0	0		0,00	1	1	0,00	0,00	Brasicáceas	A-B/o-i

Año 2009 muestreos= 210, individuos= 1389. A= anual, B= bianual, P= perenne; p= primavera, e= estival; o= otoño, i= invernal. * A-vegeta todo el año y Fructifica en p-e.



Tabla 6. Relevamiento de malezas asociadas a *A. bicolor* 2010.

Listado de malezas	Abundancia	Cobertura	% Cob. promedio/sp	Abundancia según Chaila en % del total de individuos	Clase de Abundancia Braun-Blanquet	Grado de Cobertura Braun-Blanquet	Densidad pl/m ²	Frecuencia nº de aparición/muestras	Familia	Forma de crecimiento y ciclo
<i>Heterosperma ovalifolium</i> Cav.	378	3565	44,01	19,69	5	3	15,12	90,0	Asteráceas	A/p-e
<i>Portulaca oleracea</i> L.	267	480	12,63	14,95	4	2	11,48	68,3	Portulacáceas	A/p-e
<i>Taraxacum officinale</i> Weber. Ex F. H. Wigg.	157	1671	19,09	8,18	2	2	6,28	37,4	Asteráceas	P/o-i
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	110	45	5,63	5,73	3	2	4,4	26,2	Lamiáceas	A/o-i
<i>Bowlesia incana</i> Ruiz & Pav.	109	42	6,00	5,68	3	2	4,36	26,0	Apiáceas	A/o-i
<i>Bidens pilosa</i> L.	90	920	31,72	4,69	1	3	3,6	21,4	Asteráceas	A/p-e
<i>Chenopodium album</i> L.	82	725	16,48	4,27	2	2	3,28	19,5	Quenopodiáceas	*
<i>Chenopodium pumilo</i> R. Br.	82	340	10,97	4,27	1	2	3,28	19,5	Quenopodiáceas	A/p-e
<i>Amaranthus quitensis</i> Kunth.	41	505	16,29	2,14	1	2	1,64	9,8	Amarantáceas	A/p-e
<i>Coryza bonariensis</i> (L.)	39	465	18,60	2,03	1	2	1,56	9,3	Asteráceas	*
<i>Dichondra microcalyx</i> Meisn.	26	35	17,50	1,35	1	2	1,04	6,2	Convolvuláceas	P/p-e
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	23	135	6,75	1,20	1	2	0,92	5,5	Asteráceas	A/o-i
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	22	220	16,92	1,15	1	2	0,88	5,2	Asteráceas	A/p-e
<i>Euphorbia hirta</i> L. var. <i>Ophthalmica</i> (Pers.) Allen & Jrgang	14	175	15,91	0,73	1	2	0,56	3,3	Euforbiáceas	A/p-e
<i>Rumex crispus</i> L.	14	90	6,43	0,73	1	2	0,56	3,3	Poligonáceas	P/o-i
<i>Polygonum aviculare</i> L.	12	300	75,00	0,63	1	5	0,48	2,9	Poligonáceas	A/o-i
<i>Bidens subalternans</i> DC.	11	175	17,50	0,57	1	2	0,44	2,6	Asteráceas	A/p-e
<i>Gnaphalium gaudichaudianum</i> DC.	9	130	14,44	0,47	1	2	0,36	2,1	Asteráceas	A/o-i
<i>Verbena litoralis</i> Kunth.	7	100	14,29	0,36	1	2	0,28	1,7	Verbenáceas	P/p-e
<i>Ulmus pumila</i> L.	7	65	21,67	0,36	1	2	0,28	1,7	Ulmáceas	P/p-e
<i>Euphorbia dentata</i> Michx.	5	65	13,00	0,26	1	2	0,2	1,2	Euforbiáceas	A/p-e
<i>Carduus acantoides</i> L.	4	150	37,50	0,21	1	3	0,18	1,0	Asteráceas	A/o-i
<i>Abutilon pauciflorum</i> A. St. - Hill.	4	45	11,25	0,21	1	2	0,16	1,0	Malváceas	P/p-e
<i>Melilotus albus</i> Desr.	3	15	5,00	0,16	1	2	0,12	0,7	Fabáceas	A-B/p-e
<i>Mollugo verticillata</i> L.	2	30	15,00	0,10	1	2	0,08	0,5	Molugináceas	A/p-e
<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagr. - Fossat	2	25	12,50	0,10	1	2	0,08	0,5	Brasicáceas	A-B/o-p
<i>Malvastrum coromandelianum</i> L. Garcke	1	15	15,00	0,05	1	2	0,04	0,2	Malváceas	P/p-e

Año 2010 muestras= 210, individuos= 1541. A= anual, B= bianual, P= perenne; p= primavera, e= estival; o= otoño, i= invernal. * A-vegeta todo el año y Fructifica en p-e.

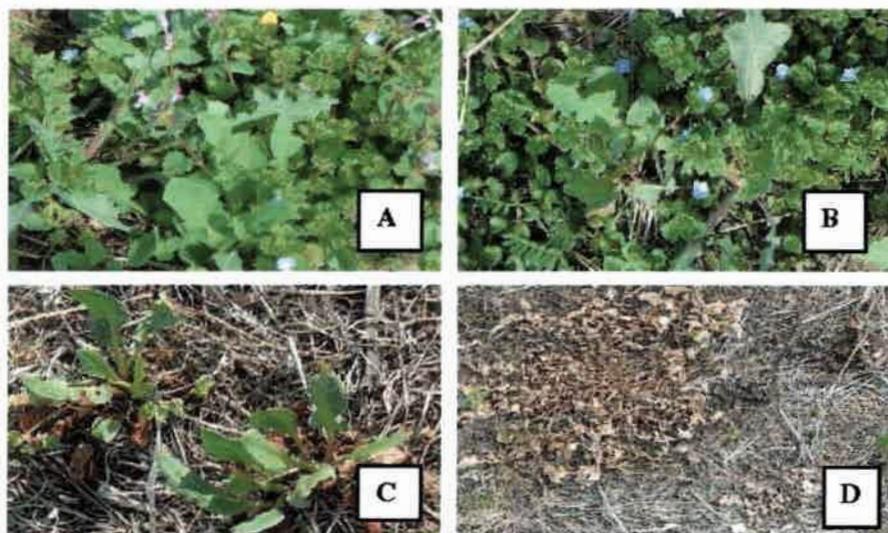
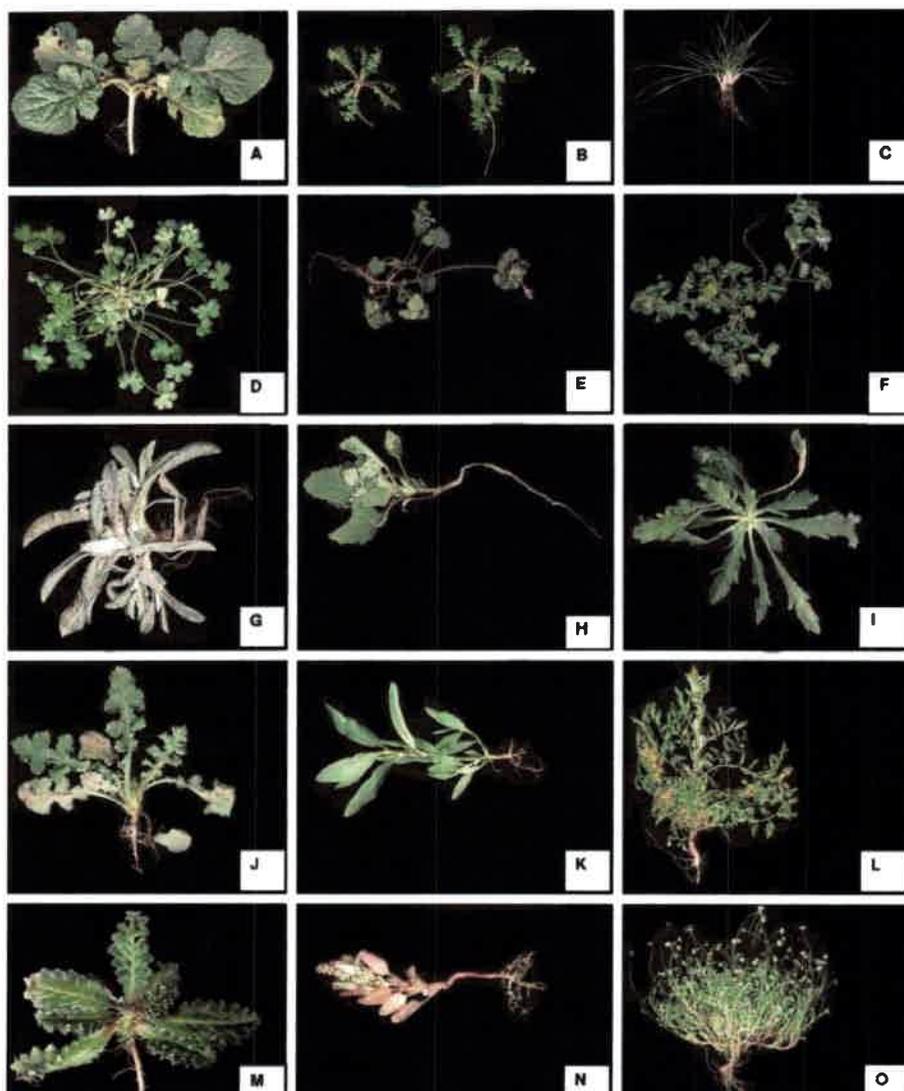


Fig. 6. Malezas asociadas a *A. bicolor*; A: malezas más abundantes; B: parcela sin control de malezas; C: Escape de *Rumex crispus* L.; D: control total de malezas.



Imágenes propias.

Fig. 7. Malezas asociadas a *A. bicolor*. A: *Brassica rapa* L.; B: *Coronopus didymus* L.; C: *Stipa brachychaeta* Godr.; D: *Bowlesia incana* Ruiz & Pav.; E: *Lamium amplexicaule* L.; F: *Veronica didyma* Ten.; G: *Gnaphalium gaudichaudianum* DC.; H: *Chenopodium album* L.; I: *Conyza bonariensis* L.; J: *Cenchrus pauciflorus* Benth.; K: *Baccharis coridifolia* DC.; L: *Descurainia argentina* O. E. Schulz; M: *Carduus thoemeri* Weinm; N: *Chenopodium pumilo* R. Br.; O: *Cotula australis* (Sieber ex Spreng.) Hook. F.

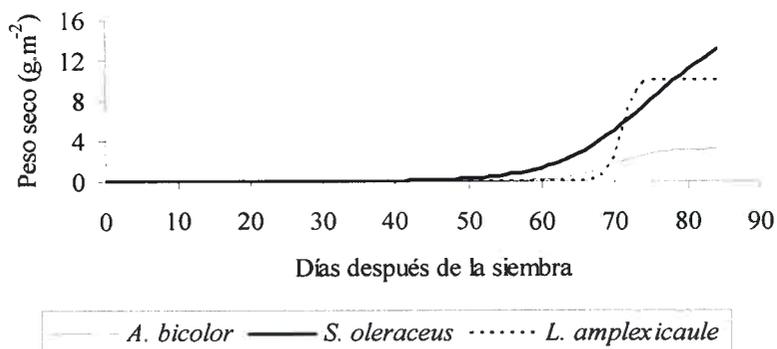


4.2 Competencias

Dinámica de la biomasa de A. bicolor y de las malezas estudiadas

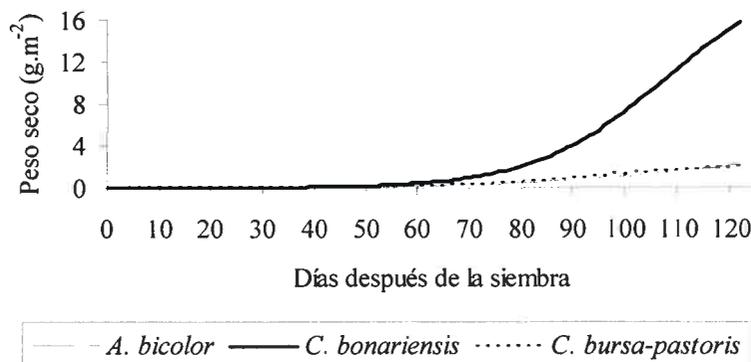
La dinámica de la biomasa de todas las especies ajustó a un modelo sigmoideo en ambos años (Figura 8). La acumulación de biomasa de todas las especies independientemente de la densidad y del año siguen una curva similar al típico modelo sigmoideo de crecimiento vegetal. En ambos años y hasta aproximadamente los 50 días después de la siembra (DDS) hubo muy poco crecimiento en biomasa. Entre los 60 y hasta casi el final del ciclo de las malezas, el crecimiento fue de tipo exponencial. A partir de ese momento y hasta la finalización del período de crecimiento de las malezas no hubo ganancia de peso, época que coincidió con floración y fructificación. Como no fueron recolectadas las partes de la planta que se desprendían y caían al suelo como los pecíolos y láminas de las hojas y partes de la flor, se desconoce si durante este último período hubo adición de materia por fotosíntesis actual o sólo redistribución entre órganos.

El resultado de la competencia fue dependiente del momento en el ciclo de crecimiento considerado (Figura 9). Por ejemplo, en 2010 los valores de rendimiento relativo (RR) de *A. bicolor* en mezcla con *S. oleraceus* o *L. amplexicaule* entre los 48 y 84 DDS, fueron menores que 1. Se observaron valores de RR de *A. bicolor* decrecientes en el tiempo indicando un aumento de la competencia de las malezas con respecto al cultivo al avanzar el ciclo. Al considerar la competencia entre especies se debe tener presente la complementariedad de recursos (Aldrich y Kremer, 1997).



Ecuaciones: *A. bicolor* $y = 3,17/(1+(EXP(23-(0,33*DDS))))$ $r^2 = 0,91$; *S. oleraceus* $y = 16/(1+(EXP(12-(0,16*A1))))$ $r^2 = 0,98$ y *L. amplexicaule* $y = 10/(1+(EXP(76,8-(1,08*A1))))$, $r^2 = 0,95$

a)



Ecuaciones: *A. bicolor* $y = 4,8/(1+(EXP(6,2-(0,05*DDS))))$ $r^2 = 0,90$; *C. bonariensis* $y = 20,5/(1+(EXP(8,6-(0,08*DDS))))$ $r^2 = 0,89$; y *C. bursa-pastoris* $y = 2,4/(1+(EXP(6,8-(0,07*DDS))))$, $r^2 = 0,92$

b)

Fig. 8. Dinámica de la biomasa de *A. bicolor* y de las malezas estudiadas en monocultura. a) *S. oleraceus* y *L. amplexicaule* en 2010, b) *C. bonariensis* y *C. bursa-pastoris* en 2011.



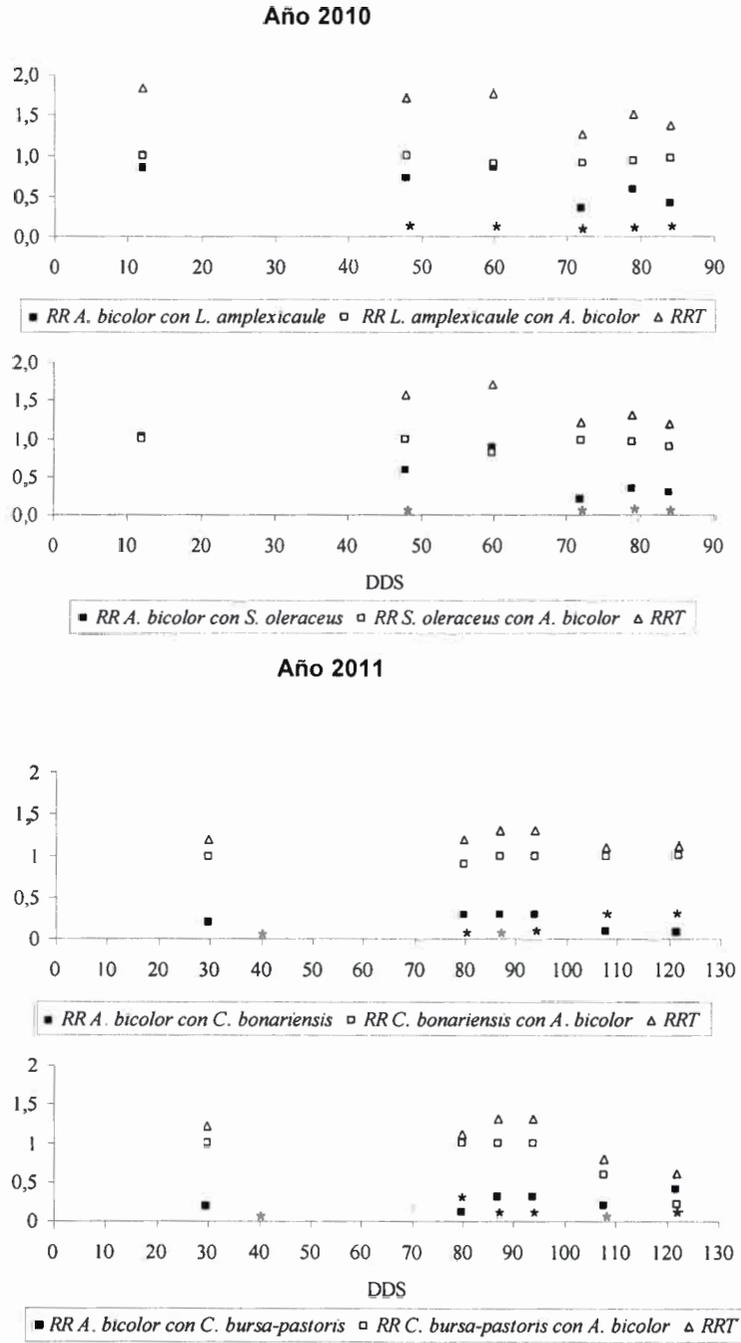
Fig. 9. Ensayo competencia de *A. bicolor* con *L. amplexicaule*. A: primer corte; B: segundo corte; C: tercer corte; D: *A. bicolor*.

Los valores de rendimiento relativo total (RRT) indican que hubo competencia parcial. Las malezas fueron menos afectadas por la presencia del cultivo alcanzando valores de RR que no difieren de 1. Así, la reducción de la habilidad competitiva de *A. bicolor* con el tiempo se corresponde con su menor crecimiento en monocultura en la etapa final del experimento. Los cambios en la habilidad competitiva en función del momento del ciclo de crecimiento podrían estar vinculados con la dinámica del desarrollo morfológico de las especies. Existe mucha evidencia circunstancial que sugiere que el tiempo relativo del desarrollo morfológico es crítico para el resultado de la competencia (Cousens *et al.*, 1991). La habilidad competitiva de una especie está asociada positivamente con una emergencia temprana y un crecimiento inicial rápido que anticipe



la captación de los recursos limitantes (Kropff, 1988). Sin embargo, en algunos casos, especies que tienen una tasa de crecimiento inicial lenta, pueden más tarde tornarse dominantes en una mezcla (Satorre y Snaydon, 1992; Cousens, 1991). En los experimentos aquí presentados se manifestó especialmente la primera alternativa: el crecimiento inicial fue lento para todas las especies y hacia mediados del ciclo, menor en *A. bicolor* que *S. oleraceus*, *L. amplexicaule* y *C. bonariensis*. La habilidad competitiva de *A. bicolor* en 2010 no difirió significativamente según la especie de maleza considerada a pesar de las diferencias en los valores de biomasa de las especies.

En 2011, los valores de RRT de aproximadamente 1 indican que hubo alta habilidad competitiva de *C. bonariensis* en relación a *A. bicolor*. *C. bursa pastoris* presentó menos biomasa y es la maleza menos competitiva dentro de las estudiadas. Esta especie además terminó su ciclo antes que *C. bonariensis* (94 DDS) lo que explica su valor casi nulo de de RR en los últimos censos. Es muy importante remarcar que en todos los experimentos, *A. bicolor* continuó viva al terminar los experimentos (Fig. 10).



* indica diferencias significativas entre RR según una prueba de t (P = 0,05)

Fig. 10. Rendimiento relativo y Rendimiento relativo total de *A. bicolor* y especies de malezas estudiadas.



En general las malezas son competitivas con *A. bicolor* especialmente durante la implantación del cultivo. El crecimiento inicial de las especies forrajeras nativas, entre las que se cuenta *A. bicolor*, es lento en relación a las malezas que son en general exóticas, lo que pone al cultivo en desventaja en cuanto al aprovechamiento de los recursos disponibles en etapas de desarrollo inicial. Esto implica que la aplicación de herbicidas se debe realizar lo más temprano posible con el objeto de intervenir a tiempo y previo al período crítico de competencia para lograr un control eficaz. *Adesmia bicolor* se encuentra adaptada a las condiciones climáticas y edáficas de la región y posee capacidad para utilizar los recursos a su alcance, una vez iniciado el crecimiento de raíces y parte aérea. La especie presenta estolones que permiten explorar rápidamente el entorno y posteriormente producir flores y semillas en forma abundante. Asimismo la especie germina en forma escalonada en el tiempo. Por estos motivos posee buena habilidad competitiva una vez establecida. De hecho, en parcelas de ensayo se encuentra coexistiendo con otras especies aún después de varios años de abandono de tareas de mantenimiento. Los resultados obtenidos en esta tesis destacan la compleja interacción de factores que determinan el balance competitivo entre *A. bicolor* y las malezas, poniéndose de manifiesto la importancia que tiene la realización del control temprano de las especies adventicias para favorecer el desarrollo del cultivo así como también la importancia de elegir un herbicida, que aplicado en el momento adecuado, permita un eficaz control de las malezas de la región sin producir fitotoxicidad al cultivo. Toda esta información resulta de importancia a la hora de analizar las posibilidades de éxito de la implantación de *A. bicolor* en un nuevo modelo productivo regional.

4.3 Resultados de producción de materia seca luego de la aplicación de herbicidas.

4.3.1 Fitotoxicidad de imazetapir sobre *A. bicolor*

Se ha observado fitotoxicidad variable en leguminosas por herbicidas imidazolinonas (Eberlein y Gutieri, 1994). Las especies forrajeras leguminosas muestran distinto grado de tolerancia a imazetapir. Así, *Leucaena leucocephala*, es una especie nativa que con una dosis de 100 g i.a. ha⁻¹ presentó un 18 % de fitotoxicidad (Rivas Pantoja *et al.*, 2009). *Vicia villosa* muestra una fitotoxicidad de 4 en la escala E.W.R.C. con 50 g i.a. ha⁻¹ de imazetapir (Renzi, 2007). En *Stylosantes capitata* y *S. macrocephala* se encontró bajo nivel de fitotoxicidad a la dosis de 100 g i.a. ha⁻¹ (Verzignassi *et al.*, 2005). En *Phaseolus vulgaris*, Ríos y Pérez (1990) y Castro (1993) encontraron



porcentajes menores a 10% de fitotoxicidad con dosis de 75 a 150 g i.a. ha⁻¹ mientras que Cano y López (1996) encuentran usando imazetapir en 157 g i.a. ha⁻¹ extrema fitotoxicidad.

En 2009 la producción de materia seca fue superior a 2010. Sin embargo ambas curvas de materia seca muestran tendencia similar, es decir que a medida que se incrementa la dosis de imazetapir la producción de materia seca disminuye. No obstante se observa una brusca caída de materia seca hasta los 400 g.i.a.ha⁻¹ y a partir de esa dosis la curva forma un *plateau* sin cambios a mayores dosis. En 2009 en dosis cero fue de 36,86 g/m² y en 2010 25,19 g/m² y en la dosis de 800 g.i.a fue de 10,31 g/m² y 4,84 g/m² (Fig.11).

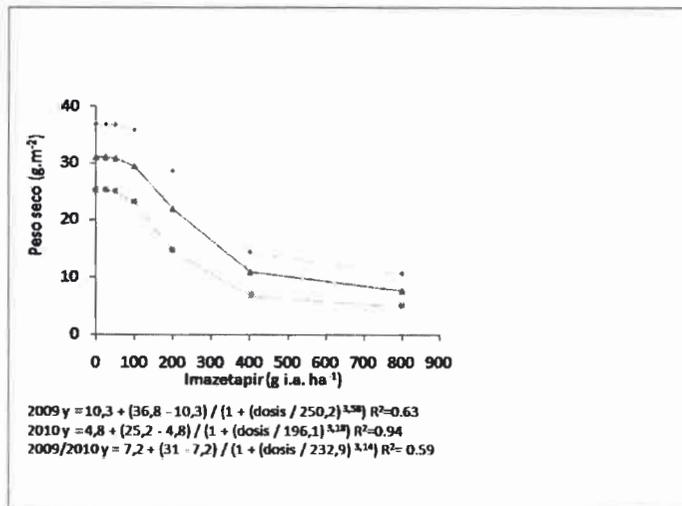


Fig. 11. Curvas de dosis-respuesta. Efecto de la dosis de Imazetapir (g.i.a.ha⁻¹) sobre el peso seco (g/m²) de *A. bicolor* para los años 2009, 2010 y 2009/10.

Se realizó la estimación de los parámetros (D, C, I₅₀, b) del modelo log-logístico.

La estimación del parámetro d para el año 2009 fue significativamente superior a la del año 2010, con valores de 36 86 y 25,19 respectivamente (Tabla 7); en dicha tabla



podemos ver que para todos los parámetros estimados siempre fueron superiores los valores del año 2009. Posiblemente por el momento de año que se realizó el muestreo.

Tabla 7. Valores de los parámetros estimados, errores estándar e intervalos de confianza del 95% para la variable peso seco (PS) en diferentes años y concentraciones de imazetapir.

*IM, herbicida imazetapir; 09, año 2009; 10, año 2010; 09/10, año 2009/10.

^{NS} El parámetro estimado no difiere significativamente de cero ($p > 0,05$).

Variable*	Parámetro	Estimación	Error est, aprox,	Límites de confianza del 95%	
PS IM 09	D	36,86	2,62	31,32	42,39
	C	10,31 ^{NS}	5,93	-2,20	22,83
	I_{50}	250,2	73,6	95,1	405,4
	b	3,58 ^{NS}	2,97	-2,69	9,85
PS IM 10	D	25,19	0,86	23,37	26,99
	C	4,84	1,50	1,67	8,02
	I_{50}	196,1	20,3	153,3	238,9
	b	3,18	1,06	0,94	5,42
PS IM 09/10	D	30,99	1,95	27,03	34,94
	C	7,15 ^{NS}	4,34	-1,63	15,93
	I_{50}	232,9	56,5	118,5	347,3
	b	3,14 ^{NS}	2,13	-1,17	7,45

4.3.2 Fitotoxicidad de 2,4-DB sobre *A. bicolor*

En otros estudios se observa que 2,4-DB está recomendado en leguminosas, Istilart (2003) observó fitotoxicidad intermedia con este herbicida en *Vicia villosa* a la dosis de 800 a 1600 g i.a. ha⁻¹. Conrad y Stritzke (1980) encontraron en *Trifolium vesiculosum* que 2,4DB a 1200 g i.a. ha⁻¹ es selectivo y controla efectivamente malezas



asociadas. En trabajos con otros herbicidas hormonales se encontraron variables efectos fitotóxicos según la especie de leguminosa, etapa o tamaño del cultivo en el momento de aplicación (Hicks *et al.*, 1998; Wehtje *et al.*, 1993, York *et al.*, 1993; Lyon y Wilson, 1986; Snipes *et al.*, 1991).

Para los dos años el efecto de 2,4-BD describe curvas similares (Fig. 12), sin embargo se observa que la producción de peso seco en la campaña 2009 fue superior para la dosis cero con 44,97 g/m² y la producción de 2010 fue 23,67 g/m². También se observa una disminución notoria entre la dosis cero y 100 g.i.a. A partir de la dosis ¼ X la producción de materia seca fue nula al incrementarse gradualmente las dosis de herbicida hasta los 8 X o 2000 g.i.a. Evidentemente los resultados muestran que este herbicida tiene un fuerte impacto fitotóxico afectando sensiblemente en la producción de *A. bicolor*.

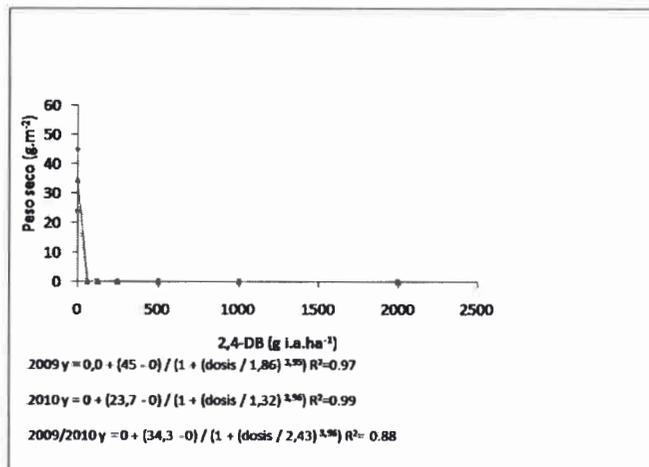


Fig. 12. Curvas de dosis-respuesta. Efecto de la dosis de 2,4-DB (g.i.a.ha⁻¹) sobre el peso seco (g/m²) de *A. bicolor* para 2009, 2010 y 2009/10.

El parámetro D para el año 2009 fue significativamente superior al del año 2009. Los valores correspondientes fueron 44,97 y 23,67 respectivamente posiblemente por las mismas razones explicadas para imazetapir. En la tabla 8 observamos que los parámetros C e I₅₀ registraron valores superiores en 2009 aunque sin diferencias significativas, en el caso del parámetro b fueron similares en los dos años.



Tabla 8. Valores de los parámetros estimados, errores estándar e intervalos de confianza del 95% para la variable peso seco (PS) en diferentes años y concentraciones de 2,4-DB.

* 2,4, herbicida 2,4-DB. 09, 2009; 10, 2010; 09/10, 2009/10.

^{NS} El parámetro estimado no difiere significativamente de cero ($p > 0,05$).

Variable*	Parámetro	Estimación	Error est. aprox.	Límites de confianza del 95%	
PS 2,4-DB 09	D	44,97	1,66	41,46	48,47
	C	-385E-15 ^{NS}	0,86	-1,82	1,82
	I_{50}	1,86 ^{NS}	1661892	-3506262	3506266
	b	3,95 ^{NS}	1006295	-2123081	2123089
PS 2,4-DB 10	D	23,67	0,40	22,82	24,51
	C	-125E-16 ^{NS}	0,21	-0,44	0,44
	I_{50}	1,32 ^{NS}	2377951	-5017007	5017009
	b	3,96 ^{NS}	1853538	-3910595	3910603
PS 2,4-DB 09/10	D	34,32	1,91	30,46	38,18
	C	-233E-14 ^{NS}	0,99	-2,00	2,00
	I_{50}	2,43 ^{NS}	1069502	-2165080	2165085
	b	3,96 ^{NS}	537746	-1088600	1088608

4.4 Efecto de los herbicidas sobre (%) de control de malezas

El control con imazetapir a partir de dosis 1 X (100 g i.a. ha⁻¹) fue 80% (Fig. 13). Verzignassi *et al.* (2005) en *Stylosantes capitata* y *S. macrocephala* muestra resultados prometedores para el control de malezas con imazetapir 100 g i.a. ha⁻¹ en postemergencia. Rivas Pantoja *et al.* (2009) determinaron que la aplicación en postemergencia de imazetapir mejora la producción de materia seca en pasturas



consociadas con *Leucaena leucocephala* debido al eficaz control de malezas. Ríos y Pérez (1990) y Castro (1993) coinciden con nuestro estudio en los buenos resultados de control de malezas latifoliadas con imazetapir en *Phaseolus vulgaris* a dosis de 75 a 150 g i.a. ha⁻¹.

Para imazetapir, en ambos años la curva dosis respuesta fue similar, mostrando un control satisfactorio de aproximadamente 80% de malezas utilizando dosis de 100 g.i.aha⁻¹, lo cual indica que con esa dosis este herbicida logra un buen control (Fig.13) de especies no deseadas, coincidiendo con el escaso efecto fitotóxico a esa misma dosis sobre *A. bicolor* manteniendo una buena producción de materia seca (Fig. 11).

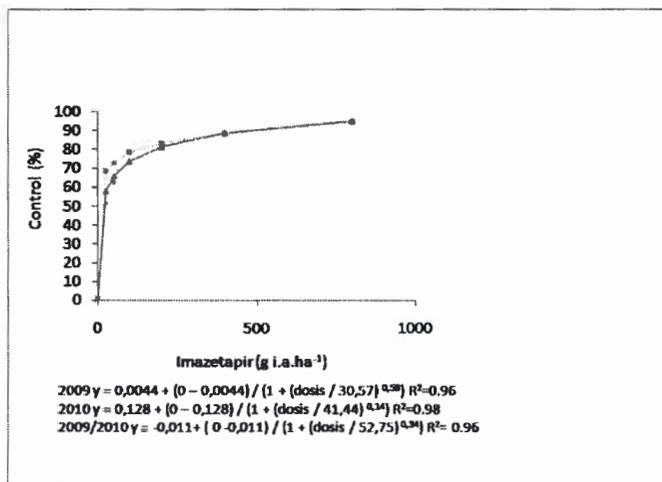


Fig. 13. Curvas de dosis-respuesta. Efecto de la dosis de imazetapir (g.i.a.ha-1) sobre (%) de control de malezas para 2009, 2010 y 2009/10.

Respecto del porcentaje de control de malezas con imazetapir los parámetros no presentaron diferencias significativas entre años lo que es de esperar para cualquier herbicida que esté en el mercado con buen performance (Tabla 9).



Tabla 9. Valores de los parámetros estimados, errores estándar e intervalos de confianza del 95% para la variable porcentaje de control (C (%)) en diferentes años y concentraciones de herbicidas.

Variable	Parámetro	Estimación	Error std. aprox.	Límites de confianza del 95%	
C (%) IM 09	D	0,004 ^{NS}	3,89	-8,20	8,21
	C	109,7	17,9	71,85	147,5
	I ₅₀	30,57 ^{NS}	16,63	-4,53	65,66
	b	0,58	0,24	0,08	1,07
C (%) IM 10	D	0,13 ^{NS}	2,86	-5,90	6,16
	C	242,8 ^{NS}	889,1	-1633,1	2118,7
	I ₅₀	20550,4 ^{NS}	989275	-2066625	2107725
	b	0,14 ^{NS}	0,26	-0,41	0,69
C (%) IM 09/10	D	-0,01 ^{NS}	2,46	-4,99	4,97
	C	133,0	43,10	45,80	220,3
	I ₅₀	52,75 ^{NS}	101,3	-152,3	257,8
	b	0,34	0,16	0,01	0,67

*IM, herbicida imazetapir; 09, año 2009; 10, año 2010; 09/10, año 2009/10.

^{NS} El parámetro estimado no difiere significativamente de cero ($p > 0,05$).

Conrad y Stritzke (1980) encontraron en *Trifolium vesiculosum* que 2,4DB a 1200 g i.a. ha⁻¹ es selectivo y controla efectivamente malezas asociadas. En pasturas en base a alfalfa en las dosis utilizadas en este trabajo se recomienda su uso con buenos resultados en el control de malezas de hoja ancha (Garay, 2006).

En la Figura 14, el porcentaje de control de malezas con el herbicida 2,4-DB podemos ver para ambos años que la curva dosis respuesta fue similar, mostrando un control satisfactorio de 80% de malezas con dosis bajas 200 g.i.a igual que en el caso de imazetapir, lo cual indica que con bajas dosis este herbicida logra un excelente control,



no obstante, dada la alta fitotoxicidad a todas las dosis de 2,4-DB no sería recomendable aplicarlo sobre *A. bicolor* ya que genera una brusca e irreparable caída de materia seca (Fig. 12).

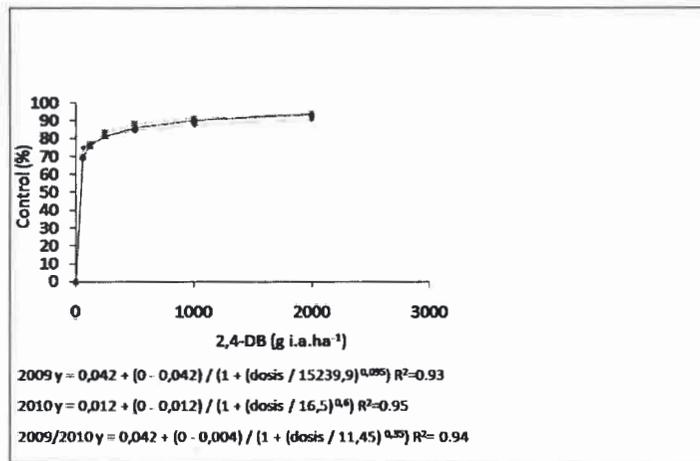


Fig. 14. Curvas de dosis-respuesta. Efecto de la dosis de 2,4-DB (g.i.a.ha-1) sobre el porcentaje (%) de control de malezas para 2009, 2010 y 2009/10.

El porcentaje de control de malezas con 2,4-DB para ambos años no presentó diferencias significativas (Tabla 10).



Tabla 10. Valores de los parámetros estimados, errores estándar e intervalos de confianza del 95% para la variable porcentaje de control (C (%)) en diferentes años y concentraciones de herbicidas.

Variable	Parámetro	Estimación	Error std. aprox.	Límites de confianza del 95%	
C (%) 2,4DB 09	D	0,04 ^{NS}	5,19	-10,91	10,99
	C	201,0 ^{NS}	2329,3	-4713,4	5115,4
	I ₅₀	15239,9 ^{NS}	3651451	-7688602	7719082
	b	0,09 ^{NS}	0,77	-1,54	1,73
C (%) 2,4DB 10	D	0,01 ^{NS}	4,49	-9,45	9,47
	C	99,52	13,06	71,96	127,1
	I ₅₀	16,49 ^{NS}	11,75	-8,29	41,29
	b	0,60 ^{NS}	0,46	-0,38	1,58
C (%) 2,4DB 09/10	D	0,004 ^{NS}	3,25	-6,58	6,59
	C	109,0	32,62	42,99	175,1
	I ₅₀	11,45 ^{NS}	9,49	-7,76	30,66
	b	0,35 ^{NS}	0,34	-0,34	1,04

* 2,4, herbicida 2,4-DB. 09, año 2009; 10, año 2010; 09/10, año 2009/10.

^{NS} El parámetro estimado no difiere significativamente de cero ($p > 0,05$).

Cuando se analizó porcentaje de control de malezas asociadas a *A. bicolor* la interacción triple año x herbicida x dosis no fue significativa, con un $p = 0,4203$. Los efectos de los factores herbicida ($p = 0,0021$) y concentración ($p < 0,0001$) fueron significativos, mientras que la interacción año x herbicida y año x dosis no lo fueron ($p = 0,05$). Por lo tanto podemos inferir para los dos años, los dos herbicidas y a las diferentes dosis tuvieron similares porcentajes de control. El análisis de la varianza según la escala E.W.R.C. para Fitotoxicidad indica que hay diferencias significativas en los parámetros año, herbicida y dosis. La Fig. 15 muestra las diferentes situaciones encontradas a campo.



Fig.15. Fotos de los resultados obtenidos en el ensayo a campo. A: Foto ensayo, B: Testigo sin desmalezar, C: Testigo desmalezado, D: Diferencias entre testigo sin desmalezar y 2,4-DB 4 X, E: 2,4-DB 8 X, F: IM 8 X, G: 2,4-DB $\frac{1}{4}$ X, H: IM $\frac{1}{4}$ X, I: 2,4-DB 2 X, J: IM 2 X.



En materia seca vs. tratamientos de ambos herbicidas se puede observar que hay tratamientos que producen una merma importante en la producción de materia seca en *A. bicolor*, lo que evidencia una extrema fitotoxicidad y pertenecen a todas las dosis 2,4-DB. Hay una de dosis de imazetapir con una moderada disminución de la producción y finalmente hay un grupo de muy leve fitotoxicidad que son los de mayor producción de materia seca que son comparables con el testigo (Fig. 16).

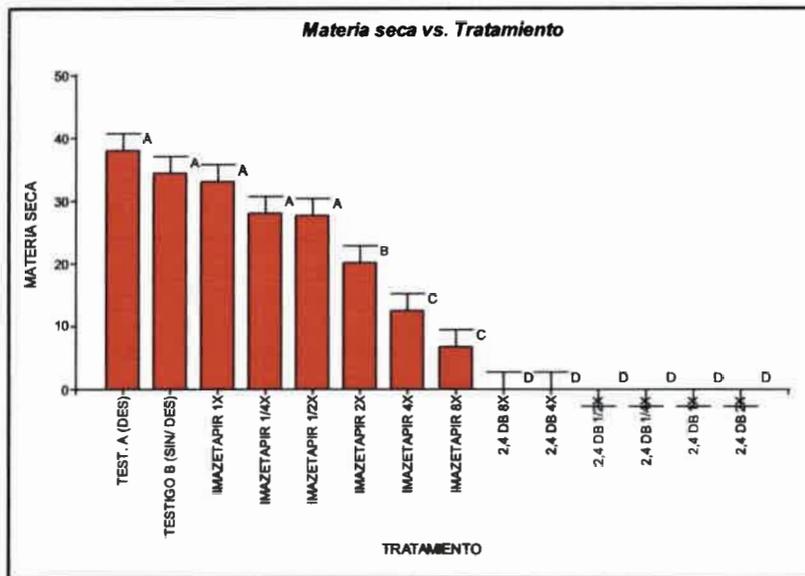


Fig.16. Resultados de producción de materia seca *A. bicolor* vs. tratamientos 2009/2010.

El porcentaje de control de malezas vs. tratamientos indica que el control fue satisfactorio no habiendo grandes variaciones entre ellos vs. testigo desmalezado a mano, no obstante hay diferencias significativas. Los de menor control fueron los que se utilizaron dosis más bajas que las recomendadas en marbete (Fig. 17).

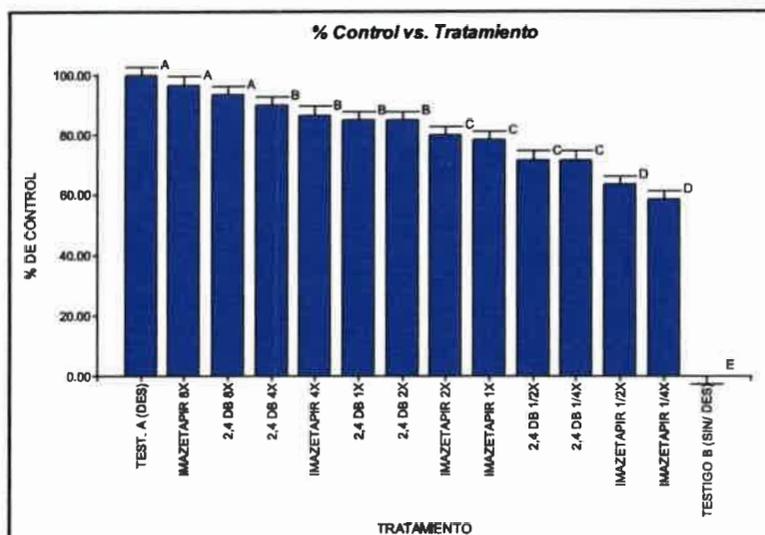


Fig.17. Porcentaje de control de malezas vs. tratamientos 2009/2010.

Quando observamos materia seca producida por *A. bicolor* y % control de malezas en conjunto vs. tratamiento en la Fig. 18, se observa que hay tratamientos con excelente control pero una marcada fitotoxicidad, con la consecuente disminución de materia seca. Del análisis de materia seca y % de control, para el tratamiento 1 X de imazetapir surge que la producción de materia seca se acerca a la del testigo sin aplicación, el porcentaje de control de malezas del mismo es satisfactorio por lo que debería tenerse en cuenta por su prometedor resultado.

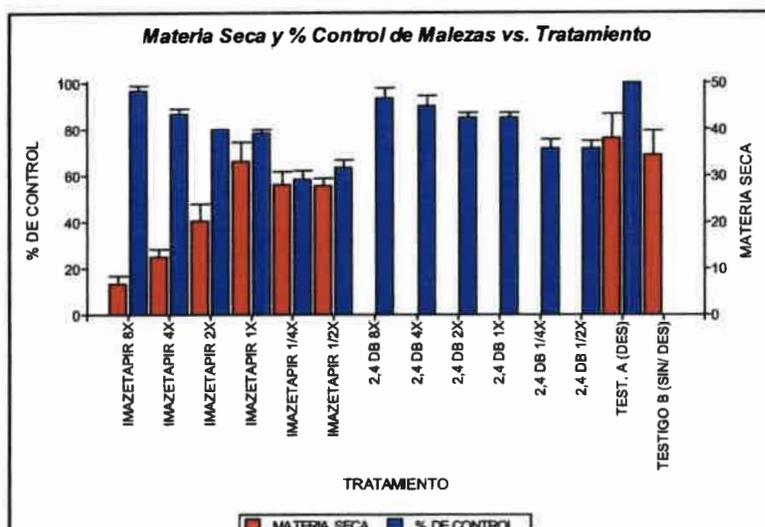


Fig.18. Resultados de % control de malezas y producción de materia seca de *A. bicolor* v s. tratamiento 2009/2010.

4.5 Efecto fitotóxico desde el momento de aplicación según la escala de Rochecouste

Se evaluó en diferentes momentos desde la aplicación los diferentes herbicidas, la aparición de síntomas de fitotoxicidad en *A. bicolor* según la escala visual de Rochecouste (Tabla 11).

La evaluación a los 7 días desde la aplicación muestra que los tratamientos 2,4-DB 8 X y 4 X son los fitotóxicos y significativamente diferentes al resto que muestran al momento leve efecto fitotóxico visible (Fig. 19).

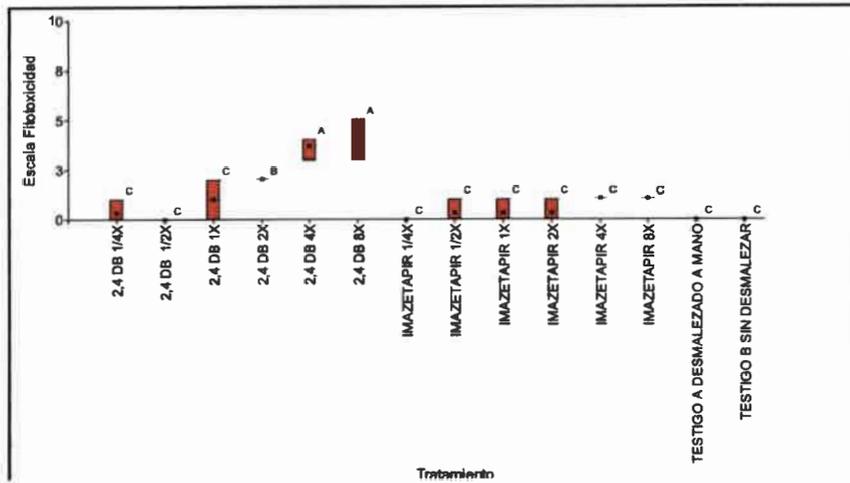


Fig. 19. Escala de fitotoxicidad según escala Rochecouste para *A. bicolor* a los 7 días desde la aplicación.

La evaluación a los 21 días desde la aplicación muestra que todos los tratamientos con 2,4-DB son altamente fitotóxicos. Estos valores de escala medidos son sensiblemente superiores que a los 7 días. El tratamiento 2,4-DB ¼ X y 8 X de imazetapir muestra un comportamiento similar a este último, siendo el que muestra el mayor valor en la escala de fitotoxicidad para este herbicida. Luego se encuentran los demás tratamientos de imazetapir con menos efectos fitotóxicos a diferentes dosis mostrando diferencias entre ellos (Fig. 20).

Los resultados a los 30 días desde la aplicación indican que todos los tratamientos con 2,4-DB son altamente fitotóxicos. Algunos tratamientos con este herbicida tienen mayor escala que el registrado a los siete días como por ejemplo las dosis 8 X era 3,5 a los 7 días y a los 30 días es de 10.

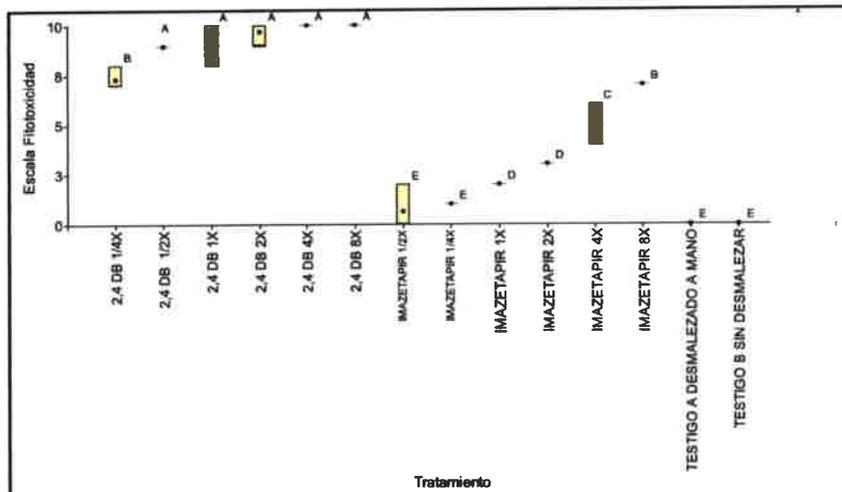


Fig. 20. Escala de fitotoxicidad según escala Rochecouste para *A. bicolor* a los 21 días desde la aplicación.

La evaluación de los síntomas a los 30 días es similar a los registrados a los 21 días desde la aplicación. El tratamiento con imazetapir 8 X es el más fitotóxico. Las dosis restantes registran fitotoxicidades menores y entre ellas diferentes (Fig. 21).

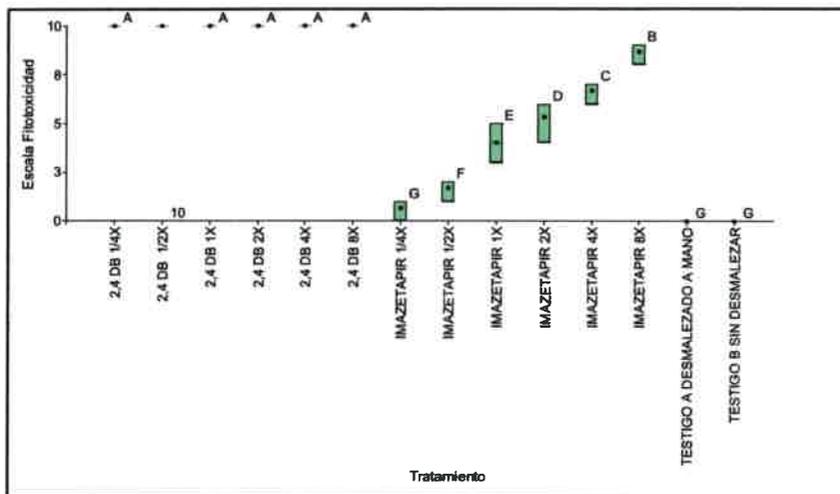


Fig. 21. Escala de fitotoxicidad según escala Rochecouste para *A. bicolor* a los 30 días desde la aplicación.



Tabla 11. Escala de fitotoxicidad según escala Rochecouste a los 7, 21 y 30 días desde la aplicación.

Tratamiento	Dosis g.i.a.ha ⁻¹	Fitotoxicidad 7 días DDA	E.E.	Fitotoxicidad 21 días DDA	E.E.	Fitotoxicidad 30 días DDA	E.E.
2,4-DB	2000	4	±0,31a	10	±0,39a	10	±0,3a
	1000	3,67	±0,31a	10	±0,39a	10	±0,3a
	500	2	±0,31b	9,67	±0,39a	10	±0,3a
	250	1	±0,31c	9	±0,39a	10	±0,3a
	125	0,5	±0,38c	8,5	±0,68a	10	±0,52a
	62,5	0,33	±0,31c	7,33	±0,39b	10	±0,37a
	0	0	±0,31c	0	±0,39e	0	±0,3g
	0	0	±0,31c	0	±0,39e	0	±0,3g
IMAZETAPIR	800	1	±0,31c	7	±0,39b	8,67	±0,3b
	400	1	±0,31c	5	±0,39c	6,67	±0,3c
	200	0,33	±0,31c	3	±0,39d	5,33	±0,3d
	100	0,33	±0,31c	2	±0,39d	4	±0,3e
	50	0,33	±0,31c	1	±0,39d	1,67	±0,3f
	25	0	±0,31c	0,67	±0,39e	0,67	±0,3g
	0	0	±0,31c	0	±0,39e	0	±0,3g
	0	0	±0,31c	0	±0,39e	0	±0,3g

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

Se realizó un análisis de componentes principales (ACP) con el objeto de determinar las relaciones entre los tratamientos y los caracteres relacionados con la curva dosis-respuesta. En relación al ACP, los resultados permiten ver que la primera y segunda componente principal (CP1 y CP2) explican el 96,1% de la variación total (63,6% y 32,5%, respectivamente). En el gráfico biplot se puede ver que la CP1 separa fitotoxicidad del herbicida (HP) de peso seco de *A. bicolor* (DW) y control de malezas (WC). Es posible observar que todas las dosis de 2,4-DB se encuentran asociadas con una alta fitotoxicidad (HP). Además, las dosis 1/4 X, 1/2 X y 1 X de imazetapir así como los tratamientos control están asociadas con un alto peso seco (DW). Por otro lado, se puede distinguir que a medida que aumenta la dosis de imazetapir aumenta su grado de fitotoxicidad. Es posible analizar la correlación entre variables en función del ángulo que forman sus vectores. De esta manera, fitotoxicidad (HP) se correlaciona negativamente con peso seco (DW) (ángulo de 180° aproximadamente) y ambas variables no se encuentran correlacionadas con control de malezas (WC) (ángulo cercano 90°) Fig.22.

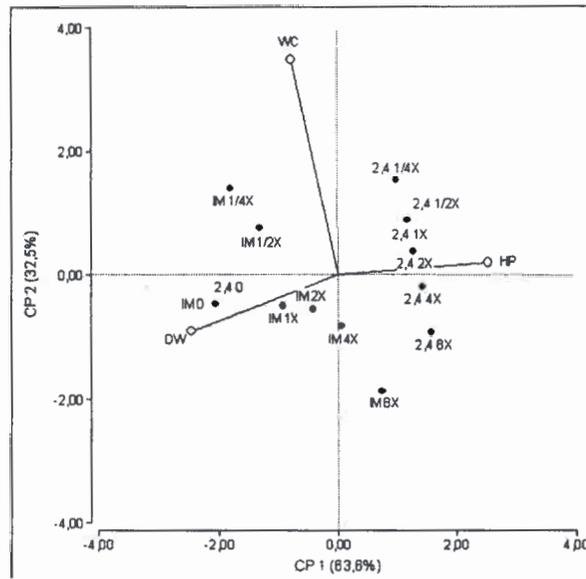


Fig. 22. Análisis de componentes principales en relación a fitotoxicidad del herbicida (HP) de peso seco de *A. bicolor* (DW) y control de malezas.



4.6 Análisis anatómico de hoja de *Adesmia bicolor* y efecto de la aplicación de herbicidas

De acuerdo a los estudios anatómicos realizados en hojas compuestas de *A. bicolor* testigo (Fig. 23. A) se observa en primer lugar en la Fig. 23. B por medio de diafanización una vista superficial del folíolo con presencia de tricomas. En los preparados de corte transversal obtenidos, el folíolo se compone por tres sistemas de tejidos: el dérmico que está representado por la epidermis, el fundamental por el mesófilo y el vascular que comprende los tejidos conductores xilema y floema (Fahn, 1985) (Fig. 23. C). La epidermis en *Adesmia bicolor* es uniestratificada formada por células epidérmicas propiamente dichas y especializadas. Entre las células especializadas encontramos tricomas no glandulares, pelos ornamentales cónicos tricelulares, células oclusivas y subsidiarias (Freire *et al.*, 2005). En los preparados diafanizados en vista superficial se determinó la disposición de los estomas tipo anisocíticos 25-30 x 20-30 μm . en ambas caras (Fig. 23. D). El folíolo es anfiestomático con estomas localizadas al mismo nivel que las células típicas (Fig.23. E).

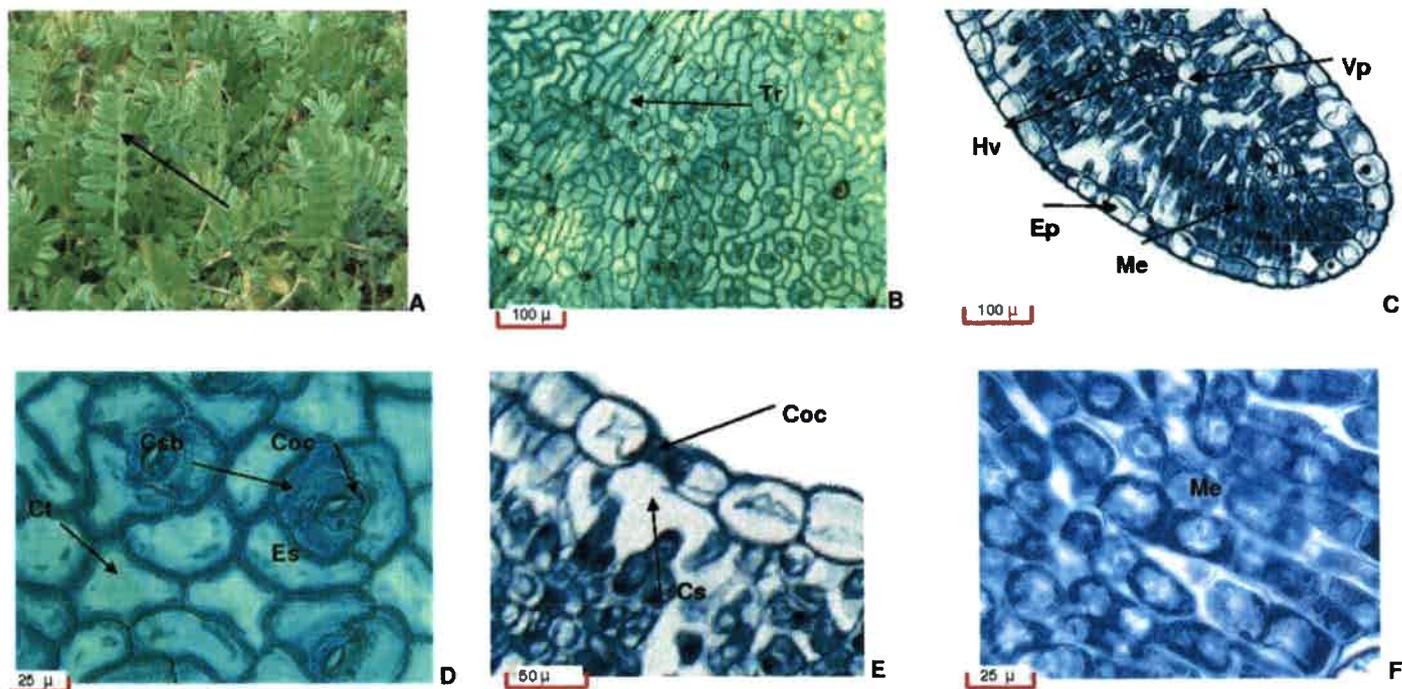


Fig. 23. *A. bicolor* testigo. A: hoja compuesta. B, Vista superficial de epidermis con tricomas. C, Corte transversal de folíolo. D, Detalle vista superficial de epidermis con estomas. E; Corte transversal mostrando estoma y cámara subestomática. F, Detalle del mesófilo. Es. Estoma; Hv: haz vascular; Coc: célula oclusiva; Cs: cámara subestomática; Csb: célula subsidiaria; Ct: célula típica; Me: mesófilo; Tr: tricoma; Vp: vaina parenquimática.



El mesófilo es homogéneo constituido por parénquima en empalizada, en él los cloroplastos son visibles con bordes definidos, forma discoidal aplanados en el centro, se presentan formando una capa sobre la membrana tapizando la pared celular (Fig.23. F y Fig. 24. A), esta ubicación es más favorable con respecto a la captación de la luz durante la fotosíntesis activa. En la parte más distal de las ramas o vástagos se encuentra el meristemo apical o ápice vegetativo (Fig. 24. B). El tejido vascular está formado por haces colaterales, rodeados por una vaina parenquimática completa (Fig. 24. C). Se encuentra presencia de colénquima especialmente asociado al haz vascular central y por debajo de la epidermis (Fig. 24. A y C). Se puede observar en corte longitudinal, el primordio foliar con los primeros folíolos. En la Fig. 24. D se muestra el detalle del mismo, donde se demuestra la teoría cuerpo-túnica de Schmidt (1924) en Esau (1985), originada de la observación de brotes de angiospermas y usada ampliamente, donde hay dos zonas de tejidos: la túnica que consta de una o más capas periféricas de células y el cuerpo que es una masa celular rodeada por la túnica. Las células del cuerpo se dividen según varios planos y toda la masa crece en volumen. En el detalle puede observarse dos capas de túnica y el corpus.

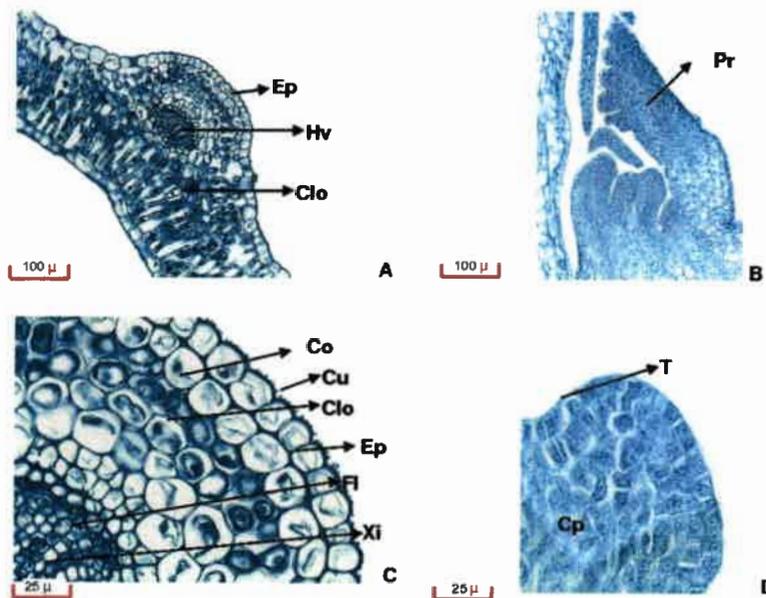


Fig. 24. A. *bicolor* testigo. A, Corte transversal de folíolo. B, Corte longitudinal de ápice. C, Sector en corte transversal de folíolo. D, Detalle de B. Ep: epidermis; Es. Estoma; Hv: haz vascular; Clo: clorénquima; Co: colénquima; Cp: corpus; Fl: floema; Cu: cutícula; Pr: primordio foliar, T: túnica, Xi: Xilema.



4.6.1 Efectos de la aplicación del herbicida 2,4-DB

Luego de la aplicación de las diferentes dosis de herbicida 2,4-DB, se observan diferentes efectos en las hojas analizadas. El análisis de las lesiones anatómicas causadas por éste, mostró síntomas en todas las dosis aplicadas; 0,25 X; 0,5 X; 1 X; 2 X; 4 X y 8 X (Fig. 25 y 26). Se han observado en las hojas de las plantas expuestas a las diferentes dosis lesiones que incluyen la ocurrencia de plasmólisis de células epidérmicas en mayor medida en la cara adaxial de los folíolos, así como la hipertrofia de las células del clorénquima y desorganización de su contenido y posterior colapso del mismo, lo que se manifiesta a nivel morfológico como áreas necróticas. Se observa además la disminución de los espacios intercelulares en el parénquima. En las zonas donde se encontraron células plasmolizadas, células con hipertrofia o cerca de las zonas necróticas se hallaron compuestos que tiñeron de color rojo intenso. Como respuesta a las lesiones locales, la hiperplasia de las células del mesófilo conduce a la formación de un tejido de cicatrización (Fig. 25) constituido por células con engrosamiento de las paredes celulares, lo que aísla de esta manera áreas necróticas de los tejidos no afectados sanos.

A los 7 días luego de la aplicación comienzan a evidenciarse los efectos del herbicida. En dosis 0,25 X de 2,4-DB pueden verse cambios en las células del mesófilo. En algunas de ellas hay desorganización del contenido celular, los cloroplastos cambian con respecto a los del testigo y éstos se observan con bordes poco definidos, algunos hacia la membrana celular y otros inmersos en el contenido celular o citosol. Se produce un aumento de los espacios intercelulares en el mesófilo y en la epidermis vemos plasmólisis en algunas células (Fig. 25. A).

La dosis 0,5 X de 2,4-DB evidencia desorganización del contenido en algunas células del clorénquima y en otras pérdida de contenido celular. Se observa un aumento de espacios intercelulares en el mesófilo del folíolo. En la epidermis ocurre rompimiento o plasmólisis de algunas de las células principalmente en la cara adaxial (Fig. 25. B).

En la fig. 25. C para la dosis 1 X de 2,4-DB se observaron células del clorénquima con contenido celular disperso y algunas de ellas plasmolizadas, otros síntomas fueron la pérdida de turgencia en células epidérmicas y del mesófilo y el aumento del porcentaje de espacios intercelulares.



La aplicación de la dosis 2 X 2,4-DB se expresa algunas en zonas la epidermis colapsada tanto en la cara abaxial como adaxial del folíolo, mesófilo prácticamente desintegrado. El clorénquima presenta células que han perdido los cloroplastos y otras el contenido. Hay zonas donde solo quedan algunas paredes celulares aún unidas (Fig. 25. D).

En relación a la dosis 4 X (Fig. 25. E) el haz vascular central muestra destrucción de su tejido floemático, desaparición del colénquima y parénquima. El mesófilo se presenta sin cloroplastos, se observa la plasmólisis del tejido clorénquimático, hasta llegar a la necrosis, inclusive algunas zonas del folíolo. Se observan zonas epidérmicas colapsadas en ambas caras.

En plantas aplicadas con la dosis 8 X de 2,4DB se observa mesófilo sin cloroplastos, plasmólisis de gran cantidad de células y la consiguiente formación de grandes espacios intercelulares. De igual modo encontramos hipertrofia de las células del parénquima y la coloración intensa en las zonas afectadas (Fig. 25. F). Hay plasmólisis de casi todo el tejido epidérmico. Se verificó en la nervadura central necrótica, con sólo los elementos del xilema conservados. Otras lesiones incluyen la ocurrencia de plasmólisis de células epidérmicas en la cara adaxial y abaxial del folíolo, así como la hipertrofia de las células del clorénquima, provocando luego con la pérdida del contenido celular el colapso de este tejido, morfológicamente visto como áreas necróticas donde alrededor de la misma las células sanas engrosan las paredes y aíslan la zona necrosada de la sana. Se observa un aumento de los espacios intercelulares en el parénquima en empalizada.

Al mismo tiempo desde la aplicación, se evidencian los efectos del herbicida sobre los ápices de las plantas.

Con la dosis 0,25 X de 2,4-DB se hallan efectos destructivos leves en el sistema vascular central y promoción de divisiones celulares desorganizadas en algunas zonas de la corteza y del parénquima de la médula en la zona apical (Fig. 26. A).

La dosis 0,5 X de 2,4-DB evidencia los tejidos conductores dañados en forma más marcada (Fig. 26. B).

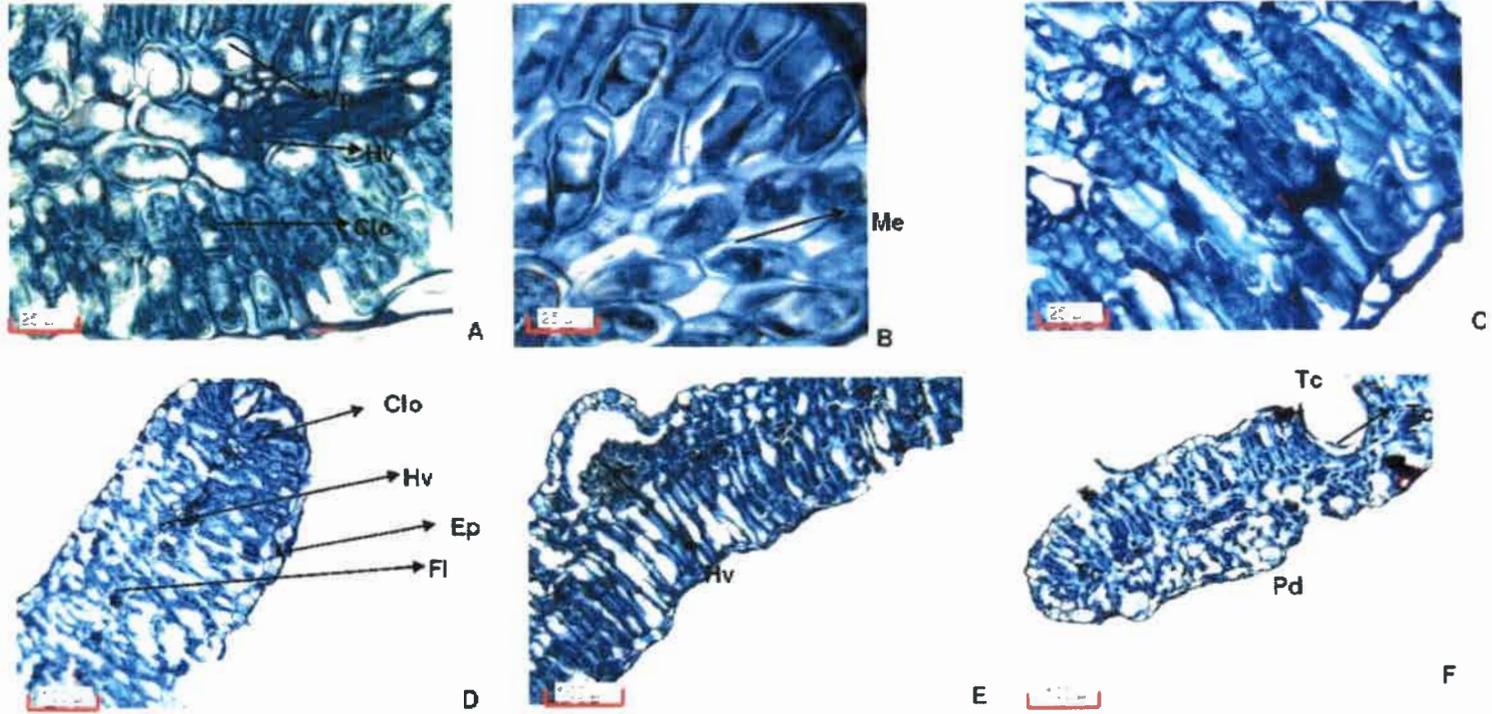


Fig. 25. Corte transversal de folíolo de *A. bicolor*. A, de tratada con 0,25 X de 2,4-DB. B, tratado con 0,5 X de 2,4-DB detalle del mesófilo. C, tratado con 1X de 2,4-DB. D, tratada con 2 X de 2,4-DB. E, tratado con 4 X de 2,4-DB. F, tratado con 8 X de 2,4-DB. Ep: epidermis; Hv: haz vascular; Clo: clorénquima; Fl: floema; Me: mesófilo; Pd: parénquima degradado; Vp: vaina parenquimática. Tc tejido cicatrizal.





Para la dosis 1 X de 2,4-DB se observó zonas necróticas, aumento del porcentaje de espacios intercelulares, algunas células plasmolizadas, haces vasculares afectados a lo largo de todo el tallo y hojas recién formadas (Fig. 26. C).

La dosis 2 X de 2,4-DB evidencia en algunas zonas plasmólisis celular, con desaparición del parénquima medular a lo largo del tallo como así también de la corteza, haces vasculares destruidos en casi la totalidad del cilindro central y en las primeras hojas recién formadas (Fig. 26. D).

En la dosis 4 X de 2,4-DB (Fig. 26. E) se observó destrucción de tejido parenquimático medular, división celular desorganizada muy marcada tanto en la médula como en la corteza, plasmólisis en células de parénquima, inclusive se observa la necrosis de zonas apicales.

En la dosis 8 X 2,4-DB se determinó crecimiento muy desorganizado de las primeras hojas y de los tejidos del ápice y tallo, parénquima con plasmólisis celular como así también pueden observarse daño en varias zonas del haz vascular (Fig. 26. F).

Alrededor de los 21 días después de la aplicación, para todas las dosis aplicadas de 2,4-DB, se observó aumento de la proporción de ápices y hojas necrosadas. La sucesión de efectos anatómicos culmina con la muerte de la totalidad de las plantas tratadas. En este estudio el desarrollo de lesiones anatómicas en las plantas de *A. bicolor* causadas por la aplicación de 2,4-DB son confirmadas por la bibliografía descripta para otras especies (Wehtje *et al.*, 1993). Los síntomas de marchitamiento, clorosis, necrosis, degeneración cloroplasto y / o inhibición de la formación de la clorofila observada en este estudio fueron anteriormente informados por Campbell *et al.*, (1976) y Cole *et al.*, (1983). Por otro lado, se corrobora el hecho de que este herbicida es un producto sistémico de alta movilidad en la planta, de acuerdo con Bromilow y Chamberlain (2000), el 2,4-DB es muy móvil en la planta y distribuido a través de la vía simplástica a las raíces y las regiones meristemáticas de la planta, durante la aplicación foliar. Los daños causados por el mismo se desarrollan primero en las partes más jóvenes y luego se observan en las partes desarrolladas primeramente.

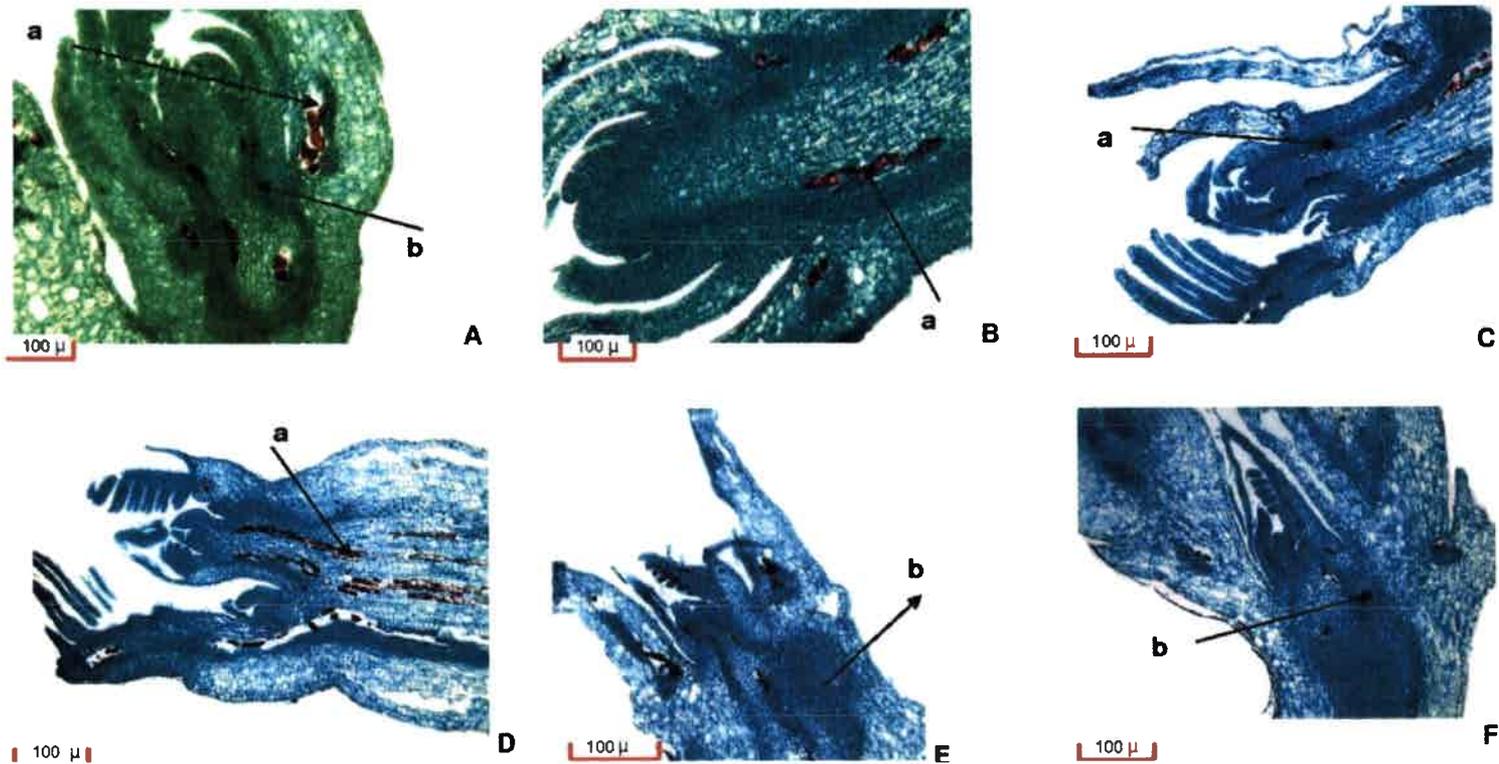


Fig. 26. *A. bicolor* corte longitudinal de ápice. A, tratado con 0,25 X de 2,4-DB. B, tratado con 0,5 X de 2,4-DB. C, tratado con 1 X de 2,4-DB. D, tratado con 2 X de 2,4-DB. E, tratado con 4 X de 2,4-DB. F, tratado con 8 X de 2,4-DB. a: destrucción de haces vasculares; b: divisiones celulares desordenadas.



4.6.2 Efectos de la aplicación del herbicida Imazetapir

Luego de la aplicación de las diferentes dosis de imazetapir 0,25 X, 0,5 X, 1 X, 2 X, 4 X y 8 X se observan diferentes reacciones en la anatomía de las plantas analizadas.

El análisis de las lesiones anatómicas causadas por el herbicida imazetapir mostró síntomas solo en algunas de las dosis aplicadas: 2 X; 4 X y 8 X (Fig. 27 y 28).

Se han observado en las hojas de las plantas expuestas a las diferentes dosis lesiones que incluyen la ocurrencia de plasmólisis de células epidérmicas del folíolo, así como el cambio en el contenido de las células del clorénquima y desorganización del mismo que conducirían en las dosis más altas al colapso de este tejido, morfológicamente evidenciado como áreas necróticas. En las zonas donde se encontraron células plasmolizadas, las células con plasmólisis o cerca de las zonas necróticas se observaron compuestos que se tiñeron de color rojo intenso (Fig. 27. E).

A los 7 días desde la aplicación comienzan a evidenciarse los efectos del herbicida sobre los folíolos de las plantas tratadas. En dosis 0,25 X (Fig. 27. A) y en la 0,5 X (Fig. 27. B) de imazetapir no se hallaron efectos en las células del mesófilo, epidérmicas menos aún en las células conductoras del xilema y floema. Se observó contenido celular normal con cloroplastos con bordes definidos ubicados hacia la membrana sin diferencia con el testigo.

En la dosis 1 X de imazetapir (Fig. 27. C) se observaron zonas necróticas y pérdida de turgencia en células epidérmicas asociadas a lesiones locales, sin embargo las células del clorénquima, las xilemáticas y floemáticas se presentan normales.

Con la dosis 2 X de imazetapir en el mesófilo puede observarse células con cloroplastos dispersos en el citosol y los mismos presentan además bordes poco definidos (Fig. 27. D).

Para la dosis 4 X de imazetapir (Fig. 27. E) se observan efectos marcados como plasmólisis de células en algunas zonas de la epidermis y del clorénquima. El mesófilo se presenta sin cloroplastos visibles, contenido celular desorganizado, se observa la plasmólisis e inclusive la necrosis de zonas del folíolo, presentando coloración intensa en las zonas afectadas. Las zonas epidérmicas colapsadas se presentan en ambas caras.



Dosis 8 X de imazetapir muestra destrucción del tejido clorenquimático, con células del mesófilo con contenido celular totalmente desorganizado (Fig. 27. F) como así también se observa la ocurrencia de destrucción de las células de la vaina y de gran porcentaje de células epidérmicas esto último se presenta en ambas caras del folíolo.

Del mismo modo, a la semana de la aplicación comienzan a evidenciarse los efectos del herbicida sobre los ápices de las plantas tratadas.

Para la dosis 0,25 X (Fig. 28. A) y 0,5 X (Fig. 28. B) de imazetapir no encontramos ningún tipo de efecto visible en el sistema vascular, ni medular ni en la corteza de los ápices, se observa normalidad tanto en las células como en las divisiones de las mismas lo mismo ocurre en los ápices para la dosis 1 X de imazetapir (Fig. 28. C).

Con la dosis 2 X de imazetapir se observó en el ápice la zona central de haces vasculares dañados (Fig. 28. D).

En la dosis 4 X de imazetapir (Fig. 28. E) se observa destrucción del contenido del tejido parenquimático medular, plasmólisis en células de parénquima en folíolos recién diferenciados como así también en el ápice.

Con la dosis 8 X de imazetapir se evidencia destrucción de los tejidos de conducción, plasmólisis celular en el parénquima medular y en los primeros folíolos (Fig. 28. F).

Hasta los 21 días después de la aplicación del producto, se observó clorosis foliar más intensa por la mañana, disminuyendo con aumento de la radiación solar durante el día. Lo que parece indicar un cambio fisiológico relacionado con el proceso de síntesis de clorofila o fotosíntesis propio del herbicida anteriormente descrito en este trabajo.

Alrededor de los 21 días de la aplicación, la situación no es la misma para todas las dosis aplicadas. Para las dosis 0,25 X, 0,5 X y 1 X las plantas que presentaron clorosis la misma fue temporal, ya que las plantas se recuperaron y siguieron desarrollándose normalmente como las plantas testigo.

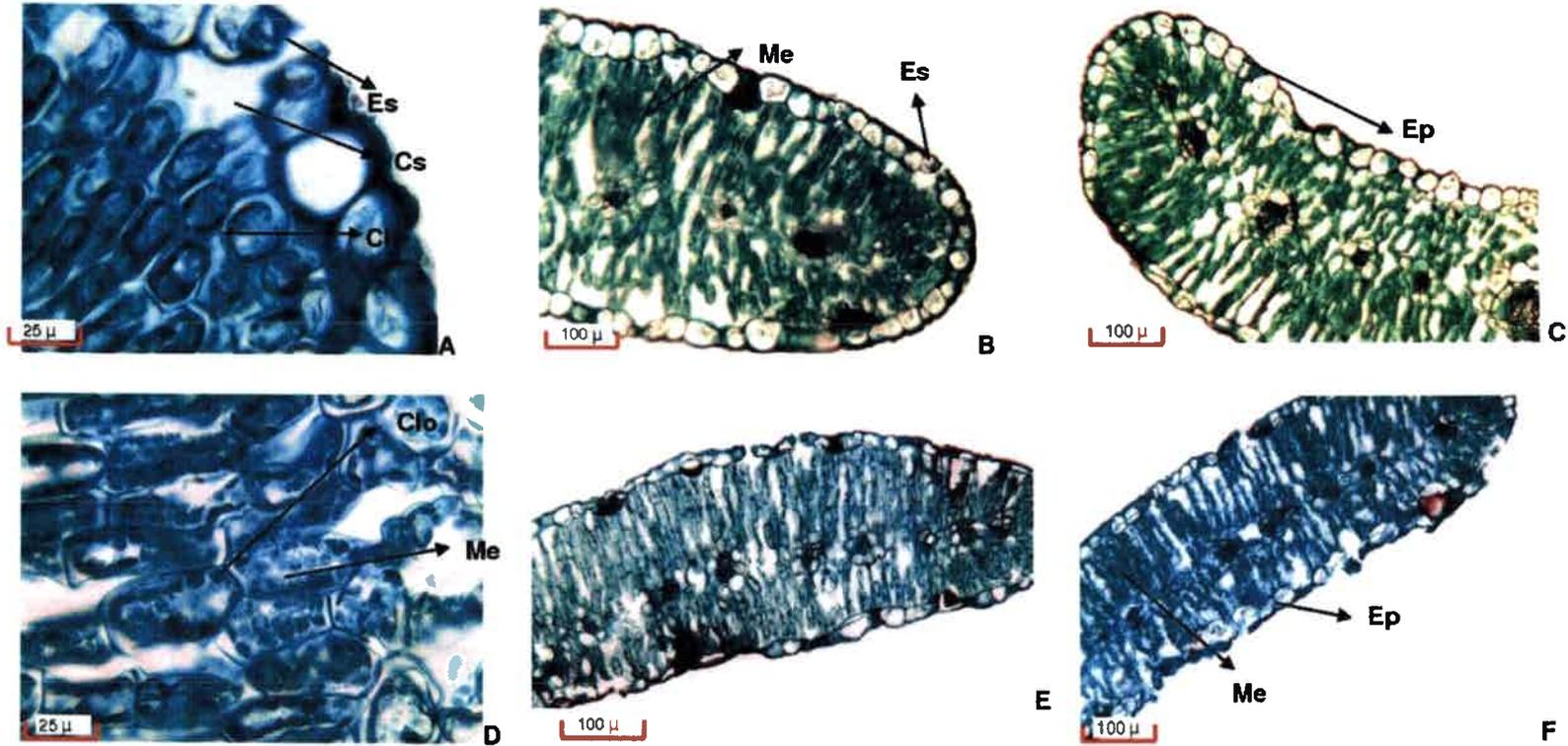


Fig. 27. Corte transversal de folíolo de *A. bicolor*. A, tratado con 0,25 X de imazetapir. B, tratado con 0,5 X de imazetapir. C, tratado con 1 X de imazetapir. D, tratado con 2 X de imazetapir detalle de clorénquima. E, tratado con 4 X de imazetapir. F, tratado con 8 X de imazetapir. Ep: epidermis; Es: estoma; Hv: haz vascular; Clo: clorénquima; Me: mesófilo; Cs: cámara subestomática.





Con el curso del tiempo estos síntomas en las plantas tendieron a desaparecer en las dosis 0,25 X, 0,5 X y 1 X posiblemente indicando una degradación del producto aplicado por acción del metabolismo de la planta. Con las dosis 2 X, 4 X y 8 X se presentó en principio en hojas clorosis persistente, zonas necróticas que terminaron con el desprendimiento de los folíolos en primer lugar. Por otro lado, las ramas mostraron acortamiento de entrenudos más distales o recién desarrollados, ensanchamiento de tallos y posterior muerte de ápices y ramas. Se observaron cambios a nivel celular (desorganización y desaparición de los cloroplastos) y no de tejidos. En esas parcelas la sucesión de efectos anatómicos culmina con la muerte de la totalidad de las plantas tratadas.

El herbicida 2,4-DB en todas las dosis usadas produce cambios anatómicos irreversibles tanto en folíolos como ápices letales para *A. bicolor*. Imazetapir en dosis 2 X, 4 X y 8 X también es letal debido a que induce cambios irreversibles en los cloroplastos que se encuentran en las células del mesófilo de los folíolos y también ápices de *A. bicolor*. Por otro lado, este herbicida en subdosis 0,25 X, 0,5 X y a dosis comercial 1 X no produce daño permanente ni disminuye el rendimiento de la planta según los estudios anteriormente presentados, por otro lado es capaz de controlar malezas asociadas una buena herramienta tecnológica ya que posee un bajo nivel de impacto ambiental.

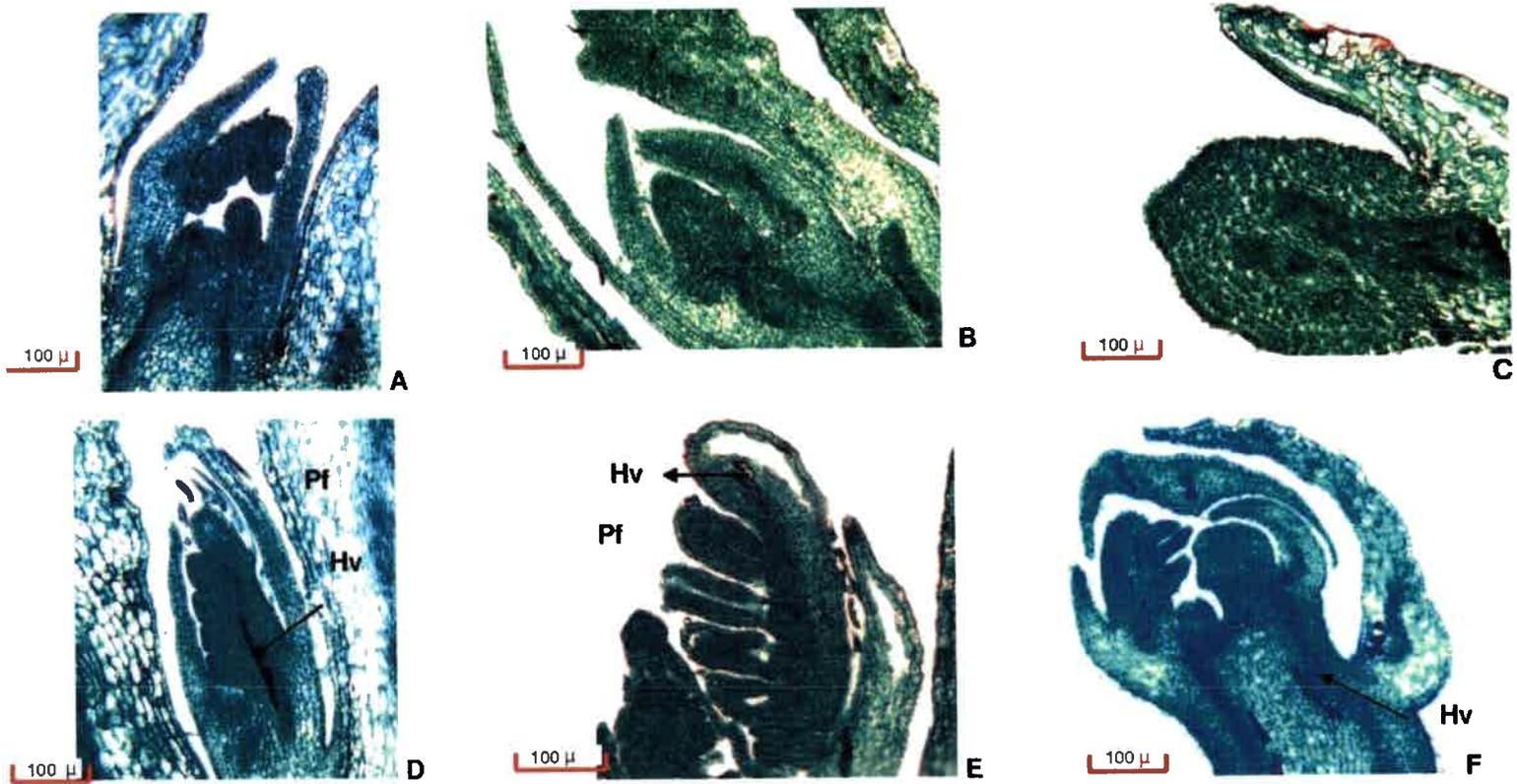


Fig. 28. Corte longitudinal de ápice de *A. bicolor*. A, tratado con 0,25 X de imazetapir. B, tratado con 0,5 X de imazetapir. C, tratado con 1 X de imazetapir. D, tratado con 2 X de imazetapir. E tratado con 4 X de imazetapir. F, tratado con 8 X de imazetapir. Hv: haz vascular; Pf: primordio floral.





4.7 Efecto de imazetapir sobre diferentes tamaños de plantas de *Adesmia bicolor*.

Los resultados de la aplicación de imazetapir con dosis de 1 X sobre plántulas y plantas de *A. bicolor* con cuatro tamaños diferentes (estado cotiledonar y primera hoja; en roseta de 3 cm; roseta de 5 cm y de 8 cm) fueron evaluados según el nivel de fitotoxicidad encontrándose que a los 25 días de la aplicación ningún tratamiento presentó síntomas debidos a fitotoxicidad del herbicida, por lo tanto no difirieron del testigo utilizado (Fig. 29).



Fig. 29. Respuesta de *A. bicolor* en diferentes estados a la aplicación de 1X dosis de Imazetapir: A; estado cotiledonar y primera hoja. B, roseta de 3 cm. C, roseta de 5 cm. D, roseta de 8 cm.



4.8 Efecto de diferentes herbicidas como estudios complementarios sobre *Adesmia bicolor*.

En estudios realizados se encontró que en cultivo de *Phaseolus vulgaris*, el herbicida fomesafén en dosis 0,375 y 0,750 kg i.a.ha⁻¹, controlan eficazmente malezas asociadas (Castro, 1993). Además, Cano y López (1996) reportaron que los herbicidas fomesafén y bentazón fueron altamente selectivos al mismo. Cid y Torres (1987) indican selectividad al mismo cultivo y que comparado con bentazón, fomesafén controla más eficientemente las malezas 30 días después de aplicado en dosis de 1,5 l.ha⁻¹. En nuestro estudio, los resultados de la aplicación de fomasafén, como así también de bentazón y glifosato sobre *A. bicolor* mostraron severos efectos fitotóxicos, con pérdida total de folíolos, hojas, muerte de ápices y de tallos. Si se analiza según la escala E.W.R.C. de fitotoxicidad corresponde a un valor de 9: con destrucción total, 75 % de tallos muertos para los tres herbicidas utilizados; así mismo, la escala de fitotoxicidad de Rochecouste valoraría el daño de 9 a 10 con 75% a más de tallos muertos o muerte total respectivamente (Fig. 30).



Fig. 30. Ensayos complementarios con otros herbicidas a los 21 días postaplicación: A; *A. bicolor* sin tratamiento (testigo) B, *A. bicolor* tratado con dosis comercial de fomesafén. C, *A. bicolor* tratado con dosis comercial de bentazón. D, *A. bicolor* tratado con dosis comercial de glifosato.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS



CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Existe un desafío desde la investigación que es el de proveer conocimientos sólidos para acompañar la tendencia mundial hacia la producción de alimentos saludables y naturales, basados en una producción agropecuaria sustentable. Dicha tarea es inherente a la presente y futuras generaciones que deben contar con sistemas productivos resilientes y diversos. Las leguminosas forrajeras tienen una gran relevancia a nivel nutritivo por el gran aporte de proteínas que contribuyen en la producción animal y por otro lado en campos naturales actúan como mejoradoras de suelos. La incorporación de *A. bicolor* puede traducirse en una mayor producción de carne en la región y un gran ahorro de energía ya que se disminuye el requerimiento de uso del nitrógeno mineral como fertilizante.

Los estudios de habilidad competitiva de esta tesis destacan la importancia de un control temprano de malezas en *A. bicolor* ya que las mismas son muy agresivas especialmente durante la etapa de implantación. El control de malezas en la pastura mejora la producción de materia seca desde la implantación en los sucesivos aprovechamientos hasta el fin de su vida útil. Si bien se requieren estudios sobre el control de malezas a lo largo de todo el ciclo del cultivo, debido a la característica de *A. bicolor* de producir estolones que le permiten explorar nuevos sitios se observa que la especie puede competir satisfactoriamente con la flora adventicia una vez establecida como cultivo. De hecho, en parcelas de los experimentos a campo presentados en estas tesis, se encuentra la especie en densidad y cobertura significativa aún después de varios años de abandono de tareas de mantenimiento.

Así, los conocimientos obtenidos sobre el manejo de *A. bicolor* son relevantes a la hora de analizar las posibilidades de éxito de la implantación de la especie en un nuevo modelo productivo regional más diverso y sustentable.

Debido a que en esta tesis se compararon todos los herbicidas disponibles y potencialmente capaces de ser utilizados en los cultivos de leguminosas en diferentes dosis, los conocimientos obtenidos sobre el control químico como su selectividad respecto al cultivo, espectro de control de malezas y residualidad de los herbicidas son útiles para el manejo del cultivo. La aplicación de herbicidas fomasafén, bentazón como así también de glifosato no sería recomendable en cultivos de *A. bicolor*.



Los resultados de fitotoxicidad y control de malezas en *A. bicolor* muestran que es posible controlar la mayoría de las malezas de la región de estudio, sin disminuir la producción de materia seca con imazetapir a la dosis de 100 g i.a. ha⁻¹. Esta dosis del herbicida combina baja fitotoxicidad y un buen control de malezas, ya que si bien con 2,4-DB se logra buen control de malezas, el herbicida es extremadamente fitotóxico para *A. bicolor* aún a dosis menores a 250 g i.a. ha⁻¹ por lo que no es recomendable su uso a campo o en parcelas de producción.

La aplicación de imazetapir con dosis de 1 X sobre plántulas y plantas de *A. bicolor* con cuatro tamaños diferentes no presentó síntomas debidos a fitotoxicidad del herbicida.

El herbicida 2,4-DB en todas las dosis usadas produce cambios anatómicos irreversibles tanto en folíolos como ápices que se tornan letales para *A. bicolor*. Imazetapir en dosis 2 X, 4 X y 8 X también es letal debido a que induce cambios irreversibles en las células del mesófilo de los folíolos y también en ápices. Por otro lado, este herbicida en subdosis 0,25 X, 0,5 X y a dosis comercial 1 X no produce daño permanente ni disminuye el rendimiento de la planta según los estudios anteriormente presentados.

La presente tesis permitió por primera vez seleccionar entre los herbicidas existentes el producto y la dosis que no produce efectos fitotóxicos así como conocer el control de malezas y efectos anatómicos de los herbicidas en *A. bicolor*. Asimismo se pudo determinar la importancia de realizar un control temprano en función de los estudios de competencia. De acuerdo a los resultados obtenidos y a los disponibles, se pueden detectar aspectos relevantes para estudiar en el futuro en relación a la biología y control de malezas en el cultivo. Sería conveniente completar estudios con el uso de herbicidas preemergencia y la dosis que produzca un adecuado control de malezas. Del mismo modo es importante conocer la dinámica poblacional de las principales especies de malezas presentes en la región que pueden ser perjudiciales para el normal desarrollo de *A. bicolor*. En cuanto al cultivo y su interacción con las malezas es relevante conocer la densidad de siembra adecuada para permitir una mayor competencia a lo largo de todo el ciclo del cultivo así como determinar el momento de siembra ideal de *A. bicolor*. Todos estos datos contribuirán al avance del programa de introducción de esta especie como cultivada.



BIBLIOGRAFÍA



BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, M.O.; D.F. Steinaker; M.R. Demaría y A.O. Ávila. 1998. Estados y transiciones de los pastizales *Sorghastrum pellitum* del área medanosa central de San Luis, Argentina. *Ecotrópicos*. 11(2): 107-120.
- Aldrich, R.J y R.J. Kremer. 1997. Nature of weed competition. In: Principles in Weed Management Iowa State University Press. Ames. 455 pp.
- Altieri, M.A. 1999. Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable. Nordan Comunidad. Montevideo. Uruguay. 70 pp.
- Altman, J. y A.D. Rovira. 1989. Herbicide-pathogen interactions in soil-borne root diseases. *Canadian Journal Plant Pathology*. 11: 166-172.
- Araya, E.; J. Elizondo; C. Jiménez y A. Quan. 1997. Combate de malezas, en monocultivo de maní forrajero (*Arachis pintoï*). *Agronomía mesoamericana*. 8(2): 33-43.
- Arregui C.M. y E. Puricelli. 2008. Mecanismos y modo de acción de los herbicidas. Dow Agrosiences. Arregui C.M. y Puricelli E. (Eds.). Rosario, Argentina. 208 pp.
- Artuzi, J.P. y R.L. Contiero. 2006. Herbicidas aplicados na soja e produtividade do milho em sucessão. *Agropecuaria Brasileira*. 41(7): 1119-1123.
- Autrán, V.A. y E.C. Puricelli. 2010. Herbicide effect on *Adesmia bicolor*, a forage leguminous of marginal areas. *Biocell*. 34(1): A27-A78.
- Basconsuelo, S. y T. Kraus. 2000. Morfología del sistema radical de *Rhynchosia edulis* Gris. (Fabáceas). *Phyton*. 69: 119-126.
- Basconsuelo, S.; T. Kraus; C. Bianco y F. Weberling. 1997. Growth forms of species of *Galactia* in the southern part of the Province Córdoba. Argentina. *Beit Biol. Pflanzen*. 70: 107- 119.



- Begon, M.; J. Harper y C.R. Townsend. 1996. Ecology: individuals, populations and communities. 3th edition. Blackwell Science Ltd, Oxford. U.K. Cambridge. 945 pp.
- Bianco, C. 2002. Growth forms, taxonomy, distribution and uses of the *Adesmia* Species (Leguminosae) in Central Argentina. Cramer. Stuttgart. Germany. 156 pp.
- Bianco, L. 2012. Estudios sobre la interacción simbiótica *Adesmia bicolor* (Fabaceae) - rizobios nativos. Tesis doctoral. 77 pp.
- Bianco, C.; C. Nuñez y T. Kraus. 2000. Identificación de frutos y semillas de las principales malezas del centro de Argentina. Río Cuarto. Fundación Universidad Nacional de Río Cuarto. 142 pp.
- Bianco, C. y F. Weberling. 1999. A new species of the genus *Adesmia* DC. (Fabáceas) from southern Córdoba, Argentina. Feddes Repertorium. 110(7-8): 515-520.
- Biediger, D.L.; P.A. Baumann; D.N. Weaver; J.M. Chandler y M.G. Merkle. 1992. Interactions between Primisulfuron and Selected Soil-Applied Insecticides in Corn (*Zea mays*). Weed Technology. 6(4): 807-812.
- Bromilow, R.H. y K. Chamberlain. 2000. The herbicide glyphosate and related molecules: physicochemical and structural factors determining their mobility in phloem. Pest Management Science. 56(4): 368-373.
- Burkart, A. 1987. Flora ilustrada de Entre Rios. Tomo VI. Colección Científica del INTA. Buenos Aires.
- Campbell, W.F.; J.O. Evans y F.C. Reed. 1976. Effect of glyphosate on chloroplast ultrastructure of quack grass mesophyll cell. Weed Science. (24): 22-25.
- Cano, O. y E. López. 1996. Control preemergente y postemergente de malezas en frijol, de humedad residual en Veracruz, México. Agronomía Mesoamericana. 7(2): 42-49.



- Canobas, V.C.; J.A. Bongiovanni; A.H. Benitez; C.M. Ferri; N.P. Stritzler y H.J. Petruzzi. 2006. Producción de forraje en pasturas puras y en mezclas de alfalfa, festuca alta y pasto Wilman. INTA. EEA Anguil. AR. Boletín de divulgación técnica. nº. 90.
- Carson, M.L.; W.E. Arnold y P.E. Todt. 1991. Predisposition of soybean seedling to *Fusarium* root rot with trifluralin. *Plant Disease*. 75: 342-347.
- Carvalho, F.; H. Burity; L. de Souza Fernandes da Silva; V. Nogueira da Silva y A.J. Nogueira da Silva. 2007. Efeito sazonal e de sistemas de manejo com pastagens de *Brachiaria decumbens* sobre as características químicas num Argissolo Vermelho amarelo. *Acta Science Agronomy*. 29(1): 1-7.
- CASAFE. 2007. *Guía de productos fitosanitarios para la República Argentina*. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. 13 Edición. 2200 pp.
- Castillo Gallegosa, E.; B. Valles de la Mora; L. Mannetjeb y A. Aluja Schunemann. 2005. Efecto de introducir *Arachis pintoii* sobre variables del suelo de pasturas de grama nativa del trópico húmedo mexicano. *Técnica Pecuaria*. México. 43(2): 287-295.
- Castro, M.E. 1993. Control químico de cadillo *Xanthium strumarium* L. en frijol en la región lagunera. XIV Congreso Nacional de la Ciencia en la Maleza, Puerto Vallarta, Jalisco. México. 56 pp.
- Castro, S.; G. Cerioni; O. Giayetto y A. Fabra. 2006. Contribución relativa del nitrógeno del suelo y del fijado biológicamente a la economía de la nutrición nitrogenada de maní (*Arachis hypogaea* L.) en diferentes condiciones de fertilidad. *Agriscientia*. 23(2): 55-66.
- Ceballos, R.; G. Palma; H. Brevis; M. Ortega y F. Quiroz. 2005. Effect of five postemergence herbicides on red clover shoot and root growth in greenhouse studies. *Phytoprotection*. 85: 153-160.
- Chaila, S. 1986. Métodos de evaluación de malezas para estudios de población y de control. *Revista de la Asociación Argentina para el control de Malezas*. ASAM. 14(2): 79.



- Chauhan, B.; G. Gurjeet y C. Preston. 2006. Factors affecting seed germination of annual sowthistle (*Sonchus oleraceus*) in southern Australia. *Weed Science*. 54: 854-860.
- Cid, J.J.G. y G.A. Torres. 1987. Evaluación de dosis de los herbicidas fomesafén y bentazón para el control de malezas en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en la región de Yanga. VIII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. San Luis Potosí. México. 297 pp.
- Cole, D. J.; Caseley, J.C. y A.D. Dodge. 1983. Influence of glyphosate on selected plant process. *Weed Research*. 23(3): 173-183.
- Coll, J. y A. Zarza. 1992. Leguminosas nativas promisorias. Trébol polimorfo y babosita. *Boletín de Divulgación* 22. Uruguay (INIA): 19 pp.
- Collins, R.P.; A. Helgadóttir; M. Fothergill y I. Rhodes. 2001. Variation amongst survivor populations of two white clover cultivars collected from sites across Europe: Morphological and reproductive traits. *Annals of Botany*. 88: 761-770.
- Conrad J. D. y J. F. Stritzke. 1980. Response of Arrowleaf Clover to postemergence Herbicides. *Agronomy Journal*. 72: 670-672.
- Cousens, R. 1991. Aspect of the design and interpretation of competition (interference) experiments. *Weed Technology*. 5: 664-673.
- Cousens, R.D.; S.E. Weaver; T.D. Martin; A.M. Blair y J. Wilson. 1991. Dynamics of competition between wild oats (*Avena fatua* L.) and winter cereals. *Weed Research*. 31: 203-210.
- Cousens, R. 1996. Design and interpretation of interference studies: Are some methods totally unacceptable? *New Zealand J. For. Science*. 26(1): 5-18.
- Cudney, D.; S.B. Orloff y C. Adams. 1993. Improving weed control with 2,4-DB amine in seedling alfalfa (*Medicago sativa*). *Weed Technology*. 7: 465-470.
- D'Ambrogio de Agüeso, A. 1986. Manual de técnicas en histología vegetal. Buenos Aires. E. Hemisferio Sur S.A. 83 pp.



- Darwent, A.L.; D. Cole y N. Malik. 1997. Imazethapyr, alone or with other herbicides for weed control during alfalfa (*Medicago sativa*) establishment. *Weed Technology*. 11(2): 346-353.
- De Wit, C.T. 1960. On competition. *Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen*. 66: 1-82.
- Demaría, M.R; I. Aguado Suárez y D.F. Steinaker. 2008. Reemplazo y fragmentación de pastizales pampeanos semiáridos en San Luis, Argentina. *Ecología Austral*. 18: 55-70.
- Díaz Maynard, A. 2005. América Latina y su riqueza citogenética. Conservación, domesticación y sistemas productivos: un desafío técnico político. *Agrociencias*. 9(2): 19-28.
- Dissanayake, N.; J.W. Hoy y J.L. Griffin. 1998. Herbicide effects on sugarcane growth, *Pythium* root rot, and *Pythium arrhenomanes*. *Phytopathology*. 88: 530-535.
- Dizeo De Strittmatter CG. 1973. Nueva tecnica de diafanizacion. *Bol. Sociedad Argentina de Botánica*. 15. 126-9.
- Dodd, M.B. y S.J. Orr. 1995. Seasonal growth, phosphate response, and drought tolerance of 11 perennial legume species grown in a hill-country soil. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 38(1): 7-20.
- Donald, C.M. 1963. Competition among crops and pasture plants. *Advances in Agronomy*. 15: 1-118.
- Eberlein, C. V. y M. J. Guttieri. 1994. Potato (*Solanum tuberosum*) response to simulated drift of imidazolinone herbicides. *Weed Science*. 42: 70-75.
- Esau, K. 1985. *Anatomía Vegetal*. Barcelona, Ediciones Omega S.A.
- Esquinas Alcázar, J. 1993. La diversidad genética como material básico para el desarrollo agrícola. En: *La Agricultura del Siglo XXI*. Mundi-Prensa, Madrid, pp. 79-102.



- Evans, S.P.; S.Z. Knezevic; C. Shapiro y J.L. Lindquist. 2003. Influence of nitrogen level and duration of weed interference on corn growth and development. *Weed Science*. 51(4): 546-556.
- Eynard, C.; D. Perazzolo; M. Jausoro y A. Hofmann. 2011. Banco de germoplasma GX-CBA: Colección actual e intercambio de semillas. *Boletín Sociedad Argentina de Botánica*. 46 (Supl.) 27 p.
- Faccini, D.; Nisensohn, L.; Puricelli, E.; Tuesca, D.y L. Allieri. 2008. Guía de identificación de malezas. Malezas frecuentes en los agroecosistemas de la región sojera núcleo. Facultad de Ciencias Agrarias. Dow AgroSciences. 129 pp.
- Faccini, D. y E. Puricelli. 2007. Efficacy of herbicide dose and plant growth stage on weeds present in fallow ground. *Agriscientia*. 24: 23-29.
- Faccini, D. y L. Nisensohn. 2001. Control de *Amaranthus quitensis* H.B.K en el cultivo de soja. Empleo de dosis reducidas clorimurón-etil e imazetapir. *Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias. U.N.R.* 1(1): 39-47.
- Fahn, A. 1985. *Anatomía Vegetal*. Madrid, Ediciones Pirámide.
- FAO. 1996. Report of the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture (PGRFA) for the International Technical Conference on Plant Genetic Resources, Leipzig, Germany. 17-23 June (CD-ROM).
- FAO. 2013. Anuario estadístico de la FAO. Agricultura y la alimentación. Organización de las Naciones Unidas. Roma junio 2013. Disponible en: <http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/en/>. Acceso el 26 junio de 2013.
- Faricelli, M.E.; T. Kraus y C. Bianco. 2004. Análisis palinológico de las especies melitófilas de la familia Fabáceas del centro de Argentina. *R. FAVE*. 3(1-2):13-23.



- Feldman, S. R. y R. O. Refi. 2006. Cambios en la composición florística de un pastizal pampeano bajo diferentes prácticas de manejo. *Ciencia e Investigación Agraria*. 33(2): 109-116.
- Fernández, E. y A. La Manna. 2003. Análisis de la sostenibilidad física y económica de rotaciones de cultivos y pasturas. Simposio 40 años de rotaciones agrícolas ganaderas. INIA La Estanzuela. *Revista Técnica*. 134: 55-66.
- Fernández-Quintanilla, C.; C. Navarrete; C. Torner y J.L. Andujar. 1987. Influence of herbicide treatments on the population dynamics of *Avena sterilis* subsp. *ludoviciana* (Durieu) Nyman in winter wheat crops. *Weed Research*. 27: 375-383.
- Ferri, R.; M. Ceballos; N. Vischi; E. Heredia y A. Oggero. 2009. Banco de semillas de un relicto de Espinal (Córdoba, Argentina). *Iheringia, Série Botânica*. Porto Alegre. 64(1): 93-100.
- Frankow-Lindberg, B.E. 2001. Adaptation to winter stress in nine white clover populations: changes in non-structural carbohydrates during exposure to simulated winter conditions and spring regrowth potential. *Annals of Botany*. 88: 745-751.
- Freire, S.E.; A.M. Arambarri; N.D. Bayón; G. Sancho; E. Urtubey y C. Monti. 2005. Epidermal characteristics of toxic plants for cattle from the Salado River basin (Buenos Aires, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 40(3-4): 241-281. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-23722005000200010&lng=en. Acceso el 5 de junio de 2012.
- Galetto, L.; R. Aguilar; M. Musicante; M.; J. Astegiano; A. Ferreras; M. Jausoro; C. Torres; L. Ashworth y C. Eynard. 2007. Fragmentación de hábitat, riqueza de polinizadores, polinización y reproducción de plantas nativas en el Bosque Chaqueño de Córdoba, Argentina. *Ecología Austral*. 17: 67-80.
- Garay, J. A. (2006). Control de malezas en pasturas base alfalfa. Disponible en: <http://www.produccionanimal.com>.



[ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_alfalfa/27-control_malezas_en_alfalfa.pdf](#). Acceso el 20 de abril de 2011.

- García, D. 2011. Efectos biológicos de la fragmentación de hábitats: nuevas aproximaciones para resolver un viejo problema. *Revista Ecosistemas*. 20 (2): 1-10.
- Garro Alfaro, J.E. 2002. Plantas competidoras. Un componente más de los agroecosistemas. Ed.U.E.D. San José de Costa Rica. 278 pp.
- Ghersa, C.M. y M.A. Martínez-Ghersa. 2000. Ecological correlates of weed seed size and persistence in the soil under different tilling systems: implications for weed management. *Field Crops Research*. 67: 141-148.
- Gigón, R., M. R. Sabbatini, R. L. López, y M. R. Vigna. 2008. Competencia entre *Fumaria officinalis* L. y trigo (*Triticum aestivum* L.): efectos de la época de emergencia relativa. In Congreso Nacional de Trigo. 7. Simposio Nacional de Cereales de Siembra Otoño-Invernal. 5. Encuentro del Mercosur. 2008. Santa Rosa, La Pampa. AR.
- Giorgetti, M.; S. Calvo y L. Salvador. 2007. Un análisis de la integración espacial de los mercados de la soja y el maíz. *Agriscientia*. 24(2): 79-85.
- Gómez-Gómez, R.; F. Herrera-Murillo y M. Hernández-Chaves. 2008. Control químico de la Navajuela (*Scleria melaleuca* Rchb.f.ex.Schltl.Cham.) en diferentes estados de desarrollo. *Agronomía Mesoamericana*. 19(1): 69-79.
- Grace, J.B. y D. Tilman. 1990. *Perspectives on Plant Competition*. Academic Press. Inc. San Diego, CA. 483 pp.
- Hack, C.M.; M. Porta y C.E. Tomei. 2005. Efecto del *Trifolium polymorphum* y la fertilización fosfatada sobre la producción de materia seca de *Eragrostis airoides*. Universidad del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Resumen A-050.1-2.



- Helgadóttir, A.; S. Dalmannsdóttir y R.P. Collins. 2001. Adaptational changes in white clover populations selected under marginal conditions. *Annals of Botany*. 88: 771-780.
- Hernández Chavez, M.; F. Herrera Murillo. 2005. Respuesta de los pastos *Panicum maximum*, *Brachiaria brizantha* y *B. decumbens* a herbicidas posemergentes con acción gramínicida. *Agricultura Tropical*. 35: 15-25.
- Hess, F.D. 1993. Herbicide effects on plant structure, physiology and biochemistry. In: *Pesticide Interactions in Crop Production Beneficial and Deleterious Effects*. J. Altman. CRC Press, London. 579 p.
- Hicks, T.V.; G.R. Wehtje y T.L. Grey. 1998. The interaction of pyridate and 2,4-DB in peanut (*Arachis hypogaea*). Florida beggarweed (*Desmodium tortuosum*), and sicklepod (*Senna obtusifolia*). *Weed Science*. 46: 284-288.
- Hijano, H. y A. Navarro. 1995. *La alfalfa en la Argentina*. Cuyo (INTA): 281 pp.
- Holt, J.S. y D.R. Orcutt. 1991. Functional relationships of growth and competitiveness in perennial weeds and cotton (*Gossypium hirsutum*). *Weed Science*. 39: 575-584.
- Istilar, C. 2003. Malezas en pasturas de leguminosas consociadas con gramíneas forrajeras. Producción Bovina de Carne. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/ganaderia/carpeta2002/malezas.pdf>. Acceso el 16 de marzo de 2011.
- Jerne, N.K. y E.C. Wood. 1949. The validity and meaning of the results of biological assays. *Biometrics*. 5(4): 273-299.
- Juan, V. F.; H. M. Saint André y Fernández, R. R. 2006. Control de lecherón (*Euphorbia dentata*) con glifosato. *Planta Daninha*. 24(2): 347-352.
- Knezevic, S.Z.; D. Smith; R.Kulm; D. Doty; D. Kinkaid; M.Goodrich y R. Stolcpert. 2004. Purple loosestrife (*Lythrum salicaria*) control with herbicides: single-year Application1. *Weed Technology*, 18(5): 1255-1260.



- Knezevic, S.Z; P.H. Sikkema; F.Tardif; A.S. Hamill; K. Chandler y C.J. Swanton. 1998. Biologically effective dose and selectivity of RPA 201772 for preemergence weed control in corn (*Zea mays*). *Weed Technology*. 12(4): 670-67.
- Kraus, T. 1992. Untersuchungen zur Infloreszenzmorphologie der Leguminosae-Mimosoideae. *Tropische und Subtropische Pflanzenwelt*. 82: 7-62.
- Kraus, T. y C.A. Bianco. 2005. Desarrollo y estructura de la semilla y el fruto de *Adesmia bicolor* (Poir) DC. (Fabáceas). *Phyton*. 71-77.
- Kraus, T.; C.A. Bianco y F. Weberling. 2003. Root system morphology of Fabaceae species from central Argentina. *Wulfenia*. 10: 61-72.
- Kraus, T.; E. Hampp; M. Grosso; S. Basconsuelo y C.A. Bianco. 1996a. Morfología de sistemas radicales de *Arachis hypogaea* L. en función de las condiciones físicas del suelo. *R. UNRC*. 16(1): 41-55.
- Kraus, T.; M. Grosso; C.A. Bianco y F. Weberling. 1995. Wuchsformen von Arten der Senna- Gattung (Leguminosae-Caesalpinoideae) aus dem Süden der Provinz Córdoba, Argentinien. *Beitr. Biol. Pflanzen*. 69: 1-20.
- Kraus, T.; M. Grosso; S. Basconsuelo y C. Bianco. 1996b. Wuchsformen bei *Arachis hypogaea* L. *Flora*. 191: 221- 229.
- Kropff, M.J. 1988. Modelling the effects of weeds on crop production. *Weed Research*. 28: 465-471.
- Kropff, M.J. y H.H. Van Laar. 1993. Modeling crop-weed interactions CAB Int. (Eds.) Wallingford, Oxon, UK. 274 pp.
- Lazaroto C.A.; Fleck N.G. y Vidal R.A. 2008. Biología e ecofisiología de buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*). *Ciencia Rural*. 38: 852-860.
- Leguizamón, E. S. 2008. Programa Nacional de Capacitación en Manejo de Malezas en Sistemas de Producción – CONAPRE – SENASA - Universidades Nacionales. Ecología y dinámica poblacional de malezas; bases para su manejo racional. Conferencia.



- Lüscher, A.; B. Stäheli; R. Braun y J. Nösberger. 2001. Leaf area, competition with grass, and clover cultivar: key factors to successful overwintering and fast regrowth of white clover (*Trifolium repens* L.) in spring. *Annals of Botany*. 88: 725-735.
- Lyon, D. y R. Wilson. 1986. Sensitivity of fieldbeans (*Phaseolus vulgaris*) to reduced rates of 2,4-D and dicamba. *Weed Science*. 34(6): 953-956.
- Marasas, M.; G. Cap; L. De Luca; M. Pérez y R. Pérez. 2012. El camino de la transición agroecológica. INTA. Mariana Edith. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones INTA. (1): 90 pp.
- Marzocca, A. 1976. Manual de malezas. Ed. Hemisferio Sur.
- Matteucci, D.; O.T. Solbring; J. Morello y G. Halffter. 2000. Biodiversidad y uso de la Tierra. Conceptos y ejemplos de latinoamérica Colección CEA. Eudeba-UNESCO. Universidad de Buenos Aires. (24): 580 pp.
- Mazzolari A.C. y V. Comparatore. 2014. Invasión de *Rubus ulmifolius* (ROSACEAE) en la reserva integral Laguna de los Padres, Buenos Aires. Argentina: Bases para el trazado de estrategias de manejo y recuperación del bosque nativo. *BioScriba* Vol. 7(1)19-29.
- Mc Gilchrist, C.A. y B.R. Trenbath. 1971. A revised analysis of plant competition experiments. *Biometrics*. 27: 659-671.
- Montossi, F.; G. Pigurina; I. Santamarina y E. Berretta. 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos: teoría y práctica. INIA. Serie Técnica. 113: 84 pp.
- Morón, A. 2003. Principales contribuciones del experimento de rotaciones cultivos – pasturas. INIA. La Estanzuela en el área de fertilidad de suelos. *In: Morón A. and R. Díaz (eds.). Simposio 40 años de rotaciones agrícolas ganaderas. INIA La Estanzuela, Serie Técnica, 134: 1-7.*



- Motulsky, H.J. y L.A. Ransnas. 1987. Fitting curves to data using nonlinear regression: a practical and nonmathematical review. *The FASEB Journal*. 1(5): 365-374.
- Muir, J.P. y W.D. Pitman. 1991a. Responses of *Desmanthus virgatus*, *Desmodium heterocarpon*, and *Galactia elliottii* to defoliation. *Tropical Grasslands*. 25(3): 291-296.
- Muir, J.P. y W.D. Pitman. 1991b. Grazing tolerance of warm-season legumes in Peninsular Florida. *Agronomy Journal*. 83(2): 297-302.
- Nebel, J. y J. Porcile. 2006. La contaminación del bosque nativo por especies arbóreas y arbustivas exóticas. Departamento de bosque nativo, manejo y protección forestal. Uruguay. En: http://www.quayubira.org.uy/monte/Contaminacion_monte_nativo_exoticas.pdf. Acceso: 2 de febrero 2015.
- Nolan, T.; J. Connolly y M. Wachendorf. 2001. Mixed grazing and climatic determinants of white clover (*Trifolium repens* L.) content in a permanent pasture. *Annals of Botany*. 88: 713-724.
- Ovalle, C.M.; A.L. del Pozo; S.S. Arredondo y J. Chavarría. 2005. Crecimiento y producción de nuevas leguminosas forrajeras anuales en la zona mediterránea de Chile. I. (Comportamiento de las especies en la precordillera andina). *Agricultura Técnica (CHILE)*. 65(1): 35-47.
- Papa, J.C. 2005. Detección de especies de malezas de importancia emergente en el centro-sur de la provincia de Santa Fe. Soja. Para mejorar la producción. EEA Oliveros. INTA. 30: 142-146.
- Papa, J. C. y Puricelli, E. 2003. Control de *Parietaria debilis* con distintas dosis de herbicidas postemergentes. *Revista Facultad de Ciencias Agrarias. UNR*. 4: 61-68.
- Pereira Machín, M. 2011. Manejo y conservación de las pasturas naturales del Basalto, Instituto Plan Agropecuario. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca – Programa Ganadero. Uruguay. 78 pp.



- Pinzón, B.R; P.J. Argel y R. Montenegro. 1985. Control de malezas en el establecimiento de Kudzu tropical. *Pasturas Tropicales*. 11(1): 7-12.
- Pinzón, B.R; P.J. Argel y R. Montenegro. 1989. Selectividad de herbicidas y control de malezas en *Centrosema macrocarpum*. *Pasturas Trop.* 7(2): 6-8.
- Polhill, R.M.; P.H. Raven y C.H. Stirton. 1981. *Evolution and systematics of the Leguminosae*. In: R.M. Polhill and P.H. Raven (eds.). *Advances in Legume Systematics*: Inglaterra. Royal Botanic Gardens. 1-26.
- Puricelli, E.; D. Faccini; L. Nisensohn y P. Torres. 2012. Competencia entre *Parietaria debilis* y *Lamium amplexicaule*, malezas de barbecho de la región sojera central de la Argentina. *Agriscientia*. 29(2): 109-113.
- Rainero, H. 2003. Actualización en el control de malezas en alfalfa. Jornada técnica "Todo alfalfa". Manfredi (INTA).
- Rebuffo, M.; M. Bemhaja y D.F. Risso. 2006. Utilization of forage legumes in pastoral systems: state of art in Uruguay. *Lotus Newsletter*. 36: 2-33.
- Renzi, J.P., 2007. Selectividad de herbicidas aplicados en postemergencia en *Vicia villosa* Roth. y *Avena sativa* L. *Revista Argentina de Producción Animal*. 27(1): 150-151.
- Renzi, J.P.; H. Boscardin y R. Agamennoni. 2006. Fitotoxicidad de herbicidas aplicados en postemergencia en *Vicia villosa* Roth. consociada con *Avena sativa* L. *Revista Argentina de Producción Animal*. 26: 63.
- Reyno, R.; M. Zarza; R. Mérola; A. Viana; M. Dalla Rizza y D. Real. 2005. Mejoramiento genético de leguminosas forrajeras para Basalto. INIA Tacuarembó. Estación Experimental del Norte. U. E. "Glencoe". Serie de Actividades de Difusión N° 431.
- Ríos, T.A. y M.L.A. Perez. 1990. Control químico postemergente de maleza en frijol. XI Congreso Nacional de Ciencia de la Maleza. México. 47 pp.



- Rivas Pantoja, F.; J. Castillo Huchim y L. Ortega Reyes. 2009. Selectividad de herbicidas y control de malezas para establecer una asociación *Brachiaria brizantha*-*Leucaena leucocephala*. Técnica Pecuaria México. 47: 339-355.
- Rojas Hernández, S.; J. Olivares Pérez; R. Jiménez Guillén y E. Hernández Castro. 2005. Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050505/050509.pdf>. Acceso el 20 de abril de 2013.
- Roush, M.L. y S.R. Radosevich. 1985. Relationships between growth and competitions of four annual weeds. J. Applied Ecology. 22: 895-905.
- Rozas M., E. Merino, J. Pérez Hierro, A. Urrutikoetxea García. 2012. Control y eliminación de la especie exótica invasora *Baccharis halimifolia* en Urdaibai. En: <http://www.bioscriba.org.ar/Mazzolari2014.pdf> . Acceso 2 de febrero 2015.
- Sanabria, V.; M. Damelys; U. Manrique; M. Rodríguez; A. Gil y P.J. Argel. 1995a. Siembra de leguminosas en un pastizal establecido de *Brachiaria decumbens*. Zootecnia Tropical. Venezuela. 13(2): 245-260.
- Sanabria, D.M.; J.G. Fariñas; U. Manrique; Z. Flores e Y. Reina. 1995b. Adaptabilidad de Gramíneas y Leguminosas forrajeras en un paisaje de Mesa del Estado Bolívar, Venezuela. Zootecnia Tropical. 13(2): 63-76.
- Satorre, E.H. y R.W. Snaydon. 1992. A comparison of root and shoot competition between spring cereals and *Avena fatua* L. Weed Research. 32: 45-55.
- Schaefer, K.; D. Mueller; A. Sisson; R. Pope, C. McGrath y B. Hartzler. 2010. Weed Identification field guide. A reference for identifying weeds in field crops. Iowa State University. 104 pp.
- Scheffer-Basso, S.M.; C.M. Carneiro y M. Voss. 2000. Nodulação e fixação biológica de nitrogênio em *Adesmia araujoii* Burk. Revista Brasileira de Agrociência. 6(1): 16-18.



- Scheffer-Basso, S.M.; M.C. Vandrúsculo y D. Cecchetti. 2005. Desempenho de leguminosas nativas (*Adesmia*) e exóticas (*Lotus*, *Trifolium*) em função do estágio fenológico no primeiro corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 34(6): 1871-1880.
- Scheffer-Basso, S.M.; Voss, M. y A.V. Ávila Jacques. 2001. Nodulação e fixação biológica de nitrogênio de *Adesmia latifolia* e *Lotus corniculatus* em vasos de Leonard. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 30(3): 687-693.
- Scheffer-Basso, S.M.; M.C. Vandrúsculo; K. Baréa; R.C. Benincá; R. Lubenow y D. Cecchetti. 2002. Comportamento de leguminosas (*Adesmia*, *Lotus*, *Trifolium*) em mistura com festuca. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 31(6): 2197-2203.
- Seefeldt S.; J.E. Jensen y E.P. Fuerst. 1995. Log-Logistic Analysis of Herbicide Dose-Response Relationships. *Weed Technology*. 9(2): 218-227.
- Smiley, R.W. y D.E. Wilkins. 1992. Impact of sulfonylurea herbicides on Rhizoctonia root rot, growth and yield of winter wheat. *Plant Disease*. 76: 399-404.
- Snaydon, R.W. 1991. Replacement or additive designs for competition studies?. *Journal of Applied Ecology*. 28: 930-946.
- Snipes C. E.; J. E. Streetand y T. C. Mueller. 1991. Cotton (*Gossypium hirsutum*) response to simulated triclopyr drift. *Weed Technology*. 5: 493-498.
- Starowieszczyk, I.P. 1981. Melhoramento genético e perspectivas de lançamento de cultivares de leguminosas forrageiras no Brasil. *Revista Brasileira de Sementes*. 3(1): 123-133.
- Steel, R.G.D y J.H.Torrie. 1998. *Bioestadística: Principios y procedimientos*. 2da Ed. México. (Mac Graw-Hill): 622 pp.
- Streibig, J.C. y P. Kudsk. 1993. Herbicides – a two-edged sword. *Herbicide bioassays*. Boca Raton. Press F.L. 43(2): 90-102.
- Streibig, J.C.; M. Rudemo y J.E. Jensen. 1993. Dose-response curves and statistical models. *Herbicide Bioassays*. J.C. Streibig, J, and P. Kudsk. Boca Raton. Press F. L.: 219-224.



- Tilman, D. 1982. Resource Competition and Community Structure. Monographs in Population Biology, Princeton University Press. 296 pp.
- Toledo, J.M. y R. Schultze-Kraft. 1982. Manual para la evaluación agronómica: Red internacional de evaluación de pastos tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical. (CIAT): 91-110.
- Tommasino, H. 2001. "Sustentabilidad rural: desacuerdos y controversias", En: ¿Sustentabilidad?: Desacuerdos sobre el Desarrollo Sustentable. N. Pierri y G. Foladori. Ediciones Trabajo y Capital, Montevideo. 139-163 pp.
- Tonks, D.; S. Larry; Y. Jeffrery y B.L. Webb. 1991. Response of seedling alfalfa (*Medicago sativa*) to four postemergence herbicides. Weed Technology. 5: 736-738.
- Traverso, J.; H. Troiani y F. Babinec. 2005. Colección y conservación de las especies forrajeras nativas y naturalizadas de la Provincia de La Pampa. Publicación Técnica INTA Nº 63: 20 pp.
- Tuffi, Santos, L.D.; F.A. Ferreira, R.M.S.A. Meira; N.F. Barros; L.R. Ferreira y A.F.L. Machado. 2005. Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glyphosate. Planta Daninha, 23(1): 133-142.
- Tuffi, Santos, L.D.; FA Ferreira, L.R. y W.M. Ferreira Duarte. 2006. Características da epiderme foliar de eucalipto e seu envolvimento com a tolerância ao glyphosate. Planta Daninha. 24(3): 513-520.
- Tuffi, Santos, L.D.; R.M. Strozi Alves Meira; F.A. Ferreira; B. F. Sant'Anna-Santos y L.R. Ferreira. 2007. Morphological responses of different eucalypt clones submitted to glyphosate drift. Environmental and Experimental Botany. 59: 11-20.
- Ulibarri, E.A. 1996. Fabaceae, tribu Adesmieae. Aportes Bot. Salta, ser. Flora. Fl. Valle de Lerma (Salta, Argentina). 4(8): 1-11.
- Ulibarri, E.A. y A. Burkart. 2000. Sinopsis de las especies de *Adesmia* (Leguminosae, Papilionoidae) de la Argentina. Darwiniana. 38(1-2): 59-126.



- Vara-Sánchez, I. y Padilla, M. C. 2013. Conservación de la Biodiversidad en los Sistemas Agrarios: Biodiversidad cultivada: una cuestión de coevolución y transdisciplinariedad. *Revista Ecosistemas*. 22(1): 5-9.
- Veneciano, J.H.; C.A. Frasinelli; T. Kraus y C.A. Bianco. 2005. *Domesticación de especies forrajeras*. Córdoba (UNRC-INTA): 60 pp.
- Verzignassi, R.; F. de Assis Rolim Pereira; C. Dornelas Fernandes y J. Batista Vida. 2005. Selectividad de herbicidas a *Stylosanthes capitata* E A S. *macrocephala*. *Revista Brasileira de Herbicidas*. Passo Fundo . RS. 3: 59-67.
- Vidal, R.A. 1997. *Herbicidas: mecanismos de ação e resistência de plantas*. Porto Alegre. Brasil. (R.A. Vidal): 165 pp.
- Vileta, D. 2013. Tesis Doctoral: "Defoliación, forrajimasa y calidad nutritiva de dos leguminosas nativas como fuente potencial de forraje". Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Vileta, D.; L. Bianco; M. Grosso y R. Malpassi. 2010. Biological nitrogen fixation by *Adesmia bicolor* and *A. macrostachya*, potential forage species for arid and semi-arid environments. *Interciencia*. 35(02): 120-125.
- Vileta, D.; M. Grosso y M. Fondevila. 2014. Valor nutritivo para los rumiantes de dos leguminosas nativas de América del Sur herbáceas: *Adesmia bicolor* y *Adesmia macrostachya*. *Producción Animal Ciencias* 54, 158-164. <http://dx.doi.org/10.1071/AN12371>.
- Vitta, J.; D. Faccini; L. Nisensohn; E. Puricelli; D. Tiesca y E. Leguizamón. 1999. Las malezas en la región sojera núcleo Argentina: Situación actual y perspectivas. Dow AgroSciences. Rosario. 47 pp.
- Vitta, J.; C. Primolini; F. Escolá y F. Iñigo. 2005. Fitotoxicidad de imazetapir en el cultivo de lenteja. *Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias*. U.N.R. 5(7): 45-49.



- Vitta, J.; Tuesca D.; E. Puricelli; L. Nisensohn; D. Faccini y G. Ferrari. 2000. Consideraciones acerca del manejo de malezas en cultivares de soja resistentes a glifosato. UNR Editora.
- Wachendorf, M.; R.P. Collins; A. Elgersma; M. Fothergill; B.E. Frankow-Lindberg; A. Ghesquiere; A. Guckert; M.P. Guinchard; A. Helgadóttir; A. Lüscher; T. Nolan; P. Nykänen-Kurki; J. Nösberger; G. Parente; S. Puzio; I. Rhodes; C. Robin; A. Ryan; B. Stäheli; S. Soffel; F. Taube y J. Connolly. 2001b. Overwintering and growing season dynamics of *Trifolium repens* L. in mixture with *Lolium perenne* L.: a model approach to plant-environment interactions. *Annals of Botany*. 88: 683-702.
- Wachendorf, M.; R.P. Collins; J. Connolly; A. Elgersma; M. Fothergill; B.E. Frankow-Lindberg; A. Ghesquiere; A. Guckert; M.P. Guinchard; A. Helgadóttir; A. Lüscher; T. Nolan; P. Nykänen-Kurki; J. Nösberger; G. Parente; S. Puzio; I. Rhodes; C. Robin; A. Ryan; B. Stäheli; S. Stoffel y F. Taube. 2001a. Overwintering of *Trifolium repens* L. and succeeding growth: results from a common protocol carried out at twelve european sites. *Annals of Botany*. 88: 669-682.
- Weberling, F.; T. Kraus; C. Bianco y R. Malpassi. 2002. Variación y estrategias adaptativas de los sistemas de ramificación de Fabáceas herbáceas. *Feddes Repertorium*. 113(5-6): 342-353.
- Wehtje, G.; J.W. Wilcut y J.A. McGuire. 1993. Absorption, translocation, and phytotoxicity of chlorimuron and 2,4-DB mixtures in peanut (*Arachis hypogaea*) and selected weed species. *Weed Science*. 41: 347-352.
- Winograd, M. 1995. Indicadores ambientales para Latinoamérica y el Caribe: hacia la sustentabilidad en el uso de tierras, IICA, San José de Costa Rica. 84 p.
- Wilson, B.J. y K.J. Wright. 1990. Predicting the growth and competitive effects of annual weeds in wheat. *Leed Res*. 30: 201-211.
- Wilson, R.G. 1989. New herbicides for weed control in established alfalfa *Medicago sativa* *Weed Technology*. 3: 523-526.



- Wilson, R.G Jr. 1981. Weed control in established dryland alfalfa (*Medicago sativa*).
Weed Science. 29: 615-618.
- York, A.C.; J.W. Wilcut y W.J. Grichar. 1993. Interaction of 2,4-DB with
postemergence graminicides. Peanut Science. 20: 57-61
- Young, B.G.; J.M. Young; J.L. Mathews; M.D. Owens; I.A. Zelaya; R.G. Hartzler;
L.M. Wax; K.W. Rorem y G.A. Bollero. 2003. Soybean development and yield
as affected by three postemergence herbicides. Agronomy Journal. 95: 1152-
1156.
- Zalazar, M.; G. Funes y M.P. Venier. 2009. Factores que afectan la germinación de
Justicia squarrosa Griseb, forrajera nativa de la región chaqueña de la
Argentina. Agriscientia. 16(1): 1-6.

ANEXO



ANEXO

Tabla 1. Análisis de la varianza con para las variables año, herbicida, dosis y materia seca

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
P. Seco	84	0,97	0,96	23,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21460,10	29	740,00	65,42	<0,0001
Año	995,20	1	995,20	87,98	<0,0001
Herb	7039,90	1	7039,90	622,37	<0,0001
CC	9314,51	6	1552,42	137,24	<0,0001
Rep	69,33	2	34,67	3,06	0,0549
Año*Herb	313,29	1	313,29	27,70	<0,0001
Año*CC	828,83	6	138,14	12,21	<0,0001
Herb*CC	2730,45	6	455,08	40,23	<0,0001
Año*Herb*CC	168,58	6	28,10	2,48	0,0340
Error	610,81	54	11,31		
Total	22070,92	83			

Tabla 2. Cuadro Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=2,1430

Error: 11,3114 gl: 54

Año	Herb	Medias	n	E.E.
-----	------	--------	---	------



2010	2,4DB	3,94	21	0,73	A
2009	2,4DB	6,96	21	0,73	B
2010	IM	18,39	21	0,73	C
2009	IM	29,13	21	0,73	D

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 3. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=4,1466

Error: 11,3114 gl: 54

Año	CC	Medias	n	E.E.	
2010	8 X	1,75	6	1,37	A
2010	4 X	4,50	6	1,37	B
2009	8 X	4,94	6	1,37	B
2010	2 X	6,72	6	1,37	B
2009	4 X	7,93	6	1,37	B
2010	1/4 X	12,15	6	1,37	C
2010	1 X	12,15	6	1,37	C
2010	1/2 X	13,28	6	1,37	C
2009	2 X	13,49	6	1,37	C
2009	1/2 X	14,39	6	1,37	C
2009	1/4 X	15,88	6	1,37	C
2009	1 X	20,97	6	1,37	D
2010	0	27,57	6	1,37	E
2009	0	48,72	6	1,37	F



Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 4. Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=4,1466

Error: 11,3114 gl: 54

Herb	CC	Medias	n	E.E.	
2,4DB	1 X	0,00	6	1,37	A
2,4DB	1/2 X	0,00	6	1,37	A
2,4DB	1/4 X	0,00	6	1,37	A
2,4DB	4 X	0,00	6	1,37	A
2,4DB	2 X	0,00	6	1,37	A
2,4DB	8 X	0,00	6	1,37	A
IM	8 X	6,69	6	1,37	B
IM	4 X	12,43	6	1,37	C
IM	2 X	20,21	6	1,37	D
IM	1/2 X	27,67	6	1,37	E
IM	1/4 X	28,04	6	1,37	E
IM	1 X	33,12	6	1,37	F
2,4DB	0	38,14	6	1,37	G
IM	0	38,14	6	1,37	G

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 5. Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=6,1166



Error: 11,3114 gl: 54

Año	Herb	CC	Medias	n	E.E.	
2010	2,4DB	1 X	0,00	3	1,94	A
2009	2,4DB	1 X	0,00	3	1,94	A
2010	2,4DB	1/2 X	0,00	3	1,94	A
2010	2,4DB	1/4 X	0,00	3	1,94	A
2009	2,4DB	1/2 X	0,00	3	1,94	A
2009	2,4DB	1/4 X	0,00	3	1,94	A
2010	2,4DB	2 X	0,00	3	1,94	A
2010	2,4DB	4 X	0,00	3	1,94	A
2009	2,4DB	4 X	0,00	3	1,94	A
2009	2,4DB	2 X	0,00	3	1,94	A
2009	2,4DB	8 X	0,00	3	1,94	A
2010	2,4DB	8 X	0,00	3	1,94	A
2010	IM	8 X	3,50	3	1,94	A
2010	IM	4 X	9,01	3	1,94	B
2009	IM	8 X	9,87	3	1,94	B
2010	IM	2 X	13,44	3	1,94	B
2009	IM	4 X	15,86	3	1,94	B
2010	IM	1/4 X	24,30	3	1,94	C
2010	IM	1 X	24,31	3	1,94	C
2010	IM	1/2 X	26,56	3	1,94	C
2009	IM	2 X	26,99	3	1,94	C
2010	2,4DB	0	27,57	3	1,94	C
2010	IM	0	27,57	3	1,94	C



2009	IM	1/2 X	28,78	3	1,94	C
2009	IM	1/4 X	31,77	3	1,94	C
2009	IM	1 X	41,94	3	1,94	D
2009	2,4DB	0	48,72	3	1,94	E
2009	IM	0	48,72	3	1,94	E

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 6. Análisis de la varianza para el porcentaje de control de malezas asociadas a *A. bicolor*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% C.Mal	84	0,85	0,77	8,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14264,29	29	491,87	10,84	<0,0001
Año	119,05	1	119,05	2,62	0,1111
Herb	476,19	1	76,19	10,50	0,0021
CC	12330,95	6	2055,16	45,30	<0,0001
Rep	350,00	2	175,00	3,86	0,0272
Año*Herb	4,76	1	4,76	0,10	0,7472
Año*CC	164,29	6	27,38	0,60	0,7263
Herb*CC	540,48	6	90,08	1,99	0,0838
Año*Herb*CC	278,57	6	46,43	1,02	0,4203
Error	2450,00	54	45,37		



Total	16714,29	83
-------	----------	----

Tabla 7. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=4,2920

Error: 45,3704 gl: 54

Año	Herb	Medias	n	E.E.
2009	IM	79,05 21	1,47	A
2010	IM	81,90 21	1,47	A
2009	2,4DB	84,29 21	1,47	B
2010	2,4DB	86,19 21	1,47	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 8. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=8,3046

Error: 45,3704 gl: 54

Año	CC	Medias	n	E.E.
2009	1/2 X	63,33 6	2,75	A
2009	1/4 X	63,33 6	2,75	A
2010	1/4 X	66,67 6	2,75	A
2010	1/2 X	71,67 6	2,75	A
2009	2 X	81,67 6	2,75	B
2010	1 X	81,67 6	2,75	B
2009	1 X	81,67 6	2,75	B
2010	2 X	83,33 6	2,75	B



2009	4 X	86,67	6	2,75	B
2010	4 X	90,00	6	2,75	B
2010	8 X	95,00	6	2,75	C
2009	8 X	95,00	6	2,75	C
2010	0	100,00	6	2,75	C
2009	0	100,00	6	2,75	C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 9. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=8,3046

Error: 45,3704 gl: 54

Herb	CC	Medias	n	E.E.	
IM	1/4 X	58,33	6	2,75	A
IM	1/2 X	63,33	6	2,75	A
2,4DB	1/4 X	71,67	6	2,75	B
2,4DB	1/2 X	71,67	6	2,75	B
IM	1 X	78,33	6	2,75	B
IM	2 X	80,00	6	2,75	B
2,4DB	1 X	85,00	6	2,75	C
2,4DB	2 X	85,00	6	2,75	C
IM	4 X	86,67	6	2,75	C
2,4DB	4 X	90,00	6	2,75	C
2,4DB	8 X	93,33	6	2,75	D
IM	8 X	96,67	6	2,75	D
2,4DB	0	100,00	6	2,75	D
IM	0	100,00	6	2,75	D



Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 10. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=12,2500

Error: 45,3704 gl: 54

Año	Herb	CC	Medias	n	E.E.
2009	IM	1/4 X	53,33	3	3,89 A
2009	IM	1/2 X	56,67	3	3,89 A
2010	IM	1/4 X	63,33	3	3,89 A
2009	2,4DB	1/2 X	70,00	3	3,89 B
2010	2,4DB	1/4 X	70,00	3	3,89 B
2010	IM	1/2 X	70,00	3	3,89 B
2010	2,4DB	1/2 X	73,33	3	3,89 B
2009	2,4DB	1/4 X	73,33	3	3,89 B
2010	IM	1 X	76,67	3	3,89 B
2010	IM	2 X	80,00	3	3,89 B
2009	IM	2 X	80,00	3	3,89 B
2009	IM	1 X	80,00	3	3,89 B
2009	2,4DB	2 X	83,33	3	3,89 B
2009	2,4DB	1 X	83,33	3	3,89 B
2010	2,4DB	1 X	86,67	3	3,89 B
2010	2,4DB	2 X	86,67	3	3,89 B
2009	IM	4 X	86,67	3	3,89 B
2009	2,4DB	4 X	86,67	3	3,89 B
2010	IM	4 X	86,67	3	3,89 B



2009	2,4DB	8 X	93,33	3	3,89	C
2010	2,4DB	8 X	93,33	3	3,89	C
2010	2,4DB	4 X	93,33	3	3,89	C
2010	IM	8 X	96,67	3	3,89	C
2009	IM	8 X	96,67	3	3,89	C
2009	2,4DB	0	100,00	3	3,89	C
2009	IM	0	100,00	3	3,89	C
2010	IM	0	100,00	3	3,89	C
2010	2,4DB	0	100,00	3	3,89	C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 11. Análisis de la varianza según la escala E.W.R.C. para Fitotoxicidad.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
EWRC	84	0,99	0,98	7,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1282,25	29	44,22	179,39	<0,0001
Año	2,01	1	2,01	8,16	0,0061
Herb	398,68	1	398,68	1617,54	<0,0001
CC	666,81	6	111,13	450,90	<0,0001
Rep	0,02	2	0,01	0,05	0,9529
Año*Herb	0,96	1	0,96	3,91	0,0530
Año*CC	1,90	6	0,32	1,29	0,2784



Herb*CC	208,90	6	34,82	141,26	<0,0001
Año*Herb*CC	2,95	6	0,49	2,00	0,0822
Error	13,31	54	0,25		
Total	1295,56	83			

Tabla 12. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=0,3163

Error: 0,2465 gl: 54

Año	Herb	Medias	n	E.E.	
2009	IM	3,86	21	0,11	A
2010	IM	4,38	21	0,11	B
2009	2,4DB	8,43	21	0,11	C
2010	2,4DB	8,52	21	0,11	C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 13. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=0,6121

Error: 0,2465 gl: 54

Año	CC	Medias	n	E.E.	
2009	0	0,00	6	0,20	A
2010	0	0,00	6	0,20	A
2009	1/4 X	5,33	6	0,20	B
2010	1/4 X	5,67	6	0,20	B
2009	1/2 X	5,83	6	0,20	B



2010	1/2 X	6,67	6	0,20	C
2010	1 X	6,83	6	0,20	C
2009	1 X	7,00	6	0,20	C
2009	2 X	7,67	6	0,20	D
2010	2 X	8,00	6	0,20	D
2009	4 X	8,33	6	0,20	D
2010	4 X	8,83	6	0,20	E
2009	8 X	8,83	6	0,20	E
2010	8 X	9,17	6	0,20	E

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 14. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=0,6121

Error: 0,2465 gl: 54

Herb	CC	Medias	n	E.E.	
IM	0	0,00	6	0,20	A
2,4DB	0	0,00	6	0,20	A
IM	1/4 X	1,00	6	0,20	B
IM	1/2 X	2,50	6	0,20	C
IM	1 X	3,83	6	0,20	D
IM	2 X	5,67	6	0,20	E
IM	4 X	7,17	6	0,20	F
IM	8 X	8,67	6	0,20	G
2,4DB	8 X	9,33	6	0,20	H
2,4DB	1 X	10,00	6	0,20	I



2,4DB 1/4 X	10,00	6	0,20	I
2,4DB 1/2 X	10,00	6	0,20	I
2,4DB 4 X	10,00	6	0,20	I
2,4DB 2 X	10,00	6	0,20	I

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 15. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=0,9029

Error: 0,2465 gl: 54

Año	Herb	CC	Medias	n	E.E.	
2010	IM	0	0,00	3	0,29	A
2009	IM	0	0,00	3	0,29	A
2009	2,4DB	0	0,00	3	0,29	A
2010	2,4DB	0	0,00	3	0,29	A
2009	IM	1/4 X	0,67	3	0,29	A
2010	IM	1/4 X	1,33	3	0,29	B
2009	IM	1/2 X	1,67	3	0,29	B
2010	IM	1/2 X	3,33	3	0,29	C
2010	IM	1 X	3,67	3	0,29	C
2009	IM	1 X	4,00	3	0,29	C
2009	IM	2 X	5,33	3	0,29	D
2010	IM	2 X	6,00	3	0,29	D
2009	IM	4 X	6,67	3	0,29	E
2010	IM	4 X	7,67	3	0,29	F
2010	IM	8 X	8,67	3	0,29	G



2009	IM	8 X	8,67	3	0,29	G
2009	2,4DB	8 X	9,00	3	0,29	G
2010	2,4DB	8 X	9,67	3	0,29	H
2009	2,4DB	4 X	10,00	3	0,29	H
2009	2,4DB	2 X	10,00	3	0,29	H
2009	2,4DB	1/2 X	10,00	3	0,29	H
2009	2,4DB	1/4 X	10,00	3	0,29	H
2009	2,4DB	1 X	10,00	3	0,29	H
2010	2,4DB	1/4 X	10,00	3	0,29	H
2010	2,4DB	1 X	10,00	3	0,29	H
2010	2,4DB	2 X	10,00	3	0,29	H
2010	2,4DB	4 X	10,00	3	0,29	H
2010	2,4DB	1/2 X	10,00	3	0,29	H

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 16. Análisis de la varianza para escala E.W.R.C. control de malezas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C.Mal	84	0,96	0,95	11,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	318,1229		10,97	50,67	<0,0001
Año	27,43	1	27,43	126,70	<0,0001
Herb	0,19	1	0,19	0,88	0,3524



CC	116,48	6	19,41	89,67	<0,0001
Rep	0,31	2	0,15	0,71	0,4938
Año*Herb	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999
Año*CC	165,24	6	27,54	127,21	<0,0001
Herb*CC	7,81	6	1,30	6,01	0,0001
Año*Herb*CC	0,67	6	0,11	0,51	0,7957
Error	11,69	54	0,22		
Total	329,81	183			

Tabla 17. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=0,2965

Error: 0,2165 gl: 54

Año	Herb	Medias	n	E.E.	
2010	IM	3,33	21	0,10	A
2010	2,4DB	3,43	21	0,10	A
2009	IM	4,48	21	0,10	B
2009	2,4DB	4,57	21	0,10	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 18. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=0,5737

Error: 0,2165 gl: 54

Año	CC	Medias	n	E.E.	
2010	0	1,00	6	0,19	A



2009	8 X	2,00	6	0,19	B	
2010	8 X	2,17	6	0,19	B	
2009	4 X	2,83	6	0,19		C
2010	4 X	3,00	6	0,19		C
2009	2 X	3,33	6	0,19		D
2010	2 X	3,50	6	0,19		D
2010	1 X	3,67	6	0,19		D
2009	1 X	4,00	6	0,19		D
2009	1/2 X	4,67	6	0,19		E
2010	1/2 X	4,67	6	0,19		E
2010	1/4 X	5,67	6	0,19		F
2009	1/4 X	5,83	6	0,19		F
2009	0	9,00	6	0,19		G

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 19. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=0,5737

Error: 0,2165 gl: 54

Herb	CC	Medias	n	E.E.	
IM	8 X	1,83	6	0,19	A
2,4DB	8 X	2,33	6	0,19	A
IM	4 X	2,83	6	0,19	B
2,4DB	4 X	3,00	6	0,19	B
IM	2 X	3,17	6	0,19	B
IM	1 X	3,33	6	0,19	B



2,4DB 2 X	3,67	6	0,19	C
2,4DB 1 X	4,33	6	0,19	D
2,4DB 1/2 X	4,33	6	0,19	D
2,4DB 0	5,00	6	0,19	E
IM 0	5,00	6	0,19	E
IM 1/2 X	5,00	6	0,19	E
2,4DB 1/4 X	5,33	6	0,19	E
IM 1/4 X	6,17	6	0,19	F

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 20. Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=0,8462

Error: 0,2165 gl: 54

Año	Herb	CC	Medias	n	E.E.
2010	2,4DB 0		1,00 3	0,27	A
2010	IM 0		1,00 3	0,27	A
2009	IM 8 X		1,67 3	0,27	A
2010	IM 8 X		2,00 3	0,27	A
2009	2,4DB 8 X		2,33 3	0,27	B
2010	2,4DB 8 X		2,33 3	0,27	B
2009	IM 4 X		2,67 3	0,27	B
2009	2,4DB 4 X		3,00 3	0,27	B
2009	IM 2 X		3,00 3	0,27	B
2010	IM 1 X		3,00 3	0,27	B
2010	2,4DB 4 X		3,00 3	0,27	B



2010	IM	4 X	3,00	3	0,27	B	
2010	IM	2 X	3,33	3	0,27		C
2009	2,4DB	2 X	3,67	3	0,27		C
2009	IM	1 X	3,67	3	0,27		C
2010	2,4DB	2 X	3,67	3	0,27		C
2009	2,4DB	1 X	4,33	3	0,27		C
2009	2,4DB	1/2 X	4,33	3	0,27		C
2010	2,4DB	1 X	4,33	3	0,27		C
2010	2,4DB	1/2 X	4,33	3	0,27		C
2009	IM	1/2 X	5,00	3	0,27		D
2010	IM	1/2 X	5,00	3	0,27		D
2009	2,4DB	1/4 X	5,33	3	0,27		D
2010	2,4DB	1/4 X	5,33	3	0,27		D
2010	IM	1/4 X	6,00	3	0,27		E
2009	IM	1/4 X	6,33	3	0,27		E
2009	2,4DB	0	9,00	3	0,27		F
2009	IM	0	9,00	3	0,27		F

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 21. Análisis de la varianza para materia seca vs. tratamiento 2009/2010

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MATERIA SECA	84	0,86	0,83	46,05



Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18092,24	13	1391,71	31,94	<0.0001
TRATAMIENTO	18092,24	13	1391,71	31,94	<0.0001
Error	3049,79	70	43,57		
Total	21142,03	83			

Test: DGC Alfa=0.05 PCALT=8.1380

Error: 43.5685 gl: 70

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
TEST. A (DES)	38,14	6	2,69	A	
TESTIGO B (S/ DES)	34,34	6	2,69	A	
IMAZETAPIR 1 X	33,12	6	2,69	A	
IMAZETAPIR 1/4 X		28,04	6	2,69	A
IMAZETAPIR 1/2 X		27,67	6	2,69	A
IMAZETAPIR 2 X	20,21	6	2,69	B	
IMAZETAPIR 4 X	12,43	6	2,69		C
IMAZETAPIR 8 X	6,69	6	2,69		C
2,4 DB 8 X	0	6	2,69		D
2,4 DB 4 X	0	6	2,69		D
2,4 DB 1/2 X	0	6	2,69		D
2,4 DB 1/4 X	0	6	2,69		D
2,4 DB 1 X	0	6	2,69		D



2,4 DB 2 X 0 6 2,69 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla 22. Análisis de la varianza de control de malezas vs. tratamientos
2009/2010

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% DE CONTROL	84	0,94	0,92	9,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	48490,48	13	3730,04	77,56	<0.0001
TRATAMIENTO	48490,48	13	3730,04	77,56	<0.0001
Error	3366,67	70	48,1		
Total	51857,14	83			

Test: DGC Alfa=0.05 PCALT=8.5503

Error: 48.0952 gl: 70

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
TEST. A (DES)	100	6	2,83	A
IMAZETAPIR 8 X	96,67	6	2,83	A
2,4 DB 8 X	93,33	6	2,83	A
2,4 DB 4 X	90	6	2,83	B
IMAZETAPIR 4 X	86,67	6	2,83	B
2,4 DB 1 X	85	6	2,83	B



2,4 DB 2 X	85	6	2,83	B	
IMAZETAPIR 2 X	80	6	2,83	C	
IMAZETAPIR 1 X	78,33	6	2,83	C	
2,4 DB 1/2 X	71,67	6	2,83	C	
2,4 DB 1/4 X	71,67	6	2,83	C	
IMAZETAPIR 1/2 X		63,33	6	2,83	D
IMAZETAPIR 1/4 X		58,33	6	2,83	D
TESTIGO B (S/ DES) 0		6	2,83		E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla 23. Análisis de la varianza de fitotoxicidad según la escala Rochecouste a los 7 días desde el momento de aplicación de herbicidas

7 días desde aplicación

Variable	R ²	R ² Aj	CV
21/08/2009	0,9	0,84	52,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14	4,8	16,53	<0.0001
Tratamiento	14	4,8	16,53	<0.0001
Error	27	0,29		
Total	41			



Test: DGC Alfa=0.05 PCALT=1.0986

Error: 0.2901 gl: 27

Tratamiento	n	E.E.	
2,4-DB 8 X	3	0,31	A
2,4-DB 4 X	3	0,31	A
2,4-DB 2 X	3	0,31	B
IMAZETAPIR 8 X	3	0,31	C
IMAZETAPIR 4 X	3	0,31	C
2,4-DB 1 X	3	0,31	C
2,4-DB 1/2 X	2	0,38	C
2,4-DB 1/4 X	3	0,31	C
IMAZETAPIR 1 X	3	0,31	C
IMAZETAPIR 1/2 X	3	0,31	C
IMAZETAPIR 2 X	3	0,31	C
2,4-DB 1/2 X	1	0,54	C
IMAZETAPIR 1/4 X	3	0,31	C
TESTIGO A DESMALEZADO A MANO	3	0,31	C
<u>TESTIGO B SIN DESMALEZAR</u>	<u>3</u>	<u>0,31</u>	<u>C</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla 24. Análisis de la varianza de fitotoxicidad según la escala Rochecouste a los 21 días desde el momento de aplicación de herbicidas

Variable	R ²	R ² Aj	CV
21 días desde aplicación	0,98	0,97	12,99

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14	44,51	96,14	<0.0001
Tratamiento	14	44,51	96,14	<0.0001
Error	27	0,46		
Total	41			

Test: DGC Alfa=0.05 PCALT=1.3878

Error: 0.4630 gl: 27

Tratamiento	n	E.E.		
2,4-DB 8 X	3	0,39	A	
2,4-DB 4 X	3	0,39	A	
2,4-DB 2 X	3	0,39	A	
2,4-DB 1/2 X	1	0,68	A	
2,4-DB 1 X	3	0,39	A	
2,4-DB 1/2 X	2	0,48	A	
2,4-DB 1/4 X	3	0,39	B	
IMAZETAPIR 8 X	3	0,39	B	
IMAZETAPIR 4 X	3	0,39		C
IMAZETAPIR 2 X	3	0,39		D
IMAZETAPIR 1 X	3	0,39		D
IMAZETAPIR 1/2 X	3	0,39		E
IMAZETAPIR 1/4 X	3	0,39		E
TESTIGO B SIN DESMALEZAR	3	0,39		E



TESTIGO A DESMALEZADO A MANO	3	0,39	E
------------------------------	---	------	---

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Tabla 25. Análisis de la varianza de fitotoxicidad según la escala Rochecouste a los 30 días desde el momento de aplicación de herbicidas

Variable	R ²	R ² Aj	CV
30 días desde aplicación	0,99	0,98	8,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14	48,55	178,8	<0.0001
Tratamiento	14	48,55	178,8	<0.0001
Error	27	0,27		
Total	41			

Test: DGC Alfa=0.05 PCALT=1.0630

Error: 0.2716 gl: 27

Tratamiento	n	E.E.	
2,4-DB 2 X	3	0,3	A
2,4-DB 4 X	3	0,3	A
2,4-DB 8 X	3	0,3	A
2,4-DB 1 X	3	0,3	A
2,4-DB 1/4 X	3	0,3	A



2,4-DB 1/2 X	1	0,52	A
2,4-DB 1/2 X	2	0,37	A
IMAZETAPIR 8 X	3	0,3	B
IMAZETAPIR 4 X	3	0,3	C
IMAZETAPIR 2 X	3	0,3	D
IMAZETAPIR 1 X	3	0,3	E
IMAZETAPIR 1/2 X	3	0,3	F
IMAZETAPIR 1/4 X	3	0,3	G
TESTIGO A DESMALEZADO A MANO	3	0,3	G
TESTIGO B SIN DESMALEZAR	3	0,3	G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

C:\Users\Valeria\Desktop\infostettabla completa.IDB2: 18/02/2013 - 11:05:23 a.m.

Análisis de la varianza

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2009	RABS MATERIA SECA	18	0,45	0,22	65,43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	67,83	5	13,57	1,94	0,1618
TRATAMIENTO	67,83	5	13,57	1,94	0,1618
Error	84,12	12	7,01		
Total	151,95	17			

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2010	RABS MATERIA SECA	18	0,19	0,00	56,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,66	5	0,33	0,55	0,7333
TRATAMIENTO	1,66	5	0,33	0,55	0,7333
Error	7,20	12	0,60		
Total	8,86	17			