

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ESTUDIO DE LAS INTERFERENCIAS DE 5 CULTIVARES DE TRIGO DE  
CICLO LARGO (*Triticum aestivum* L.) SOBRE RAIGRÁS ANUAL (*Lolium  
multiflorum* L.)**

**por**

**Felipe BUQUET DRAMIS  
Maximiliano MARTÍNEZ MENDOZA**

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

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2013**

Tesis aprobada por:

Director:

---

Ing. Agr. Dra. Grisel Fernández

---

Ing. Agr. Jorge Franco

---

Ing. Agr. Lorena Scaglia

---

Ing. Agr. Daniel Torres

Fecha: 21 de mayo de 2013

Autores:

---

Felipe Buquet

---

Maximiliano Martínez

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestros tutores Ing. Agr. Grisel Fernández e Ing. Agr. Jorge Franco, por el apoyo brindado y por hacer posible esta tesis.

Al Ing Agr. Daniel Torres por aceptar formar parte del tribunal.

A la Ing Agr. Lorena Scaglia por aceptar formar parte del tribunal, y por su ayuda a nivel de campo y de laboratorio junto al Ing. Agr. Pablo Roullier.

A nuestras familias por acompañarnos en este proceso de formación y permitirnos concretar esta fuerte vocación por la carrera.

A los funcionarios de la EEMAC y al Bach. Paco Irazábal por su ayuda brindada en las tareas de riego.

A nuestros compañeros de la generación EEMAC 2011 y todos los que nos acompañaron desde nuestro inicio en el 2008.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1 RAIGRÁS ( <i>Lolium multiflorum</i> L.) COMO MALEZA DE TRIGO ( <i>Triticum aestivum</i> L.).....	3
2.2 INTERFERENCIA RAIGRÁS-TRIGO.....	4
2.2.1 <u>Competencia</u> .....	7
2.2.2 <u>Alelopatía</u> .....	8
2.2.3 <u>Capacidad competitiva</u> .....	10
2.3 MÉTODOS DE CONTROL.....	14
2.3.1 <u>Control químico</u> .....	14
2.3.1.1 Pinoxaden.....	16
2.3.2 <u>Control cultural</u> .....	17
2.3.2.1 Densidad de siembra.....	18
2.3.2.2 Arreglo espacial.....	20
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	21
3.1 LOCALIZACIÓN .....	21
3.2 EXPERIMENTO 1 .....	21
3.2.1 <u>Tratamientos</u> .....	21
3.2.2 <u>Diseño experimental</u> .....	24
3.2.3 <u>Metodología de instalación</u> .....	24
3.2.4 <u>Determinaciones</u> .....	25
3.2.5 <u>Análisis estadístico y procesamiento de datos</u> .....	28
3.3 EXPERIMENTO 2.....	29
3.3.1 <u>Tratamientos</u> .....	29
3.3.2 <u>Diseño experimental</u> .....	30
3.3.3 <u>Metodología de instalación</u> .....	30
3.3.4 <u>Determinaciones</u> .....	31
3.3.5 <u>Análisis estadístico y procesamiento de datos</u> .....	31

4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	32
4.1 EXPERIMENTO 1 .....	32
4.1.1 <u>Desarrollo temprano en trigo y raigrás</u> .....	32
4.1.2 <u>Desarrollo post-macollaje en trigo y raigrás</u> .....	33
4.1.3 <u>Altura y biomasa final en trigo y raigrás</u> .....	36
4.1.4 <u>Rendimiento final en trigo y raigrás</u> .....	38
4.2 EXPERIMENTO 2.....	46
4.2.1 <u>Determinaciones pre-cosecha</u> .....	46
4.2.2 <u>Determinaciones a cosecha</u> .....	50
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	54
5.1 EXPERIMENTO 1.....	54
5.2 EXPERIMENTO 2.....	54
6. <u>RESUMEN</u> .....	55
7. <u>SUMMARY</u> .....	57
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	59
9. <u>ANEXOS</u> .....	65

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Descripción de los tratamientos del experimento 1.....	22
2. Descripción de los tratamientos del experimento 2.....	30
3. Rendimiento por planta, número y peso de mil granos promedio (gr) según densidad de raigrás.....	41
4. HSI calculados para los cultivares estudiados.....	42
5. Pérdida de rendimiento de trigo por gramo de MS de raigrás.....	43
6. Desarrollo en Zadoks del raigrás creciendo junto a cada variedad según dosis de herbicida.....	47
7. Número de tallos de trigo según variedad y dosis de herbicida.....	52
 Figura No.	
1. Determinaciones de desarrollo de trigo 17 y 27 dps utilizando escala Haun, según cultivar.....	32
2. Determinaciones de desarrollo de trigo 27, 38, 48 y 59 dps utilizando escala Zadoks según cultivar.....	34
3. Desarrollo de raigrás 48 y 59 dps utilizando escala Zadoks según cultivar y densidad de raigrás.....	35
4. Altura de trigo en cm según densidad de raigrás .....	36
5. Materia seca de trigo en gramos según densidad de raigrás.....	37
6. Materia seca de raigrás en gramos según densidad de raigrás.....	38
7. Número de espigas de trigo según densidad de raigrás.....	39
8. Número de espigas de trigo según cultivar y densidad de raigrás.....	40
9. Rendimiento por planta (g) de los diferentes cultivares creciendo sin raigrás y con raigrás a densidad media.....	42
10. Número de inflorescencias de raigrás según densidad de raigrás.....	44
11. Tamaño de inflorescencias de raigrás según variedad.....	45
12. Desarrollo de raigrás 4dpa según dosis de herbicida.....	46
13. Desarrollo de raigrás 4dpa en tratamientos sin aplicación de herbicida	48
14. Estado del raigrás 15dpa según escala de apreciación visual.....	49
15. Altura de trigo en cm a cosecha según dosis de herbicida .....	51
16. Materia seca de trigo en gramos a cosecha según dosis de herbicida.....	51
17. Número de espigas de trigo con y son control químico.....	53

Foto No.

1 y 2. Siembra e instalación del experimento.....	24
3. Regado de baldes en post-macollaje.....	24
4. Tratamientos a cosecha.....	25

## 1. INTRODUCCIÓN

La tecnología de cero laboreo aplicada masivamente en la agricultura de nuestro país a partir de principios de la década pasada, ha generado cambios no sólo estructurales sino también en las propiedades físico-químicas de los suelos y las comunidades vegetales. En relación a este punto se ha demostrado que el uso masivo de glifosato como principal sustituto del laboreo, provocó un cambio significativo en la composición de las comunidades de malezas en el país.

En este escenario, el raigrás anual (*Lolium multiflorum* L.) ocupa un rol importante habiéndose constituido en la maleza de mayor frecuencia en los enmalezamientos invernales del litoral agrícola uruguayo (Ríos et al., 2005). Por otra parte diversos trabajos han demostrado que es capaz de desarrollar biotipos tolerantes al glifosato (Formoso et al. 2007, Della Valle y Ferrari 2011), lo que dificulta su control y podría constituir otra explicación de los recientes incrementos poblacionales.

El control químico tiene singular relevancia en el control de raigrás e implica un costo importante en los cultivos invernales en que esta especie es problema. En adición debe considerarse también que en muchos casos los controles sólo alcanzan eficiencias parciales y pudiéndose observar efectos fitotóxicos en los cultivos. Los herbicidas disponibles para controlar raigrás tienen como principales mecanismos de acción la inhibición de la Acetil Coenzima Carboxilasa (ACCase) o la Acetolactato Sintetasa (ALS), perteneciendo a los Grupos A y B de la clasificación según modo de acción (HRAC, 2013) con alto riesgo de creación de resistencias y deben de ser aplicados con suma precaución.

Sumado a esto, en las últimas tres zafras, se ha observado un incremento en la superficie sembrada con variedades de trigo de ciclo largo recomendadas para fechas de siembra más tempranas que las tradicionales, a fines de abril y mayo. El adelanto en las fechas de siembra acorta el período de barbecho y consecuentemente las posibilidades de control de raigrás son menores. El control de la maleza puede así quedar supeditado casi exclusivamente a un acotado período durante el desarrollo del cultivo,



haciéndose difícil ejecutar un control eficiente y eficaz del raigrás, y por lo tanto no logrando los resultados buscados.

Ante esta situación, parece importante generar propuestas de control cultural que permitan mitigar este problema. Una de las medidas culturales propuestas es la utilización de genotipos más competitivos que sumada a la aplicación racional de herbicidas permitan un control integrado de malezas disminuyendo la dependencia al control químico.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la capacidad de tolerancia y de supresión sobre raigrás de 5 cultivares de trigo de ciclo largo recomendados para siembras tempranas.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 RAIGRÁS (*Lolium multiflorum* L.) COMO MALEZA DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.)

El raigrás es una gramínea anual C3, de ciclo invernal, hábito cespitoso, de buen desarrollo radicular y una gran producción de biomasa y semilla. Habitualmente es utilizado como componente gramínea en pasturas de corta duración y verdeos, y también funcionando como cultivo de cobertura durante el invierno, principalmente por significar un menor costo al productor en relación a las avenas. Las características mencionadas sumada a su utilización dentro de los sistemas agrícolas de cero laboreo hicieron que se convirtiera en una maleza importante para los cultivos de invierno, tanto para el trigo (*Triticum aestivum* L.) como para la cebada (*Hordeum vulgare* L.). Su presencia dentro de los mismos provoca serias disminuciones en los rendimientos esperables para cada región como consecuencia de la competencia generada. La misma es considerada una de las malezas más importantes a nivel mundial (Holm et al., González-Andujar y Saavedra, Trusler et al., Paynter y Hills, citados por Scursioni et al., 2012).

La maleza en cuestión tiene como principales características, el ser una especie alógama, espontánea, con abundante producción de tallos y semillas, de excelente resiembra natural y con una ocurrencia de flujos sucesivos de emergencias que van desde principios de otoño hasta la primavera. Presenta características morfo-fisiológicas similares al trigo siendo esto típico de una maleza mimética, y un ciclo que en cierta manera copia el desarrollo que presenta el trigo pero con una producción de biomasa un poco más tardía que el cultivo, concentrándose la misma hacia el final de invierno principios de la primavera (Cousens, 1996). Estas características son la que la convierten en una fuerte competidora de los cultivos, y por lo tanto un claro enemigo de los agricultores.

En Uruguay, la transformación de las prácticas agronómicas, consecuencia de la introducción de la siembra directa y del cambio de la manera de producir, ha resultado en un aumento en la incidencia de malezas gramíneas de ciclo anual como el raigrás (Ríos et al., 2005). Esta

“adaptabilidad” que presenta esta maleza a los sistemas de siembra directa ha llevado que sea una de las más frecuentes en las chacras de trigo y cebada dentro de las zonas agrícolas tanto de Uruguay como de Argentina. 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).

## 2.2 INTERFERENCIA RAIGRÁS-TRIGO

El término interferencia es usado para referirse a todos los efectos perjudiciales de una planta hacia otra, lo que involucra tanto alelopatía como competencia (Appleby et al., 1976). Otra definición expresa que interferencia se refiere a cualquier tipo de reducción del crecimiento o producción de semilla por malezas, abarcando tanto lo que es competencia por recursos como lo que se conoce como alelopatía (Liebl y Worsham, 1987). También puede ser definido como la combinación de los procesos de competencia por recursos y la producción de fitotoxinas que suprime competidores, siendo éste un mecanismo potencial de biocontrol de malezas usando al cultivo como el agente biocontrolador (Duke et al., 2001).

El principal motivo que ha tenido el estudio de la interferencia entre el trigo y las malezas ha sido la determinación del resultado que se obtiene de la misma en términos de rendimiento de los cultivos y de producción de materia seca y/o semilla de la maleza. Existen numerosas investigaciones sobre la interferencia que determinan pérdidas de rendimiento importantes por parte del cultivo como consecuencia de la presencia del raigrás.

Experimentos realizados en los estados de Oregon y Washington (Appleby et al., 1976) obtuvieron pérdidas que oscilaron entre un 5% y hasta un 60% dependiendo del cultivar y la densidad de la maleza. También en la misma región (Hashem et al., 1998) estableció pérdidas de hasta un 92% en rendimiento por la misma razón. Otros estudios sostienen que la competencia por raigrás puede disminuir el rendimiento de trigo en un 4,2% por cada 10 plantas. m<sup>-2</sup> de raigrás (Liebl y Worsham, 1987). Ensayos de campo en el

estado de Texas (Stone et al., citados por Cralle et al., 2003) indicaron que densidades de raigrás de tan solo 40 plantas.m<sup>-2</sup> pueden hacer decaer los rendimientos de trigo hasta en un 50%.

En Australia (Lemerle et al., 1996) hallaron pérdidas de rendimiento de hasta un 80% dependiendo del cultivar de trigo. La baja en el rendimiento en grano está relacionada con la materia seca del raigrás (*L. rigidum*). También el estudio demostró que al aumentar al doble la densidad de trigo, disminuía la densidad de raigrás en un 25%.

Más cerca de nuestro país, en la zona agrícola de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Scursoni et al., 2012) llegaron a la conclusión que con una densidad de 100 plantas m<sup>2</sup> de raigrás hay una merma del rendimiento de entre 20% a 30% utilizando cultivares similares a los utilizados en Uruguay.

En el pasado año, Rouiller y Scaglia (2012) evaluando el efecto de la interferencia de raigrás en 7 distintos genotipos de trigo, hallaron pérdidas de rendimiento de trigo entre 48 y 79%. Además se estimó la pérdida de rendimiento/biomasa verde de raigrás, siendo el cultivar Nogal el más sensible a la interferencia y Don Alberto el menos sensible.

Otro trabajo llevado a cabo en nuestro país (Giménez et al., 1992), permitió cuantificar una merma del rendimiento de trigo de 7,5 kg.ha<sup>-1</sup> por planta.m<sup>-2</sup> de raigrás y 0.340 kg.ha<sup>-1</sup> por cada kg.ha<sup>-1</sup> de materia seca de la maleza. En este trabajo se menciona también que la presencia de raigrás causa problemas y pérdidas de grano durante todo el proceso de cosecha, afectando también la calidad de lo cosechado por una mayor presencia de humedad y cuerpos extraños dentro del mismo.

Ensayos a campo en Central Texas de Stone et al. (1998) demostraron reducciones de un 40% en el área foliar y biomasa aérea durante las primeras etapas de crecimiento con una densidad considerada baja, de 40 plantas. m<sup>-2</sup> de raigrás.

Bosch y Ugarte (2012) utilizando los mismos cultivares que se incluyen en el presente trabajo obtuvieron datos interesantes. Por ejemplo, el cultivar

Génesis 2359 logró disminuir un 21% la altura, 31% el peso verde y 57% el peso seco del raigrás cuando estuvieron en convivencia. Dicho material expresó la mayor capacidad de supresión de la maleza. La interferencia de raigrás disminuyó la altura y el peso verde de las plantas de trigo sin diferencias significativas en todos los cultivares.

Stone et al. (1998) encontró que la interferencia entre el trigo y el raigrás redujo la altura del trigo, el número de hojas y tallos, el área foliar, el porcentaje total de carbohidratos no estructurales en tallo, y el peso seco de hojas, tallos, y raíces. A pesar de que las consecuencias de la competencia se observan sobre el nivel del suelo la misma sucede principalmente a nivel radicular. El raigrás al tener una mayor densidad radicular pudo haber incrementado la competencia bajo el nivel del suelo. Esto concuerda con lo observado por Ferreira et al. (2008).

La interferencia generada por el raigrás redujo la absorción de nitrógeno y fósforo por el trigo (Soni y Ambasht, citados por Stone et al., 1998). El mismo mostró mejor comportamiento frente a fertilización nitrogenada y potásica que el trigo, obteniendo mayores tasas de absorción de nutrientes (Liebl y Worsham, 1987). Hashem et al. (2000), observaron una mayor eficiencia en el uso del nitrógeno por parte del raigrás pero que a pesar de esto éste nutriente no fue la principal limitante en la competencia. La fertilización nitrogenada incrementó la competitividad del raigrás frente al trigo, incrementando el crecimiento del mismo y la producción de semilla y a su vez una mayor pérdida de rendimiento del trigo frente a uno sin fertilizar. Albeke, citado por Appleby et al. (1976), determinó lo mismo, una mayor producción de paja por parte del raigrás y una mayor disminución de rendimiento por parte del trigo como consecuencia del agregado de nitrógeno en chacras infestadas con la maleza. El raigrás presentó una mejor superficie radicular, factor que incrementó su competitividad frente al trigo en situaciones sub óptimas de fósforo en el suelo (Cralle et al., 2003).

Carson et al. (1999), encontraron que el raigrás luego de haber sufrido un período corto de estrés hídrico, una vez que se vuelve a las condiciones hídricas normales, incrementa su habilidad competitiva frente al trigo. Esto podría explicarse por una mayor superficie radicular del raigrás.

Moore et al. (2010), hallaron un efecto del momento de germinación, siendo la interferencia mayor cuando la maleza emerge antes. Por otro lado Inderjit y Streibig (2001) no observaron ventaja del momento de emergencia frente al raigrás.

En una revisión realizada por Cousens (1996) este autor menciona que las reducciones de rendimiento a cierta densidad de malezas dependen además del cultivar, del lugar y fecha de siembra, del tiempo relativo de emergencia del cultivo y la maleza, de la fertilización, y de la densidad de siembra.

El trigo fue un competidor más fuerte durante las etapas vegetativas, pero el raigrás lo fue durante la etapa reproductiva (Hashem et al., 2000). Acciarresi et al. (2001), llegaron a la misma conclusión pero incorporando la variable densidad del raigrás. Hasta Z 3.0 el trigo mostró una mayor agresividad que el raigrás cuando la densidad de la maleza fue inferior a  $140 \text{ p.m}^{-2}$ , ya con  $150 \text{ p.m}^{-2}$  de raigrás el mismo se mostró más agresivo que el trigo. En anthesis la agresividad del raigrás fue mayor que el trigo. Según los mismos autores una de las razones que justifica este comportamiento es el mayor tamaño de semilla que presenta el trigo. El raigrás debido a su menor tamaño de planta, crecimiento inicial más lento, y mayor translocación de carbohidratos hacia la raíz podría haber beneficiado al trigo en etapas iniciales del crecimiento mostrándose éste como más competitivo (Liebl y Worsham, Cousens, citados por Acciarresi et al., 2001).

### 2.2.1 Competencia

Se define como la disputa que se establece entre el cultivo y plantas de otras especies o entre biotipos de una misma especie en un nicho determinado, principalmente por agua, luz, nutrientes y espacio (Radosevich et al., citados por Ferreira et al., 2008). También puede establecerse que ocurre cuando la disponibilidad de cualquier factor de crecimiento decrece a menos de las necesidades combinadas de las plantas que están compitiendo (Liebl y Worsham, 1987).

### 2.2.2 Alelopatía

La alelopatía es considerada por muchos autores (Aarssen, citado por Bertholdsson, 2004) como un componente más, junto a la competencia, de la interferencia que sucede entre plantas. Muchas veces los componentes de las mismas no se pueden separar y por lo tanto se confunden los efectos (Bertholdsson, 2004).

La alelopatía es un fenómeno natural presente en numerosas especies vegetales alrededor del mundo y es definido como todo efecto beneficioso o perjudicial causado por todo tipo de plantas, incluyendo aquellas mediadas por microorganismos, sobre otras, a través de la producción de compuestos bioquímicos que son excretados dentro del ambiente (Rice, citado por Wu et al. 1999, Yong-quan et al. 2005).

Estos compuestos bioquímicos son denominados aleloquímicos y se consideran que son metabolitos secundarios provenientes de rutas primarias no pareciendo teniendo importancia en ellas (Swain, citado por Wu et al. 1999, Duke et al. 2001). A la fecha la mayoría de los efectos son inhibitorios (Wu et al., 1999)

Dentro de las especies vegetales que presentan la cualidad de alelopatía se destaca el trigo, la cebada, el arroz, entre otros. La misma se considera que se ha ido perdiendo a través de los años por causa de los procesos de selección en busca de rendimientos e índices de cosecha mayores y mejores. Wu et al. (1999), hallaron que sumada a la gran diversidad entre cultivos en cuanto a su capacidad alelopática existe una gran diversidad dentro de cada cultivo entre variedades. Ma (2005) en sus experimentos también registra este comportamiento entre cultivares.

Gran cantidad de compuestos alelopáticos han sido identificados en trigo, en su mayoría perteneciendo a las categorías de ácidos fenólicos, en todos los órganos de la planta, ácidos hidroxámicos, en las hojas, tallos y raíces, y ácidos grasos de cadena corta en la paja de trigo (Ma, 2005). El segundo grupo representa al aleloquímico con mayor frecuencia en trigo que es el DIMBOA (Wu et al. 1999, Young-quan et al. 2005).

Los compuestos alelopáticos presentan cuatro vías distintas de liberación dentro de las cuales se encuentran la liberación por medio de exudados radiculares, la lixiviación y la volatilización activamente y la descomposición de los residuos vegetales como única vía pasiva (Wu et al. 1999, Young-quan et al. 2005). De las vías mencionadas la primera es la de mayor relevancia.

La producción y liberación de compuestos aleloquímicos se cree que están controlados por varios genes (Duke et al. 2001, Einhellig, citado por Young-quan et al. 2005). Wu et al., citado por Ma (2005) reportaron que la actividad alelopática del trigo presentaba una distribución tipo normal dentro de los cultivares utilizados y por lo tanto la existencia de múltiples genes actuando en la expresión de esta característica.

Sumado al control genético de los aleloquímicos existe una dependencia hacia las condiciones ambientales en que se encuentran las plantas. Un ejemplo de ello es lo que dice Tang y Einhellig, citados por Wu et al. (1999), donde mencionan que los compuestos alelopáticos son liberados en mayor cantidad cuando las plantas se encuentran estresadas.

Bertholdsson (2004) estudiando el efecto combinado de la alelopatía y el vigor inicial de las plantas obtuvo que estos dos parámetros fueron los únicos que contribuyeron de manera significativa a la competitividad del cultivo, explicando en trigo entre un 27 y un 37% de la variación genotípica observada. La importancia que estos parámetros mostraron en cebada fue mucho mayor que en trigo.

El trigo tuvo un fuerte efecto alelopático hacia el raigrás, la avena, el pasto invierno, el capín, el pasto blanco, entre otras especies, cuando fue intersembrado con las mismas. Los residuos de cosecha de trigo también mostraron tener su efecto alelopático (Steinsiek et al., citados por Tong-quan et al., 2005).

En el experimento de Bertholdsson (2004) una mejora en la producción temprana de biomasa tuvo un efecto mayor que si existía la misma mejoría en



la alelopatía, por lo tanto esta característica relacionada a la capacidad de competencia de la planta merecería más atención.

En adición a todo lo dicho se suman un cúmulo de problemas que han dificultado el proceso. Dentro de los más relevantes se encuentran la dificultad de identificar y aislar los aleloquímicos en una población genéticamente diversa y con las herramientas que actualmente se posee, el hecho de que estén involucrado un número alto de genes, incluso en el proceso de liberación de la sustancia al medio, el carácter de metabolito secundario que dificulta el entendimiento de las rutas metabólicas y de los factores que la regulan (Duke et al., 2001), entre otros.

Duke et al. (2001), concluyen que el nivel de actividad alelopática hasta el momento descrito no es suficiente o consistente para atribuir al buen control de malezas. La tesis de Rouiller y Scaglia (2012), confirma lo irregular que es este atributo y lo inconsistente que es con los resultados de rendimiento.

### 2.2.3 Capacidad competitiva

La habilidad competitiva es relativa, variando entre especies, cultivares (Lemerle et al. 1996, Ma et al. 2005), años y sitios (Cousens et al., 1998). La misma no puede ser explicada por un solo carácter sino un conjunto de ellos (Korres y Froud-Williams, 2002).

Existen dos aspectos que integran esta capacidad competitiva que se pueden definir como la habilidad para tolerar la competencia por parte de la maleza, y la habilidad para suprimir a la maleza. La habilidad para tolerar se define como la capacidad del cultivo para resistir la pérdida de rendimiento debido a la competencia por malezas, mientras que la habilidad para suprimir ha sido considerada como la capacidad de los cultivos de suprimir las malezas (Watson et al., 2006). Existen muchos autores citados por Watson et al. (2006) que utilizan estos términos, al igual que Lemerle et al. (1996), Ferreira et al. (2008), entre otros autores estudiados.

En su caso Aarssen, citado por Bertholdsson (2004) divide la capacidad competitiva de un cultivo en competencia por explotación y competencia por

interferencia. La competencia por explotación puede atribuirse principalmente a las características morfológicas, mientras que la alelopatía y los factores que limitan el acceso a los recursos contribuyen a la competencia por interferencia.

La capacidad para soportar la competencia se correlacionó significativamente con la habilidad para competir (Watson et al., 2006). Olesen et al. (2004) obtuvieron resultados similares mediante la utilización de índices de tolerancia e índices de supresión. A pesar de la correlación observada, estos autores concluyeron que la capacidad para suprimir fue una medida más consistente entre años y lugares que la habilidad para tolerar competencia. El mismo autor sostiene que el índice de tolerancia se mide en términos de la respuesta de la producción de grano, que va a ser menos variable que la producción total de biomasa, debido que la asignación de materia seca durante el llenado de grano dará prioridad a los granos. Por su parte Watson et al. (2006) complementan lo mencionado justificando que esa diferencia puede explicarse por la respuesta diferencial de los cultivares a la competencia por parte de las malezas al tener picos de demanda de recursos en momentos distintos, coincidiendo en momentos con los de la maleza y modificando los resultados de la habilidad de tolerar la competencia.

La habilidad para suprimir puede ser medida a través de la biomasa de malezas creciendo en conjunto con el cultivo (Lemerle et al., 1996). Para determinar dicha habilidad (Olesen et al., 2004) definieron el SI o índice de supresión. Está definido por el cociente de biomasa verde de la maleza a inicio del llenado de grano en un cultivar dividida por el promedio de la biomasa producida por la maleza junto a todos los cultivares. Éste índice presentó diferencia entre cultivares. Las características de los materiales que afectaron el índice fueron; rápido desarrollo inicial, rápido crecimiento en altura y área foliar específica.

Por otro lado la habilidad para tolerar la competencia puede ser medida como la habilidad para mantener rendimiento en condiciones de enmalezamiento (Lemerle et al., 1996). Para determinar dicha habilidad (Olesen et al., 2004) definieron el TI o índice de tolerancia. Está definido como la pendiente de una regresión lineal entre el rendimiento de los cultivos y la biomasa de malezas en floración. A diferencia del SI, éste no presentó

diferencia significativa entre cultivares. Esta información es consistente con lo encontrado por (Watson et al., 2006). Dicho estudio que analiza 27 diferentes cultivares en cebada, define de otra manera al TI y SI, siendo el TI equivalente al AWC o habilidad para tolerar competencia y el SI igual al AC o habilidad para competir. Los resultados también demuestran que la habilidad para suprimir es una medida más consistente de la competencia que la habilidad para tolerar. Esto da lugar a que la elección del material desde el punto de vista genético tenga un sustento empírico. La creación de un ranking de materiales genéticos acerca de sus características en relación a la interferencia con las malezas más importantes puede ser una gran herramienta para disminuir el uso de herbicidas.

La acumulación temprana de biomasa, un gran número de macollos, la altura del cultivar y una extensión foliar importante fueron características que generalmente presentaban cultivares fuertemente competitivos (Lemerle et al., 1996). Otras características como vigor inicial, diferencias en el crecimiento radicular y producción de aleloquímicos son posibles explicaciones a la habilidad competitiva del cultivo frente a la maleza (Lemerle et al., 1996). Estos mismos autores concluyen como posibles características para la selección indirecta por habilidad competitiva al vigor inicial y al tamaño foliar.

Sin embargo, Balyan et al., citados por Korres y Froud-Williams (2002) encontraron que la altura y la acumulación de materia seca por unidad de superficie durante el crecimiento del cultivo fueron mejores que la capacidad de macollaje para aumentar la capacidad competitiva.

Korres y Froud-Williams (2002) citando a varios autores determinan que la altura es una característica importante que contribuye a la competitividad de cultivar. Este aspecto está asociado con la penetración de luz en la canopía del cultivo y la capacidad de sombreado.

En un experimento realizado por Scursioni et al. (2011), se determinó que los cultivares con altura "normal" pueden tener una mayor competencia por la luz y una mayor tasa de desarrollo que variedades semienanas, lo que implica una captura de recursos más rápida y por lo tanto afecta a la habilidad competitiva de éstos. Por su parte Appleby et al. (1976), observó que la pérdida

relativa de rendimiento tendió a ser mayor cuando se usaron cultivares de menor estatura en relación a cuando se usaron los de mayor estatura.

Westoby, citado por Watson et al. (2002), sugirió la utilización de un esquema Semilla-Hoja-Altura o SLH para describir la captura de recursos por parte de la planta y la supervivencia reproductiva. En la primera etapa, el vigor de la semilla dentro de un cultivar ha sido atribuido a tamaño de la semilla, a la proteína, que es a su vez está relacionado con la producción de ATP, y en última instancia, la calidad y cantidad mitocondrial. El vigor de la semilla ha sido relacionado positivamente con ambos vigor de las plántulas y el rendimiento final. En la segunda etapa, el vigor de las plántulas y una rápida expansión foliar inmediata a la emergencia, contribuyen a la competitividad previniendo que emergencias tardías de malezas compitan por luz y agua. En la tercera etapa, intercepción de la luz después de la elongación del tallo, debido al rápido crecimiento y la arquitectura de la canopía, puede suprimir las malezas y reducir el retorno de semillas de malezas. El aumento temprano de la altura fue consistentemente el mejor indicador de la capacidad competitiva.

Bertholdsson et al. (2004), por su parte investigando a varios autores mencionan que otras características como la inclinación de la hoja, el vigor inicial, la altura de la planta, la capacidad de macollaje, el tamaño de la semilla, el brote inicial y las tasas de crecimiento de las raíces entre otras estarían afectando la intercepción de la radiación fotosintéticamente activa por parte del cultivo y por lo tanto afectando la cantidad y calidad de luz que obtiene la maleza y afectando así su desarrollo (Merotto et al., 2009).

A pesar de la importancia de la tasa de crecimiento de los tallos el rasgo morfológico más importante es la tasa de crecimiento inicial de la raíz (Bertholdsson et al., 2004). La contribución de la tasa de crecimiento de la raíz a la capacidad supresora de malezas podría ser atribuida a la competencia por los nutrientes, el agua y el espacio, así como la alelopatía.

Hashem et al. (2000), en su investigación encontraron que el área foliar relativa durante los estados tempranos de crecimiento era un buen indicador de pérdida de rendimiento. El mismo autor determina que el cambio en la

dominancia de la canopía por parte del raigrás parece ser un buen indicador de pérdida de rendimiento, al afectar la radiación que alcanza al trigo.

Por su parte Olesen et al. (2004) determinan que las especies y cultivares de cereales difieren en la capacidad competitiva frente a las malezas influenciados principalmente por las diferencias en la arquitectura de la canopía.

Los estudios sobre la competitividad de los cultivos contra las malezas nos permiten desarrollar estrategias para su manejo, ya que pueden definir las características para mejorar la capacidad competitiva de los cultivos (Fleck et al., citados por Ferreira et al., 2008). El posible incremento que se obtenga en la competencia por parte del cultivo puede ser usado por un lado para disminuir el crecimiento de la maleza e incrementando su mortalidad, por lo tanto minimizando las pérdidas de rendimiento por parte del cultivo y la producción de semillas por la maleza (Cousens et al., 1998) y por otro lado disminuyendo la cantidad de herbicida que normalmente se utiliza para el control de las malezas (Christensen, citado por Olesen et al., 2004), de ésta manera disminuyendo el impacto ambiental y económico que tiene esta practica.

## 2.3 MÉTODOS DE CONTROL

### 2.3.1 Control químico

El control de raigrás en los cultivos de trigo y cebada se basa casi exclusivamente en el uso intensivo de herbicidas. Existen dos momentos de control de esta maleza, uno mientras se prepara la cama de siembra para el cultivo, y otro durante el desarrollo del mismo. En la actualidad las estrategias de control están casi totalmente orientadas al uso de herbicidas post emergentes. Este grupo limitado de herbicidas presenta una estrecha ventana de aplicación dentro del cultivo, y las probabilidades de no llegar son grandes.

La dinámica de emergencias que presenta el raigrás determina que el momento óptimo para realizar el control es a inicios del macollaje del cultivo (Scursoni et al., 2011) ya que la mayoría de los individuos ya habría emergido. A pesar de esto y con el objetivo de abarcar emergencias más tardías de la maleza, los agricultores tienden a retrasar el momento de aplicación del

herbicida (Vidal et al., citados por Merotto et al., 2009). Mediante estas acciones no se tiene en cuenta la dependencia que tiene este tipo de herbicidas hacia los estadios de desarrollo tanto del cultivo como de la maleza y de esta manera no logrando los objetivos de control planteados y deseados.

Los herbicidas correspondidos para controlar raigrás durante esta etapa pertenecen a dos grandes grupos los cuales son, el grupo A compuesto por los inhibidores de la ACCasa que son diclofop, clonidafop, halixifop y ahora también pinoxaden. También están los del grupo B, que son los inhibidores de la ALS asa y dentro del cual las sulfonilureas son las principales.

Los herbicidas han sido muy eficientes para el control de las malezas pero debido al constante uso que se le ha dado y a la escasa rotación de principios activos se ha hecho una alta presión de selección hacia biotipos de raigrás más resistentes a los mismos (Powles y Howat, citados por Espinoza y Díaz 2005, Crooks et al., citados por Ellis et al. 2010)

Se estima un período de uso para ocurrencia de resistencia de 6 a 8 años para los herbicidas inhibidores de la ACC asa y de 4 años para los herbicidas inhibidores de la ALS asa (Formoso, 2006).

En muchos países (Heap, citado por Scursoni et al., 2011) ya se ha documentado la aparición de resistencia de raigrás hacia el diclofop, herbicida perteneciente al grupo A y muy utilizado en el mundo para el control del raigrás (Espinoza y Díaz 2005, Ellis et al. 2010).

La reducción en la sensibilidad de la enzima ACCasa para con la molécula de diclofop se ha considerado como la principal vía de generación de resistencia para este tipo de herbicidas (Kuk et al., 2000). Casos de resistencia por aumento del metabolismo, absorción, y translocación son pocos, y confieren bajos niveles de resistencia (Holtum et al., Gronwald et al., Preston et al., Seefeldt et al., Shimabukuro y Hoffer, citados por Kuk et al., 2000).

También se ha demostrado en otras situaciones la capacidad que presentan biotipos de raigrás para desarrollar resistencia cruzada hacia otros herbicidas inhibidores de la enzima ACCasa (Kuk et al. 2000, Ellis et al. 2010).

### 2.3.1.2 Pinoxaden

El pinoxaden es una alternativa reciente al diclofop (Senseman, citado por Ellis et al., 2010), la cual se diferencia del resto de los principios activos del grupo A por una alteración en su estructura que modifica su eficiencia (Boeger et al., citados por Ellis et al., 2010).

Es una materia activa que pertenece a una recientemente formada familia química, las fenilpirazolininas. Se trata de un herbicida selectivo de post emergencia para trigo y cebada, sin acción residual. Es un graminicida de absorción foliar, que se puede aplicar entre la etapa de tres hojas hasta antes de la diferenciación de la espiga y que presenta tanto translocación basípeta como acrópeta. Actúa sobre los puntos de crecimiento inhibiendo a la enzima ACCasa. A diferencia del resto de herbicidas pertenecientes al Grupo A de la clasificación HRAC, el pinoxaden inhibe tanto la síntesis del ACCasa citoplasmático como del plastídico, en lo que se ha denominado sistema Duozym (Plaza et al., 2010).

Al inhibir la síntesis de la enzima disminuye la formación de ácidos grasos, afectando la permeabilidad de las membranas. Las malezas tratadas con pinoxaden detendrán su crecimiento 48 horas post aplicación y comenzaran a mostrar clorosis y amarillamiento foliar entre una a tres semanas después de la aplicación, dependiendo de las condiciones ambientales y de la especie controlada. Su acción se observa en los puntos de crecimiento, las hojas jóvenes muestran “clorosis” seguida por “necrosis”.

En experimentos llevados a cabo en EEUU se constató que el pinoxaden brindaba un control más completo que el diclofop sobre mayor cantidad de poblaciones de raigrás (Ellis et al., 2010). En estos mismos experimentos y en otros conducidos por Kuk et al. (2000) se detectó también la existencia de biotipos resistentes tanto al diclofop como al pinoxaden y la existencia de un caso de resistencia cruzada hacia éste último (Ellis et al., 2010). Esto enciende la alarma ante la posibilidad futura de que aparezcan más poblaciones de raigrás con resistencia al pinoxaden.

El período crítico de control de malezas se refiere a un período entre el inicio de los daños causados por la competencia por parte de las malezas y finaliza cuando las malezas no causan más pérdidas de rendimiento de grano (Knezevic 2002, Silva et al., citados por Merotto et al. 2009). Según Merotto et al. (2009), el mismo puede empezar antes que los efectos de la competencia directa por nutrientes, agua y luz ni siquiera ocurran. Los mismos autores señalan que este momento podría ubicarse en torno a la aparición de la segunda hoja y que es consecuencia de cambios en la calidad de luz incidente.

### 2.3.2 Control cultural

El control cultural se refiere a un conjunto de medidas agronómicas que tienden a mejorar el posicionamiento que tiene el cultivo frente a las posibles malezas. Dentro de las principales prácticas agronómicas se encuentran el manejo de la densidad de siembra, la elección de cultivos y cultivares competitivos, la estrategia de fertilización, el manejo del arreglo espacial de siembra y dentro de esta el manejo de la distancia entre filas como la principal medida, época de siembra, entre otras. Las mismas actúan de manera complementaria a la utilización de herbicidas y tiene como objetivos principales el aumento en la efectividad del control y/o una reducción en el uso de los mismos.

#### 2.3.2.1 Densidad de siembra

Una de las alternativas que más se ha manejado para controlar malezas es la densidad del cultivo. La misma es una variable importante en determinar la competitividad de un cultivo frente a las malezas (Doll et al. 1995, Watson et al. 2002). Esta medida es de particular interés porque además de ser efectiva representa un bajo costo para la operación productiva (Radford et al., citados por Doll et al., 1995).

Según Korres y Froud-Williams (2002) la modificación de densidad de siembra es un factor más confiable para aumentar la supresión de malezas que la elección del cultivar, a pesar de existir casos donde no se observaron beneficios por tal práctica (Samuel y Guest, citados por Korres y Froud-Williams, 2002).



Según Hashem et al. (1998), el aumento de la densidad del cultivo no sólo redujo la producción de biomasa por parte de la maleza, sino que también redujo la cantidad y la calidad de semilla producida por la misma (Wilson et al., citados por Hashem et al., 1998).

Otros autores también han logrado resultados similares estableciendo una menor producción de espigas de raigrás (Hashem y Riethmuller, 2006) y un menor número de estructuras reproductivas (Korres y Froud-Williams, 2002) debido a ese incremento en la densidad. Este último autor determinó la existencia de una relación lineal entre la producción de biomasa de la maleza y su rendimiento en semilla.

La menor producción de semilla por parte de la maleza va a generar impacto con una menor contaminación del grano que se cosecha y mediante una disminución en la cantidad de semilla que cae al suelo evitando de esta manera futuras infestaciones de raigrás (Korres y Froud-Williams, 2002)

Una mayor densidad del cultivo provocó una menor producción de biomasa de la maleza (Olsen et al., 2006). Lemerle et al. (1996), determinan que aumentando al doble la densidad de siembra la MS producida por el raigrás disminuye en un 25%. En el mismo experimento las disminuciones en rendimiento del cultivo como consecuencia de la competencia son menores. Hashem y Riethmuller (2006) observaron lo mismo en sus experimentos, con aumentos de rendimiento entre 9 y 32%. Estos aumentos pueden atribuirse a una menor producción de biomasa por parte de la maleza y/o como consecuencia de la supresión provocada por el cultivo y por lo tanto una menor interferencia por parte de esta.

Se cree que al aumentar la densidad del cultivo aumenta la intercepción de luz por parte del cultivo. Esto provoca un cambio en la calidad de la misma, disminuyendo la relación  $R/F_r$  de la radiación que termina reflejando a los estratos inferiores. Esta disminución de la relación mencionada se debe a la absorción selectiva de la luz roja por parte de la clorofila y la reflexión de la luz roja lejana (Aphalo y Ballare, Weinig y Delph, citados por Merotto et al., 2009).

Otros autores atribuyen estos resultados a diferencias en la extracción de agua bajo densidades distintas más que a la intercepción de luz (Ball et al., citados por Korres y Froud-Williams, 2002) y/o a restricciones físicas generadas por la arquitectura de la canopía del cultivo (Froud-Williams y Grundy, citados por Froud-Williams y Korres, 2002).

Por otro lado un experimento llevado a cabo por Inderjit y Streibig (2001), determinó que como consecuencia a la mayor densidad de trigo se observó una disminución en el desarrollo radicular de las plantas de raigrás.

### 2.3.2.2 Arreglo espacial

La distribución que presentan las plantas en la chacra es otra alternativa que en forma conjunta a la manipulación de la densidad podrían ser usadas para mejorar la habilidad competitiva por parte del cultivo (Fischer y Miles, citados por Hashem y Riethmuller, 2006).

Hashem et al. (2000), encontraron respuesta al arreglo espacial, presentando mejores resultados en cuanto a rendimiento y disminución de la biomasa y producción de semilla de raigrás bajo un arreglo rectangular. Olsen et al. (2006), también observaron respuesta a este tipo de arreglo más uniforme. Este aumento en la producción de grano puede considerarse como consecuencia de una mejor distribución espacial por parte de las plantas de trigo (Hashem y Riethmuller, 2006) o como una disminución de la interferencia de la maleza por acción competitiva del cultivo (Lemerle et al., 2001).

La reducción de la distancia entre hileras y manteniendo una densidad determinada puede incrementar la habilidad competitiva por parte del trigo (Grace, citado por Hashem et al., 2000), la misma puede considerarse como consecuencia de una cobertura más temprana del suelo y una mejor exploración del suelo por parte de las plantas.

Los resultados que se obtienen mediante densidades altas y arreglos uniformes se explican por el efecto de sombreado que realizan sobre las plantas más chicas presentes (Fischer y Miles, Weiner et al., citados por Olsen et al., 2006).

A pesar de esto Medd et al. (1981), hallaron una reducción en la competencia por parte del raigrás al aumentar la densidad del cultivo, pero este comportamiento no fue influenciado de manera significativa por el tipo de arreglo. Hashem et al. (2000), tampoco encontraron diferencias significativas de acuerdo al tipo de arreglo espacial.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZACIÓN

Los 2 experimentos que compusieron este estudio fueron conducidos en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” de la Facultad de Agronomía localizada en el Departamento de Paysandú, ruta 3 km 363.

El experimento 1 tuvo como objetivo principal estudiar las relaciones de interferencia trigo-raigrás en 5 cultivares de trigo de ciclo largo, mientras que en el Experimento 2, el objetivo fue evaluar el potencial de complementariedad, en la efectividad de control de un herbicida graminicida.

La etapa experimental se extendió de mayo a noviembre del 2012.

#### 3.2 EXPERIMENTO 1

##### 3.2.1 Tratamientos

En este caso el total de tratamientos fue de 16 (Cuadro 1), resultado de la combinación de 5 cultivares de trigo de ciclo largo; Genesis 2359 (G2359), Genesis 2366 (G2366), Baguette 19 (BAG19), Nogal, Don Mario 0456 (DM0456) y densidades de raigrás, sumando un testigo de sólo raigrás en densidad alta. La densidad media de raigrás se correspondió con la mitad de la densidad de trigo por hectárea (aproximadamente 250 pl.m<sup>-2</sup>) y la densidad alta se correspondió con una densidad de raigrás igual a la de trigo.

Cuadro No.1: Descripción de los tratamientos del experimento 1

TRAT.	CULTIVAR	RAIGRAS (densidad)
1	G2359	nula
2	G2366	nula
3	Baguette 19	nula
4	Nogal	nula
5	DM 0456	nula
6	G2359	Media
7	G2366	Media
8	Baguette 19	Media
9	Nogal	Media
10	DM 0456	Media
11	G2359	Alta
12	G2366	Alta
13	Baguette 19	Alta
14	Nogal	Alta
15	DM 0456	Alta
16	Sin	Alta

En cuanto a los cultivares utilizados, Nogal es un cultivar de ciclo intermedio a largo, de lento crecimiento inicial, con un macollaje elevado y relativamente sincronizado. Presenta requerimientos de frío, no vernalización, para espigar. Es un cultivar con un alto potencial de rendimiento basado en un elevado tamaño de espiga (Hoffman et al., 2009). Se recomienda una densidad de siembra de unas 20 a 30 pl.m<sup>-1</sup>, viéndose afectado el rendimiento de manera sensible a densidades mayores.

Baguette 19 se caracteriza por ser un cultivar de ciclo intermedio-largo, con elevada capacidad de macollaje y un crecimiento inicial y sincronización similares al Nogal. Basa su rendimiento en una elevada cantidad de espigas por

unidad de superficie (Hoffman et al., 2009). El ajuste de la población es importante, manejándose un óptimo poblacional de 25 a 30 pl.m<sup>-1</sup>.

Génesis 2359 se caracteriza por ser un cultivar de ciclo largo, el más largo de los cultivares utilizados en el experimento, con un crecimiento inicial lento y con un macollaje abundante y relativamente sincronizado (Hoffman et al., 2011). Basa su rendimiento en una elevada producción de espigas por unidad de superficie. Se recomiendan densidades de 30-45 pl.m<sup>-1</sup>.

Génesis 2366 presenta un ciclo algo más corto que el G2359, intermedio a largo parecido al de INIA Tijereta, comportándose bien frente a enfermedades. Tiene un potencial de rendimiento medio a alto que se basa en una elevada producción de espigas por unidad de superficie. Se ve afectado por el calor durante las etapas iniciales de desarrollo presentando mayores probabilidades de tener plantas sin macollos o sin macollo principal si las temperaturas durante las etapas iniciales son elevadas (Hoffman et al., 2011). Se recomiendan densidades de 30 a 35 pl.m<sup>-1</sup>. El rendimiento de ambos Génesis se ven afectados seriamente por una mala elección de la densidad de siembra, en especial por densidades demasiado altas.

Don Mario 0456 es un cultivar con un ciclo intermedio a largo, de pobre macollaje, consecuencia de una elevada dominancia apical, y con requerimientos de frío al igual que el Nogal. Se podría definir como un cultivar desincronizado, con elevadas posibilidades de saltarse el macollo principal o hasta ni siquiera macollar. Para el mismo es de suma importancia realizar un correcto control poblacional, siendo recomendada para la misma una densidad de 40 a 4 pl.m<sup>-1</sup> (Hoffman et al., 2013). Construye su rendimiento a partir de espigas grandes y granos pesados. El período de siembra es estrecho y va desde fines de mayo a la primera semana de junio.

### 3.2.2 Diseño experimental

El diseño experimental se correspondió a un factorial completo en bloques completos al azar (DBCA) con 5 repeticiones. Donde los factores estudiados fueron cultivar de trigo (5 cultivares) y densidad de raigrás (sin, media y alta).

### 3.2.3 Metodología de instalación

El experimento fue conducido bajo condiciones semicontroladas, dentro de un telado, de luz y temperatura ambiente pero controlando la disponibilidad hídrica, regando siempre que fuera necesario.

El sustrato utilizado para el experimento estaba constituido por una mezcla de tierra tamizada de un suelo Brunosol Éutrico Típico perteneciente a la Unidad San Manuel y arena tamizada en una proporción 70:30 respectivamente.

Las baldes utilizadas presentaban un diámetro de 28 cm y contenían 12 kg de sustrato, 1,5 kilogramos por planta. Al momento de la siembra se fertilizó con un equivalente a 100 kg de 18-46-0 por hectárea y al momento de macollaje se refertilizó con urea a una dosis equivalente a 100 kg.ha<sup>-1</sup>.

La población objetivo para el trigo fue de 8 plantas por balde y para lograr tal cometido se sembraron más semillas que plantas objetivo, para amortiguar posibles problemas en la germinación. Luego de que las plántulas de trigo emergieron se corrigió la densidad mediante raleo manual. La siembra se realizó a una profundidad de 1,5 cm formando un anillo hacia los bordes del balde.

En los baldes con raigrás se instaron 4 u 8 plantas de la maleza (densidad media y alta, respectivamente) mediante la misma metodología que la utilizada en el trigo. Las mismas se ubicaron en el centro de la balde a una profundidad de un centímetro, tratando de lograr cierta equidistancia. Esta metodología es similar a la utilizada en trabajos anteriores como el de Rouiller y Scaglia (2012), Bosch y Ugarte (2012).

Las semillas de raigrás utilizadas fueron aportadas por una cooperativa de Paysandú y corresponde al residuo de maquinación de la cosecha de invierno de la zafra anterior, 2011. Al utilizar semilla proveniente de una chacra comercial nos aseguramos una variabilidad natural de los biotipos propia del raigrás como maleza, ajustándose más a un escenario comercial de producción. De igual forma se realizó un control de germinación al raigrás previo a la siembra para asegurarse un mínimo de germinación del mismo.

#### 3.2.4 Determinaciones

Durante el ciclo, se realizaron una serie de mediciones en intervalos y escalas variables según el estadio de desarrollo del cultivo.

##### De siembra a macollaje

Durante la etapa inicial de desarrollo del cultivo, hasta el inicio de macollaje se utilizó la escala Haun para determinar el estado de desarrollo. La misma se seleccionó sobre otras alternativas al ser considerada la más precisa en estadios tan tempranos. En esta etapa se realizaron determinaciones del estado fenológico cada 10 días o menos, realizándose mediciones en cada planta de trigo y raigrás.

##### Post-macollaje

A partir del inicio de macollaje se utilizó la escala Zadoks por ajustarse más a estas etapas más avanzadas en el desarrollo del cultivo. A medida que avanzaba el ciclo se utilizaron intervalos mayores de tiempo entre determinaciones. Esta nomenclatura sigue hasta encañazón.

Es importante mencionar que ocurrió una infección de *Fusarium* sp. durante la floración por lo que se realizó también un relevamiento de severidad a nivel de espigas con la intención de corregir posteriormente el rendimiento. Siendo que la severidad no fue importante, finalmente no se realizó la corrección por efecto de esta enfermedad.



## Post-cosecha

Posterior a la cosecha se realizaron las determinaciones de altura de tallo y número de espigas por balde, tanto de trigo como de raigrás y biomasa. También número de granos y peso de granos en trigo, y tamaño de espiga (nº de espiguillas por espiga) en raigrás. Para determinar biomasa se midió el peso seco en trigo, peso verde y seco en raigrás.

A partir de las determinaciones realizadas en trigo se calculó un índice de tolerancia a la competencia o la habilidad para soportar la interferencia (HSI=AWC Ability to Withstand Competition) (Watson et al., 2006) de la siguiente forma:

$$\text{HSI (AWC)} = 100 * (\text{Y con rg} / \text{Y sin rg})$$

Dónde:

Y con rg= rendimiento trigo creciendo junto a raigrás

Y sin rg= rendimiento trigo creciendo solo, sin raigrás



Fotos No. 1 y 2. Siembra e instalación del experimento



Foto No. 3: Regado de baldes en post-macollaje

El día 12/9 se aplicó pesticida para el control de pulgones como consecuencia del monitoreo realizado, al evaluar un número elevado de colonias en las hojas de las plantas de trigo.

La duración total del experimento fue de 190 días, iniciándose con la siembra el 15 de mayo (siembra) y finalizándose el 21 de noviembre cuando se cosecho manualmente el mismo.



Foto No. 4 .Tratamientos a cosecha

### 3.2.5 Análisis estadístico y procesamiento de datos

Todas las variables medidas son continuas y se analizaron en función del diseño de cada experimento. Se usó el procedimiento Mixed del paquete estadístico SAS versión 9.2.

Modelo estadístico (DBCA):

$$Y_{ijk}: \mu + \alpha_i + \tau_j + (\alpha \tau)_{ij} + \beta_k + \varepsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$ : Rendimiento con en el i-ésimo tratamiento, con la j-ésima densidad de raigrás y el k-ésimo bloque.

$\mu$ : media general.

$\alpha_i$ : efecto del i-ésimo cultivar. ( $i = 1,2,3,4,5$ )

$\tau_j$ : efecto de la j-ésima densidad de raigrás. ( $j = 1,2,3$ )

$(\alpha \tau)_{ij}$ : efecto de la interacción del i-ésimo cultivar con la j-ésima densidad de rg.

$\beta_k$ : efecto del k-ésimo bloque. ( $k = 1,2,3,4,5$ )

$\varepsilon_{ijk}$ : error experimental.

### 3.3 EXPERIMENTO 2

#### 3.3.1 Tratamientos

En este experimento fueron ensayados los mismos cultivares ya detallados en el experimento 1 todos en una única densidad de raigrás (densidad media), la densidad media, sin herbicida y con herbicida a dosis media y dosis alta (Cuadro 2). El herbicida ensayado fue AXIAL (pinoxaden) y las dosis media y alta estudiadas fueron de  $0.6 \text{ lt. ha}^{-1}$  y  $1.0 \text{ lt. ha}^{-1}$ .

El nombre comercial que contiene esta molécula se denomina AXIAL® 050 EC, y es un producto de Syngenta. El mismo además de poseer pinoxaden contiene un protector o "safener" llamado Cloquintocet-mexyl que es el que brinda selectividad para el trigo. El mismo previene efectos fitotóxicos hacia el cultivo mediante la aceleración del metabolismo del ingrediente activo. Se recomienda por parte de la empresa en Uruguay la utilización de una dosis de  $600 \text{ cc. ha}^{-1}$  cuando la maleza se encuentra sin macollar y de  $800 \text{ cc. ha}^{-1}$  cuando la maleza recién está iniciando a macollar.

Cuadro No.2 : Descripción de los tratamientos del experimento 2

TRAT.	CULTIVAR	RAIGRAS (densidad)	HERBICIDA (dosis)
1	G2359	Media	0
2	G2366	Media	0
3	Baguette 19	Media	0
4	Nogal	Media	0
5	DM 0456	Media	0
6	G2359	Media	Media
7	G2366	Media	Media
8	Baguette 19	Media	Media
9	Nogal	Media	Media
10	DM 0456	Media	Media
11	G2359	Media	Alta
12	G2366	Media	Alta
13	Baguette 19	Media	Alta
14	Nogal	Media	Alta
15	DM 0456	Media	Alta

### 3.3.2 Diseño experimental

El diseño experimental se correspondió a un factorial completo en bloques completos al azar (DBCA) con 5 repeticiones. Donde los factores estudiados fueron cultivar de trigo (5 cultivares) y aplicación de herbicida (sin, media y alta).

### 3.3.3 Metodología de instalación

Fue básicamente la misma que la realizada en el Experimento 1 a excepción de la aplicación del tratamiento herbicida. Este fue aplicado el 26 de junio del 2012, una vez que el macollaje del trigo ya había comenzado, con un equipo de CO<sup>2</sup> asegurando se aplicara la misma cantidad de herbicida a todas

las baldes. Las dosis utilizadas fueron calculadas para aplicar el equivalente a  $0.6 \text{ lt.ha}^{-1}$  y  $1.0 \text{ lt.ha}^{-1}$ , las que corresponden a nivel medio y alto respectivamente.

### 3.3.4 Determinaciones

Se realizaron las mismas determinaciones que en el experimento 1 y además se evaluó el comportamiento de control del herbicida sobre raigrás a través de apreciación visual.

A tales efectos se utilizó una escala de 1 a 5, siendo 1 = sin sintomatología de daño y 5= máximo daño, muerte de la planta.

### 3.3.5 Análisis estadístico y procesamiento de datos

Todas las variables medidas son continuas y se analizaron en función del diseño de cada experimento. Se usó el procedimiento Mixed del paquete estadístico SAS versión 9.2.

Modelo estadístico (DBCA):

$$Y_{ijk}: \mu + \alpha_i + \tau_j + (\alpha \tau)_{ij} + \beta_k + \epsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$ : Desarrollo del i-ésimo tratamiento, con la j-ésima dosis de herbicida y el k-ésimo bloque.

$\mu$ : media general.

$\alpha_i$ : efecto del i-ésimo cultivar. ( $i = 1,2,3,4,5$ )

$\tau_j$ : efecto de la j-ésima dosis de herbicida. ( $j = 1,2,3$ )

$(\alpha\tau)_{ij}$ : efecto de la interacción del i-ésimo cultivar con la j-ésima dosis de herbicida.

$\beta_k$ : efecto del k-ésimo bloque. ( $k = 1,2,3,4,5$ )

$\epsilon_{ijk}$ : error experimental

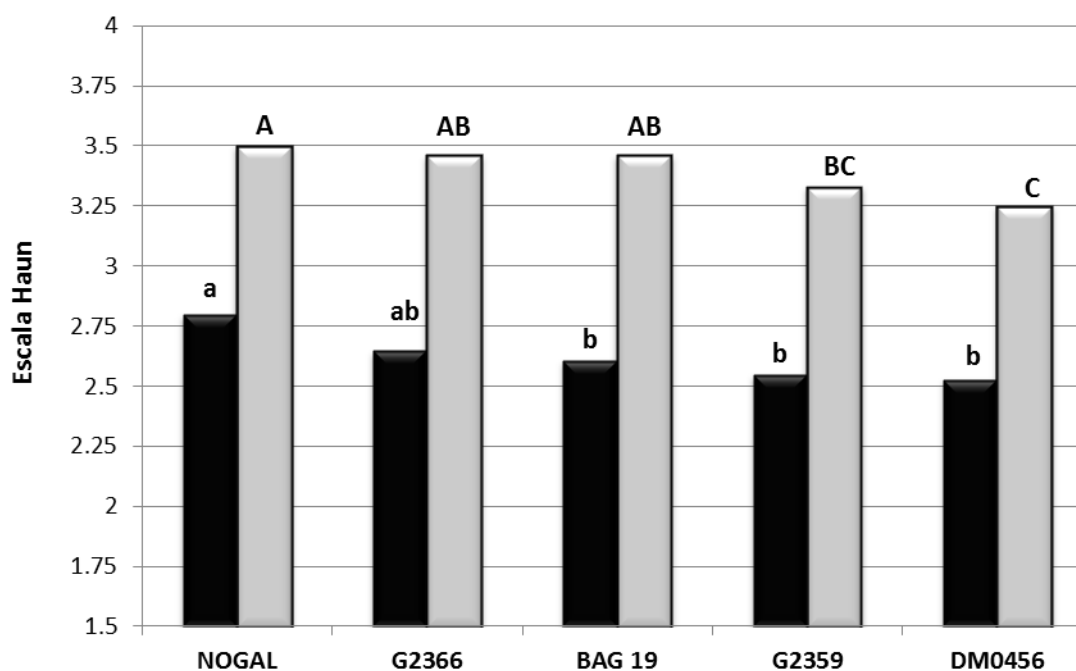
#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan y discuten los resultados correspondientes a los dos experimentos por separado.

##### 4.1 EXPERIMENTO 1

##### 4.1.1 Desarrollo temprano en trigo y raigrás

En trigo, en las primeras dos determinaciones de desarrollo realizadas 17 y 27 días post-siembra, sólo se detectó efecto de la variedad ( $p=0,0005$ ) (Figura 1).



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

(\*\*) medias con igual letra minúscula no difieren estadísticamente ( $p<0.05$ )

Figura No. 1: Determinaciones de desarrollo de trigo 17 y 27 dps utilizando escala Haun, según cultivar

Como se aprecia en la figura, la variedad Nogal fue la que presentó mayor desarrollo inicial, diferenciándose claramente de Don Mario 0456 que es

la de menor desarrollo inicial. Las diferencias observadas eran de esperar. Particularmente DM0456 ha sido caracterizado como una variedad con un lento desarrollo inicial (Hoffman et al. 2009, Hoffman et al. 2013).

El que no se haya comprobado efecto de la densidad de raigrás sobre el desarrollo inicial del trigo no era del todo esperable. Si bien puede considerarse que no existe competencia por recursos tan tempranamente, se ha comprobado recientemente que la sola presencia de las malezas provoca modificaciones en el crecimiento del cultivo como consecuencia de la modificación de la calidad de luz que le llega al mismo. Este tipo interacción comenzaría tan temprano como dos días posteriores a la emergencia (Von Amim y Deng, citados por Merotto et al., 2009). Es posible que las estimaciones realizadas no fueran las que podrían haber detectado estas relaciones como si hubiera determinaciones de crecimiento como la altura del cultivo y/o el desarrollo radicular.

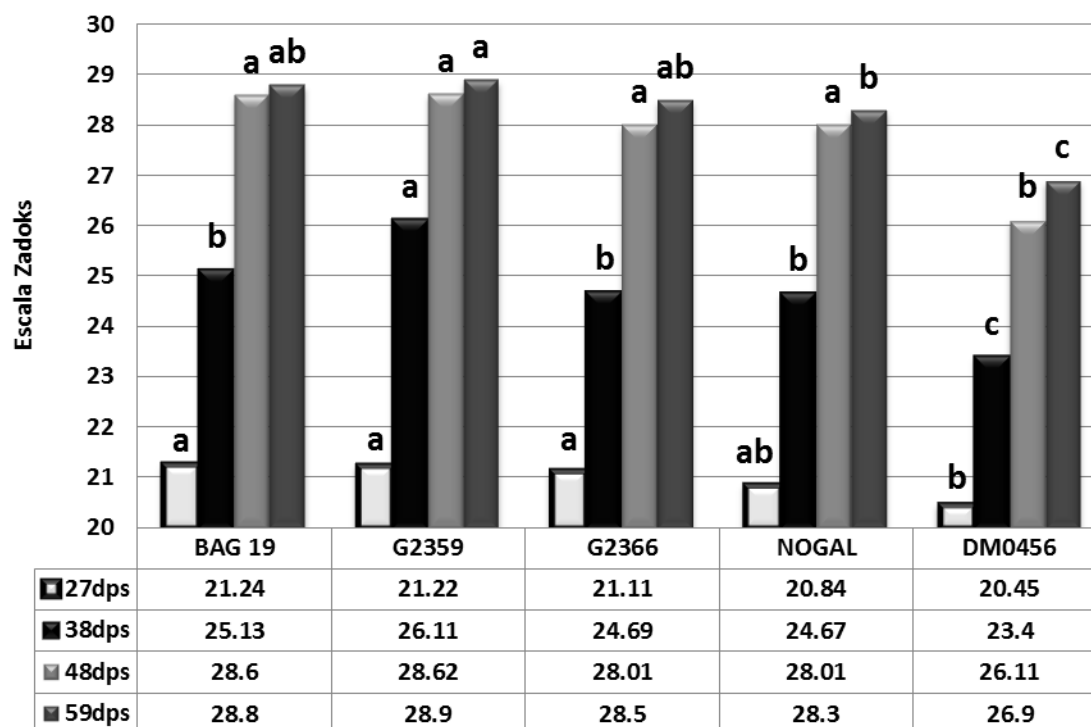
En cuanto a las determinaciones realizadas sobre el raigrás en estas dos fechas, el análisis estadístico no permitió detectar ningún tipo de efecto correspondiente ni para variedad, ni para densidad del raigrás como tampoco para la interacción entre ambas.

Utilizando la escala Zadoks en etapas tempranas previas al macollaje Rouiller y Scaglia (2012) encontraron diferencias en el desarrollo de raigrás por efecto a la variedad junto a la que crecieron. Cabe aclarar que las variedades estudiadas por estos autores son distintas a las nuestras y resultando en diferencias mínimas entre ellas.

#### 4.1.2 Desarrollo post-macollaje en trigo y raigrás

El desarrollo de trigo post-macollaje también fue sólo afectado por la variedad (Figura 2).





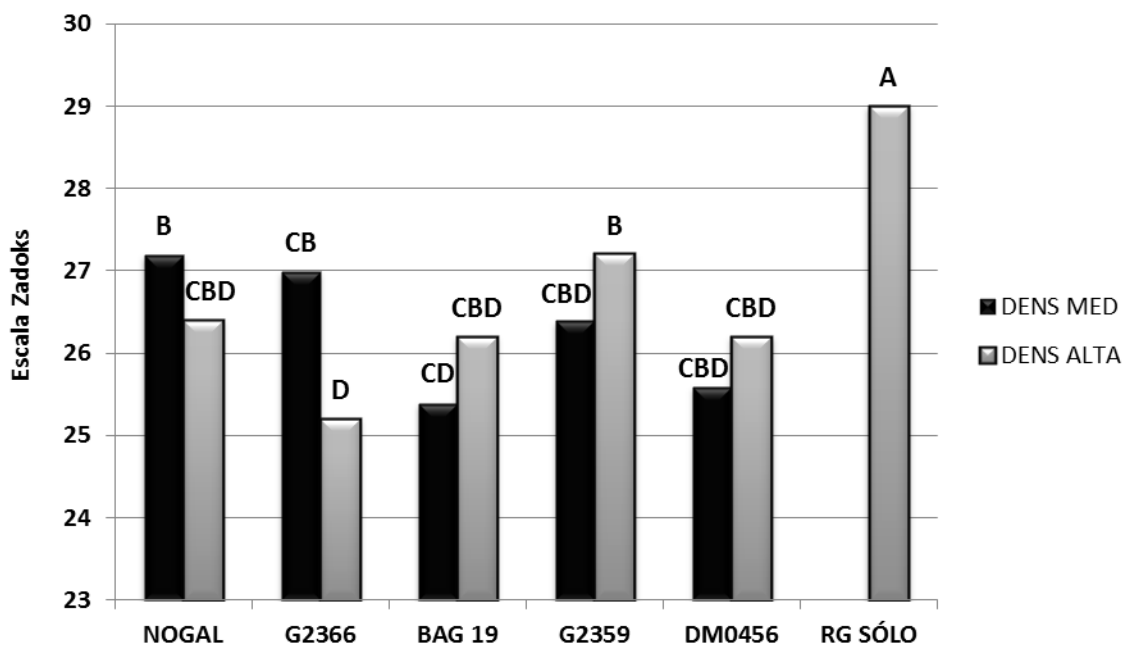
(\*) medias con igual letra minúscula no difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ )

Figura No.2: Determinaciones de desarrollo de trigo 27, 38, 48 y 59 dps utilizando escala Zadoks según cultivar

Como se observa, la variedad DM0456 mostró consistentemente un menor desarrollo en las cuatro determinaciones presentándose como la variedad con menor número de macollos. Las restantes variedades mostraron un comportamiento similar entre sí exceptuando el comportamiento de la G2359 en la evaluación a los 38 dps y a nivel de tendencia a los 59 dps, cuando se destacó por su mayor desarrollo. Nuevamente los datos son consistentes con los resultados de la caracterización de cultivares realizada Hoffman et al. (2013) dónde G2359 es muy macolladora y DM0456 se destaca por ser la de menor macollaje.

En el caso de raigrás, en estas estimaciones de desarrollo más avanzado se observaron efectos variados dependiendo de la fecha de evaluación. En la primera determinación post-macollaje no se observaron efectos. En la evaluación inmediatamente posterior se observó efecto de la interacción variedad por densidad ( $p=0,006$ ). Y en la última medición de

desarrollo se detectó efecto de la variedad ( $p=0,024$ ) y de la interacción variedad por densidad ( $p=0.0041$ ) (Figura 3).



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

Figura No. 3: Desarrollo de raigrás 59 dps utilizando escala Zadoks según cultivar y densidad de raigrás

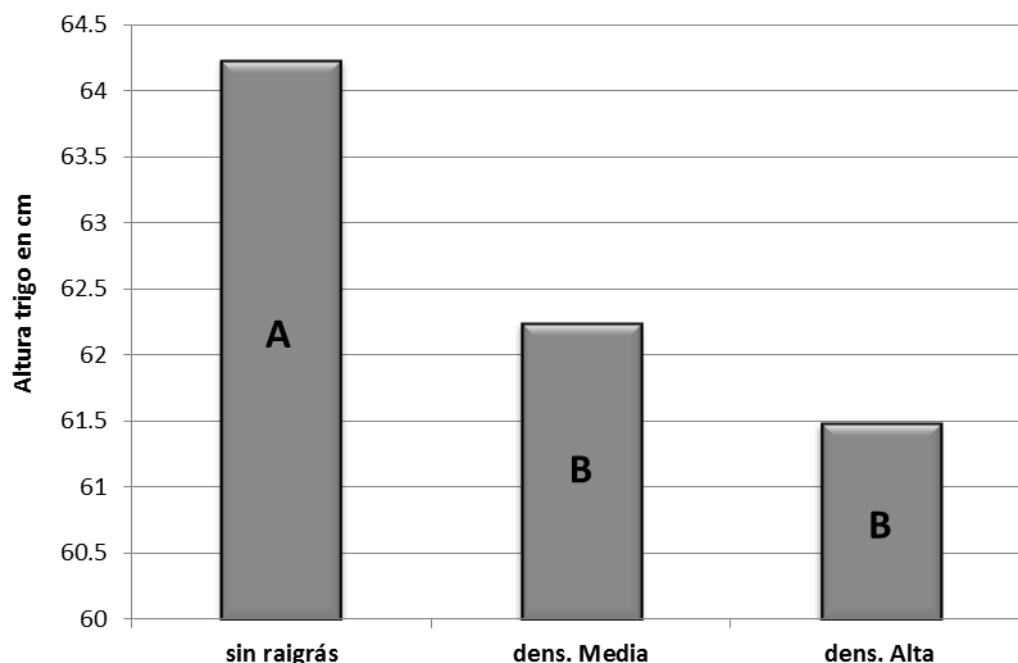
Como se puede ver claramente, el raigrás creciendo sólo tiene un desarrollo notoriamente mayor al raigrás creciendo junto a trigo. En densidad media la variedad NOGAL parecería ser la que más permite el desarrollo de raigrás siendo diferente a BAG19. Estos resultados son concordantes con lo estudiado por Bosch y Ugarte (2012) en un estudio similar.

En densidad alta, BAG 19 y NOGAL se comportan de manera similar, y G2366 fue diferente a G2359. Siendo G2366 la que permite un menor desarrollo de la maleza.

La inconsistencia en el comportamiento de las variedades en densidades medias y altas de raigrás resultan difíciles de explicar.

#### 4.1.3 Altura y biomasa final en trigo y raigrás

La altura de trigo mostró efecto de la variedad como era esperable pero además a diferencia de las variables anteriores medidas en esta especie se encontró efecto de la densidad de raigrás ( $p=0,006$ ) (Figura 4).



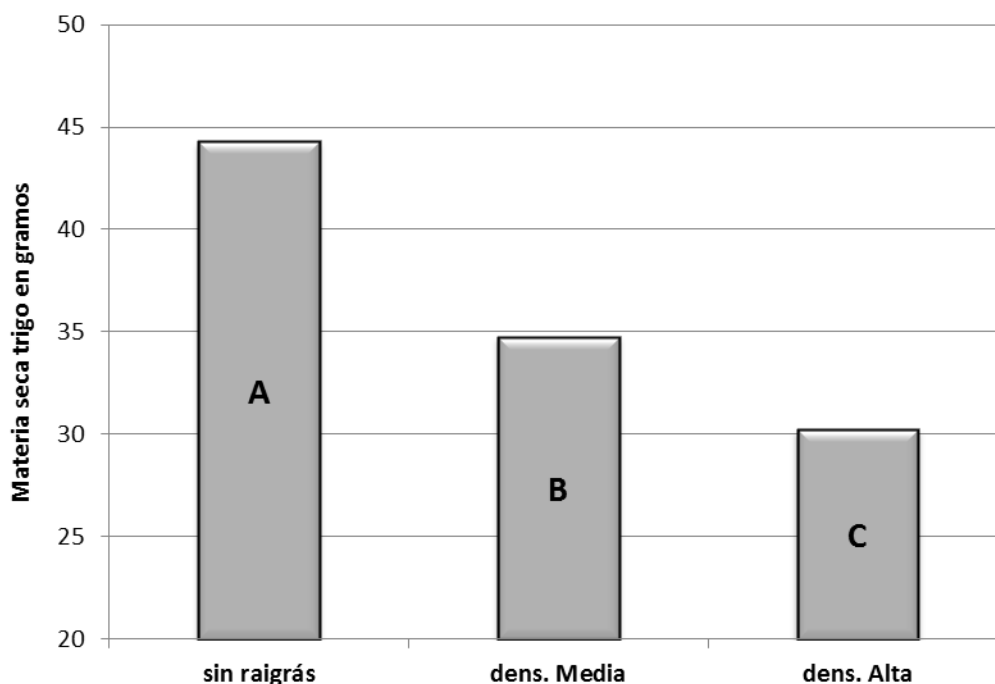
(\*) medias con igual letra mayúscula no difieren estadísticamente ( $p<0.05$ )

Figura No. 4: Altura de trigo en cm según densidad de raigrás

Como se observa, el trigo disminuyó su altura al crecer junto a raigrás. No hubo diferencia entre la densidad media y alta, si bien hay una tendencia a que la altura disminuya aún más por una mayor densidad. La competencia en este caso, estaría afectando el crecimiento del tallo, haciendo que el trigo no alcance su máxima altura. Esto es consistente con los resultados de Stone et al. (1998).

La biomasa de trigo mostró un comportamiento similar a la altura mostrando también efectos de la variedad y de la densidad de raigrás.

Al analizar materia seca, hay efectos de variedad ( $p=0,0001$ ) y efecto de densidad de raigrás ( $p<0,0001$ ) (Figura 5).

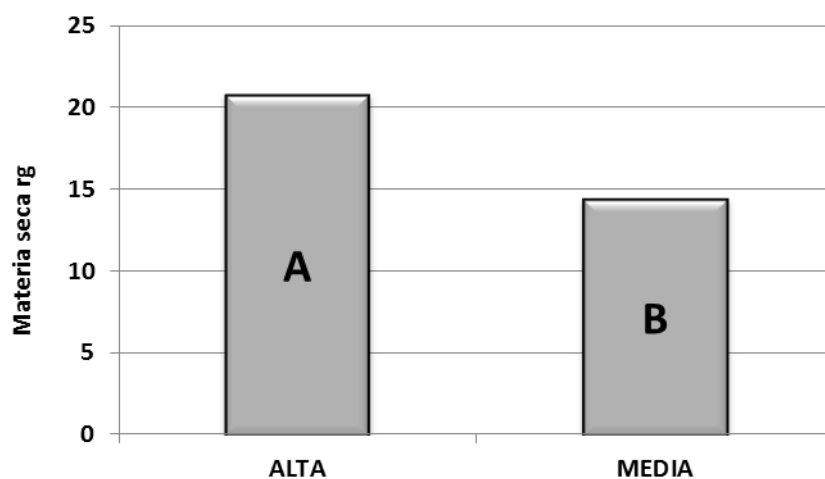


(\*) medias con igual letra mayúscula no difieren estadísticamente ( $p<0.05$ )

Figura No. 5. Materia seca de trigo en gramos según densidad de raigrás

En este caso a diferencia de la altura, la biomasa en densidades medias de raigrás resultó mayor que la estimada en densidades altas. Como era esperable a mayor interferencia de raigrás menor resultó la acumulación de materia seca concordantemente con lo que comprobaran Ferreira et al. (2008) quienes encontraron que mayor densidad de la maleza es sinónimo de mayor competencia y de esta manera se ve afectado el crecimiento de las especies que compiten.

Para el caso de materia seca de raigrás a cosecha, se detectó efecto de la densidad ( $p<0.001$ ) (Figura 6).



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

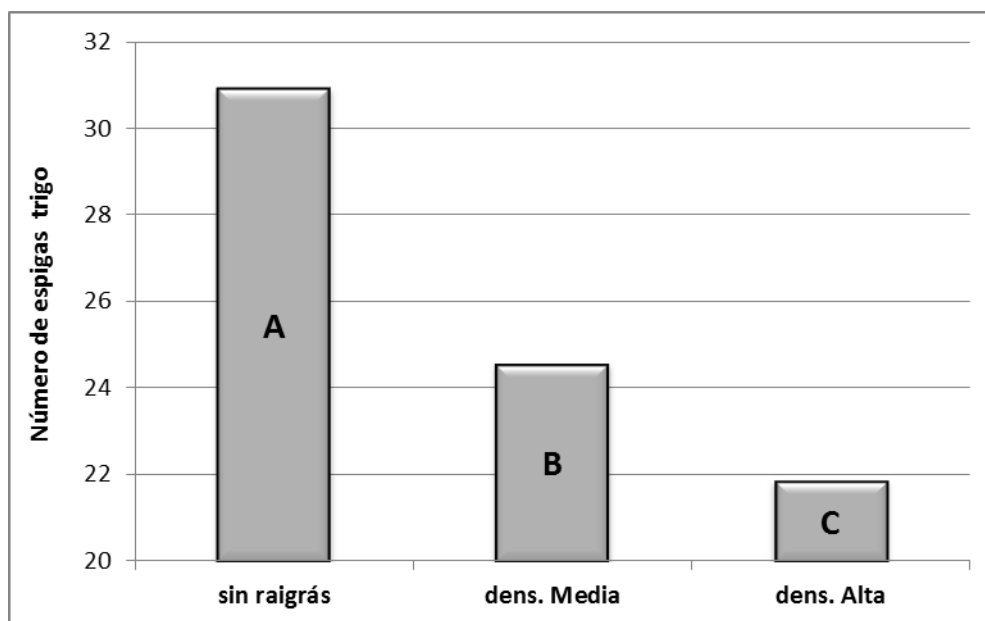
Figura No. 6: Materia seca de raigrás en gramos según densidad de raigrás

Como era esperable, al aumentar la densidad la materia seca de raigrás aumenta considerablemente. Al duplicar la densidad obtuvimos un aumento del 45% en el total de materia seca de la maleza por unidad experimental.

#### 4.1.4 Rendimiento final en trigo y raigrás

En cuanto a trigo los tres factores evaluados afectaron el número de espigas, con efectos muy significativos para la variedad y la densidad ( $p < 0,0001$ ) y significativos para la interacción densidad por variedad ( $p = 0.04$ ).

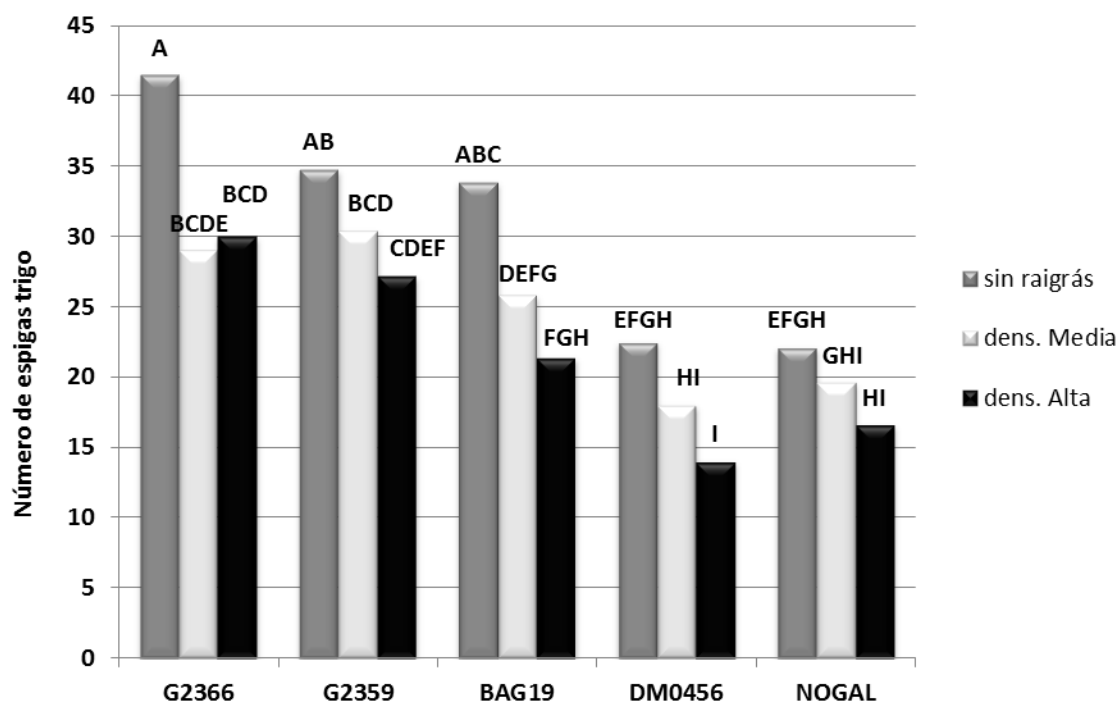
Una vez más estos resultados resultan concordantes con los de Stone et al. (1998), Cralle et al. (2003) quienes también encontraron efectos muy semejantes en la materia seca y el número de espigas de trigo por efecto del incremento de la densidad de raigrás (Figura 7).



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

Figura No. 7: Número de espigas de trigo según densidad de raigrás

Sin embargo, como se mencionó anteriormente también se detectó efecto de la interacción por lo que resulta importante analizar las respuestas para las distintas variedades (Figura 8).



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

Figura No. 8: Número de espigas de trigo según cultivar y densidad de raigrás

Analizando estos resultados pueden observarse tres comportamientos diferentes a nivel de las variedades estudiadas. En primer lugar se destaca Nogal, variedad en el que el número de espigas se demostró independiente del efecto de la densidad de raigrás. Este comportamiento podría interpretarse como la expresión de una importante tolerancia a los efectos de la interferencia generada por la maleza a nivel de este componente, número de espigas.

Por el contrario G2366 y BAG19 se destacan como dos variedades con importante susceptibilidad en la variación de este componente del rendimiento frente a la interferencia. Estas variedades disminuyeron fuertemente el número de espigas en la densidad media en la que se alcanza la reducción máxima sin variaciones con respecto a la que se logra con la densidad alta de raigrás.

Por último, están las variedades G2359 y DM0456 que podrían considerarse como de comportamiento intermedio. El número de espigas no se vio afectado en la densidad media pero resultó significativamente disminuido en la densidad alta.

Los resultados en la variable rendimiento por planta (Cuadro 3) mostraron efectos muy significativos tanto para la variedad como para la densidad ( $p < 0.001$ ) y ningún efecto de interacción mientras que a nivel de peso de 1000 granos no se encontraron efectos significativos. Como se observa en el mismo cuadro, en los resultados de rendimiento final por planta se detectaron iguales tendencias a las observadas en el componente número de granos.

Cuadro No 3: Rendimiento por planta, número y peso de mil granos promedio (g) según densidad de raigrás

Densidad	Nro de granos		Rendimiento por planta (g)		PMG	
Sin raigrás	938	a	3.99	a	34.2	a
Media	685	b	2.81	b	32.9	a
Alta	594	c	2.46	c	33.3	a

(\*) medias con igual letra en la misma columna no difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ )

Cómo era esperable y fue comprobado en numerosos estudios al respecto el rendimiento por planta decae con el aumento de la densidad de raigrás.

El no haber encontrado ningún efecto de interacción estaría indicando que todas las variedades resultan igualmente afectadas por raigrás y muestra alguna discrepancia con los resultados obtenidos a nivel del primer componente del rendimiento analizado, el número de espigas.

A los efectos de profundizar en la comprensión de esta discrepancia se entendió de interés analizar el rendimiento por planta cuando se comparan los tratamientos sin raigrás y raigrás a densidad media. Si bien resultaba de utilidad metodológica estudiar la densidad alta y por esa razón fue incluida, es la densidad media la que ocurre con mayor frecuencia a nivel de producción.

En este caso, restringiendo el estudio del comportamiento de las variedades con cero raigrás y la densidad media la interacción variedad por densidad de la maleza es altamente significativa ( $p = 0,01$ ) (Figura 9).



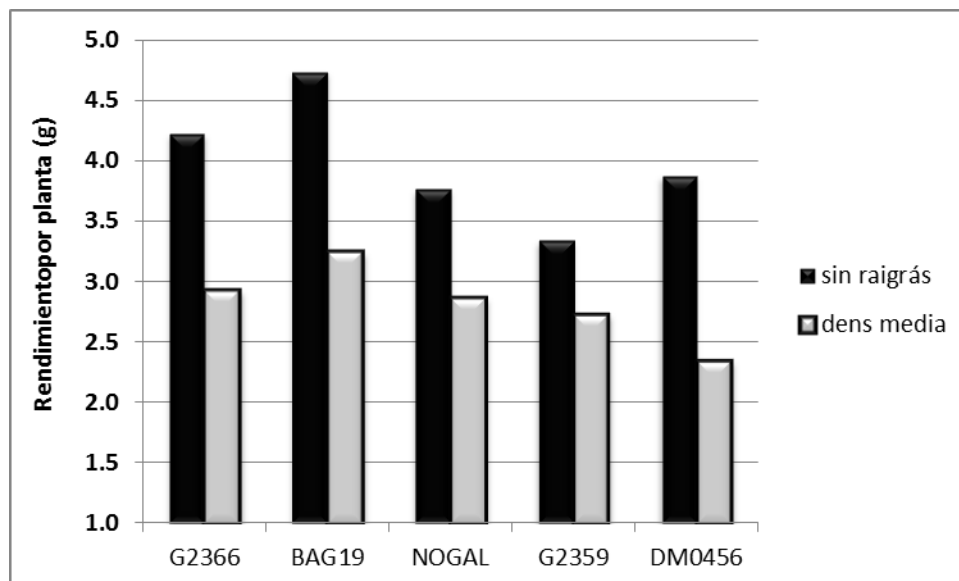


Figura No. 9: Rendimiento por planta (g) de los diferentes cultivares creciendo sin raigrás y con raigrás a densidad media

Como puede verse en la figura las pérdidas por efecto de la interferencia de la maleza en los cultivares variaron desde un 18% en el caso de G2359 hasta un 40% en el caso de DM0456.

El cálculo del índice de tolerancia, tal como lo propusieran Watson et al. (2006) también refleja esta variabilidad entre los cultivares (Cuadro 4).

Cuadro No. 4: HSI calculados para los cultivares estudiados.

CULTIVARES	HSI (Habilidad para soportar interferencias) (%)
G2366	69.2
BAG19	68.3
NOGAL	76
G2359	81.7
DM0456	60.3

Como era esperable, considerando que el índice refiere a la pérdida por efectos de la interferencia, el cultivar Genesis 2359 fue el que mostró mayor

HSI o lo que es lo mismo mayor tolerancia a la interferencia de la maleza y el cultivar Don Mario 0456 resultó el menos tolerante.

Considerando, tal como lo proponen Olesen et al. (2004), Watson et al. (2006), que la habilidad competitiva de un cultivar es el resultado combinado de su capacidad de tolerancia y de supresión de la maleza se pretendió mejorar el análisis calculando además la pérdida porcentual de los distintos cultivares en relación a la materia seca de raigrás presente en la estimación a cosecha (Cuadro 5).

Cuadro No. 5: Pérdida de rendimiento de trigo por gramo de MS de raigrás

Cultivares	Pérdida de rendimiento (%)	MS seca de raigrás (g)	Pérdida de rdto/MS de rg (g)
G2366	30.8	14	2.2
BAG19	31.7	13.5	2.3
NOGAL	24	14.2	1.7
G2359	18.4	14.8	1.2
DM0456	39.7	15.4	2.6

Como se observa, las tendencias en este caso son similares. No existieron prácticamente diferencias en la biomasa final de raigrás, indicando muy escasa variación en relación a la capacidad supresora de los cultivares. Es por esta razón, posiblemente, que la pérdida de rendimiento de trigo por unidad de interferencia de raigrás muestra relación directa con la capacidad de tolerancia.

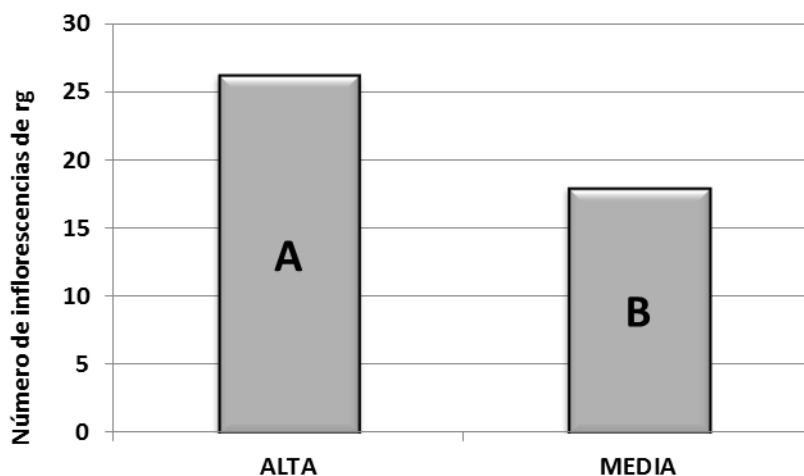
Pese a la mínima variación en la supresión de raigrás observada, es de destacar que la menor biomasa promedio fue estimada en el cultivar Baguette 19 en concordancia con los efectos observados inicialmente a nivel del desarrollo post-macollaje.

También resulta destacable el comportamiento de DM0456, cultivar que al igual que se observara en el estudio de Bosch y Ugarte (2012) muestra baja capacidad de supresión de raigrás. Su menor capacidad de supresión y su baja tolerancia, tal como discutido anteriormente explican la alta pérdida (2,6).

Analizando en forma conjunta estos últimos resultados y los obtenidos en el caso del componente número de espigas surgen algunas coincidencias pero también alguna contradicción. Los cultivares que mostraron la menor tolerancia a la interferencia en la expresión del número de espigas, G2366 y BAG19 también mostraron bajos HSI. Nogal y G2659 mostraron tolerancia a nivel del componente número de espigas y en el rendimiento final.

La contradicción es el caso de DM0456, el que habiéndose comportando como tolerante en el número de espigas resultó el de menor HSI. Es posible que la peculiar característica de este cultivar de componer su rendimiento sobre la base de pocas espigas con muchos granos contribuya a la explicación de su resultado. Aun tolerando efectos a nivel del total de espigas es muy vulnerable a la disminución en el número de granos.

En raigrás, el número de inflorescencias mostró respuestas similares a las observadas para el caso de la materia seca al aumentar la densidad. En este caso al duplicar la densidad obtuvimos también un aumento entorno al 45% en el total de número de inflorescencias (Figura 10).



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

Figura No. 10: Número de inflorescencias de raigrás según densidad de raigrás.

El número de inflorescencias de raigrás se vio afectado como era esperable por la densidad de raigrás y no mostró efectos de variedad.

En cuanto al tamaño de las inflorescencias, determinación que fuera realizada en la intención de estimar el potencial de re infestación futuro de la maleza, pese a que no se encontraron efectos de la densidad de raigrás como tampoco de la interacción variedad por densidad; se encontró una tendencia para el efecto de la variedad que parece interesante comentar ( $p=0,09$ ) (Figura 11).

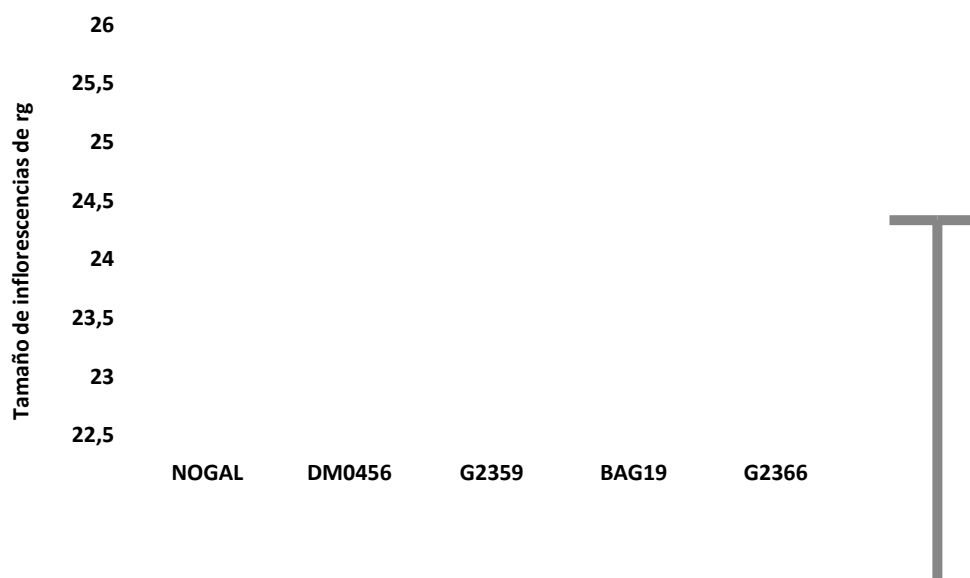


Figura No. 11: Tamaño de inflorescencias de raigrás según variedad

Si bien no hay diferencias estadísticamente significativas, creemos interesante destacar esta tendencia porque muestra concordancia con lo que se observara a nivel de desarrollo. El mayor tamaño de inflorescencias fue observado en Nogal, mientras que los menores tamaños, lo cual puede interpretarse como los menores potenciales de re infestación de la maleza se asocian con Baguette 19 y Genesis 2366 indicando un cierto grado de potencial de supresión para estas variedades.

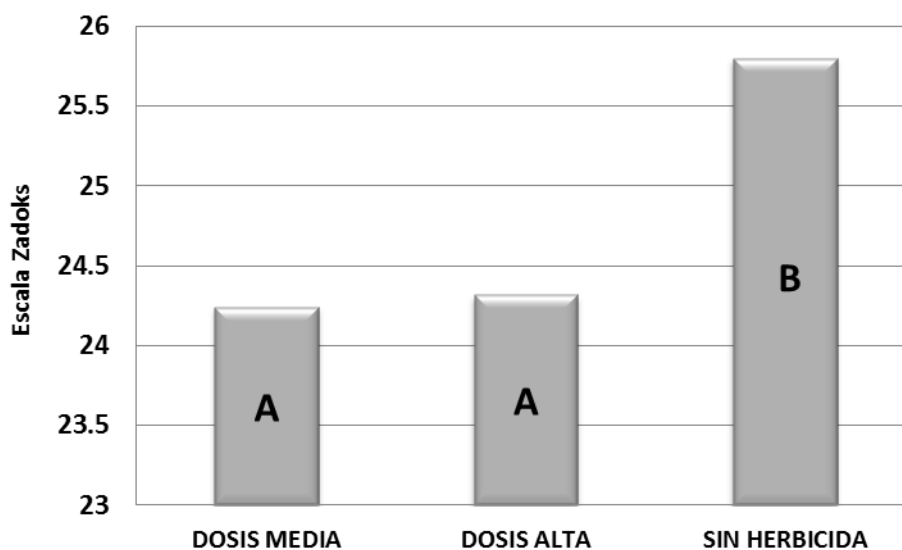
## 4.2 EXPERIMENTO 2

#### 4.2.1 Determinaciones pre-cosecha

En la determinación de desarrollo realizada a los 4 días post-aplicación, se detectaron efectos de la variedad como era esperable ( $p < 0.001$ ) y no se detectó efecto del herbicida en el desarrollo de trigo. Si se encontraron efectos tanto para la aplicación del herbicida ( $p < 0.0001$ ) y una tendencia en la interacción variedad por herbicida ( $p = 0,068$ ).

El que no se detectaran efectos en el desarrollo de trigo, se debió probablemente al poco tiempo transcurrido desde la aplicación.

En cuanto al efecto del herbicida en el desarrollo de raigrás, se observó una reducción del desarrollo en todos los tratamientos analizados, independientemente de la dosis utilizada por lo que se concluye que no hubo efecto de dosis (Figura 12).



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

Figura No. 12: Desarrollo del raigrás 4 dpa según dosis de herbicida.

Como se observa en la figura, el herbicida inhibió el desarrollo de aproximadamente un tallo por planta de raigrás.

Los responsables de la tendencia que generó las diferencias fueron las variedades Genesis 2366 y Nogal (Cuadro 6). El raigrás creciendo con dichas variedades presentó un desarrollo diferencial con o sin herbicida. El desarrollo con herbicida fue menor, sin diferencia entre dosis. En las restantes variedades el desarrollo de raigrás en esta fecha fue similar sin herbicidas y con herbicida en ambas dosis.

Cuadro No. 6: Desarrollo en Zadoks 4 dpa del raigrás creciendo junto a cada variedad según dosis de herbicida

VARIEDAD	DOSIS	MEDIAS
DM0456	Dosis media	23,6a
G2366	Dosis alta	23,6a
BAG19	Dosis media	23,8a
NOGAL	Dosis alta	24ab
NOGAL	Dosis media	24,2abc
DM0456	Dosis alta	24,4abc
G2359	Dosis media	24,6abcd
BAG19	Dosis alta	24,8abcd
G2359	Dosis alta	24,8abcd
BAG19	Sin herbicida	25abcd
G2366	Dosis media	25abcd
DM0456	Sin herbicida	25,2abcd
G2366	Sin herbicida	26bcd
G2359	Sin herbicida	26,2cd
NOGAL	Sin herbicida	26,6d

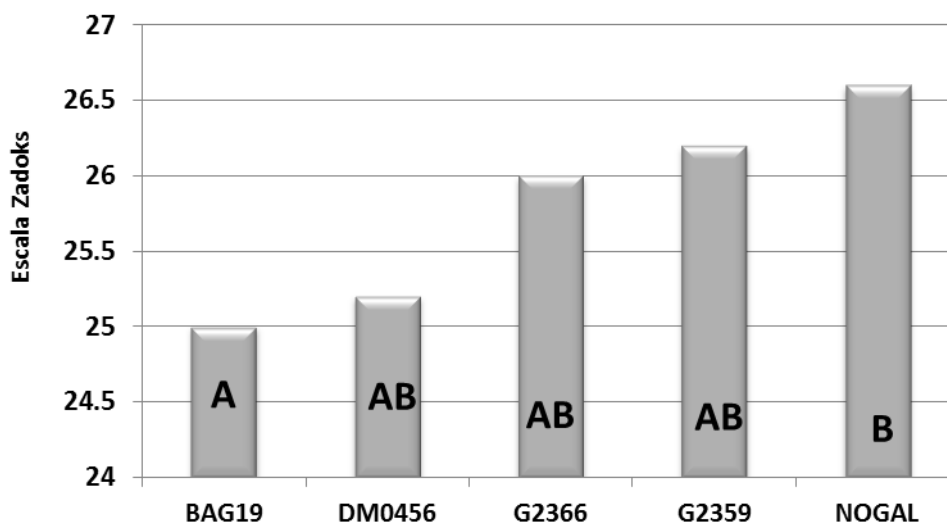
(\*) medias con igual letra no difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ ).

En el cuadro se visualiza claramente como en Nogal, la media sin herbicida es mayor que las medias con herbicida tanto en densidad media

como en alta. En el caso de Genesis 2366 la media sin herbicida solo difiere de la media con la dosis más alta.

Por otra parte, merece destacarse que el desarrollo de raigrás creciendo junto a Baguette 19, sin herbicida, resulta ser el más bajo e inclusive igual al desarrollo que presenta raigrás creciendo junto a las otras variedades con aplicación de herbicida. Por el contrario, el mayor desarrollo de raigrás se ve cuando este crece junto a Nogal.

Buscando profundizar en el análisis de los efectos de las variedades se corrió un ANAVA solo con los resultados de desarrollo de raigrás en los tratamientos sin aplicación de herbicida. Los resultados de este análisis detectaron una tendencia para el efecto de la variedad ( $p=0,06$ ) (Figura 13).



(\*) medias con igual letra no difieren estadísticamente ( $p \leq 0.06$ ).

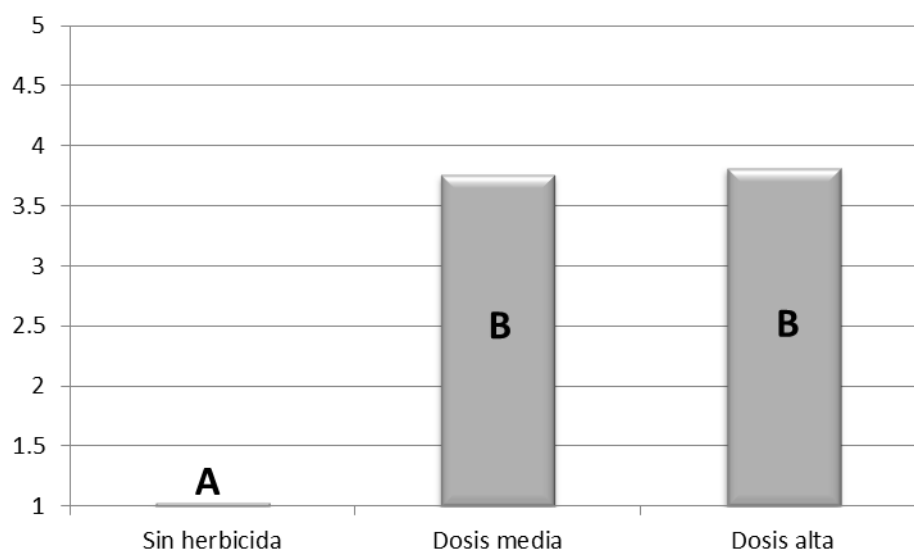
Figura No. 13: Desarrollo de raigrás 4dpa en tratamientos sin aplicación de herbicida

Este análisis confirma las tendencias observadas para Baguette 19 que resultaría una variedad con capacidad de interferencia sobre la maleza. En el mismo sentido también merece comentarse el caso de Nogal en el que por el

contrario se estimó el mayor desarrollo de raigrás. Esto es consistente con el trabajo de Bosch y Ugarte (2012). Además, afirman que el menor desarrollo se da junto a Baguette 19 y Genesis 2359.

En la evaluación de control por apreciación visual realizada 15 días después de se detectó efecto de variedad a nivel del desarrollo de trigo pero ningún efecto de la utilización del herbicida así como tampoco interacción herbicida por variedad.

Por el contrario, a nivel de raigrás el análisis estadístico corroboró importantes efectos de control aunque no se detectaron diferencias entre dosis, resultando los controles a nivel de la maleza similares tanto para la dosis media como para la dosis alta (Figura 14).



(\*) medias con igual letra no difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ ).

Figura No.14: Estado del raigrás 15 dpa según escala de apreciación visual

Si bien hubo un efecto notorio de reducción del crecimiento del raigrás a causa del herbicida, esto no se tradujo en diferencias en el desarrollo de trigo para aquellos tratamientos con aplicación frente a los sin aplicación. Es posible



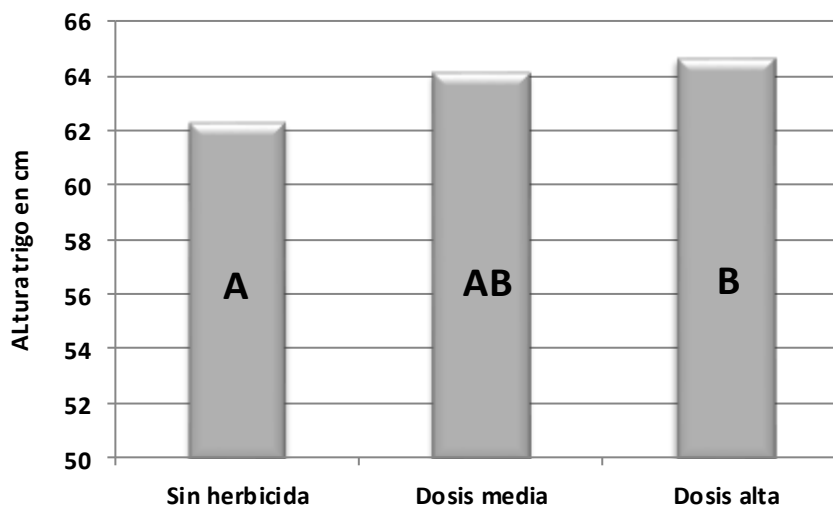
que el tiempo desde la aplicación no haya permitido visualizar cambios y también que la interferencia de raigrás en estas etapas no sea tan importante como para modificar el desarrollo del trigo.

El comportamiento del raigrás frente a las dos dosis utilizadas no era el que se esperaba. No se buscaba que las dosis de  $0,6 \text{ lt. ha}^{-1}$  y  $1 \text{ lt. ha}^{-1}$  tengan efectos tan similares. Es posible que en las condiciones controladas en las que se realizó la aplicación se optimizara el comportamiento de la dosis más baja utilizada y de esta forma la dosis de  $0,6 \text{ lt. ha}^{-1}$  resultó suficiente para ejercer el máximo control.

#### 4.2.2 Determinaciones a cosecha

En relación a las variables estimadas a cosecha en el trigo, tanto la altura como la biomasa mostraron efectos muy significativos para la variedad y para la aplicación de herbicida. Ambas respuestas constituirían lo esperable.

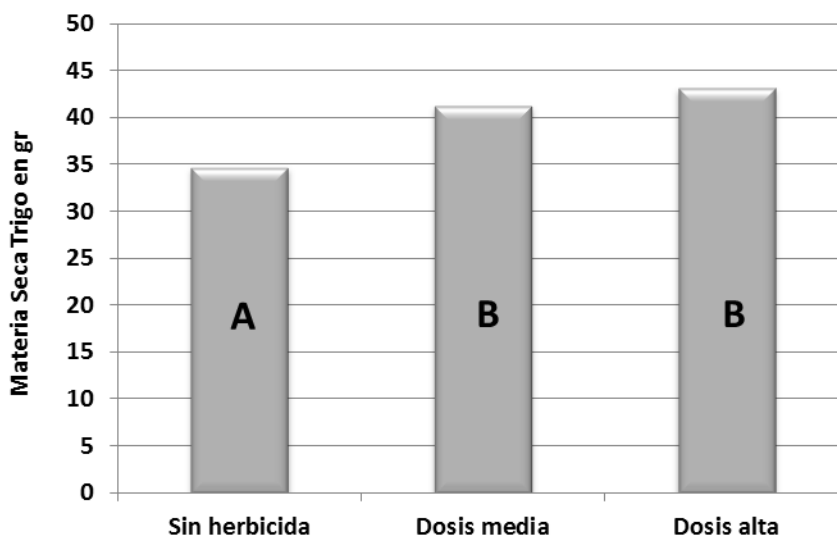
Sin embargo analizando en detalle los resultados, podrían realizarse algunos comentarios en relación a las respuestas obtenidas en la altura de trigo. La altura de trigo en la dosis media de herbicida resultó intermedia sin diferenciarse de los tratamientos con herbicida en dosis alta y sin herbicida (Figura 15).



(\*) medias con igual letra no difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ ).

Figura No.15: Altura de trigo en cm a cosecha según dosis de herbicida

En el caso de la MS los resultados en las dos dosis fueron diferentes al testigo sin aplicación (Figura 16).



(\*) medias con igual letra no difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ ).

Figura No.16: Materia seca de trigo en gramos a cosecha según dosis de herbicida

Observando los valores para estas dos variables, podría concluirse que la MS resulto un indicador más sensible a los efectos de la interferencia que la altura. El incremento en altura por efecto de la aplicación de herbicida fue menor al 5%, mientras que en el caso de la MS se constató un 22% de incremento en los tratamientos con herbicida en relación a los no aplicados.

En el caso del número de espigas se observó efecto de la variedad, efecto de la aplicación del herbicida, pero también una tendencia en la interacción variedad por herbicida ( $p = 0,09$ ).

Los resultados para el efecto herbicida fueron muy similares a los obtenidos con la materia seca, encontrándose un mayor número de espigas en los tratamientos aplicados sin diferencias entre la dosis media y la dosis alta.

Cuadro No.7: Número de espigas de trigo según variedad y dosis de herbicida

VARIEDAD	DOSIS	MEDIA
DM0456	Sin herbicida	18a
DM0456	Dosis media	19a
DM0456	Dosis alta	19,6a
NOGAL	Sin herbicida	19,6a
NOGAL	Dosis media	20,6ab
NOGAL	Dosis alta	21,8ab
BAG19	Sin herbicida	25,8bc
BAG19	Dosis alta	28,6cd
BAG19	Dosis media	28,6cd
G2366	Sin herbicida	29cd
G2359	Sin herbicida	30,4cde
G2359	Dosis media	33,8def
G2366	Dosis media	34,4def
G2359	Dosis alta	36,4ef
G2366	Dosis alta	38,2f

(\*) medias con igual letra no difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ ).

Como puede verse en el cuadro, la variedad G2366 resultó con un número de espigas significativamente mayor cuando se aplicara la dosis más alta. Este resultado podría estar indicando una mayor sensibilidad a la interferencia de la maleza en esta variedad. Por esta razón resulta interesante realizar un gráfico de respuesta al desmalezado, lo que brinda una idea de cuál es el impacto del herbicida en cada variedad (Figura 17).

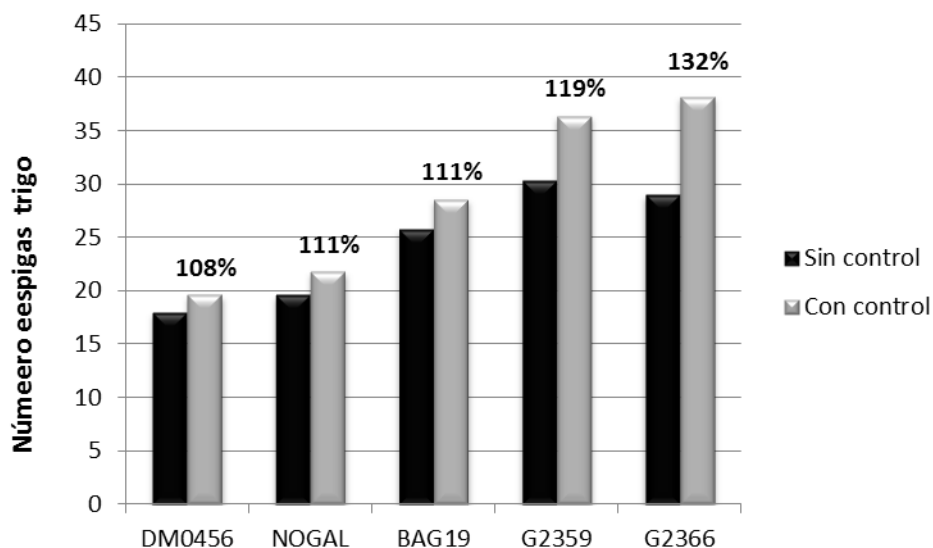


Figura No.17: Número de espigas de trigo con y sin control químico

Como se observa claramente hay una mayor respuesta en los genotipos Genesis, más concretamente en G2366 con un 32% de superioridad en número de espigas del control con respecto al sin aplicación de herbicida. En el cultivar G2366, el rendimiento se construye con un elevado número de granos como consecuencia de una elevada producción de espigas, por lo que el descenso en las mismas está afectando directamente el rendimiento. En cambio, cultivares como el DM0456 que construyen el rendimiento en base a un alto número de granos como consecuencia de espigas de gran tamaño y mayor peso, pueden ser menos afectados por el descenso en esta variable (Hoffman et al., 2013).

## 5. CONCLUSIONES

### 5.1 EXPERIMENTO 1

La interferencia de raigrás no afectó el desarrollo de trigo pre ni post macollaje, aunque tuvo efectos de disminución tanto en la altura como en la biomasa a cosecha.

En raigrás aunque se detectaron efectos de interacción variedad trigo por densidad de la maleza sólo en el desarrollo tardío. Resultando los menores desarrollos en BAG19 en la densidad media y en G2366 en la densidad alta.

A nivel de los componentes de rendimiento en trigo, tanto en el número de espigas como en rendimiento por planta se detectaron efectos de la interacción variedad por densidad de raigrás indicando la existencia de diferencia en la capacidad de tolerancia frente a la interferencia de la maleza entre los cultivares. Las pérdidas en el rendimiento por planta por efecto de la interferencia variaron en un 18% en el caso de G2359 hasta un 40% en el caso de DM0456.

La variación en cuanto a la capacidad de supresión de los cultivares ensayados sobre raigrás resultó mínima.

### 5.2 EXPERIMENTO 2

El comportamiento del herbicida ensayado fue similar en las dos dosis y en todos los cultivares de trigo acompañantes determinando la muerte de la maleza a los 15 dpa.

Se observó un incremento en altura y la producción de materia seca de trigo, del orden de 5% y 22% respectivamente, en los tratamientos con aplicación frente a los sin aplicación de herbicida.

La variedad G2366 resultó con un 30% más de espigas en los tratamientos con herbicida en comparación a los sin control, mostrándose como el cultivar con mayor respuesta al control.

## 6. RESUMEN

Raigrás (*Lolium multiflorum* L.) es una maleza muy extendida en el país y la más problemática en cultivos de invierno. Presenta un alto riesgo de generación de resistencia a herbicidas por lo que el estudio de métodos de control complementarios o alternativos resultan de suma importancia. Existe amplia información científica relativa al estudio y utilización de capacidad de supresión por interferencias competitivas o alelopáticas en cultivos como herramienta de control cultural del enmalezamiento y forma de reducir el uso de herbicidas. Con estos antecedentes y considerando que en las tres últimas zafras de trigo en el país, aumentó considerablemente el área de siembra temprana de fines de abril y principios de mayo, momento en el cual se dan importantes germinaciones de esta maleza, se consideró de interés evaluar la capacidad de interferencia sobre raigrás en 5 cultivares de trigo recomendados para siembras tempranas. Con este objetivo, entre los meses de mayo y diciembre del año 2012, se realizaron 2 experimentos en la Estación “Dr. Mario A. Cassinoni” de la Facultad de Agronomía. Ambos experimentos se instalaron en condiciones semicontroladas en telado. El primero tuvo por objetivo evaluar potencial de interferencia sobre raigrás de los cultivares Baguette 19, Don Mario 0456, Génesis 2359, Génesis 2366 y Nogal. Se utilizaron dos relaciones de densidad de trigo y raigrás (media y alta) en un diseño (DBCA) con arreglo factorial de tratamientos. Se agregaron testigos sin raigrás a los efectos de estudiar la interferencia del raigrás sobre trigo, así como testigos sin trigo para evaluar el efecto de la interferencia de éste hacia el raigrás. Las determinaciones en este experimento consistieron en evaluaciones del desarrollo de trigo y raigrás utilizando las escalas Haun y Zadoks y de variables de crecimiento altura de plantas, materia seca en trigo y raigrás. También se estimaron los componentes de rendimiento, número de espigas, número y peso de granos así como tamaño y número de inflorescencias en raigrás. El segundo experimento tuvo como objetivo evaluar la complementariedad del control de raigrás de la variedad de trigo en dosis media y alta de un graminicida. El diseño fue también DBCA y similares determinaciones aunque se añadió una estimación del daño de herbicida en la maleza. Los resultados del primer experimento arrojaron que la interferencia de raigrás no afectó el rendimiento del trigo pre ni post macollaje, aunque tuvo efectos de disminución tanto en la altura como en la biomasa. Sólo en el desarrollo tardío se hallaron efectos de interacción variedad de trigo x

densidad de raigrás, resultando los menores desarrollos en BAG19 en densidad media y en G2366 en densidad alta. Las pérdidas en el rendimiento por planta por efecto de la interferencia variaron en un 18% en el caso de G2359 hasta un 40% en el caso de DM0456. Además, la variación en cuanto a la capacidad de supresión de los cultivares ensayados sobre raigrás resultó mínima. Del segundo experimento se obtuvo que el comportamiento del herbicida ensayado fue similar en las dos dosis y en todos los cultivares de trigo acompañantes determinando la muerte de la maleza a los 15 dpa. También, se observó un incremento en altura y la producción de materia seca de trigo, del orden de 5% y 22% respectivamente, en los tratamientos con aplicación frente a los sin aplicación de herbicida. La variedad G2366 resultó con un 30% más de espigas en los tratamientos con herbicida en comparación a los sin control, mostrándose como el cultivar con mayor respuesta al control.

Palabras clave: *Lolium multiflorum*; *Triticum aestivum*; Interferencia de cultivos; Capacidad supresora de malezas; Tolerancia a la interferencia.

## 7. SUMMARY

Ryegrass (*Lolium multiflorum L.*) is a widespread weed in the country and happens to be the most problematic in winter crops, having a high risk of generating herbicide resistance. This is why studies of complementary control methods are greatly important. The study and use of interference suppression capability for competitive or allelopathic crops as a tool in cultural control weed growth is highly rich in scientific information along with methods on how to reduce the use of herbicides. Based on these studies and considering that in the last three harvests of wheat in our country, there has been a notorious increase in the early planting area during the period of late April and early May, in which there is significant germination of this weed. Therefore it was considered important to evaluate interference ability of ryegrass in five wheat cultivars recommended for early sowing. Between May and December of 2012, two experiments were conducted at Station "Dr. Mario A. Cassinoni" at the Faculty of Agronomy. Both experiments were installed inside a greenhouse under controlled conditions. The first experiment consisted on evaluating the potential interference of ryegrass in cultivars Baguette 19, Don Mario 0456, Genesis 2359, Genesis 2366 and Nogal. They were all planted under two density ratios of wheat and ryegrass (medium and high) in a completely random blocked design (CRBD) with factorial arrangement of treatments. Wheat treatments without ryegrass were then added for the purpose of studying the interference of ryegrass on wheat and only ryegrass treatments to evaluate the effect of wheat on ryegrass. The determinations in this experiment consisted of developmental assessments of wheat and ryegrass using Haun and Zadoks scales and growth variables such as plant height and dry matter in wheat and ryegrass. In addition, yield components were measured such as the number of wheat ears, grain number, and weight as well as size and number of inflorescences in ryegrass. The second experiment was to evaluate the complementarity of ryegrass control in wheat variety in medium and high dose of a graminicide. The design was also CRBD and determinations were similar although a damage estimation of herbicide in the weed was added. The results of the first experiment showed that ryegrass interference did not affect wheat yield pre or post tillering, but had lowering effects in both height and biomass. The effects of interaction Wheat variety times density ryegrass were only found in the late development, resulting



in lower BAG19 developments in average density and high density-G2366. Losses in the yield per plant by effect of interference varied by 18% in the case of G2359 and up to 40% in the case of DM0456. Furthermore, the variation in the suppression capacity of ryegrass cultivars tested was minimal. From the second experiment which tested herbicide behavior, it was obtained that herbicide control was similar in both doses and in all wheat cultivars determining death accompanying weeds at 15 dpa. An increase in height and dry matter production of wheat was also observed, in the order of 5% and 22% respectively in the treatments without application against the treatments with herbicide application. The variety G2366 resulted in 30% more of wheat ears in herbicide treatments compared to uncontrolled treatments showing as the most responsive to herbicide control.

Keywords: *Lolium multiflorum*; *Triticum aestivum*; Interference crops; Weed Suppressive capacity; Tolerance to interference.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. ACCIARESI, H. A.; CHIDICHIMO, H. O.; SARANDÓN, S. J. 2001. Traits related to competitive ability of wheat (*Triticum aestivum*) varieties against Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum*). *Biological Agriculture and Horticulture*. 19: 275-286.
2. APPLEBY, A. P.; OLSON, P. O.; COLBERT, D. R. 1976. Winter wheat yield reduction from interference by Italian ryegrass. *Agronomy Journal*. 68: 463-466.
3. ARSON, K.H.; CRALLE, H.T.; CHANDLER, J.M.; MILLER, T.D.; BOVEY, R.W.; SENSEMAN, S.A.; STONE, M.J. 1999. *Triticum aestivum* and *Lolium multiflorum* interaction during drought. *Weed Science*. 4: 440-445.
4. BERTHOLDSSON, N. O. 2004. Early vigour and allelopathy- two useful traits for enhanced barley and wheat competitiveness against weeds. *Weed Research*. 45: 94-102.
5. BOSCH, C. A.; UGARTE, J. M. 2012. Estudio del potencial alelopático e interferencia de 5 cultivares de trigo (*Triticum aestivum*) sobre raigrás anual (*Lolium multiflorum*). Tesis de Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 65 p.
6. COUSENS, R. D. 1996. Comparative growth of wheat, barley, and annual ryegrass (*Lolium rigidum*) in monoculture and mixture. *Australian Journal of Agricultural Research*. 47: 449-464.
7. \_\_\_\_\_; MOKHTAR, S. 1998. Seasonal and site variability in the tolerance of wheat cultivars to interference from *Lolium rigidum*. *Weed Research*. 38: 301-307.
8. CRALLE, H.T. ; FOJTASEK, T.B. ; CARSON, K.H. ; CHANDLER, J.M. ; MILLER, T.D. ; SENSEMAN, S.A. ; BOVEY, R.W. ; STONE, M. 2003. Wheat and Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) competition as affected by phosphorus nutrition. *Weed Science*. 51 (3): 425-429.

9. DELLA VALLE, E.A.; FERRARI, J.F. 2011. Susceptibilidad de *Lolium multiflorum* Lam. a aplicaciones de glifosato en rastrojos de cultivos de verano. Tesis de Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 76 p.
10. DOLL, H.; HOLM, U.; SOGARD, B. 1995. Effects of crop density on competition by wheat and barley with *Agrostemma githago* and other weeds. *Weed Research*. 35: 391-396.
11. DUKE, S.O.; SCHEFFLER, B.E.; DAYAN, F.E.; WESTON, L.A.; OTA, E. 2001. Strategies for using transegenes to produce allelopathic crops. *Weed Technology*. 15 (4): 826-834.
12. ESPINOZA, N.; DÍAZ, J. 2005. Situación de resistencia de malezas a herbicidas en cultivos anuales en Chile. In: Seminario – Taller Iberoamericano (2005, Colonia del Sacramento). Resistencia a herbicidas y cultivos transgénicos. Montevideo, INIA. pp. 72-82.
13. ELLIS, A. T.; STECKEL, L. E.; MAIN, C. L.; DE MELO, M. S. C.; WEST, D. R.; MUELLER, T. C. 2010. A survey for diclofop-methyl resistance in Italian ryegrass from Tennessee and how to manage resistance in wheat. *Weed Technology*. 24: 303-309.
14. FERREIRA, E.A.; CONCENÇO, G.; SILVA, A.A.; REIS, M.R.; VARGAS, L.; VIANA, R.G.; GUIMARÃES, A.A.; GALON, L. 2008. Potencial competitivo de biótipos de azevém (*Lolium multiflorum* L). *Planta Daninha*. 26 (2): 261-269.
15. FORMOSO, F. A. 2006. Evaluación de la susceptibilidad de raigrás espontáneo (*Lolium multiflorum* Lam) a Glifosato en sistemas de siembra directa del litoral agrícola. Tesis de Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 66 p.
16. \_\_\_\_\_.; FERNÁNDEZ, G.; RIOS, A. 2007. Evaluación de la susceptibilidad de raigrás espontáneo (*Lolium multiflorum* Lam.) en sistemas de siembra directa del litoral agrícola. In: Seminario de Actualización Técnica (2007, Young, Rio Negro). Manejo de malezas. Montevideo, INIA. pp. 33-58 (Actividades de Difusión no. 489)

17. GIMÉNEZ, A.; RÍOS, A.; GARCÍA, A. 1992. Malezas problema en cereales de invierno; Raigrás (*Lolium multiflorum*). INIA. Montevideo, INIA. pp. 1-3 (Boletín de Divulgación no. 26).
18. HASHEM, A.; RADOSEVICH, S. R.; ROUSH, M. L. 1998. Effect of proximity factors on competition between winter wheat (*Triticum aestivum*) and Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*). *Weed Science*. 46:181-190.
19. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; DICK, R. 2000. Competition effects on yield, tissue nitrogen, and germination of winter wheat (*Triticum aestivum*) and Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*). *Weed Technology*. 14(4):718-725.
20. \_\_\_\_\_.; RIETHMULLER, G. P. 2006. Sowing method and sowing rate effects on wheat and annual ryegrass competition. In: Australian Weeds Conference (15<sup>th</sup>, 2006, Queensland). Managing weeds in a changing climate. Queensland, Weed Management Society. pp. 159-162
21. HOFFMAN, E.; FERNÁNDEZ, R.; BAETEN, A.; CADENAZZI, M. 2009. Caracterización de cultivares de trigo 2008. (en línea). Paysandú, Facultad de Agronomía. 27 p. Consultado 14 feb. 2012. Disponible en <http://www.eemac.edu.uy/jornadas.../99-caracterizacion-de-trigo2008>
22. \_\_\_\_\_.; FAJARDO, M.; BAETEN, A.; CADENAZZI, M. 2010. Caracterización de cultivares de trigo 2009. (en línea). Paysandú, Facultad de Agronomía. s.p. Consultado 14 feb. 2012. Disponible en <http://www.eemac.edu.uy/jornadas.../100-caracterizacion-de-trigo2009>
23. \_\_\_\_\_.; FASSANA, N.; MOREL, W. 2012. Caracterización de cultivares de trigo 2011. (en línea). Paysandú, Facultad de Agronomía. 38 p. Consultado 14 feb. 2012. Disponible en <http://www.eemac.edu.uy/material.../373-caracterizacion-de-trigo2011>
24. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.. 2013. Caracterización de cultivares de trigo 2012. (en línea). Paysandú, Facultad de Agronomía. 38 p. Consultado 18 abr. 2013. Disponible en

[http:// www.eemac.edu.uy/material.../XXX-caracterizacion-de-trigo2012](http://www.eemac.edu.uy/material.../XXX-caracterizacion-de-trigo2012)

25. INDERJIT, M.O.; STREIBIG, J.C. 2001. Wheat (*Triticum aestivum*) interference with seedling growth of perennial ryegrass (*Lolium perenne*); influence density and age. *Weed Technology*. 15 (4): 807-812.
26. KUK, Y. I.; BURGOS, R. N.; TALBERT, R. E. 2000. Cross- and multiple resistance of diclofop- resistant *Lolium* spp. *Weed Science*. 48: 412-419.
27. KORRES, N.E.; FROUD-WILLIAMS, R.J. 2002. Effects of winter wheat cultivars and seed rate on biological characteristics of naturally occurring weed flora. *Weed Research*. 2 (6): 417-428.
28. LEMERLE, D.; VERBEEK, B.; COUSENS, R.D.; COOMBES, N.E. 1996. The potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds. *Weed Research*. 36: 501-513.
29. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; ORCHARD, B. 2001. Ranking the ability of wheat varieties to compete with *Lolium rigidum*. *Weed Research*. 41: 197-209.
30. LIEBL, R.; WORSHAM, A.D. 1987. Interference of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) in wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Science*. 35: 819-823.
31. MA, Y. 2005. Allelopathic studies of common wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Biology and Management*. 5: 93-104.
32. MEDD, R. W.; AULD, B. A.; KEMP, D.R. 1981. Competitive interactions between wheat and ryegrass. In: Australian Weeds Conference (6<sup>th</sup>, 1981, Queensland). *Biology of weeds/herbicide physiology*. Queensland, Weed Society. pp. 39-43.
33. MEROTTO Jr, A.; FISHER, A.J.; VIDAL R.A. 2009. Perspectives for using light quality knowledge as an advanced ecophysiological weed management tool. *Planta Daninha*. 27(2):407-419.

34. MOORE, J. R.; PRATLEY, J. E.; SEAL, A. N. 2010. The effect of annual ryegrass (*Lolium rigidum*) interference on the growth of four common Australian crop species. In: Australasian Weeds Conference (17<sup>th</sup>, 2010, Christchurch). New frontiers in New Zealand; together we can beat the weeds. Christchurch, New Zealand Plant Protection Society. pp. 52-55.
35. OLESEN, J.E.; HANSEN, P.K.; BERNTSEN, J.; CHRISTENSEN, S. 2004. Simulation above-ground suppression of competing species and competition tolerance in winter wheat varieties. Fields Crops Research. 89 (2-3): 263-280
36. OLSEN, J.; KRISTENSEN, L.; WEINER, J. 2006. Influence of sowing density and spatial pattern of spring wheat (*Triticum aestivum*) on the suppression of different weed species. Weed Biology and Management. 6: 165-173.
37. PLAZA, F.; CANTUS, J. M.; ANSEDE, E.; INIESTA, L.; GORROCHATEGUI, A. 2010. Pinoxaden, una nueva herramienta para el control de gramíneas en el cereal. (en línea). Phytoma. 222: 67-69. Consultado 3 feb 2013. Disponible en <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3314051>
38. RIOS, A.; FERNANDEZ, 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 feb. 2012.
39. ROUILLER, P.; SCAGLIA, L. 2012. Evaluación del potencial alelopático y capacidad supresora sobre raigrás (*Lolium multiflorum*) en siete cultivares de trigo (*Triticum aestivum*). Tesis de Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 49 p.
40. SCURSONI, J.A. ; PALMANO, M; DE NOTTA, A.; DELFINO, D. 2012. Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* lam.) density and N fertilization on wheat (*Triticum aestivum* L.) yield in Argentina. Crop Protection. 32: 36-40.

41. STONE, M.J.; CRALLE, H.T.; CHANDLER, J.M.; MILLER, T.D.; BOVEY, R.W.; CARSON, K.H. 1998. Above- and below – ground interference of wheat (*Triticum aestivum* L.) and Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.). *Weed Science*. 46: 438-441.
42. WATSON, P.R.; DERKSEN, D.A.; VAN ACKER, R.C.; IRVINE, B.; THERRIEN, M.C.; ENTZ, M. H. 2002. The contribution of seed, seedling, and mature plant traits to barley cultivar competitiveness against weeds. *Weed Science*. 38 : 152-157.
43. \_\_\_\_\_; DERKSEN, D. A.; VAN ACKER, R. C. 2006. The ability of 29 barley cultivars to compete and withstand competition. *Weed Science*. 54: 783-792. WU, H.; PRATLEY, J. ; LEMERLE D.; HAIG, T. 1999. Crop cultivars with allelopathic capability. *Weed Research*. 39: 171-180.
44. WU, H.; PRATLEY, J. ; LEMERLE D.; HAIG, T. 1999. Crop cultivars with allelopathic capability. *Weed Research*. 39: 171-180.
45. YONG-QUAN, Z.; YUAN, Z.; FENG-SHOU, D.; JIAN-REN; Y.; HURLE, K. 2005. Allelopathic effects of extracts from wheat and its secondary metabolite 2,4-dihydroxy-7-methoxy-1,4-benzoxazin-3-one on weeds. In: Congress on Allelopathy (4<sup>th</sup>, 2005, Queensland). Establishing the scientific base. Queensland, The Regional Institute. pp. 343-347.

9. ANEXOS**EXPERIMENTO 2 Análisis de la varianza****TRIGO ZD A**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
TRIGO ZD A 75		0,73	0,64	2,73

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.		85,63	18	4,76	8,21	<0,0001
VARIEDAD		72,08	4	18,02	31,09	<0,0001
HERBICIDA		0,32	2	0,16	0,28	0,7598
BLOQUE		10,35	4	2,59	4,46	0,0034
VARIEDAD*HERBICIDA			2,88	8	0,36	0,62 0,7564
Error	32,45	56	0,58			
Total	118,08		74			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,78351**

Error: 0,5795 gl: 56

VARIEDAD	Medias	n	E.E.				
DM0456	26,07	15	0,20	A			
NOGAL	27,67	15	0,20		B		
G2366	28,00	15	0,20		B	C	
BAG19	28,67	15	0,20			C	D
G2359	28,80	15	0,20				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )**RG ZD A**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RG ZD A	75	0,56	0,42	3,94

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.		69,17	18	3,84	4,03	<0,0001
VARIEDAD		6,19	4	1,55	1,62	0,1816
HERBICIDA		38,59	2	19,29	20,23	<0,0001
BLOQUE		9,39	4	2,35	2,46	0,0557
VARIEDAD*HERBICIDA			15,01	8	1,88	1,97 0,0677
Error	53,41	56	0,95			



**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,66505**

Error: 0,9538 gl: 56

HERBICIDA	Medias	n	E.E.
1,00	24,24 25	0,20	A
2,00	24,32 25	0,20	A
0,00	25,80 25	0,20	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,19078**

Error: 0,9538 gl: 56

VARIEDAD	HERBICIDA	Medias	n	E.E.
DM0456	1,00	23,60 5	0,44	A
G2366	2,00	23,60 5	0,44	A
BAG19	1,00	23,80 5	0,44	A
NOGAL	2,00	24,00 5	0,44	A B
NOGAL	1,00	24,20 5	0,44	A B C
DM0456	2,00	24,40 5	0,44	A B C
G2359	1,00	24,60 5	0,44	A B C D
BAG19	2,00	24,80 5	0,44	A B C D
G2359	2,00	24,80 5	0,44	A B C D
BAG19	0,00	25,00 5	0,44	A B C D
G2366	1,00	25,00 5	0,44	A B C D
DM0456	0,00	25,20 5	0,44	A
G2366	0,00	26,00 5	0,44	B C D
G2359	0,00	26,20 5	0,44	C D
NOGAL	0,00	26,60 5	0,44	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )**RG ZD A**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RG ZD A	25	0,49	0,24	3,52

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12,80	8	1,60	1,94	0,1235
VARIEDAD	9,20	4	2,30	2,79	0,0623
BLOQUE	3,60	4	0,90	1,09	0,3943
Error	13,20	16	0,83		
Total	26,00	24			

**Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=1,54539**

Error: 0,8250 gl: 16

<u>VARIEDAD</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>		
BAG19	25,00	5	0,41	A	
DM0456	25,20	5	0,41	A	B
G2366	26,00	5	0,41	A	B
G2359	26,20	5	0,41	A	B
NOGAL	26,60	5	0,41		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,10$ )

**TRIGO ZD B**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
TRIGO ZD B	75	0,66	0,55	1,90

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

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>		
Modelo.		31,57	18	1,75	6,06	<0,0001	
VARIEDAD		28,45	4	7,11	24,57	<0,0001	
HERBICIDA		0,03	2	0,01	0,05	0,9550	
BLOQUE		1,39	4	0,35	1,20	0,3221	
VARIEDAD*HERBICIDA		1,71	8	0,21	0,74	0,6586	
Error	16,21	56	0,29				
Total	47,79	74					

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,55380**

Error: 0,2895 gl: 56

<u>VARIEDAD</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>			
DM0456	27,27	15	0,14	A		
NOGAL	28,20	15	0,14		B	
G2366	28,67	15	0,14		B	C
BAG19	28,87	15	0,14			C
G2359	28,93	15	0,14			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**RG ZD B**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
RG ZD B	75	0,96	0,94	11,41

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.		134,52	18	7,47	70,14 <0,0001
VARIEDAD		0,68	4	0,17	1,60 0,1859
HERBICIDA		130,06	2	65,03	610,33 <0,0001
BLOQUE		3,18	4	0,80	7,47 0,0001
VARIEDAD*HERBICIDA		0,59	8	0,07	0,70 0,6936
Error		5,97	56	0,11	
Total		140,49	74		

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,33596

Error: 0,1066 gl: 56

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
BAG19	2,75	15	0,08 A
G2366	2,79	15	0,08 A
NOGAL	2,85	15	0,08 A
G2359	2,89	15	0,08 A
DM0456	3,03	15	0,08 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,22228

Error: 0,1066 gl: 56

HERBICIDA	Medias	n	E.E.
0,00	1,00	25	0,07 A
1,00	3,76	25	0,07 B
2,00	3,82	25	0,07 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

### TRIGO ALTURA

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
TRIGO ALTURA	75	0,59	0,45	4,45

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.		636,64	18	35,37	4,42 <0,0001
VARIEDAD		359,12	4	89,78	11,21 <0,0001
HERBICIDA		78,83	2	39,41	4,92 0,0107
BLOQUE		99,65	4	24,91	3,11 0,0221
VARIEDAD*HERBICIDA		99,04	8	12,38	1,55 0,1624
Error		448,35	56	8,01	
Total		1084,99	74		

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,91220**

Error: 8,0062 gl: 56

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
G2366	59,60 15	0,73	A
BAG19	63,73 15	0,73	B
DM0456	64,33 15	0,73	B
NOGAL	64,40 15	0,73	B
G2359	66,20 15	0,73	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,92680**

Error: 8,0062 gl: 56

HERBICIDA	Medias	n	E.E.
0,00	62,24 25	0,57	A
1,00	64,08 25	0,57	A B
2,00	64,64 25	0,57	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )**TRIGO MS**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
TRIGO MS	75	0,74	0,66	13,27

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4481,18	18	248,95	8,96	<0,0001
VARIEDAD	1585,41	4	396,35	14,26	<0,0001
HERBICIDA	984,77	2	492,39	17,72	<0,0001
BLOQUE	1735,03	4	433,76	15,61	<0,0001
VARIEDAD*HERBICIDA	175,97	8	22,00	0,79	0,6121
Error	1556,07	56	27,79		
Total	6037,26	74			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,42538**

Error: 27,7870 gl: 56

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
NOGAL	32,90 15	1,36	A
DM0456	36,63 15	1,36	A B
BAG19	39,79 15	1,36	B C
G2366	43,91 15	1,36	C D
G2359	45,39 15	1,36	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,58958**

Error: 27,7870 gl: 56

HERBICIDA	Medias	n	E.E.
0,00	34,72 25	1,05	A
1,00	41,26 25	1,05	B
2,00	43,19 25	1,05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )**PESO GRANO TRIGO**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PESO GRANO TRIGO	75	0,77	0,70	11,64

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2064,18	18	114,68	10,61	<0,0001
VARIEDAD	473,43	4	118,36	10,95	<0,0001
HERBICIDA	1219,52	2	609,76	56,42	<0,0001
BLOQUE	287,91	4	71,98	6,66	0,0002
VARIEDAD*HERBICIDA	83,32	8	10,42	0,96	0,4735
Error	605,25	56	10,81		
Total	2669,43	74			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,38361**

Error: 10,8080 gl: 56

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
DM0456	25,89 15	0,85	A
G2359	26,23 15	0,85	A B
NOGAL	26,99 15	0,85	A B
G2366	29,48 15	0,85	B C
BAG19	32,59 15	0,85	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,23869**

Error: 10,8080 gl: 56

HERBICIDA	Medias	n	E.E.
0,00	22,53 25	0,66	A
1,00	31,08 25	0,66	B
2,00	31,09 25	0,66	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,37461**

Error: 10,8080 gl: 56

VARIEDAD	HERBICIDA	Medias	n	E.E.					
DM0456	0,00	18,72 5	1,47	A					
G2359	0,00	21,82 5	1,47	A	B				
NOGAL	0,00	22,90 5	1,47	A	B	C			
G2366	0,00	23,36 5	1,47	A	B	C			
BAG19	0,00	25,86 5	1,47	A	B	C	D		
G2359	2,00	28,40 5	1,47		B	C	D	E	
G2359	1,00	28,46 5	1,47		B	C	D	E	
NOGAL	2,00	28,84 5	1,47		B	C	D	E	
NOGAL	1,00	29,22 5	1,47			C	D	E	
DM0456	2,00	29,34 5	1,47			C	D	E	
DM0456	1,00	29,62 5	1,47			C	D	E	
F									
G2366	1,00	31,24 5	1,47				D	E	
F									
G2366	2,00	33,84 5	1,47					E	
F									
BAG19	2,00	35,04 5	1,47					E	
F									
BAG19	1,00	36,86 5	1,47						

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

## No. GRANO TRIGO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
No GRANO TRIGO	75	0,72	0,63	13,95

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1919560,37	18	106642,24	8,08	<0,0001
VARIEDAD	743876,72	4	185969,18	14,09	<0,0001
HERBICIDA	720512,83	2	360256,41	27,29	<0,0001
BLOQUE	343782,59	4	85945,65	6,51	0,0002
VARIEDAD*HERBICIDA	111388,24	8	13923,53	1,05	0,4075
Error	739167,01	56	13199,41		
Total	2658727,39	74			

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=118,24591

Error: 13199,4110 gl: 56

VARIEDAD	Medias	n	E.E.	
DM0456	739,60	15	29,66	A
G2359	747,53	15	29,66	A
NOGAL	761,53	15	29,66	A B
G2366	872,00	15	29,66	B
BAG19	998,40	15	29,66	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=78,23480

Error: 13199,4110 gl: 56

HERBICIDA	Medias	n	E.E.	
0,00	685,20	25	22,98	A
1,00	893,00	25	22,98	B
2,00	893,24	25	22,98	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=257,71776**

Error: 13199,4110 gl: 56

VARIEDAD	HERBICIDA	Medias	n	E.E.				
DM0456	0,00	574,20	5	51,38	A			
G2359	0,00	647,00	5	51,38	A	B		
NOGAL	0,00	703,00	5	51,38	A	B	C	
G2366	0,00	703,80	5	51,38	A	B	C	
NOGAL	2,00	777,20	5	51,38	A	B	C	D
G2359	2,00	785,80	5	51,38	A	B	C	D
BAG19	0,00	798,00	5	51,38	A	B	C	D
NOGAL	1,00	804,40	5	51,38	A	B	C	D
G2359	1,00	809,80	5	51,38	A	B	C	D
DM0456	2,00	810,80	5	51,38	A	B	C	D
DM0456	1,00	833,80	5	51,38		B	C	D
E								
G2366	1,00	934,80	5	51,38			C	D
E	F							
G2366	2,00	977,40	5	51,38				D
E	F							
BAG19	1,00	1082,20	5	51,38				
E	F							
BAG19	2,00	1115,00	5	51,38				
F								

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )



## No. TALLOS TRIGO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
No TALLOS TRIGO	75	0,89	0,86	10,00

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.		3431,71	18	190,65	26,31 <0,0001
VARIEDAD		2947,65	4	736,91	101,69 <0,0001
HERBICIDA		242,48	2	121,24	16,73 <0,0001
BLOQUE		134,99	4	33,75	4,66 0,0026
VARIEDAD*HERBICIDA		106,59	8	13,32	1,84 0,0889
Error	405,81	56	7,25		
Total	3837,52	74			

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,77063

Error: 7,2467 gl: 56

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
DM0456	18,87	15	0,70 A
NOGAL	20,67	15	0,70 A
BAG19	27,67	15	0,70 B
G2359	33,53	15	0,70 C
G2366	33,87	15	0,70 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,83312

Error: 7,2467 gl: 56

HERBICIDA	Medias	n	E.E.
0,00	24,56	25	0,54 A
1,00	27,28	25	0,54 B
2,00	28,92	25	0,54 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,03860**

Error: 7,2467 gl: 56

<u>VARIEDAD</u>	<u>HERBICIDA</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>					
DM0456	0,00	18,00	5	1,20	A				
DM0456	1,00	19,00	5	1,20	A				
DM0456	2,00	19,60	5	1,20	A				
NOGAL	0,00	19,60	5	1,20	A				
NOGAL	1,00	20,60	5	1,20	A	B			
NOGAL	2,00	21,80	5	1,20	A	B			
BAG19	0,00	25,80	5	1,20		B	C		
BAG19	2,00	28,60	5	1,20			C	D	
BAG19	1,00	28,60	5	1,20			C	D	
G2366	0,00	29,00	5	1,20			C	D	
G2359	0,00	30,40	5	1,20			C	D	E
G2359	1,00	33,80	5	1,20				D	E
<sup>F</sup> G2366	1,00	34,40	5	1,20				D	E
<sup>F</sup> G2359	2,00	36,40	5	1,20					E
<sup>F</sup> G2366	2,00	38,20	5	1,20					