

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ALTERNATIVAS DE CONTROL QUÍMICO PARA CONTROL DE MALEZAS EN
EL PRIMER Y SEGUNDO AÑO DE PASTURAS

por

Juan Carlos BURJEL PARIETTI
Pablo Daniel GUIDO GOTTERO
José Pedro LEMES URRUTTI

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

MONTEVIDEO

URUGUAY

2014

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Grisel Marion Fernández Childs

Ing. Agr. Ramiro Alberto Zanoniani Correa

Ing. Agr. Lorena Jacqueline Scaglia Carmona

Fecha:

23 de junio de 2014

Autor:

Burjel Parietti Juan Carlos

Guido Gottero Pablo Daniel

Lemes Urrutti José Pedro

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias y novias por el apoyo incondicional brindado a lo largo de toda nuestra carrera lo que nos permitió lograr superar todas las dificultades necesarias para llegar a la presente instancia.

A nuestra directora de tesis Ing. Agr. Dra. Grisel Fernández por su dedicación y paciencia para con nosotros para guiarnos con profesionalismo en esta etapa final.

A la Ing. Agr. Lorena Scaglia por la continua disposición y actitud positiva.

A nuestros amigos quienes participaron activamente de la labor práctico realizado y a aquellos que formaron parte de esta carrera alegrando nuestro trabajo día a día.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1. MALEZAS EN PASTURAS.....	2
2.2. MÉTODOS DE CONTROL.....	3
2.3. MOMENTO DE UTILIZACIÓN DE LOS HERBICIDAS.....	4
2.4. HERBICIDAS EN PASTURAS.....	5
2.4.1. <u>Grupo O: Hormonales o reguladores del crecimiento</u>	5
2.4.1.1. Acido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4D).....	6
2.4.1.2. Acido 2,4-diclorofenoxibutirico (2,4-DB).....	7
2.4.1.3. MCPA (Acido 2-metil-4-clorofenoxiacético).....	7
2.4.1.4. Clopyralid (Acido 2-piridincarboxilico 3,6-dicloro)...	8
2.4.1.5. Picloram (Acido 4-amino-3,5,6-tricloro-2- piridincarboxilico).....	9
2.4.1.6. Fluroxipir (4-amino-3,5-dicloro-6-fluoro-2- piridiloxiacético).....	10
2.4.1.7. Amynopiralid (4-amino-3,6-dicloro-2- piridincarboxilico).....	10
2.4.2. <u>Grupo B (Inhibidores de la síntesis de acetolactato sintasa)</u>	11
2.4.2.1. Clorsulfurón (1-(2-chlorophenylsulfonyl)-3-(4- methoxy-6-methyl-1,3,5-triazin-2-yl-urea).....	12
2.4.2.2. Flumetsulam (2',6'-difluoro-5-methyl[1,2,4] triazolo[1,5-a]pyrimidine-2-sulfonilide).....	12
2.4.3. <u>Grupo F (Inhibidores de la biosíntesis de carotenoides)</u>	13
2.4.3.1. Diflufenican (2',4'-difluoro-2-(a,a,a-trifluoro-m- tolyloxy)nicotinilide).....	14
2.5. SELECTIVIDAD.....	15
2.6. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES EVALUADAS.....	15
2.6.1. <u>Festuca arundinacea</u>	15
2.6.2. <u>Dactylis glomerata</u>	16
2.6.3. <u>Trifolium repens</u>	17
2.6.4. <u>Lotus corniculatus</u>	18
2.6.5. <u>Bowlesia incana</u>	20
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	21
3.1. LOCALIZACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS.....	21

3.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS EXPERIMENTOS.....	21
3.2.1. <u>Tratamientos químicos</u>	21
3.2.2. <u>Metodología de instalación</u>	22
3.2.3. <u>Determinaciones</u>	23
3.2.3.1. Momentos de las determinaciones.....	24
3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	24
3.3.1. <u>Diseño experimental y modelo estadístico</u>	24
3.3.2. <u>Análisis estadísticos</u>	25
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	26
4.1. EXPERIMENTO 1.....	27
4.1.1. <u>Situación inicial</u>	27
4.1.2. <u>Control en <i>Bowlesia incana</i></u>	28
4.1.2.1. Determinación 7 dpa (24/7/13).....	28
4.1.2.2. Determinación 12 dpa (29/7/13).....	30
4.1.2.3. Determinación 26 dpa (12/8/13).....	31
4.1.2.4. Determinación 47 dpa (2/9/13).....	33
4.1.2.5. Evolución del control.....	34
4.1.3. <u>Selectividad de los tratamientos en festuca</u>	35
4.2. EXPERIMENTO 2.....	38
4.2.1. <u>Situación inicial</u>	38
4.2.2. <u>Selectividad de los tratamientos en <i>Dactylis</i></u>	38
4.3. EXPERIMENTO 3.....	39
4.3.1. <u>Situación inicial</u>	39
4.3.2. <u>Selectividad de los tratamientos en festuca</u>	39
4.3.3. <u>Selectividad de los tratamientos en <i>Lotus corniculatus</i></u>	41
4.3.4. <u>Selectividad de los tratamientos en <i>Trifolium repens</i></u>	44
5. <u>CONCLUSIONES</u>	48
5.1. EXPERIMENTO 1 (<i>Festuca arundinacea</i> de primer año).....	48
5.2. EXPERIMENTO 2 (<i>Dactylis glomerata</i> de segundo año).....	48
5.3. EXPERIMENTO 3 (<i>Festuca arundinacea</i> , <i>Trifolium repens</i> y <i>Lotus corniculatus</i> de segundo año).....	48
6. <u>RESUMEN</u>	50
7. <u>SUMMARY</u>	52
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	53

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Tratamientos utilizados en experimentos uno y dos.....	22
2. Tratamientos utilizados en experimento tres.....	22
3. Fechas de las determinaciones del experimento 1.....	24
4. Fechas de las determinaciones de los experimento 2 y 3.....	24
5. Porcentaje de suelo desnudo, cubierto por festuca y maleza 93 días post siembra.....	28
6. Promedio y coeficiente de variación de la variable materia seca para los distintos tratamientos y el testigo a los 12 dpa.....	37
Figura No.	
1. Detalle del experimento uno y dos a campo.....	23
2. Detalle del Experimento tres a campo.....	23
3. Temperatura mínima y temperatura promedio durante 17 días pre aplicación y 20 días post-aplicación, comparada con la temperatura histórica (2002-2012) en igual periodo.....	26
4. Precipitaciones durante 17 días pre-aplicación y 20 días post-aplicación, comparada con precipitaciones históricas (2002-2012) en igual periodo.....	27
5. Control de <i>Bowlesia incana</i> a los 7 dpa.....	29
6. Control de <i>Bowlesia incana</i> a los 7 dpa, testigo (izquierda), Flumetsulam + 2,4-DB (centro) y Aminopiralyd + 2,4D (derecha).....	30
7. Control de <i>Bowlesia incana</i> a los 12 dpa.....	30
8. Control de <i>Bowlesia incana</i> a los 12 dpa, testigo (izquierda), Clorsulfuron + 2,4D (centro) y Aminopiralyd + 2,4D (derecha).....	31
9. Control de <i>Bowlesia incana</i> a los 26 dpa.....	32
10. Control de <i>Bowlesia incana</i> a los 26 dpa, (de izquierda a derecha) testigo, Clopyralid + MCPA , Clopyralid + 2,4D y Aminopiralyd + 2,4D.....	33
11. Control de <i>Bowlesia incana</i> a los 47 días post aplicación.....	33
12. Evolución del control de <i>Bowlesia incana</i>	34
13. Selectividad a los 12 dpa en testigo (izquierda) y Clorsulfuron + 2,4D (derecha).....	36
14. Selectividad a los 12 dpa, testigo (izquierda) y	

Clorsulfurón + 2,4-DB (derecha).....	40
15. Selectividad a los 47 dpa, testigo (izquierda)	
Clorsulfurón + 2,4-DB (derecha).....	41
16. Resultados de daño sobre <i>Lotus corniculatus</i> para las distintas determinaciones.....	42
17. Evolución del daño en <i>Lotus corniculatus</i>	43
18. Efecto sobre <i>Lotus corniculatus</i> a los 26 dpa, testigo (izquierda), Flumetsulam (centro) y Clorsulfuron (derecha).....	44
19. Efecto sobre <i>Lotus corniculatus</i> a los 26 dpa, testigo (izquierda), Flumetsulam + 2.4-DB (centro), Clorsulfuron + 2.4-DB (derecha).....	44
20. Resultados de daño sobre <i>Trifolium repens</i> para la distintas determinaciones.....	45
21. Evolución del daño en <i>Trifolium repens</i>	46
22. Efecto sobre <i>Trifolium repens</i> a los 26 dpa, testigo (izquierda), Flumetsulam (centro) y Flumetsulam + 2,4-DB (derecha)....	47
23. Efecto sobre <i>Trifolium repens</i> a los 26 dpa, testigo (izquierda), Clorsulfurón (centro) y Clorsulfurón.....	47

1. INTRODUCCIÓN

En Uruguay, los sistemas productivos de carne y leche tanto intensivos como extensivos, continuarán buscando combinar una adecuada producción de forraje con una buena calidad del mismo, basados en el uso directo de la pastura como principal componente de la dieta animal (INIA, s.f.)

La mayor parte de las pasturas sembradas en el país están constituidas por la mezcla de varias especies. La riqueza en especies ha demostrado tener beneficios en productividad, calidad y servicios al ecosistema (Pezzani, 2012). Sin embargo la mezcla de especies también constituye un obstáculo de importancia en el manejo de malezas, en la medida en que resulta difícil la selección de un tratamiento selectivo para todas las especies de la mezcla y se alcancen buenos niveles de control, por lo tanto existen riesgos en el establecimiento, persistencia y calidad del forraje.

La condicionante de mayor importancia en la actualidad para un efectivo control químico es la complejidad de las mezclas, dado que las de especies gramíneas y leguminosas de nuestras pasturas difieren en niveles de susceptibilidad a los herbicidas y pueden modificarse según las condiciones ambientales. Es por esta razón que existen muy pocos tratamientos herbicidas disponibles, hecho que determina la necesidad de la complementación con otras prácticas de control.

Buscando contribuir en la generación de información relativa a la selectividad de distintos tratamientos herbicidas recomendados en pasturas, se propuso este trabajo. Los objetivos específicos del presente estudio fueron evaluar la selectividad de ocho tratamientos herbicidas en *Dactylis glomerata* (cv. Aurus), selectividad de cuatro tratamientos herbicidas en una pastura mezcla de *Festuca arundinacea* (cv. Fortuna), *Trifolium repens* (cv. Zapicán) y *Lotus corniculatus* (cv. San Gabriel) y selectividad y efecto de control en *Bowlesia incana* de ocho tratamientos herbicidas en una *Festuca arundinacea* (cv. Tacuabé) de primer año.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. MALEZAS EN PASTURA

Las malezas han sido definidas como un término genérico antrópico que califica o agrupa aquellas plantas que en un momento o lugar dado y en un número determinado resultan molestas, perjudiciales o indeseables en los cultivos o en cualquier otra área o actividad realizada por el hombre (Mortimer, 1996).

Sin embargo Fernández-Quintanilla y Saavedra (s.f.) consideran que no existe ninguna característica que permita catalogar de forma objetiva a una planta de maleza. Maleza es un concepto antropocéntrico y muy subjetivo. Un ejemplo claro de esta subjetividad lo constituye el caso de *Lolium multiflorum*, especie que constituye un cultivo de una enorme importancia en el sector pastoril y es muy perjudicial en cultivos de trigo.

Argel y Da Veiga (1988) coinciden en que el concepto clásico de “maleza en un cultivo” no siempre es aplicable a las pasturas. En efecto, si una planta considerada como maleza es consumida por el ganado en forma recurrente en alguna etapa de su desarrollo, el carácter que tenía de planta indeseable desaparece automáticamente.

En cuanto a los efectos de las malezas desde los inicios de la agricultura el hombre percibió la importancia de la interferencia causada por las malezas sobre los cultivos e invirtió cuantiosos recursos y energía para combatirlos (Papa, 2011). Las pérdidas anuales causadas por las malezas en la agricultura de los países en desarrollo se estimaron en el orden de 125 millones de toneladas de alimentos, cantidad suficiente para alimentar 250 millones de personas (Parker y Fryer, citados por Labrada y Parker, 1996). Por otra parte de acuerdo a estimaciones de la FAO, estos daños suponen, a nivel mundial, un 15% en la producción total de cultivos, ascendiendo a un 25-30% en los países menos desarrollados (Fernández-Quintanilla y Saavedra, s.f.).

Para Mortimer (1996) el daño producido por las malezas puede ser expresado como pérdida del rendimiento por unidad de área cultivable.

En pasturas cultivadas Caviglia et al., citados por Frene (s.f.) analizando la respuesta a tratamientos herbicidas en 103 sitios, concluyeron que incluso con presiones de malezas bajas de 5 a 35% se pueden producir pérdidas de rendimiento de hasta un 70%.

Según Doll (1996) además de la reducción directa del crecimiento y la productividad, las malezas también pueden interferir con la recolección de la cosecha de cultivo, reducir la calidad de la producción y servir de hospederas a diversas plagas.

También debe considerarse que niveles no económicos de infestación puedan causar futuros problemas como consecuencia de la producción y consiguiente acumulación de propágulos en el banco del suelo.

Numerosos estudios y análisis tal como lo afirman innumerables autores las malezas son uno de las principales limitantes en el logro de la producción agrícola. Si bien esto está extensamente documentado en el caso de cultivos, la información en pasturas es escasa y poco consistente. Se dificultó encontrar trabajos en los que se analizara comparativamente el efecto de malezas en relación a otros factores de importancia en la determinación de la producción y persistencia de pasturas.

De cualquier manera considerando la importancia de las pérdidas y la preocupación existente a nivel de los productores es frecuente la utilización de diferentes estrategias para controlar malezas en pasturas.

A continuación se presenta una revisión sintetizada de aspectos importantes a considerar en lo referente a las estrategias de control.

2.2. MÉTODOS DE CONTROL

Según García y Fernández-Quintanilla (1991) la reducción del impacto de las malezas sobre el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas cultivadas requiere de la aplicación combinada de diversos métodos y estrategias de control, conocido comúnmente como control integrado de malezas.

Difiriendo en el fundamento y/u objetivo del método pueden utilizarse controles del tipo preventivo, cuando la medida evita la introducción y desarrollo de malezas en áreas no infectadas; controles culturales, cuando se realizan prácticas agrícolas que crean un hábitat menos favorable para el crecimiento de malezas y confieren ventajas competitivas a las plantas cultivadas; controles mecánico, cuando métodos que desarraigan, entierran, cortan, cubren o queman la vegetación; controles físicos, aquellos que consisten en la aplicación de técnicas que reduzcan la competencia o eliminen la viabilidad de las semillas de malezas, o bien, que impidan la germinación; controles biológicos, cuando se utiliza enemigos naturales para eliminar especies indeseadas entre los que se pueden destacar pastoreo y alelopatía, así como también controles químicos, en el caso que se utilicen productos químicos (herbicidas) que aplicados en época y dosis adecuadas, inhiben el desarrollo o matan a las plantas indeseables.

En el caso de pasturas en el país el método actualmente más utilizado combina la utilización de estrategias preventivas considerando prácticas culturales, manejo del pastoreo y utilización de herbicidas.

2.3. MOMENTO DE UTILIZACIÓN DE LOS HERBICIDAS

Según Frene (s.f.) el lento crecimiento inicial de las forrajeras cultivadas, en comparación con el rápido crecimiento que presentan las malezas, las pone en desventaja en cuanto al aprovechamiento de los recursos disponibles luz, agua, nutrientes y espacio. Esto plantea la necesidad de productos eficaces y seguros, pero también que los mismos sean utilizados en el momento oportuno de manera de intervenir a tiempo y previo al período crítico de competencia.

Se ha demostrado que cualquiera sea el nivel de invasión de malezas en la pastura en su implantación existe un periodo crítico de competencia (PCC) de malezas. El mismo se define como el intervalo del ciclo de vida de la pastura que debe mantenerse limpio de malezas con la finalidad de evitar pérdidas de rendimiento mayores. En tal sentido, se ha demostrado que es posible la convivencia de malezas y pasturas en los primeros 50-70 días de la implantación de la pastura sin que ocurran daños graves en la producción, considerándose entre los 70 y 120 días el mejor momento para realizar la limpieza. El PCC y el momento de intervención son levemente variables de acuerdo con las zonas agroclimáticas y la presión de malezas existente (Montoya y Rodríguez, s.f.).

Según Frene (s.f.) en siembras tempranas especies como *Stellaria media*, *Lamiun amplexicaule*, *Echium plantagineum*, *Coronopus didymus* y otras crucíferas pueden llegar a cubrir un 40-50 % de la superficie en los primeros 30 a 40 días, si el grado de infestación es alto. Esta situación, además de provocar un alto grado de competencia inicial por agua y nutrientes (recursos que serán claves durante el período crítico), impide la implantación de la pastura en el área cubierta, fundamentalmente de malezas arrosadas comprometiendo la población de plantas implantadas. Estas situaciones pueden también provocan un retraso importante del primer aprovechamiento de la pastura.

Según este mismo autor los tratamientos de pre-emergencia permiten un arranque libre de malezas evitando el período crítico de competencia que va de los 30-40 días hasta los 80-100 días desde la siembra con una residualidad de 60 a 90 días de acuerdo a la maleza y tipo de suelo.

De todas forma, el momento de aplicación no puede considerar únicamente el período crítico de competencia, también debe contemplarse que la aplicación se realice en el momento de mayor tolerancia de las especies cultivadas, si se pretende óptimos resultados. El período en que las leguminosas toleran mejor los herbicidas es durante el estado de 3 a 8 hojas trifoliadas, siendo el óptimo de 4 a 6 hojas. Esta ventana de aplicación está asociada fundamentalmente a los tratamientos con 2,4-DB o MCPA. En

las gramíneas, el período de máxima tolerancia a los herbicidas en general es a partir de 3-5 hojas (1° macollo) y hasta fin de macollaje.

2.4. HERBICIDAS EN PASTURAS

La elección de los principios activos a utilizar en pasturas presenta algunas complicaciones. Con el fin de mejorar la distribución estacional de producción de forraje en nuestro país es común la utilización de mezclas forrajeras constituidas por una gramínea y una o más especies leguminosas, determinando así una mayor complejidad a nivel práctico a la hora de controlar malezas implementando productos químicos. Al presente existen muy pocos tratamientos herbicidas disponibles para este tipo de pasturas polifíticas.

Se presenta a continuación información relativa a la generalidad del grupo, según la clasificación de Herbicide Resistance Action Committee (HRAC) al que pertenecen los herbicidas ensayados en el presente estudio y específicas para cada herbicida en cuestión.

2.4.1. Grupo O: Hormonales o reguladores del crecimiento

La mayor parte de los herbicidas ensayados pertenecen al grupo O.

Este grupo incluye varias familias químicas como los fenoxicarboxílicos, benzóicos, piridincarboxílicos y quinolincarboxílicos (Curran y Gunsoulus 1999, Cavanaugh et al., Devine et al., citados por Rosales y Sánchez 2006)

Esta clase de herbicidas son usados principalmente para el control de especies dicotiledóneas en cultivos pertenecientes a la familia de las gramíneas, siendo muy efectivo para el control de malezas perennes (Kogan y Pérez 2003, Sterling et al., citados por Rosales y Sánchez 2006). Una excepción es el 2,4-DB utilizado para el control de hojas anchas en leguminosas (Sterling et al., citados por Rosales y Sánchez, 2006).

Los herbicidas del grupo de los reguladores del crecimiento tienen un mecanismo de acción múltiple e indeterminado, pero se sabe que alteran el balance hormonal normal de las plantas que regula procesos como la división y elongación celular, la síntesis de proteínas y la respiración (Baumann et al., citados por Rosales y Sánchez, 2006)

Se aplican foliarmente y su modo acción es sistémico, translocándose vía floema y/o xilema hasta llegar al sitio de acción, los meristemas, modificando el crecimiento (Curran y Gunsoulus 1999, Peterson et al. 2013). La mayoría de estos

herbicidas son absorbidos con facilidad a través de las raíces y de las hojas (Curran y Gunsoulus 1999, Kogan y Pérez 2003, Peterson et al. 2013)

La acción de estos herbicidas es lenta y requiere de una a dos semanas para matar a las malezas (Sterling et al., citados por Rosales y Sánchez, 2006)

Los daños de los reguladores de crecimiento se acentúan en períodos de alta humedad en el suelo y alta temperatura (Sterling et al., citados por Rosales y Sánchez, 2006)

Según Sterling et al., citados por Rosales y Sánchez (2006) los síntomas de daño a gramíneas cultivadas incluyen el enrollamiento de hojas o “acebollamiento”, la “cristalización” de tallos, los que se quiebran fácilmente, la curvatura de tallos la fusión de raíces, la distorsión de espigas y la esterilidad de flores.

La selectividad de esta clase de herbicidas se basa tanto en la absorción y transporte por las plantas tratadas, como en su estado de desarrollo, ya que las plantas son más susceptibles a los reguladores de crecimiento en épocas de intensa división celular (Peterson et al., citados por Rosales y Sánchez, 2006)

En general, no dejan residuos en el suelo que afecten la rotación de cultivos por un tiempo prolongado. Sin embargo, el Picloram es soluble en agua y es persistente en el suelo, por lo que debe evitarse su uso en suelos arenosos con mantos freáticos poco profundos (Cavanaugh et al., citados por Rosales y Sánchez, 2006).

Características específicas de los principios activos utilizados en este trabajo se presentan a continuación.

2.4.1.1. Acido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4D)

Este herbicida se encuentra dentro del subgrupo Fenoxiacéticos (Curran y Gunsoulus 1999, Kogan y Pérez 2003).

Es un herbicida aplicado como post-emergente en rango de dosis 0,56-2,24 kg i.a/ha para control de malezas de hojas anchas en cereales. Es sistémico y se transporta primariamente vía el simplasto, acumulándose principalmente en los puntos de crecimiento de los tallos y raíces (Socorro, 2011).

Comúnmente utilizado en mezclas para aumentar el rango de control de las malezas. Puede presentarse en forma de sal dimetilamina o esterisobutilico. Los herbicidas formulados como éster presentan un mejor ingreso a la planta por estomas o

por cutícula. Los que están formulados como sal son menos volátiles e ingresan mejor por raíz (Peterson et al., 2013).

Presenta baja residualidad en el suelo, pudiendo permanecer en el mismo de 1 a 4 semanas post-aplicación, dependiendo de las condiciones del suelo como, temperatura, humedad y otros que afectan la vida microbiana del suelo, ya que su principal vía de descomposición es a través de estos microorganismos (Kogan y Pérez, 2003).

2.4.1.2. Acido 2,4-diclorofenoxibutirico (2.4-DB)

Pertenece a la familia de los fenoxiaceticos (Kogan y Pérez, 2003), presenta características similares al 2,4 D, excepto la selectividad. Esta se diferencia en que algunas especies son capaces de efectuar la beta-oxidación, otras no lo hacen o lo hacen a niveles muy reducidos (Leguizamón y Puricelli, 2005).

En mezclas, se recomiendan dosis de acuerdo al diámetro de roseta en general, hasta 15 cm de diámetro usar 0,4 a 0,5 lt/ha de 2,4 DB (éster) o 1,2 a 1,5 lt/ha (sal-amina) (Frene, s.f.).

Es un herbicida selectivo sistémico indicado para el control de malezas de hoja ancha en algunos cultivos de leguminosas como alfalfa, arveja, maní, soja y pasturas (Leguizamón y Puricelli, 2005).

Presenta buena compatibilidad con otros herbicidas (bentazón, bromoxinil, flumetsulam, clorimurón). Permite ampliar el espectro de control de crucíferas, cardos y quinoa. En alfalfa en activo crecimiento, sin reposo invernal, la formulación como éster resulta fitotóxica, recomendándose la sal amina. Asimismo, esta última en mezcla con bentazón ha mostrado buena selectividad en trébol rojo (Scheneiter, 2007).

La vida media es de unos 7 días (Leguizamón y Puricelli, 2005).

2.4.1.3. MCPA (Acido2metil-4-clorofenoxiacetico)

Pertenece a la familia de los fenoxiacéticos (Kogan y Pérez, 2003).

Es un acido fenoxiacético, aplicado en post-emergencia en rango de dosis 0,26-1,7 kg i.a./ha en trigo, cebada y avena. Controla varias malezas de hojas anchas (Senseman, citado por Rosario Socorro, 2011).

Estudios indican que posee un amplio espectro para el control de malezas a bajas dosis, dado por la absorción foliar y radicular (Claus et al., Finkelstein et al., Strachan et al., citados por Everman et al., 2013).

Amplía el espectro de control a cardos, quínoa y lengua de vaca con dosis de 1,2 a 1,5 lt/ha. Resulta más recomendado en trébol rojo, ya que presenta mayor selectividad que 2,4-DB para esta especie (Frene, s.f.).

La muerte de las plantas sensibles ocurre lentamente, 3-5 semanas después. La absorción ocurre fácilmente por las hojas. Es considerado uno de los herbicidas fenoxis más móviles en los tejidos de las plantas, principalmente por vía simplástica, acumulándose en los puntos de crecimiento (Senseman, citado por Socorro, 2011).

Se aplica solo y en mezclas de herbicidas disponibles comercialmente para pasturas, pero pueden carecer de selectividad para muchas leguminosas forrajeras (Conrad y Stritzke, Evers et al., citados por Flessner et al., 2013).

Persiste en suelo cálido y húmedo durante un mes aproximadamente y hasta seis meses en situaciones secas (Caracterización de..., s.f.).

2.4.1.4. Clopyralid (Acido 2-piridincarboxilico 3,6-dicloro)

Pertenece al subgrupo de los Picolínicos (Kogan y Pérez, 2003). Es un herbicida selectivo sistémico, que se aplica en post-emergencia en cereales de invierno, maíz, sorgo, praderas artificiales de gramíneas (Dow AgroSciences, s.f.).

Lontrel (Clopyralid 36 %) a dosis de 120 cc/ha muestra buena selectividad sobre *Lotus tenuis* y *Lotus corniculatus* y es una excelente alternativa cuando el problema son malezas de la familia compuestas como cardos, abrepuños, rama negra, senecio, cerraja, peludilla, etc. como así también llantén (*Plantago spp.*) y apio cimarrón (*Ammi biznaga*) (Frene, s.f.).

Este compuesto (Lontrel) presenta un alto sinergismo con dosis bajas de 2,4-DB (0,3 lt/ha) y MCPA (0,8 lt/ha) y es compatible en mezclas de tanque con Preside (250 cc/ha), brindando una buena selectividad y un muy amplio espectro de control en pasturas de lotus spp. puras o consociadas con gramíneas.

Se debe tener la precaución con otras leguminosas en el uso de Lontrel, ya que por ejemplo en trébol blanco, si bien el mismo muestra recuperación, le provoca un retraso en el crecimiento por unos 60-70 días.

El herbicida es absorbido por las malezas por vía foliar y radicular y se transloca hacia los meristemas que es donde ejerce su acción (Dow AgroSciences, s.f.).

2.4.1.5. Picloram (Acido 4-amino-3,5,6-tricloro-2-piridincarboxilico)

Pertenece a la familia de ácido picolínico (Kogan y Pérez, 2003), herbicida post-emergente sistémico (Nufarm, s.f.).

La dosis Tordon®24K recomendada en trigo, avena, cebada, centeno, alpiste, y praderas de es de 80-120 cc/ha + 2,4D (240-320 cc/ha) o MCPA (1000-1500 cc/ha) (Dow AgroSciences, s.f.).

Es un herbicida sistémico, de acción hormonal, selectivo para cereales, caña de azúcar, lino y praderas de gramíneas, que controla malezas de hoja ancha, anuales y perennes.

Se absorbe por vía foliar y partes verdes jóvenes de la planta. El mejor momento para su aplicación es cuando las malezas se encuentran en activo crecimiento con buena humedad en el suelo y evapo-transpirando activamente (Nufarm, s.f.).

Keys y Friesen (1968), encontraron que la mayor actividad del herbicida en suelo estuvo concentrada en los 6 cm superficiales, variando según el movimiento del agua y el contenido de materia orgánica del suelo en cuestión. Los suelos más orgánicos presentaron la tendencia de movimientos de herbicidas en menores profundidades.

La principal diferencia de este herbicida con los restantes del grupo es su alta persistencia, siendo de especial cuidado la siembra de cultivos sensibles posterior a la aplicación. En los suelos es degradado lentamente por acción de los microorganismos aerobios o de la luz solar en las capas superficiales. La velocidad de su degradación biológica depende de la cantidad y frecuencia con la que es aplicado. En los cuerpos de agua es eliminado por fotólisis. La volatilización, hidrólisis, bio-acumulación y adsorción a sedimentos no son destinos ambientales importantes para este compuesto (Datos de..., s.f.). En el trabajo de Altom y Stritzke (1973), determinaron una vida media para este herbicida de 100 días.

2.4.1.6. Fluroxipir (4-amino-3,5-dicloro-6-fluoro-2-piridiloxiacético)

Fluroxipir clasificado químicamente como un ácido picolínico (Kogan y Pérez, 2003). Aplicado antes de la siembra no presenta ninguna restricción para ningún cultivo (Dow AgroSciences, s.f.).

Es un herbicida sistémico, recomendado para el control de malezas de hoja ancha en barbecho químico, cultivos de avena, centeno, trigo y cebada desde tres hojas hasta hoja bandera visible; en dosis que van desde 0,27 lt/ha a 0,36 lt/ha (Dow AgroSciences, s.f.).

Se absorbe tanto por hoja como raíz. Los síntomas que presenta son típicos de los herbicidas hormonales (Ríos, 2006).

Es muy activo para el control de perennes, en especial *Convolvulus arvensis* y *Rumex spp* (Leguizamón y Puricelli, 2005).

La vida media residual es de 40 días y no hay acumulación de residuos.

Starane* Xtra posee una alta efectividad en el control de trébol blanco, rama negra, soja guacha RG, lotus, malva blanca, bejucos, yuyo sapo, lagunilla, lengua de vaca, enredadera perenne y senecios (Dow AgroSciences, s.f.).

2.4.1.7. Amino piralid (4-amino-3,6-dicloro-2-piridincarboxílico)

Pertenece a la familia de Ácido piridincarboxílico (Dow AgroSciences, s.f.).

Puede ser aplicado como herbicida post-emergente. Se utiliza para el control de malezas latifoliadas anuales y perennes (incluyendo arbustivas semi-leñosas) en pasturas de gramíneas puras, cereales (trigo, cebada, sorgo, etc.) y áreas naturales.

Dow AgroSciences (s.f.) recomienda utilizar 40 a 60 cc/ha de lexus en mezcla con 0,8 – 1,0 lts/ha de 2,4 D amina en pasturas de gramíneas perennes puras.

Herbicida sistémico, absorbido por hojas y raíces y movilizado a través de xilema y floema. El compuesto translocado a través de la planta es acumulado en los tejidos meristémicas, donde provoca un desequilibrio en la división celular y el crecimiento.

Ofrece un alto nivel de selectividad sobre gramíneas templadas y tropicales, como así también en cereales de grano fino.

Resultados de ensayos a campo arrojan un promedio de vida media del producto de 34,5 días en América del Norte y 25 días en Europa.

2.4.2. Grupo B (Inhibidores de la síntesis de acetolactato sintasa)

Incluyen a las familias de Sulfonilureas, Imidazolinonas, Pirimidiniltiobenzoatos y Triazolpirimidinas (Kogan y Pérez, 2003).

Las Sulfonilureas e Imidazolinonas se caracterizan, en general, por presentar un amplio espectro de control y de ser utilizadas a bajas dosis en tratamientos de preemergencia y post-emergencia en cultivos de cereales (trigo, arroz, maíz) y algunos cultivos de la subclase dicotiledónea (soja, alfalfa) (Kogan y Pérez, 2003).

Su mecanismo de acción es a través de la inhibición de la síntesis de aminoácidos, específicamente de la acetolactato sintasa (ALS), ésta enzima se codifica en el núcleo pero se encuentra ubicada en los cloroplastos de las plantas y sintetiza los aminoácidos valina, leucina e isoleucina.

La absorción es vía foliar y radicular y se movilizan vía simplasto y apoplasto, acumulándose en meristemas (Kogan y Pérez, 2003). La translocación es por floema y xilema (Mecanismo de..., s.f.).

La selectividad puede darse por des-toxificación metabólica del herbicida a compuestos no tóxicos.

Los síntomas para este grupo de herbicidas no son evidentes hasta una o dos semanas post aplicación, aunque las plantas sensibles detienen su crecimiento a las pocas horas de aplicado. Las plantas afectadas se caracterizan por presentar crecimiento atrofiado, en las regiones meristémicas se produce clorosis intervenal y necrosis de hojas. También se puede ver coloraciones rojizas-púrpuras en las venas de las hojas y luego abscisión. En casos más severos los puntos de crecimientos se necrosan en su totalidad (Kogan y Pérez, 2003).

La persistencia en suelo es muy variable, dependiendo del principio activo y acidez del suelo.

Principios activos que integran el grupo B:

2.4.2.1. Clorsulfurón (1-(2-chlorophenylsulfonyl)-3-(4-methoxy-6-methyl-1,3,5-triazin-2-yl-urea)

Pertenece a la familia de las Sulfonilureas (Kogan y Pérez, 2003). Presenta actividad en pre y post emergencia aunque los mayores niveles de dosis son requeridas para tratamientos pre-emergentes. Tiene mayor efectividad como post emergente cuando es aplicado entre dos hojas y encañazón de cereales (Donald, 1986).

Integra una nueva clase estructural que controlan muchas malezas a dosis excepcionalmente bajas (9,75 a 32 gr/ha) de principio activo.

Es un herbicida sistémico residual, que se absorbe por vía foliar y radicular, recomendado para el control de malezas de hoja ancha. Es selectivo para gramíneas (Dupont, 2006).

De acuerdo a los resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras periodo 2013 la aplicación de 15 g/ha de clorsulfurón a los 51 dpa, afectó las plántulas de algunos cultivares de *Festuca arundinaceae* (INIA, 2014).

Presenta una vida media dependiente de las condiciones ambientales, siendo aproximadamente de 40 días (Bidegain y Sawchik, s.f.).

Los factores que estarían involucrados en la persistencia de residuos fitotóxicos en el caso del clorsulfurón son, altos niveles de pH, bajas temperaturas de suelo, bajo nivel hídrico, bajo contenido de materia orgánica en suelo (Friesen y Wall, 1991). Coincidentemente con ello Driver et al. (1993), señalan que el control esperado es mayor en suelos de pH altos, ya que en condiciones ácidas la tasa de degradación es mayor.

2.4.2.2. Flumetsulam (2',6'-difluoro-5-methyl[1,2,4]triazolo[1,5-a]pyrimidine-2-sulfonilide)

Pertenece a la familia de las Triazolpirimidinas (Kogan y Pérez, 2003).

Frene (s.f.) destaca que es el único herbicida que puede ser utilizado como herramienta de control en pre-siembra y preemergencia con buena residualidad y selectividad sobre las pasturas consociadas.

Presenta alta actividad herbicida sobre caapiquí, calabacilla, manzanilla, flor morada, chinchilla, malva y crucíferas (nabo, nabón, mastuerzo, mostacilla, etc.).

Muestra buena selectividad en todas las leguminosas (alfalfa, tréboles rojo, blanco y persa, *Lotus tenuis*, *Lotus corniculatus* y melilotus). Permite ser usado en alfalfas en crecimiento activo. Frene (s.f.) recomienda dosis de preside de 250 cc/ha + surfactante 0,15 %, v/v.

Ha constituido una herramienta valiosa para el control de malezas en pasturas, aún cuando su eficiencia es limitada, solo o en mezcla con otros herbicidas que amplían el espectro de control (Calister, s.f.).

Harris y Husband (s.f.) publicaron que la tolerancia en especies como soja se basa en su rápida metabolización y no en limitaciones en la absorción o en la translocación. Las especies tolerantes poseen mecanismos metabólicos de detoxificación eficientes y/o a mecanismos de exclusión de la acción del herbicida sobre la enzima.

El trébol blanco es la especie más sensible, donde puede observarse un retraso temporario de 50 a 60 días, pero sin que llegue a significar una merma en el stand de plantas ni en su producción de forraje; se recomienda en los casos donde esta especie es la leguminosa principal, utilizar la mínima dosis para cada rango según tipo de suelo (Frene, s.f.).

Según Frene (s.f.) de acuerdo a la maleza y tipo de suelo presenta una residualidad de 60 a 90 días.

2.4.3. Grupo F (Inhibidores de la biosíntesis de carotenoides)

Existen varios grupos de herbicidas que actúan como inhibidores de biosíntesis de carotenoides como piridazinonas, piridinacarboxamidas, isoxazolidinonas y otros herbicidas como pirrolidonas, triazole y tricketonas (Kogan y Pérez, 2003).

Esta clase de herbicidas son usados para el control pre y post-emergencia de hojas anchas y gramíneas anuales (Universidad de Valladolid, s.f.). Los inhibidores de pigmentos se absorben por las raíces y se transportan por el xilema hacia la parte aérea.

Actúan a nivel de las enzimas desaturadas, lo que impide la síntesis de carotenoides, en ausencia de los mismos las clorofilas son mucho más susceptible a ser destruidas en presencia de luz solar. Las plantas tratadas con estos herbicidas se vuelven altamente sensibles a los daños fotodinámicos (Plant and Soil Sciences eLibrary, s.f.).

El modo de acción de estos herbicidas incluye el albinismo en las plantas susceptibles, que en algunos casos desarrollan un color rosa a violeta y la necrosis de hojas y tallos (Universidad de Valladolid, s.f.).

La tolerancia a este grupo de herbicidas se basa en su metabolismo a compuestos no tóxicos (Baumann et al., citados por Rosales y Sánchez, 2006).

Los inhibidores de la síntesis de pigmentos tienen alta residualidad en el suelo y pueden causar daños a cultivos sembrados en rotación

2.4.3.1. Diflufenican (2',4'-difluoro-2-(a,a,a-trifluoro-m-tolyloxy)nicotinánilide)

Pertenece a la familia de las Piridinacarboxamidas (Kogan y Pérez, 2003).

Herbicida de contacto que se absorbe en preemergencia por el hipocótilo en las malas hierbas, cuando atraviesan la capa del suelo tratada, y en post emergencia por los tejidos y brotes más jóvenes (Sapac Agro s.f., López de Medina y Miro 1995).

Permite mejorar los niveles de control en viola (80%), abrepuño (70%) y ortiga mansa (80%); debiéndose realizar las aplicaciones en estado pequeño de las malezas (2 a 4 hojas), con dosis de 80-100 cc/ha + surf 0,15 % v/v (Frene, s.f.).

Presenta una selectividad fisiológica frente a especies tolerantes, que metabolizan el producto en compuestos no tóxicos (López de Medina y Miro, 1995). Aunque debido a su modo de acción es frecuente observar con este producto una coloración blanca en las hojas de las leguminosas de la pastura, la misma es más intensa y de recuperación más lenta cuando la aplicación se realiza bajo condiciones de sequía y/o bajas temperaturas (Frene s.f., Sapac Agro s.f.).

Su fuerte adsorción por los coloides del suelo y su baja solubilidad, hacen que producto no sea lixiviado y que permanezca en los 2-3cm de la capa superior del suelo. Estas características intrínsecas del producto, junto con condiciones de humedad (lluvia, riego), baja luminosidad y temperaturas moderadas, dotan al producto de una persistencia de 4-6 meses en aplicaciones de otoño. Para aplicaciones de verano, la persistencia es de 2-2,5 meses (López de Medina y Miro, 1995).

La descomposición de Diflufenican en metabolitos inactivos se produce por hidrólisis química y actividad microbiana. La luminosidad y las altas temperaturas aceleran la degradación, y si no hay humedad se pierde la actividad del producto.

2.5. SELECTIVIDAD

En malherbología se usa el término selectivo para aquellos herbicidas o tratamientos herbicidas que seleccionan de alguna forma las especies vegetales sobre las que ejerce su acción (García y Fernández-Quintanilla, 1991).

Diversas características de las especies vegetales como el estado de desarrollo, la anatomía, morfología, fisiología, factores hereditarios, mecanismos biofísicos y bioquímicos influyen en la selectividad. A la vez variantes en las características de los tratamientos herbicidas como concentración y formulación del herbicida intervienen en la selectividad. De la misma manera afectan factores edáficos y climatológicos como lluvias y contenido de materia orgánica del suelo entre otros.

A continuación se presentan alguna información resumida de las especies de las pasturas estudiadas y la principal maleza presente en los ensayos, *Bowlesia incana*.

2.6. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES EVALUADAS

2.6.1. *Festuca arundinacea*

Esta gramínea presenta un hábito de vida perenne, con un ciclo de producción invernal y con un hábito de crecimiento de cespitosa a rizomatosa (rizomas cortos). Puede adaptarse a un amplio rango de suelos, aunque prospera mejor en suelos medios a pesados, tolerando suelos ácidos y alcalinos (Carámbula, 2010). Crece bien en suelos húmedos, presenta moderadamente buena resistencia a la sequía y no es muy afectada por las heladas (García, 2003).

La festuca se establece con lentitud y por lo tanto es vulnerable a la competencia ejercida por otras especies (Langer, 1981) sobre todo especies anuales de rápido crecimiento (Cowan, citado de Carámbula, 2010).

Presenta buena precocidad otoñal, rápido rebrote de fines de invierno y floración temprana (setiembre-octubre). No se resiembra naturalmente por lo cual se debe cuidar la pastura desde el primer año para tratar de minimizar las pérdidas de plantas, promoviendo el desarrollo de un gran sistema radicular a fines de invierno para tolerar el verano (Carámbula, 2010).

Los cultivares de festuca se pueden agrupar en dos grandes tipos, siendo estos mediterráneos o continentales. Los primeros tienen muy buen potencial de crecimiento invernal pero reposan en verano (latencia estival), son de hojas finas y de hábito erecto. Los segundos tienen capacidad de crecer en todas las estaciones del año, son en general de hojas anchas y hábito de crecimiento intermedio, con rendimientos de forraje un 20 %

superior. El cultivar Estanzuela Tacuabé y INIA Fortuna pertenecen a este segundo grupo (Ayala et al., 2010).

Los trabajos realizados sobre el cultivar Estanzuela Tacuabé permiten definirla como de elevados rendimientos anuales de materia seca, alto potencial de producción de forraje durante el período otoño - invernal, excelente persistencia productiva, defloración temprana y que permite mantener un balance adecuado de la relación festuca - trébol blanco (Formoso, 2010).

Catalogada como un cultivar tardío INIA Fortuna florece 18 días después que Estanzuela Tacuabé. Es de hábito intermedio con buen macollaje, produce forraje todo el año y sus rendimientos anuales son similares a los de Estanzuela Tacuabé. Presenta en promedio dos unidades más de digestibilidad de materia orgánica, menos fibra digestible neutra y más proteína cruda (Wrightsonpas, 2010).

2.6.2. *Dactylis glomerata*

Es una gramínea C3, invernal, perenne, cespitosa, con macollos achatados intravaginales, con lígula blanca, sin aurículas, con hojas y vainas glabras, y lámina navicular (García, 1995).

Se adapta a un amplio rango de suelos, desde arenosos a pesados aunque su mejor desempeño se obtiene en suelos de texturas medias y permeables. Es poco tolerante a excesos hídricos por lo que no debe utilizarse en suelos húmedos mal drenados y tiene menores requerimientos de fertilidad que festuca, falaris y raigrás (Ayala et al., 2010). Se destaca por su resistencia a la sequía y crecimiento durante el verano (García 2003, Ayala et al. 2010, Silbermann y Labandera 2012), aunque según Carámbula (2010) posee un peor comportamiento que festuca ya que presenta un sistema radicular superficial, por lo que deberá promoverse su expansión antes y durante el verano, a través del mantenimiento de áreas foliares adecuadas.

Su crecimiento inicial es más vigoroso que el de festuca, produciendo un aumento rápido en el número de macollos, lo que propicia una buena implantación y generalmente un mayor rendimiento que festuca en el año de siembra (Bautés y Zarza, citados por Carámbula, 2010).

Es la gramínea perenne que mejor compete con la gramilla (García 2003, Carámbula 2010, Perrachón 2010). No se resiembra o lo hace de manera pobre (Carámbula 2010, Perrachón 2010), en cambio García (2003), Labandera (2012) consideran que *Dactylis* tiene una buena capacidad de resiembra.

Tiene como característica diferencial su hábito de crecimiento más erecto, que hace que tenga mejor comportamiento en mezclas con otras especies de tipo erecto, por ejemplo con alfalfa o trébol rojo. En esas situaciones resulta una opción más interesante desde el punto de vista del manejo del pastoreo, por su buen aporte de fibra, reducción del meteorismo y la mejora del piso (Zanoniani, citado por Pullares, 2012).

Por otra parte Silbermann (2012) afirmó que *Dactylis* es mucho más sensible a la baja temperatura, tanto para producir como para germinar, por lo que a medida que se retrasa la fecha se ve más perjudicada que la festuca.

El cultivar Aurus es de ciclo tardío, similar a INIA LE Oberón, pero más macollador y más postrado. Es de hábito intermedio y presentó mayores rendimientos que Oberón y Porto a partir del segundo año principalmente en las estaciones de verano y otoño (Ayala et al., 2010). Zanoniani (2012) expresa que mantiene su calidad hasta más avanzada la primavera.

2.6.3. *Trifolium repens*

Es una leguminosa perenne estolonífera de ciclo invernal, aunque su mayor producción se da en primavera. Sufre enormemente la falta de agua y muchas plantas pueden morir en el verano, por lo que puede comportarse como anual, bianual o de vida corta (Carámbula, 2010).

Esta especie es glabra, de hábito postrado con muchos tallos extendiéndose por la superficie del suelo y produciendo raíces adventicias en cada nudo. El sistema radicular primario se pierde una vez que la planta se establece (Langer, 1981).

Es una especie de alto valor nutritivo y muy bien adaptada al pastoreo (Millot et al. 1987, Arana y Piñeiro 1999). Esto se debe principalmente a su hábito de crecimiento postrado, la alta capacidad de rebrote de los ápices de los estolones y su capacidad de elongar el pecíolo para ubicar sus hojas en la porción superior de la pastura (Arana y Piñeiro, 1999).

No tolera suelos superficiales, pobres, muy ácidos o arenosos, adaptándose mejor a suelos medianos a pesados, fértiles y húmedos donde produce buenos rendimientos si no tiene deficiencias de fósforo. En caso de suelos arenosos es necesario aumentar la fertilidad antes de implantar la especie (Carámbula, 2010).

Una pastura de trébol blanco utiliza diferentes estrategias para permanecer en el tiempo y colonizar espacios, puede persistir como planta anual a través de la resiembra o como perenne a través de la producción continuada de estolones, la importancia relativa de ambos mecanismos varía en función del clima (García, 1996).

El desarrollo inicial de una plántula de trébol blanco creciendo en una pastura ya establecida, con competencia de otras especies y muchas veces con suelo compactado, es generalmente lento y de no mediar condiciones favorables, la resiembra no es exitosa.

Es sabido que la luz es requisito de vital importancia para leguminosas como el trébol blanco (Langer, 1981). Reduciendo la luz del día a un 60 %, el trébol blanco asociado con gramíneas era eliminado en gran parte (Blackman, citado por Langer, 1981).

No se siembra puro a excepción de que sea destinado a producir semillas. Cuando va a ser pastoreado requiere ser acompañado por una gramínea, ya que de lo contrario el forraje que produzca será desbalanceado y potencialmente riesgoso de que se registren casos de meteorismo (Carámbula, 2010).

A los cultivares de trébol blanco se los agrupan o clasifican en tipos asociados a determinadas características. El tamaño de la hoja ha sido el principal carácter de diferenciación y normalmente se reconocen tres grandes grupos según sean de hoja grande, intermedia o pequeña (García, 1996).

Estanzuela Zapicán es la variedad de trébol blanco más utilizada en el Uruguay (Arana y Piñeiro, 1999). Tiene probada adaptación a la región donde se cultiva desde los años 60', se caracteriza como de hoja grande, erecto, con floración temprana y abundante. Sus cualidades más destacadas son su rápido establecimiento y excelente producción invernal. Tiene abundante semillazón que asegura un banco de semillas adecuado para los años de buena resiembra (Ayala et al., 2010).

2.6.4. *Lotus corniculatus*

Es una leguminosa perenne estival, que presenta un crecimiento erecto a partir de corona. Posee un sistema radicular vigoroso de profundidad intermedia, compuesto por una raíz pivotante y raíces laterales que le confiere resistencia a las deficiencias hídricas (Ducamp y Zanoniani, 2004).

Se trata de una especie adaptada a variadas condiciones de suelo con buenas producciones de forraje (Formoso y Allegri, citados por Formoso, 2004). Se ha observado que crece bien donde el pH del suelo varía entre 6,4 y 6,6 (Hughes et al., citados por Smetham, 1981). Es poco apto para suelos superficiales ya que no le permite un buen desarrollo radicular (Zanoniani y Ducamp, 2004). También se adapta a un cierto grado de salinidad (Peterson et al., citados por Smetham, 1981). Su adaptación a suelos hidromórficos es ambigua, siendo buena para algunos autores (García, citado por Zanoniani y Ducamp, 2004) o mala si se dan las condiciones de pobre drenaje (Peterson

et al., citados por Smethan, 1981). En estos tipos de suelos además es esperable que se dé una mayor probabilidad de ocurrencia de enfermedades de raíz y corona que disminuyen la persistencia de las plantas (Zanoniani y Ducamp, 2004).

No presenta reposo invernal pero su producción es muy dependiente de las condiciones ambientales (Zanoniani y Ducamp, 2004). Cuando las temperaturas invernales son bajo cero durante la mayor parte del tiempo, la planta se agota hasta la corona (Peterson et al., citados por Smethan, 1981). Tiene un buen potencial de producción primavera – estivo – otoñal con posibilidades de producción a fines de invierno en cultivares tempranos (Carámbula, 2010).

Presenta como debilidad una baja resiembra natural, lo que afecta su persistencia. Por otro lado Formoso (1993) denuncia que en esquemas intensivos, frecuentemente se verifica que cuanto mayor es el número de años que se utilizó Lotus o trébol rojo en una misma chacra, más graves son los problemas de pérdidas de plantas en el nuevo cultivo de lotus que se implanta. En estas condiciones la promoción de una abundante semillazón con el objetivo de resiembra generalmente fracasa, perdiéndose la pastura antes de completar su tercer año. En contraposición en suelos con nula o muy baja historia previa de estas leguminosas, el cultivo de lotus persiste productivamente por más años, operando de forma satisfactoria la resiembra natural.

Formoso (1993), Carámbula (2010) coinciden en que es una especie muy recomendable para la utilización en mezclas forrajeras. Formoso (1993) destaca sus aptitudes como resistencia a la sequía, alto valor nutritivo y persistencia.

Existen dos grandes grupos para clasificar los cultivares de esta especie: tipo europeo y tipo empire. En nuestro país los cultivares utilizados corresponden al primero, los cuales poseen crecimiento en invierno cuando no se presentan fríos extremos. También son definidos como sin latencia o dormancia invernal (Ayala et al., 2010).

El cultivar San Gabriel es de tipo europeo, ha demostrado una excelente capacidad para producir en suelos marginales respecto a otras especies y cultivares. Se mantiene activo durante el inicio del invierno, lo que resulta en un periodo de aprovechamiento más prolongado. Florece temprano, desde noviembre, y tiene un largo periodo de floración. Con excelente adaptación al pastoreo y comprobada versatilidad (Ayala et al., 2010).

2.6.5. *Bowlesia incana*

Conocida vulgarmente como erva-salsa (Gotfried y Groth, 2000) o perejilillo, UdelaR (Uruguay). FA (s.f.).

Planta nativa de America del Sur, presente en Argentina, Chile, Paraguay, Uruguay y Brasil meridional (Gotfried y Groth, 2000).

Caracterizada como una umbelífera, se distingue por tener frutos singloquidios o tubérculos y presentar pelos estrellados sobre los tallos, hojas y frutos.

Planta anual que se desarrolla durante el invierno, florece en el fin de invierno y en la primavera, y presenta reproducción por semillas.

Como características morfológicas principales presenta una raíz principal pivotante; tallo cilíndrico con 1-2 mm de espesor, muy ramificado, con entrenudos de 4-12 cm, tierno, de coloración verde.

Las hojas son más anchas que largas, de 0,5-4 cm de longitud, lámina reniforme-orbicular, margen lobado, lobos agudos, largamente pecioladas, estípulas con lacinias lanceolado-trianguulares, 3-4 mm de longitud, hialinas. Inflorescencias ubicadas en las axilas de las hojas, umbelas simples, 1 a 5-flores, pequeñas, sépalos blancos muy pequeños, cinco pétalos morados, ovado orbiculares, menores de 1 mm de longitud. Fruto con mericarpos de cara dorsal algo cóncava, UdelaR (Uruguay). FA (s.f.).

Los carpidios (unidades de dispersión) que caen cuando maduran, generalmente quedan en la base de la planta madre, sobre los tallos y las hojas, el agua y viento determinan su desimanación (Gotfried y Groth, 2000).

Se la considera sólo de importancia económica negativa infestando jardines y huertas como también cereales de invierno predominando donde el cultivo está más ralo. La mayor competencia se da en los estadios iniciales del cultivo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS

El presente trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental “Dr. Mario A Cassinoni” de la Facultad de Agronomía ubicada en la ruta No.3 km 363, durante el período de julio a diciembre del año 2013. Los suelos del área corresponden a la Unidad San Manuel, Formación Fray Bentos predominantemente Brunosoles Eútricos Típicos y Solonetz Melánicos según la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay 1:1000000 (Altamirano et al., 1976).

Se instalaron tres experimentos independientes el día 17 de julio de 2013. El primero ubicado sobre el potrero 22, tuvo por objetivo evaluar la selectividad de distintos tratamientos herbicidas en *Festuca arundinacea* de primer año y el control en la maleza *Bowlesia incana* que fue la especie dominante, prácticamente “exclusiva”. El segundo situado sobre el potrero 7B presentó como objetivo evaluar la selectividad de distintos tratamientos herbicidas en una pradera mono específica de segundo año de *Dactylis glomerata*. El tercero realizado sobre el potrero 21 tuvo por objetivo evaluar la selectividad de distintos tratamientos herbicidas en una pradera de segundo año mezcla, de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*.

3.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS EXPERIMENTOS

3.2.1. Tratamientos químicos

Los tratamientos se iniciaron con la aplicación de los herbicidas, donde se utilizó una pulverizadora manual de 20 litros con un ancho operativo de 2 metros, con un caldo de 5 litros (mínimo volumen requerido para el buen funcionamiento del equipo) y una altura aproximada de 40 cm utilizando en caso de ser necesario un dispositivo anti deriva.

Cuadro No. 1. Tratamientos utilizados en experimentos uno y dos.

Tratamiento	Principio activo	Dosis
T1	Clopyralid + MCPA	1l/ha
T2	Clopyralid + 2,4D	1,5l/ha
T3	Fluroxipir + MCPA	1l/ha
T4	Diflufenican + 2,4D	0,1l/ha + 1 l/ha
T5	Aminopyralid + 2,4D	0,06 l/ha + 1l/ha
T6	Clorsulfuron + 2,4D	12g/ha + 1l/ha
T7	Picloram + 2,4D	0,12l/ha + 1l/ha
T8	Flumetsulam + 2,4 DB	0,350 l/ha + 1l/ha
T9	Testigo	

Cuadro No. 2. Tratamientos utilizados en experimento tres

Tratamiento	Principio activo	Dosis
T1	Flumetsulam	0,400 l/ha
T2	Flumetsulam + 2,4DB	0,400 l/ha + 1l/ha
T3	Clorsulfurom	15 g/ha
T4	Clorsulfurom + 2,4DB	12 g/ha + 1l/ha
T5	Testigo	

3.2.2. Metodología de instalación

Los experimentos uno y dos estaban formados por 3 bloques, con 9 tratamientos cada uno; cada parcela de 15 metros de largo por 2 metros de ancho, el área experimental corresponde 810 m² por experimento. El tercer experimento estaba formado por 3 bloques con 5 tratamientos cada uno, con una superficie por parcela de 15 metros por 2 metros, ocupando un área experimental de 450 m².

cortes de 0,5 metros lineales por parcela y se llevaron posteriormente a estufa de 105 °c por 48 horas.

El control de malezas se estudió de manera subjetiva utilizando la misma escala que para selectividad.

3.2.3.1. Momentos de las determinaciones

Cuadro No. 3. Fechas de las determinaciones del experimento 1.

No. determinación	Evaluación inicial	Selectividad		Control Malezas
		Obs. Visual	Corte MS	Obs. Visual
1	17/07/2013			
2		7 Dpa		7 Dpa
3		12 Dpa	12 Dpa	12 Dpa
4		26 Dpa		26 Dpa
5		47 Dpa		47 Dpa

Cuadro No. 4. Fechas de las determinaciones de los experimento 2 y 3.

No. determinación	Evaluación inicial	Selectividad	
		Obs. Visual	Corte MS
1	17/07/2013		
2		12 Dpa	12 Dpa
3		26 Dpa	
4		47 Dpa	
5		69 Dpa	

3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.3.1. Diseño experimental y modelo estadístico

El diseño experimental propuesto para todos los experimentos fue un diseño en bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones.

Modelo estadístico: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$

Siendo: Y_{ij} - es el valor del i -ésimo tratamiento, en el j -ésimo bloque.

$i = 1; 2; 3 \dots 9$ tratamientos

$j = 1; 2; 3$ bloques

μ - media poblacional

T - efecto tratamiento ($T_1; T_2; T_3; \dots; T_9$)

β - efecto bloque ($\beta_1; \beta_2; \beta_3$)

ε_{ij} - error experimental dentro U.E.

3.3.2. Análisis estadísticos

Mediante el programa informático INFOSTAT, se realizó el procesamiento estadístico de los datos, donde se utilizó el análisis de varianza (ANAVA) y cuando se observó un efecto significativo, las medias fueron analizadas a través de análisis de comparación múltiple (Tukey) al 5%. Cuando se trató de variables evaluadas subjetivamente con escala, las medias originales se transformaron logarítmicamente antes del análisis de varianza.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones térmicas e hídricas durante el período experimental fueron similares al promedio histórico. Las mismas no resultaron pre disponentes a causar un stress severo, por lo tanto desde este punto de vista no habría limitantes para el crecimiento vegetal.

Sin embargo cabe destacar que en los días siguientes a la aplicación hubieron días de muy baja temperatura lo cual podría pensarse pudo afectar la dinámica del herbicida en planta así como la selectividad. Tal como cita la bibliografía las condiciones para el crecimiento vegetal en torno a la aplicación, en los periodos inmediatos pre y post aplicación, pueden afectar las tasas de detoxificación incidiendo en la selectividad de los herbicidas y determinando así importantes variaciones en la expresión de daños. Se observaron buenas condiciones para el crecimiento vegetal durante el período (12,1°c). Esto fue particularmente así en los 17 días previos y 20 días posteriores a la aplicación.

Seguidamente se muestra la temperatura media y las precipitaciones, para el periodo anteriormente comentado, comparado a promedios históricos.

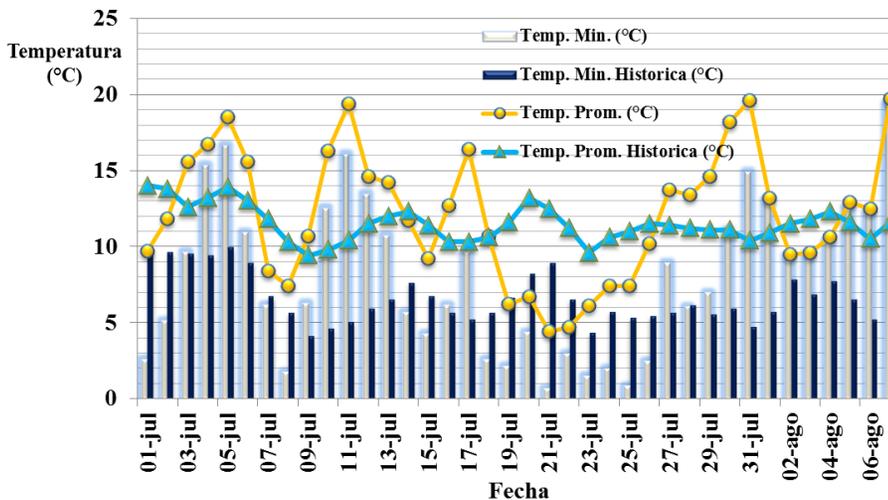


Figura No. 3. Temperatura mínima y temperatura promedio durante 17 días pre aplicación y 20 días post-aplicación, comparada con la temperatura histórica (2002-2012) en igual periodo.

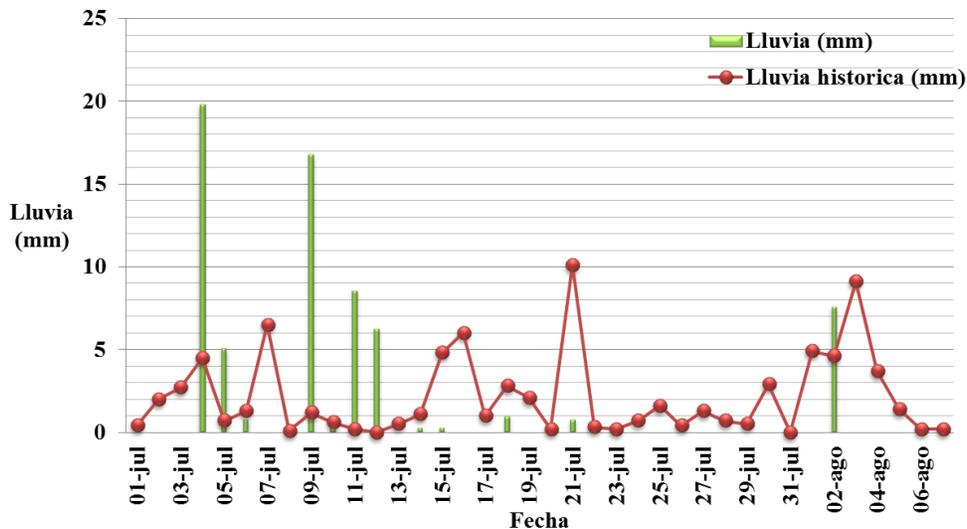


Figura No. 4. Precipitaciones durante 17 días pre-aplicación y 20 días post-aplicación, comparada con precipitaciones históricas (2002-2012) en igual periodo.

A continuación se presentan y discuten los resultados para cada experimento por separado.

4.1. EXPERIMENTO 1

En primer lugar se presentan resultados de la situación inicial, al momento de realizar los tratamientos, y a continuación se presentan y discuten los resultados de la evaluación a nivel de *Festuca arundinacea* y *Bowlesia incana* separadamente.

4.1.1. Situación inicial

El porcentaje de suelo descubierto, cubierto por pastura y maleza para cada bloque se detalla en el cuadro No. 5.

Cuadro No. 5. Porcentaje de suelo desnudo, cubierto por festuca y maleza 93 días post siembra

	% Suelo desnudo		% Festuca		% Maleza (<i>B. incana</i>)	
	Media	Desv. Est	Media	Desv. Est	Media	Desv. Est
Bloque 1	20,8	11,02	39,8	12,82	39,81	12,59
Bloque 2	22,59	16,77	39,07	17,37	38,7	22,97
Bloque 3	20	9,6	63,4	14,27	16,96	11,11

Como se observa en el cuadro anterior, los desvíos son bajos, es decir, dentro de cada bloque el porcentaje de maleza no varía demasiado entre tratamientos. Existe un bloque que está menos enmalezado y con una mayor cobertura de festuca respecto a los demás.

Considerando que se trata de una estimación en las etapas iniciales de la pastura el grado de infestación puede considerarse importante. Inclusive, en términos productivos y según comprobaran Caviglia et al., citados por Frene (s.f.) con coberturas entre un 5% y 35% pueden existir pérdidas de producción del orden del 70%.

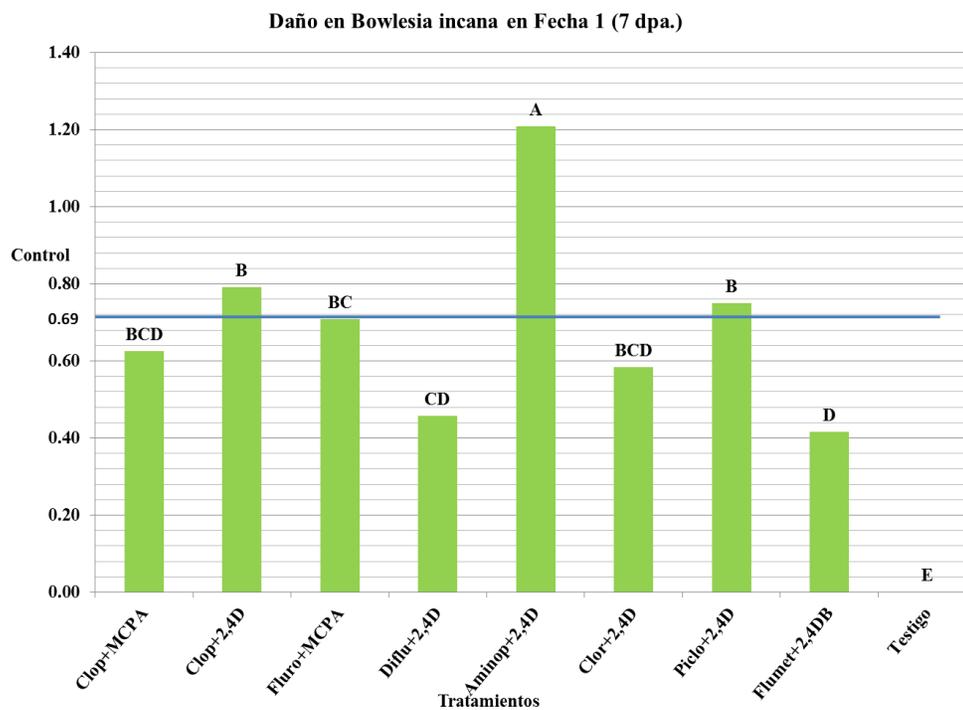
Según lo expresado por Montoya y Rodríguez (s.f.) el mejor momento para realizar el desmalezado debería ubicarse entre los 70 y 120 días post siembra, período coincidente con las aplicaciones de los tratamientos en la pastura del experimento.

4.1.2. Control en *Bowlesia incana*

El control en *Bowlesia incana* fue evaluado en cuatro oportunidades y en todas las fechas se encontró efecto significativo de los tratamientos. Tal como se comenta abajo.

4.1.2.1. Determinación 7 dpa (24/7/13)

El análisis de varianza detectó efectos significativos de los tratamientos en *Bowlesia incana*, existiendo diferencias entre el testigo y los tratamientos, al realizar la comparación de medias el análisis de tukey mostró las siguientes diferencias como se detalla en la figura a continuación.



Medias con igual letra no difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

Figura No. 5. Control en *Bowlesia incana* a los 7 dpa.

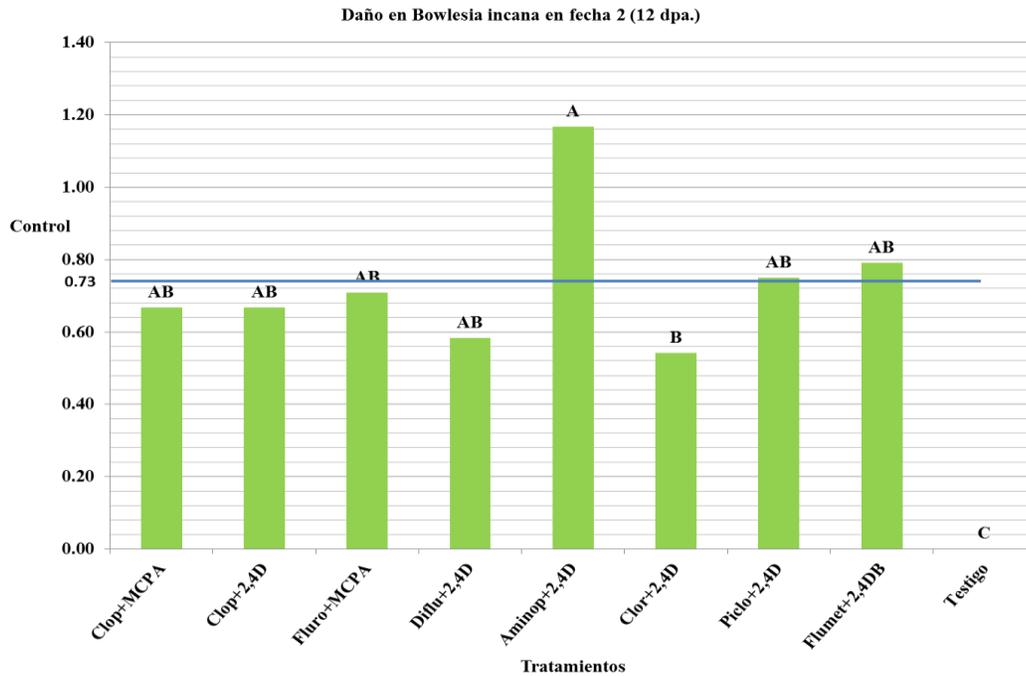
La variable en esta fecha demostró diferencias muy importantes entre tratamientos, donde se destaca el control efectuado por el tratamiento 5 (Aminopiralyd + 2,4D). El tratamiento 8 (Flumetsulam + 2,4-DB) registró un control de 40% por debajo de la media general y un 66% por debajo del mejor tratamiento. El control promedio para todos los tratamientos fue de 0,69 (escala de 0 a 4), explicado por el corto período entre la aplicación y la determinación.



Figura No. 6. Control de *Bowlesia incana* a los 7 dpa, testigo (izquierda), Flumetsulam + 2,4-DB (centro) y Aminopiralyd + 2,4D (derecha).

4.1.2.2. Determinación 12 dpa (29/7/13)

Al igual que en la determinación anterior, el análisis de varianza mostró diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo en el control de *Bowlesia incana*.



Medias con igual letra no difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

Figura No. 7. Control en *Bowlesia incana* a los 12 dpa

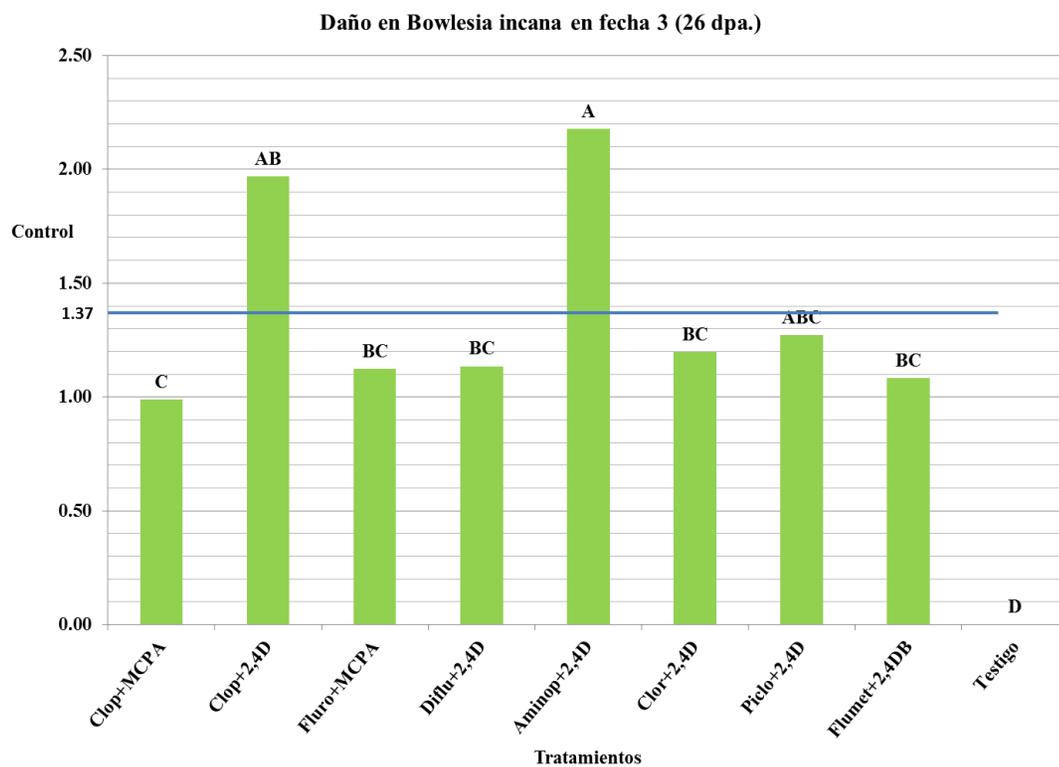
El mayor daño se observó en el tratamiento 5 (Aminopyralid + 2,4D), mientras que el menor daño (26% por debajo de la media general) lo constató el tratamiento 6 (Clorsulfurón + 2,4D) y los demás presentaron un comportamiento intermedio. Estas variaciones son esperables, de acuerdo a la bibliografía, los tratamientos de más rápida acción son los que se componen por herbicidas hormonales (Aminopyralid + 2,4D), a diferencia de esto para el tratamiento 6 compuesto por una sulfonilurea sería esperable la aparición del daño transcurridos 20 dpa.



Figura No. 8. Control de *Bowlesia incana* a los 12 dpa, testigo (izquierda), Clorsulfurón + 2,4D (centro) y Aminopiralyd + 2,4D (derecha).

4.1.2.3. Determinación 26 dpa (12/8/13)

Para esta determinación, el análisis de varianza volvió a mostrar diferencias estadísticas significativas entre el testigo y los demás tratamientos herbicidas.



Medias con igual letra no difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

Figura No. 9. Control en *Bowlesia incana* a los 26 dpa

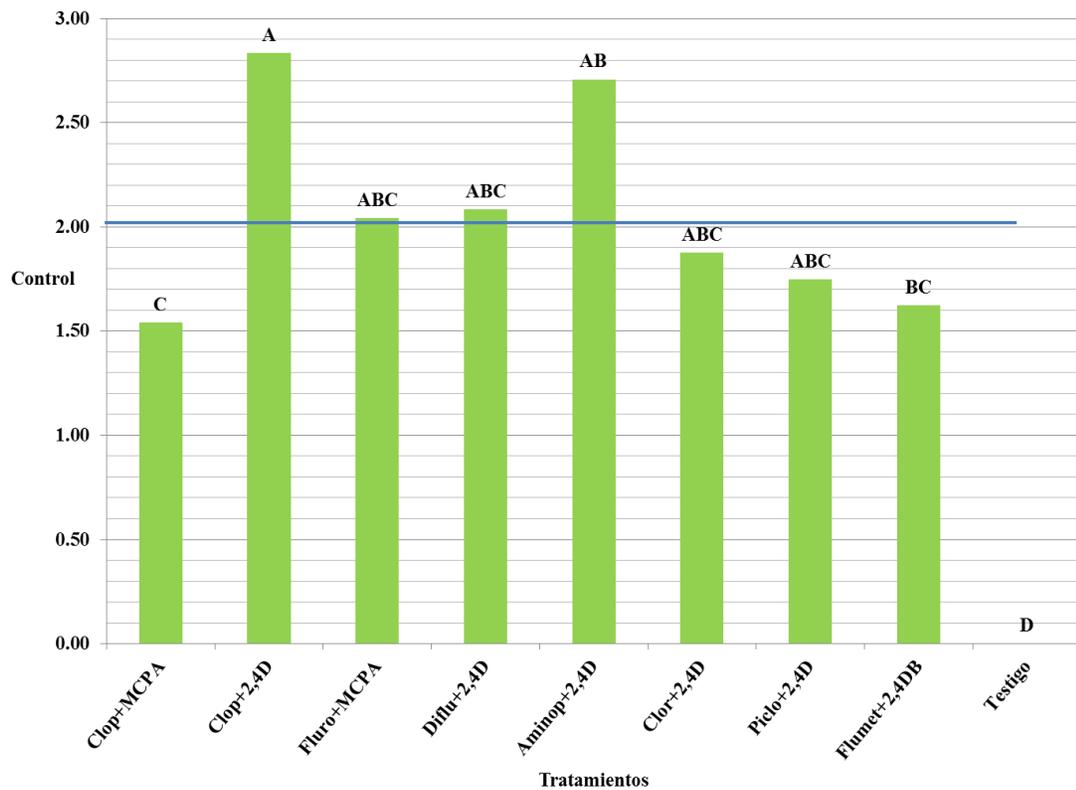
En la figura anterior se evidencia que los tratamientos 2 (Clopyralid + 2,4D) y 5 (Aminopyralid + 2,4D) son los que mejor se comportan en cuanto al control de la maleza (44% y 60% respectivamente por encima del daño promedio). Para esta fecha el tratamiento 1 (Clopyralid + MCPA) tuvo un control 28% inferior a la media general.



Figura No. 10. Control de *Bowlesia incana* a los 26 dpa, (de izquierda a derecha) testigo, Clopyralid + MCPA , Clopyralid + 2,4D y Aminopiralyd + 2,4D

4.1.2.4. Determinación 47 dpa (2/9/13)

Como se observa en la figura No 11, para esta fecha el análisis de la varianza detectó diferencias estadísticas entre todos los tratamientos respecto al testigo.



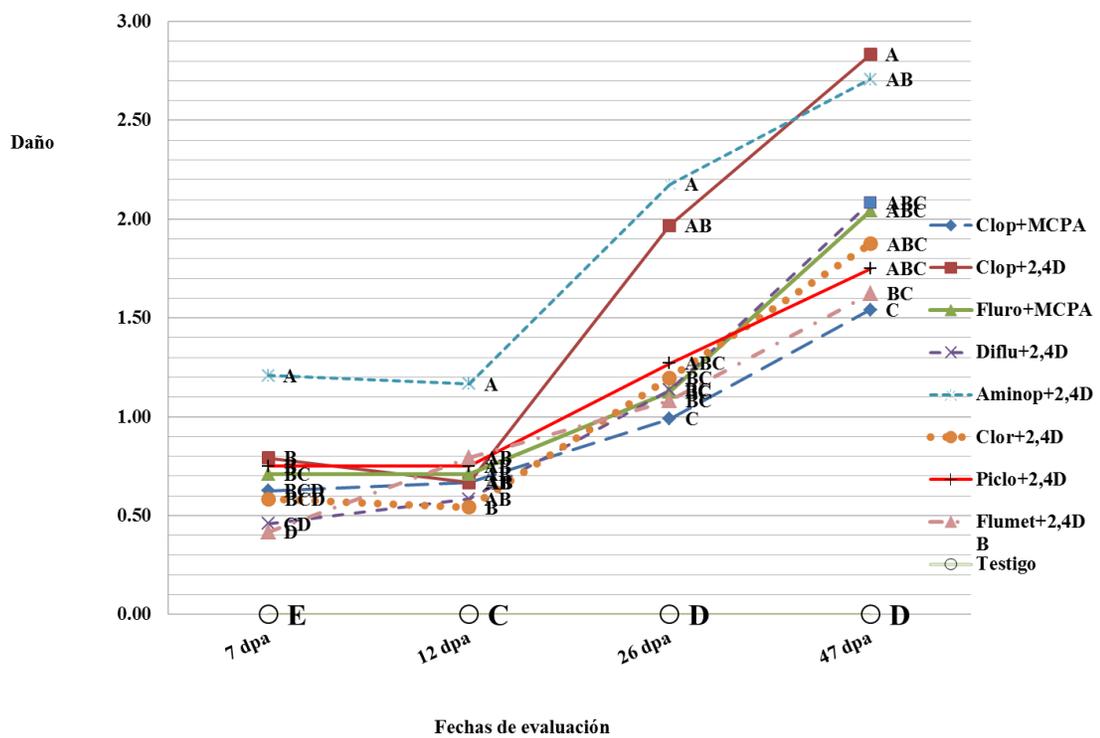
Medias con igual letra no difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

Figura No. 11. Control de *Bowlesia incana* a los 47 dpa

En la figura No. 11 se visualizan tres agrupaciones, los tratamientos 2 (Clopyralid + 2,4D) y 5 (Aminopyralid + 2,4D) causaron mayor daño sobre la maleza, mientras que los tratamientos 1 (Clopyralid + MCPA) y 8 (Flumetsulam + 2,4-DB) determinaron el menor efecto y el tercer grupo se comportó de manera intermedia constituyéndose por los tratamientos 3, 4, 6 y 7.

4.1.2.5. Evolución del control

En la figura a continuación se muestra lo que podría ser considerado un resumen de todas las determinaciones anteriores, que permite además discutir o analizar la evolución.



Medias con igual letra no difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

Figura No. 12. Evolución del control en *Bowlesia incana*.

De la figura anterior se desprende que para todos los tratamientos la evolución del control de *Bowlesia incana* a través del tiempo fue en aumento. El tratamiento 5 (Aminopirid + 2,4D) resultó ser el mejor durante el periodo de evaluación. A partir de la segunda determinación el tratamiento 2 (Clopyralid + 2,4D) presenta una tendencia similar al tratamiento 5 (Aminopirid + 2,4D), diferenciándose ambos del resto.

De acuerdo a la bibliografía, los principios activos pertenecientes al grupo "O" (hormonales) corresponden a los de mayor velocidad de acción dentro de los evaluados. Del total de las mezclas herbicidas, cinco están constituidas exclusivamente por reguladores del crecimiento y los tres restantes contienen un hormonal y un principio activo de otro grupo químico. Por lo tanto los primeros deberían determinar daño en la maleza en un menor periodo de tiempo si las condiciones son favorables. El tratamiento cinco es el único que cumple lo anterior.

Entre la fecha correspondiente a 7 y 12 dpa, el daño en la maleza muestra una tendencia constante para todos los tratamientos (excepto para flumetsulam + 2,4-DB), es decir, que el daño observado prácticamente no varió. Esto es esperable dado que la diferencia entre determinaciones fue de 5 días, por lo que desde el punto de vista biológico los cambios en crecimiento y desarrollo de las malezas son de poca relevancia. Como se menciona en la bibliografía citada la eficiencia de acción de los principios activos utilizados, es entre otras cosas muy dependiente del crecimiento vegetal y está condicionada por factores ambientales imperantes durante el experimento los cuales como se expresó anteriormente no fueron limitantes.

Entre la segunda y cuarta fecha, 12 y 47 dpa respectivamente, se ve una tendencia creciente de daño sobre *Bowlesia incana* para todos los tratamientos.

4.1.3. Selectividad de los tratamientos en festuca

El análisis de varianza no detectó efecto de tratamientos ni para la variable materia seca ni a nivel de las estimaciones visuales de daño en ningunas de las fechas de evaluación. De esta forma todos los tratamientos evaluados resultaron similares al testigo sin aplicación.

En el caso de las estimaciones visuales no lograron apreciarse diferencias de color, ni anomalías de crecimiento en las hojas, en ningún momento, tal como se constata en las imágenes que se agregan a continuación. Inclusive, en el tratamiento en

el que podía sospecharse algún efecto considerando la bibliografía (Clorsulfurón + 2,4D) la apariencia que se apreciaba en el tratamiento aplicado y en el testigo sin aplicación era la misma.



Figura No. 13. Selectividad a los 12 dpa en testigo (izquierda) y Clorsulfurón + 2,4D (derecha).

Como se comentara tampoco las determinaciones a nivel de materia seca denunciaron efecto de los tratamientos aplicados aunque considerando los promedios parece de interés realizar algunos comentarios.

Cuadro No. 6. Promedio y coeficiente de variación de la variable materia seca para los distintos tratamientos y el testigo a los 12 dpa.

Tratamiento	Producción (kg/ha)
Testigo	571
Clop+MCPA	462
Clop+2,4D	546
Fluro+MCPA	683
Diflu+2,4D	591
Aminop+2,4D	658
Clor+2,4D	691
Piclo+2,4D	676
Flumet+2,4D	567
Media	606
CV%	23,73

Como se observa en los promedios y además considerando que el coeficiente de variación es bajo parece esperable que el análisis de varianza no detectara diferencia. Por otra parte en esta determinación, realizada solo 12 días post aplicación, podría pensarse que en algunos de los tratamientos aún no se hubieran expresado efectos a nivel de materia seca.

La estimación de materia seca no puede ser considerada como una buena valoración del efecto de selectividad. En el presente experimento, habiendo existido una importante infestación de *Bowlesia incana*, los resultados a nivel de la fitomasa deberían ser una combinación de respuestas al beneficio de la eliminación de interferencia de la maleza, así como al posible perjuicio de efecto de fitotoxicidad por los herbicidas.

4.2. EXPERIMENTO 2

4.2.1. Situación inicial

En esta primera instancia se registró el porcentaje de suelo desnudo, cobertura de la pastura, de malezas y especies componentes, siendo 22%, 53% y 25% respectivamente. El enmalezamiento se compuso principalmente por *Stipa setigera* de alto grado de desarrollo. Las mismas se encontraban presentes en todas las parcelas del experimento y además de acuerdo a la bibliografía los tratamientos herbicidas evaluados no controlan dicha especie, por lo que no se realizó la evaluación del efecto de control de los tratamientos.

4.2.2. Selectividad de los tratamientos en Dactylis

La evaluación de la selectividad se realizó a partir de cuatro estimaciones visuales de daño y dos de estimaciones de MS. Realizada a partir de 12 dpa hasta 69 dpa.

En ningunas de las evaluaciones visuales se observaron síntomas de daño. En todos los casos el crecimiento y la apariencia en las parcelas tratadas fue similar al testigo. Habiéndose asignado cero en todos los casos no se procesaron estadísticamente estos resultados.

En relación a las estimaciones de materia seca, cabe que destacar que siendo *Stipa setigera* la especie predominante y presente de forma homogénea en todos los tratamientos los resultados debió mostrar alta relación con los efectos de selectividad.

El ANAVA no detectó efecto de tratamientos en la evaluación de materia seca estimada. La fitomasa en el testigo fue similar a la determinada en todos los tratamientos con herbicidas.

A nivel de promedios la variación de materia seca entre tratamientos fue mínima, para la primera fecha de evaluación (12 dpa).

4.3. EXPERIMENTO 3

4.3.1. Situación inicial

Se realizó una evaluación de la situación inicial de la pastura determinándose el porcentaje, de cobertura de la pastura, suelo descubierto y cubierto por malezas y especies componentes.

Los porcentajes de cobertura respectivos resultaron 80%, 14% y 6%. Dada la baja cobertura de malezas y considerando que las especies presentes (*Nierembergia hippomanica*, *Cyperus sp.*, *Dichondra microcalyx*, *Verónica pérsica*, *Gamochaeta spicata*, *Sida rhombifolia*) no se encontraban en todos los casos en todas las parcelas, no se procedió a la evaluación del efecto de control de distintos tratamientos en este experimento.

4.3.2. Selectividad de los tratamientos en festuca

Para ninguna de las fechas evaluadas el análisis de varianza denunció efecto de tratamientos ni para el caso de la variable materia seca ni para las estimaciones de daño realizadas visualmente, por lo que todos los tratamientos realizados se comportaron de manera similar al testigo sin aplicación.

De acuerdo a las estimaciones visuales, no lograron apreciarse diferencias respecto a la coloración o disparidad en el crecimiento de las hojas para ninguno de los momentos evaluados. Inclusive en el tratamiento (Clorsulfurón + 2,4-DB) en el que podía sospecharse algún efecto considerando la bibliografía, la apariencia que se apreciaba en el tratamiento aplicado (12 y 47 dpa) y en el testigo en las mismas fechas, era la misma. Tal como puede constatarse en las imágenes que se agregan a continuación.



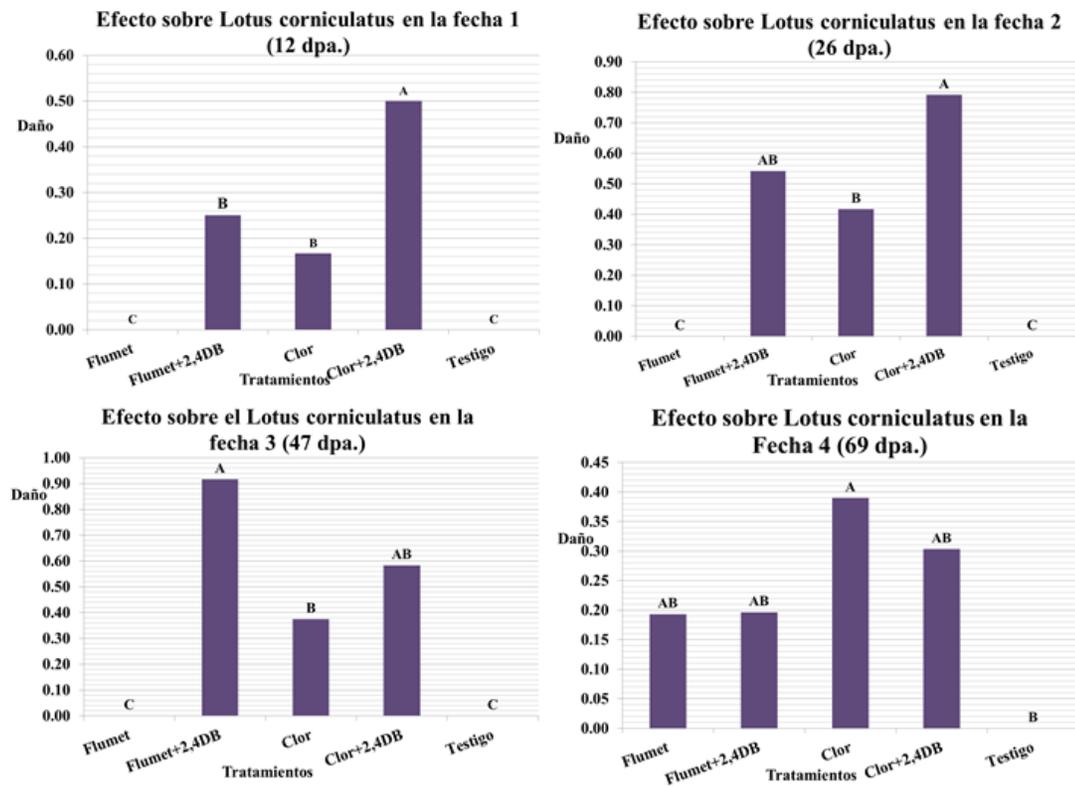
Figura No. 14. Selectividad a los 12 dpa, testigo (izquierda) y Clorsulfurón + 2,4-DB (derecha).



Figura No. 15. Selectividad a los 47 dpa, testigo (izquierda) Clorsulfurón + 2,4-DB (derecha).

4.3.3. Selectividad de los tratamientos en *Lotus corniculatus*

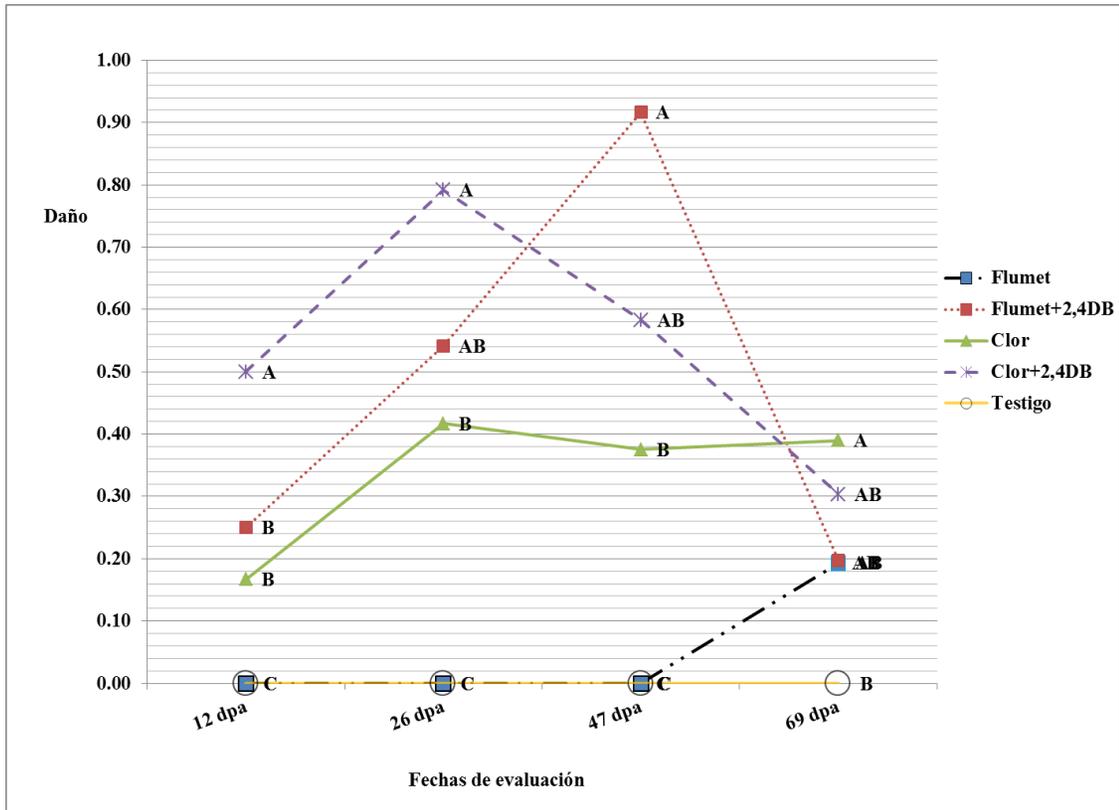
En la figura a continuación se grafican las estimaciones visuales de daño realizadas en esta especie a los 12, 26, 47 y 69 dpa. Puede verse que en ningún caso se observaron daños importantes, nunca resultado mayor a 1. Se observan además algunas variaciones en el comportamiento relativo de los tratamientos entre fechas y también la evolución de los daños.



Medias con igual letra no difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

Figura No. 16. Resultados de daño sobre *Lotus corniculatus* para la distintas determinaciones.

De forma complementaria a lo anterior, se muestra la evolución del efecto de daño para el período de tiempo durante el cual se realizó el experimento.



Medias con igual letra no difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

Figura No. 17. Evolución del daño en *Lotus corniculatus*.

El Tratamiento 1 (Flumetsulam) fue el tratamiento que presentó los menores daños siendo siempre igual al testigo en términos estadísticos. Considerando estos resultados podría mencionarse que Flumetsulam resultó más selectivo que Clorsulfurón, aunque la bibliografía no lo establece, pero considerando los valores de daño evaluado puede resultar sin significancia práctica. El máximo observado con Clorsulfurón fue mínimo (0,4).



Figura No. 18. Efecto sobre *Lotus corniculatus* a los 26 dpa, testigo (izquierda), Flumetsulam (centro) y Clorsulfurón (derecha).

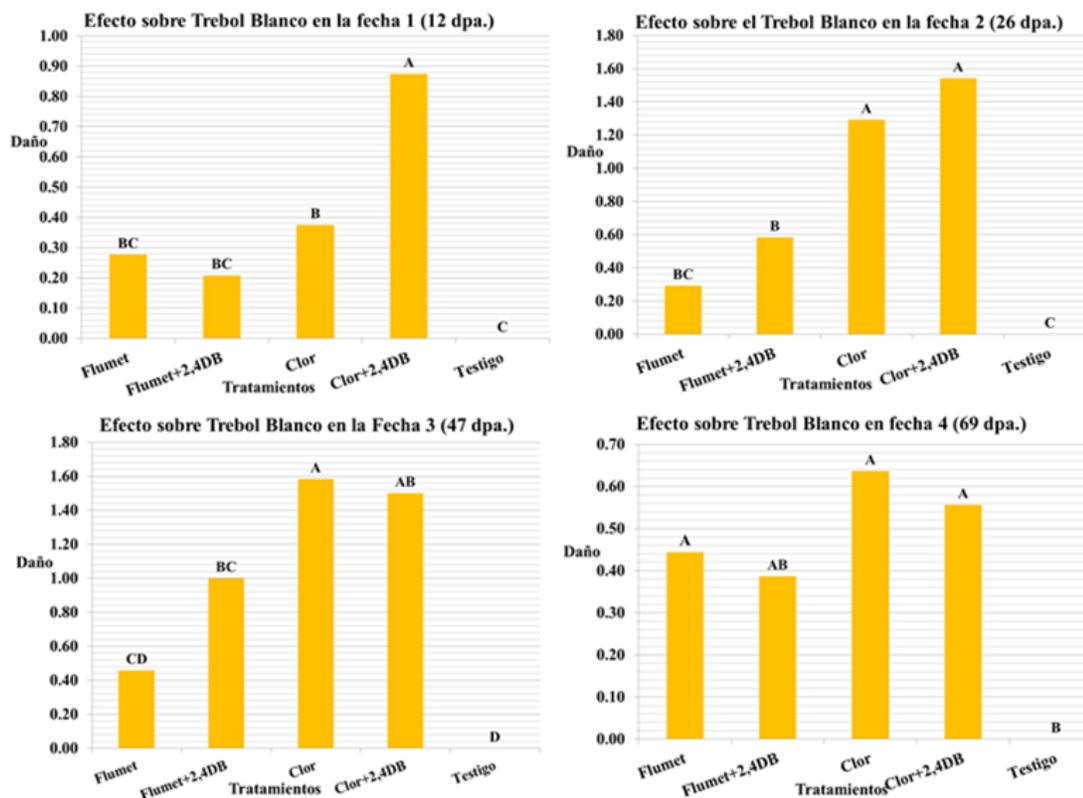
Por otra parte para los tratamientos (Flumetsulam + 2,4-DB, Clorsulfurón y Clorsulfurón + 2,4-DB) en los que se observó algún daño parece interesante destacar que coinciden en una mínima expresión inicial y un incremento posterior. También consistente con lo que establece la bibliografía en consideración al modo de acción de los herbicidas los mayores valores se encontraron cuando se agregó 2,4-DB en el caso de las dos primeras fechas evaluadas. Sin embargo estos dos tratamientos muestran una importante recuperación y terminan similares al testigo en la última determinación.



Figura No. 19. Efecto sobre *Lotus corniculatus* a los 26 dpa, testigo (izquierda), Flumetsulam + 2,4-DB (centro), Clorsulfurón + 2,4-DB (derecha).

4.3.4. Selectividad de los tratamientos en *Trifolium repens*

A continuación se presenta de forma gráfica las estimaciones visuales de daño realizadas para esta especie a los 12, 26, 47 y 69 dpa.



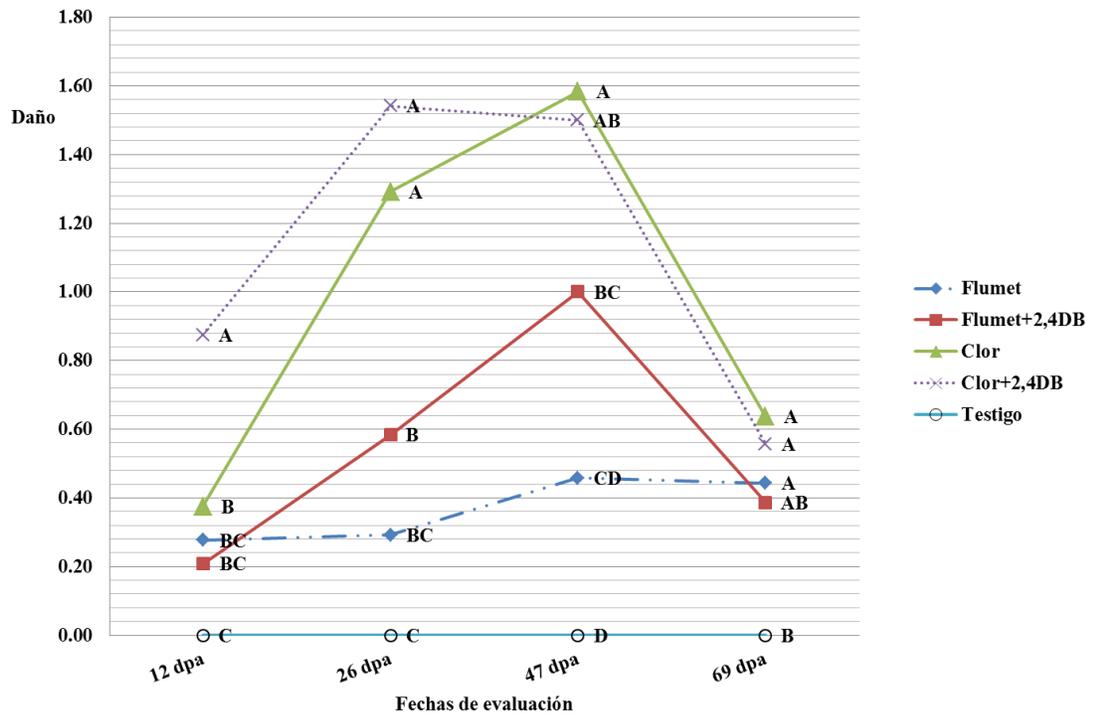
Medias con igual letra no difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

Figura No. 20. Resultados de daño sobre *Trifolium repens* para la distintas determinaciones.

En general se observa algo más de daño que en *Lotus corniculatus*, alcanzándose valores de 1,5 y podría hablarse de una diferenciación clara entre los tratamientos con Clorsulfurón y los tratamientos con Flumetsulam, así como afirmarse que el Flumetsulam fue más selectivo que el Clorsulfurón.

También se observa igual tendencia a la comentada en el caso de *Lotus corniculatus* de puntuaciones algo mayores cuando se agrega el 2,4-DB.

Pensando en que mejora el análisis desde el punto de vista gráfico se presenta un resumen donde se pueden observar todos los resultados de daño anteriores en forma conjunta.



Medias con igual letra no difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

Figura No. 21. Evolución del daño en *Trifolium repens*.

En este caso los tratamientos demuestran mayor diferenciación del testigo, donde sólo se alcanza recuperación total durante el período evaluado para el caso del tratamiento 2 (Flumetsulam + 2,4-DB). También se observa que la expresión del daño incrementa de la fecha 1 (12 dpa) a la fecha 3 (47 dpa) excepto para el tratamiento 4 (Clorsulfurón+2,4-DB). Y existe recuperación a partir de fecha 3 correspondiente a 47 dpa.

A nivel de daño visual podría considerarse como llamativa la escasa significancia de los efectos de daño en trébol blanco, especie que se considera intolerante al Clorsulfurón. Es posible que de haberse realizado determinaciones de materia seca se hubiera estado en condiciones de evidenciar mejor los efectos de daño. La decoloración

observada debió haber tenido una importante asociación con la disminución en la actividad fotosintética de la especie.



Figura No. 22. Efecto sobre *Trifolium repens* a los 26 dpa, testigo (izquierda), Flumetsulam (centro) y Flumetsulam + 2,4-DB (derecha).



Figura No. 23. Efecto sobre *Trifolium repens* a los 26 dpa, testigo (izquierda), Clorsulfurón (centro) y Clorsulfurón + 2,4-DB (derecha).

5. CONCLUSIONES

5.1. EXPERIMENTO 1 (*Festuca arundinacea* de primer año)

Los tratamientos evaluados difirieron en el control de *Bowlesia incana* destacándose el buen comportamiento de los herbicidas clopyralid + 2.4D y aminopyralid + 2.4D.

Respecto a la selectividad evaluada por escala visual, ningún tratamiento herbicida mostró sintomatología de daño resultando todos similares al testigo.

Tampoco se detectó efecto a nivel de materia seca, aunque no pudieron extraerse conclusiones de este resultado en la medida en que no fue posible separar los posibles efectos combinados de respuesta al control y de fitotoxicidad.

5.2. EXPERIMENTO 2 (*Dactylis glomerata* de segundo año)

Considerando que el enmalezamiento estuvo constituido fundamentalmente por especies gramíneas, no controlables con los tratamientos ensayados, los resultados a nivel de materia seca fueron interpretados como una indicación de selectividad.

Todos los tratamientos estudiados resultaron selectivos, tanto en las apreciaciones visuales como en las determinaciones de materia seca. Los resultados de todos los tratamientos fueron similares ($p > 0,05$) al testigo.

5.3. EXPERIMENTO 3 (*Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* de segundo año)

En este experimento se observó una muy baja presencia de malezas, por lo que los resultados a nivel de materia seca fueron interpretados como una indicación de selectividad.

Todos los tratamientos estudiados resultaron selectivos, tanto en las apreciaciones visuales como en las determinaciones de materia seca. Los resultados de todos los tratamientos fueron similares ($p > 0,05$) al testigo.

Por el contrario, se detectaron algunas diferencias significativas entre tratamientos en el caso de *Lotus corniculatus* y principalmente *Trifolium repens* en el que se observaron los mayores daños.

En Lotus aun existiendo efectos, fueron de poca importancia y existió recuperación.

En *Trifolium repens* se alcanzaron valores cercanos a 1,5 en una escala de 0 al 4 diferenciándose claramente los tratamientos con clorsulfurón y los tratamientos con flumetsulam que resultaron los más selectivos.

Para la variable selectividad medida por escala visual en Lotus se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, no obstante en ningún caso se observaron daños importantes.

6. RESUMEN

Los experimentos se realizaron en un área del Campo de la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” de la Facultad de Agronomía, en el departamento de Paysandú, Uruguay, durante el período de julio 2013 a diciembre 2013. Los objetivos específicos del presente estudio fueron evaluar la selectividad de ocho tratamientos herbicidas en *Dactylis glomerata* (cv. Aurus), selectividad de 4 tratamientos herbicidas en una pastura mezcla de *Festuca arundinacea* (cv. Fortuna), *Trifolium repens* (cv. Zapicán) y *Lotus corniculatus* (cv. San Gabriel) y selectividad y efecto de control en *Bowlesia incana* de ocho tratamientos herbicidas en una *Festuca arundinacea* (cv. Tacuabé) de primer año. El diseño experimental propuesto para todos los experimentos fue un diseño en bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones. La Selectividad se cuantificó mediante estimaciones subjetivas por observación visual utilizando una escala de 0 a 4 (0= sin efecto; 4 = muerte) y por Materia Seca (g.) donde se realizaron 3 cortes de 0,5 metros lineales por parcela. El control de malezas se estudió de manera subjetiva utilizando la misma escala (0 a 4). En primera instancia se registró para los tres experimentos el porcentaje de cobertura de la pastura, de las malezas y del suelo descubierto; además las especies de malezas presentes, población y estado de desarrollo. Se realizaron seis determinaciones para el experimento uno (*Festuca arundinacea*) y cinco para los experimentos dos (*Dactylis glomerata*) y tres (*Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*). El enmalezamiento presente al momento de la aplicación (17/07) para el experimento uno correspondía a un 32% en promedio del total de cobertura de la pastura donde predominaba *Bowlesia incana*. Los tratamientos ensayados difirieron en el control de la maleza destacándose el buen comportamiento de los herbicidas Clopyralid + 2.4D y Aminopyralid + 2.4D. Respecto a la selectividad evaluada por escala visual, ningún tratamiento herbicida mostró sintomatología de daño resultando todos similares al testigo. No se detectó efecto de tratamientos a nivel de las estimaciones de materia seca. En cuanto al experimento dos todos los tratamientos estudiados resultaron selectivos. Tanto en las apreciaciones visuales como en las determinaciones de materia seca. Los resultados de todos los tratamientos fueron similares ($p>0,05$) al testigo. Para el experimento tres todos los tratamientos estudiados resultaron selectivos. Tanto en las apreciaciones visuales como en las determinaciones de materia seca. Los resultados de todos los tratamientos fueron similares ($p>0,05$) al testigo. Por el contrario, se detectaron algunas diferencias significativas entre tratamientos en el caso de *Lotus corniculatus* y principalmente *Trifolium repens* en el que se observaron los mayores daños.

Palabras clave: *Festuca arundinacea*; *Dactylis glomerata*; *Trifolium repens*; *Lotus corniculatus*; *Bowlesia incana*; Selectividad; Clopyralid; MCPA; 2.4D; Fluroxipir; Diflufenican; Aminopyralid; Clorsulfuron; Picloram; Flumetsulam; 2.4-DB.

7. SUMMARY

Research was carried out in “Dr. Mario A.Cassinoni” Experimental Station (E.E.M.A.C.) that belongs to the College of Agronomy, located in Paysandú, during the period from July to December 2013. The specific objectives of the present study were to evaluate the effect of eight herbicides on *Dactylis glomerata* (CV. Aurus), the selectivity of four treatments with herbicides in a pasture composed of *Festuca arundinacea* (Cv. Fortuna), *Trifolium repens* (CV: Zapican) and *Lotus corniculatus* (CV: San Gabriel), selectivity and control of the effect on *Bowlesia incana* in eight herbicide treatments on a *Festuca* (CV: Tacuabe) of a year. The experimental design proposed was randomized complete blocks (DBCA) repeated three times. Selectivity was quantified by means of subjective evaluation through visual observation using a scale from 0 to 4 (0 = No effect, 4 = death), and by Dry Matters (g.) where three cuts of 0,5 linear metres per plot were carried out. Weed control was studied in a subjective way using the same scale (0 to 4). First of all the percentage of coverage of the pasture, the weeds and the nude soil was registered for the three experiment population and stage of development. Six controls were made for experiment one (*festuca arundinacea*) and five for (*Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* and *Lotus corniculatus*). Weed overgrowth present at the time of application (17/07) for test one was of an average of 22% of the total coverage of the pasture where *Bowlesia incana* was predominant. The treatments used differed in the control of the weed where the good effect of the herbicide Clopyralid+2,4 D and Aminopyralid+2,4 D was observed. Regarding the selectivity evaluated through a visual scale none of the treatments using herbicides showed symptoms of damage and all of them were similar to the sample. No effect of the treatment was appreciated at the level of dry matter. Reading experiment two all the studied treatments resulted selective, either through visual appreciation or in dry matter determinations. The results of all the treatments were similar to the sample ($p>0,05$). For experiment three, the results for the studied treatments were all selective either through visual observation or by dry matter determinations. The results of all the treatments were similar ($p> 0,05$), to the sample. On the other hand some significant differences were detected among treatment principally in the case of *Lotus corniculatus* where major damage was detected.

Key words: *Festuca arundinacea*; *Dactylis glomerata*; *Trifolium repens*; *Lotus corniculatus*; *Bowlesia icana*; Selectivity; Clopyralid; MCPA; 2,4D; Fluroxopir; Diflufenican; Aminopyralid; Clorsulfurón; Picloram; Flumetsulam; 2.4-DB.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ALTAMIRANO, A.; DA SILVA, H.; DURÁN, A.; ECHEVARRÍA, A.; PANARIO, D.; PUENTES, R. 1976. Carta de reconocimientos de suelos del Uruguay; clasificación de suelos del Uruguay. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.
2. ALTOM, J.D.; STRITZKE, J.F. 1973. Degradation of Dicamba, Picloram, and four Phenoxy herbicides in soils. *Weed Science*. 21(6): 556- 560.
3. ARANA, S.; PIÑEIRO, G. 1999. Déficit hídrico y manejo; su influencia en la demografía y producción de trébol blanco. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. 109 p.
4. ARBELETCHÉ, P.; CARBALLO, C. s.f. Dinámica agrícola y cambios en el paisaje. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 17 dic. 2013. Disponible en http://www.coprofam.org/admin/uploads/archivos/Articulos%20de%20Interes%202/72a4yccv1_ceisal-arbeletche-carballo.pdf
5. ARGEL, J. P.; DA VEIGA, J.B. 1988. Establecimiento y renovación de pasturas; manejo de la competencia entre forrajeras y malezas en el establecimiento y recuperación de las pasturas. (en línea). Veracruz, s.e. s.p. Consultado 11 dic. 2013. Disponible en <http://books.google.com.uy/books?id=0WntmVEorQkC&pg=PA237&lpg=PA237&dq=Manejo+de+la+competencia+entre+forrajeras+y+malezas+en+el+establecimiento+y+recuperaci%C3%B3n+de+las+pasturas+Pedro+J+argel&source=bl&ots=faSfrsLl0D&sig=JIOVFqIyP5eYyG52dDIZ4Sxbpw4&hl=es&sa=X&ei=SGOnUqJyIM2RB7LlgZgL&ved=0CCkQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false>
6. AYALA, W.; BEMHAJA, M.; COTRO, B.; DOCANTO, J.; GARCÍA, J.; OLMOS, F.; REAL, D.; REBUFFO, M.; REYNO, R.; ROSSI, C.; SILVA, J. 2010. Forrajeras; catálogo de cultivares 2010. Montevideo, Uruguay, INIA. 131 p. (Otros Documentos no. 38).
7. BIDEGAIN, M. P.; SAWCHIK, J. s.f. Erosión hídrica y contaminación. Mitigación del impacto ambiental del uso de agroquímicos en los sistemas agrícolas. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 12 ene. 2014.

Disponible en

<http://www.mesadeoleaginosos.org.uy/infoInteres/13nov/erosion.pdf>

8. CALISTER. s.f. Validación del herbicida Fencer (Flumetsulam 120 S.C.) en aplicaciones de post-emergencia sobre pasturas de leguminosas. (en línea). s.l. s.p. Consultado 16 ene. 2014. Disponible en http://www.calister.com.uy/wp-content/files_mf/1311178153Pasturas_Flumetsulam_en_postemergencia_de_leguminosas.pdf
9. Caracterización de los principales grupos de herbicidas. s.f. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 17 ene. 2014. Disponible en https://www5.uva.es/guia_docente/uploads/2012/427/52040/1/Documento11.pdf
10. CARÁMBULA, M. 2010. Pasturas y forrajeras; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. 357 p.
11. CURRAN, W.S.; GUNSOULUS, J.L. 1999. Herbicide mode of action and injury symptoms. s.l., Universidad de Minnesota. s.p.
12. Datos de identificación. s.f. (en línea). s.n.t. Consultado 10 ene. 2014. Disponible en <http://www2.inecc.gob.mx/sistemas/plaguicidas/pdf/picloram.pdf>
13. DEMJANOVÁ, E.; MACÁK, M.; DALOVIC, I.; MAJERNIK, F.; TÝR, S.; SMANTAN, J. 2009. Effects of tillage systems and crop rotation on weed density, weed species composition and weed biomass in maize. *Agronomy Research*. 7(2): 785-792.
14. DOLL, J.D. 1996. Dinámica y complejidad de la competencia de malezas. (en línea). Roma, FAO. s.p. (Manejo de Malezas para Países en Desarrollo no. 120). Consultado 22 ene. 2014. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/T1147S/T1147S00.htm>
15. DONALD, W. 1986. Chlorsulfuron (glean) for control of shoot growth and root buds of Canada thistle. (en línea). s.n.t. pp. 20-22. Consultado 17 dic. 2013. Disponible en <http://library.ndsu.edu/repository/handle/10365/8807>
16. DOW AGROSCIENCES. s.f. Etiqueta lontrel. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 10 ene. 2014. Disponible en

- http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDAS/dh_08c0/0901b803808c080a.pdf?filepath=ar/pdfs/noreg/013-50079.pdf&fromPage=GetDoc
17. _____. s.f. Herbicida Starane Xtra. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 13 ene. 2014. Disponible en http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDAS/dh_08c4/0901b803808c40c1.pdf?filepath=ar/pdfs/noreg/013-50080.pdf&fromPage=GetDoc
 18. _____. s.f. Manual técnico tronador max. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 12 ene. 2014. Disponible en http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDAS/dh_00fd/0901b803800fd90a.pdf?filepath=ar/pdfs/noreg/013-54005.pdf&fromPage=GetDoc
 19. _____. s.f. Starane Xtra. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 13 ene. 2014. Disponible en <http://www.dowagro.com/argentina/conyza/productos/starane.htm>
 20. _____. s.f. Tordon 24K. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 12 ene. 2014. Disponible en http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDAS/dh_08c4/0901b803808c40db.pdf?filepath=ar/pdfs/noreg/013-50016.pdf&fromPage=GetDoc
 21. DRIVER, J. E.; PEEPER, T. F.; KOSCELNY, J. A. 1993. Cheat (*Bromussecalinus*) control in winter wheat (*Triticumaestivum*) with Sulfonylurea herbicides. *Weed Technology*. 7: 851- 854.
 22. DUCAMP, F.; ZANONIANI, R. 2004. Leguminosas forrajeras del género Lotus en el Uruguay. *Cangué*. no. 25: 5-11.
 23. EVERMAN, W. J.; GANNON, T. W.; LEWIS, D. F.; RICHARDSON, R. J.; ROTEN, R. L.; YELVERTON, F. H. 2013. Absorption, translocation, and metabolism of Aminocyclopyrachlor in tall fescue (*Loliumarundinaceum*). *Weed Science*. 61: 348-352.
 24. FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C.; SAAVEDRA M. s.f. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas; malas hierbas, conceptos generales. s.n.t. cap. 2, s.p.
 25. FLESSNER, M. L.; McCURDY, J. D.; McELROY, J. S. 2013. Differential response of four trifolium species to common broadleaf herbicides; implications for grass-legume swards. *Weed Technology*. 27(1): 123-128.

26. FORMOSO, F. 1993. *Lotus Corniculatus*; performance forrajera y características agronómicas asociadas. Montevideo, Uruguay, INIA. 20 p. (Serie Técnica no. 37).
27. _____. 2010. Festuca Arundinácea, manejo para producción de forraje y semillas. Montevideo, Uruguay, INIA. 183 p. (Serie Técnica no. 182).
28. FRENE, R.L. s.f. Pautas técnicas para control de malezas en implantación de pasturas consociadas. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 11 dic. 2013. Disponible en http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDAS/dh_01aa/0901b803801aabad.pdf?filepath=/013-54304.pdf&fromPage=GetDoc
29. FRIESEN, G.H.; WALL, D.A. 1991. Residual effects of CGA- 131036 and Chlorsulfuron on spring- sown rotational crops. *Weed Science*. 39 (2): 280- 283.
30. GARCÍA, J. A. 1995. *Dactylis glomerata* LE Oberon. La Estanzuela, INIA. 50 p. (Boletín de Divulgación no. 49).
31. _____. 1996. Variedades de trébol blanco. Montevideo, INIA. pp. 1-12 (Serie Técnica no. 70).
32. _____. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, Uruguay, INIA. 26 p. (Serie Técnica no. 133).
33. GARCÍA, L.; FERNÁNDEZ – QUINTANILLA, C. 1991. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Selectividad de herbicidas. Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Servicio de Extensión Agraria. cap. 9, s.p.
34. HARRIS, B. M.; HUSBAND, B. M. s.f. Flumetsulam for control of giant buttercup in pasture. *Ecology and Management of Weeds*. 1997: 472-476.
35. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA). s.f. Programa nacional de investigación pastura y forrajes. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 20 feb. 2014. Disponible en <http://www.inia.org.uy/online/site/33995811.php>
36. _____. 2014. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras, anuales, bianuales y perennes. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 18 ene. 2014. Disponible en

http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2013/PubForrajasPeriodo2013.pdf

37. KEYS, C.H.; FRIESEN, H.A. 1968. Persistence of Picloram activity in soil. *Weed Science*.16: 341- 343.
38. KOGAN, M.; PÉREZ, A. 2003. *Herbicidas fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción*. Santiago de Chile, Universidad Católica de Chile. 331 p.
39. KURT, G. K.; DORIS, G. 2000. *Plantas infestantes e nocivas*. 2^a. ed. s.n.t. pp. 89-91.
40. LABRADA, R.; PARKER, C. 1996. El control de malezas en el contexto del manejo integrado de plagas. (en línea). *In*: Labrada, R.; Caseley, J. C.; Parker, C. eds. *Manejo de malezas para países en desarrollo*. Roma, FAO. pp. 3-9 (Estudio FAO. Producción y Protección Vegetal no. 120). Consultado 22 ene. 2014. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/T1147S/T1147S00.htm>
41. LANGER, R. H. M. 1981. *Las pasturas y sus plantas*. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
42. LEGUIZAMÓN, E.S.; PURICELLI, E.C.M. 2005. *Herbicidas hormonales*. (en línea). s.l., Sitio Argentino de la Producción Animal. s.p. Consultado 12 dic. 2013. Disponible en <http://www.produccionanimal.com.ar> / www.produccionbovina.com.
43. LÓPEZ DE MEDINA, F.; MIRO, F. 1995. Zarpa, un nuevo herbicida de post-emergencia precoz de otoño en Olivar. (en línea). *In*: Congreso de la Sociedad Española de Malherbología (1995, Huesca). Trabajos presentados. Madrid, Sociedad Española de Malherbología. Instituto de Estudios Altoaragoneses. pp. 351-356. Consultado 18 dic. 2013. Disponible en http://www.iea.es/docum/11.Congreso_1995.Sociedad_Espaniola_de_Malherbologia_Actas.pdf
44. Mecanismo de acción de las familias químicas a las que pertenecen los herbicidas. s.f. (en línea). s.n.t. Consultado 13 ene. 2014. Disponible en http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/h60-7190_anexo1.pdf

45. MILLOT, J. C.; METHOL, R.; RISSO, D. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay. Montevideo, FUCREA. 199 p.
46. MONTOYA, J. C.; RODRÍGUEZ, N. M. s.f. Enfermedades y malezas en pasturas. (en línea). s.l., Sitio Argentino de la Producción Animal. s.p. Consultado 11 dic. 2013. Disponible en <http://www.produccionbovina.com>
47. MORTIMER, A.M. 1996. La clasificación y ecología de las malezas. (En línea). In: Labrada, R.; Caseley, J. C.; Parker, C. eds. Manejo de malezas para países en desarrollo. Roma, FAO. pp. 13-30 (Estudio FAO. Producción y Protección Vegetal no. 120). Consultado 22 ene. 2014. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/T1147S/T1147S00.htm>
48. NAMBILI, J.N. 2008. The interference potential of nine selected South African spring wheat cultivars with selected weed species. Tesis Degree of Master of Agricultural Science. Stellenbosch, Sudáfrica. University of Stellenbosch. 117 p. Consultado 10 dic. 2014 Disponible en <http://scholar.sun.ac.za/handle/10019.1/1631>
49. NUFARM. s.f. Picloram agrogen 300 SL ficha técnica comercial. (en línea). s.l. s.p. Consultado 12 ene. 2014. Disponible en <http://www.nufarm.com/Assets/17890/1/FTPICLORAMAGROGEN300SL.pdf>
50. NUÑEZ SOSA, D. B. s.f. Malezas; métodos de control en la agricultura. s.l., Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. 17 p.
51. PAPA, J. C. 2011. Malezas; para manejarlas racionalmente, ¡la propuesta es integral! Introducción al manejo integrado de malezas (en línea). s.l., INTA. s.p. Consultado 25 ene. 2014. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/malezas-para-manejarlas-racionalmente-a-la-propuesta-es-integrar-introduccion-al-manejo-integrado-de-malezas/>
52. PERRACHÓN, J. s.f. Instalación de pasturas perennes. (en línea). Montevideo, Instituto del Plan Agropecuario. s.p. Consultado 24 ene. 2014. Disponible en http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R146/R_146_48.pdf

53. _____. 2010. Pradera y verdeos. Implantación y manejo de pasturas. (en línea). s.n.t. p. irr. Consultado 18 dic. 2013. Disponible en http://cnfr.org.uy/uploads/files/Manual_Pasturas.pdf
54. PETERSON, D. E.; THOMPSON, C. R.; SHOUP, D. E.; OLSON, B. L. 2013. Herbicide mode of action. s.l., Kansas State University. s.p
55. PEZZANI, F. 2012. Sistema forrajeros en Uruguay. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 20 feb. 2014. Disponible en http://www.fagro.edu.uy/~cultivos/Materiales_de_curso/Modulo_pasturas/PASTURAS%20T6%202012.pdf
56. PLANT AND SOIL SCIENCE LIBRARY PRO. s.f. Herbicidas que actúan a través de la fotosíntesis. (en línea). s.l. s.p. Consultado 17 dic. 2013. Disponible en <http://passel.unl.edu/pages/informationmodule.php?idinformationmodule=1024932941&topicorder=4&maxto=8>
57. PULLARES, R. 2012. Dactylis, una opción interesante para pradera permanente; entrevista realizada a Silbermann, Labandera, Zanoniani. (en línea). Montevideo, BLASINA Y ASOCIADOS. s.p. Consultado 12 dic. 2013. Disponible en <http://blasinayasociados.com/conexion-tecnologica/dactylis-una-opcion-interesante-para-pradera-permanente/>
58. RÍOS, A. 2006. Herbicidas recomendados para control de malezas de hoja ancha en cultivos de trigo y cebada. (en línea). In: Seminario de Actualización Técnica Manejo de Malezas (2006, La Estanzuela). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 19-28 (Actividades de Difusión no. 465). Consultado 17 dic. 2013. Disponible en http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ad/ad_465.pdf
59. ROSALES, R. E.; SÁNCHEZ DE LA CRUZ, R. 2006. Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción. (en línea). s.l., Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria. Centro de Investigación Regional del Noreste. Campo Experimental Río Bravo. s.p. (Folleto técnico no. 35). s.p. Consultado 11 dic. 2013. Disponible en <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/686/34.pdf?sequence=1>

60. ROSARIO SOCORRO, J. M. 2011. Resistencia de *Sinapsis alba* L. a herbicidas inhibidores de las ALS; bases agronómicas bioquímicas y moleculares. Tesis doctoral. Córdoba, España. Universidad de Córdoba. 172 p.
61. SAPEC AGRO. s.f. Boletín técnico. (en línea). s.l. s.p. Consultado 30 ene. 2014. Disponible en http://www.sapecagro.es/contenido_dinamico/webteca/25834-MOHICAN-OLIVAR.pdf
62. SCHENEITER, O. 2007. Control químico de malezas en pasturas mixtas del norte de la provincia de Buenos Aires. (en línea). Pergamino, Sitio Argentino de la Producción Animal. s.p. Consultado 12 dic. 2013. Disponible en <http://www.produccionbovina.com>.
63. UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA (URUGUAY). FACULTAD DE AGRONOMÍA. s.f. Laboratorio de botánica. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 16 ene. 2014. Disponible en http://www.fagro.edu.uy/~botanica/www_botanica/webcursobotanica/web_practicos_reconocimiento/web_reconocimiento_especies/bowlesia_inca.html
64. UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. s.f. Tema 5. Caracterización de los principales grupos de herbicidas. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 17 dic. 2013. Disponible en https://www5.uva.es/guia_docente/uploads/2012/427/52040/1/Documento13.pdf
65. WRIGHTSONPAS. 2010. Catalogo cultivares. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 18 dic. 2013. Disponible en <http://www.wpas.com.uy/newsletter/Newsletter%20Festucas/INIA%20Fotuna.pdf>