

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DEL AGREGADO DE ADYUVANTES A HERBICIDAS PARA EL  
CONTROL DE MALEZAS GRAMÍNEAS EN EL CULTIVO DE TRIGO  
(*Triticum aestivum*)**

**por**

**Christian Henry DECKER RYMER  
Adriano RIZZI MAGLIA**

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

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2014**

Tesis aprobada por:

Director: \_\_\_\_\_

Dra. Ing. Agr. Juana Villalba

\_\_\_\_\_

Ing. Agr. Oscar Bentancur

\_\_\_\_\_

Ing. Agr. Lorena Scaglia

Fecha: 29 de diciembre de 2014

Autor: \_\_\_\_\_

Christian Henry Decker Rymer

\_\_\_\_\_

Adriano Rizzi Maglia

## AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias por el apoyo brindado durante el transcurso de esta última etapa de la carrera.

A los funcionarios de facultad por habernos brindado todos los materiales necesarios para la tesis.

Al Sr. Vicente Fefelov Kilin por permitirnos instalar el experimento en su chacra comercial y su buena voluntad ante cualquier consulta.

A los Ing. Agr. Mathías Nario y Federico Laluz por habernos facilitado la estadía en Paysandú.

A la empresa Agromil Ltda. por facilitarnos los productos, materiales y el tiempo necesario para realizar la tesis, además del continuo interés y apoyo.

Un agradecimiento muy especial a nuestra directora de tesis, Dra. Ing. Agr. Juana Villalba, por su excelente disposición, su continuo apoyo, sus invaluable consejos y su valioso tiempo.

## 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. <u>INCIDENCIA DE MALEZAS EN TRIGO</u> .....	2
2.2. <u>PÉRDIDAS DE RENDIMIENTO</u> .....	3
2.3. <u>MOMENTO DE APLICACIÓN</u> .....	4
2.4. <u>PROBLEMÁTICA DE CONTROL DE GRAMÍNEAS</u> .....	6
2.5. <u>GENERALIDADES DE LOS ADYUVANTES</u> .....	7
2.5.1. <u>Tensioactivos no iónicos</u> .....	8
2.5.2. <u>Tensioactivos organosiliconados</u> .....	9
2.5.3. <u>Aceite vegetal metilado</u> .....	9
2.6. <u>ADYUVANTES UTILIZADOS</u> .....	10
2.6.1. <u>Agral 90</u> .....	10
2.6.2. <u>Silwet</u> .....	10
2.6.3. <u>Rizospray Extremo</u> .....	11
2.7. <u>GENERALIDADES DE LOS HERBICIDAS</u> .....	11
2.8. <u>HERBICIDAS UTILIZADOS EN EL EXPERIMENTO</u> .....	12
2.8.1. <u>Pyroxsulam + Cloquintocet -mexil (Merit)</u> .....	12
2.8.2. <u>Pinoxaden + Cloquintocet-mexil (Axial)</u> .....	12
2.8.3. <u>Iodosulfurón + Mesosulfurón + Mefenpyr-dietil (Hussar Plus)</u> .....	13
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	15
3.1. <u>UBICACIÓN</u> .....	15
3.2. <u>DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS</u> .....	15
3.3. <u>METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN</u> .....	17
3.4. <u>DETERMINACIONES</u> .....	18
3.5. <u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u> .....	18
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	20
4.1. <u>EVALUACIÓN A LOS 13 DPA (21/08/14)</u> .....	20
4.2. <u>EVALUACIÓN A LOS 22 DPA (30/08/14)</u> .....	24
4.3. <u>EVALUACIÓN A LOS 39 DPA (16/09/14)</u> .....	28
4.4. <u>MATERIA SECA DE MALEZA A COSECHA</u> .....	31
4.5. <u>RENDIMIENTO EN GRANO</u> .....	36

5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	40
6. <u>RESUMEN</u> .....	41
7. <u>SUMMARY</u> .....	42
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	43

## LISTA DE CUADROS E ILUSTARACIONES

Cuadro No.	Página
1. Composición (P.A. g.L <sup>-1</sup> ), formulación y dosis de los herbicidas utilizados.....	15
2. Composición y dosis de los adyuvantes evaluados.....	16
3. Tratamientos evaluados.....	16
4. Anava para control de <i>Avena fatua</i> 13 dpa.....	20
5. Valores promedios de control (%) para la combinación de herbicida y adyuvante en <i>Avena fatua</i> hasta 3 hojas 13 dpa.....	22
6. Valores promedios de control (%) para la combinación de herbicida y adyuvante en <i>Avena fatua</i> de 2-4 macollos 13 dpa.....	23
7. Anava para control de <i>Avena fatua</i> 22 dpa.....	24
8. Valores promedios de control (%) para la combinación de herbicida y adyuvante en <i>Avena fatua</i> hasta 3 hojas 22 dpa.....	27
9. Valores promedios de control (%) para la combinación de herbicida y adyuvante en <i>Avena fatua</i> de 2-4 macollos 22 dpa.....	27
10. Anava para control de <i>Avena fatua</i> 39 dpa.....	28
11. Valores promedios de control (%) para la combinación de herbicida y adyuvante en <i>Avena fatua</i> de 2-4 macollos 39 dpa.....	30
12. Anava para materia seca de <i>Avena fatua</i> .....	31
13. Materia seca (g.m <sup>-2</sup> ) promedio de <i>Avena fatua</i> según herbicida utilizado.....	33
14. Materia seca (g.m <sup>-2</sup> ) promedio de <i>Avena fatua</i> según herbicida y adyuvante utilizado.....	34
15. Anava de contrastes evaluados.....	36
16. Media de rendimiento de trigo de todos los tratamientos evaluados junto con los testigos.....	36
17. Perfiles de significancia para los distintos tratamientos.....	38

## Figura No.

1. Porcentaje de control 13 dpa de herbicidas para malezas hasta 3 hojas y malezas 2-4 macollos.....	21
2. Valores medios, máximos y mínimos de fitotoxicidad 13 dpa.....	24
3. Porcentaje de control 22 dpa de herbicidas para malezas hasta 3 hojas y malezas 2-4 macollos.....	25
4. Valores medios, máximos y mínimos de fitotoxicidad 22 dpa.....	28
5. Porcentaje de control 39 dpa de herbicidas para malezas 2-4 macollos.....	29
6. Valores medios, máximos y mínimos de fitotoxicidad 39 dpa.....	31
7. Valores promedio de materia seca de <i>Avena fatua</i> (g.m <sup>-2</sup> ) de tratamientos con herbicida y testigo con maleza.....	32
8. Escala de nivel de enmalezamiento a cosecha.....	35
9. Rendimiento medio de tratamientos junto con testigos con y sin maleza.....	37
10. Rendimiento promedio de trigo según herbicida utilizado.....	39

## 1. INTRODUCCIÓN

El comienzo de la siembra directa en nuestro país a partir de los años 90 trajo consigo no solo un cambio en las propiedades físico químicas del suelo sino en la comunidad de malezas ahora presentes. Esta tecnología vino de la mano de un uso elevado de agroquímicos para el control de estas por lo que es de suma importancia el estudio sobre las pulverizaciones para permitir mejorar la eficiencia de los controles, reducir costos y disminuir la contaminación ambiental.

La presencia de malezas gramíneas en el cultivo de trigo limita de forma muy importante el potencial de rendimiento del cultivo.

El control químico de gramíneas en los cultivos de invierno implica eficiencias muchas veces bajas e incluso efectos fitotóxicos en el cultivo, afectando en gran medida el rendimiento alcanzado.

Está baja eficiencia de control es atribuible a muchas variables, relacionadas al desarrollo de las malezas, a los productos utilizados según maleza presente, uso de mezclas, su formulación, el equipo aplicador y sus condiciones, junto con el tipo de boquilla, la presión utilizada, los litros de agua aplicados por hectárea y su calidad, y el efecto de las condiciones climáticas con las cuales se realiza el tratamiento, presencia de viento, baja humedad, exceso de temperatura, alta presencia de rocío, etc.

El uso de adyuvantes como parte de la tecnología del uso de agroquímicos en las aplicaciones, minimiza una cierta cantidad de variables que afectan el resultado. Con propiedades antievaporantes, penetrantes y tensoactivas los adyuvantes buscan mejorar los resultados de los tratamientos.

El siguiente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de tres adyuvantes, Rizospray Extremo, Silwet y Agral 90, en la efectividad de los herbicidas, Axial, Merit y Hussar Plus, en el control de *Avena fatua* y en el rendimiento de trigo.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 INCIDENCIA DE MALEZAS EN TRIGO

La incidencia de malezas dentro de un cultivo no solo actúa en la reducción del rendimiento sino que también se asocia a pérdidas en la calidad de la materia prima cosechada, dificultades operativas de cosecha y limpieza, incremento de costos de producción, hospedantes intermedios de patógenos e insectos, entre otros. Mundialmente en cereales estas pérdidas representan más de 150 millones de toneladas (Scursoni, 2009).

Las comunidades de malezas presentes en cultivos de invierno dependen de infestación de años anteriores, historia de chacra, manejo actual del cultivo y condiciones ambientales que afectan la intensidad de dicho enmalezamiento.

Según Ríos (2006) entre las malezas latifoliadas más difundidas en el área agrícola, las crucíferas son las de mayor presencia, debido a sus altas tasas de crecimiento inicial, su adaptación a hábitats con bajos niveles de estrés abiótico y fuerte competencia debido a su porte y vigor.

Según Gigón et al. (2013a) las gramíneas de invierno principalmente *Lolium sp* y *Avena fatua*, han sido históricamente las de mayor problemática en lo que respecta al control de malezas en cereales de invierno debido a su gran competencia con el cultivo.

Según Ríos et al. (2005) *Lolium multiflorum* ocupa un rol importante, habiéndose constituido en la maleza de mayor frecuencia en los enmalezamientos invernales del litoral agrícola uruguayo.

Durante un relevamiento de malezas realizado en el área agrícola litoral a mediados de la pasada década, el raigrás, resultó la maleza más frecuente en barbecho en chacras de trigo y cebada registrándose su presencia en el 76,6 % de las chacras (Ríos et al., 2005).

Según Leguizamón y Puricelli (s.f.) *Lolium multiflorum*, *Avena fatua* y *Bromus unioloides* son las especies de malezas más frecuentes en la zona pampeana de Argentina.

La importancia del *Lolium multiflorum* se ve reflejada por relevamientos que se vienen efectuando desde el año 2006 (Vigna et al., 2013). En este mismo trabajo citando a Gigón et al. (2009) los autores mencionan que en el año 2008 se registró en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires presencia

de *L. multiflorum* en el 39,9% de los lotes de trigo evaluados, por debajo de *Avena fatua* (45,1%) considerada de mayor importancia.

Vigna et al. (2013) definen como maleza más importante en trigo a la *Avena fatua* por el daño que le hace al cultivo y el costo de control que este conlleva. Nuevamente citando a Gigón et al. (2009), plantean que desde la década del setenta, gracias al uso de herbicidas para su control, este inconveniente se redujo, pero la presencia de esta maleza continúa por encima de los niveles deseados dentro de los lotes de trigo.

## 2.2 PÉRDIDAS DE RENDIMIENTO

Se conocen numerosos trabajos sobre la interferencia de malezas gramíneas en los cultivos de trigo y cebada y el efecto que estas tienen sobre el rendimiento final del cultivo.

Estudios nacionales han determinado efectos significativos de la interferencia de *Avena fatua* en el rendimiento de trigo, logrando disminuir 46 kg.ha<sup>-1</sup> por cada planta de *A. fatua* a los 50 días post siembra (Bello et al., 1999).

Buquet y Martínez (2013) demostraron que debido a la presencia *L. multiflorum* la altura del trigo disminuyó al igual que la biomasa del mismo. Esta disminución en altura se debe a que la competencia afecta el crecimiento del tallo y no deja que este consiga su altura máxima. En cuanto a la biomasa, la interferencia de *L. multiflorum* afectó de forma negativa la acumulación de materia seca por parte del cultivo.

Estos mismos autores demostraron a su vez que a mayor densidad de *L. multiflorum* compitiendo, el número de espigas en trigo es menor. Cuanto mayor es la densidad de *L. multiflorum*, menor es el rendimiento por planta. Esto se explica más que nada por el menor número de granos por planta debido a la interferencia y no por el peso de mil granos, ya que este no varió según la presencia o no de dicha maleza.

Sostienen que no solo depende de la presión de maleza sino que hay un efecto varietal sobre el rendimiento, concluyendo que las pérdidas según las diferentes variedades de trigo estudiadas oscilaron entre un 18% hasta un 40%.

La competencia por *L. multiflorum* puede disminuir el rendimiento de trigo en 4,2% por cada 10 plantas.m<sup>-2</sup> de dicha maleza (Liebl y Worsham, citados por Buquet et al., 2013).

Comparando las diferentes habilidades competitivas de trigo y cebada, López y Vigna (1994), encontraron disminuciones en rendimiento del orden de 5 y 10% respectivamente a densidades de *L. multiflorum* de 26 plantas.m<sup>-2</sup>, a densidades mayores (106 plantas.m<sup>-2</sup>), las pérdidas fueron superiores al 25%.

Fontes y Hareu (2001), obtuvieron importantes respuestas por el uso de graminicidas en el rendimiento en grano, estimándose un incremento promedio de 55%. La magnitud de las respuestas observadas se asoció muy posiblemente con la elevada densidad inicial de *A. fatua* (141 plantas.m<sup>-2</sup>) y la muy buena eficiencia lograda con los herbicidas.

En el trabajo realizado por Fontes y Hareu (2001), se hace hincapié en la relación de materia seca entre el cultivo de trigo y *A. fatua* (kg MS trigo/kg MS *Avena fatua*), determinando este parámetro como un importante indicador del nivel de interferencia. Cuanto menor es, más significativa es la pérdida de rendimiento.

Estos autores estudiaron las regresiones de número y materia seca de las malezas con rendimiento en grano para evaluar los efectos de la interferencia con este. Con una baja relación (4,34 kg MS cultivo.kg<sup>-1</sup> MS de maleza) al momento de la aplicación debido al alto enmalezamiento, se vio una pérdida de 1,94 kg.ha<sup>-1</sup> de grano por cada gramo de materia seca de maleza.m<sup>-2</sup>.

Malezas no controladas entre la segunda y tercer semana a partir de la emergencia del cultivo de trigo, usualmente afectan el rendimiento, ya que es en las primeras semanas de crecimiento en que se establece el potencial de rendimiento, número y tamaño de las espigas (Ríos, 2006).

### 2.3 MOMENTO DE APLICACIÓN

Según Buquet y Martínez (2013) el uso de herbicidas en trigo, incrementó la altura de este (5%) y la producción de materia seca (22%) en comparación con los que no tuvieron aplicación de herbicida.

Estudios realizados por Ríos (2006), comparan aplicaciones de herbicidas a pre macollaje, Z 1.3 y a macollaje, a partir de Z 2.1, mostrando mayores rendimientos del cereal con aplicaciones pre macollaje ya sea con herbicidas de contacto o sistémicos, con o sin efecto residual.

Según Leguizamón y Puricelli (s.f.) el cultivo de trigo es más sensible a la competencia durante los primeros estadios de la elongación del tallo, momento en que la tasa de crecimiento es máxima. Sin embargo, la mayoría de

las poblaciones de malezas deben controlarse en forma anticipada a este momento, para evitar el efecto competitivo.

En general, se sostiene que la competencia de latifoliadas es generalmente menos severa que la de gramíneas, pero varía según las especies (Leguizamón et al., s.f.).

El control temprano de la maleza es más amplio, debido a que esta se encuentra con menor desarrollo siendo más susceptible al herbicida, obteniendo mayor velocidad de control y disminuyendo el período en que el cultivo está expuesto a la competencia.

Continuando con lo antes mencionado, en el trabajo realizado por Fontes y Hareu (2001) sobre el uso de dos graminicidas en trigo, concluyeron que no hubo diferencias entre productos al aplicarlo sobre *A. fatua* no macollada, si pudiéndose observar diferencias en eficiencia en aplicaciones sobre *A. fatua* ya macollada.

Los mismos autores han detectado en trigo incrementos del 70 % y 45 % según se realice el control de gramíneas en tres hojas del cultivo o al macollaje respectivamente, con una infestación de 2313 kg MS.ha<sup>-1</sup> de *L. multiflorum* y *A. fatua* al momento de la cosecha.

En general, a partir de Z 1.3 se ha establecido el inicio del período crítico de competencia para cereales de invierno (Ríos, 2006).

Lo mismo sucede en cebada con niveles de *L. multiflorum* de 1939 kg MS.ha<sup>-1</sup> a cosecha, se determinaron incrementos de 82 y 66 % según se elimine la interferencia en premacollaje o al macollaje, respectivamente (Ríos, 2006).

Kropff y O'Donovan, citados por Fontes y Hareu (2001) sostienen que el momento de emergencia de *A. fatua* condiciona fuertemente los efectos de su interferencia en el rendimiento de trigo o cebada. Según estos autores cuanto más temprano ocurre la emergencia de las malezas, mayores son las pérdidas de rendimiento, lo cual concuerda con los resultados de Wall (1993).

Según Radosevich, citado por Rosales y Medina (s.f.) la competencia realizada por las malezas afecta el desarrollo y rendimiento de los cultivos siendo este en menor o mayor medida debido a la severidad de la competencia, las malezas presentes, la densidad del cultivo y de la maleza, la época de emergencia de la maleza, el sistema de siembra, las condiciones de humedad, nivel de fertilidad del suelo y duración del período de competencia.

Estudios realizados por INTA (Gigón et al., 2014a) en cebada, sobre el efecto del Axial y el Hussar Plus para el control de *L. multiflorum* aplicado en dos diferentes momentos del cultivo de trigo Z 1.3 y Z 2.3, muestran que para ambos productos el mejor control se observó en aplicaciones en Z 1.3.

En el mismo trabajo se comparó en el cultivo de trigo cinco graminicidas (Axial, Merit, Hussar Plus, Topik y Everest) durante los mismos dos estadios. Para todos los productos, la evaluación de control a los 30 días de aplicado fue mayor en aplicaciones tempranas (Gigón, 2014b).

## 2.4 PROBLEMÁTICA DE CONTROL DE GRAMÍNEAS

Según Esqueda et al. (s.f.) la resistencia a herbicidas se define como habilidad heredada de una maleza para sobrevivir a una dosis de herbicida con la cual normalmente se tendría un control efectivo.

El control de malezas más utilizado se efectúa por medio de productos químicos que aplicados en ciertos momentos y a una dosis adecuada para la situación de desarrollo y presión de malezas presente, inhiben el desarrollo o matan a las mismas. En la actualidad este manejo constituye la herramienta más efectiva para el control de malezas (Reedy, citado por Rosales y Medina, s.f.).

Los herbicidas correspondidos para controlar gramíneas dentro del cultivo de trigo pertenecen a dos grandes grupos, los inhibidores de la enzima Acetil Coenzima Carboxilasa (ACCase) pertenecientes al grupo FOP (diclofop, clonidafop, haloxifop) DEN (pinoxaden) y los DIM (tepraloxym) y los inhibidores de la Acetolactato Sintetasa (ALS) pertenecientes principalmente al grupo químico de las sulfonilureas.

En Chile a partir de la década del noventa han aparecido biotipos de malezas gramíneas resistentes a herbicidas inhibidores de la ACCase y posteriormente a la ALS (Espinoza et al., s.f.)

Según Fischer (s.f.) la resistencia es un caso de evolución adaptativa de las malezas debido al uso abusivo de los herbicidas que logra seleccionar determinados individuos (biotipos) dentro de una población, que logra a pesar del tratamiento de herbicida recibido, sobrevivir y reproducirse.

Siguiendo la afirmación, en 1997 en la localidad de Quino y Lautaro, Chile, se encontró un biotipo de *A. fatua* resistente al herbicida con sitio de acción ACCase y en el mismo año en la localidad de Cajón, se encontraron

biotipos de *L. multiflorum* también resistentes al mismo sitio de acción. En ambos casos estas plantas fueron sensibles a la ALS (Espinoza y Díaz, s.f.).

Para la ACCasa, el primer caso de resistencia fue descrita por Christopher Preston en 1982 y actualmente se reporta resistencia en 46 especies. Para la ALS la resistencia fue descrita por primera vez en 1984 por Stephen Moss y actualmente se reporta resistencia en 143 especies (Weedscience, s.f.).

En trabajos sobre resistencia realizados por Espinoza et al. (s.f.) en Chile sobre *L. multiflorum*, para los herbicidas inhibidores de la enzima ACCasa del grupo FOP (diclofp, clodinafop y haloxyflop) la mayoría de los biotipos evaluados presentaron resistencia, la mitad presentó resistencia a los grupos de herbicidas DIM (clethodim y tepraloxym) y muy poca cantidad de biotipos presentó resistencia al grupo DEN (pinoxaden, único grupo de herbicida inhibidor de la ACCasa utilizado en nuestro ensayo). Con respecto a la ALS, más de la mitad de los biotipos de *L. multiflorum* presentaron resistencia.

En ensayos realizados por el mismo autor, en biotipos de *A. fatua*, se encontró resistencia solo a ACCasa con un alto porcentaje de resistencia al grupo FOP y un bajo porcentaje al grupo DIM y DEN siendo nula resistencia a la ALS.

*Vulpia sp.* es una maleza muy adaptada a la no remoción de suelo y a los climas semiáridos demostrando además alta tolerancia a herbicidas ACCasa y moderada a los ALS.

Ensayos realizados por Gigón et al. (2013b) sobre *Vulpia sp.* determinaron mayores controles sobre dicha maleza con herbicidas que actuaron sobre la enzima ALS con respecto a herbicidas que actuaron sobre la enzima ACCasa, observándose en esta última niveles de control en orden de un 30% mostrando alta tolerancia a dichos herbicidas.

## 2.5 GENERALIDADES DE LOS ADYUVANTES

Según Cunha et al. (2012) un adyuvante es una sustancia sin propiedad de plaguicida significativa, presente en una formulación o producto agroquímico para agregar a la mezcla del tanque de pulverización, con el objeto de modificar las propiedades fisicoquímicas de los ingredientes activos y de esta forma mejorar o facilitar su eficacia biológica.

En nuestro trabajo utilizamos adyuvantes de la familia de los surfactantes o tensioactivos. Dentro de estos trabajamos con un tensioactivo no

iónico, un organosiliconado y un organosiliconado combinado con aceite vegetal metilado.

En términos generales los adyuvantes son un complejo de productos químicos que poseen afinidad con los líquidos que facilitan la adsorción, emulsión, dispersión y adherencia a la superficie de la planta (Azevedo, 2011).

Son agentes que activan las propiedades de superficie del producto (tensión superficial) y mejoran las propiedades de la formulación o de la mezcla en el tanque de la pulverización, reducen la tensión superficial de las gotas, asegurando que el producto se esparza totalmente y cubra la superficie con una fina película. Estos productos en bajas concentraciones se comportan como agentes mojantes y en concentraciones altas actúan como emulsificantes (Cunha et al., 2012).

Están compuestos por una parte polar (hidrofílica) afín a la molécula de agua y otra no polar (hidrofóbica) soluble en solventes (Azevedo, 2011).

Dentro de los adyuvantes tensioactivos, se clasifican en cinco grupos: los organosiliconados, los poliméricos y otros tres clasificados según la polaridad del grupo hidrofílico: no iónicos, catiónicos o anfotéricos y aniónicos (Azevedo, 2011).

Según Cunha et al. (2012) los tensioactivos más usados son los no iónicos. Estos son fáciles de usar y no son afectados por aguas duras.

### 2.5.1 Tensioactivos no iónicos

Son agentes de acción de superficie sin grupos terminales ionizables polares, pero están compuestos por segmentos hidrofílicos y lipofílicos. Por las características anteriores no generan iones en solución acuosa, siendo compatibles con otros tensioactivos. Son compuestos de alcoholes y ácidos grasos sin carga química, compatibles con la mayoría de los agroquímicos, siendo su principal ventaja para su uso (Azevedo, 2011).

Son buenos emulgentes (que forman emulsiones estables) y agentes dispersantes, de bajas toxicidad, fitotoxicidad y costo (Cunha et al., 2012).

Según Modernel (2012) estos adyuvantes mejoran las propiedades saturadoras, de disseminación y penetración de los productos aplicados en las superficies tratadas aumentando la eficacia y persistencia de los tratamientos.

### 2.5.2 Tensioactivos organosiliconados

Este tipo de adyuvante reduce drásticamente la tensión superficial promoviendo adherencia de la gota a la superficie de la hoja. Esto permite la infiltración estomática, lo que contribuye a la resistencia de la lluvia (Azevedo, 2011).

Según Cunha et al. (2012) estos reducen la tensión superficial al punto que las gotas se aplanan y se juntan para formar una capa delgada sobre la superficie aplicada para luego deslizarse por las aperturas microscópicas de la superficie de las hojas (cutículas).

Esto logra una rápida penetración de los agroquímicos a través de la pared celular debido a la gran afinidad con la cera cuticular y facilita la absorción estomática. Otra característica a mencionar es que brindan un alto poder de mojado, al ser gran reductores de la tensión superficial lo que asegurando una mayor superficie de cobertura, logrando dispersar hasta diez veces más que un surfactante común y hasta treinta veces más que una gota de agua. También homogenizan el tamaño de gota, logrando una muy buena cobertura sobre el objetivo, obteniendo mayor eficiencia a menores volúmenes de agua, lo que permite reducir el caudal de agua en las aplicaciones (Rizobacter, s.f.).

Los tensioactivos organosiliconados que más se comercializan en la actualidad son los trisiloxanos (Cunha et al., 2012).

Como desventajas se mencionan el aumento de evaporación de pequeñas gotas, formación de espuma y baja estabilidad en pulverizaciones con bajo pH de las mezclas, con posible escurrimiento foliar. Las organosiliconas son más estables y eficaces en soluciones de pH de 6 a 8, en soluciones más alcalinas o más ácidas se produce hidrólisis (Azevedo, 2011).

### 2.5.3 Aceite vegetal metilado

Los aceites tienen propiedades antievaporantes y penetrantes, esta última se debe a su afinidad lipofílica con la matriz de cutina. Existen dos tipos de aceites, minerales y vegetales. Dentro de los vegetales a su vez tenemos el aceite vegetal desgomado y el metilado, los cuales varían en sus propiedades (Leiva, 2013). El aceite vegetal metilado es antievaporante, al igual que los otros aceites, según el autor una ventaja de los aceites vegetales en cuanto a

esta propiedad, es que protegen mejor las gotas chicas. Al igual que los aceites minerales, el aceite vegetal metilado es penetrante, propiedad que no se le atribuye al aceite vegetal desgomado.

Gracias a un proceso de esterificación, el aceite vegetal común pasa a ser metilado, presentando una muy buena capacidad de penetración, similar a la de los aceites minerales. Una ventaja de estos aceites frente a los minerales es que conservan un muy bajo riesgo de fitotoxicidad (Arrospide, 2004).

## 2.6 ADYUVANTES UTILIZADOS

Los productos utilizados según nombre comercial son: Agral 90 (tensioactivo no iónico), Silwet (organosilicona) y Rizospray Extremo (organosilicona + aceite vegetal metilado). Se presenta a continuación para cada uno, la información que brindan las representaciones comerciales de cada uno de ellos, en Uruguay.

### 2.6.1 Agral 90

Es un producto perteneciente a Syngenta comercializado en Uruguay por la empresa Cultivar. Es un adyuvante no iónico que posee propiedades humectantes y dispersantes, debido a que actúa reduciendo la tensión superficial de la gota y al ser no iónico, no se ioniza en el agua.

Mejora las propiedades saturadoras, de diseminación y penetración de los productos aplicados en las superficies tratadas aumentando la eficacia y persistencia de los tratamientos.

Se recomienda para gramínicidas selectivos y herbicidas en base a sulfonilureas a 200 cc cada 100 L de agua.

### 2.6.2 Silwet

Este producto pertenece a la empresa Rizobacter de Argentina, pero la comercialización de este producto en Uruguay es realizada por Agromil. Es un adyuvante tensioactivo, humectante y dispersante siliconado formulado a base de 100% trisiloxanos, sin nonil fenol.

Asegura mayor esparcimiento, aumentando la afinidad con la cera cuticular y rápida penetración (vía estomática y por pared) de los agroquímicos, reduciendo el lavado por lluvia.

Se recomienda de 25 a 50 cc cada 100 L de agua para aplicaciones terrestres y de 50 a 100 cc cada 100 L de agua para aplicaciones terrestres de bajo caudal.

### 2.6.3 Rizospray Extremo

Es un producto comercializado en Uruguay por Agromil, pero pertenece a la empresa Rizobacter de Argentina. Se encuentra dentro de un nuevo segmento de adyuvantes llamados Premium.

Rizospray Extremo está formulado a base de aceite metilado de soja + trisiloxanos modificados (MSO + organosilicona). Esta combinación produce una sinergia entre sus componentes otorgando mayor protección de la gota contra la baja humedad relativa y las altas temperaturas, máxima penetración cuticular y excelente capacidad de esparcimiento sobre el blanco.

Por lo tanto podemos clasificar a este producto como un adyuvante antievaporante, penetrante y tensioactivo de última generación que potencia la acción de los productos a pulverizar.

Se recomienda, tanto en aplicaciones terrestres como aéreas de 200 a 250 cc.ha<sup>-1</sup>.

## 2.7 GENERALIDADES DE LOS HERBICIDAS

Investigaciones del INTA (Gigón et al., 2014a) en evaluaciones del control de *Lolium multiflorum* con diferentes graminicidas (Axial, Everest, Hussar Plus y Topik) para tratamientos tempranos (Z21) y tardíos (Z23), muestran que para ambos tratamientos el Axial tuvo mayor control sobre *L. multiflorum*, coincidiendo con los rendimientos obtenidos posteriormente.

De los tratamientos mencionados en el caso de los tempranos, el mejor control sobre *L. multiflorum* se realizó con Axial controlando un 90% de la maleza. Merit, Hussar Plus y Topik realizaron 80% de control, no habiendo diferencias significativas entre estos tratamientos. El menor control lo realizó el Everest controlando un 74%.

En el tratamiento tardío, se obtuvo un mayor control con Axial, obteniendo 82% seguido por los demás graminicidas que no se diferenciaron en el control, obteniendo alrededor de un 70%. Estas disminuciones en los porcentajes de control de *L. multiflorum* se deben a un mayor desarrollo y densidad de la maleza comparada con etapas previas.

Para aplicaciones tardías, no se mostraron diferencias de rendimiento entre Axial y Hussar Plus, siendo estos tratamientos los de mayor rendimiento en trigo, pero si frente a Topik, Merit y Everest los cuales no mostraron diferencias entre ellos, obteniendo los más bajos rendimientos.

## 2.8 HERBICIDAS UTILIZADOS EN EL EXPERIMENTO

En el trabajo se utilizarán tres herbicidas presentes en el mercado que controlan tanto *A. fatua* o como *L. multiflorum*: Axial, Hussar Plus y Merit. A continuación se describen las características de los mismos según datos recabados de la guía SATA y de las empresas fabricantes o comercializadoras.

### 2.8.1 Pyroxsulam + Cloquintocet-mexil (Merit)

La molécula Pyroxsulam es una triazolpirimidina sulfonamida, perteneciente a la familia de las sulfonilureas. El Cloquintocet-mexil, es un protector del trigo derivado de la quinolina. Merit se define como un herbicida sistémico selectivo y residual de post emergencia temprana. El Pyroxsulam actúa inhibiendo la enzima aceto lactato sintetasa (ALS), responsable de la reacción que permite la biosíntesis de aminoácidos esenciales para el desarrollo y el normal crecimiento de la planta. Como consecuencia, se produce una disminución del crecimiento de la maleza y su posterior muerte (SATA, 2012).

Dentro de las 24 - 48 horas se detiene el crecimiento. Luego de los siete días de la aplicación se observa clorosis o amarillamiento de las hojas y los puntos de crecimiento. Entre el día 14 y 21 se observa necrosis de los meristemas apicales. El control total de las malezas en condiciones normales de crecimiento se produce luego de 3 a 5 semanas post-aplicación y en condiciones adversas como sequías o frío se produce de 6 a 8 semanas (Dow Agrosience, s.f.).

Las malezas que controla este herbicida son *Avena fatua*, *Bromus unioloides*, *Lolium multiflorum* y *Setaria spp.*

La dosis recomendada para trigo es de 350 a 400 cc.ha<sup>-1</sup>. Para malezas gramíneas se recomienda la aplicación cuando estas tienen dos o tres hojas a un macollo y estén en activo crecimiento. Para malezas de hojas anchas se recomienda su aplicación cuando tienen tres a cinco hojas y en activo crecimiento. El momento de aplicación en el cultivo recomendado va desde tres hojas hasta fin de macollaje (SATA, 2012).

### 2.8.2 Pinoxaden + Cloquintocet-mexil (Axial)

Este herbicida está formulado para el control de gramíneas y su principio activo (Pinoxaden) pertenece a la familia química de las fenilpirazolininas.

Se caracteriza por tener una alta selectividad con poca o casi nula actividad contra malezas de hoja ancha.

Según la información que brinda Syngenta (s.f.) se clasifica como herbicida sistémico selectivo de post emergencia sin acción residual. Al no tener acción residual, es conveniente esperar la emergencia de la mayor parte de las malezas gramíneas antes de efectuar la aplicación. Luego de hacer contacto con la maleza, este producto se mueve por floema y actúa sobre los puntos de crecimiento. El Pinoxaden actúa alterando la actividad meristemática inhibiendo la enzima acetil coenzima carboxilasa (ACCasa) la cual está implicada en la síntesis de los lípidos y ácidos grasos. Los lípidos son componentes esenciales de las membranas celulares y sin ellos no se pueden producir nuevas células. Los daños causados por la inhibición de la síntesis de lípidos no se ven sobre las malezas gramíneas hasta días después de la aplicación, las plantas van cambiando de color, se necrosan y finalmente mueren. Las malezas gramíneas susceptibles detienen su crecimiento a las 48 horas post-aplicación y se vuelven cloróticas entre 1 y 3 semanas después de la aplicación. El Cloquintocet-mexil es el protector del cultivo de trigo, perteneciente a la familia de los derivados de la quinolina. La aplicación de Pinoxaden con el protector induce enzimas metabólicas específicas en el cultivo que provoca la degradación del herbicida en compuestos no tóxicos antes que el cultivo pueda ser dañado.

En cuanto a la absorción y distribución en el interior de la planta, el Pinoxaden penetra a través de las hojas y luego de ser absorbido, este se trasloca basípeto y acrópetamente hacia los puntos de crecimiento de la planta. Este tipo de movimiento asegura un buen control del herbicida desde la raíz hasta las partes aéreas de las malezas. La absorción por las raíces es baja y no contribuye a la actividad del herbicida.

Las malezas que controla este herbicida son *Avena fatua* y *Lolium multiflorum*.

Para el cultivo de trigo se recomienda 600 cc.ha<sup>-1</sup> antes del macollaje de la maleza u 800 cc.ha<sup>-1</sup> al inicio del macollaje. Se debe aplicar cuando el cultivo haya alcanzado el estado de tres hojas y antes de la diferenciación de la espiga (SATA, 2013).

### 2.8.3 Iodosulfurón + Mesosulfurón + Mefenpyr-dietil (Hussar Plus)

El Hussar Plus es un herbicida sistémico selectivo de post emergencia con acción residual (Agromil, s.f.).

Tanto el Iodosulfurón como el Mesosulfurón pertenecen a la familia de las sulfonilureas. El Mefenpyr-dietil, es un protector del trigo.

Por pertenecer al grupo de las sulfonilureas su modo de acción interfiere a nivel de la enzima aceto lactato sintetasa (ALS). Se trasloca tanto por floema como xilema. Luego de aplicado, las malezas detienen su crecimiento, sufren clorosis y posteriormente necrosis y muerte.

Las malezas que controla este herbicida son *Avena fatua*, *Lolium multiflorum*, *Poa annua* y *Gaudinia fragilis*.

Para el cultivo de trigo se recomienda de 220 a 240 cc.ha<sup>-1</sup>. Posee un rango de aplicación desde dos hojas hasta primer nudo. Para *Avena fatua* y *Lolium multiflorum* se debe aplicar desde dos hojas hasta un macollo y para *Poa annua* y *Gaudinia fragilis* desde dos hojas hasta cuatro macollos. Para malezas de hoja ancha se recomienda aplicar de dos a ocho hojas. Las dosis mayores se utilizan en infestaciones altas o con la maleza más desarrollada (Agromil, s.f.).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 UBICACIÓN

El experimento se llevó a cabo en el período de agosto a noviembre de 2014 en el establecimiento “El Campamento” en el departamento de Paysandú ubicado en la ruta 26 km 76,500.

#### 3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

El ensayo se realizó sobre un cultivo de trigo con una alta infestación de *Avena fatua*, contando con mínima presencia de malezas hoja ancha.

El diseño experimental se correspondió a un diseño en bloques completos al azar (DBCA) con 3 repeticiones. Los tratamientos fueron 14, ubicados en parcelas de dos metros de ancho por diez de largo. Cada tratamiento correspondió a la combinación de herbicidas y adyuvantes. A su vez cada herbicida se probó sin adyuvante. Dentro del experimento se dejó un tratamiento testigo con maleza donde no se aplicó graminicida y otro denominado testigo sin maleza donde no se aplicó graminicida y se realizó un control manual en áreas fijas.

A continuación se presenta un cuadro con las diferentes composiciones y formulaciones de cada uno de los herbicidas utilizados sacado de la guía sata y etiqueta de Hussar Plus.

Cuadro No. 1. Composición (P.A. g.L<sup>-1</sup>), formulación y dosis de los herbicidas utilizados

Nombre comercial	Composición (P.A. g.L <sup>-1</sup> )	Formulación	Dosis (cc/ha)
Merit	Pyroxsulam 45 + Cloquintocet-mexil 90	Dispersión Oleosa	400
Axial	Pinoxaden 50 + Cloquintocet-mexil 12,5	Concentrado Emulsionable.	800
Hussar Plus	Iodosulfuron 50 + Mesosulfuron 7,8 + Mefenpyr-dietil 250	Dispersión Oleosa	220

En el siguiente cuadro se muestra los tres diferentes adyuvantes con la dosis utilizada y sus respectivas composiciones. Información obtenida de la etiqueta de cada producto.

Cuadro No. 2. Composición y dosis de los adyuvantes evaluados

Nombre comercial	Composición	Dosis
Rizospray Extremo	70% esteres metílicos de aceites vegetales + 30% de copolimero de poialquileno y silicona	200 cc.ha <sup>-1</sup>
Silwet	Copolimero de poialquileno y silicona	25 cc cada 100L de agua
Agral 90	Concentrado de óxido de etileno nonilfenóilco.	200 cc cada 100L de agua

En el cuadro No. 3 se detallan los tratamientos producto de la combinación de herbicidas y adyuvantes.

Cuadro No. 3. Tratamientos evaluados

1	Axial sin adyuvante
2	Hussar Plus sin adyuvante
3	Merit sin adyuvante
4	Axial + Agral 90
5	Hussar Plus + Agral 90
6	Merit + Agral 90
7	Axial + Silwet
8	Hussar Plus + Silwet
9	Merit + Silwet
10	Axial + Rizospray Extremo
11	Hussar Plus + Rizospray Extremo
12	Merit + Rizospray Extremo
13	Testigo con maleza
14	Testigo sin maleza

### 3.3 METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN

Al momento de la aplicación el trigo se encontraba en el estadio Z 2.3, la variedad era Fuste, y fue sembrada el día 22/04/14 a una distancia entre hileras de 17 cm, a una densidad de 80 kg.ha<sup>-1</sup> y fertilizado con 110 kg.ha<sup>-1</sup> de fertilizante 7-40/40-0 a la siembra. El cultivo contaba con una población de 230.000 plantas.ha<sup>-1</sup>.

La aplicación de los tratamientos fue realizada con un equipo pulverizador presurizado a CO<sub>2</sub>, calibrado para aplicar un volumen de 100L.ha<sup>-1</sup> a una presión de 1.8 bar usando boquillas Abanico plano Hypro 110 marca Lurmark, el día 08/08/14 a las 14:00 pm.

Las condiciones meteorológicas durante el ensayo no fueron limitantes: la temperatura, la humedad relativa y el viento presentaron valores adecuados para una correcta pulverización.

El día 2/6 se aplicaron 100 kg.ha<sup>-1</sup> de urea al voleo en Z 2.1 y se reaplicó 50 kg.ha<sup>-1</sup> el día 16/09/14 cuando el trigo se encontraba en Z 2.7.

El día 21/7, cuando el trigo se encontraba en Z 2.4, se realizó una aplicación de fungicida por presencia de mancha amarilla y herbicida para control de hoja ancha. Se utilizó Sphere Max (Trifloxistrobin + Cyproconazole) junto con 2,4-D (sal Dimetilamina éster) y Lontrel (Clorpiralid) en el total de las parcelas. Las dosis utilizadas fueron, 400 cc.ha<sup>-1</sup> de Sphere Max, 80 cc.ha<sup>-1</sup> de Lontrel y 600 cc.ha<sup>-1</sup> de 2,4-D.

Dentro de las parcelas correspondientes al testigo sin maleza, se marcó con estacas 3 entre filas de ancho (0,51 m) por 2 m de largo y aunque recibió una aplicación de herbicida para hoja ancha, de todas formas se procedió a quitar a mano toda maleza que creciera en ellas, tanto gramíneas como hoja ancha no controlada. Este control se realizó durante la instalación y en cada una de las fechas de evaluaciones.

El día 16/9 se reaplicó el mismo fungicida a la misma dosis anteriormente utilizada como preventivo.

Las condiciones climáticas al momento de la aplicación fueron tomadas a partir de un anemómetro registrándose, una temperatura de 19° C, humedad relativa de 60 % y 0 - 4 km.h<sup>-1</sup> de viento.

### 3.4 DETERMINACIONES

Las evaluaciones de control se realizaron los días 21/8 (13 dpa), 30/8 (22 dpa) y el 16/9 (39 dpa). Los trigos se encontraban en los estadios Z 2.6, Z 2.6 y Z 2.7 respectivamente. Estas lecturas fueron realizadas mediante una escala de estimación visual en porcentajes, donde 0% era sin control, y 100% correspondía a plantas muertas.

En las mediciones se observaron en cada parcela, 20 malezas de *Avena fatua*, de las cuales se tomaron 10 plantas de hasta 3 hojas y otras 10 de mayor desarrollo entre 2-4 macollos máximo por planta. Para dar un valor de control a cada planta se observó si estaban o no afectadas por el herbicida y en qué porcentaje de las mismas.

En estas mismas fechas se observaron posibles síntomas de fitotoxicidad en el cultivo de trigo, realizando una escala visual de 0 (nula fitotoxicidad) a 4 (elevada fitotoxicidad) para cada parcela.

En la fecha 17/11 se evaluó el nivel de enmalezamiento visual de cada parcela con una escala de 0 (nulo enmalezamiento) a 4 (elevado enmalezamiento) y se prosiguió a cortar la *A. fatua* presente en la entre fila a lo largo de 2 m de una hilera. De esta forma se determinó nivel de MS de maleza presente a cosecha en cada tratamiento.

El día 18/11 se cosechó el trigo, tomando como referencia 2 hileras paralelas de 2 m de largo, reiterando este procedimiento dos veces por parcela de forma homogénea, conformando 8 m lineales por parcela, salvo en los tratamientos correspondientes al testigo sin maleza en los cuales se cosecharon solo dos hileras de 2 m de largo cada una, conformando 4 m lineales.

### 3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La variable porcentaje de control de la maleza fue analizada a través de un modelo lineal generalizado asumiendo distribución multinomial ordinal para cada fecha y para cada grado de desarrollo de la maleza. Los efectos principales y la interacción entre los factores herbicida y adyuvante fue estudiada a través de contrastes.

$$\ln (P_{ijkl}/1-P_{ijkl})=\beta_0 +H_i + A_j + (HA)_{ij} +B_l$$

Donde  $P_{ijkl}$  es la probabilidad acumulativa para el  $i$ -ésimo herbicida,  $j$ -ésimo adyuvante y  $k$ -ésimo porcentaje de control.

$\beta_0$  = media

$H_i$  = efecto herbicida

$A_j$  = efecto adyuvante

$(HA)_{ij}$  = interacción herbicida adyuvante

$B_l$  = efecto bloque

La variable materia seca de malezas a cosecha fue analizada ajustando un modelo lineal general que incluía el factorial (herbicida x adyuvante) + un tratamiento adicional (testigo enmalezado).

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + H_j(T_i) + A_k(T_i) + (HA)_{jk}(T_i) + B_l + \varepsilon_{ijkl}$$

$T_i$  = Testigo

$H_j(T_i)$  = efecto herbicida anidado en testigo

$A_k(T_i)$  = efecto adyuvante anidado en testigo

$(HA)_{jk}(T_i)$  = interacción herbicida-adyuvante anidada en testigo

$B_l$  = efecto bloque

$\varepsilon_{ijkl}$  = error experimental

La variable rendimiento de trigo fue analizada ajustando un modelo lineal general. La comparación de la media de los tratamientos con el testigo limpio y con el testigo enmalezado se hizo a través de contrastes de grupos. Los efectos principales y la interacción (herbicida x adyuvante) se analizó con modelo análogo al usado en la variable materia seca malezas cosecha.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan para diferentes evaluaciones medidas en días posteriores a la aplicación (dpa), donde se analizó el efecto herbicida, adyuvante y la interacción entre ambos en el control de *A. fatua*, posteriormente se presenta el enmalezamiento a cosecha y el rendimiento del cultivo.

Según las etiquetas, Hussar Plus debe aplicarse siempre con un adyuvante no-iónico o siliconado y Merit se debe utilizar siempre con adyuvante no iónico al 0,15% del volumen del caldo. Sin embargo Axial, en su información técnica aclara que la formulación está lista para usar y no necesita el agregado de adyuvante.

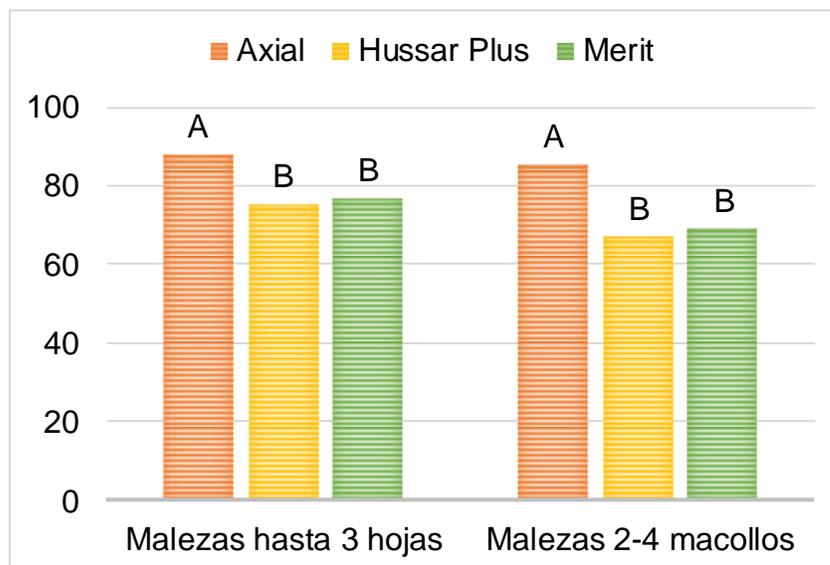
##### 4.1 EVALUACIÓN A LOS 13 DPA (21/08/14)

En esta primera evaluación se cuantificó el efecto de los herbicidas usados en el control de *A. fatua*, tanto en estado juvenil como en mayor estado de desarrollo.

Para ambos desarrollo de la maleza, no hubo efecto del adyuvante usado ni de la interacción herbicida-adyuvante. Sí hubo diferencias significativas en el uso de herbicida.

Cuadro No. 4. Anava para control de *Avena fatua* 13 dpa

	<i>A. fatua</i> hasta 3 hojas	<i>A. fatua</i> 2-4 macollos
Efecto	Pr > F	Pr > F
Bloque	0,0178	0,0712
Adyuvante	0,6574	0,5488
Herbicida	<0,0001	<0,0001
Herbicida x Adyuvante	0,3687	0,2507



(\*) Medias con igual letra mayúscula no difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ ), comparación para cada grado desarrollo de la maleza

Figura No. 1. Porcentaje de control 13 dpa de herbicidas para malezas hasta 3 hojas y malezas 2-4 macollos

Luego de 13 dpa, el herbicida Axial logró un mayor control de *A. fatua* para ambos grados de desarrollo de la maleza con diferencias estadísticas de Hussar Plus y Merit, estos últimos no presentaron diferencias significativas entre sí en ambos estados de desarrollo de la maleza.

Cabe destacar la velocidad de acción de Axial, en pocos días se consiguen controles en el entorno del 90% y además se comportó de forma similar para los dos estados de desarrollo de la *A. fatua* evaluados en esta tesis.

En el control observado en esta fecha todos los herbicidas superaron el 75% de control en malezas hasta 3 hojas mientras que en malezas de 2-4 macollos el control promedio de todos los tratamientos se ubicó en el 67%.

Si vemos el promedio de todos los herbicidas, el control en malezas de 2-4 macollos fue 6,2% inferior al observado en malezas hasta 3 hojas. Esto indica la dependencia del nivel de control que determinan estos herbicidas según el grado de desarrollo de la maleza, independiente del herbicida.

Para el grupo de malezas hasta 3 hojas, Axial determinó 87,9% de control, 12,6% por encima de Hussar Plus y 11,2% por encima de Merit. Esta

superioridad de Axial en el control de *A. fatua* fue similar a la observada por Gigón et al. (2014a) para *L. multiflorum*.

Para el grupo de malezas de 2-4 macollos, Axial obtuvo 85,4% de control, 18,5% por encima de Hussar Plus y 16,6% por encima de Merit.

Este resultado concuerda con las observaciones de Fontes y Hareu (2001) donde muestran que se obtiene mayores eficiencias en el control cuando la maleza se encuentra en menores estados de desarrollo.

La mayor diferencia de control en las malezas hasta 3 hojas se debe al grado de susceptibilidad que poseen estas cuanto menos desarrolladas se encuentran. Esto concuerda con el trabajo realizado por Gigón (2014b) sobre *L. multiflorum* donde obtuvo que el control de cinco graminicidas, Axial, Merit, Hussar Plus, Topik y Everest, fueron superiores en aplicaciones con el trigo en Z 1.3 y Z 2.3, atribuyendo esos mayores controles en las aplicaciones tempranas al menor desarrollo que presentaban las malezas al momento de la aplicación.

Como se observó en el cuadro No. 4, no hay interacción herbicida-adyuvante, igualmente se presentan los valores promedios de control para cada combinación de herbicida- adyuvante en malezas hasta 3 hojas (cuadro No. 5) y maleza de 2-4 macollos (cuadro No. 6).

Cuadro No. 5. Valores promedios de control (%) para la combinación de herbicida y adyuvante en *Avena fatua* hasta 3 hojas 13 dpa

Adyuvante	Herbicida		
	Axial	Hussar Plus	Merit
No adyuvante	91,5	75,0	77,0
Agral 90	83,7	74,2	80,0
Rizospray Extremo	85,8	74,2	74,8
Silwet	90,5	77,8	75,0

Cuadro No. 6. Valores promedios de control (%) para la combinación de herbicida y adyuvante en *Avena fatua* de 2-4 macollos 13 dpa

Adyuvante	Herbicida		
	Axial	Hussar	Merit
No adyuvante	87,8	66,5	70,0
Agral 90	80,5	66,5	73,2
Rizospray Extremo	84,7	66,7	65,8
Silwet	88,7	68,0	66,2

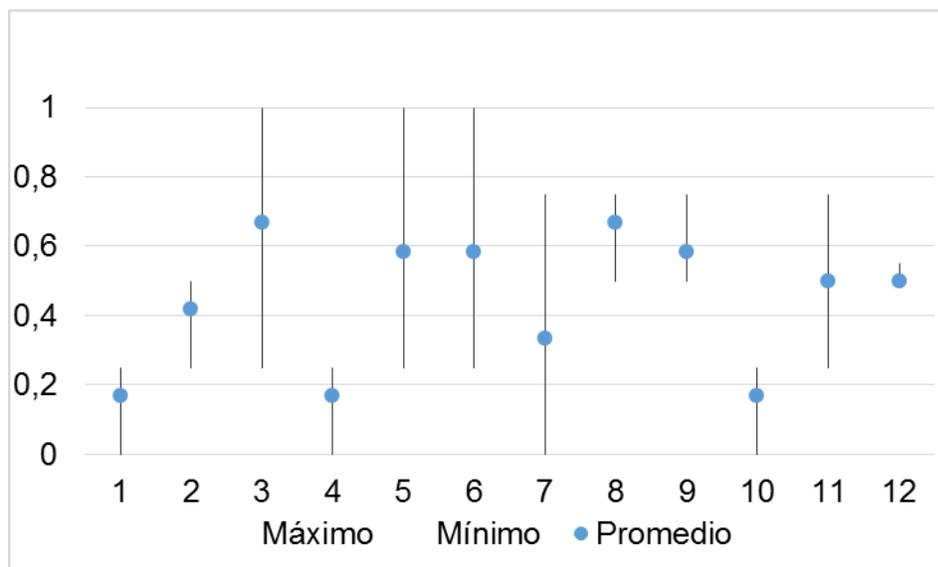
El agregado de adyuvantes a los graminicidas no determinó que estos presentaran un mayor control. No se constató las mejoras en penetración, mojado y dispersión sobre las hojas que menciona la bibliografía y la información técnica de los fabricantes de adyuvantes, para las condiciones del ensayo. Esto quizás pueda estar explicado porque la limitante mayor fue el avanzado estado de desarrollo de la maleza y además las condiciones meteorológicas al momento de la aplicación no fueron limitantes para la expresión de los beneficios de los adyuvantes.

Vemos que Axial en valores absolutos sin adyuvante tuvo mejores controles que con el agregado de adyuvantes.

En relación a las evaluaciones de fitotoxicidad los cuatro tratamientos realizados con Axial obtuvieron los valores mínimos correspondiendo a nula fitotoxicidad. El valor máximo fue de 0,75 y el resto de los valores fue 0,25, mostrando poca amplitud entre máximos y mínimos.

Los tratamientos con Hussar Plus al igual que Merit presentaron una amplitud más grande obteniendo en su mayoría mínimos de 0,25 y máximos de 1, que correspondían a detenciones de crecimientos más severas.

En cuanto a los adyuvantes, los tres tratamientos con Silwet tuvieron máximos de 0,75 y dos de los tratamientos con Agral 90 obtuvieron máximos de 1. Los tratamientos con Rizospray Extremo tuvieron valores intermedios y dispares entre sí.



1: Axial s/ady; 2: Hussar Plus s/ady; 3: Merit s/ady; 4: Axial + Agral 90; 5: Hussar Plus + Agral 90; 6: Merit + Agral 90; 7: Axial + Silwet; 8: Hussar Plus + Silwet; 9: Merit + Silwet; 10: Axial + Rizospray Extremo; 11: Hussar Plus + Rizospray Extremo; 12: Merit + Rizospray Extremo

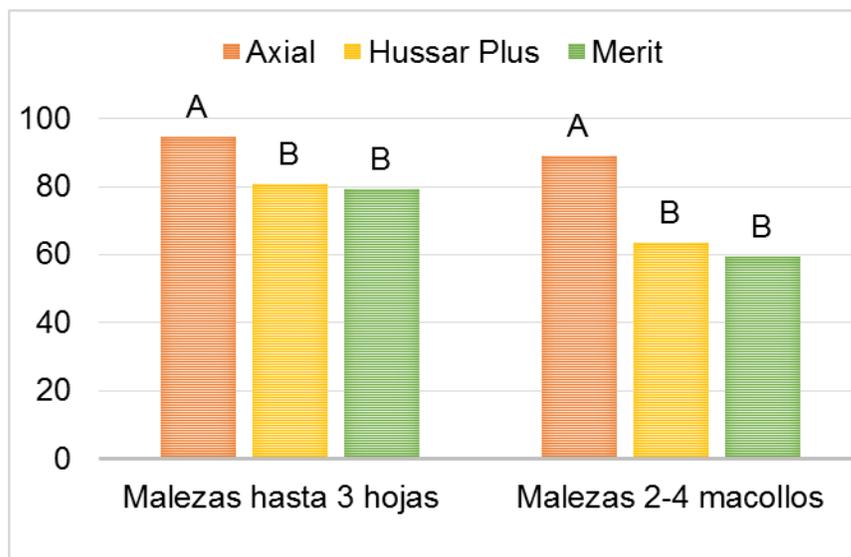
Figura No. 2. Valores medios, máximos y mínimos de fitotoxicidad 13 dpa

#### 4.2 EVALUACIÓN A LOS 22 DPA (30/08/14)

En esta segunda evaluación, tal como se comentó para la evaluación anterior, no se detectó interacción de los factores estudiados, y solamente fue detectado efecto del herbicida en ambos estados de desarrollo de *A. fatua*.

Cuadro No. 7. Anava para control de *Avena fatua* 22 dpa

	<i>A. fatua</i> hasta 3 hojas	<i>A. fatua</i> 2-4 macollos
Efecto	Pr > F	Pr > F
Bloque	0,1199	0,0563
Adyuvante	0,8537	0,4866
Herbicida	<0,0001	<0,0001
Herbicida x Adyuvante	0,6196	0,7455



(\*) Medias con igual letra mayúscula no difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ ), comparación para cada grado desarrollo de la maleza

Figura No. 3. Porcentaje de control 22 dpa de herbicidas para malezas hasta 3 hojas y malezas 2-4 macollos

El herbicida Axial luego de 22 días de aplicado, mantiene la tendencia observada a los 13 dpa, obteniendo significativamente mayor control sobre malezas hasta 3 hojas y malezas de 2-4 macollos comparado con Hussar Plus y Merit. Estos últimos siguen sin diferenciarse entre sí.

Esto no coincide con los resultados de Fontes y Hareau (2001) sobre el uso de graminicidas en trigo, donde no se encontraron diferencias en el control de *A. fatua* para los graminicidas Puma, Iloxan y Topik sobre *A. fatua* no macollada. En cuanto a diferencias de control según producto en *A. fatua* ya macollada los resultados de estos autores coinciden con los nuestros, donde sí existieron diferencias.

Axial mantiene excelente control sobre malezas hasta 3 hojas con un 94% superando a Hussar Plus en un 13,9% y a Merit en un 15,3% y en malezas de 2-4 macollos con un 89% de control, 25,6% por encima de Hussar Plus y 29,6% con respecto a Merit.

Como se aprecia en la figura No. 2, el porcentaje de control de Axial aumentó con respecto a la primera lectura en ambos grupos de malezas. En malezas hasta 3 hojas aumento 6,6%, pasando de 87,9% a 94,5% y en malezas de 2-4 macollos aumento 3,4% pasando de 85,4% a 88,8% de control.

Esto muestra que el herbicida siguió actuando luego de 13 dpa aumentando el porcentaje de control en plantas e inclusive logrado en algunas plantas 100% de control.

Hussar Plus aumento 5,3% de control respecto a la primera lectura en malezas hasta 3 hojas, pasando de un 75% de control (13 dpa) a un 80,6% control (22 dpa). En el grupo de malezas de 2-4 macollos disminuyo 3,7 %, pasando de 66,9% de control (13 dpa) a un 63,2% de control (22 dpa). Es importante mencionar que la aplicación se realizó a 220 cc.ha<sup>-1</sup> que es la menor dosis recomendada en etiqueta. Debido a la alta infestación de maleza y elevado desarrollo de esta, la dosis indicada sería de 240 cc.ha<sup>-1</sup>. Esto pudo haber influenciado el control obtenido.

Merit aumento 2,5 % de control pasando de 76,7% a 79,2% sobre el grupo de malezas hasta 3 hojas pero obtuvo 16% menos de control en el grupo de malezas de 2-4 macollos, pasando de 68,8% (13 dpa) a 59,2% (22 dpa), siendo el herbicida con mayor disminución de control entre las dos primeras lecturas, por lo tanto el más sensible al estado de desarrollo de las malezas. Es importante resaltar que la dosis utilizada fue la más alta recomendada en la etiqueta.

Esta disminución en el porcentaje de control de las malezas de 2-4 macollos en el herbicida Merit y Hussar Plus puede deberse al poder de detoxificación que poseen las plantas. Malezas hasta 3 hojas poseen menos energía para poder lograr esta detoxificación. Es por ello que las etiquetas de los productos recomiendan el momento óptimo de aplicación cuando la maleza aún no ha macollado.

A pesar que no hubo efecto de la interacción herbicida-adyuvante, es importante comentar que en algunas combinaciones el control fue menor que cuando no se usó adyuvante (cuadros No. 8 y 9). El caso más extremo es el de Axial con Agral 90 que determinó un control de 10% menos que cuando no se usó adyuvante. Esto indica el cuidado al momento de agregar adyuvantes para mejorar las propiedades físicas del caldo, porque el control de las malezas no está explicado solamente por la llegada del producto sino por factores internos de la planta y compatibilidades químicas.

Si bien no hay diferencias significativas entre tratamientos vemos una gran variabilidad en valores absolutos en los siguientes cuadros.

Cuadro No. 8. Valores promedios de control (%) para la combinación de herbicida y adyuvante en *Avena fatua* hasta 3 hojas 22 dpa

Adyuvante	Herbicida		
	Axial	Hussar Plus	Merit
No adyuvante	95,3	78,7	81,3
Agral 90	92,2	84,0	78,5
Rizospray Extremo	93,7	81,3	76,2
Silwet	96,8	78,3	80,8

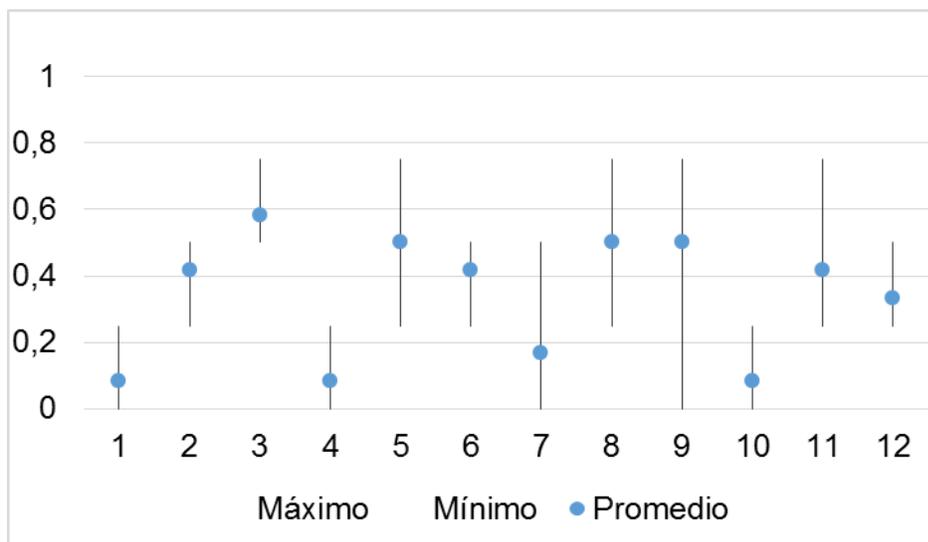
Cuadro No. 9. Valores promedios de control (%) para la combinación de herbicida y adyuvante en *Avena fatua* de 2-4 macollos 22 dpa

Adyuvante	Herbicida		
	Axial	Hussar Plus	Merit
No adyuvante	93,0	64,5	59,7
Agral 90	82,0	66,3	58,0
Rizospray Extremo	87,3	59,0	57,0
Silwet	92,8	63,0	62,0

Nuevamente la evaluación de fitotoxicidad indica una mejor selectividad del herbicida Axial, ya que a los 22 dpa mantuvieron sus valores mínimos en cero e incluso algunos tratamientos disminuyeron en la apreciación visual de retraso de crecimiento, presentando menores valores en la escala de fitotoxicidad.

Los tratamientos con Hussar Plus se mantuvieron muy similares a los niveles marcados 13 dpa y los tratamientos con Merit tendieron a disminuir el valor en la escala de fitotoxicidad, indicando recuperación y mejora en la selectividad.

En cuanto a los adyuvantes, Silwet y Rizospray Extremo se mantuvieron en niveles similares a los anteriores, aunque para Silwet se nota una leve disminución de sus mínimos. Se observa una disminución en los niveles máximos de los tratamientos con Agral 90.



1: Axial s/ady; 2: Hussar Plus s/ady; 3: Merit s/ady; 4: Axial + Agral 90; 5: Hussar Plus + Agral 90; 6: Merit + Agral 90; 7: Axial + Silwet; 8: Hussar Plus + Silwet; 9: Merit + Silwet; 10: Axial + Rizospray Extremo; 11: Hussar Plus + Rizospray Extremo; 12: Merit + Rizospray Extremo

Figura No. 4. Valores medios, máximos y mínimos de fitotoxicidad 22 dpa

#### 4.3 EVALUACIÓN A LOS 39 DPA (16/09/14)

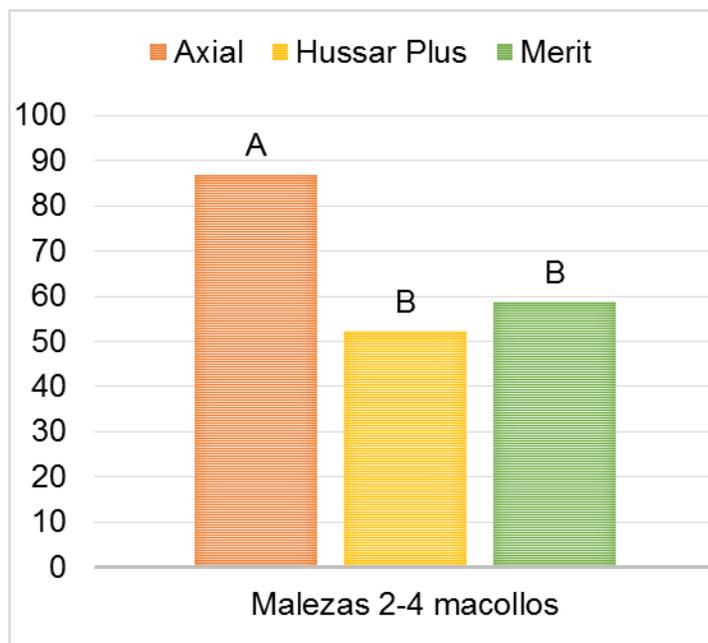
En esta tercer lectura, solo se realizaron las evaluaciones solo sobre las malezas entre 2-4 macollos, ya que las de menor desarrollo, de hasta 3 hojas eran muy pocas debido a los buenos controles de todos los herbicidas, e incluso podían haber nuevas emergencias de *A. fatua* que dificultaban la correcta evaluación.

Los efectos que determinó el análisis estadístico fueron iguales a las evaluaciones anteriores, no observándose efecto del adyuvante usado ni de la interacción herbicida-adyuvante, solo hubo efecto del herbicida.

Cuadro No. 10. Anava para control de *Avena fatua* 39 dpa

	<i>A. fatua</i> 2-4 macollos
Efecto	Pr > F
Bloque	0,1950
Adyuvante	0,2804
Herbicida	<0,0001
Herbicida x Adyuvante	0,9079

Axial mantuvo buen nivel de control sobre *A. fatua* macollada mientras que Hussar Plus y Merit presentaron menores controles. El control de estos dos herbicidas sigue siendo deficiente y al igual que en las demás evaluaciones no se pueden afirmar que el control es diferente entre ellos (figura No. 5).



(\*) Medias con igual letra mayúscula no difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ )

Figura No. 5. Porcentaje de control 39 dpa de herbicidas para malezas 2-4 macollos

Se puede observar una disminución en el porcentaje de control de los tres herbicidas evaluados con respecto a la lectura anterior. Se ven mínimas diferencias entre los herbicidas Axial y Merit con respecto a sus anteriores lecturas, pero en el caso de Hussar Plus, esa disminución es del orden del 11%, con respecto a la fecha anterior, pasando de un control del 63,2% a 52,1%. Estas diferencias en los niveles de control indican que las plantas se recuperaron al no recibir una dosis suficiente para controlar la maleza.

Los menores niveles de control se debieron al alto número de plantas de *A. fatua* que rebrotaron. Plantas de esta maleza evaluadas en la segunda lectura con altos porcentajes de control en esta lectura habían rebrotado y por lo tanto el control bajo considerablemente, modificando la media de todos los tratamientos, principalmente en Hussar Plus y Merit.

Como en las fechas anteriores no hubo efecto de la interacción y los valores absolutos de control para cada combinación reflejan que incluso algunos adyuvantes podrían antagonizar la actividad del herbicida. Los efectos antagonísticos de adyuvante con herbicidas han sido probados para glifosato para algunas malezas específicas (Sharma y Singh, 2000).

Cuadro No. 11. Valores promedios de control (%) para la combinación de herbicida y adyuvante en *Avena fatua* de 2-4 macollos 39 dpa

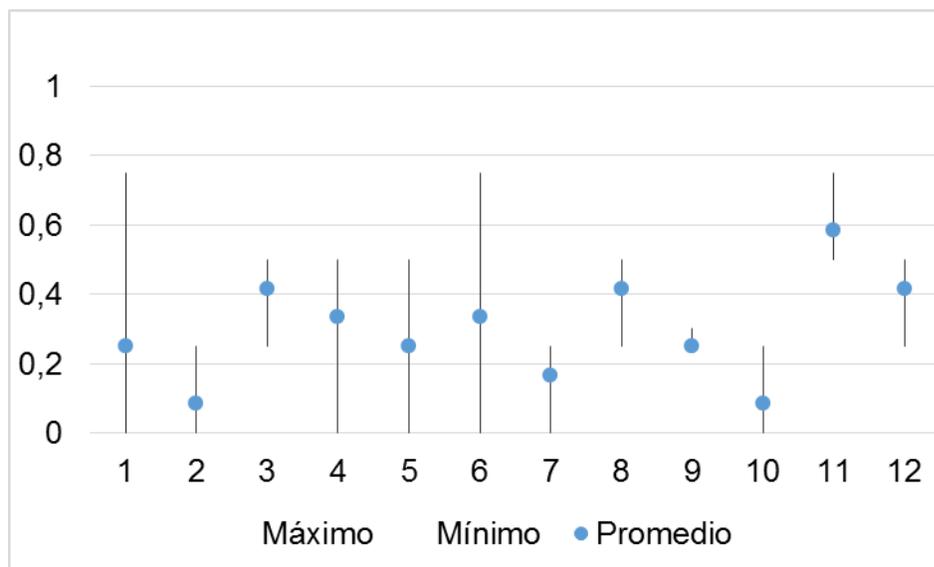
Adyuvante	Herbicida		
	Axial	Hussar Plus	Merit
No adyuvante	83,5	56,2	57,3
Agral 90	84,8	45,2	49,8
Rizospray Extremo	96,8	56,2	62,5
Silwet	85,5	51,0	64,0

Luego de 39 dpa el herbicida Axial sigue siendo el de mayor selectividad (figura No. 6) manteniendo los niveles más bajos en la escala de fitotoxicidad comparado con los demás herbicidas.

El herbicida Hussar Plus sufrió una leve recuperación de la fitotoxicidad, indicando que el cultivo de trigo necesitó más días para detoxificar el graminicida.

El herbicida Merit continúa su disminución en la escala de fitotoxicidad 39 dpa.

Observando los valores de la escala de fitotoxicidad confeccionada, parece haber una relación de la selectividad con el uso o no de adyuvante.



1: Axial s/ady; 2: Hussar Plus s/ady; 3: Merit s/ady; 4: Axial + Agral 90; 5: Hussar Plus + Agral 90; 6: Merit + Agral 90; 7: Axial + Silwet; 8: Hussar Plus + Silwet; 9: Merit + Silwet; 10: Axial + Rizospray Extremo; 11: Hussar Plus + Rizospray Extremo; 12: Merit + Rizospray Extremo

Figura No. 6. Valores medios, máximos y mínimos de fitotoxicidad 39 dpa

#### 4.4 MATERIA SECA DE MALEZA A COSECHA

Los datos de materia seca de *A. fatua* obtenidos establecen diferencias no solo entre el tratamiento testigo con maleza y los demás tratamientos, sino que también se ven diferencias significativas entre el uso de diferentes herbicidas.

El análisis estadístico de la cantidad de materia seca de *A. fatua* a cosecha, considerando los factores testigo, herbicida, adyuvante e interacción, no detectó diferencias significativas entre los adyuvantes utilizados ni la interacción de estos con los herbicidas, si lo hizo para herbicida utilizado.

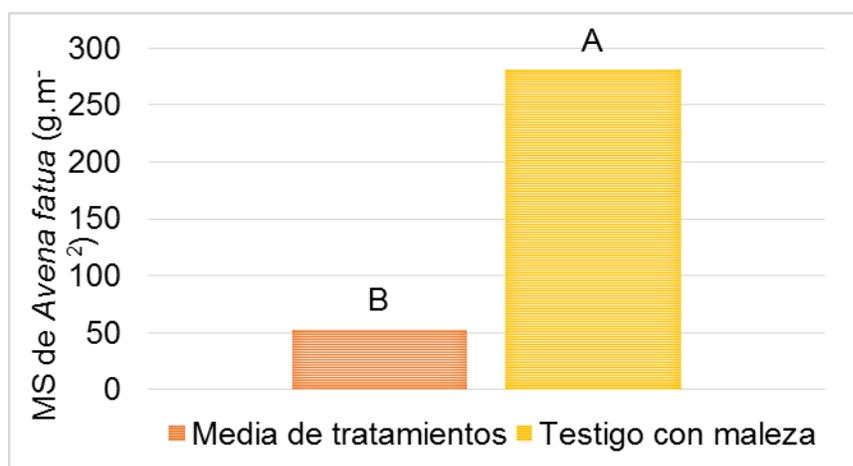
Cuadro No. 12. Anava para materia seca de *Avena fatua*

	MS promedio
Efecto	Pr > F
Testigo	<0,0001
Herbicida	0,0007
Adyuvante	0,7918
Herbicida x Adyuvante	0,7370

En la figura No. 7 se aprecian los valores de materia seca de la maleza promedio en el testigo con maleza y el promedio en los demás tratamientos con herbicida. Esto refleja la importancia del control de malezas en el potencial de reinfestación del sistema, ya que esa cantidad de malezas que queda al momento de la cosecha produce semilla y aumenta el banco de semillas de suelo.

El valor en el testigo con maleza supera a los demás tratamientos con herbicida con  $228,5 \text{ g.m}^{-2}$  más de materia seca de *Avena fatua*, indicando en esta variable un control promedio de 77%.

Esto coincide con los resultados obtenidos por Mehmood et al. (2014) quienes afirman que todos los herbicidas utilizados en su trabajo sobre control químico en maleza monocotiledóneas reducen significativamente el número de plantas. $\text{m}^{-2}$  comparado con el testigo.



(\*) Medias con igual letra mayúscula no difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ )

Figura No. 7. Valores promedio de materia seca de *Avena fatua* ( $\text{g.m}^{-2}$ ) de tratamientos con herbicida y testigo con maleza

Los menores valores de materia seca de *A. fatua* a cosecha se observaron en los tratamientos con Axial y Merit, no concordando con los mayores controles de maleza que fueron presentados en las diferentes fechas de evaluación por parte de Axial en comparación a Hussar Plus y Merit (cuadro No. 14).

Hay diferencias significativas de materia seca de la maleza a cosecha entre los tratamientos que utilizaron Hussar Plus y Merit. Esto no concuerda con los resultados en porcentaje de control presentados durante las tres evaluaciones realizadas, donde Hussar Plus y Merit se comportaron igual

estadísticamente frente al porcentaje de control de malezas hasta 3 hojas y de 2-4 macollos.

Esto se pudo deber a que en el período entre la última lectura y la cosecha de materia seca de maleza, en los tratamientos con Hussar Plus las plantas se recuperaron y rebrotaron más que en comparación a Merit.

Cuadro No. 13. Materia seca ( $\text{g.m}^{-2}$ ) promedio de *Avena fatua* según herbicida utilizado

Herbicida	MS <i>A. fatua</i> promedio ( $\text{g.m}^{-2}$ )
Axial	24,2 a
Merit	45,3 a
Hussar Plus	86,5 b

Axial y Merit lograron el menor nivel de materia seca con  $24,2 \text{ g.m}^{-2}$  y  $45,3 \text{ g.m}^{-2}$  respectivamente. Axial fue un 72% inferior y Merit un 48% a Hussar Plus.

Esta menor cantidad de materia seca de Axial en comparación con Hussar Plus se debió a que controló muy bien la *A. fatua* en todos los estados de desarrollo. No hubo importantes cantidades de nuevas emergencias de la maleza, esto favoreció al desempeño de Axial ya que no posee efecto residual.

Otro factor que explica el buen desempeño de Axial fue el avanzado estado de desarrollo y alta cantidad de maleza presentes al momento de la aplicación, lo que coincide con la recomendación de esperar la emergencia de la mayor parte de las malezas gramíneas antes de la aplicación por no tener residualidad (SATA, 2013), aunque analizado esto desde el punto de vista de la definición de rendimiento no es favorable.

Los resultados obtenidos de materia seca de *A. fatua* en los tratamientos con Hussar Plus no fueron buenos debido a los bajos controles sobre plantas en avanzado estado de desarrollo y al rebrote de las mismas.

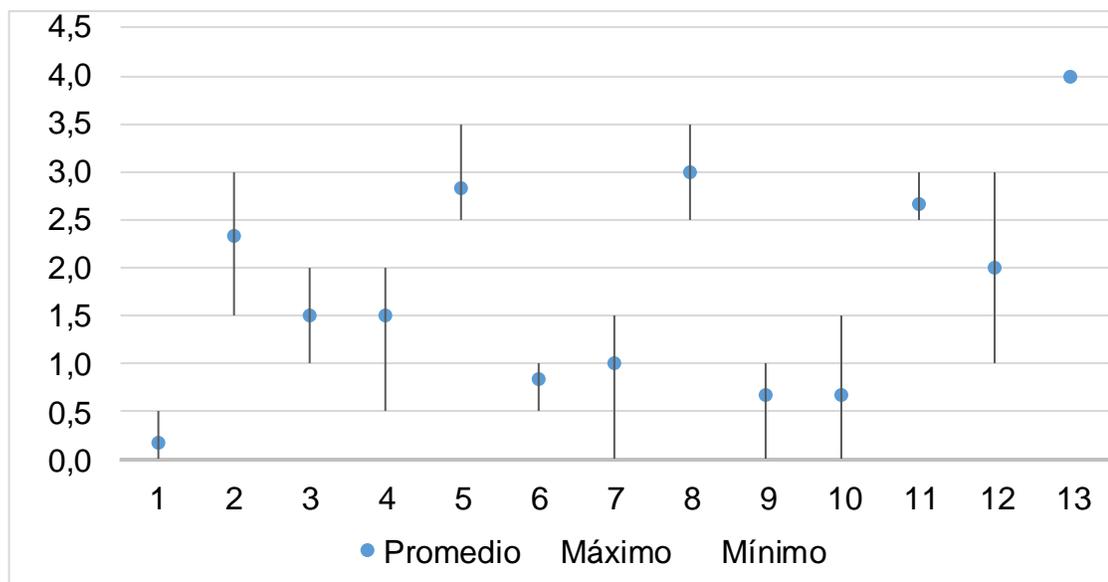
Dado que Hussar Plus y Merit cuentan con efecto residual, estos se podrían haber visto favorecido frente Axial si hubiera habido nuevas emergencias de *A. fatua*.

Cuadro No. 14. Materia seca ( $\text{g.m}^{-2}$ ) promedio de *Avena fatua* según herbicida y adyuvante utilizado

Adyuvante	Axial	Hussar Plus	Merit	Testigo con malezas
No adyuvante	6,6	83,9	42,5	280,5
Agral 90	51,3	87,2	44,8	nc
Rizospray Extremo	12,2	77,5	62,4	nc
Silwet	26,6	97,2	31,5	nc

Es de resaltar que si bien no hubo diferencias significativas entre el uso de adyuvante, en los tratamientos con Axial, hay grandes diferencias en valores absolutos observándose máximos de 51,3  $\text{g.m}^{-2}$  y mínimos de 6,6  $\text{g.m}^{-2}$  de maleza sin el uso de adyuvantes.

Los datos evaluados de materia seca de *A. fatua* a cosecha son coincidentes con los valores de la escala de apreciación visual de enmalezamiento realizado a cosecha, mostrando un menor nivel en los tratamientos con Axial y Merit (figura No. 8). Cabe mencionar que esta determinación se realizó porque la estimación de materia seca muchas veces no refleja lo que se aprecia visualmente en enmalezamiento.



1: Axial s/ady; 2: Hussar Plus s/ady; 3: Merit s/ady; 4: Axial + Agral 90; 5: Hussar Plus + Agral 90; 6: Merit + Agral 90; 7: Axial + Silwet; 8: Hussar Plus + Silwet; 9: Merit + Silwet; 10: Axial + Rizospray Extremo; 11: Hussar Plus + Rizospray Extremo; 12: Merit + Rizospray Extremo; 13: Testigo con maleza

Figura No. 8. Escala de nivel de enmalezamiento a cosecha

Comparando promedios entre tratamientos, todos los de Axial están por debajo de los demás a excepción de Axial + Agral 90 que obtuvo el mismo valor promedio que Merit sin adyuvante.

Los máximos niveles visuales de enmalezamiento se ven en los tratamientos con Hussar Plus y los mínimos con Axial. Esto concuerda con los resultados promedio de materia seca de *A. fatua* presente en los tratamientos con este herbicida.

Merit se comportó muy similar al Axial en cuanto a nivel de enmalezamiento visual, obteniendo menos variabilidad entre sus mínimos y máximos, salvo el tratamiento que utilizó Rizospray Extremo el cual no tuvo buenos niveles de control.

Esto concuerda con los resultados promedio de materia seca de la maleza, donde Axial y Merit no tienen diferencias significativas.

Podemos ver que el testigo con malezas presenta el mayor valor de enmalezamiento visual y concuerda con los resultados obtenidos al evaluar

cantidad de materia seca promedio de *A. fatua*, donde es significativamente mayor a todos los tratamientos con herbicidas.

#### 4.5 RENDIMIENTO EN GRANO

Como se describió en materiales y métodos, el efecto del uso de herbicidas en el rendimiento de trigo se evaluó a través de análisis de contrastes. Los rendimientos promedio de todos los tratamientos con herbicidas y adyuvantes, difieren estadísticamente con respecto al testigo con maleza. No sucede lo mismo con el testigo sin maleza, con el cual no se dan diferencias. Si bien visualmente determinamos valores de fitotoxicidad según tratamiento, al analizar rendimiento, no se detectaron esas diferencias, pudiendo inferirse que las pequeñas depreciaciones de crecimiento que se evaluaron por apreciación visual en el trigo no se constataron en el rendimiento en grano.

En cuanto a rendimiento, los datos no coinciden con los resultados de Mehmood et al. (2014) donde el rendimiento de trigo no difirió significativamente entre los tratamientos con herbicidas y el testigo enmalezado.

Cuadro No. 15. Anava de contrastes evaluados

Contrastes	Pr > F
Tratamientos vs Testigo con maleza	0,0014
Tratamientos vs Testigo sin maleza	0,4049

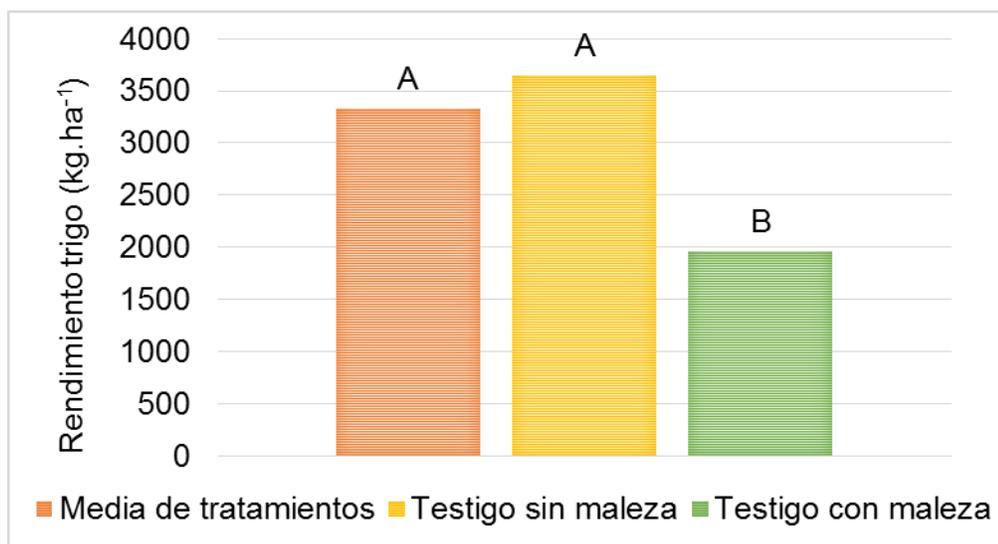
Cuadro No. 16. Media de rendimiento de trigo de todos los tratamientos evaluados junto con los testigos

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)
Media de tratamientos	3323 a
Testigo sin maleza	3645 a
Testigo con maleza	1956 b

Como puede observarse en el cuadro No. 15 no hubo diferencias significativas en rendimiento entre la media de los tratamientos y el testigo sin maleza, si la hubo frente al testigo con maleza donde el rendimiento disminuyó un 41,2% con respecto a la media de los tratamientos. Estos datos son similares a los obtenidos por Fontes y Hareau (2001) donde observaron incrementos en torno a un 55% en trigos tratados con graminicidas versus trigos sin graminicidas en condiciones de elevadas densidades de *A. fatua*.

Los resultados obtenidos confirman lo sostenido por Oad et al. (2007) donde la presencia de *A. fatua* afecta drásticamente el rendimiento de trigo disminuyéndolo un 36,5%.

Esta diferencia en rendimiento, si bien no está analizada desde el punto de vista de la densidad de maleza, se asemeja con lo observado en Chile por Pedreros (2000) donde determinó disminuciones de rendimiento de trigo alrededor de 1 tt.ha<sup>-1</sup> por cada 10 plantas.m<sup>-2</sup> de *Avena fatua* y lo observado por Khan et al., citados por Sarwar et al. (2013) donde afirman que con densidades de 70 plántulas.m<sup>-2</sup> y 160 plántulas.m<sup>-2</sup> de *Avena fatua* el rendimiento disminuye un 22,1 % y un 39,1% respectivamente en comparación con un testigo sin maleza.



(\*) Medias con igual letra mayúscula no difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ )

Figura No. 9. Rendimiento medio de tratamientos junto con testigos con y sin maleza

El testigo sin maleza estuvo 1689 kg.ha<sup>-1</sup> por encima del testigo con maleza y la media de los tratamientos con herbicidas estuvo 1367 kg.ha<sup>-1</sup> por encima del testigo sucio. Entre estos la diferencia fue de 322 kg.ha<sup>-1</sup> estadísticamente no significativa.

Según Sarwar et al. (2013) estas pérdidas de rendimiento se deben a que al aumentar el número de malezas gramíneas en el cultivo de trigo, más recursos como agua, nutrientes, luz y dióxido de carbono son utilizados por

estas y a su vez con mayor eficiencia que el cultivo agotando los recursos disponibles para el mismo.

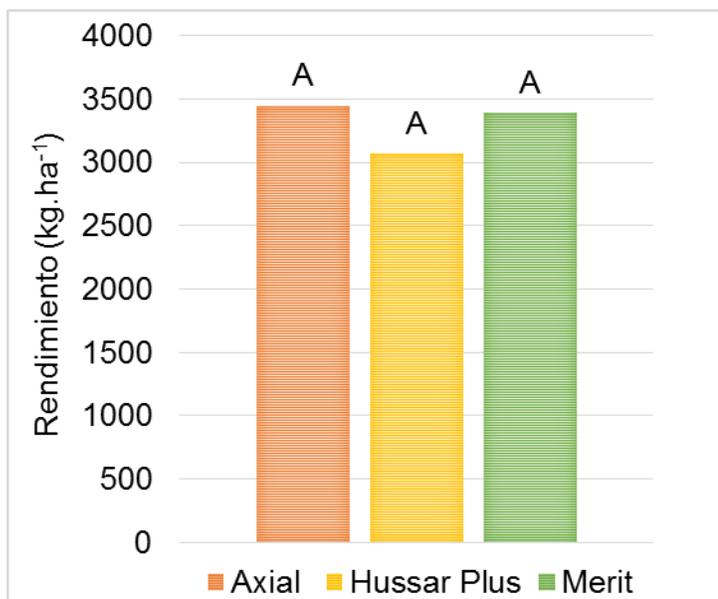
A su vez, afirman que las pérdidas de rendimiento de trigo se deben que a mayor cantidad de plantas de *A. fatua* el número de plantas de trigo disminuye.

Si bien *L. multiflorum* no estuvo presente en el ensayo, resultados sobre esta maleza, muy similar a *A. fatua* en cuanto a competencia con el cultivo, realizados por Buquet y Martínez (2013) sobre rendimiento en trigo establecen que ha mayor densidad de dicha maleza, menor es el rendimiento por planta de trigo debido a un menor número de granos por planta.

Cuadro No. 17. Perfiles de significancia para los distintos tratamientos

Efecto	Pr > F
Herbicida	0,0094
Adyuvante	0,3588
Herbicida x Adyuvante	0,8452

Si bien el modelo detecta diferencias entre tratamientos herbicidas, pero el test de separación de medias no logra encontrar diferencias entre ellos.



(\*) Medias con igual letra mayúscula no difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ )

Figura No. 10. Rendimiento promedio de trigo según herbicida utilizado

No hay diferencias significativas en rendimiento según herbicida utilizado. El herbicida Axial logró mayor porcentaje de control y menores niveles de materia seca de maleza a cosecha, al igual que Merit, por lo que era de esperar mayor rendimiento en el cultivo de trigo, sin embargo no se diferenció de los demás herbicidas.

Si vemos los valores absolutos de los promedios de rendimiento de los diferentes tratamientos coincide con los resultados obtenidos de materia seca de *A. fatua* a cosecha, donde Axial y Merit reflejaron los menores valores y como vemos los rendimientos son similares en comparación a Hussar Plus que en valores absolutos su rendimiento es 400 kg aproximadamente menor a los demás.

Estos datos no concuerdan con la información obtenida por Gigón (2014a) en *L. multiflorum* donde los tratamientos con Axial rindieron por encima de los tratados con Merit y Hussar Plus.

En rendimiento tampoco los adyuvantes indicaron ningún efecto para ningún herbicida y tampoco mostraron tendencias sólidas que merecieran ser comentadas.

## 5. CONCLUSIONES

Los adyuvantes no determinaron cambios en la efectividad de los herbicidas Axial, Hussar o Merit en el control de *Avena fatua*. El uso de estos no mejoró el desempeño de los herbicidas utilizados bajo las condiciones evaluadas.

El herbicida Axial fue en todas las evaluaciones de control el de mejor comportamiento, independiente del desarrollo de la maleza.

Los herbicidas Hussar Plus y Merit no presentaron diferencias significativas en cuanto al porcentaje de control de malezas, pero sí en materia seca de *A. fatua* a cosecha donde Merit tuvo menores valores.

En los tratamientos de los tres herbicidas evaluados se observó un mayor control sobre malezas hasta 3 hojas que sobre malezas de 2-4 macollos, confirmando la importancia de la aplicación temprana de estos productos para aumentar la eficiencia de control y coincidiendo con las recomendaciones de etiqueta.

La cantidad de materia seca de *Avena fatua* a cosecha fue mayor en el testigo con maleza comparado con la media de los demás tratamientos. No hubo diferencias significativas según adyuvante utilizado.

Los tratamientos con Axial y Merit presentaron estadísticamente menor cantidad de materia seca de maleza que los tratamientos con Hussar Plus, pero esto no se vio reflejado en rendimiento donde no se vieron diferencias significativas entre tratamientos.

El enmalezamiento presente determinó una pérdida de 46,4% de rendimiento de trigo comparado a la media de los tratamientos herbicidas. No hubo diferencias de rendimiento entre media de tratamientos con herbicidas y el testigo sin maleza. No se constató efecto del uso de adyuvante en rendimiento así como tampoco de los herbicidas.

## 6. RESUMEN

El uso de adyuvantes en aplicaciones de herbicidas no ha sido muy desarrollado, y existe poca información para el caso de los gramínicos de invierno. La atención en la investigación sobre estos productos se ha enfocado en tratamientos de verano y para el uso de insecticidas. Este trabajo pretende contribuir con información respecto al uso de adyuvantes en aplicaciones de gramínicos postemergentes en el cultivo de trigo. Se planteó como objetivo evaluar el efecto de 3 diferentes tipos de adyuvantes, Agral 90, Silwet y Rizospray Extremo agregados a los herbicidas postemergentes, Axial, Hussar Plus y Merit en el control de *A. fatua* y en el rendimiento de trigo (*Triticum aestivum*). El diseño experimental consistió en bloques al azar, donde cada unidad experimental presentaba 2 x 10 m de largo. Los tratamientos resultaron de la combinación de los 3 herbicidas y los adyuvantes, más los herbicidas sin adyuvante, adicional a un testigo limpio de malezas quitadas a mano y un testigo con *A. fatua* sin realizar ningún control de herbicida. Las determinaciones en este experimento consistieron en evaluar el porcentaje de control realizado por cada mezcla de herbicida y adyuvante sobre malezas menores a 3 hojas y malezas de 2-4 macollos. Para ello se realizaron tres lecturas 13, 22 y 39 días post aplicación. Los resultados indicaron que no hubo diferencias estadísticas entre el uso adyuvantes. Ninguno de los tres tuvo diferencias en el control de *A. fatua* entre sí y en interacción con el herbicida tampoco. Bajo estas condiciones del ensayo se obtuvo el mismo porcentaje de control utilizando o no un adyuvante. Existieron diferencias en cuanto al herbicida utilizado, observándose un mayor control, independientemente del desarrollo de las malezas, del herbicida Axial frente a Hussar Plus y Merit. Se evaluó también el grado de enmalezamiento a cosecha a través del análisis de materia seca de *A. fatua* donde se vieron diferencias significativas entre usar o no herbicida y el herbicida utilizado, donde Axial y Merit logran menores niveles de enmalezamiento frente a Hussar Plus. Junto con esta última evaluación se evaluó rendimiento de trigo en grano donde se determinaron diferencias significativas a favor de la media de los tratamientos evaluados frente al testigo con maleza, de 1367 kg.ha<sup>-1</sup> y una diferencia entre el testigo sin maleza y el testigo con maleza de 1689 kg.ha<sup>-1</sup> a favor del testigo sin maleza. No se vieron diferencias significativas en rendimiento según el herbicida utilizado y tampoco se vio efecto de la interacción herbicida-adyuvante.

Palabras clave: Adyuvante; *Avena fatua*; *Triticum aestivum*.

## 7. SUMMARY

The use of adjuvants during summer applications, mainly insecticides are mostly used because of the virtues these compounds have against adverse conditions of temperature and humidity during that season. That is why the attention of the investigation of these type of products is focused on summer applications and little is known about winter treatments. With these background, it was considered of interest the use of adjuvants during winter applications on wheat crop. The purpose of the present study is assessment of three post emergence herbicides (Axial, Hussar Plus y Merit) applied in mixture with three different types of adjuvants (Agral 90, Silwet y Rizospray Extremo) to control *Avena fatua* in wheat crop (*Triticum aestivum*) with subsequent performance evaluation. It was also valued the type of damage to the crop with the herbicide. With this objective in mind, between May and November of 2014, the experiment was taken place north of Paysandú in a commercial wheat crop field. The experimental design consisted in 14 plots divided into random blocks of 2 x 10 meters each with 3 treatments with a dirty and clean witness and all weeds which grow in it were removed. The experiment consisted in evaluating the control each mixture has over 3-leaf weeds and up to 2-4 bunches, separately. Three readings where done: 13, 22 and 39 days post application to know the evolution of weed control. Results showed no statistical difference between the adjuvant used. None of the three adjuvants presented differences among themselves or in interaction with the herbicide used in the control of *A. fatua*. Under these test conditions the same control rate with or without adjuvant was obtained. Control differences were obtained in the herbicide used, with increased weed control in 3-leaf weeds and up to 2-4 bunches in Axial treatments compared to Hussar Plus and Merit. These last two presented no significant differences in any of the readings evaluated. The degree of weed growth at harvest was also evaluated through analysis of dry matter where we found significant differences with or without the use of herbicide. Axial and Merit achieved lower levels of weed growth compared to Hussar Plus. Along with this last assessment wheat was harvested. Treatment average showed statistic differences with dirty witness where performance diminished 1367 kg.ha<sup>-1</sup>. Difference between clean and dirty witness where 1689 kg.ha<sup>-1</sup> in favor of clean witness. In wheat performance, no significant difference where found in herbicide treatments neither effect herbicide-adjuvants interaction where found.

Keywords: Adjuvant; *Avena fatua*; *Triticum aestivum*.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. AGROMIL. s.f. Hussar Plus OD – Herbicidas. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 9 abr. 2014. Disponible en <http://www.agromil.com.uy/productos-bayer-hussar-plus-od.html>
2. ARROSPIDE, G. 2004. Criterios para el uso de aditivos y coadyuvantes. (en línea). Montevideo, Calister. s.p. Consultado 24 nov. 2014. Disponible en [http://www.calister.com.uy/wp-content/files\\_mf/1311182916Criterios para el uso de Aditivos y Coadyuvantes.pdf](http://www.calister.com.uy/wp-content/files_mf/1311182916Criterios_para_el_uso_de_Aditivos_y_Coadyuvantes.pdf)
3. AZEVEDO, L. A. 2011. Adjuvantes agrícolas para a proteção de plantas. Rio de Janeiro, IMOS. 264 p.
4. BELLO, C.; FRONTINI, A. 1999. Efecto del cultivar y distintas opciones de tratamiento herbicidas en el manejo de balango (*Avena fatua* L.) en trigo (*Triticum aestivum*) y cebada (*Hordeum vulgare*). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 54 p.
5. BUQUET, F.; MARTÍNEZ, M. 2013. Estudio de la interferencia de 5 cultivares de trigo de ciclo largo (*Triticum aestivum* L.) sobre raigrás anual (*Lolium multiflorum* L.). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp. 4-54.
6. CUNHA, J. P. A.; TEIXEIRA, M. M.; CASTILLO, B.; RODRIGUES, G. 2012. Formulación de agroquímicos para el control de plagas. In: Cali, M.J.; Izaguirre, S. eds. Tecnología de la aplicación de agroquímicos. Alto Valle, s.e. pp. 27-44.
7. DOW AGROSCIENCES. s.f. Merit Pack. (en línea). s.l. s.p. Consultado 24 nov. 2014. Disponible en [http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDAS/dh\\_0900/0901b80380900df9.pdf?filepath=ar/pdfs/noreg/013-54018.pdf&fromPage=GetDoc](http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDAS/dh_0900/0901b80380900df9.pdf?filepath=ar/pdfs/noreg/013-54018.pdf&fromPage=GetDoc)
8. ESPINOZA, N.; DÍAZ, J. s.f. Situación de la resistencia de malezas a herbicidas en cultivos anuales en Chile. (en línea). Temuco, INIA. pp. 73-74. Consultado 2 oct. 2014. Disponible en [http://dmz.inia.org.uy/estaciones/la\\_estanzuela/webseminariomalezas/articulos/espinozanelson.pdf](http://dmz.inia.org.uy/estaciones/la_estanzuela/webseminariomalezas/articulos/espinozanelson.pdf)

9. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; GALDAMES, R.; RODRÍGUEZ, R.; GAETE, N.; DE PRADO, R. s.f. Estado de la resistencia a herbicidas en trigos y otros cultivos extensivos en el sur de Chile. (en línea). Temuco, INIA. pp. 1-13. Consultado 11 oct. 2014. Disponible en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR36353.pdf>
10. ESQUEDA, V.; ZITA, G.; ROSALES, E. s.f. Resistencia a herbicidas. (en línea). México, INIFAP. s.p. Consultado 11 oct. 2014. Disponible en [http://www.asomecima.org/Tapachula/Resistencia\\_herbicidas.pdf?#zoom=81&statusbar=0&navpanes=0&messages=0](http://www.asomecima.org/Tapachula/Resistencia_herbicidas.pdf?#zoom=81&statusbar=0&navpanes=0&messages=0)
11. FISCHER, A. J. s.f. Resistencia a herbicidas; mecanismos y mitigación. (en línea). Revista Especial Malezas. 13: s.p. Consultado 11 oct. 2014. Disponible en [http://www.aapresid.org.ar/rem/wp-content/uploads/sites/3/2013/02/REMSD12\\_002.pdf](http://www.aapresid.org.ar/rem/wp-content/uploads/sites/3/2013/02/REMSD12_002.pdf)
12. FONTES, F.; HAREAU, A. 2001. Alternativas de control químico de balango (*Avena fatua* L.) en trigo (*Triticum aestivum*). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp. 38-45.
13. GIGÓN, R.; MASSIGOGGE, J.; ISTILART, C. 2013a. Evaluación de Flumioxazin (Sumisoya) para el control de gramíneas en cultivo de trigo y cebada en el centro sur de la provincia de Buenos Aires. (en línea). Buenos Aires, INTA. pp. 1-8. Consultado 15 oct. 2014. Disponible en [http://inta.gob.ar/documentos/evaluacion-de-flumioxazin-sumisoyaae-para-el-control-de-gramineas-en-cultivos-de-trigo-y-cebada-en-el-centro-sur-de-la-provincia-de-buenos-aires/at\\_multi\\_download/file/INTA%20Barrow%20-%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20Flumioxazin%20-%20Sumisoya%20-%20para%20el%20control%20de%20gram%C3%ADneas%20en%20cultivos%20de%20trigo%20y%20cebada.pdf](http://inta.gob.ar/documentos/evaluacion-de-flumioxazin-sumisoyaae-para-el-control-de-gramineas-en-cultivos-de-trigo-y-cebada-en-el-centro-sur-de-la-provincia-de-buenos-aires/at_multi_download/file/INTA%20Barrow%20-%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20Flumioxazin%20-%20Sumisoya%20-%20para%20el%20control%20de%20gram%C3%ADneas%20en%20cultivos%20de%20trigo%20y%20cebada.pdf)
14. \_\_\_\_\_.; VIGNA, M.; LOPEZ, R.; ISTILART, C. 2013b. Experiencias preliminares en el control de *Vulpia* sp. en cereales de invierno. (en línea) In: Yagüez, J. D.; Forján, H. J.; López, Z. eds. Actualización técnica en cultivos de cosecha fina 2012-2013. Tres Arroyos, INTA. pp. 129-131. Consultado 15 oct. 2014. Disponible en [http://inta.gob.ar/documentos/informes-tecnicos.-actualizacion-en-cosecha-fina-2012-13-1/at\\_multi\\_download/file/INTA%20-%20Barrow%20-%20Cosecha%20fina%202012.pdf](http://inta.gob.ar/documentos/informes-tecnicos.-actualizacion-en-cosecha-fina-2012-13-1/at_multi_download/file/INTA%20-%20Barrow%20-%20Cosecha%20fina%202012.pdf)

15. \_\_\_\_\_.; MASSIGOGGE, J.; ISTILART, C. 2014a. Control de *Lolium* sp. Resistente a glifosato en dos momentos de aplicación sobre los cultivos de trigo y cebada. Buenos Aires, INTA. pp. 1-4.
16. \_\_\_\_\_. 2014b. Perspectivas sobre la emergencia de *Avena fatua* para la campaña de trigo 2014 en el centro sur de la provincia de Buenos Aires. (en línea). Tres Arroyos, INTA. s.p. Consultado 15 ago. 2014. Disponible en [http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDAS/dh\\_090f/0901b8038090f2c7.pdf?filepath=ar/pdfs/noreg/&fromPage=GetDoc](http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDAS/dh_090f/0901b8038090f2c7.pdf?filepath=ar/pdfs/noreg/&fromPage=GetDoc)
17. LEGUIZAMÓN, E.; PURICELLI, E. s.f. El manejo de malezas en trigo. (en línea). Santa Fe, AR, Facultad de Ciencias Agrarias. Catedra de Malezas. p. 14. Consultado 24 set. 2014. Disponible en [http://www.agroconsultasonline.com.ar/documento.html/EI%20manejo%20de%20malezas%20en%20trigo%20\(2004\).pdf?op=d&documento\\_id=121](http://www.agroconsultasonline.com.ar/documento.html/EI%20manejo%20de%20malezas%20en%20trigo%20(2004).pdf?op=d&documento_id=121)
18. LEIVA, P. D. 2013. Ámbito de recomendación de aditivos o coadyuvantes en pulverizaciones agrícolas. (en línea). Pergamino, AR, INTA. pp. 1-10. Consultado 24 nov. 2014. Disponible en [http://inta.gob.ar/documentos/ambito-de-recomendacion-de-aditivos-o-coadyuvantes-en-pulverizaciones-agricolas-1/at\\_multi\\_download/file/INTA%20Pergamino%20%C3%81mbito%20de%20recomendaci%C3%B3n%20de%20aditivos%20o%20coadyuantes-Leiva%202013.pdf](http://inta.gob.ar/documentos/ambito-de-recomendacion-de-aditivos-o-coadyuvantes-en-pulverizaciones-agricolas-1/at_multi_download/file/INTA%20Pergamino%20%C3%81mbito%20de%20recomendaci%C3%B3n%20de%20aditivos%20o%20coadyuantes-Leiva%202013.pdf)
19. LÓPEZ, R. L.; VIGNA, M. R. 1994. Control en malezas de cebada cervecera en el sudeste de Buenos Aires. In: Jornada de Actualización Técnico Económica del Cultivo de Cebada Cervecera (6<sup>a.</sup>, 1994, Bahía Blanca). Memorias. Buenos Aires, SAGyP. pp. 82-89.
20. MEHMOOD, Z.; ASHIQ, M.; NOORKA, I.; AMJED ALI.; TABASUM, S.; IQBAL, M. 2014. Chemical control of monocot weeds in wheat (*Triticum aestivum* L.). American Journal of Plant Science. 5: 1272-1276
21. MODERNEI, R. 2012. Guía uruguaya para la protección y fertilización vegetal. (en línea). 12<sup>a.</sup> ed. Montevideo, SATA. 464 p. Consultado 24 abr. 2013. Disponible en <http://www.laquiasata.com/joomla/>

22. OAD, F. L.; SIDDIQUI, M. H.; BURIRU, U. A. 2007. Growth and yield losses in wheat due to different weed densities. *Asian Journal of Plant Science*. 6 (1): 173-176
23. PEDREROS, A. 2000. Efecto de avenilla (*Avena fatua* L.) y ballica (*Lolium multiflorum* Lam.) en el rendimiento de trigo en dos áreas agroecológicas. (en línea). *Agricultura Técnica (Chile)*. 61 (3): 294-305. Consultado 9 dic. Disponible en [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-28072001000300005&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072001000300005&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
24. RÍOS, A.; FERNÁNDEZ, G.; COLLARES, L. 2005. Estudio de las comunidades de malezas asociadas a los sistemas de siembra directa en Uruguay. (en línea). In: Seminario-Taller Iberoamericano (2005, Colonia del Sacramento). Resistencia a herbicidas y cultivos transgénicos. Montevideo, INIA. pp. 129-141. Consultado 10 oct. 2014. Disponible en [http://www.inia.org.uy/estaciones/la\\_estanzuela/webseminariomalezas/articulos/riosamalia.pdf](http://www.inia.org.uy/estaciones/la_estanzuela/webseminariomalezas/articulos/riosamalia.pdf)
25. \_\_\_\_\_. 2006. Manejo de malezas. In: Seminario de Actualización Técnica Manejo de Malezas (2006, Colonia). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 1-19 (Actividades de Difusión no. 465).
26. RIZOBACTER. s.f. Folleto Silwet. (en línea). Buenos Aires, Argentina. s.p. Consultado 21 nov. 2014. Disponible en <http://www.rizobacter.com/assets/2014/05/F-SILWET2014.pdf>
27. ROSALES, E.; MEDINA, T. s.f. Manejo de malezas en cultivos básicos. (en línea). México, INIFAP. s.p. Consultado 2 oct. 2014. Disponible en <https://www.google.com.uy/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cad=rja&uact=8&ved=0CCMQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.senasica.gob.mx%2Fincludes%2Fasp%2Fdownload.asp%3FIdDocumento%3D19766%26IdUrl%3D31599&ei=b5NnVO-RDo6oyASdzoDIDQ&usq=AFQjCNE5bC7-8RNaoAfZqOQxxNq3EhbTIA&sig2=iy7II7cNxPIKrijd6UFsUVw&bvm=bv.79142246,d.aWw>
28. SARWAR M.; ALI, A.; MAQBOOL, M.; AHMAD, M.; MAHMOOD, R.; HAQ, T. 2013. Suppressing impact of *Avena fatua* and *Phalaris minor* on

growth and yield in wheat. Pakistan Journal of Nutrition. 12 (10) 912-916

29. SATA. 2012. Guía para la protección y nutrición vegetal. (en línea). s.l. s.p. Consultado 9 jul. 2014. Disponible en [http://www.laguiasata.com/joomla/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1155:pyroxsulam-cloquintocet-mexil&catid=45:principios-activos&Itemid=57](http://www.laguiasata.com/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=1155:pyroxsulam-cloquintocet-mexil&catid=45:principios-activos&Itemid=57)
30. \_\_\_\_\_. 2013. Guía para la protección y nutrición vegetal. (en línea). s.l. s.p. Consultado 5 jul. 2014. Disponible en [http://www.laguiasata.com/joomla/index.php?option=com\\_content&view=article&id=338:pinoxaden-cloquintocet-mexil&catid=45:principios-activos&Itemid=57](http://www.laguiasata.com/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=338:pinoxaden-cloquintocet-mexil&catid=45:principios-activos&Itemid=57)
31. SCURSONI, J. A. 2009. Malezas, concepto, identificación y manejo en sistemas cultivados. Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. pp. 16-17.
32. SHARMA, S. D.; SINGH, M. 2000. Optimizing foliar activity of glyphosate on *Bidens frondosa* and *Panicum maximum* with different adjuvant types. Weed Research. 40 (6): 523- 533.
33. SYNGENTA. s.f. Propiedades biológicas y bioquímicas. (en línea). Madrid. s.p. Consultado 5 jul. 2014. Disponible en [http://www.syngenta.com/country/es/sp/productos/proteccion\\_cultivos/herbicidas/axial/principio-activo/Paginas/propiedades-biologicas.aspx](http://www.syngenta.com/country/es/sp/productos/proteccion_cultivos/herbicidas/axial/principio-activo/Paginas/propiedades-biologicas.aspx)
34. VIGNA, M. R.; LÓPEZ, R.; GIGÓN, R. 2013. Situación de la problemática y propuesta de manejo para *Lolium* y *Avena fatua* resistentes a herbicidas en el sur de Buenos Aires. Revista INIA. no. 204: 76-78.
35. WEEDSCIENCE. s.f. International survey of herbicide resistant weeds (en línea). s.l. s.p. Consultado 4 oct. 2014. Disponible en <http://www.weedscience.com/Details/Case.aspx?ResistID=389>
36. \_\_\_\_\_. s.f. International survey of herbicide resistant weeds. (en línea). s.l. s.p. Consultado 4 oct. 2014. Disponible en <http://www.weedscience.com/Details/Case.aspx?ResistID=323>
37. \_\_\_\_\_. s.f. International survey of herbicide resistant weeds. (en línea). s.l. s.p. Consultado 4 oct. 2014. Disponible en <http://www.weedscience.com/summary/MOA.aspx>