

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

COMBINACIÓN DE ALTERNATIVAS PREEMERGENTES EN EL CONTROL DE
MALEZAS EN MAÍZ PARA DOS FECHAS DE SIEMBRA

por

Andrés PAULO PANIZZA
Leonardo SEQUEIRA RODRÍGUEZ

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2018

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Juana Villalba

Ing. Agr. Grisel Fernández

Ing. Agr. Andrés Locatelli

Fecha:

19 de octubre de 2018

Autores:

Andrés Paulo Panizza

Leonardo Sequeira Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

A Juana Villalba por brindarnos la oportunidad de realizar esta tesis y por su disposición en todo momento y compromiso a lo largo del trabajo.

A Facultad de Agronomía en su conjunto por los recursos brindados para llevar a cabo este trabajo y a todos los funcionarios de la E.E.M.AC por su apoyo y cooperación.

Al personal de Biblioteca y Bedelía.

A nuestras familias y amigos que fueron los pilares fundamentales para la concreción de esta etapa.

A todos los que de alguna manera aportaron en la realización de este trabajo.

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 EL CULTIVO DE MAÍZ EN URUGUAY	2
2.2 MAÍZ TRANSGÉNICO CON TOLERANCIA A HERBICIDAS.....	3
2.2.1 <u>Maíz transgénico en Uruguay</u>	3
2.3 EFECTO DEL ENMALEZAMIENTO EN EL MAÍZ	4
2.4 HERBICIDAS PRE EMERGENTES UTILIZADOS	6
2.4.1 <u>Atrazina</u>	6
2.4.2 <u>Acetoclor</u>	6
2.4.3 <u>Metolaclor</u>	7
2.4.4 <u>Bicyclopyrone (Acuron)</u>	7
2.4.5 <u>Isoxaflutole + thiencazzone methyl + cyprosulfamide (Adengo)</u>	8
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	10
3.1 LOCALIZACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS	10
3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS...10	
3.3. METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN	11
3.4 DETERMINACIONES REALIZADAS	12
3.4.1 <u>Determinaciones a nivel de maleza</u>	12
3.4.2 <u>Determinaciones a nivel de cultivo</u>	13
3.5 CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL	13
3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	14

4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	15
4.1. EXPERIMENTO 1.....	15
4.1.1 <u>Evaluaciones a los 28 y 45 días post aplicación</u>	15
4.1.2 <u>Evaluación realizada a los 52 días post aplicación</u>	18
4.1.3 <u>Evaluación de % cobertura a los 132 días post aplicación</u>	22
4.1.4 <u>Enmalezamiento residual (materia seca de malezas a cosecha)</u>	23
4.2. EXPERIMENTO 2.....	27
4.2.1 <u>Evaluación a los 23 días post aplicación</u>	27
4.2.2 <u>Evaluación a los 69 días post aplicación</u>	28
4.2.3. <u>Materia seca residual a cosecha</u>	29
4.2.4 <u>Materia seca de maíz</u>	31
5. <u>CONCLUSIONES</u>	33
5.1 EXPERIMENTO 1	33
5.2 EXPERIMENTO 2.....	33
6. <u>RESUMEN</u>	34
7. <u>SUMMARY</u>	35
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	36

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Tratamientos.....	11
2. Condiciones meteorológicas al momento de aplicación de cada experimento.....	12
3. Densidad de gramíneas por m ² a los 28 y 45 días post aplicación para cada tratamiento.....	15
4. Densidad de malezas hoja ancha por m ² y porcentaje de control a los 45 dpa para cada tratamiento.....	17
5. Número de plantas de <i>Setaria geniculata</i> y <i>Digitaria sanguinalis</i> por m ² y eficiencia de control para los tratamientos de cloroacetamidas en mezcla con atrazina.....	19
6. Número de malezas gramíneas y hoja ancha por m ² a los 52 dpa para los tratamientos de herbicidas.....	22
7. Peso de gramíneas por m ² y % de control a los 132 dpa.....	25
8. Densidad de malezas por m ² a los 23 dpa.....	27
Figura No.	
1. Precipitaciones del promedio histórico y precipitaciones del año del experimento.....	14
2. Malezas gramíneas por m ² y % de control para cada tratamiento de herbicidas a los 52 dpa.....	18
3. Número de malezas hoja ancha por m ² para cada tratamiento a los 52 dpa.....	21
4. Evaluación del % de cobertura de malezas y el % de control para cada tratamiento a los 132 días post aplicación.....	23

5. Fotografía del testigo sucio a los 132 dpa.....	26
6. Composición del enmalezamiento del testigo sucio.....	26
7. Evaluación del % de suelo cubierto por malezas a los 69 dpa.....	29
8. Materia seca por m ² de malezas a los 69 dpa.....	30
9. Composición del enmalezamiento del testigo a cosecha.....	31
10. Estimación de materia seca por hectárea de planta entera de maíz a los 73 dpa	32

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz en Uruguay es el segundo cultivo de verano más importante luego de la soja en cuanto al área sembrada. En la última zafra la soja representó un 92% del área con cultivos de verano seguida por el maíz que ocupó un 6%, la diferencia se compone por el cultivo de sorgo (MGAP. DIEA, 2018).

Su normal crecimiento y desarrollo se ve afectado fuertemente por la interferencia de malezas ya que es una especie muy sensible a la competencia y posee altas exigencias para la producción de grano.

Las pérdidas de rendimiento causadas por el enmalezamiento en el cultivo de maíz según diversas fuentes, y en variadas condiciones de producción pueden oscilar entre 57 y 87 %.

Con la finalidad de reducir los efectos del enmalezamiento durante el ciclo del cultivo, no siempre se usan en forma adecuada las herramientas de control disponibles, donde en muchos casos se intenta erradicar el problema sin considerar que cada escenario de producción es diferente.

El uso repetido de principios activos, las sub-dosis utilizadas, la escasa rotación de cultivos, el uso de glifosato dentro de los cultivos transgénicos, entre otros ha llevado a lo largo de los años a la generación de resistencia por parte de muchas especies que hoy en día son malezas problemáticas por su difícil control.

En este nuevo escenario para lograr un eficiente control de las malezas desde etapas tempranas del cultivo se deben combinar correctamente las distintas alternativas de herbicidas preemergentes con aplicaciones de glifosato en postemergencia, teniendo en cuenta el tipo, nivel y estado del enmalezamiento, además de las características propias del herbicida.

En este contexto el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de control de diferentes alternativas de herbicidas preemergentes, solos, en mezclas y en distintas dosis y el efecto sobre el rendimiento de maíz. Para esto se instalaron dos experimentos con fechas de siembra diferentes para probar el efecto de los herbicidas en dos ambientes productivos en cuanto a composición de enmalezamiento y condiciones climáticas.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 EL CULTIVO DE MAÍZ EN URUGUAY

El maíz es el commodity agrícola que más se produce alrededor del mundo, debido a sus cualidades alimenticias para la producción animal, el consumo humano y el uso industrial se ha convertido en uno de los productos más importante en los mercados internacionales, superando incluso al arroz y al trigo.

La siembra de maíz en Uruguay está orientada en su mayoría al mercado interno, tanto para los usos convencionales (alimentación humana y animal) como para la elaboración de etanol.

La zona maicera es poco concentrada; los cultivos están dispersos por la totalidad del país, sin embargo la mayor producción corresponde a los departamentos de: Canelones, San José, Colonia, Paysandú y Florida.

Las exportaciones varían de acuerdo a los precios del mercado y la producción lograda en cada zafra, pero no representa un volumen importante si se lo compara con otros granos como la soja, arroz y trigo que son los principales commodities de exportación del sector agrícola (Uruguay XXI, 2016).

El área de maíz en Uruguay ha ido decreciendo con ciertas variaciones de la tendencia en algunos años puntuales. Se pasó de aproximadamente de 200 mil hectáreas en 1961 a 80 mil hectáreas en 2015. En cambio los rendimientos, observando la evolución histórica del cultivo, se han incrementado, asociado a la implementación de nuevas tecnologías (MGAP. DIEA, 2017).

Según MGAP. DIEA (2017), para la zafra 2016/2017 se alcanzó en Uruguay una producción de 471 mil toneladas de maíz para grano seco, un 4 % menos que el año anterior, explicado por la disminución del área sembrada. La misma fue de alrededor de 66 mil hectáreas (20% menos que zafra anterior) con un rendimiento promedio de 7136 kg/ha., siendo el máximo registrado hasta la fecha.

El área sembrada en la zafra 2017/2018 fue de aproximadamente 50 mil hectáreas, indicando un 29% de reducción con respecto al año anterior. Esta disminución está explicada por las condiciones climáticas desfavorables en la estación de siembra, ya que hubo muy escasas precipitaciones en el invierno y sequía durante la primavera. Además el precio del maíz para el productor fue bajo, lo que no le permitió a Uruguay ser competitivo con el cultivo de maíz (ISAAA, 2017).

A pesar de que los rendimientos han ido en aumento, son muy variables ya que dependen en gran medida de las condiciones hídricas y de temperatura de cada año. Por

esta razón actualmente existen sistemas de riego que algunos productores han adoptado como forma de minimizar el efecto año y mantener sus niveles de producción más estables.

2.2 MAÍZ TRANSGÉNICO CON TOLERANCIA A HERBICIDAS

El primer cultivo de maíz transgénico lanzado en el 1996, atendió la problemática de los insectos plagas que afectaban al cultivo, lográndose mediante la introducción del gen Bt una resistencia intrínseca de la planta frente al ataque de los insectos. De esta manera se pudo disminuir el uso de insecticidas y minimizar las pérdidas causadas por los insectos más dañinos.

En el año 1998, en Estados Unidos se comercializó por primera vez una variedad de maíz con tolerancia al glifosato, lo que tuvo gran impacto en el mundo ya que se amplió la ventana de control de malezas, pudiéndose utilizar un herbicida no selectivo durante el cultivo sin ocasionarle perjuicios.

Actualmente existen en el mundo líneas de maíz tolerantes a tres herbicidas: glifosato, glufosinato de amonio e imidazolinonas, donde los genes de tolerancia empleados para generar la resistencia a estos herbicidas en los dos primeros casos provienen de bacterias que naturalmente presentan esa característica (Silva, 2005).

Los agricultores cada vez más optan por sembrar cultivares con eventos transgénicos, principalmente con eventos apilados con resistencia a insectos y a herbicidas, con el objetivo de minimizar al máximo los factores reductores de rendimiento (malezas, plagas) y lograr acercarse al momento de la cosecha al rendimiento potencial.

Para la zafra 2017/2018, en Estados Unidos se sembró un área de maíz transgénico de 33,84 millones de hectáreas. El 97% de la superficie fueron cultivos de maíz con tolerancia a herbicidas, de los cuales un 84% correspondió a cultivares que reunían además la característica de resistencia a insectos (ISAAA, 2017).

2.2.1 Maíz transgénico en Uruguay

En Uruguay desde el año 2011 existen híbridos de maíz con resistencia a herbicidas, una herramienta que ha permitido a lo largo de los años aumentar el control de las malezas problemáticas en el cultivo de maíz.

Según ISAAA (2017) en la zafra 2017/2018 la totalidad del área sembrada de maíz en Uruguay estuvo conformada por cultivos transgénicos, de las cuales 48 mil hectáreas fueron eventos apilados con tolerancia a herbicidas y resistencia a insectos y las restantes 2 mil hectáreas se sembraron con cultivares con resistencia solamente a insectos (Bt). Con respecto a la zafra anterior, el área sembrada con transgénicos

aumentó en 14, 3 puntos porcentuales, ya que en el 2016 solo el 87,7 % del área de maíz fueron cultivos con algún evento transgénico.

En Uruguay existen 7 eventos transgénicos de maíz resistente a herbicidas aprobados por el MGAP, otros 5 aún están en evaluación (MGAP, 2015).

Los eventos utilizados son: GA21 (tolerante a glifosato), TC1507 (resistente a ciertos lepidópteros y tolerancia a glufosinato de amonio), NK603 (resistente a glifosato), GA21xBt11 (resistente a insectos y a glifosato), MON 810 x NK603 (resistencia a algunos insectos y resistencia a glifosato); todos estos aprobados por MGAP en 2011. En 2012 fueron aprobados 5 eventos más: TC1507 x NK603 (resistencia a insectos, glifosato y glufosinato de amonio), MON89034 x TC1507 x NK603 (resistencia a lepidópteros y resistencia glifosato y glufosinato de amonio) y Bt11 x MIR162 x GA21 (resistencia a varios insectos y a glifosato y glufosinato de amonio).

2.3 EFECTO DEL ENMALEZAMIENTO EN EL MAÍZ

La competencia de las malezas por los recursos como la luz, agua y nutrientes es la manera en que las malezas interfieren con el normal crecimiento y desarrollo del cultivo. Para poder comprender y manejar esta interferencia se debe conocer el período crítico de competencia de las malezas, definido como el período durante el cual las malezas deben de ser controladas para evitar pérdidas de rendimiento.

Los factores más significativos que modifican el período de competencia son el momento de emergencia de las malezas con respecto al cultivo, la densidad y las especies que conforman el enmalezamiento (Moreno, 2017).

Cuando el enmalezamiento está compuesto por especies gramíneas y latifoliadas el período crítico de competencia es en V6-V8. En cambio si predominan gramíneas anuales la competencia se da con mayor intensidad y el período crítico de control es hasta la 4ta. hoja (V4), pero si las malezas son perennes puede darse antes (Cepeda y Rossi, 2017).

Según Do Nascimento y García (s.f.) el período crítico de competencia se encuentra entorno a los 40 días después de la emergencia, por lo que el control en este momento debe ser lo más eficiente posible. Similares datos encontraron Manea et al. (2010) donde señalan que el periodo más sensible para la competencia de las malezas con el cultivo de maíz es en las primeras 5 -6 semanas post siembra.

Giménez y Ríos (1991), encontraron que el control de malezas en el cultivo de maíz, en condiciones ideales de producción (adecuadas prácticas de manejo) logra incrementar el rendimiento hasta en un 135 % con respecto al testigo sucio.

La reducción en el rendimiento de maíz por efecto del enmalezamiento puede alcanzar valores de hasta 87 %¹.

Ruedell (1991) encontró resultados donde el perjuicio potencial de las malezas en el cultivo de maíz puede llegar al 90 % de rendimiento, cuando se trata de infestaciones importantes. Tharp et al. (2004) demostraron que el efecto de la competencia de malezas redujo el rendimiento de maíz en parcelas no tratadas con herbicidas entre un 15 % y un 95 %.

Los componentes del rendimiento que se ven más afectados por interferencia de malezas son el número y tamaño de espiga (Mundstock y Silva, 1989). Rossi et al. (1996) obtuvieron reducciones de un 15 % en tamaño de espiga y de un 28% en el peso de los granos que resultaron en un 32 % de pérdidas en el rendimiento de grano.

Según Rossi et al. (s.f.) las pérdidas directas que causan las malezas son ocasionadas por la interferencia de aquellas malezas que no fueron controladas o que escaparon al control, las cuales fueron evaluadas en la zona central maicera de Argentina y pueden llegar de 10 a 15 % de pérdidas en rendimiento. En caso de no hacer ningún tipo de control los niveles de pérdidas pueden ser de 27,4 a 40,3 % debido al efecto de malezas anuales y hasta un 95% cuando se trata de malezas perennes como el sorgo de Alepo (Rossi, citado por Rossi et al., s.f.).

Varios autores citados por Bedmar et al. (2000), señalan que las pérdidas de rendimiento causadas por el enmalezamiento va a depender de la especie, de su densidad, del tiempo que estén compitiendo, de los sistemas de labranza utilizados, etc. Para este mismo trabajo se realizaron ensayos donde se encontró una reducción del rendimiento del 65%.

Bosnic y Swanton (1997), encontraron pérdida del 57 % del rendimiento cuando la emergencia de *Echinochloa sp.* era simultánea al maíz y de 6 % cuando la maleza emergía cuando el cultivo ya estaba en V4.

Según Maun y Barret (1986) *Echinochloa sp.* tiene una elevada competencia y la relacionan con su temprana y larga germinación en el ciclo que va hasta mediados de verano, y no se resiente la germinación aun cuando las condiciones ambientales son malas.

¹ Villalba, J. 2011. Curso de cereales y cultivos industriales EEMAC. (sin publicar).

2.4 HERBICIDAS PRE EMERGENTES UTILIZADOS

2.4.1 Atrazina

La atrazina es un herbicida del grupo de las triazinas, pertenece al grupo C del HRAC (Comité de acción de contra la resistencia de los herbicidas), su modo de acción es la inhibición del fotosistema II. Es un herbicida selectivo de pre y post emergencia temprana. Se usa para el control de hoja ancha y algunas gramíneas anuales.

Como menciona Papa (2007) las malezas que controla son principalmente latifoliadas y parcialmente gramíneas.

Este herbicida afecta la velocidad de absorción del anhídrido carbónico a las pocas horas de aplicado y se interrumpe este proceso por completo un día después de la aplicación. Este proceso se ve incrementado con un aumento en la intensidad de luz (García Torres y Fernández- Quintanilla, 1991).

Los síntomas de toxicidad son típicos, aparecen zonas cloróticas en hojas y luego se necrosan, primero aparecen en las puntas, márgenes y nervios de las hojas, luego aparecen en los espacios internervales (García Torres y Fernández-Quintanilla, 1991).

Las triazinas se translocan principalmente por xilema por lo tanto si se aplican a las hojas de especies perennes no tienen efecto, se comporta como herbicida de contacto y no cumple con su acción sistémica, principalmente se absorben por raíz y se mueven vía apoplástica.

Atrazina es un herbicida muy selectivo para el cultivo de maíz, porque aún en dosis de 1,4 kg de i.a/ha. en mezcla con metolaclor no presentó diferencias estadísticas en rendimiento con el testigo limpio (López- Ovejero et al., 2003).

La problemática de la atrazina se asocia a la resistencia que han generado algunas malezas a este principio activo y al potencial de lixiviación por lo tanto posible contaminación de aguas (Trotter et al., citados por Cash y Rossini, 2011). El 5 de diciembre del 2016 se prohibió en Uruguay la importación, registro y renovación de productos sanitarios a base de atrazina por la resolución No. 104 del MGAP y se estableció como plazo máximo para la venta del producto el 1 de marzo de 2018, de acuerdo con el stock en el mercado al momento de la prohibición.

2.4.2 Acetoclor

Este herbicida es inhibidor de la síntesis meristemática, actúa bloqueando la síntesis de proteína, la división y la elongación celular. Es un herbicida que se activa en suelo y pertenece al grupo químico de las cloroacetamidas.

Es un herbicida que actúa solamente en la preemergencia de las malezas.

Los síntomas de daños sobre las gramíneas sensibles son una baja emergencia de plantas a través del suelo, debido a la incapacidad del brote de emerger del coleóptilo, mientras que las que emergen su coleóptilo queda cubriendo el punto de crecimiento (Kogan y Pérez, 2003).

Este herbicida es uno de los más utilizados en maíz, tiene un muy buen control sobre gramíneas y en menor medida sobre latifoliadas y no muy desarrolladas. Se utilizan protectores (safeners) para reducir el riesgo de fitotoxicidad.

La persistencia de este herbicida en suelo es de 8 a 10 semanas, siendo la biodegradación el principal factor de degradación.

En el suelo es adsorbido por los coloides y la cantidad que se adsorbe depende del % arcilla y materia orgánica del suelo. Por lo tanto la dosis se debe ajustar de acuerdo al tipo de suelo (García Torres y Fernández- Quintanilla, 1991).

2.4.3 Metolaclor

El metolaclor pertenece al grupo químico de las acetamidas, su modo de acción es la inhibición de la elongación celular en la zona meristemática del coleóptilo y raíces.

Pertenece al grupo K de la clasificación de HRAC sub clase K3.

Este herbicida tiene muy baja translocación, lo absorben los brotes de las malezas en germinación, mientras que la absorción radicular es de menor importancia y se produce más lentamente. Tiene control sobre gramíneas, principalmente anuales y algunas hojas anchas.

Los síntomas aparecen en ápices de raíces y tallos, no se ven emergencias sobre el suelo, si distorsión en las primeras horas.

Metolaclor es moderadamente persistente teniendo una vida media de 15 a 70 días. Cuando hay humedad en suelo el herbicida tiene mayor efectividad en el control según indica el membrete del producto.

Las principales formas de degradación de este herbicida son por biodegradación y lixiviación.

2.4.4 Bicyclopyrone (Acuron)

Este herbicida pertenece a la familia química de las triquetonas, según la clasificación del HRAC (Herbicide resistance action committee) forma parte del grupo F2, inhibiendo la enzima HPPD (p-hidroxifenil-piruvatodeshidrogenasa) responsable de la síntesis de carotenoides. La inhibición de estos compuestos genera la destrucción de la clorofila.

Los primeros síntomas son la decoloración de las hojas (albinismo), seguida de una necrosis y posterior muerte de la planta.

El momento de aplicación depende de la fecha de siembra del cultivo, donde en cultivos de segunda o con siembra tardía la mayor eficiencia de control de malezas se da en el barbecho, mientras que en siembras óptimas, se ha registrado la mayor eficiencia en pre emergencia del cultivo.

Bicyclopyrone es un principio activo de amplio espectro y alta residualidad, que aplicado en barbechos cortos y pre emergencia de maíz presenta niveles de control superiores al 95 % para *Digitaria sanguinalis* y hasta 99% sobre el yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*), incluso hasta los 60 días post aplicación (Gigón, 2017).

Según Janak y Grichar (2016), Sarangi y Jhala (2018) el bicyclopyrone aplicado a dosis de 0,185 L ia.ha.⁻¹ en mezcla con atrazina, mesotrione y S- metolachlor (ABMS, dosis de 2,9 L ia.ha.⁻¹) logra una reducción de biomasa de *Amaranthus palmeri* de 99% con respecto al testigo no tratado, no presentando diferencias significativas con dosis mayores. Además se demostró que los herbicidas tradicionalmente utilizados en el maíz, son muy selectivos en mezcla, ya que para la dosis mencionada no existieron diferencias estadísticamente significativas en rendimiento con el testigo limpio.

2.4.5 Isoxaflutole + thien carbazone methyl + cyprosulfamide (Adengo)

El isoxaflutole es un principio activo que pertenece al grupo F2 según la clasificación de la HRAC y se encuentra dentro de la familia química de los isoxasoles. Al igual que todos los herbicidas del grupo F2, inhibe la acción de la enzima HPPD responsable de la biosíntesis de carotenoides lo que provoca la destrucción de la clorofila de la planta y como consecuencia las hojas o cotiledones sufren de clorosis empezando por el ápice y bordes, causando la muerte de las malezas.

Este principio activo fue registrado por primera vez de forma condicional en el año 1998 para el control de malezas de hojas anchas y gramíneas en el cultivo de maíz. Posteriormente fue aprobado su uso en el cultivo de soja resistente al glifosato (MAD, 2015).

El thien carbazone methyl es una sustancia activa que según la clasificación de la HRAC pertenece al grupo B, donde se agrupa a los herbicidas que tienen como mecanismo de acción la inhibición de la enzima acetolactato sintetasa (ALS). Esta enzima es responsable de la síntesis de aminoácidos alifáticos como valina, leucina, isoleucina.

Fue registrado por primera vez en el 2008 para su uso como herbicida pre emergente principalmente en cultivo de maíz, pero también en trigo y ornamentales (United States Environmental Protection Agency, 2008)

La mezcla de estos 2 principios activos componen el producto comercial Adengo, esta combinación hace de Adengo un herbicida selectivo de pre emergencia y post emergencia temprana presentando un eficiente control sobre una amplia variedad de gramíneas anuales y dicotiledóneas que con frecuencia interfieren en el cultivo de maíz.

Algunas de ellas son, *Digitaria sanguinalis* (pasto blanco), gramíneas del género *Echinochloa* (capines), *Sorghum halepense*, *Amaranthus quitensis* (yuyo colorado), entre otras, de acuerdo a la información presentada en el producto. Cabe destacar que el mismo está formulado con cyprosulfamide, un safener que protege al cultivo de posibles efectos fitotóxicos, otorgándole al herbicida una mayor selectividad.

La absorción del herbicida se da tanto por las raíces como por las hojas de la planta, traslocándose hacia el ápice y bordes de las hojas en expansión.

Según Manea et al. (2010), la aplicación de Adengo en pre emergencia del cultivo a razón de 0,4 L/ha., presenta 86,5 % de eficiencia de control de malezas anuales, superando a otros herbicidas que contienen isoxaflutole en su formulación. Para el caso de la aplicación en post emergencia temprana (2-4 hojas del maíz y 2-3 hojas de las malezas), con una dosis de 0,35 L/ha., se logran niveles de control de hasta 96% con respecto al testigo sucio, demostrándose así el efecto inhibitorio de la mezcla sobre gramíneas y malezas de hoja anchas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS

Ambos experimentos se realizaron en el potrero 6 A de la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni de la Facultad de Agronomía, Paysandú, Uruguay, con las coordenadas latitud 32°22'38.81" S y longitud 58°03'14.16" O.

Los experimentos se realizaron sobre suelos de la Unidad San Manuel, Formación Fray Bentos, donde predominan Brunosoles Eutricos Típicos y Solonetz Melánicos, según la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay 1:1000000.

3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

El diseño utilizado en ambos experimentos fue de bloques completamente al azar, con tres repeticiones. La superficie de las parcelas experimentales fue de 40 m.², con una longitud de 10 m. y ancho de 4 m.

Los tratamientos fueron 7 alternativas de herbicidas pre emergentes más el testigo.

Cuadro No. 1. Tratamientos

Tratamiento	Herbicidas	Dosis producto comercial/ha.	Dosis de ingrediente activo (kg/ha.)	Producto comercial
1	Bicyclopyrone	1L	0.2	Acuron
2	Bicyclopyrone + metolaclor	1L+ 1.6L	0.2 + 1.536	Acuron + Dual gold
3	Isoxaflutole + tiencarbazone-metilo + ciprosulfamida (Safener)	0.4L	0.09 +0.036	Adengo
4	Isoxaflutole + tiencarbazone-metilo + atrazina	0.4L+ 1.06 kg	0.09+0.036 + 0.996	Adengo + Gesaprim-0
5	Atrazina + metolaclor	1.06 kg+ 1.6 L	0.996 + 1.536	Gesaprim nuevo-0 + Duald gold
6	Atrazina + metolaclor	1.6 kg + 1.6 L	1.5 + 1.536	Gesaprim nuevo-0 + Duald gold
7	Atrazina + acetoclor	1.06 kg + 2 L	0.996 + 1.8	Gesaprim nuevo-0 + Sunflower
8	Testigo	NC	NC	NC

*Corresponde a dosis/ha. del primer herbicida.

Gesaprim nueve-0: 94% atrazina

3.3. METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN

El experimento correspondiente a la primera fecha de siembra, fue instalado el 25 de septiembre de 2016, mientras que la segunda fecha de siembra se instaló el 29 de noviembre de 2016.

Los tratamientos de herbicidas fueron aplicados entorno a la siembra del cultivo, previo a la emergencia del mismo para ambos experimentos.

Para la aplicación de los tratamientos se utilizó un equipo pulverizador costal de presión constante, presurizado con CO₂, que consta de una barra de 4 boquillas a una

distancia de 50 cm. entre ellas, logrando un ancho operativo de 2 metros. El equipo se utilizó a una presión de 1,8 bar aplicando un volumen de caldo por hectárea de 100 L.

Se registraron los valores de velocidad del viento, humedad relativa y temperatura en el momento de la aplicación (cuadro No.2).

Cuadro No. 2. Condiciones meteorológicas al momento de aplicación de cada experimento

	Fecha de aplicación	Horario de aplicación	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (km/h.)
Experimento 1	1/10/2016	8:00	20,5	56,6	5- 11
Experimento 2	30/11/2016	16:30	27,8	43	6,4

El potrero en el cual se instalaron los experimentos tenía como antecesor una pradera vieja de *Dactylis glomerata* con un elevado nivel de enmalezamiento, donde predominaba la especie *Setaria geniculata* y la especie sembrada ya casi no existía.

El manejo del barbecho previo a la siembra del cultivo constó de dos aplicaciones de glifosato en las siguientes fechas: el 12/8/2016 se aplicó 2160 g ea/ha. y el 22/9/2016 se aplicó 1080 g ea/ha.

El cultivar sembrado fue KM 4360, de la semillerista Procampo, con una distribución objetivo de 3-4 semillas por metro, una profundidad de aproximadamente 4 cm. y con una distancia entre hilera de 50 cm. Este cultivar fue elegido con el propósito de ser cortado para silo planta entera.

La fertilización del cultivo se hizo tres días previos a la primera fecha de siembra a todo el potrero por igual, y se aplicaron 100 kg de 18/46-46/0. La re-fertilización se realizó el 12/11/2016 aplicando 60 kg de urea.

3.4 DETERMINACIONES REALIZADAS

3.4.1 Determinaciones a nivel de maleza

En el experimento 1 se llevaron a cabo 4 evaluaciones de densidad de malezas, a los 28, 45, 52 y 132 días post aplicación. Las evaluaciones consistieron en identificar el tipo y número de malezas presentes por m.², utilizando un cuadro de 30 x 30 cm. el cual se lanzó 5 veces al azar en cada parcela. A diferencia de las primeras tres, la última

evaluación se realizó como cobertura de malezas en superficie, ya que la alta densidad de las mismas dificultaba su conteo y reconocimiento preciso.

En el experimento 2, se realizaron 2 determinaciones de densidad de malezas, a los 23 y 69 días post aplicación. La metodología empleada fue igual que para el experimento 1, y en este caso ya en la segunda evaluación se midió la densidad de malezas como % de suelo cubierto por las mismas.

La determinación del peso de malezas se realizó a los 132 días post aplicación para el experimento 1 y a los 71 días post aplicación para el experimento 2. El procedimiento empleado fue cortar las malezas al ras del suelo, utilizando el mismo cuadro antes mencionado, posteriormente las muestras se secaron en estufa y se pesaron, obteniendo los valores de materia seca de malezas por tratamiento.

3.4.2 Determinaciones a nivel de cultivo

A nivel del cultivo se evaluó para la segunda fecha de siembra (experimento 2), el peso de la materia seca del maíz, a los 73 días post- siembra. Se procedió a cortar 5 plantas por parcela que estuvieran en plena competencia, se dejaron secar y luego se procedió a pesar las plantas, obteniendo así la estimación promedio de kg de materia seca por planta de maíz.

3.5 CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL

En líneas generales las precipitaciones durante el año de estudio se comportaron por debajo del promedio histórico 1980-2009, excepto el mes de febrero que las precipitaciones fueron muy superiores.

En los meses de agosto, setiembre y octubre principalmente se puede ver que las precipitaciones estuvieron por debajo de la media histórica, lo que posiblemente generó que el perfil no contara con el agua suficiente para el momento de la siembra en fecha 1. Como consecuencia de esto, sumado un barbecho relativamente corto y un antecesor altamente enmalezado, el cultivo tuvo un nacimiento desuniforme y una muy lenta implantación. Por lo tanto esto genera una menor competencia del cultivo sobre las malezas y por ende una mayor competencia por recursos esenciales.

El periodo crítico del cultivo en general presentó buena condición hídrica encontrándose las precipitaciones por encima de la media, esto es primordial para comenzar a definir el rendimiento del cultivo.

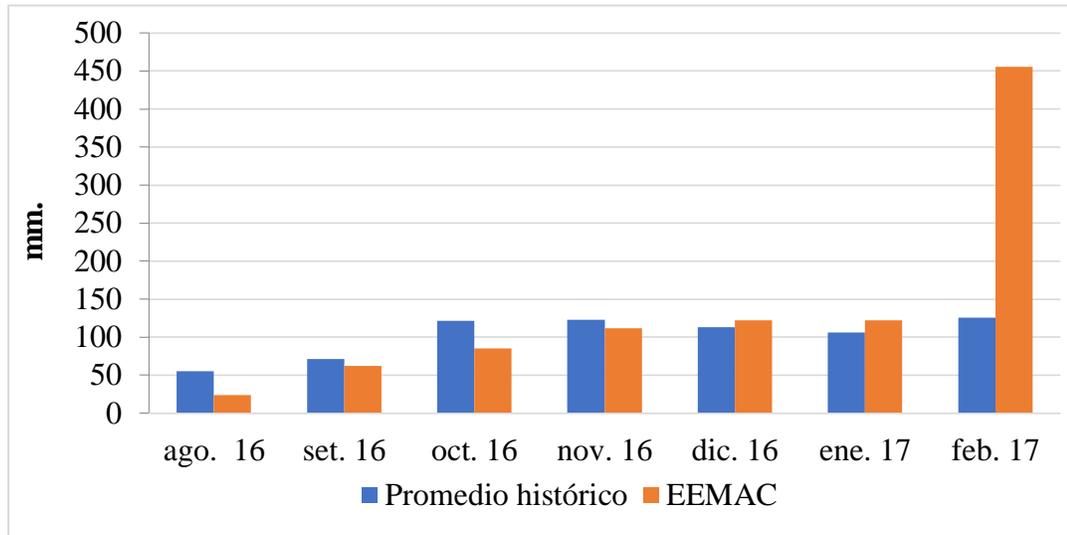


Figura No. 1. Precipitaciones del promedio histórico y precipitaciones del año del experimento

Para la segunda fecha de siembra el régimen hídrico presentó una mejora, alcanzando en el mes de noviembre un promedio de 112 milímetros y 123 mm., para el mes de diciembre, aumentando de esa manera las probabilidades de un mayor porcentaje de implantación.

3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa INFOSTAT. Las medias para las variables de estudio fueron comparadas usando el test de Tukey con un 5% de significancia.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EXPERIMENTO 1

4.1.1 Evaluaciones a los 28 y 45 días post aplicación

Para las primeras dos evaluaciones se presentan sólo los registros de la densidad de las malezas gramíneas con su respectivo análisis estadístico (cuadro No. 3), ya que el nivel de enmalezamiento de hoja ancha fue muy bajo, donde sólo en el testigo estaban presentes. Tampoco se presenta enmalezamiento por especies en estas dos evaluaciones debido a la escasa diferencia y el escaso desarrollo que dificultó su identificación.

En el caso de las malezas gramíneas, a los 28 dpa existieron diferencias estadísticas significativas (p-valor: 0,0140), no entre los tratamientos, pero sí con el testigo. Para los 45 dpa algunos tratamientos no difirieron estadísticamente con el testigo sucio, aunque presentaron valores aceptables de control.

Así mismo en la evaluación a los 45 dpa el enmalezamiento tendió a ser mayor, posiblemente explicado por una menor residualidad del herbicida y a las precipitaciones que generaron un mayor flujo de emergencias de malezas.

Cuadro No. 3. Densidad de gramíneas por m.² a los 28 y 45 dpa (días post aplicación) para cada tratamiento

Tratamiento	28 dpa	45 dpa
Acuron (1L)	39 a	61 ab
Acuron (1L)+ Dual Gold (1,6 L)	1 a	36 a
Adengo (0,4L)	4 a	53 a
Adengo (0,4L) + Gesaprim (1,06Kg)	47 a	72 ab
Gesaprim(1,06Kg) + Dual Gold (1,6L)	8 a	23 a
Gesaprim(1,6Kg) + Dual Gold (1,6L)	13 a	33 a
Gesaprim(1,06Kg) + Sunflower (2L)	7 a	37 a
Testigo	340 b	211 b

Es importante destacar que las escasas precipitaciones ocurridas en agosto y septiembre pudieron generar un perfil con poca agua almacenada teniendo un efecto negativo sobre la acción de los herbicidas preemergentes sobre el enmalezamiento. De acuerdo con Montoya (s.f.), los herbicidas para estar biodisponibles deben hallarse en solución por lo que periodos prolongados de sequía no solo reducen la eficacia de los herbicidas debido a la deficiente absorción por las malezas, sino que también reduce la tasa de degradación de los mismos.

Veinte días luego de la aplicación se registró una lluvia de 70 mm., que como consecuencia pudo generar controles tardíos, aunque ya es imposible predecir la concentración de principio activo en suelo y por otra parte, se dio un gran flujo de malezas consecuencia de estas precipitaciones.

Con respecto a la composición de ese enmalezamiento de gramíneas, estaba dominado ampliamente por *Echinochloa colona* y en segundo lugar por *Digitaria sanguinalis*. Sin embargo el testigo presentó altos niveles de *Setaria geniculata* en la primera evaluación realizada (146 plantas/ m.²), demostrándose de esta manera una alta eficiencia de control de los tratamientos para esta maleza. Observando los valores absolutos de enmalezamiento en la evaluación a los 45 dpa, se puede ver que los tratamientos compuestos por Gesaprim + Dual Gold presentaron una alta eficiencia de control, obteniéndose valores de control sobre *E. colona* de 92%. Similares resultados encontraron Janak y Grichar (2016) cuando probaron la mezcla de iguales principios activos: atrazina + metolaclor a dosis de 1,3 kg i.a/ ha. y 1,6 L i.a/ha., respectivamente, donde obtuvieron controles de 90 a 97% sobre *Echinochloa crus-galli*.

Ponsa et al. (2006) hallaron valores de control del 97% para *Digitaria sanguinalis* y *Echinochloa crus-galli* en dosis similares de la mezcla atrazina + metolaclor a los 30 días de aplicado el tratamiento, y sin efecto fitotóxicos sobre el cultivo de maíz.

Alzugaray y Sonderegger (2015), obtuvieron controles de 82% sobre capín a los 20 dpa para la mezcla, confirmando nuevamente el eficiente control de la mezcla sobre las gramíneas anuales en general, pero especialmente sobre el género *Echinochloa*.

Por otra parte, se pudo observar que el tratamiento de Acuron en mezcla con Dual Gold presentó menores niveles de enmalezamiento en valores absolutos comparado con el tratamiento compuesto solamente por Acuron. El control de estos tratamientos fue principalmente sobre capín y pasto blanco.

En cuanto a la mezcla de Adengo + atrazina, se pudo ver que tuvo un menor control de gramíneas en relación al tratamiento con Adengo solo. En contraposición Stephenson y Bond (2012) encontraron que la mezcla de los dos herbicidas si tuvo mayor eficiencia de control frente a gramíneas en relación con Adengo solo (isoxaflutole + thiencazone methyl). Las mezclas de atrazina con metolaclor presentaron una

mayor tendencia en el control de gramíneas comparado con la mezcla de atrazina + Adengo.

Para el caso de la mezcla de atrazina con las cloroacetamidas, no se encontraron diferencias en el control del enmalezamiento.

Las malezas hoja ancha predominantes fueron yuyo colorado (*Amaranthus spp.*), y verdolaga (*Portulaca oleracea*) en menor proporción.

Todos los tratamientos presentaron un excelente control de malezas hoja ancha, obteniéndose para la evaluación a los 45 dpa un control del 100%, excepto para el tratamiento de Adengo, donde solo se obtuvo 75% de control, comprobando de esta manera la eficiencia de la mezcla de este herbicida con atrazina sobre las dicotiledóneas.

Cuadro No. 4. Densidad de malezas hoja ancha por m.² y porcentaje de control a los 45 dpa para cada tratamiento

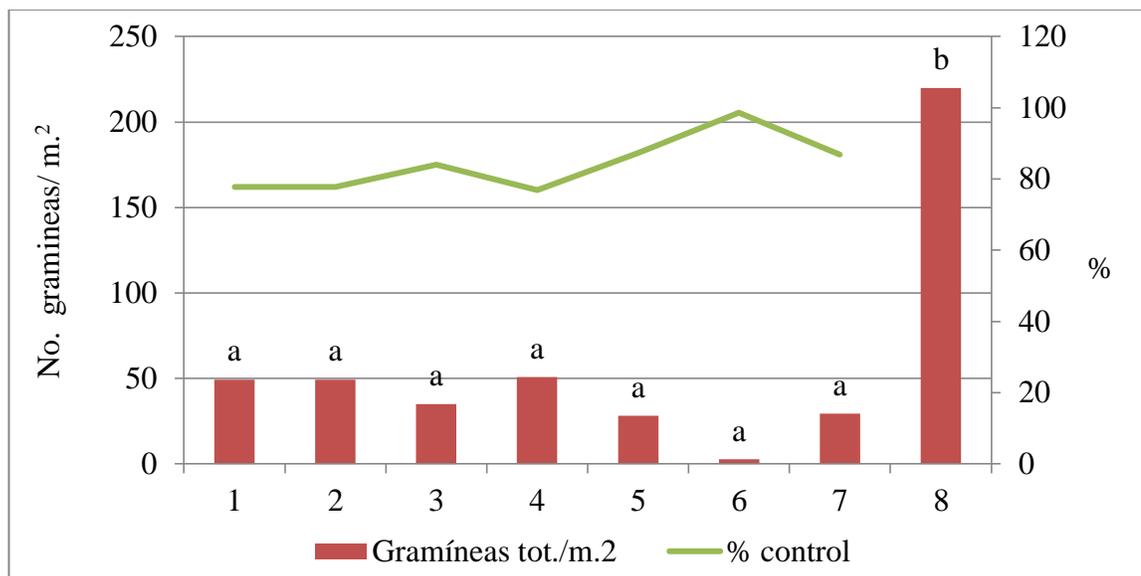
Tratamiento	No./ m. ² HA	% control
Acuron (1L)	1 a	99,9
Acuron (1L)+ Dual Gold (1,6 L)	0 a	100
Adengo (0,4L)	7 a	75
Adengo (0,4L) + Gesaprim (1,06Kg)	0 a	100
Gesaprim(1,06Kg) + Dual Gold (1,6L)	1 a	100
Gesaprim(1,6Kg) + Dual Gold (1,6L)	1 a	100
Gesaprim(1,06Kg) + Sunflower (2L)	0 a	100
Testigo	27 a	-

De acuerdo con Sarangi y Jhala (2018) el control para malezas de hoja ancha con la mezcla de atrazina + isoxaflutole + thiencazone methyl (0,5 kg i.a /ha. + 0,10 L i.a/ ha.) fue de 92% y 89% para los 28 y 42 días post aplicación, respectivamente. Para el caso de las malezas gramíneas anuales los valores de control calculados fueron menores.

4.1.2 Evaluación realizada a los 52 días post aplicación

Para la evaluación llevada a cabo a los 52 dpa, en el caso de las gramíneas por m^2 se observó que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, excepto con el testigo.

Los resultados observados en la figura No. 2 muestran una tendencia de un mayor control de los tratamientos que contienen en la mezcla atrazina. Además se observó respuesta en el control al aumentar la dosis de atrazina en mezcla con metolaclor, explicada principalmente por una tendencia en términos absolutos de una menor densidad de *Setaria geniculata* y *Digitaria sanguinalis* como se muestra en el cuadro No. 5.



T1, Acuron (1 l/ha.); T2, Acuron (1 l/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.); T3, Adengo (0,4 l/ha.); T4, Adengo (0,4 l/ha.) + atrazina (1,06 kg/ha.); T5, atrazina (1,06 kg/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.); T6, atrazina (1,6 kg/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.); T7, atrazina (1,06 g/ha.) + acetoclor (2 l/ha.); T8, testigo.

Figura No. 2. Malezas gramíneas por m^2 y % de control para cada tratamiento de herbicidas a los 52 dpa

Cuadro No. 5. Número de plantas de *Setaria geniculata* y *Digitaria sanguinalis* por m² y eficiencia de control (entre paréntesis)

Tratamiento	<i>Setaria geniculata</i> (No./m. ²)	<i>Digitaria sanguinalis</i> (No./m. ²)
Acuron (1 l/ha.)	43 ab (70)	2 a (97)
Acuron (1 l/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.)	32 b (78)	9 a (88)
Adengo (0,4 l/ha.)	24 b (82)	10 a (87)
Adengo (0,4 l/ha.) + atrazina (1,06 kg/ha.)	25 b (83)	21 a (73)
Atrazina (1,06 kg/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.)	15 b (90)	9 a (88)
Atrazina (1,6 kg/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.)	0 b (100)	2 a (97)
Atrazina (1,06 g/ha.) + acetoclor (2 l/ha.)	23 b (84)	3 a (96)
Testigo	143 a	77 a

Tratamientos con distinta letra difieren estadísticamente (P<0,05)

Como en las evaluaciones anteriores, se mantiene la tendencia de un mayor control de la mezcla de atrazina + metolaclor en las malezas gramíneas, presentando los más altos valores de control (99% promedio).

Para el caso de atrazina en mezcla con acetoclor los controles fueron buenos pero siempre inferiores a cualquiera de los tratamientos con metolaclor, con un promedio de control para gramíneas de 89%. Estos valores son muy similares a los obtenidos por Villalba (2014) donde el control fue de 88% para malezas gramíneas a los 59 dpa con el tratamiento de atrazina + acetoclor (1,0 kg i.a/ha. y 1,8 kg i.a/ha.).

Por otra parte, los tratamientos de Acuron solo y en mezcla con metolaclor no presentaron diferencias estadísticas, donde el enmalezamiento existente estaba dominado por *S. geniculata* y ambos tratamientos (1 y 2) tuvieron un control de 78% para gramíneas. Esto podría verse explicado por la residualidad del herbicida, que en ambos tratamientos fue disminuyendo la concentración del principio activo en suelo.

Para *Digitaria sanguinalis* todos los tratamientos tuvieron un excelente control; en este caso el tratamiento de bicylopyrone en mezcla con metolaclor presentó un menor control de esta maleza con respecto al bicylopyrone solo observando valores

absolutos, aunque no hay diferencias estadísticas entre estos tratamientos, quizás explicado por el bajo número de la maleza.

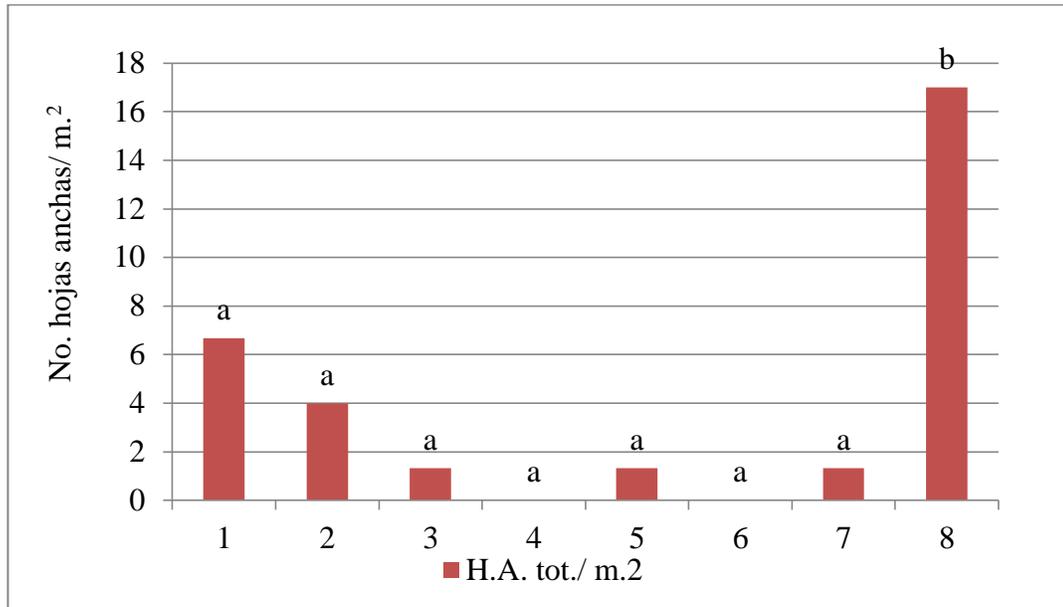
Moreno (2017) encontró valores similares de control sobre *Digitaria sanguinalis* a los 60 dpa, pero el tratamiento en mezcla presentó mejores resultados, obteniendo un 94% para bicilopyrone + metolaclor y 89% para bicyclopyrone solo.

Siguiendo la tendencia de las primeras dos evaluaciones, el tratamiento de Adengo logró mayores niveles de control de las malezas gramíneas que el tratamiento de ese herbicida en mezcla con atrazina.

La composición del enmalezamiento de hoja ancha para esta evaluación mantuvo las especies predominantes desde el principio del experimento, *Portulaca oleracea* y *Amaranthus spp.* También se encontraron en menor proporción *Cyperus sp.* y *Conyza sp.*

Como se observa en la figura No. 3 no hubo diferencias significativas entre tratamientos en el número de malezas hojas anchas por m.², solamente con el testigo. Aquellos tratamientos de atrazina en mezcla con cloroacetamidas (acetoclor y metolaclor) y atrazina con Adengo tendieron a presentar un menor enmalezamiento como consecuencia de un mayor control. Esta última mezcla de herbicidas tuvo mayor control comparado con el Adengo (isoxaflutole + thiencazone methyl) solo, esto respalda los resultados obtenidos en las dos primeras evaluaciones.

Se observó que los tratamientos que contenían bicyclopyrone (Acuron, tanto solo como en mezcla, tuvieron mayor enmalezamiento de malezas hojas anchas.



T1, Acuron (1 l/ha.); T2, Acuron (1 l/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.); T3, Adengo (0,4 l/ha.); T4, Adengo (0,4 l/ha.) + atrazina (1,06 kg/ha.); T5, atrazina (1,06 kg/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.); T6, atrazina (1,6 kg/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.); T7, atrazina (1,06 g/ha.) + acetoclor (2 l/ha.); T8, testigo.

Figura No. 3. Número de malezas hoja ancha por m.² para cada tratamiento a los 52 dpa

En el cuadro No. 6 se muestra el análisis estadístico comparando solamente los tratamientos de herbicidas discriminando al testigo, donde tampoco se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas para malezas gramíneas ni hojas ancha como se esperaba, debido a la gran diferencia entre los valores reales de densidad de malezas.

Cuadro No. 6. Número de malezas gramíneas y hoja ancha por m.² a los 52 dpa para los tratamientos de herbicidas

Tratamiento	Gramíneas (No./m. ²)	Hojas ancha (No./m. ²)
Acuron (1 l/ha.)	49 a	7 a
Acuron (1 l/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.)	49 a	4 a
Adengo (0,4 l/ha.)	35 a	1 a
Adengo (0,4 l/ha.) + atrazina (1,06 kg/ha.)	51 a	0 a
Atrazina (1,06 kg/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.)	28 a	1 a
Atrazina (1,6 kg/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.)	3 a	0 a
Atrazina (1,06 g/ha.) + acetoclor (2 l/ha.)	29 a	1 a

4.1.3 Evaluación de % cobertura a los 132 dpa

Los resultados obtenidos en esta evaluación son producto del control efectuado por los tratamientos herbicidas, la competencia por parte del cultivo y las condiciones climáticas durante todo el ciclo del cultivo.

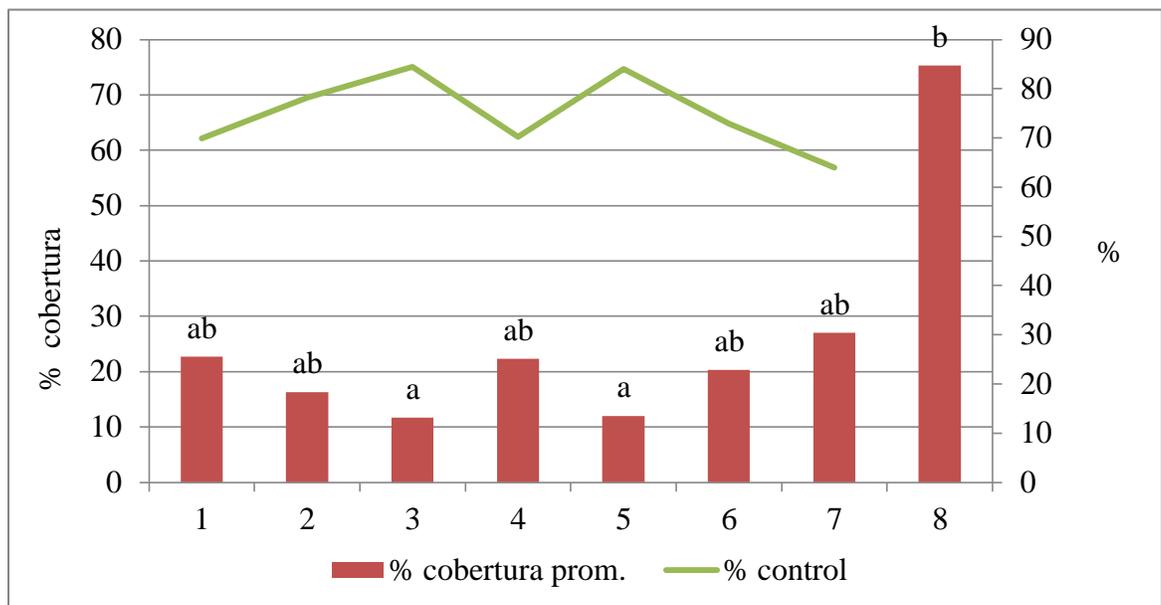
En líneas generales los niveles obtenidos de cobertura de malezas en valores absolutos fueron aceptables para esta última evaluación ya que ningún tratamiento superó el 30% de suelo cubierto por malezas en relación con el testigo que alcanzó niveles de 75 % de cobertura. Este método de evaluación del enmalezamiento se asocia principalmente al estado de la maleza y arquitectura de su área foliar y no tanto al número.

Como se puede observar en la figura los únicos tratamientos que presentaron diferencias significativas frente al testigo sucio fueron Adengo solo y la mezcla de Gesaprim + Dual Gold (1,06 kg i.a/ha. y 1,6 l i.a/ha.). Los demás tratamientos no presentaron diferencias significativas frente al testigo.

Estos dos tratamientos mantuvieron su buen comportamiento frente a las malezas, producto de un buen control de las emergencias. Como se comprobó en las evaluaciones anteriores la mezcla de Gesaprim + Dual Gold siguió teniendo un

excelente control frente a *Echinochloa*, ya que al observar la composición del enmalezamiento se encontró solamente *Setaria geniculata* y *Digitaria sanguinalis*.

Observando el tratamiento de Gesaprim dosis alta (1,6 kg/ha.) + Dual Gold (1,6 l/ha.) no sigue la tendencia observada en la evaluación anterior, ya que es uno de los tratamientos que presentó mayor cobertura de malezas, similar a los demás tratamientos. Posiblemente esto se explique por lo mencionado anteriormente, que esas pocas malezas en estados avanzados muy macolladas y sin competencia intra-específica de gran tamaño logran alta cobertura.



T1, Acuron (1 l/ha.); T2, Acuron (1 l/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.); T3, Adengo (0,4 l/ha.); T4, Adengo (0,4 l/ha.) + atrazina (1,06 kg/ha.); T5, atrazina (1,06 kg/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.); T6, atrazina (1,6 kg/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.); T7, atrazina (1,06 g/ha.) + acetoclor (2 l/ha.); T8, testigo.

Figura No. 4. Evaluación del % de cobertura de malezas y el % de control para cada tratamiento a los 132 días post aplicación

4.1.4 Enmalezamiento residual (materia seca de malezas a cosecha)

Para esta evaluación no existieron diferencias estadísticas en materia seca de las malezas entre ninguno de los tratamientos a final de ciclo (p-valor: 0,1374) explicado posiblemente por el alto coeficiente de variación.

Se presentan los resultados del peso de las gramíneas por m.² ya que explicaron la mayor parte del enmalezamiento y por lo tanto de la materia seca a cosecha. En relación a la materia seca de las malezas de hoja ancha los valores obtenidos en algunos de los tratamientos estuvieron dados por algunas pocas malezas en estado de desarrollo avanzado.

Las malezas que se encontraron en mayor proporción fueron *Setaria geniculata* seguida por *Digitaria sanguinalis*, esta tendencia se mantuvo tanto en el testigo sucio como en los tratamientos con herbicidas preemergentes.

Los valores obtenidos de enmalezamiento no superaron los 198 gramos de materia seca (M.S.)/m.² para los tratamientos con herbicidas, mientras que el testigo fue de 3 veces más, alcanzando un valor de 618 g M.S./m.². Los niveles de enmalezamiento fueron elevados en líneas generales ya que no se controló con glifosato durante el cultivo, sumado a esto, algunas malezas escaparon al control de los herbicidas preemergentes.

Alzugaray y Sonderegger (2015) obtuvieron valores de materia seca de malezas a cosecha, superando los 60 g M.S./m.² en todos los tratamientos y el testigo sucio más de 140 g M.S./m.². Sin embargo Britos y Goyeni (2013) reportaron mayores niveles de control a cosecha, donde varió entre 5 y 40 g M.S./m.² el nivel de malezas de los tratamientos con herbicidas, mientras que el testigo presentó en el caso de estos autores, 154 g M.S./m.².

Es importante resaltar que los trabajos mencionados anteriormente tuvieron aplicaciones de glifosato durante el ciclo del cultivo, lo que se reflejó en mayores niveles de control y por lo tanto en menores incidencias de las malezas a cosecha.

Por otra parte Feijóo y Pessi (1999) obtuvieron valores de enmalezamiento para el testigo sucio de 150 g M.S./m.² y para los tratamientos en el rango de 40-90 g M.S./m.², sin aplicaciones de glifosato durante el ciclo del cultivo.

Analizando el cuadro No. 6, el menor peso de gramíneas se registró en los tratamientos de Gesaprim + Dual Gold, esto es el resultado del control eficiente que mantuvieron estos durante todo el experimento.

El tratamiento de Acuron fue el que presentó mayores niveles de materia seca de gramíneas a la cosecha en valores absolutos como era de esperarse, ya que durante el experimento tuvo menor control que la mezcla con Dual Gold. Este enmalezamiento fue explicado en su mayoría por *Setaria geniculata*, ya que el control sobre *D. sanguinalis* fue muy bueno.

Analizando el comportamiento de estos tratamientos frente a las malezas de hoja ancha se observó mayor peso de estas comparado con los otros tratamientos, esta tendencia se mantiene desde las evaluaciones anteriores, donde los tratamientos que

contenían Acuron tuvieron el menor control sobre las latifoliadas presentes, en este caso sobre *Amaranthus spp.* y *Portulaca oleracea*.

Como se observa en el cuadro No. 6 el nivel de enmalezamiento del testigo sucio fue muy elevado, donde se encontró 509 g por m.² de *Setaria geniculata*. Una de las causas del alto dominio de esta maleza fue el gran banco de semilla que había en suelo, ya que en el verano anterior al del experimento el potrero tenía una alta infestación de la maleza.

Cuadro No. 7. Peso de gramíneas por m.² y % de control a los 132 dpa

Tratamiento y dosis (i.a./ha.)	M.S. de <i>Setaria geniculata</i> (g/m.²)	M.S. de <i>Digitaria sanguinalis</i> (g/m.²)	M.S. de gramíneas (g/m.²)	% control
Bicyclopyrone (0,2)	176,08 A	0 A	193,05 A	68
Bicyclopyrone (0,2) + metolaclor (1,536)	69,04 A	3,76 A	80,38 A	86
Isoxaflutole + tiencarbazone-metilo (0,09) + cipro sulfamida (0,036)	98,38 A	9 A	113,28 A	81
Isoxaflutole + tiencarbazone-metilo (0,09) + atrazina (0,996)	37,68 A	53,29 A	74,54 A	87
Atrazina (0,996) + metolaclor (1,536)	33,17 A	34,73 A	67,80 A	89
Atrazina (1,5) + metolaclor (1,536)	16,66 A	29,59 A	68,22 A	88
Atrazina (0,996) + acetoclor (1,8)	49,55 A	28,99 A	86,71 A	85
Testigo sucio	509,54 A	10,91 A	595,64 A	--



Figura No. 5. Fotografía del testigo sucio a los 132 dpa

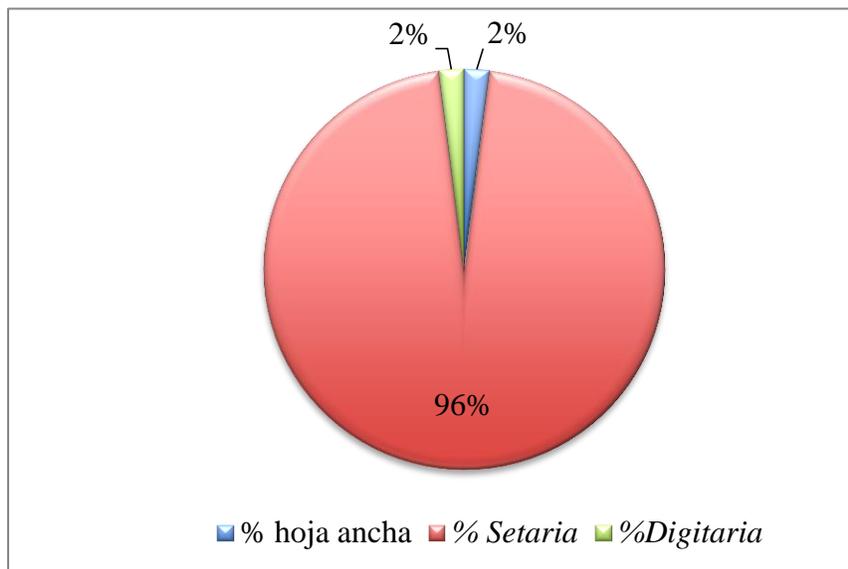


Figura No. 6. Composición del enmalezamiento del testigo sucio

4.2. EXPERIMENTO 2

Las condiciones ambientales en este experimento fueron mejores en cuanto a precipitaciones, registrándose lluvias de 60 mm entorno al 30 de noviembre que fue la fecha de la aplicación.

Este régimen hídrico favorable permitió lograr una mayor implantación del cultivo con emergencias más homogéneas, además de una rápida absorción de los herbicidas por parte de las malezas, una de las razones que explican el bajo nivel de enmalezamiento de este experimento.

4.2.1 Evaluación a los 23 dpa

En líneas generales en esta primera evaluación la presencia de malezas fue muy baja, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ningún tratamiento ni frente al testigo sucio (p-valor: 0,4156).

Una de las principales razones de estos resultados fue que este experimento tuvo una aplicación más de glifosato con respecto al experimento 1. Además se realizó la aplicación de los tratamientos de herbicidas preemergentes, generando un excelente control de las malezas emergidas y futuras emergencias, encontrándose este bajo nivel de enmalezamiento al momento del muestreo.

A diferencia de la primera evaluación llevada a cabo en el primer experimento en esta evaluación se observó principalmente presencia de dicotiledóneas, superando en la mayoría de los tratamientos a las malezas gramíneas. Este enmalezamiento hoja ancha estuvo dado en su mayoría por *Amaranthus sp.* Esto era de esperar ya que esta maleza tiene su primer flujo de emergencia entre mediados de octubre y mediados de noviembre cuando se alcanzan los grados días necesarios para los nacimientos (Garay et al., 2015).

Cuadro No. 8. Densidad de malezas por m.² a los 23 dpa

TRATAMIENTO	Gramíneas/ m. ²	Hoja anchas/ m. ²	Malezas totales/m. ² .
Acuron (1L)	0 a	8 a	8 a
Acuron (1L)+ Dual Gold (1,6 L)	0 a	3 a	3 a
Adengo (0,4L)	5 a	0 a	5 a
Adengo (0,4L) + Gesaprim (1,06Kg)	0 a	0 a	0 a
Gesaprim(1,06Kg) + Dual Gold (1,6L)	0 a	3 a	3 a
Gesaprim(1,6Kg) + Dual Gold (1,6L)	0 a	0 a	0 a
Gesaprim(1,06Kg) + Sunflower (2L)	1 a	3 a	4 a
Testigo	0 a	1 a	1 a

4.2.2 Evaluación a los 69 dpa

La segunda evaluación se realizó como % de cobertura de malezas ya que se esperaba un alto número de plantas. A pesar de esto, el enmalezamiento en general siguió siendo bajo, encontrándose en el testigo un 28% de cobertura de malezas promedio.

En el análisis estadístico no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ni con el testigo sucio (p- valor: 0,1965).

Los controles en general fueron buenos, entorno al 70 %, especialmente considerando que se trataba de un enmalezamiento a los 69 días después de aplicado los herbicidas preemergentes.

Los niveles más bajos de enmalezamiento se dieron en el tratamiento de Adengo + atrazina y en el de atrazina + Dual Gold, con un 75 y 71% de control respectivamente.

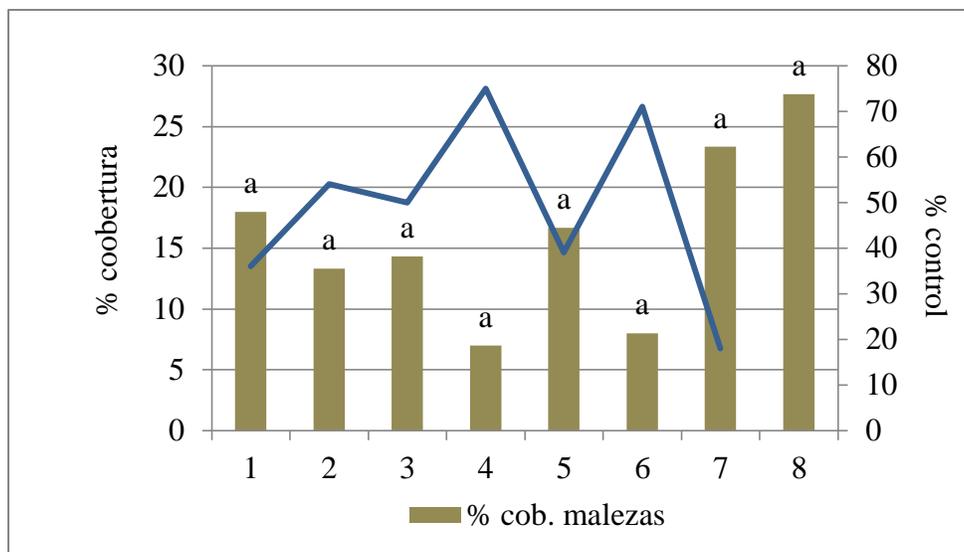
Nuevamente la mezcla de atrazina + Dual Gold con dosis alta de atrazina generó un muy buen control de las malezas. Con respecto a la mezcla de atrazina con cloroacetamidas se mantiene el mejor control de la mezcla con metolaclor (Dual Gold) que con acetoclor (Sunflower).

Para la mezcla de Gesaprim + Sunflower (acetoclor) no se obtuvieron los resultados esperados ya que al tratarse de una cloroacetamida se esperaba un mayor control de malezas por una mayor residualidad del tratamiento, sin embargo para esta evaluación los niveles de control fueron entorno al 20%, con un enmalezamiento similar al testigo.

Janak y Grichar (2016) encontraron para la mezcla de atrazina + acetoclor un control de 90% sobre malezas anuales gramíneas y 99% sobre hojas anchas incluso a los 101 días post aplicación.

El tratamiento que tiene Adengo solo presentó un menor control y por ende una mayor cobertura de malezas que el Adengo + atrazina, esto concuerda con los resultados hallados por Alzugaray y Sonderegger (2015).

Observando los valores absolutos del tratamiento Acuron solo en comparación a la mezcla de Acuron + Dual Gold se puede decir que la mezcla generó un mayor control observando los valores de cobertura de malezas.



T1, Acuron (1 l/ha.); T2, Acuron (1 l/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.); T3, Adengo (0,4 l/ha.); T4, Adengo (0,4 l/ha.) + atrazina (1,06 kg/ha.); T5, atrazina (1,06 kg/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.); T6, atrazina (1,6 kg/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.); T7, atrazina (1,06 g/ha.) + acetoclor (2 l/ha.); T8, testigo.

.Figura No. 7. Evaluación del % de suelo cubierto por malezas a los 69 dpa

4.2.3. Materia seca residual a cosecha

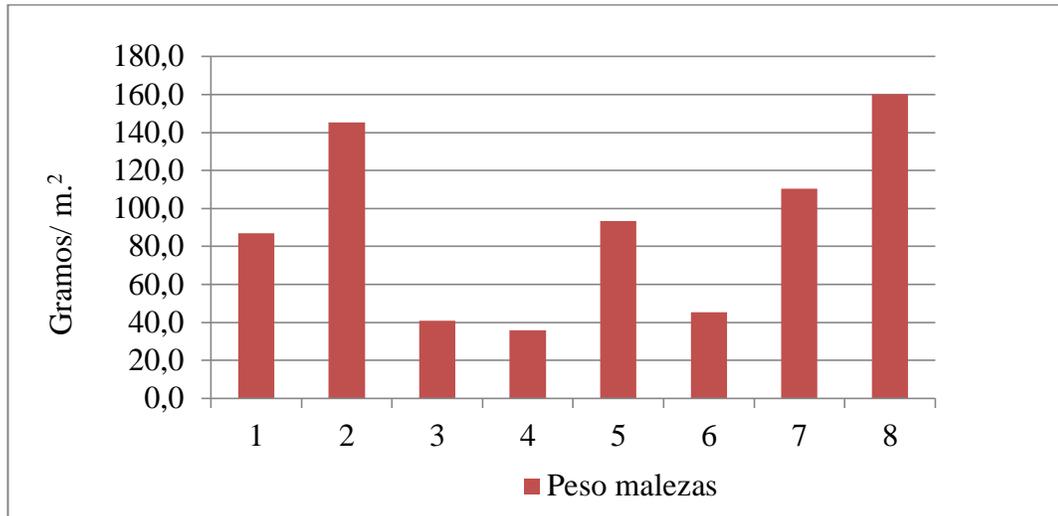
En la figura No. 8 se presentan los valores promedios de materia seca, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, ni con el testigo (p-valor: 0,2884). Los valores obtenidos en materia seca fueron inferiores al experimento uno como era de esperar, por los resultados de las evaluaciones anteriores.

A diferencia del experimento 1 y como se puede ver en la figura No. 9, el enmalezamiento en el testigo sucio estaba compuesto en mayor proporción por *Echinochloa colona* (85%) seguido de *Setaria geniculata* (15%), con muy baja presencia de malezas de hoja ancha. Esto puede ser consecuencia de la mayor competencia de las gramíneas frente a las latifoliadas, además de la presencia en el banco de suelo.

Considerando el estado de desarrollo de las malezas se puede predecir un elevado potencial de reinfestación de *Echinochloa* y *Setaria geniculata* en el sistema.

Además este cambio encontrando en la composición del enmalezamiento del testigo con respecto al experimento 1 posiblemente explicado por la dinámica en el flujo de emergencia para *Echinochloa colona*, ya que a fines de noviembre se dan los máximos flujos de emergencias de esta especie.²

²Villalba, J. 2016. Curso de cereales y cultivos industriales EEMAC. (sin publicar)



T1, Acuron (1 l/ha.); T2, Acuron (1 l/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.); T3, Adengo (0,4 l/ha.); T4, Adengo (0,4 l/ha.) + atrazina (1,06 kg/ha.); T5, atrazina (1,06 kg/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.); T6, atrazina (1,6 kg/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.); T7, atrazina (1,06 g/ha.) + acetoclor (2 l/ha.); T8, testigo.

Figura No. 8. Materia seca por m² de malezas a los 69 dpa

Se destaca el tratamiento de Acuron + Dual Gold por tener un alto peso de materia seca, el cual estuvo determinado por la presencia de *Amaranthus* spp. principalmente ya que en este tratamiento el nivel de malezas gramíneas fue casi nulo. La importancia de esta maleza radicó en su peso y no tanto en el número de plantas presentes, ya que eran plantas grandes en estados avanzados de desarrollo pudiendo generar esa magnitud en la competencia.

En cuanto a los tratamientos que contenían Adengo fueron los que tendieron al menor enmalezamiento a cosecha. La maleza que determinó este resultado fue *E.colona* obteniéndose valores de control de 71% para Adengo solo y 84% para la mezcla con atrazina. Para malezas de hoja ancha el control obtenido en ambos tratamientos fue muy bueno, siguiendo la tendencia de los resultados del experimento anterior.

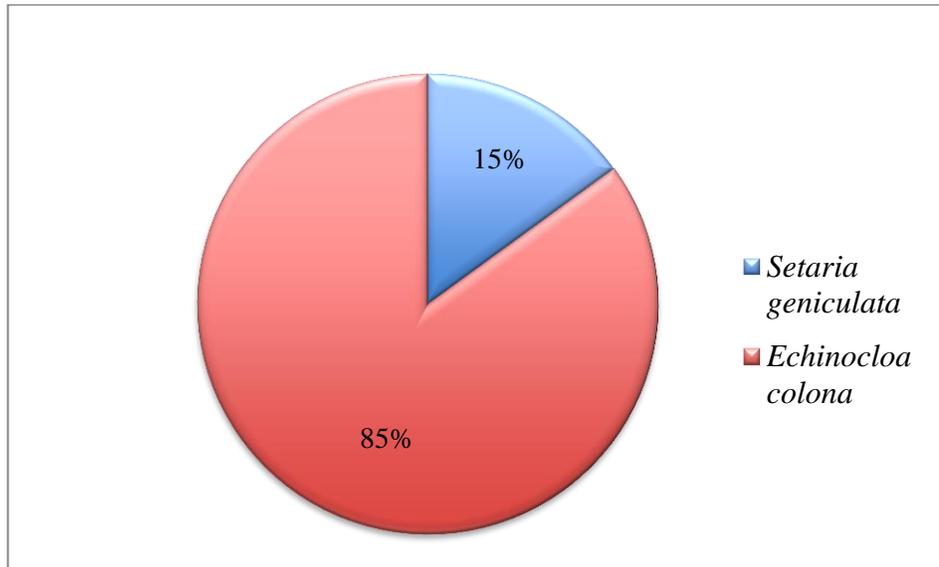


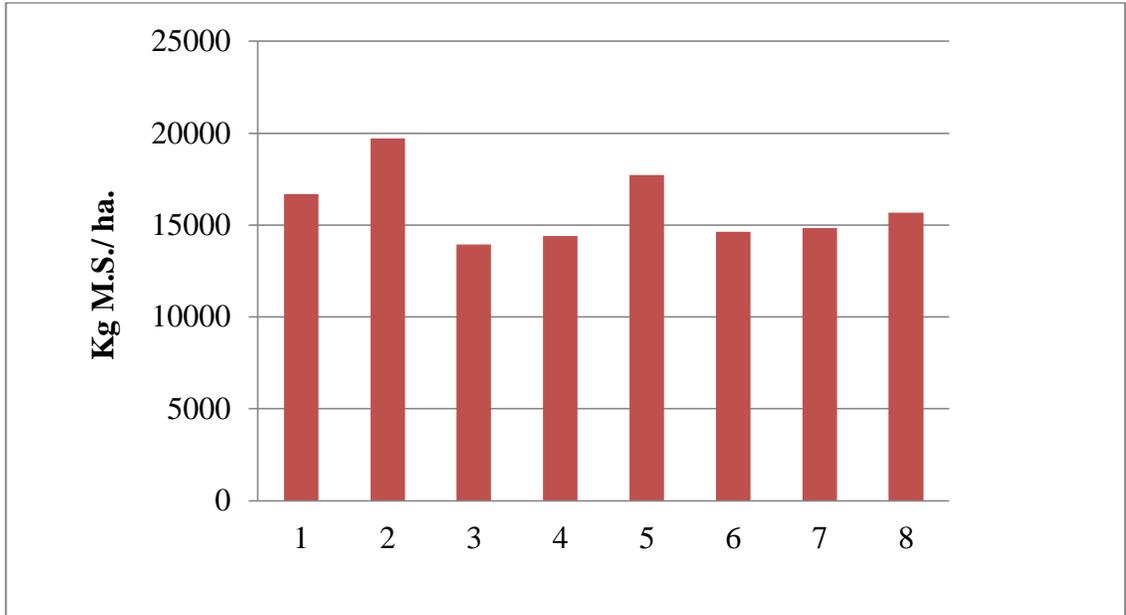
Figura No. 9. Composición del enmalezamiento del testigo sucio

4.2.4 Materia seca de maíz

La evaluación de rendimiento de materia seca total de maíz en R3 no evidenció diferencias estadísticas de ningún tratamiento frente al testigo sucio (p-valor: 02446), por este motivo se presentan los valores promedios de materia seca de planta entera de maíz.

En líneas generales los valores hallados de materia seca fueron buenos como era de esperarse, ya que la interferencia de malezas en este experimento no fue importante y el cultivo se encontró durante todo el ciclo con buena disponibilidad hídrica incluso entorno al periodo crítico (desde mediados enero a mediados de febrero) donde las precipitaciones fueron mayores al promedio histórico.

Como se observa en la figura No. 10 se calculó la materia seca por hectárea de maíz, estimando un porcentaje aproximado de implantación del 70%, el cual sumado al buen control de los herbicidas preemergentes sobre el enmalezamiento y la capacidad competitiva del cultivo, generaron un rendimiento promedio de los tratamientos de 15996 kg M.S./ ha. de planta entera.



T1, Acuron (1 l/ha.); T2, Acuron (1 l/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.); T3, Adengo (0,4 l/ha.); T4, Adengo (0,4 l/ha.) + atrazina (1,06 kg/ha.); T5, atrazina (1,06 kg/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.); T6, atrazina (1,6 kg/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.); T7, atrazina (1,06 g/ha.) + acetoclor (2 l/ha.); T8, testigo.

Figura No. 10. Estimación de materia seca por hectárea de planta entera de maíz a los 73 días post siembra

5. CONCLUSIONES

Los herbicidas en mezcla generaron mejores controles sobre el enmalezamiento en comparación a los herbicidas aplicados solos, esto se puede atribuir a la complementariedad de los mismos, lo que permitió controlar un mayor rango de especies.

5.1 EXPERIMENTO 1

Las condiciones ambientales entorno a la siembra y aplicación no fueron las deseables dado las escasas precipitaciones lo que pudo haber afectado los resultados obtenidos.

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de herbicidas en ninguna evaluación.

Así mismo, las tendencias de mayores controles lo presentaron los tratamientos de atrazina (1,06 kg/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.) y atrazina (1,6 kg/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.) superando el 90% de control sobre *Setaria geniculata*, *Echinochloa colona* y *Digitaria sanguinalis*.

El potencial de reinfestación al sistema, igualmente, fue considerado elevado, con un promedio de 192 g de materia seca por m.² para los tratamientos con herbicidas preemergentes y sin glifosato en postemergencia.

5.2 EXPERIMENTO 2

El enmalezamiento fue significativamente menor con respecto al primer experimento, determinado por la mejora en las condiciones climáticas y por una tercera aplicación de glifosato previo a la siembra.

Se destacaron los tratamientos de Adengo (0,4 l/ha.) + atrazina (1,06 kg/ha.) y atrazina (1,6 kg/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.) a los 69 dpa, con 75 y 71% de control respectivamente sobre malezas totales.

En cuanto al rendimiento de materia seca de maíz no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ni con el testigo sucio. Este resultado pudo estar explicado por el bajo enmalezamiento del experimento el cual no tuvo impacto en la definición del rendimiento.

El potencial de reinfestación de sistema fue menor que en el caso anterior, con un promedio de materia seca a cosecha de 79 g por m.². El mismo estuvo dominado en mayor proporción por *Echinochloa sp.* seguido de *Setaria geniculata*.

6. RESUMEN

El experimento fue realizado en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni, ubicado en el departamento de Paysandú, en la primavera-verano 2016-2017. El objetivo del trabajo fue evaluar la eficiencia de control de distintos herbicidas preemergentes solos y combinados, sobre las malezas en maíz y el efecto de los mismos en el rendimiento del cultivo. El diseño experimental utilizado fue en bloques completamente al azar con tres repeticiones. Los tratamientos fueron: T1, Acuron (1 l/ha.); T2, Acuron (1 l/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.); T3, Adengo (0,4 l/ha.); T4, Adengo (0,4 l/ha.) + atrazina (1,06 kg/ha); T5, atrazina (1,06 kg/ha) + metolaclor (1,6 l/ha.); T6, atrazina (1,6 kg/ha.) + metolaclor (1,6 l/ha.); T7, atrazina (1,06 g/ha.) + Acetoclor (2 l/ha.); T8, testigo. Estos tratamientos se aplicaron en dos fechas de siembras del maíz, 25 de septiembre y 29 de noviembre. En la primera fecha de siembra (experimento 1) se realizaron determinaciones de la densidad de malezas (No. pl.m.²) a los 28 dpa, 45 dpa y 52 dpa, a los 132 dpa se evaluó el % de suelo cubierto por malezas. En la segunda fecha (experimento 2) se evaluó la densidad de malezas a los 23 dpa como No. pl.m.² y a los 69 dpa como % de suelo cubierto. Para ambos experimentos a la cosecha se evaluó la materia seca de malezas y de maíz. El enmalezamiento estuvo dominado por malezas gramíneas, donde en el experimento 1 predominó *Setaria geniculata* y *Digitaria sanguinalis*, mientras que en el experimento 2 cobró mayor importancia *Echinochloa Colona* seguido de *Digitaria sanguinalis*. En cuanto a malezas hojas anchas, predominó *Amaranthus sp.*, aumentando el número para la segunda fecha de siembra. No se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos de herbicidas para ninguno de los experimentos, en ninguna de las variables evaluadas. Los tratamientos que contenían atrazina presentaron los mayores controles, destacándose la mezcla de atrazina + metolaclor, con ambas dosis de atrazina, que mantuvieron los niveles de control durante todo el experimento por encima del 90% para gramíneas. El tratamiento de Adengo + Gesaprim presentó buenos controles sobre dicotiledóneas. En lo que respecta al rendimiento del cultivo en el experimento 2, fue bueno y no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos, explicado por el régimen hídrico favorable y el bajo enmalezamiento presente como resultado de un buen barbecho y el efecto de los tratamientos preemergentes.

Palabras clave: Preemergentes; Maíz; Malezas.

7. SUMMARY

The experiment was performed at the experimental station Mario A. Cassinoni situated in the province of Paysandú, during spring-summer 2016-2017. The objective of the work was to evaluate the control efficiency of different preemergence herbicides alone and in combination on weeds in corn and the effect of these in crop yield. The experimental design used was a randomized complete block with three replicates. The treatments were: T1, Acuron (1 l/ha.); T2, Acuron (1 l/ha.) + metolaclo (1,6 l/ha.); T3, Adengo (0,4 l/ha.); T4, Adengo (0,4 l/ha.) + atrazina (1,06 kg/ha); T5, atrazina (1,06 kg/ha) + metolaclo (1,6 l/ha.); T6, atrazina (1,6 kg/ha.) + metolaclo (1,6 l/ha.); T7, atrazina (1,06 g/ha.) + Acetoclor (2 l/ha.); T8, testigo. These treatments were applied in two planting date of corn, 25 september and 29 november. In the first planting date (experiment 1) determinations of the density of weeds (No. pl.m.²) were carried out at 28 dpa, 45 dpa and 52 dpa, at 132 dpa it was evaluated % of covered soil by weeds. In the second planting date (experimento 2) the density of weeds was evaluate at 23 dpa as No. pl. m² and at 69 dpa as % of covered soil. In both experiments it was determined the dry weight weeds and corn at harvest. The predominant weeds were gramineous. The first experiment was dominated by *Setaria geniculata* and *Digitaria sanguinalis* while the second experiment was dominated by *Echinochloa colona* followed by *Digitaria sanguinalis*. In reference to broad leaf weeds *Amaranthus sp.* was the main one, which had an increase for the second planting date. There were no statistical differences between herbicides treatments in any experiment, for any evaluated variables. The treatments that had atrazina showed highest controls, standing out the mixture of atrazine plus metolaclo with both doses of atrazina, these keep high control over 90 % on gramineous during all the experiment. Treatment of Adengo plus Gesaprim presented good levels of controls on dicotyledons. Regarding the crop yield in the second experiment, it was good but there were not statistical differences between treatments, it was explained by favorable water conditions and a low level of weeds as result of a good fallow with glyphosate and the effect of preemergent herbicides.

Keyword: Preemergent; Corn; Weeds.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Alda, S.; Cârciu, G.; Manea, D. N.; Ștef, R. 2010. New strategies of chemical control of annual weeds in maize. *Research Journal of Agricultural Science*. 42(2): 76 - 80.
2. Alves, P. L.; Bezutte, A. J.; Rossi, I. H.; Usuna, J. A. 1996. Interferência das plantas daninhas sobre algumas características agronômicas e a produtividade de sete cultivares de milho. *Planta Daninha*. 14(2): 134 - 148.
3. Alzugaray, M.; Sonderegger, J. 2015. Manejo de malezas en maíz resistente a glifosato. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 39 p.
4. Bauman, T. T.; Dalley, C. D.; Harvey, R. G.; Johnson, W. G.; Kells, J. J.; Loux, M. M.; Martin, A. R.; Maxwell, D. J.; Owen, M. D. K.; Regehr, D. L.; Tharp, B. E.; Warnke, J. E.; Wilson, R. G.; Wrage, L. J.; Young, B. G. 2004. Assessment of weed control strategies for corn in the north-central United States. *Weed Technology*. 18:203 - 210.
5. Bedmar, F.; Eyherabide, J. J.; Satorre, E. H. 2000. Bases para el manejo de malezas. *In*: Andrade, F. H.; Sadras, V. O. eds. Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana. pp. 269 - 307.
6. Bernasconi, H.; Colazo, J. C.; Garay, J. A.; Rivarola, R.; Scappini, E.; Suárez, A.; Verges, A. 2015. Patrón de emergencia del yuyo colorado (*Amaranthus palmeri* S. Watson) en la provincia de San Luis. *In*: Congreso de la ALAM (22°.), Congreso de la ASACIM (1°., 2015, Buenos Aires). Trabajos presentados. San Luis, INTA. s.p.
7. Bosnic, A. C.; Swanton, C. J. 1997. Influence of barnyardgrass (*Echinochloa crus-gali*) time of emergence and density on corn (*Zea mays*). *Weed Science*. 45: 276 - 282.
8. Britos, M. F.; Goyeni, F. 2013. Control de malezas en postemergencia en maíz resistente a glifosato. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 38 p.
9. Cash, R.; Rossini, P. R. 2011. Evaluación de distintas opciones de herbicidas en el control de malezas en un cultivo de maíz de segunda bajo la modalidad de siembra directa en condiciones de presencia-ausencia de rastrojo. Tesis

Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 54 p.

10. Cepeda, S. A.; Ponsa, J. C.; Rossi, A. R. s.f. Malezas: su control y manejo. In: Eyherávide, G. H. ed. Bases para el manejo del cultivo de maíz. Pergamino, INTA. pp. 203 - 218.
11. _____.; Rossi, A. R. 2017. Manejo y control de malezas en maíz. IDIA XXI. no. 361: 172 - 175.
12. Christoffoleti, P. J.; Dourado-Neto, D.; Fancelli, A. L.; García y García, A.; López-Ovejero, R. F. 2003. Seletividade de herbicidas para a cultura de milho (*Zea mays*) aplicados em diferentes estádios fenológicos da cultura. Planta Daninha. 21(3): 413 - 419.
13. Couretot, L.; Ferraris, G.; Ponsa, J. C. 2006. Estrategia de manejo de malezas en maíz resistente a glifosato. (en línea). In: Congreso Nacional de Maíz: Generando Valor para un Futuro Sustentable (2006, Buenos Aires). Trabajos presentados. s.l., Asociación de Ingenieros Agrónomos del Norte de la Provincia de Buenos Aires. s.p. Consultado 20 jul. 2018. Disponible en <http://www.maizar.org.ar/vertext.php?id=183>.
14. Do Nascimento, V.; García, R. s.f. Produção de milho verde. Editora Universidad Federal de lavras. Boletín de Extensão no. 81. 36 p.
15. Feijóo, G.; Pessi, D. A. 1999. Alternativas de herbicidas preemergentes en maíz (*Zea mays*) en cero laboreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 48 p.
16. García Torres, L.; Fernández-Quintanilla, C. 1991. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas; familia de herbicidas IV. Herbicidas con actividad foliar y a través del suelo. Madrid, Mundi-Prensa. 352 p.
17. Gigón, R. s.f. Evaluación del herbicida Acuron Uno y Acuron Gold en barbecho corto y preemergencia de maíz. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 2 nov. 2017. Disponible en http://www.ramongigon.com.ar/recursos/arch/Eval_Acuron_Maiz.pdf
18. Giménez, A.; Ríos, A. 1991. Herbicidas evaluados y recomendados para cultivos de verano. Montevideo, INIA. 12 p. (Boletín de Divulgación no. 13).
19. Grichard, W. J.; Janak, T. W. 2016. Weed Control in Corn (*Zea mays* L.) as Influenced by Preemergence Herbicides. International Journal of Agronomy. 2016: s.p.

20. HRAC (Herbicide Resistance Action Committee, GE). 2005. Classification of herbicides according to site of action. (en línea). Frankfurt. s.p. Consultado 29 may.2018. Disponible en <http://www.hracglobal.com/pages/classificationofherbicidesiteofaction.aspx>
21. ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri- Biotech Applications, US). 2017. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017: biotech Crop Adoption Surges as Economic Benefits Accumulate in 22 Years. (en línea). ISAAA Briefs. 20 (53): 52-55. Consultado 20 oct. 2017. Disponible en <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/53/download/isaaa-brief-53-2017.pdf>
22. Jhala, A. J.; Sarangi, D. 2018. Comparison of a premix of atrazine, bicyclopyrone, mesotrione, and S-metolachlor with other preemergence herbicides for weed control and corn yield in no-tillage and reduced-tillage production systems in Nebraska, USA. *Soil & Tillage Research*. 178: 82 - 91.
23. Kogan, M.; Pérez, A. 2003. *Herbicidas: fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción*. Santiago, Chile, Universidad Católica de Chile. 333 p.
24. MAD (Minnesota Department of Agriculture, US). 2015. Isoxaflutole: new active ingredient review. (en línea). Saint Paul, MN. s.p. Consultado 10 jun. 2018. Disponible en <https://mda.state.mn.us/sites/default/files/inline-files/nair-isoxaflutole.pdf>
25. Maun. M. A.; Barret, C. H. 1986. The biology of Canadian weeds. *Plant Science*. 66: 739 - 759.
26. MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, UY). 2015. Listado de OVGMs autorizados en Uruguay. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 17 jun. 2018. Disponible en <http://www2.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,gnbio,gnbio-ogms-autorizados-en-uruguay,O,es,0>,
27. _____. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2017. Encuesta agrícola invierno 2017. Montevideo. 19 p.
28. _____. _____. 2018. Encuesta agrícola invierno 2018. Montevideo. s.p.

29. Montoya, J. C. 2017. Comportamiento de los herbicidas en el suelo. In: Congreso AAPRESID (25°. , 2017, Rosario). Kairós: el tiempo de los nativos sustentables. Rosario, AAPRESID. s.p.
30. Moreno, R. 2017. Manejo de malezas en el cultivo de maíz. In: Jornada de Actualización en el Cultivo de Maíz (2017, Córdoba). Trabajos presentados. Marcos Juárez, INTA. s.p.
31. Mundstock, C. M.; Silva, P. R. F. 1987. Manejo da cultura do milho. Porto Alegre, Universidade do Rio Grande do Sul. 76 p.
32. Ruedell, J. 1991. Cultura do milho: indicações técnicas para o Rio Grande do Sul. Cruz Alta, FUNDACEP/FECOTRIGO. 102 p.
33. Silva, C. A. 2005. Maíz genéticamente modificado. Bogotá, D. C., Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola. 60 p.
34. Stephenson, D.; Bond, J. 2012. Evaluation of Thiencarbazone-methyl- and Isoxaflutole- based herbicide programs in corn. (en línea). Weed Technology. 26(1): 37-42. Consultado 10 mar. 2018. Disponible en <http://www.bioone.org/doi/full/10.1614/WT-D-11-00053.1>
35. Uruguay XXI, UY. 2016. Oportunidades de Inversión: agronegocios. (en línea). Montevideo. 43 p. Consultado 20 oct. 2017. Disponible en http://www.camaramercantil.com.uy/uploads/cms_news_docs/Informe-Agronegocios-Diciembre-2016-Uruguay-XXI.pdf
36. Villalba, J. 2014. Manejo de malezas en maíz resistente a glifosato. Cangüé. no. 39: 15 - 21.