

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

UNLP



TRABAJO FINAL

Modalidad: Trabajo de Investigación Duo

Sensibilidad a los herbicidas Pyroxsulam, Pinoxaden y Picloram en cinco variedades de Triticum durum Desf. “trigo duro”

ALUMNOS:

Arcoubi, Eduardo Manuel

DNI: 33922721

C. electrónico: edumanarco@gmail.com

N° de Legajo: 25883/2

Teléfono: 2215711150

Morales Tenaglia, Nicolás Luis

DNI: 36857829

C. electrónico: nicolasmoralestenaglia@gmail.com

N° de Legajo: 27130/4

Teléfono: 2345456609

Director: Mg.Sci. Alejandra Carbone

Co - director: Dr. Marcos Yannicari

Fecha de entrega: 22 de noviembre de 2022

RESUMEN

El manejo de malezas constituye un impedimento para la adopción del cultivo de trigo candeal, ya que responde de manera diferencial a herbicidas post-emergentes comparado al trigo pan. El objetivo de este trabajo fue comparar la sensibilidad de cinco variedades de trigo candeal a diferentes dosis de los herbicidas selectivos Pyroxsulam (MERIT WG PACK), Pinoxaden (AXIAL) y Picloram (TORDON 24K) en plántulas cultivadas en macetas. El ensayo se realizó en el INFIVE (CONICET-UNLP), con las variedades Bonaerense INTA (BI) Cariló, BI Facón, BI Quillén, BI Galpón y BI Charito. Cuando las plántulas presentaron dos hojas totalmente expandidas se aplicaron los herbicidas en las dosis que se señalan a continuación, tomando como base la dosis recomendada (X): T1: control (agua); T2: dosis 1/2X; T3: dosis 1X; T4: dosis 2X y T5: dosis 4X. Las dosis recomendadas según marbete de Pinoxaden son 600-800 cm³ ha⁻¹, de Pyroxsulam parte sólida A: 84 g/ha + parte sólida B: 6,7 g/ha, y de Picloram es 80-120 cm³ ha⁻¹. Las aplicaciones se realizaron con un pulverizador manual previamente calibrado para erogar 200 L ha⁻¹. Al momento de realizar el caldo de cada herbicida y tratamiento, se agregó aceite metilado de soja como coadyuvante (0,2 ml /100 ml de caldo). Se evaluó en forma periódica las siguientes variables: altura, índice de verdor (IV) expresado en unidades SPAD, número de macollos y los síntomas de fitotoxicidad expresado en % de daño foliar (%DF). Transcurridos 28 y 35 días desde la aplicación (DPA) se descalzaron las plantas para determinar la materia seca acumulada (MS). Los datos fueron analizados por ANOVA y las diferencias entre medias se contrastaron mediante Test de Tykey (p<0,05). Los resultados señalaron que las variedades presentaron respuestas diferenciales a las diferentes dosis de los herbicidas aplicados en este trabajo. En lo que se refiere a Pinoxaden se observó mayor sensibilidad en las variedades Charito y Galpón en altura de las plantas, %DF y en MS acumulada, siendo Facón la menos susceptible a las dosis evaluadas de este herbicida. La respuesta a Pyroxulam señala mayor sensibilidad en las variedades Cariló y Charito quienes vieron afectado el crecimiento y MS acumulada. Galpón y Quillén evidenciaron a 28 DPA la capacidad de recuperación a las dosis aplicadas siendo Facón la menos susceptible a este herbicida. Respecto a la aplicación de Picloram la variedad con mayor grado de afectación fue Charito siendo Quillén la menos sensible. Estas respuestas observadas nos indican que existe una respuesta diferencial intra-específica a los diferentes principios activos evaluados. El abordaje de esta temática y el ajuste adecuado de las dosis de herbicidas a aplicar en las distintas variedades de trigo candeal resulta fundamental para realizar prácticas de manejo que no generen fitotoxicidad sobre el cultivo.

INTRODUCCIÓN

El trigo candeal o trigo duro (*Triticum durum* Desf.) es una gramínea originaria de Medio Oriente, donde algunos trabajos sostienen que ha sido uno de los progenitores del trigo pan. A nivel mundial, este cereal se siembra en una superficie en el rango de 18,5 millones de hectáreas, alcanzando una producción anual de 35 a 40 millones de toneladas. La unión europea es la región responsable de producir más de 8 millones de toneladas de grano, representando casi el 100% del volumen comercializado de trigo duro a nivel mundial. Sin embargo, Canadá, la UE y EEUU constituyen los mayores exportadores, quienes destinan ese *commodity* al norte de África, Venezuela y Japón (Seghezzo, 2015).

Producción en la República Argentina:

El trigo candeal fue introducido en la provincia de Buenos Aires, por inmigrantes italianos en la década de 1920/30 (Molfese et al., 2017). Actualmente, la principal región productora de trigo candeal se sitúa al sur de la provincia de Buenos Aires donde se realiza el 85% de la producción nacional. No obstante, con la incorporación de áreas de cultivo bajo riego en la provincia de San Luis, y 10.000 hectáreas en Tucumán, se ha logrado que este cereal deje de ser considerado como estrictamente regional (Seghezzo, 2015).

La superficie sembrada en la campaña 18/19 fue de 47 mil hectáreas aproximadamente, alcanzando 148 mil toneladas de producto por año (Molfese et al., 2020). Según estimaciones recientes, alrededor del 5% de la superficie destinada a cultivos de invierno en el área de influencia de la Chacra Experimental Integrada Barrow (partidos de A. G. Chaves, Tres Arroyos, Cnel. Dorrego y San Cayetano), fueron sembradas con trigo candeal en la campaña 2018/2019. Tal estimación indica que en esa superficie se sembraron 34 mil hectáreas con este cultivo (Manso y Zamora, 2019).

Usos del trigo candeal:

La producción del trigo candeal se destina fundamentalmente a la obtención de harinas y sémolas para la elaboración de fideos frescos y secos, principalmente porque presenta el doble de pigmento amarillo que el trigo pan, constituyendo una característica apreciada en los fideos. El grano de trigo candeal posee endosperma con mayor contenido de sémola, requiriendo menor cantidad de agua para su amasado y evitando de esta manera que los fideos elaborados no se desintegren durante la cocción, fundamentalmente porque poseen mayor estabilidad (Seghezzo, 2015).

Prácticamente todo el trigo candeal de calidad se destina a molienda interna, llegando a una capacidad de procesamiento de 280 mil toneladas de grano (Federación Argentina de la Industria Molinera, 2016), siendo el principal insumo para la elaboración de pastas secas Premium (100% trigo candeal). Las pastas secas adquieren una importancia debido a que son productos transables que poseen un enorme potencial para agregar valor y abastecer mercados masivos en el exterior (Lezcano, 2016).

Manejo de malezas en el cultivo de trigo candeal:

El trigo candeal se presenta como una interesante alternativa productiva al trigo pan, siendo el manejo de malezas sensiblemente diferente en ambos casos, y a menudo se establece como un impedimento para la adopción de este cultivo. A nivel mundial, la información sobre la aplicación de herbicidas en trigo pan es mayor al conocimiento disponible respecto a su uso en trigo candeal (Delchev y Georgiev, 2015). Con relación a lo anteriormente mencionado, varias evidencias demuestran que el trigo candeal responde de manera diferencial a herbicidas post-emergentes comparado a trigo pan (McMullan y Nalewaja, 1991; Soltani et al., 2011). A su vez, dentro de los posibles herbicidas empleados en trigo candeal, se han detectado diferencias de tolerancia entre cultivares tanto en materiales argentinos como en experiencias extranjeras (Lemerle et al., 1981; López et al., 2001).

Los herbicidas frecuentemente usados en post-emergencia de trigo son agrupados en auxínicos u hormonales (2,4-D, MCPA, dicamba, fluroxipir, y picloram, principalmente), utilizados para el control de un amplio grupo de especies dicotiledóneas; herbicidas inhibidores de la enzima acetolactato sintetasa (ALS): (metsulfuron, iodosulfuron-mesosulfuron, clorsulfuron, prosulfuron-triasulfuron y triazolopimidina como pyroxsulam) de amplio espectro de control hacia dicotiledóneas y gramíneas, dependiendo del principio activo; y herbicidas inhibidores de la acetil-Coa carboxilasa (ACCasa) (fenoxaprop, pinoxaden, clodinafop, diclofop) empleados como graminicidas. Sin embargo, estos principios activos mencionados presentan mayor fitotoxicidad sobre trigo candeal respecto al trigo pan. Las dosis aplicadas, las condiciones ambientales y la sensibilidad intraespecífica interaccionarían provocando distintos niveles de daño sobre el cultivo de trigo candeal.

Experiencias realizadas en la EEA INTA Bordenave aplicando mezclas de herbicidas hormonales con sulfonilureas, provocaron daños fitotóxicos entre el 20 y 30 % en las variedades más sensibles, luego de 10 días de realizadas las aplicaciones. Sin embargo, posteriormente, el cultivo retoma el crecimiento sin mostrar síntomas significativos de daño luego de 30 días, sin afectar el rendimiento (López et al., 2001).

Por su parte, Yannicari et al. (2017) evaluaron la tolerancia - fitotoxicidad de diferentes herbicidas post-emergentes no auxínicos, registrados para trigo pan sobre distintas variedades

de trigo candeal en un ensayo realizado a campo en la CEI Barrow. Trabajando con las variedades de candeal Bonaerense INTA (BI) Cariló, BI Facón y BI Quillén, los resultados obtenidos concluyen que los materiales estudiados presentaron tolerancia levemente diferencial a los herbicidas post-emergentes evaluados. En tales condiciones BI Facón se mostró como la variedad más sensible y los herbicidas más fitotóxicos resultaron ser metsulfuron, flucarbazone, terbutrina, carfentrazone y diflufenican provocando niveles de daño entre 20 y 40%. Sin embargo, tales efectos fueron revertidos y no impactaron en el rendimiento.

Pardo y González (2019) evaluaron la respuesta de cinco variedades de trigo candeal a flucarbazone en pruebas de germinación y crecimiento inicial de plántulas. Estos autores observaron que las variedades BI Facón y BI Cariló fueron las que manifestaron una disminución significativa en el porcentaje medio de germinación, seguido de BI Galpón. La variedad BI Charito manifestó incremento en el porcentaje de germinación mostrando la menor sensibilidad a este herbicida (Pardo y González, 2019).

Haciendo referencia a la longitud media de la plúmula todas las variedades presentaron disminución significativa en este parámetro con el aumento de la concentración de flucarbazone (Pardo y González, 2019). Estos autores concluyen que a diferencia de otros herbicidas inhibidores de ALS evaluados, el flucarbazone resultó ser el más agresivo frente a la capacidad de inhibir la germinación de trigo candeal, pudiendo deberse dicha respuesta a la triazolina y a la residualidad que presenta. El comportamiento distintivo frente al resto de los herbicidas podría estar dado como consecuencia de la característica anterior mencionada (Pardo y González, 2019).

Porto (2022) evaluó la respuesta al herbicida flucarbazone en cinco variedades de trigo candeal donde a través de los resultados obtenidos en el trabajo, llegó a la conclusión que las diferentes variedades analizadas mostraron variabilidad en la tolerancia a las diferentes dosis de flucarbazone, manifestando una respuesta diferencial frente a las distintas dosis del herbicida.

BI Cariló fue la variedad que mostró mayor susceptibilidad al herbicida flucarbazone frente a la dosis recomendada, doble y cuádruple, respecto a los otros materiales estudiados (Porto, 2022). El mejor comportamiento se observó en BI Charito quien manifestó menor susceptibilidad o mayor tolerancia a las dosis más elevadas de flucarbazone. Las variedades BI Facón, BI Quillén y BI Galpón tuvieron un comportamiento intermedio en cuanto a los parámetros evaluados en el trabajo (Porto 2022).

En función de los antecedentes mencionados, es importante conocer cómo varía la sensibilidad a los herbicidas, Pyrosulam, Pinoxaden y Picloram en diferentes variedades cultivadas de trigo candeal. Se comparará la sensibilidad de cinco variedades comerciales de

trigo candeal en plántulas creciendo en condiciones controladas. La detección de esta variación intra-específica permitiría obtener evidencias que adviertan la existencia de variedades más y menos tolerantes a estos herbicidas y, por lo tanto, sentar las bases de estrategias de manejo tendientes a minimizar los riesgos de fitotoxicidad sobre el cultivo.

OBJETIVOS

Objetivo general

Comparar la sensibilidad diferencial a los herbicidas Pyroxsulam, Pinoxaden y Picloram en plántulas de cinco variedades comerciales de trigo candeal

Objetivo específico

Evaluar la respuesta de cinco variedades de trigo candeal a la aplicación de diferentes dosis de los herbicidas post-emergente Pyroxsulam, Pinoxaden y Picloram. Determinar los síntomas de fitotoxicidad a diferentes dosis de Pyroxsulam, Pinoxaden y Picloram para detectar si existen diferencias en la sensibilidad intra-específica.

Estimar la dosis máxima de Pyroxsulam, Pinoxaden y Picloram que no produzcan efectos fitotóxicos significativos en el cultivo de trigo candeal.

HIPÓTESIS

Las variedades de trigo candeal muestran variación en la sensibilidad a los herbicidas post-emergente Pyroxsulam, Pinoxaden y Picloram.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en un invernáculo situado en el INFIVE (CONICET - Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP), donde se compararon cinco variedades de trigo candeal: Bonaerense INTA (BI) Facón, BI Quillén, BI Cariló, BI Galpón y BI Charito. De las variedades a evaluar, BI Facón, BI Quillén y BI Cariló, son ampliamente cultivadas en la región SE de la provincia de Buenos Aires. Las restantes, son cultivares que se lanzaron al mercado en la campaña 2019/20.

Los herbicidas empleados fueron:

Tordon 24 K (Picloram 24%), sus principales características se describen a continuación (CASAFE, 2017): Es un herbicida sistémico de banda azul que se absorbe por vía radicular y foliar, se traslada por floema y xilema, y actúa sobre zonas de crecimiento. Se recomienda aplicar en mezcla con fenoxiderivados (2,4-D o MCPA) para controlar crucíferas y para aumentar su acción herbicida.

MERIT WG PACK (Pyroxsulam 21,5%), es un herbicida sistémico de amplio espectro (graminicida y latifolicida), selectivo para el cultivo de trigo, que controla avena guacha (*Avena fatua*), raigrás criollo (*Lolium multiflorum*) y cebadilla criolla (*Bromus unioloides*), así como también malezas de hoja ancha, se recomienda para aplicaciones de post emergencia temprana. Su principio activo, pyroxsulam, se absorbe tanto en forma foliar como por raíces. Dentro de la planta es trasladado por xilema y floema y actúa sobre los tejidos meristemáticos en zonas de activo crecimiento de la planta. Pyroxsulam es un inhibidor de la enzima acetolactato sintetasa (ALS), responsable de la reacción que permite la biosíntesis de aminoácidos esenciales para el desarrollo y el normal crecimiento de la planta. Como consecuencia de la inhibición de esta enzima, se produce una disminución del crecimiento de la maleza y su posterior muerte.

AXIAL (Pinoxaden 5%), es un herbicida post-emergente de acción sistémica, selectivo para los cultivos de trigo y cebada, especialmente diseñado para el control de Avena negra o Cebadilla (*Avena fatua*) y Rye-grass (*Lolium multiflorum*). Pertenece al grupo químico fenilpirazol, cuyo modo de acción es a través de la inhibición de la enzima acetil coenzima-A, clave en la síntesis de ácidos grasos. Pinoxaden ejerce un doble efecto de control, inhibiendo por un lado la síntesis de nuevos ácidos grasos y, por otro, la elongación de las cadenas largas de los mismos. El producto se absorbe a través de las hojas y es trasladado rápidamente hacia las zonas de crecimiento, inhibiendo el desarrollo de las malezas.

Experimento de dosis-respuesta en post-emergencia:

Se cultivaron plantas de cada variedad de trigo candeal en macetas plásticas de 250 cm³ rellenas con tierra negra tamizada. Las plantas se conservaron dentro del invernáculo realizando las tareas correspondientes para que mantengan sus necesidades hídricas y nutricionales según las diferentes demandas dependiendo los estadios que vayan adquiriendo. Cuando alcanzaron el estado fenológico de 3 hojas expandidas, se procedió a realizar la aplicación de las diferentes dosis de los herbicidas, resultando los siguientes tratamientos (T):

T 1: Control o Testigo (agua)

T 2: Dosis de 1/2 X

T 3: Dosis 1X

T 4: Dosis de 2X

T 5: Dosis de 4X

La preparación de las soluciones madres de los herbicidas fueron las siguientes:

Picloram 24% (Tordon 24k SL): dosis recomendada 80 - 120 cm³ ha⁻¹

Pinoxaden 5% (AXIAL EC): dosis recomendada 600-800 cm³ ha⁻¹

Pyroxulam 21,5% (MERIT WG PACK): dosis recomendada parte sólida A: 84 g/ha + parte sólida B: metsulfuron (60%) 6,7 g/ha

La dosis 1X corresponde a la dosis recomendada según marbetes.

Las aplicaciones se realizaron con un pulverizador manual previamente calibrado para erogar 200 L ha⁻¹. Al momento de realizar el caldo de cada herbicida y tratamiento, se agregó aceite metilado de soja como coadyuvante a razón de 0,2 ml cada 100 ml de caldo.

Durante la preparación de los caldos y aplicación se trabajó según las normas correspondientes de seguridad para manipulación y aplicación de fitosanitarios.

Determinaciones

Se determinaron con frecuencia semanal las siguientes variables:

-**Altura** (cm), se midió con una cinta métrica, donde se determinó desde el cuello de la planta al extremo apical de la última hoja expandida.

-**Número de macollos**, los mismos serán detectados a ojos desnudo y se realizó a través de esta técnica el recuento total por planta.

-**Índice de verdor**, mediante el uso del instrumental SPAD® 502 Minolta, se cuantificó indirectamente el efecto del herbicida sobre el contenido de clorofila de las plantas. Las determinaciones fueron realizadas en la zona media de la lámina foliar correspondiente a la última hoja expandida.

-**Daños foliares**, se registraron los daños de los síntomas de fitotoxicidad en la zona foliar y tomó registro mediante fotografías.

-**Producción de materia seca**, una vez finalizado el período de evaluación a los 30 días desde la aplicación (DDA) se cortaron las plantas a la altura del cuello, se colocaron en sobres de papel y se secaron en estufa a 80°C hasta peso constante. Luego se pesaron las muestras determinando los gramos de materia seca (g/ms) acumulada por planta.

Análisis estadístico

Se empleó un diseño completamente al azar con 15 repeticiones donde la unidad experimental fue cada maceta, resultando 75 macetas por cada variedad a evaluar (375 macetas totales). Los datos correspondientes a cada variedad se analizaron en forma independiente, mediante un ANOVA factorial considerando el efecto de cada dosis. De ser correspondiente, se realizó la prueba de diferencias mínimas significativas de Fisher (5% de significancia) para el contraste de medias. Se empleó el programa estadístico Infostat® v. 2015.

RESULTADOS Y DISCUSION

Respuesta de las variedades de trigo candeal a Pinoxaden

A partir del análisis de la varianza, se encontró que la variable altura de las plantas de trigo candeal mostraron diferencias significativas a ($P < 0,05$) a los 20 días post-aplicación (DPA) de Pinoxaden. Como puede observarse en la Tabla 1, la altura de las plantas dependió de la variedades consideradas y la dosis de Pinoxaden aplicada.

Altura				
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura	17			14,1
Altura	5	0,90	0,89	3

Tabla 1. Altura de plantas (cm) de trigo candeal de las variedades BI Cariló, Charito, Facón, Galpón y Quillén a 20 DPA de las diferentes dosis del herbicida Pinoxaden.

Tratamiento	Variedad				
	Cariló	Charito	Facón	Galpón	Quillén
T1	36,2.....f	15,2 a	41,8 gh	16,25 ab	35,9 f
T2	36,2 f	19,05 bcde	43,2 hi	17,05 abc	34,0 f
T3	37,5 fg	19,8 cde	47,2 ij	17,7 abcd	35,4 f
T4	37,9 fg	19,55 bcde	50,4 j	20,5 de	34,7 f
T5	36,9 f	17,6 abcd	47,2 ij	21,45 e	35,2 f

Las medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) entre tratamientos y variedades.

Los registros de altura a los 20 DPA permiten observar que las variedades Charito y Galpón son significativamente más pequeñas respecto a Cariló, Facón y Quillén (Tabla 1). Las dos variedades mencionadas poseen registros menores de altura en los controles respecto a los

tratamientos donde fueron aplicadas las diferentes dosis de pinoxadem, manifestando una respuesta de hórmesis ante este principio activo.

Las variedades Cariló y Quillén manifestaron valores similares de altura sin diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 1). La variedad Facón no registró diferencias significativas entre el tratamiento control y T2 como puede observarse en la Tabla 1. Sin embargo, el control presentó diferencias significativas con T3 (dosis recomendada), T4 y T5, quienes tuvieron registros de altura mayores mostrando un efecto de hórmesis ante la aplicación de estas dosis de pinoxaden.

A partir del análisis de la varianza, se encontró que el índice de verdor (IV) expresado en unidades SPAD en las plantas de trigo candeal mostraron diferencias significativas a ($P < 0,05$) a los 20 DPA de Pinoxaden como puede observarse en la Tabla 2.

Spad				
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
	17			50,5
Spad	5	0,33	0,22	8

Tabla 2. Índice de verdor (IV) expresado en unidades SPAD en plantas de trigo candeal de las variedades BI Cariló, Charito, Facón, Galpón y Quillén a 20 DPA de las diferentes dosis del herbicida Pinoxadem.

Tratamiento	Variedad				
	Cariló	Charito	Facón	Galpón	Quillén
T1	42,16 abcd	38,68 abc	41,30 abcd	42,41 abcd	48,42 d
T2	40,40 abcd	45,59 bcd	42,70 abcd	36,47 abcd	43,90 abcd
T3	42,38 abcd	41,79 abcd	41,38 abcd	46,85 cd	46,94 cd
T4	37,72 ab	45,78 cd	38,40 abc	43,91 bcd	41,26 abcd
T5	41,46 abcd	39,04 abc	40,58 abcd	43,37 abcd	45,46 bcd

Las medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) entre tratamientos y variedades.

Los registros de verdor expresados en Unidades SPAD a 20 DPA muestran que en la variedad Cariló fueron similares sin diferencias significativas entre tratamientos siendo T4 quien manifestó el menor valor de esta variable (Tabla 2). En la variedad Charito no fueron registradas diferencias estadísticamente significativas entre Tratamientos siendo el tratamiento control (T1) y T5 quienes mostraron los menores valores. En Facón la respuesta fue similar ya que no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos siendo T4 quien manifestó el menor registro en valores Spad (Tabla 2).

La variedad Galpón no mostró diferencias significativas en este parámetro siendo T2 y T3 quienes manifestaron el menor y mayor registro, respectivamente como puede observarse en la Tabla 2.

La variedad Quillén tuvo registros elevados de verdor, sin diferencias significativas entre tratamientos. Se destaca que el tratamiento control mostró el mayor registro de todas las variedades estudiadas (48,42) y que las disminuciones observadas en los diferentes tratamientos señalan valores elevados de este parámetro (Tabla 2). Es evidente que el herbicida pinoxadem no afecta este parámetro en la variedad Quillén quien transcurridos 20 DPA mantiene elevados registros de verdor.

A partir del análisis de la varianza, se encontró que la variable número de macollos en las plantas de trigo candeal mostraron diferencias significativas a ($P < 0,05$) a los 20 DPA de Pinoxaden como puede observarse en la Tabla 3

Macollos				
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Macollos	17			17,2
	5	0,17	0,04	4

Tabla 3. Número de macollos en plantas de trigo candeal de las variedades BI Cariló, Charito, Facón, Galpón y Quillén a 20 DPA de las diferentes dosis del herbicida Pinoxadem.

Tratamiento	Variedad				
	Cariló	Charito	Facón	Galpón	Quillén
T1	1,60 abcd	2,00 cde	2,20 def	1,50 abcd	1,60 abcd
T2	3,20 f	1,30 abc	1,80 bcde	1,00 ab	1,60 abcd
T3	2,20 def	0,90 a	2,80 ef	1,00 ab	1,60 abcd
T4	2,40 def	1,40 abcd	2,00 cde	1,80 bcd	1,40 abcd
T5	2,40 def	1,00 ab	2,00 cde	1,70 bcd	1,40 abcd

Las medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) entre tratamientos y variedades.

Como puede observarse en la Tabla 3 el número de macollos se vio incrementado en la variedad Cariló en los tratamientos que recibieron la aplicación de las diferentes dosis de pinoxadem respecto al tratamiento control. En este sentido, fue T2 quien mostró diferencias significativas respecto al control (3,2 vs. 1,6).

Las variedades Facón, Galpón y Quillén no registraron diferencias significativas en el número de macollos entre los tratamientos como puede observarse en la Tabla 3.

La variedad Charito tuvo el mayor registro de número de macollos en el tratamiento control con diferencias significativas respecto a T3 (dosis recomendada) y T5 como puede observarse en la Tabla 3. Los valores de T2 y T4 no difieren estadísticamente respecto al control. Puede observarse una respuesta diferencial entre variedades en esta variable siendo Cariló, Facón, Galpón y Quillén las menos sensibles y Charito la más afectada.

A partir del análisis de la varianza, se encontró que la variable porcentaje de daño foliar (%DF) en las plantas de trigo candeal mostraron diferencias significativas a ($P < 0,05$) a los 20 DPA de Pinoxaden como puede observarse en la Tabla 4.

Daño				
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Daño	17			55,4
	5	0,57	0,50	9

Tabla 4. Porcentaje de daño foliar (%DF) en plantas de trigo candeal de las variedades BI Cariló, Charito, Facón, Galpón y Quillén a 20 DPA de las diferentes dosis del herbicida Pinoxaden.

Tratamiento	Variedad				
	Cariló	Charito	Facón	Galpón	Quillén
T1	13,00 bcd	00,00 a	14,00 bcd	00,00 a	27,00 fg
T2	14,00 bcd	09,00 b	11,00 bc	16,50 cde	24,00 efg
T3	13,00 bcd	10,50 bc	11,00 bc	12,00 bc	32,00 g
T4	13,40 bcd	09,50 b	11,00 bc	07,50 b	26,00 fg
T5	10,80 bc	25,00 fg	13,00 bcd	10,50 bc	20,00 def

Las medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) entre tratamientos y variedades.

Los síntomas de fitotoxicidad expresados como porcentaje de daño foliar (%DF) se muestran en la Tabla 4 donde se puede observar que la variedad Cariló, Facón y Quillén no registraron diferencias estadísticamente significativas en este parámetro.

Las variedades Charito y Galpón resultaron ser las más susceptibles a las dosis de pinoxaden con %DF significativamente elevados respecto al control (Tabla 4). Los síntomas se presentan y pueden observarse en la Figura 1.

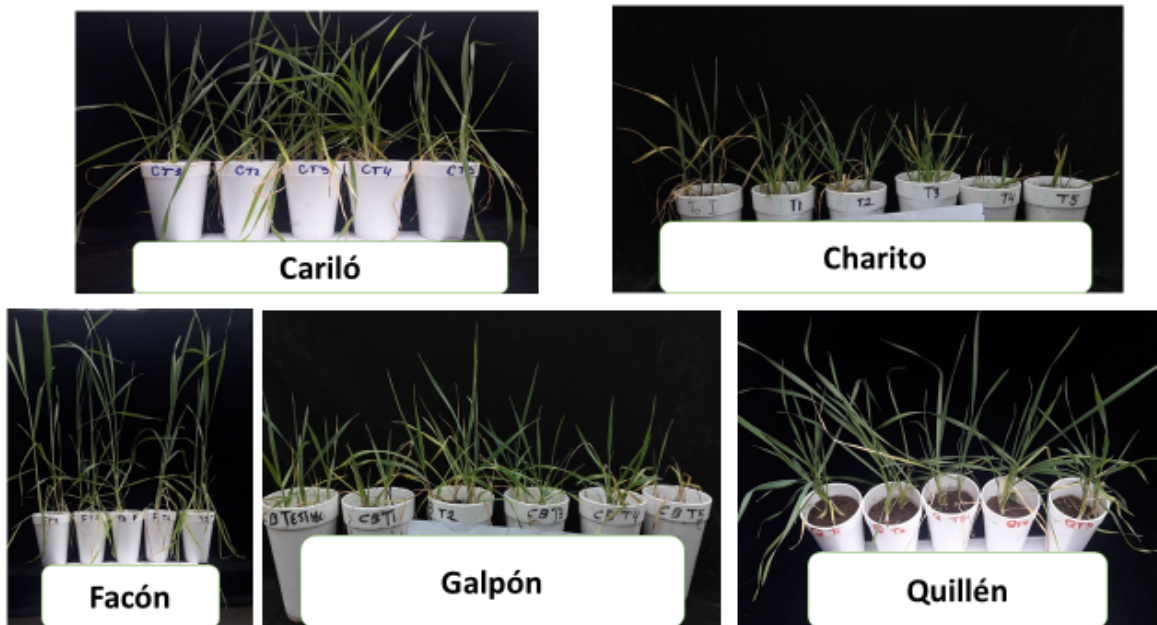
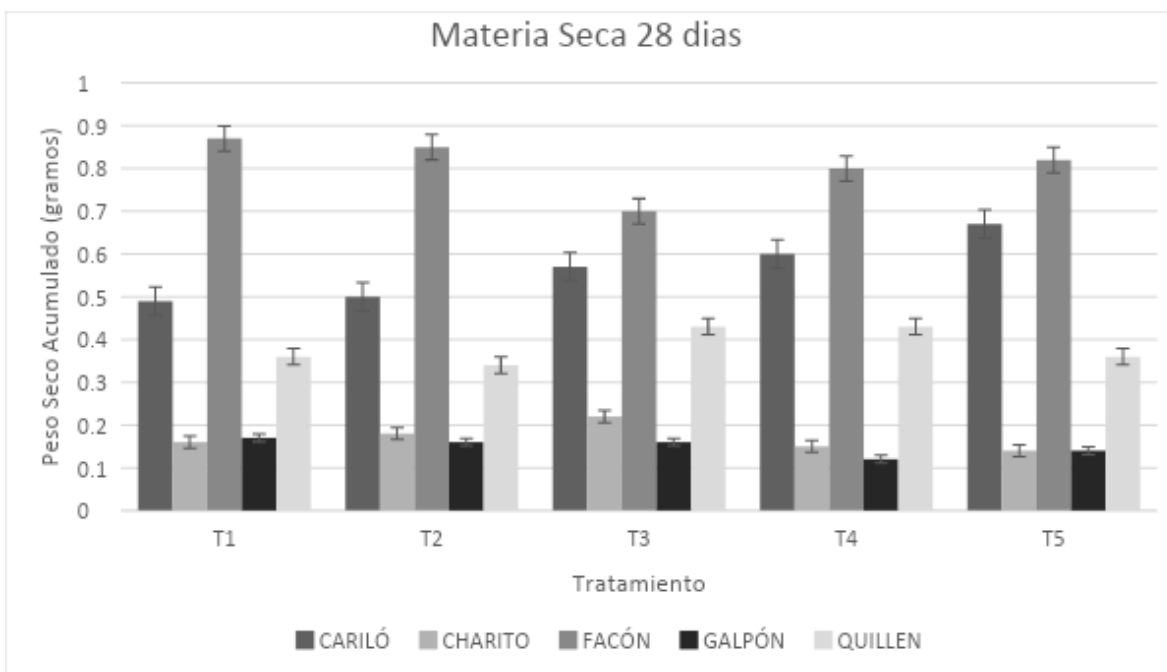


Figura 1. Altura, aspecto general y síntomas de daños foliares en las 5 variedades de trigo candeal expuestas a las diferentes dosis de Pinoxaden. De izquierda a derecha en cada variedad se exponen el Control (T1), T2, T3 (dosis recomendada), T4 y T5.

Gráfico 1. Acumulación de materia seca (g/planta) en plantas de trigo candeal de las variedades BI Cariló, Charito, Facón, Galpón y Quillén a 28 DPA de las diferentes dosis del herbicida Pinoxaden.



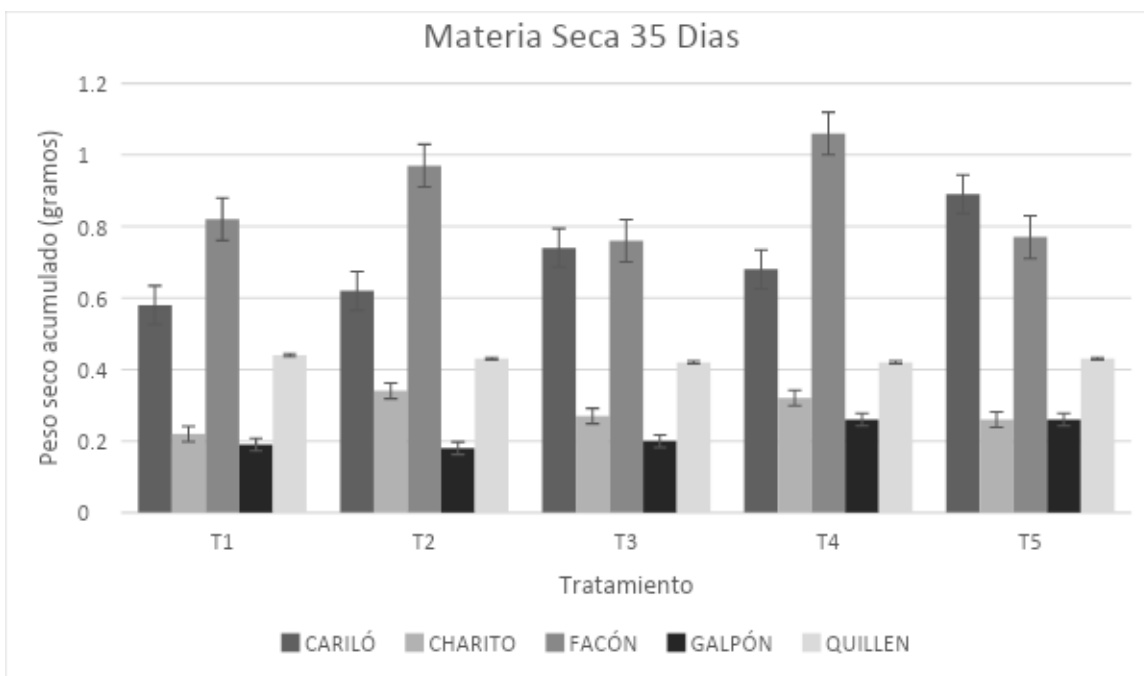
Como puede observarse en el Gráfico 1 la mayor acumulación de materia seca se registró en la variedad Facón donde T1, T2, T4 y T5 no muestran diferencias estadísticas en este parámetro y fue T3 (dosis recomendada) quien presentó el menor registro.

La variedad Cariló no mostró diferencias estadísticas entre T1 y T2 registrando T3, T4 y T5 los mayores registros en este parámetro señalando la capacidad de esta variedad para recuperarse de los efectos del herbicida, o bien perdiendo su efecto transcurridos los 28 DPA.

La variedad Quillén tuvo un comportamiento similar a Cariló pero con valores menores de acualación de materia seca, sealando que también esta variedad mostró capacidad de recuperación transcurridos 28 DPA de las diferentes dosis de pinoxadem.

Las variedades Charito y Galpón muestran similar respuesta en la acumulación de materia seca sin diferencias significativas entre trtamientos pero con registros menores respecto a las otras variedades evaluadas.

Gráfico 2. Acumulación de materia seca (g/planta) en plantas de trigo candeal de las variedades Cariló, Charito, Facón, Galpón y Quillén BA a 35 DPA de las diferentes dosis del herbicida Pinoxadem.



En el Gráfico 2 puede observarse que la mayor acumulación de materia seca se registró en la variedad Facón en T1, T2 y T4 respecto a las otras variedades evaluadas con diferencias estadísticamente significativas. En el tratamiento T3 (Dosis recomendada) y T5 los valores no presentan diferencias significativas con la variedad Cariló señalando que ambas variedades tienen la capacidad de recuperarse del efecto fitotóxico del pinoxadem transcurridos 35 DPA. La variedad Quillén no manifiesta disminuciones significativas en la acumulación de materia seca entre tratamientos mostrando escasa susceptibilidad a las dosis evaluadas de pinoxadem.

Las variedades Charito y Galpón muestran similares patrones de respuesta en la acumulación de materia seca sin diferencias significativas en el tratamiento control (T1) y T5. La variedad Charito a 35 DPA muestra mayor capacidad de recuperación en T2, T3 y T4 respecto a Galpón como puede observarse en el Gráfico 2.

Como un herbicida inhibidor de la ACCasa, Pinoxaden permite el control de gramíneas con acción selectiva en trigo y cebada (CASAFE, 2017). Este herbicida es metabolizado por esos cultivos a formas de menor fitotoxicidad (Senseman, 2007). Si bien la selectividad resulta de la interacción compleja de distintos factores, donde se destacan complejos metabolismos diferenciales entre el cultivo que logra detoxificar el herbicida, y la maleza que no lo logra o lo hace a una baja tasa, y es controlada. Así, se entiende a la detoxificación como el proceso por el cual el herbicida se metaboliza rápidamente a un producto menos o nada tóxico para la planta (Reade, 2010). La variación intraespecífica en la capacidad de degradar herbicidas, ha

sido considerada la fuente de tolerancia diferencial. La detoxificación de herbicidas podría ser no sólo una importante fuente de selectividad en determinados cultivos ó malezas, sino que permitiría explicar incluso la tolerancia diferencial de genotipos de una misma especie cultivable a ciertos herbicidas (Dastgheib et al., 1994).

Pyroxulam

A partir del análisis de la varianza, se encontró que la variable altura de las plantas de trigo candeal mostraron diferencias significativas a ($P < 0,05$) a los 21 DPA de Pyroxulam como puede observarse en la Tabla 5.

Altura				
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura	25	0,47	0,41	12,5
	0			4

Tabla 5. Altura de plantas de trigo candeal de las variedades BI Cariló, Charito, Facón, Galpón y Quillén a 21 DPA de las diferentes dosis del herbicida Pyroxulam.

Tratamiento	Variedad				
	Cariló	Charito	Facón	Galpón	Quillén
T1	27,90 fghij	29,20 ghij	30,10 hij	30,50 ij	31,20 j
T2	23,10 abcd	24,90 bcde	27,60 efghi	27,10 efg	29,10 ghij
T3	22,10 ab	23,80 abcd	27,50 efgh	25,60 cdef	28,50 fghij
T4	22,80 abc	22,70 abc	27,00 efg	21,00 a	29,40 ghij
T5	23,10 abcd	23,20 abcd	29,60 ghij	24,80 bcde	26,00 def

Las medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) entre tratamientos y variedades.

Los registros de altura de las plantas de trigo candeal a 20 DPA de pyroxulam se pueden observar en la Tabla 5. Las variedades Cariló, Charito y Galpón mostraron diferencias estadísticamente significativas entre el control y el resto de los tratamientos evaluados, con mayores registros de altura en los testigos.

La variedad Facón tuvo diferencias estadísticamente significativas entre el control y T4 (30,1 vs. 27) no manifestando diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos (Tabla 5).

La variedad Quillén mostró diferencias significativas en este parámetro entre el tratamiento control y T5 (31,2 vs. 26) quien vió disminuida la altura de las plantas.

A partir del análisis de la varianza, se encontró que la variable índice de verdor (IV) en las plantas de trigo candeal mostraron diferencias significativas a ($P < 0,05$) a los 21 DPA de Pyroxulam como puede observarse en la Tabla 6.

Spad				
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Spad	25	0,40	0,34	38,8
	0			9

Tabla 6. Índice de verdor (IV) expresado en unidades SPAD en plantas de trigo candeal de las variedades BI Cariló, Charito, Facón, Galpón y Quillén a 21 DPA de las diferentes dosis del herbicida Pyroxulam.

Tratamiento	Variedad				
	Cariló	Charito	Facón	Galpón	Quillén
T1	34,52 ij	35,08 ij	33,64 hij	35,14 ij	39,15 j
T2	09,93 a	27,26 fghi	24,60 efg	28,01 ghi	18,66 bcde
T3	13,15 ab	14,63 abc	25,79 efgh	24,42 efg	18,98 bcde
T4	14,84 abcd	23,21 efg	22,95 defg	17,60 abcde	24,95 efg
T5	22,94 defg	21,50 cdefg	24,97 efg	28,15 ghi	19,19 bcdef

Las medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) entre tratamientos y variedades.

Los registros de verdor expresados en Unidades Spad a 20 DPA muestran que la variedad Cariló tuvo diferencias estadísticamente significativas entre el control y el resto de los tratamientos evaluados quienes tuvieron marcadas disminuciones en este parámetro (Tabla 6). La variedad Charito mostró diferencias significativas entre el control y los tratamientos T3, T4 y T5 quienes manifestaron marcados descensos en este parámetro.

La variedad Facón no mostró diferencia estadística significativa en este parámetro entre el control y T3 (dosis recomendada) mostrando el resto de los tratamientos descensos marcado de verdor (Tabla 6).

La variedad Galpón mostró descenso significativo en el verdor en los tratamientos T3 y T4 respecto al control.

La variedad Quillén manifestó sensibilidad en este parámetro con descensos significativos de verdor en todos los tratamientos respecto al control como puede observarse en la Tabla 6.

Los resultados obtenidos permiten inferir que las variedades Cariló y Quillén resultaron ser las más susceptibles a las dosis de pyroxulam en lo que se refiere a este parámetro.

A partir del análisis de la varianza, se encontró que la variable número de macollos en las plantas de trigo candeal mostraron diferencias significativas a ($P < 0,05$) a los 21 DPA de Pyroxulam como puede observarse en la Tabla 7.

Macollos				
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Macollos	25	0,44	0,38	30,8
	0			9

Tabla 7. Número de macollos en plantas de trigo candeal de las variedades BI Cariló, Charito, Facón, Galpón y Quillén BA a 21 DPA de las diferentes dosis del herbicida Pinoxadem.

Tratamiento	Variedad				
	Cariló	Charito	Facón	Galpón	Quillén
T1	3,00 hi	3,10 i	3,10 i	2,60 fghi	4,10 j
T2	1,70 abc	1,80 abcd	2,30 cdefg	2,50 efghi	2,30 cdefg
T3	2,00 bcdef	1,40 ab	2,40 defgh	2,00 bcdef	2,30 cdefg
T4	1,90 bcde	1,20 a	2,10 cdef	2,00 bcdef	2,00 bcdef
T5	2,50 efghi	1,90 bcde	2,80 ghi	2,00 bcdef	2,20 cdefg

Las medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) entre tratamientos y variedades.

Como puede observarse en la Tabla 7 el número de macollos se vio disminuído con diferencias estadísticamente significativas en las variedades Charito y Quillén en todos los tratamientos que recibieron las diferentes dosis de pyroxulam respecto al control.

La variedad Cariló no mostró diferencias estadísticas entre el control y T5 (3 vs, 2,5) pero sí con el resto de los tratamientos evaluados (Tabla 7). Esto indica que las plantas de T5 manifestaron hormesis en cuanto a esta variable y se recuperaron del efecto del herbicida.

Similar respuesta fue observada en la variedad Facón dado que no hubo diferencias significativas entre el control y T5 con los mayores valores de número de macollos respecto a los otros tratamientos.

En Galpón la respuesta observada indica que esta variedad no se vió afectada dado que los valores registrados no manifestaron diferencias estadísticas entre tratamientos.

A partir del análisis de la varianza, se encontró que la variable porcentaje de daño foliar las plantas de trigo candeal mostraron diferencias significativas a ($P < 0,05$) a los 21 DPA de Pyroxulam como puede observarse en la Tabla 8.

Daño				
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Daño	25			27,5
	0	0,76	0,73	7

Tabla 8. Porcentaje de daño foliar (%DF) en plantas de trigo candeal de las variedades BI Cariló, Charito, Facón, Galpón y Quillén a 21 DPA de las diferentes dosis del herbicida Pyroxulam.

Tratamiento	Variedad				
	Cariló	Charito	Facón	Galpón	Quillén
T1	07,50 a	14,50 a	12,00 a	12,50 a	03,50 a
T2	80,50 ghi	38,00 b	55,50 cd	40,50 b	67,50 defg
T3	83,00 hi	79,50 ghi	66,00 def	57,00 cd	68,50 defg
T4	88,00 i	75,50 fghi	68,50 defg	64,50 def	72,00 efgh
T5	62,00 cde	58,50 cd	51,00 bc	57,00 cd	72,00 efgh

Las medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) entre tratamientos y variedades.

Los síntomas de fitotoxicidad expresados como porcentaje de daño foliar (%DF) se muestran en la Tabla 8 donde se puede observar que las cinco variedades estudiadas muestran severos daños de fitotoxicidad con registros de diferencias estadísticamente significativas.

En la Figura 2 puede observarse la respuesta de las plantas a 20 DPA de pyroxulam y sus efectos en las láminas foliares.

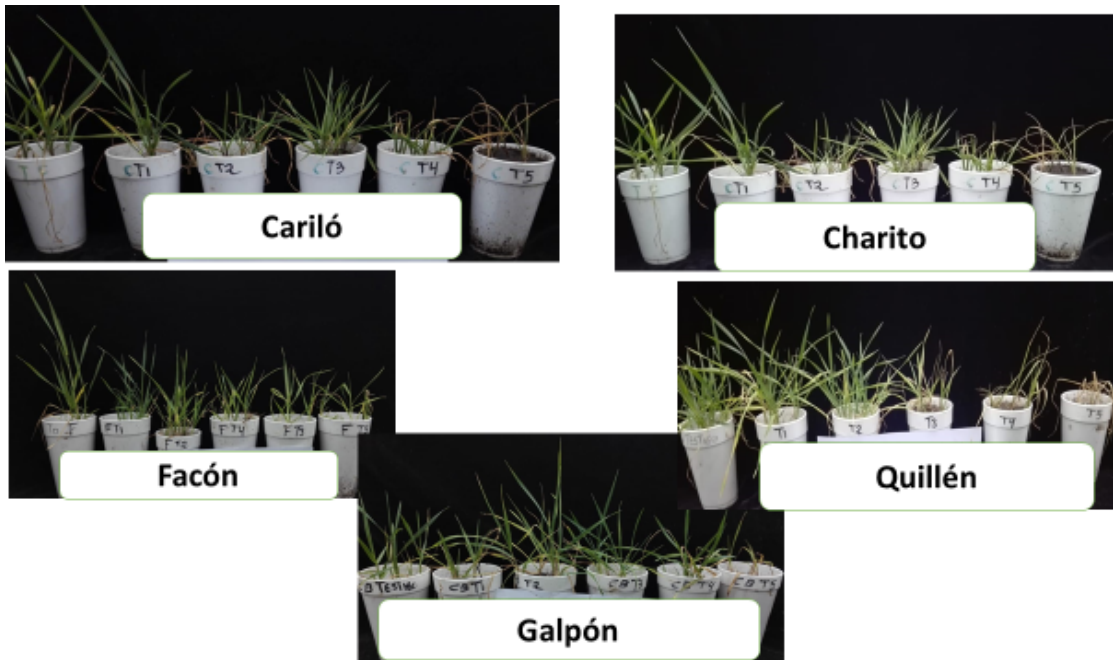
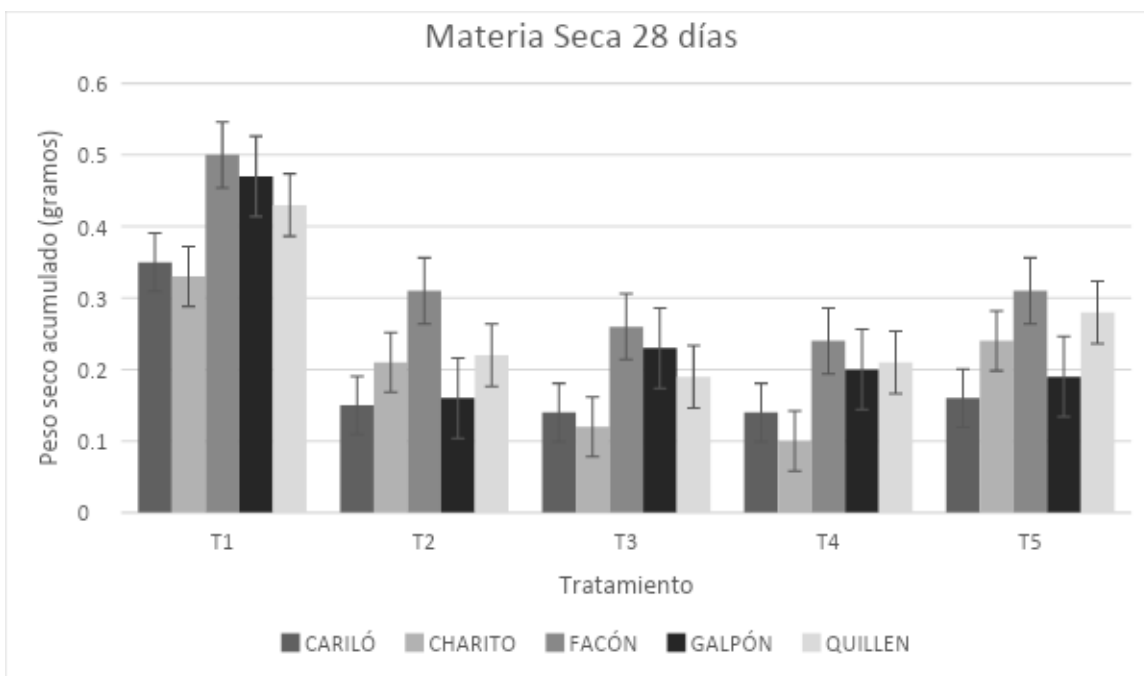


Figura 2. Altura, aspecto general y síntomas de daños foliares en las 5 variedades de trigo candeal expuestas a las diferentes dosis de Pyroxulam. De izquierda a derecha en cada variedad se exponen el Control (T1), T2, T3 (dosis recomendada), T4 y T5.

Gráfico 3. Acumulación de materia seca (g/planta) en plantas de trigo candeal de las variedades BI Cariló, Charito, Facón, Galpón y Quillén a 28 DPA de las diferentes dosis del herbicida Pyroxulam.

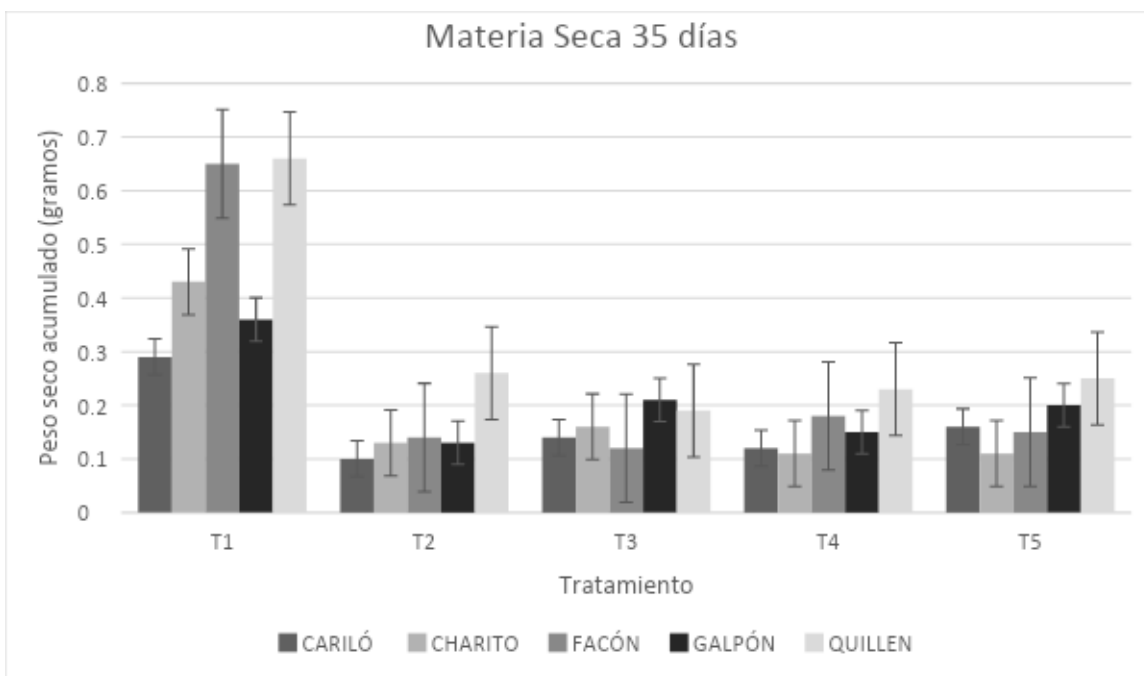


Como puede observarse en el Gráfico 3 la mayor acumulación de materia seca se registró en la variedad Facón mostrando diferencias significativas entre el control y el resto de los tratamientos evaluados. Los valores registrados en T2 y T5 son más elevados que los de T3 y T4 manifestando la capacidad de recuperación de dichas plantas transcurridos 28 DPA del herbicida.

La variedad Cariló registró disminución en la acumulación de materia seca en todos tratamientos evaluados respecto al control.

Las variedades Charito, Galpón y Quillén si bien manifestaron disminuciones significativas en este parámetro en todos los tratamientos respecto al control, muestran recuperación en la acumulación de materia seca en T3, T4 y T5 la variedad Galpón, y en T5 las variedades Charito y Quillén.

Gráfico 4. Acumulación de materia seca (g/planta) en plantas de trigo candéal de las variedades BI Cariló, Charito, Facón, Galpón y Quillén a 35 DPA de las diferentes dosis del herbicida Pyroxulam.



En el Gráfico 4 se puede observar que a los 35 DPA de pyroxulam se produjo un descenso significativo en la acumulación de materia seca en todos los tratamientos respecto al control. La variedad Quillén fue la que tuvo los mayores registros en este parámetro indicando la capacidad de recuperación transcurridos 35 DPA. Facón mostró recuperación en T4 y Galpón en T3 y T5.

Las variedades Cariló y Charito mostraron disminuciones en este parámetro siendo las más afectadas.

Pyroxulam ha sido adoptado como un herbicida de amplio espectro que permite el control de gramíneas y malezas latifoliadas en el cultivo de trigo (CASAFE, 2017; Zobiolo et al., 2010). Otros cereales de invierno como la cebada y ciertas malezas, no tienen la capacidad de metabolizar a Pyroxulam a formas menos fitotóxicas y resultan significativamente sensibles a tal principio activo (Geier et al., 2011). Sin embargo, aunque ciertos materiales resultan menos sensibles a este herbicida igualmente su uso puede impactar en diferentes parámetros fisiológicos (Abdel-Wahab et al., 2021), aunque siempre los daños representan un impacto menor que la interferencia provocada por la maleza. Estas diferencias en la sensibilidad se han explicado en la capacidad de metabolización de pyroxulam a nivel intra- ó inter-específico (Brunharo y Hanson, 2018).

Picloram

A partir del análisis de la varianza, se encontró que la variable altura de las plantas de trigo candeal mostraron diferencias significativas a ($P < 0,05$) a los 21 DPA de Picloram como puede observarse en la Tabla 9.

Altura				
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura	25 0	0,42	0,35	25,1 2

Tabla 9. Altura de plantas de trigo candeal de las variedades BI Cariló, Charito, Facón, Galpón y Quillén a 21 DPA de las diferentes dosis del herbicida Picloram.

Tratamiento	Variedad				
	Cariló	Charito	Facón	Galpón	Quillén
T1	17,40 ghi	15,30 cdefgh	16,05 defgh	14,70 cdefg	21,10 j
T2	16,50 efgh	12,90 bcd	13,90 bcdef	17,60 ghi	21,80 j
T3	15,70 cdefgh	10,80 ab	15,50 cdefgh	17,10 fghi	20,35 ij
T4	16,60 efgh	09,10 a	16,40 efgh	16,40 efgh	20,40 ij
T5	13,40 bcde	10,50 ab	12,40 abc	14,80 cdefg	18,40 hij

Las medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) entre tratamientos y variedades.

El tratamiento control de las variedades Cariló y Facón registraron diferencias significativas en la altura de las plantas a 20 DPA con la dosis más elevada de picloram (T5) pero no con el resto de los tratamientos evaluados.

La variedad Charito manifestó disminución estadísticamente significativa en la variable altura en los tratamientos T3 (dosis recomendada), T4 y T5 respecto al control y T2.

Las variedades Galpón y Quillén no manifestaron diferencias en altura entre tratamientos siendo las menos afectadas con las dosis de picloram evaluadas (Tabla 9).

A partir del análisis de la varianza, se encontró que la variable índice de verdor (IV) en las plantas de trigo candeal mostraron diferencias significativas a ($P < 0,05$) a los 21 DPA de Picloram como puede observarse en la Tabla 10.

Spad				
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Spad	25	0	0,28	24,5
	0		0,20	3

Tabla 10. Índice de verdor (IV) expresado en unidades SPAD en plantas de trigo candeal de las variedades BI Cariló, Charito, Facón, Galpón y Quillén a 21 DPA de las diferentes dosis del herbicida Picloram.

Tratamiento	Variedad				
	Cariló	Charito	Facón	Galpón	Quillén
T1	32,42 fghijk	36,93 jk	27,18 abcdef	36,07 ijk	34,11 ghijk
T2	22,24 a	29,70 cdefghi	25,02 abcd	33,48 fghijk	34,76 hijk
T3	31,72 efghijk	35,58 hijk	29,39 bcdefgh	37,34 k	29,43 bcdefgh
T4	29,18 bcdefgh	32,46 fghijk	27,67 abcdefg	31,54 efghijk	25,83 abcde
T5	24,64 abcd	27,85 abcdefg	23,19 ab	30,63 defghij	23,38 abc

Las medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) entre tratamientos y variedades.

Los registros de verdor expresados en Unidades Spad a 20 DPA muestran que las variedades Cariló y Charito tuvieron diferencias estadísticamente significativas entre el control respecto a T2 y T5, como puede observarse en la Tabla 10. El resto de los tratamientos evaluados no registraron descensos significativos en este parámetro.

Las variedades Facón y Galpón no mostraron diferencias significativas entre el control y el resto de los tratamientos evaluados, señalando escasa sensibilidad a las dosis de picloram evaluadas.

La variedad Quillén manifestó descensos significativos en el verdor en los tratamientos T4 y T5 respecto al control como puede observarse en la Tabla 10. Los tratamientos T2 y T3 no se diferenciaron del control.

A partir del análisis de la varianza, se encontró que la variable número de macollos en las plantas de trigo candeal mostraron diferencias significativas a ($P < 0,05$) a los 21 DPA de Picloram como puede observarse en la Tabla 11.

Macollos				
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Macollos	25 0	0,22	0,14	40,6 9

Tabla 11. Número de macollos en plantas de trigo candeal de las variedades BI Cariló, Charito, Facón, Galpón y Quillén a 21 DPA de las diferentes dosis del herbicida Picloram.

Tratamiento	Variedad				
	Cariló	Charito	Facón	Galpón	Quillén
T1	1,60 bcdefg	1,40 bcde	1,90 efgh	1,70 cdefgh	1,80 defgh
T2	1,50 bcdef	1,70 cdefgh	2,10 gh	1,60 bcdefg	1,70 cdefgh
T3	1,50 bcdef	1,70 cdefgh	1,60 bcdefg	1,10 ab	2,20 h
T4	1,20 abc	1,30 abcd	2,00 fgh	1,20 abc	1,60 bcdefg
T5	1,40 bcde	1,30 abcd	1,50 bcdef	1,20 abc	0,80 a

Las medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) entre tratamientos y variedades.

Como puede observarse en la Tabla 11 el número de macollos no se vio disminuído en las variedades Cariló, Charito y Facón en los diferentes tratamientos evaluados mostrando escasa sensibilidad a las dosis de picloram evaluadas.

La variedad Galpón registró descenso significativo en este parámetro en T3 (dosis recomendada) respecto al control y al resto de los tratamientos ensayados.

La mayor dosis de picloram produjo un descenso significativo en el número de macollos en la variedad Quillén, no manifestando diferencias en el resto de los tratamientos respecto al control. La dosis recomendada (T3) produjo un incremento en esta variable (2,2) sin diferencias significativas con el control (1,89 como se observa en la Tabla 11).

A partir del análisis de la varianza, se encontró que la variable porcentaje de daño foliar en las plantas de trigo candeal mostraron diferencias significativas a ($P < 0,05$) a los 21 DPA de Picloram como puede observarse en la Tabla 12.

Daño				
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Daño	25 0	0,28	0,20	57,2 9

Tabla 12. Porcentaje de daño foliar (%DF) en plantas de trigo candeal de las variedades BI Cariló, Charito, Facón, Galpón y Quillén a 21 DPA de las diferentes dosis del herbicida Picloram.

Tratamiento	Variedad				
	Cariló	Charito	Facón	Galpón	Quillén
T1	11,00 a	13,00 ab	15,00 abc	18,00 abcd	18,00 abcd
T2	17,00 abc	25,00 cdef	15,00 abc	18,00 abcd	18,50 abcd
T3	16,50 abc	28,50 defg	23,00 bcde	15,50 abc	20,00 abcd
T4	32,00 efg	36,00 fg	25,50 cdef	20,00 abcd	24,50 cde
T5	36,00 fg	36,00 fg	37,00 g	23,00 bcde	20,00 abcd

Las medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) entre tratamientos y variedades.

La Tabla 12 muestra el %DF donde se observa que la variedad Cariló registró síntomas de fitotoxicidad severos en T4 y T5 respecto al control y T2 y T3.

La variedad Charito manifestó mayor sensibilidad a las dosis de picloram evaluadas, ya que se observó que todas las dosis mostraron síntomas de fitotoxicidad significativamente mayores que el control.

En la variedad Facón se registró mayor daño foliar en T5 respecto al control y el resto de los tratamientos ensayados. La Figura 3 señala los síntomas observados.

Las variedades Galpón y Quillén fueron las que mostraron menor sensibilidad al picloram dado que no manifestaron síntomas severos de daño foliar como se puede apreciar en la Figura 3.

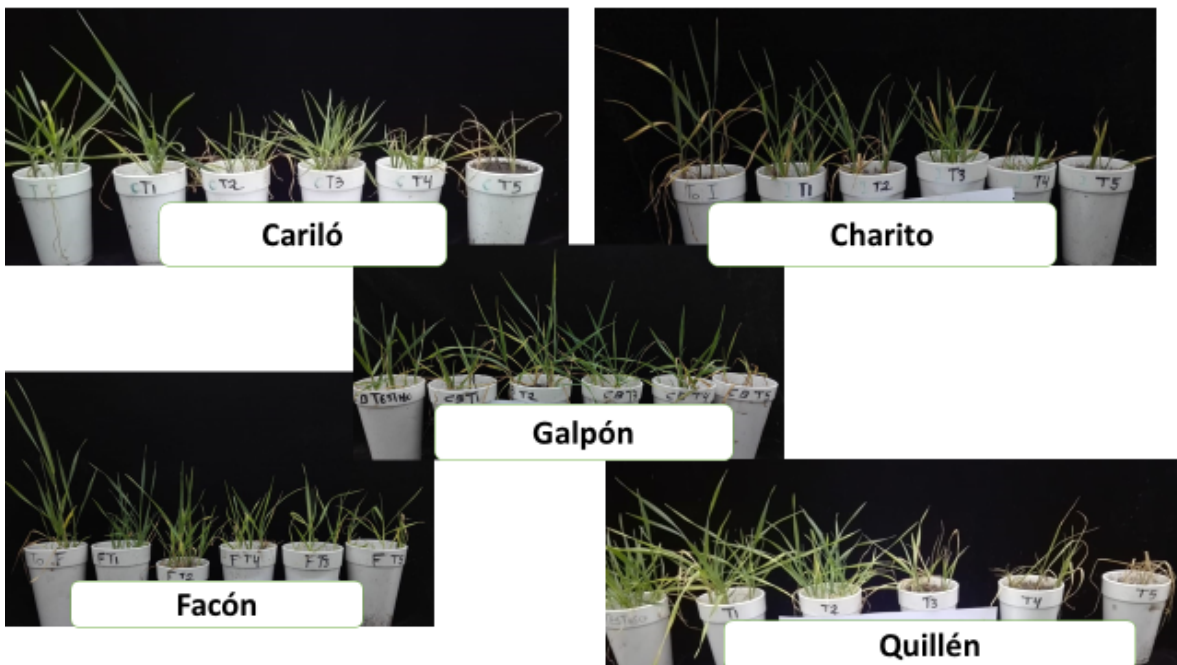
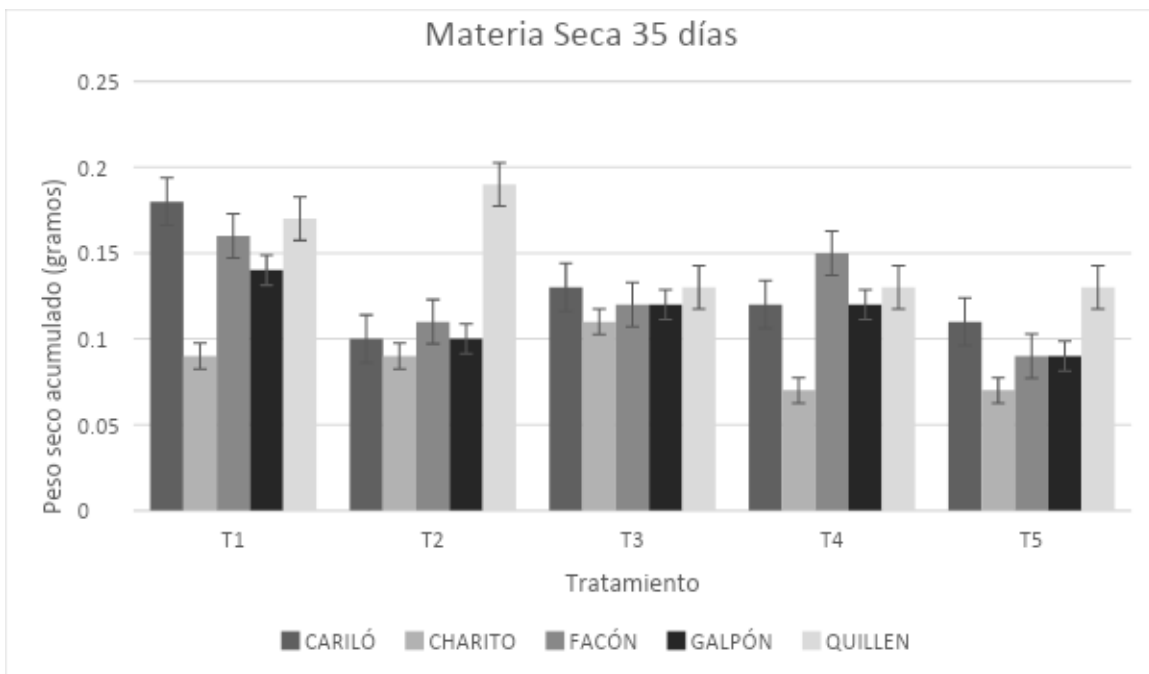


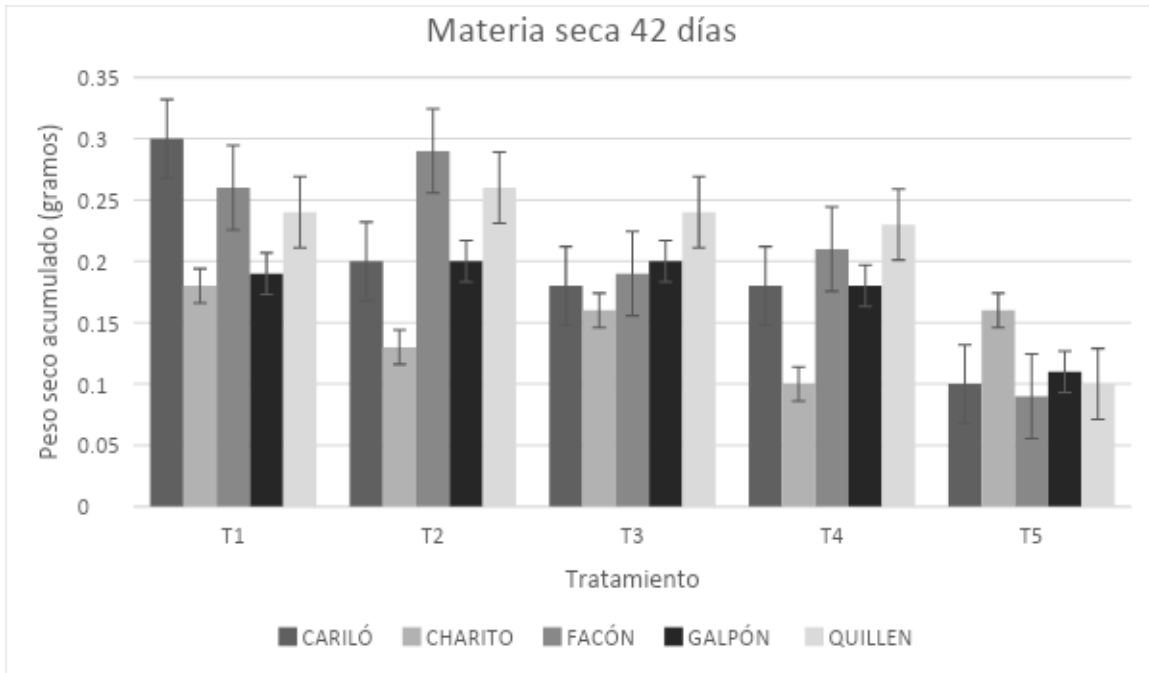
Figura 3. Altura, aspecto general y síntomas de daños foliares en las 5 variedades de trigo candeal expuestas a las diferentes dosis de Picloram. De izquierda a derecha en cada variedad se exponen el Control (T1), T2, T3 (dosis recomendada), T4 y T5.

Gráfico 5. Acumulación de materia seca (g/planta) en plantas de trigo candeal de las variedades BI Cariló, Charito, Facón, Galpón y Quillén a 35 DPA de las diferentes dosis del herbicida Picloram.



Como puede observarse en el Gráfico 5 la mayor acumulación de materia seca a 35 DPA se registró en la variedad Quillén con registros de acumulación de materia seca estadísticamente significativos en T2 y T5 respecto a las otras variedades ensayadas. La dosis recomendada (T3) mostró respuesta similar en todas las variedades siendo Charito la que mostró mayor sensibilidad en T4 y T5 con registros significativamente menores.

Gráfico 6. Acumulación de materia seca (g/planta) en plantas de trigo candeal de las variedades BI Cariló, Charito, Facón, Galpón y Quillén a 42 DPA de las diferentes dosis del herbicida Picloram.



En el Gráfico 6 se puede observar que a los 42 DPA de pyroxulam se produjo una recuperación en la acumulación de materia seca en las plantas de la variedad Charito ante la aplicación de la mayor dosis de picloram (T5). Con la dosis recomendada (T3) y en T4 el mejor comportamiento se registró en la variedad Quillén disminuyendo este parámetro y no diferenciándose de las otras variedades en T5.

Las gramíneas presentan tolerancia a los herbicidas de tipo auxínico como Picloram. Al menos en la ventana de aplicación recomendada, los riesgos de fitotoxicidad de este herbicida y su impacto en el rendimiento es minimizada, explotando su capacidad de controlar un amplio espectro de malezas dicotiledóneas (CASAFE, 2017). La selectividad de picloram hacia las gramíneas no está completamente dilucidada y evidencias de distintos trabajos han sugerido que diferencias anatómicas, de metabolización ó la capacidad de exudar el herbicida por las raíces serían fuentes de tolerancia (Reade, 2010). Estas diferencias en procesos fisiológicos podrían ser la base de la respuesta diferencial de cultivares de trigo candeal, sin embargo aún resulta una hipótesis de trabajo.

Aunque se presentan evidencias de ciertos efectos fitotóxicos de los herbicidas sobre los cultivos tratados, en la gran mayoría de los casos, la recomendación agronómica implica que los beneficios del control de las malezas superan a tales impactos negativos. Así, los herbicidas selectivos generan una acción fitotóxica mayor sobre la maleza que sobre el cultivo, provocando que la maleza muera y el cultivo responda superando los efectos competitivos. La selectividad es relativa a varios factores como la dosis de herbicida, la fenología del cultivo, el genotipo y el ambiente (Owen, 1991). En tal sentido, el conocimiento de los genotipos más sensibles permitiría reducir los riesgos de daños indeseables de los herbicidas sobre las especies cultivadas.

CONCLUSIONES

Se confirma la respuesta diferencial intra-específica a los diversos herbicidas evaluados en este trabajo. Este conocimiento permite obtener evidencias que advierten la existencia de variedades más y menos tolerantes a estos principios activos y, en consecuencia, sentar las bases de manejo tendientes a reducir los riesgos de fitotoxicidad sobre el cultivo de trigo candeal.

AGRADECIMIENTOS

Para llevar a cabo este Trabajo final de carrera, a través de la modalidad trabajo de investigación, se contó con disponibilidad de espacio en el INFIVE (Instituto de Fisiología Vegetal-CONICET-UNLP). El equipamiento necesario para la realización de los diferentes parámetros mencionados se encuentra disponible en el INFIVE. Las semillas y el herbicida fueron provistos por el Dr. Marcos Yannicari (Chacra Experimental Integrada Barrow).

BIBLIOGRAFÍA

Abdel-Wahab, S.I.Z.; Aioub, A.A.A.; Salem, R.E.M.E. and El-Sobki, A.E.A. (2021). Do the herbicides pinoxaden, tribenuron-methyl, and pyroxsulam influence wheat (*Triticum aestivum*

L.) physiological parameters? Environ Sci Pollut Res Int. 2021 Oct;28(37):51961-51970. doi: 10.1007/s11356-021-14390-8. Epub 2021 May 16. PMID: 33993450.

-Brunharo, C. and Hanson, B. (2018). Multiple Herbicide-Resistant Italian Ryegrass [*Lolium perenne* L. spp. *multiflorum* (Lam.) Husnot] in California Perennial Crops: Characterization, Mechanism of Resistance, and Chemical Management. Weed Science, 66(6), 696-701. doi:10.1017/wsc.2018.50

-CASAFA. Guía de Productos Fitosanitarios y Fertilizantes.(2017). <https://www.manualfitosanitario.com/>. Ultimo acceso: 20 mayo 2022.

-Dastgheib, F. and Field, R.J. (1994). Acetolactate synthase activity and chlorsulfuron sensitivity of wheat cultivars. Weed research 38:63-68.

-Delchev, G. y Georgiev, M. (2015). Achievements and problems in the weed control in common wheat (*Triticum aestivum* L.) and durum wheat (*Triticum durum* Desf). Agricultural Science and Technology.

<http://agriscitech.eu/achievements-and-problems-in-the-weed-control-in-common-wheat-triticum-aestivum-l-and-durum-wheat-triticum-durum-desf/>. Acceso: 20 de mayo de 2022.

-Federación Argentina de la Industria Molinera. (2016). <https://www.faim.org.ar/>. Acceso: 20 de mayo de 2021.

-Geier, P.; Stahlman, P.; Peterson, D. & Claassen, M. (2011). Pyroxsulam Compared with Competitive Standards for Efficacy in Winter Wheat. *Weed Technology*, 25(3), 316-321. doi:10.1614/WT-D-10-00055.1

-Lemerle, D.; Hinkley, R. y Fisher, J.A. (1981). Tolerance of durum wheat varieties to post-emergence wild oat herbicides. Proceedings of the Sixth Australian Weeds Conference, Gold Coast City, Australia, 13-18 September, 1981. Editors :Wilson, B.; Swarbrick, J. B. Vol 1. Pp.123-126.

-Lezcano, E. (2016). Pastas Alimenticias-Alimentos Argentinos N.º 70. pp.41-48.

-López, R.; Catullo, J. y Istilart, C. (2001). Control de malezas. Trigo Candeal, manual técnico.

-Manso, L. y Zamora, M. (2019). Estimación de superficie sembrada 2018. Cultivos de fina.

-Mc Mullan, P. y Nalewaja, J. (1991). Triallate absorption and metabolism in relationship to tolerance in wheat (*Triticum aestivum durum*). Canadian Journal of Plant Science 71(4): 1081-1088. <https://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.4141/cjps91-15>

-Ministerio de Agroindustria de la Nación, Argentina. Datos Abiertos, Estimaciones de la producción. Disponible en: <https://datos.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>. Fecha de consulta: 15-5-2018.

-Molfese, E.; Astiz, V. y Seghezzo, M.L. (2017). Evaluación de la calidad del trigo candeal (*Triticum turgidum* L. subsp. durum) en los programas de mejoramiento de Argentina. Revista RIA INTA. ISSN 1669-2314. ISSN 0325-8718. <http://ria.inta.gob.ar/trabajos/evaluacion-de-la-calidad-del-trigo-candeal-triticum-turgidum-l-subsp-durum-en-los-programas>.

-Molfese, E.; Astiz, V. y Seghezzo, M.L. (2020) Produccion_y_calidad_del_trigo_candeal_Triticum_turgidum_L_subsp_durum_en_Argentina_analisis_del_quinquenio_2015_2019

-Owen, W.J. (1991). Herbicide metabolism as a basis for selectivity. En: "Target Sites for Herbicide Action", (ed. Kirkwood RC), Pleum Press, New York, pp. 285-314.

- Pardo, F. y González, C. 2019. Comparación de la sensibilidad a herbicidas de cinco variedades de trigo candeal (*Triticum durum*). Tesis de Grado de la carrera de Ingeniería Agronómica, FCAyF. UNLP. Disponible: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/84603/Documento_completo.pdf-PDFA1b.pdf?sequence=1&isAllowed=y

-Porto, N. (2022). Comparación de la sensibilidad a flucarbazone de cinco variedades de trigo candeal (*Triticum durum* Desf.). Tesis de Grado de la carrera de Ingeniería Agronómica, FCAyF. UNLP. Disponible: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/137443/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

-Reade, C. A. (2010). *Herbicides and Plant*. Newport, UK: Wiley.Blackwell.

-Seghezzo M. (2015). Calidad en trigo candeal. Laboratorio de calidad industrial de granos. Chacra experimental integrada Barrow, INTA. Ediciones INTA.

-Senseman, S.A. (2007). Herbicide handbook. 9th ed. Weed Science Society of America, Lawrence, KS. 493 pp

-Soltani, N.; Shropshire, C. y Sikkema, P. (2011). Sensitivity of durum wheat (*Triticum turgidum*) to various postemergence herbicides. Agricultural Sciences 2: 451-456. <http://file.scirp.org/Html/8601.html>.

-Yannicari, M.; Larsen, A. y Carolina Istillart. (2017). Evaluación de herbicidas post-emergentes en variedades de trigo candeal. Informe Técnico. Cultivos de fina 2016/17 – CEI Barrow.

-Federación Argentina de la Industria Molinera, 2016. <https://www.faim.org.ar/>. Acceso: 20 de mayo de 2022.

Página web: Producción y calidad del trigo candeal (*Triticum turgidum* L. subsp. durum) en Argentina: análisis del quinquenio 2014/2018. <http://ria.inta.gob.ar/sites/default/files/revisiones/molnese-castellano-6.pdf>

-Zobiolo, L.; de Oliveira, R.; Kremer, R.; Constantin, J.; Bonato, C. and Muniz, M. (2010). Water use efficiency and photosynthesis of glyphosate-resistant soybean as affected by glyphosate. Pesticide Biochemistry Physiology 97: 182-193.