

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

SELECTIVIDAD DE HERBICIDAS EN *Brassica napus* Y *Brassica
carinata*

por

María Florencia WALLER GARCÍA

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2019

Tesis aprobada por:

Director: -----
Ing. Agr. (Dra. Sci.) Grisel Fernández

Ing. Agr. Sebastián Mazzilli

Ing. Agr. Sebastián Ponti

Fecha: 24 de junio de 2019

Autora: -----
María Florencia Waller García

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecerle a mi directora de tesis, Ing. Agr. Grisel Fernández por su dedicación y conocimientos. También a la Ing. Agr. Florencia Rodríguez y a Federico quienes me ayudaron en el trabajo práctico.

A mi familia, amigos, compañeros de carrera y profesores que ayudaron de diferentes maneras.

A los funcionarios del laboratorio y de biblioteca.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1. <i>Brassica napus</i> Y <i>Brassica carinata</i>	2
2.2. PROBLEMAS DE MANEJO DE LA COLZA- CANOLA EN URUGUAY.....	4
2.3. SELECTIVIDAD DE HERBICIDAS.....	5
2.3.1. <u>Estudios de selectividad en <i>B. napus</i> y <i>B. carinata</i></u>	7
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	10
3.1. LOCALIZACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS.....	10
3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS EXPERIMENTOS.....	10
3.3. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	10
3.3.1. <u>Tratamientos</u>	10
3.3.2. <u>Diseño experimental</u>	11
3.4. METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN.....	11
3.5. DETERMINACIONES.....	12
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	13
3.6.1. <u>Modelo estadístico</u>	13
3.6.2. <u>Análisis estadístico</u>	13
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	14
4.1. RESULTADOS DEL ENSAYO EN <i>Brassica napus</i> VAR. RIVETTE.....	16
4.1.1. <u>Población</u>	16
4.1.2. <u>Biomasa</u>	18
4.1.3. <u>Rendimiento final</u>	20
4.1.4. <u>Sintomatología de daño</u>	23
4.2. RESULTADOS DEL ENSAYO EN <i>Brassica carinata</i> VAR. AVANZA.....	32
4.2.1. <u>Población</u>	32
4.2.2. <u>Biomasa</u>	33
4.2.3. <u>Rendimiento final</u>	35
4.2.4. <u>Sintomatología de daño</u>	37
5. <u>CONCLUSIONES</u>	44

5.1. ENSAYO DE <i>Brassica napus</i> var. "Rivette"	44
5.2. ENSAYO DE <i>Brassica carinata</i> var. "Avanza"	44
6. <u>RESUMEN</u>	45
7. <u>SUMMARY</u>	46
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	47

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Descripción de los tratamientos	10
Figura No.	
1. Croquis de los experimentos.....	11
2. Temperatura mínima y media desde la aplicación de los herbicidas preemergentes a los 20 días de la aplicación de los herbicidas postemergentes	14
3. Precipitaciones desde la aplicación de los herbicidas preemergentes a los 20 días de la aplicación de los herbicidas postemergentes	15
4. Población de plantas (pl. m ⁻²) a los 7, 14 y 20 dps., con desviación estándar en <i>Brassica napus</i> var. Rivette	16
5. Población de plantas (pl. m ⁻²) a los 20 dps. en <i>Brassica napus</i> var. Rivette	17
6. Población de plantas (pl. m ⁻²) en floración en <i>Brassica napus</i> var. Rivette	17
7. Biomasa (g MS. m ⁻²) para los tratamientos preemergentes y el testigo al momento C1.....	18
8. Biomasa (g MS. m ⁻²) para los todos los tratamientos al momento de floración.....	19
9. Peso total (planta mas grano kg.ha. ⁻¹) para todos los tratamientos al momento de la cosecha	20
10. Rendimiento en grano (kg.ha. ⁻¹) para todos los tratamientos	21
11. Peso de mil granos (mg.) para todos los tratamientos.....	22
12. Índice de cosecha para todos los tratamientos	22
13. Tratamiento 1 trifluralina	23
14. Tratamiento 2 sulfentrazone	24
15. Detalle de daño del tratamiento 2 sulfentrazone.....	24
16. Tratamiento 3 clomazone.....	25
17. Detalle de daño del tratamiento 3 clomazone	25

18. Tratamiento 4 clopiralid.....	26
19. Detalle de daño del tratamiento 4 clopiralid	26
20. Tratamiento 3 clomazone.....	27
21. Tratamiento 5 diflufenican.....	28
22. Tratamiento 6 carfentrazone	28
23. Tratamiento 7 aminopirald.....	29
24. Detalle de daño del tratamiento 7 aminopirald	30
25. Tratamiento 8 dicamba	30
26. Tratamiento 9 clomazone.....	31
27. Detalle de daño del tratamiento 9 clomazone	31
28. Población de plantas (pl. m ⁻²) a los 7, 14 y 20 dps, con desviación estándar en <i>Brassica carinata</i> var. Avanza.....	32
29. Población de plantas (pl. m ⁻²) en los tratamientos preemergentes y el testigo.....	33
30. Biomasa (g MS. m ⁻²) para los tratamientos preemergentes y el testigo al momento C1.....	34
31. Biomasa (g MS. m ⁻²) para los todos los tratamientos al momento de floración.....	34
32. Rendimiento en grano (kg.ha. ⁻¹) para todos los tratamientos	36
33. Tratamiento 1 trifluralina	37
34. Tratamiento 4 clopiralyd.....	37
35. Tratamiento 2 sulfentrazone	38
36. Tratamiento 3 clomazone.....	39
37. Detalle de daño del tratamiento 3 clomazone	39
38. Tratamiento 3 clomazone.....	40
39. Tratamiento 6 carfentrazone	41
40. Tratamiento 7 aminopirald.....	42
41. Tratamiento 8 dicamba	42
42. Tratamiento 9 clomazone.....	43

1. INTRODUCCIÓN

La colza es una oleaginosa perteneciente a la familia de la *Brassicáceas*, de ciclo invernal que se cultiva en todo el mundo siendo su principal destino la producción de aceite para consumo humano e industrial y de harina proteica para alimentación animal.

La superficie cosechada mundialmente es de 31 millones de hectáreas mientras que la producción de aceite de colza es la tercera a nivel mundial, con 20 millones de toneladas (USDA, 2009).

El cultivo de colza en el Uruguay ha venido ampliando su participación. La producción se orienta al mercado local, principalmente a la producción de aceite para la elaboración de biodiesel. En la década de los 90, con la baja del precio internacional de los granos, apareció la colza como una alternativa para ocupar espacios en el invierno.

Es un cultivo que requiere suelos de buen drenaje y sin limitantes físicas. Se inserta como una buena alternativa invernal en la rotación para minimizar problemas de enfermedades necrotróficas de cultivos de invierno.

Uno de los principales problemas del cultivo, es el manejo de malezas. La interferencia de malezas en el cultivo puede afectar seriamente el rendimiento final pero el manejo de las mismas viene enfrentando importantes limitantes. Son pocos los herbicidas recomendados en este cultivo al presente y también existe escasa información al respecto citándose en forma frecuente a las limitaciones en el conocimiento en el tema como una de las limitantes al desarrollo del cultivo.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la selectividad de distintas opciones de tratamientos herbicidas de pre y postemergencia en *Brassica napus* variedad "Rivette" y *Brassica carinata* variedad "Avanza".

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. *Brassica napus* Y *Brassica carinata*

La colza es una oleaginosa de origen asiático perteneciente a la Familia de las *Brassicáceas*, que agrupa a varias especies del género *Brassica* como *B. napus*, *B. rapa* –las principales- y *B. juncea*, que reciben igual nombre. Es de ciclo invernal, con un alto contenido en lípidos y un contenido medio en proteínas. Se cultiva alrededor de todo el mundo y sus principales usos son la producción de aceite vegetal para consumo humano e industrial, en especial para elaborar biodiesel y de harina proteica para alimentación animal (Rava y Souto, s.f.).

Ya se había demostrado que el aceite de colza, en razón de su alto contenido de ácido erúico (30 a 50 %, Dowling y Barrow, citados por Martino y Ponce de León, 1999), podía llegar a ser tóxico para los humanos. En 1974, los mejoradores genéticos de la Universidad de Manitoba liderados por el Dr. Baldur Stefanson lograron desarrollar el primer cultivar "double low" (cv. Tower), que producía aceite con bajos tenores de ácido erúico (menos de 2 %), y harina con menos de 30 $\mu\text{mol g}^{-1}$ de glucosinolatos, los dos elementos que determinaban la baja calidad del aceite para consumo humano, y de la harina para consumo animal, respectivamente. El nuevo tipo de colza se denominó "canola" (Canadian Oil Low Acid), y producía un aceite de alta calidad, que fue rápidamente aceptado por el mercado (Ponce de León et al., 1999).

Al empezar el actual período comienza un incremento significativo de la superficie de colza en el país, al influjo de la iniciativa de la firma ALUR, que aborda un programa de abastecimiento de colza -como materia prima para la extracción de aceite para elaborar biodiesel- mediante la contratación previa de cultivos. De ese modo, la superficie crece desde 4 mil hectáreas en 2010 hasta 26 mil hectáreas en el año 2016. En el año 2017 la incorporación de otros actores y canales comerciales dio lugar a otro salto en área, que alcanzó un nuevo máximo de 47 mil hectáreas (Rava y Souto, s.f.).

La variabilidad en el rendimiento de *Brassica napus* en el Uruguay según Aguirre y Uriarte (2010), es muy amplia encontrándose valores desde 300 a 2400 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Dicha variabilidad puede ser afectada por problemas de deficiencias hídricas y por la presencia de rastrojos en superficie que pueden reducir la implantación y uniformidad de instalación del cultivo.

Brassica carinata una planta nativa de las tierras altas de Etiopía ampliamente utilizada como alimento en ese país. En el que la adaptación y

productividad en condiciones adversas de suelos arcillo-arenosos y en clima templado semiárido resultó mejor que la de *B. napus*. También demostró mayores rendimientos de grano que *B. napus* en condiciones ambientales desfavorables como baja precipitación durante el período de llenado de grano y temperatura del aire alta. La mostaza etíope *Brassica carinata*, se cultiva como un cultivo oleaginoso en Etiopía. Aunque el contenido de aceite de las semillas de *B. carinata* es menor que *B. napus* (33.0 vs. 38.9% en peso, Cardone et al., 2003).

En el Uruguay el contenido de aceite de *Brassica carinata* es de 48% aproximadamente, siendo no apto para consumo humano (UPM, INIA y la..., 2013).

El rendimiento agronómico y la calidad de la semilla de 11 líneas de *B. carinata* se evaluaron durante 2 años en pruebas de campo en Saskatoon, Saskatchewan, para evaluar el potencial de la mostaza etíope como cultivo de semillas oleaginosas para las praderas canadienses. Los resultados de *B. carinata* fueron 5 días más tarde en floración y 19 días más tarde en maduración que el cultivar *B. napus*. Los rendimientos de semillas de *B. carinata* fueron comparables a los de *B. napus* en 1984, pero fueron mucho más bajos que los de *B. napus* y *B. juncea* en 1985. Las semillas de *B. carinata* tuvieron mayor contenido de proteína y menor contenido de aceite y fibra bruta que la de *B. napus* y *B. rapa*. La composición de ácidos grasos del aceite de semilla de *B. carinata* fue típica de la de un aceite de *Brassica* con alto contenido de ácido erúxico (Getinet et al., 1996).

Brassica carinata está emergiendo como un cultivo promisorio en todo el mundo debido a que se puede extraer de sus semillas un aceite apto para producir biodiesel, mientras que el resto de la planta puede resultar en una fuente de biomasa o usarse también para producir etanol (Falasca et al., 2010).

Es un cultivo vigoroso con un patrón de crecimiento altamente ramificado y un gran tamaño de semilla, en relación a otros cultivos de *Brassica*. También tiene un excelente cosechabilidad y resistencia a la rotura de la vaina que lo convierte en un excelente candidato para la cosecha directa (NDSWCS, s.f.).

Según Meikle et al. (2019), datos obtenidos evaluando genotipos experimentales de *carinata*, esta posee un ciclo más largo que colza Rivette (Möller y Meikle, 2018). La mayor diferencia se encuentra en el período de emergencia –10% floración, donde Rivette presentó una duración de 60 días y en promedio los genotipos experimentales de *carinata* y su testigo Avanza 641 (A641) fue de 88 días. Rivette presentó una duración total de ciclo (siembra a

madurez fisiológica) de 130 días y los genotipos experimentales de 167 días en promedio. El testigo A641 presentó un largo de ciclo de 163 días.

En cuanto al rendimiento promedio los grupos de cultivares de carinata han sido iguales o superiores al cultivar de Colza Rivette, cuando estos fueron evaluados en una serie de experimentos en INIA La Estanzuela. *“El año 2014 fue la primera experiencia en el país con esta especie, ajustándose en los años siguientes los genotipos utilizados en cuanto a ciclo y potencial de rendimiento. En 2015 y 2018, considerados récord en producción de la mayoría de los cultivos de invierno, la producción promedio de carinata fue similar a la de colza Rivette, aunque con rendimientos máximos mayores a 6000 kg/ ha (2015) y a 5000 kg/ha (2018). En el año 2017, con condiciones climáticas estresantes para los cultivos de invierno (precipitaciones por encima del promedio histórico en casi todo el ciclo de los cultivos), Carinata mostró una clara mayor rusticidad que la colza Rivette”* (Meikle et al., 2019).

2.2. PROBLEMAS DE MANEJO DE LA COLZA- CANOLA EN URUGUAY

Las principales limitantes de la colza están referidas a dos aspectos, por un lado, por ser un cultivo que se conoce poco, requiere ajustar sus prácticas de manejo a la zona como siembra, fertilización, control de malezas, momento de cosecha para llegar a las expectativas de rendimiento y de calidad que permitan obtener un ingreso según lo esperado. Por otro lado, la cosecha en sí misma, presentando tendencia a la dehiscencia y maduración despereja, hacen necesario el hilerado. También el transporte siendo que se trata de un grano pequeño y escurridizo y la comercialización, son aspectos a cuidar (Engler et al., 2008).

El cultivo de colza-canola en Uruguay ha pasado por diferentes etapas a lo largo de su historia, pero nunca se ha podido instalar definitivamente en su sistema de producción como consecuencia de problemas productivos y/o comerciales. Los bajos rendimientos logrados en las últimas zafas y la falta de conocimiento del cultivo por parte de técnicos y productores limitan su expansión, a pesar de existir en la actualidad adecuados planes comerciales. La investigación local en el cultivo corresponde a la década del 90 con un sistema de producción diferente al actual. Uno de los principales problemas del cultivo, en la década pasada, era el manejo de malezas, siendo a su vez una de las principales limitantes al desarrollo del cultivo y se encontraron pérdidas del

entorno del 60% del rendimiento por enmalezamiento en algunos experimentos (Mazzilli et al., 2014).

Las limitaciones en difusión del cultivo de colza han sido principalmente por tres factores: su competencia con el trigo, ambos tienen períodos de ocupación similar, la inexistencia de un herbicida con suficiente selectividad y particularmente para el control de nabos, y sus dificultades de cosecha (Pozzolo et al., 2008).

En relación a este último aspecto la realidad es que existen muy pocos herbicidas disponibles para el control de malezas que presenten selectividad suficiente y en particular, excepto se utilicen cultivares específicamente seleccionados o genéticamente modificados no existen herbicidas para el control de especies emparentadas como los nabos y rábanos.

2.3. SELECTIVIDAD DE HERBICIDAS

Se utiliza el término selectivo para aquellos herbicidas o tratamientos herbicidas que seleccionan de alguna forma las especies vegetales sobre las que ejercen su acción (Fernández- Quintanilla y García, 1991).

Con igual sentido se define selectividad como una medida de la respuesta diferencial de varias especies de plantas al herbicida (Oluwafemi, 2012).

Comúnmente se entiende que un herbicida selectivo es uno que mata o retrasa el crecimiento de una planta o "maleza" no deseada, mientras que causa poco o ningún daño a las especies deseables. Sin embargo, la selectividad también explica la tolerancia diferencial entre las especies a los herbicidas. La "selectividad" es algo relativo, ya que está determinada por una compleja interacción entre las plantas, el herbicida y el ambiente. En el sentido estricto de la palabra, se basa en las intervenciones de los compuestos químicos en el metabolismo de las plantas, de manera que unas resulten afectadas y otras no (CIAT, 1981).

De acuerdo con lo publicado por Caseley (1996), la selectividad puede ser a causa de las propiedades del herbicida, de atributos de la planta, del momento de la aplicación del herbicida, de la técnica de aplicación o una combinación de estos factores.

Un herbicida "selectivo" puede ser aplicado a toda el área cultivable para el control de las malezas, con efecto mínimo sobre el cultivo. Esta fitotoxicidad diferenciada entre las especies de cultivo y de malezas es el resultado de uno o más de los siguientes factores: intercepción, retención, penetración, movilidad, metabolismo y actividad en el punto de acción del herbicida. El metabolismo del herbicida es el mecanismo de selectividad más generalizado, el cual es dependiente de la dosis en uso. En la mayoría de las situaciones la selectividad es relativa y depende de varios mecanismos. Esta es usualmente afectada por la variedad del cultivo, el tipo de suelo, las condiciones climáticas, la dosis del herbicida, su formulación y aplicación (Caseley, 1996).

Los herbicidas selectivos son los que controlan en concreto a ciertas especies vegetales. A veces, un herbicida no selectivo puede actuar selectivamente si se aplica de la manera adecuada. Diversos factores afectan a la selectividad. Las características de las plantas influyen en la actividad de los herbicidas. Por ejemplo, la edad y porte: las plantas jóvenes son más sensibles que las adultas ya que poseen menos barreras físicas y más células dividiéndose activamente, y las anuales más que las perennes. La morfología del vegetal también influye en la selectividad: inclinación de la hoja, grosor de la cutícula, pilosidad, localización de los meristemas por ejemplo, en las gramíneas están a ras de suelo, más protegidos que en las dicotiledóneas, tamaño de la semilla y sistema radicular donde las especies que exploran la capa más superficial del suelo son más sensibles a los herbicidas que las que profundizan más. La fisiología y bioquímica de cada planta también influye en la selectividad como ser su capacidad de translocar el herbicida, de detoxificarlo o bien de morir ante él. Y, por supuesto, hay factores hereditarios que otorgan a ciertas plantas resistencia frente a herbicidas. Los tratamientos herbicidas también influyen en la selectividad: concentración o dosis, formulación del herbicida o tipo de aplicación. Y los factores ambientales, también influyen en la actividad del herbicida (Universidad de Almería, s.f.).

Cuando en una especie o en un cultivar de una especie no opera ningún mecanismo de selectividad al herbicida con el que se la trata, tiene lugar un proceso de fitotoxicidad que puede inhibir total o parcialmente el crecimiento (Fernández-Quintanilla y García Torres, 1991).

El protocolo de eficacia de herbicidas establece que las parcelas deben estar libres de malezas, las mismas deben ser extraídas manual o mecánicamente. También se debe usar un tratamiento testigo, un tratamiento estándar con la dosis recomendada, y otra dosis que permita obtener información de la fitotoxicidad del producto utilizándose dos o tres veces la dosis recomendada (Aguilar, 2017).

2.3.1. Estudios de selectividad en *B. napus* y *B. carinata*

Según Vigna et al. (2012), en un experimento en el que se evaluó la fitotoxicidad de herbicidas aplicados en presiembra –preemergencia y luego postemergencia, de colza se observó que la fitotoxicidad varió con los tratamientos, siendo claro el efecto del herbicida fluroxypir en ambos estadios de aplicación diferenciándose claramente del resto. Contrariamente, los herbicidas que provocaron la menor fitotoxicidad fueron aminopyralid, clopyralid, carfentrazone y el graminicida haloxifop. Mientras que picloram y dicamba fueron intermedios, mostrando este último un claro efecto empleado en una dosis alta.

En un trabajo similar, también Belgeri (2015), observó retorcimiento de hojas de colza a los 15 días post-aplicación del herbicida fluroxypir en la variedad Rivette. En el mismo estudio aminopyralid, picloram a baja dosis y clopyralid no se diferenciaron del testigo sin aplicación.

Algo similar encontraron Gigón et al. (2013), donde evaluaron la fitotoxicidad de diferentes herbicidas en preemergencia y postemergencia del cultivo de colza, en donde los tratamientos que demostraron menos toxicidad en el cultivo fueron clopyralid y picloram, en aplicaciones de postemergencia.

Por su parte, Gigón et al. (2013), también observaron que cuando se aplicó dicamba, un herbicida que se utiliza mucho en el cultivo de colza, si bien la fitotoxicidad fue baja, demostró en algunas plantas síntomas de hoja tipo “cucharita”. En el caso del carfentrazone en dosis baja de 15 cc. el cultivo pudo tolerarlo, a pesar de ser un herbicida no registrado para el uso en este cultivo. También encontraron toxicidades medias a bajas en todos los tratamientos aplicados en la preemergencia. Salvo para la dosis alta de trifluralina y las dosis altas de sulfentrazone, en estos el daño que se observaba fue principalmente una disminución en el número de plantas emergidas y menor desarrollo en el comienzo del cultivo.

Vigna et al. (2012), concuerdan con que la fitotoxicidad de los herbicidas aplicados en presiembra o preemergencia en el cultivo de colza en general fue baja, pero destaca la inocuidad de trifluralina. Por este motivo recomienda como herramientas químicas muy favorables para este cultivo a trifluralina en presiembra/preemergencia y a clopyralid en postemergencia temprana.

En un trabajo realizado por Belgeri (2015), con el objetivo de evaluar la susceptibilidad de las variedades de colza, a diferentes herbicidas aplicados tanto en preemergencia como en postemergencia en combinación de dosis y

momento, se observó que las aplicaciones de clomazone tanto en pre como en post-emergencia fueron las que presentaron daño visual significativamente mayores a la mayoría de los tratamientos manifestándose clorosis. También concuerda con que la utilización de clopyralid en postemergencia no ocasionó daños importantes al cultivo.

Cuando se evaluó el híbrido Trapper por su lado, demostró menor susceptibilidad a dicamba y fluroxypir. En general los herbicidas hormonales benzoicos como dicamba y picolínicos como picloram o fluroxypir se consideran de buena selectividad para su aplicación en colza. Sin embargo, estos experimentos también demostraron diferencias en susceptibilidad varietal, detectándose una mayor tolerancia a los herbicidas utilizados de este híbrido (Belgeri, 2015).

En cuanto a las mezclas de los herbicidas, Gigón et al. (2013), encontraron que el tratamiento que menos daño provocó al cultivo de colza fue el de clopyralid +carfentrazone y el que mayor daño visual ocasionó fue dicamba + carfentrazone.

Según Chaudhry et al. (2011), las malezas representan una seria amenaza en la producción del cultivo, pero hay pocos herbicidas comerciales disponibles para el control en este cultivo. En un trabajo realizado al cultivo de canola (*Brassica napus*), cuando se aplicó sencor (metribuzin) tanto en el barbecho como después de la siembra como preemergencia, el efecto fue negativo para el cultivo, observándose máxima mortalidad de plantas (94%), obteniéndose por lo tanto el mínimo rendimiento en grano. El máximo rendimiento de semilla se obtuvo con la aplicación de stomp (pendimetalin), dual gold (S-metolacloro) y partner (isoproturon) en barbecho, aumentando 69, 63 y 59% respectivamente en comparación al control. También encontraron un mayor rendimiento de grano de canola con la aplicación de herbicidas en preemergencia en comparación con los herbicidas de post-emergencia.

El herbicida metazacloro utilizado en el cultivo de colza, tiene mayor eficiencia en suelo húmedo, en condiciones climáticas adversas la sustancia entra en las plantas, causando una serie de alteraciones en los procesos fisiológicos-bioquímicos, pero también representa un verdadero riesgo de contaminación del rendimiento (Koleva-Valkova et al., 2016).

Considerando que la canola pertenece a la familia de las crucíferas, el control de malezas de esta familia como rábanos, nabo y mostacilla puede ser problemático debido a la falta de herbicidas selectivos. La sulfonilurea comercializada con el nombre mustar, que en Canadá se utiliza para controlar crucíferas en el cultivo de canola, ya fue evaluada en La Estanzuela (Giménez,

citado por Martino y Ponce, 1999) con resultados negativos para los rábanos (*Raphanus* sp.). En los países donde se cultiva esta oleaginosa, se reconoce a las malezas como unas de las mayores limitaciones para lograr buenos resultados en este cultivo (Martino y Ponce de León, 1999).

No se encontró evidencia de que *B. carinata* sea resistente a los herbicidas, pero puede ser capaz de adquirirla a través del flujo de genes (USDA, 2014).

Herbicidas selectivos disponibles para otros cultivos de *Brassica* son bien tolerados por la carinata (NDSWCS, s.f.).

Según una investigación realizada por Johnson (2015), hay pocos herbicidas registrados en carinata, la misma tiene una buena tolerancia a los herbicidas del ADN y la trifluralina está registrada para la aplicación pre-emergente para un amplio espectro de control de malezas herbáceas de hoja ancha. Al igual que la trifluralina, otros dos herbicidas están registrados en “mostazas” aunque no específicamente en *B. carinata*. Poast ultra y fortress están etiquetados para mostazas, lo que técnicamente significa que se pueden usar en carinata para el control de malezas herbáceas. Muster (ethamesulfuron) está registrado, pero tiene un espectro estrecho de malezas de hoja ancha. Johnson también ha realizado ensayos con sulfentrazone con cierto éxito. “*La sulfentrazone es altamente efectivo, y la carinata tiene una tolerancia razonablemente buena, pero tendrá que usar la tasa baja*” (Barker, 2015).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS

Los experimentos fueron conducidos en la Estación Experimental “Mario A. Cassinoni”, Facultad de Agronomía, localizada en la ruta No. 3 km 363 del departamento de Paysandú a 32° 22' S y 58° 03' W. Sobre suelos de la unidad San Manuel, Formación Fray Bentos (Altamirano et al., 1976).

La etapa experimental de campo transcurrió en el invierno de 2017, desde junio a diciembre.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS EXPERIMENTOS

Fueron instalados dos experimentos a campo con el objetivo de evaluar la selectividad de diez tratamientos herbicidas. En el Experimento 1 las evaluaciones se realizaron en *Brassica napus* y en el Experimento 2 en *Brassica carinata* como se ve en el Cuadro No. 1.

3.3. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

3.3.1. Tratamientos

Se describen a continuación los tratamientos realizados en el Experimento 1 y Experimento 2.

Cuadro No. 1. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Herbicida	Momento de aplicación	Ingrediente activo (i.a.)/ha.
T1	trifluralina	preemergente	1500 cc
T2	sulfentrazone	preemergente	140 cc
T3	clomazone	preemergente	180 g
T4	clopiraldid	preemergente	72 cc
T5	diflufenican	postemergente	75 g
T6	carfentrazone	postemergente	30 g
T7	aminopiraldid	postemergente	5 g
T8	dicamba	postemergente	96 g
T9	clomazone	postemergente	180 g
T10	clopiraldid	postemergente	108 cc
T11	Sin herbicida		

3.3.2. Diseño experimental

El diseño experimental fue en Bloques Completos al Azar (DBCA), con tres repeticiones en los dos experimentos.

Las parcelas tuvieron una dimensión de 1,5 m. de ancho por 7 m. de largo.

El croquis con la ubicación de los ensayos y parcelas figura a continuación.

Experimento 2

BIII	2	4	1	7	8	9	5	3	10	11	6
BII	5	11	2	6	4	1	9	7	8	3	10
BI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

N
↓

Experimento 1

BIII	2	4	1	7	8	9	5	3	10	11	6
BII	5	11	2	6	4	1	9	7	8	3	10
BI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Figura No. 1. Croquis de los experimentos

3.4. METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN

Los experimentos fueron instalados el día 14 de junio cuando se procedió al marcado de los experimentos y parcelas respectivas, siembra y a la aplicación de los tratamientos preemergentes.

Se realizó siembra directa con una distancia entre hileras de 0,19 m., previo a esta se efectuó un laboreo superficial.

Para la aplicación de los herbicidas se utilizó una pulverizadora portátil, presurizada con CO₂, con un varal de 2 m. y 5 boquillas equidistantes. La máquina fue regulada para trabajar con una presión de 2,5 Bar, con una velocidad de avance de 1 m/s, para aplicar un volumen de caldo de 100 l/ha.

3.5. DETERMINACIONES

Las determinaciones realizadas consistieron en:

- Población (pl.m⁻²): se realizaron tres estimaciones a los 7, 14, 20 días postsiembra (dps.). Las mismas consistieron en el conteo del total de plantas en 4 muestreos de 0,5 m. en las hileras centrales de la parcela.

- Fitotoxicidad (escala): se estimó a partir de la observación visual de daño en 2 fechas (35 y 78 dps.). El resultado de las observaciones se expresó utilizando una escala de 0 a 4 (donde 0= ausencia de daño y 4= muerte de planta).

- Biomasa (g.m⁻²): se determinó la producción de biomasa fresca y seca después de permanencia en estufa (48 hs a 90°C) en dos momentos. La primera evaluación se realizó en el estado C1 de elongación (según la escala CETIOM, 2012) a los 57 dps. y la segunda al momento de la floración (82 dps.). A tales efectos se cortaron las plantas en 4 m. lineales de los surcos centrales de la parcela.

- Rendimiento y componentes: muestra de plantas colectadas en 4 metros en las hileras del centro de la parcela de los distintos tratamientos, fueron trilladas registrándose el total de plantas en la muestra, el total de silicuas, el peso total (planta más grano), peso correspondiente de los granos. Estas determinaciones se expresaron en rendimiento por planta y silicuas, por metro cuadrado o hectárea respectivamente. También se estimó peso de 1000 granos.

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.6.1. Modelo estadístico

El diseño experimental propuesto para los experimentos fue en DBCA con tres repeticiones. Según el modelo estadístico: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$

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

i- 1; 2; 3...10 tratamientos

j- 1; 2; 3 bloques

μ - media poblacional

τ - efecto tratamiento ($\tau_1; \tau_2; \tau_3; \dots; \tau_{10}$)

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

ε_{ij} - error experimental

3.6.2. Análisis estadístico

Mediante el programa informático INFOSTAT, se realizó el procesamiento estadístico de los datos, utilizándose el análisis de varianza ANAVA y cuando se observó efecto significativo, las medias fueron analizadas mediante análisis comparativo múltiple (Tukey) al 5 %.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En referencia a la importancia de los efectos climáticos, fundamentalmente temperatura y precipitaciones tienen en la selectividad de los herbicidas se presenta a continuación la información relativa durante el período experimental.

Como se observa en la Figura No. 2 las temperaturas en los días previos a la aplicación de los herbicidas tanto pre como postemergentes fue baja, pero en los días posteriores se constataron temperaturas favorables para el crecimiento vegetal.

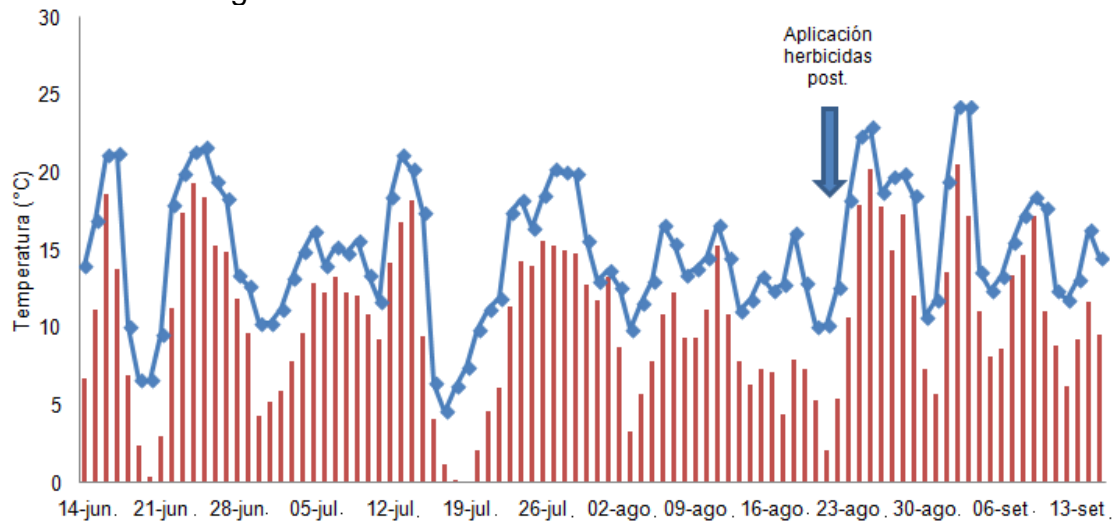


Figura No. 2. Temperatura mínima y media desde la aplicación de los herbicidas preemergentes a los 20 días de la aplicación de los herbicidas postemergentes

En cuanto a las precipitaciones, como se observa en la Figura No. 3 los días posteriores a la aplicación de los herbicidas preemergentes como en los días previos a la aplicación de los postemergentes se presentaron condiciones hídricas normales sin eventos que pudieran haber incidido significativamente en la dinámica de los herbicidas en suelo o planta.

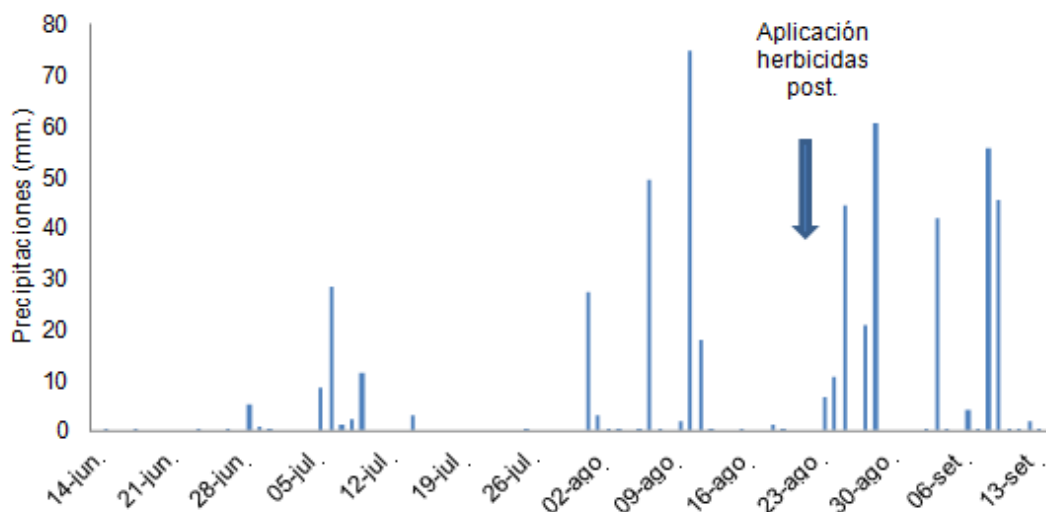


Figura No. 3. Precipitaciones desde la aplicación de los herbicidas preemergentes a los 20 días de la aplicación de los herbicidas postemergentes

Cabe aclarar que para la realización del siguiente experimento no se siguió el protocolo de estudios de selectividad rigurosamente, ya que solo se utilizó la dosis recomendada de los herbicidas y se realizó el desmalezado. Por lo tanto fue considerado un estudio preliminar.

Por otra parte, también en la aplicación de los herbicidas postemergente existió un desajuste. Si bien estos tratamientos fueron aplicados en el mismo momento en los cultivares Rivette y Avanza siendo que carinata posee un ciclo más largo, con aproximadamente 20 días más en el período emergencia – 10 % de floración, debería haber sido ajustado diferencialmente según cultivar contemplando el mejor momento en cada uno.

A continuación se presentan y discuten por separado los resultados para *Brassica napus* variedad “Rivette” y *Brassica carinata* variedad “Avanza”.

4.1. RESULTADOS DEL ENSAYO EN *Brassica napus* VAR. RIVETTE

Resulta importante aclarar previo a la presentación y discusión de estos resultados que fue necesario eliminar el tratamiento 10 del experimento pues se constataron serios problemas de implantación en dos de las 3 repeticiones de este tratamiento.

Este experimento se cosechó un mes antes por tener un menor largo de ciclo.

4.1.1. Población

La población lograda resultó alta alcanzando las 100 pl.m⁻² a los 20 dps. (Figura No. 4). Como puede observarse en la misma figura, ya en la segunda estimación, a los 14 dps. se registró una muy alta población de plantas.

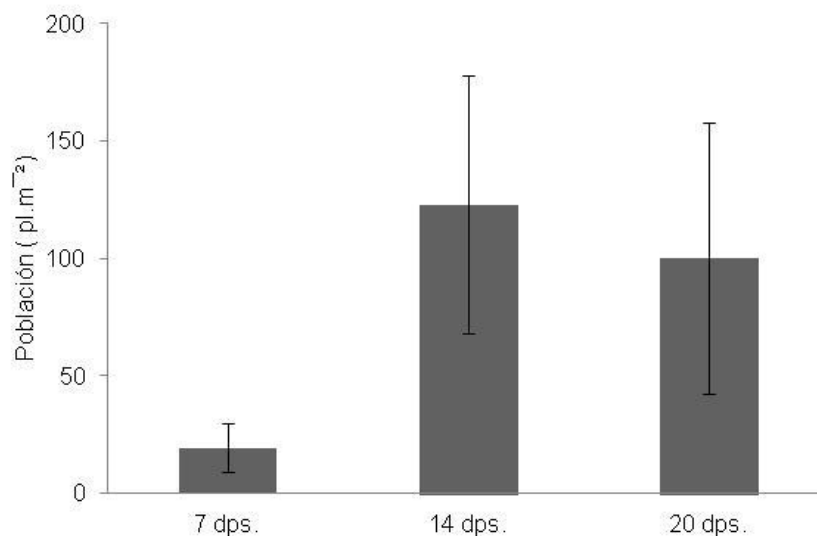
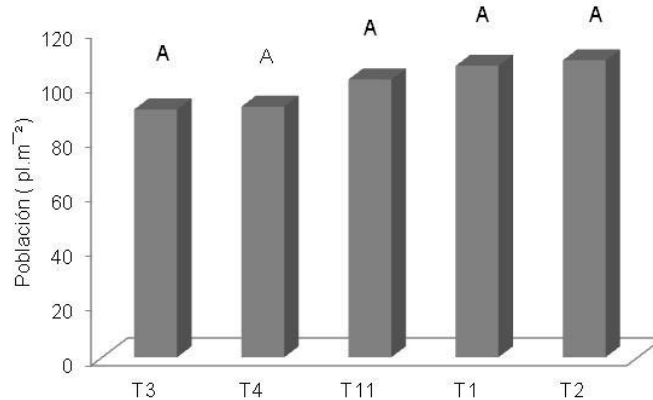


Figura No. 4. Población de plantas (pl. m⁻²) a los 7, 14 y 20 dps., con desviación estándar en *Brassica napus* var. Rivette

En ninguna de estas estimaciones se detectó efecto de tratamiento. Las 3 estimaciones fueron realizadas antes de la aplicación de los postemergentes y por lo tanto no existiendo efectos es posible afirmar que los tratamientos preemergentes ensayados no afectaron la implantación de colza variedad

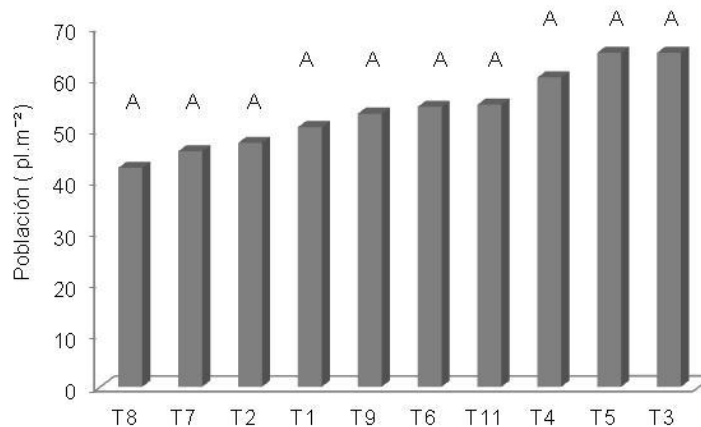
Rivette. Las poblaciones de plantas en los tratamientos de preemergencia (T1, T2, T3, T4) resultaron similares a la estimada en el testigo (Figura No. 5).



T3 clomazone; T4 clopiralid; T11 testigo; T1 trifluralina; T2 sulfentrazone

Figura No. 5. Población de plantas (pl. m⁻²) a los 20 dps. en *Brassica napus* var. Rivette

Al momento de la floración también se realizó una estimación de las poblaciones logradas en los distintos tratamientos. Como resultaba previsible, la población fue más baja, promediando las 63 pl.m⁻² en el ensayo. Tampoco en ese momento se observaron efectos de la aplicación de herbicidas, resultando similares las poblaciones en todos los tratamientos tanto de preemergencia, como de postemergencia y en el testigo (Figura No. 6).

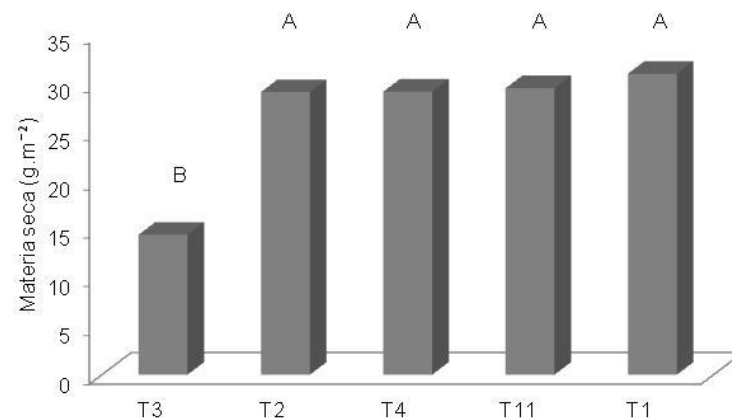


T8 dicamba; T7 aminopirialid; T2 sulfentrazone; T1 trifluralina; T9 clomazone post; T6 carfentrazone; T11 testigo; T4 clopiralid; T5 diflufenican; T3 clomazone pre.

Figura No. 6. Población de plantas (pl. m⁻²) en floración en *Brassica napus* var. Rivette

4.1.2. Biomasa

En la primera estimación de biomasa, realizada al momento C1, el ANAVA detectó efectos de tratamiento ($p < 0,05$, Figura No. 7). Cabe recordar que cuando se realizó esta determinación habían transcurrido 57 días de la aplicación de los preemergentes y aún no se habían aplicado los tratamientos postemergentes.



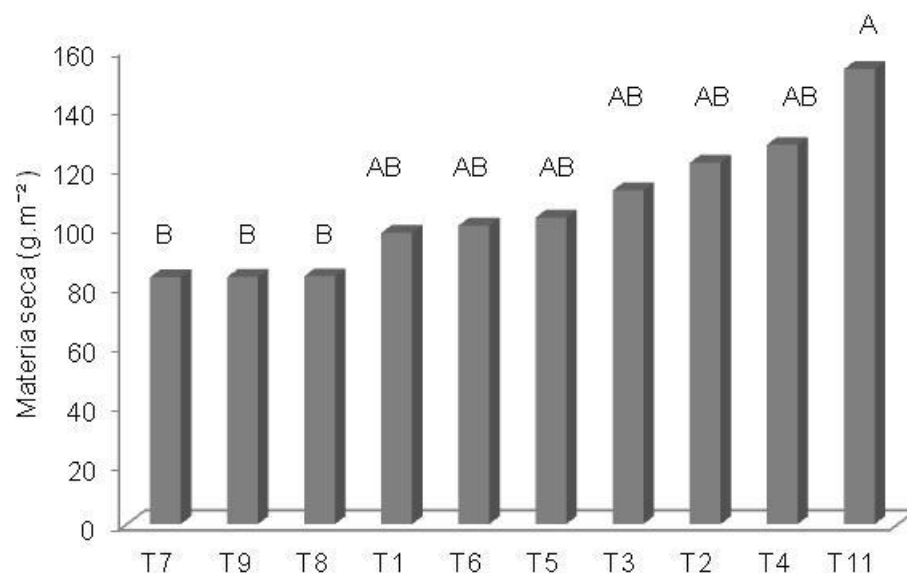
T3 clomazone; T2 sulfentrazone; T4 clopiralid; T11 testigo; T1 trifluralina.

Figura No. 7. Biomasa (g MS. m⁻²) para los tratamientos preemergentes y el testigo al momento C1

En el tratamiento con clomazone (T3) se determinó solo el 49% de la materia seca producida en testigo, mientras que en los restantes tres tratamientos preemergentes (T2, T4 y T1) la biomasa estimada resultó igual a la alcanzada en el testigo.

Este resultado está destacando una respuesta fitotóxica en colza con la aplicación de clomazone y es coincidente con los resultados encontrados en el trabajo de Belgeri (2015), quien encontró que este herbicida en aplicaciones tanto en pre como en postemergencia, fue el que presentó mayores daños visuales.

En la segunda determinación de biomasa, realizada al momento de la floración de la colza 82 días y 12 días post aplicación de los preemergentes y postemergentes respectivamente, también se detectó efecto de tratamiento ($p < 0,05$, Figura No. 8).



T7 aminopirald; T9 clomazone post; T8 dicamba; T1 trifluralina; T6 carfentrazone;
T5 diflufenican; T3 clomazone pre; T2 sulfentrazone; T4 clopiralid; T11 testigo.

Figura No. 8. Biomasa (g MS. m⁻²) para los todos los tratamientos al momento de floración

Los tratamientos postemergentes T7, T8 y T9 (aminopirald, dicamba y clomazone respectivamente) difirieron del testigo, mostrando similares reducciones de la MS. (46%). Los restantes tratamientos mostraron un comportamiento intermedio sin diferir de estos ni del testigo.

Estos resultados estarían indicando efectos de detención del crecimiento por efecto de los tratamientos de postemergencia T7, T8 y T9; recientemente aplicados. De la misma manera puede concluirse que los otros dos tratamientos de postemergencia T5 y T6 mostraron mayor selectividad comparativa.

De todas formas siendo que ninguno de los tratamientos es totalmente similar al testigo podría considerarse que se evidenció, prácticamente para todos los tratamientos herbicidas, efecto depresor en la producción de biomasa estimada a floración.

Por otra parte, considerando que solo habían transcurrido 12 días post-aplicación de los herbicidas de postemergencia si bien es posible afirmar que existan mayores fitotoxicidades con los tratamientos T7, T8 y T9 que con T5 y

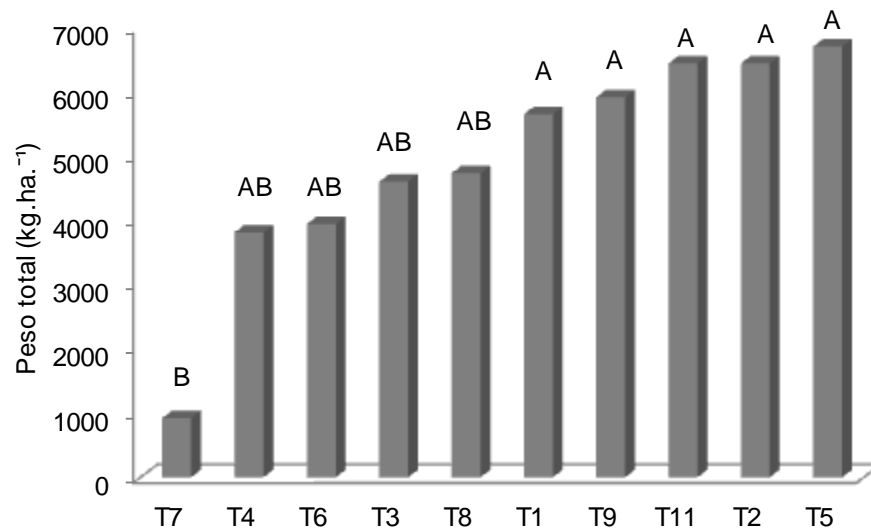
T6 no sería válido compararlos con los de preemergencia. Es normal que ocurran disminuciones de la biomasa en los días posteriores a la aplicación, como que también los efectos sean transitorios y exista recuperación.

En relación a este aspecto, se destaca el resultado para el tratamiento 3. Este tratamiento que mostrara una importante reducción de la MS. en la determinación anterior (C1) resultó ahora similar a los restantes tratamientos de postemergencia e inclusive similar al testigo, evidenciando la transitoriedad del efecto.

4.1.3. Rendimiento final

Para todas las variables analizadas (peso total, peso grano, peso 1000 granos, e índice de cosecha) el ANAVA detectó efecto de los tratamientos.

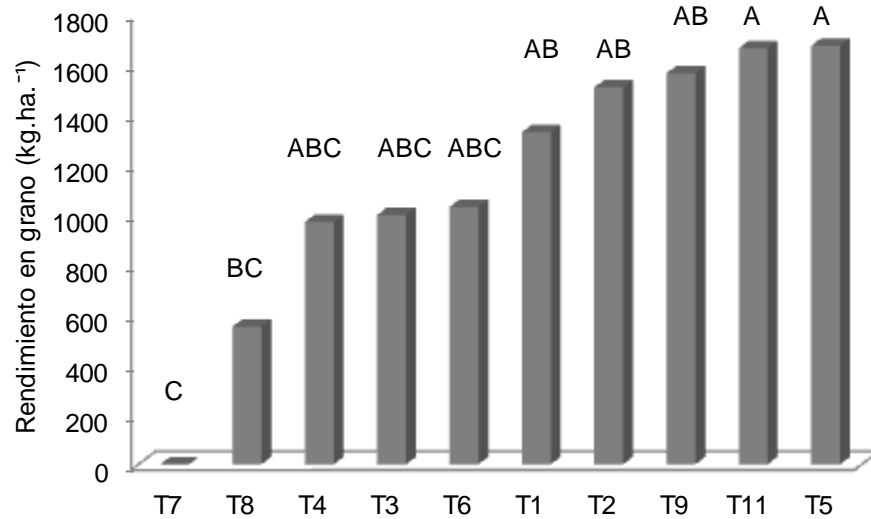
En relación al peso total el menor rendimiento se encontró en el tratamiento T7 (aminopiraldid) que resultó significativamente distinto ($p=0,004$) al testigo, mostrando una reducción de 86 % respecto a este tratamiento (Figura No. 9).



T7 aminopiraldid; T4 clopiraldid; T6 carfentrazone; T3 clomazone pre; T8 dicamba; T1 trifluralina; T9 clomazone post; T11 testigo; T2 sulfentrazone; T5 diflufenican.

Figura No. 9. Peso total (planta mas grano kg. ha.⁻¹) para todos los tratamientos al momento de la cosecha

Los efectos en el rendimiento en grano ($p=0,0004$) mostraron algunas variantes. Se encontraron mayores variaciones entre tratamientos y también diferencias en el comportamiento relativo (Figura No. 10).

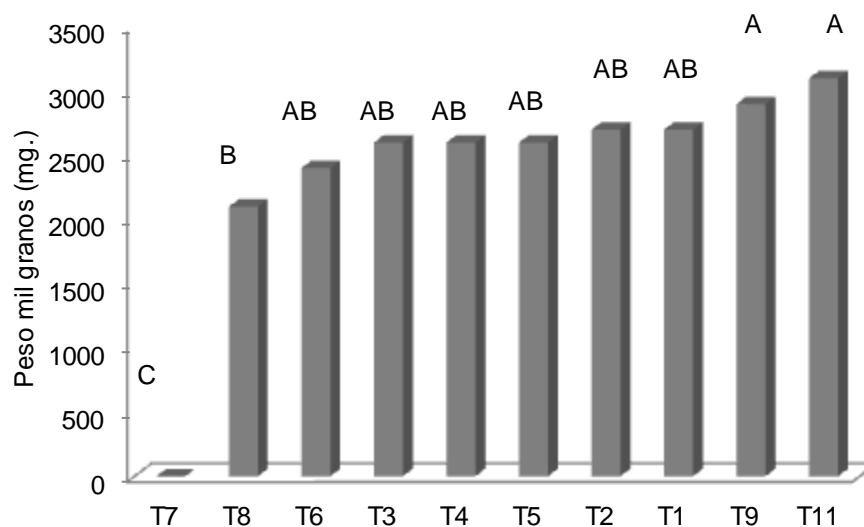


T7 aminopirialid; T8 dicamba; T4 clopiralid; T3 clomazone pre; T6 carfentrazone; T1 trifluralina; T2 sulfentrazone; T9 clomazone post; T11 testigo; T5 diflufenican.

Figura No. 10. Rendimiento en grano (kg. ha.⁻¹) para todos los tratamientos

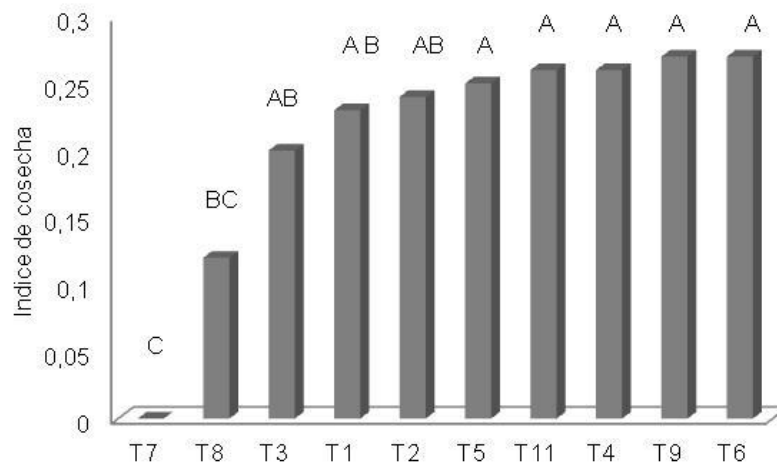
Como puede observarse en el tratamiento 7 no existió rendimiento en grano y también el tratamiento 8 con dicamba tuvo un muy bajo rendimiento en grano, pese a que su rendimiento en peso total estuviera entre los mejores y fuera similar al testigo.

Siendo que los pesos de 1000 granos (Figura No. 11) mostraron idénticas tendencias a las observadas para el rendimiento en grano, la explicación para el tratamiento 8 parece estar en el resultado a nivel del índice de cosecha (Figura No. 12).



T7 aminopirialid; T8 dicamba; T4 clopiralid; T3 clomazone pre; T6 carfentrazone; T1 trifluralina; T2 sulfentrazone; T9 clomazone post; T11 testigo; T5 diflufenican

Figura No. 11. Peso de mil granos (mg.) para todos los tratamientos



T7 aminopirialid; T8 dicamba; T3 clomazone pre; T1 trifluralina; T2 sulfentrazone; T5 diflufenican; T11 testigo; T4 clopiralid; T9 clomazone post; T6 carfentrazone

Figura No. 12. Índice de cosecha para todos los tratamientos

El índice de cosecha ($p < 0,001$) fue cero en el tratamiento 7 y muy bajo en el caso del tratamiento 8.

El rendimiento en grano en los tratamientos con clopiralid, clomazone pre y carfentrazone mostraron un comportamiento intermedio similar al testigo pero sin lograr diferenciarse del T8. En estos tratamientos el rendimiento guarda relación con menores rendimientos totales fundamentalmente aunque en el caso de clomazone pre se suma un menor índice de cosecha. Cabe recordar que este fuera el único tratamiento de preemergencia en el que se detectaran efectos depresores en la biomasa en la estimación en C1.

El caso de los tratamientos T9 y T5, de clomazone post y diflufenican respectivamente, que resultaron los de mejor comportamiento en rendimiento final no llama la atención siendo que siempre presentaron altos valores en todas las variables al momento de la cosecha (peso total, índice de cosecha, peso de 1000 granos). De cualquier forma resulta destacable este comportamiento final alcanzado en el clomazone post en consideración de los efectos observados al momento de la estimación de biomasa en floración y permiten concluir que existió una importante recuperación.

4.1.4. Sintomatología de daño

Primer registro (19/07) en esta primera fecha de observación el objetivo fue observar los efectos de los tratamientos preemergentes (T1, T2, T3 y T4) siendo que los postemergentes aún no habían sido aplicados.

En el tratamiento T1 (trifluralina) no se observó ningún efecto de sintomatología (Figura No. 13).



Figura No.13. Tratamiento 1 trifluralina

En el T2 (sulfentrazone) se observaron hojas con color verde más pálido, nervaduras amarillas o blanquecinas, esto se vio más acentuado en la base de las hojas (Figuras No. 14 y No. 15).



Figura No.14. Tratamiento 2 sulfentrazone



Figura No.15. Detalle de daño del tratamiento 2 sulfentrazone

En el T3 (clomazone) se observaron grandes daños mostrando las hojas la sintomatología típica del herbicida, hojas con bordes blanquecinos, hasta totalmente blancas. También en coincidencia con lo estimado en las lecturas de implantación no se observaron efectos a nivel de la emergencia de plantas. Esto coincide con el trabajo de Belgeri (2015) donde se observaron mayores daños visuales tanto en aplicaciones pre como postemergentes (Figuras No. 16 y No. 17).



Figura No. 16. Tratamiento 3 clomazone



Figura No.17. Detalle de daño del tratamiento 3 clomazone

En el T4 (clopiralid) se observaron hojas con puntos amarillos y tejido necrosado en diferentes partes de la hoja (Figuras No. 18 y No. 19).



Figura No. 18. Tratamiento 4 clopiralid



Figura No.19. Detalle de daño del tratamiento 4 clopiralid

Segundo registro (31/08) en esta segunda fecha se observaron los efectos tanto de los tratamientos preemergentes con los de las aplicaciones postemergentes.

Se observaron importantes recuperaciones de los daños observados en el primer registro. Aún cuando persistían algunos síntomas de los observados, fundamentalmente en el T3 (clomazone), donde se observaron diferencias en la producción de MS. en C1 comparando con los restantes preemergentes y el testigo (Figura No. 20). El estado general de las parcelas se mostraba similar al del testigo sin aplicación.



Figura No. 20. Tratamiento 3 clomazone

Por el contrario se observaron varias expresiones de daño en los tratamientos postemergentes, mínimos casi inexistentes en los tratamientos T5 (diflufenican, Figura No. 21).



Figura No. 21. Tratamiento 5 diflufenican

En el T6 (carfentrazone) se observaron hojas de color amarillo, con distinto grado de secado y necrosis en algunos casos fundamentalmente en los bordes de las hojas (Figura No. 22).



Figura No. 22. Tratamiento 6 carfentrazone

En el T7 (aminopirialid) y T8 (dicamba) se observó una sintomatología de daño importante siendo más grave en T7 mostrando hojas más amarillas (Figuras No. 23 y No. 24). Ambos presentaban deformaciones y retorcimientos con pecíolos doblados, hojas volcadas y acartonadas mostrándose reducciones en el crecimiento (Figura No. 25). En el caso del T7 también se veían muchas hojas amarillas e inclusive con tintes violáceos y áreas necróticas.

Según un trabajo realizado por Vigna et al. (2012), observaron que cuando se aplicó el herbicida aminopirialid éste provocó la menor fitotoxicidad, mientras que el herbicida dicamba fue intermedio. Por otro lado, Gigón et al. (2013), cuando evaluaron la fitotoxicidad del herbicida dicamba, observaron que si bien la misma fue baja, algunas plantas presentaban síntoma de “cucharita”.



Figura No. 23. Tratamiento 7 aminopirialid



Figura No. 24. Detalle de daño del tratamiento 7 aminopiraldin



Figura No. 25. Tratamiento 8 dicamba

El tratamiento T9, mostró muchas hojas afectadas, con variable secado y el típico color blanquecino, permaneciendo las nervaduras de color verde. Este síntoma parecía solo estar afectando el estrato superior (Figuras No. 26 y No. 27).



Figura No. 26. Tratamiento 9 clomazone



Figura No. 27. Detalle de daño del tratamiento 9 clomazone

4.2. RESULTADOS DEL ENSAYO EN *Brassica carinata* VAR. AVANZA

4.2.1. Población

En las dos primeras lecturas de implantación (a los 7 y 14 dps.) no se detectaron diferencias por efecto herbicidas en los tratamientos preemergentes. El resultado era el esperable pues se observaron importantes problemas de implantación por compactación de suelo y desuniformidad en la emergencia (Figura No. 28).

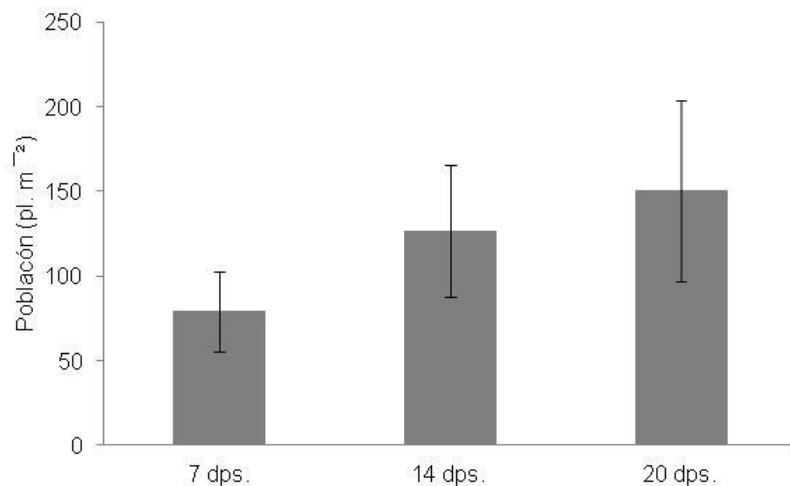
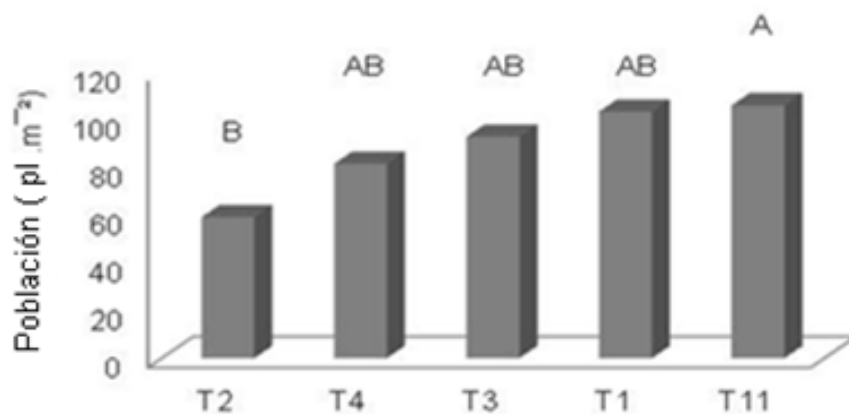


Figura No. 28. Población de plantas (pl. m⁻²) a los 7, 14 y 20 dps., con desviación estándar en *Brassica carinata* var. Avanza

En la tercera evaluación, realizada a los 20 dps., sí se observaron efectos a nivel de tendencia ($p < 0,05$) resultando el T2 con sulfentrazone con menor implantación que el testigo sin aplicación de herbicidas en coincidencia con las observaciones visuales que venían realizándose (Figura No. 29).



T2 sulfentrazone; T4 clopiralid; T3 clomazone; T1 trifluralina; T11 testigo

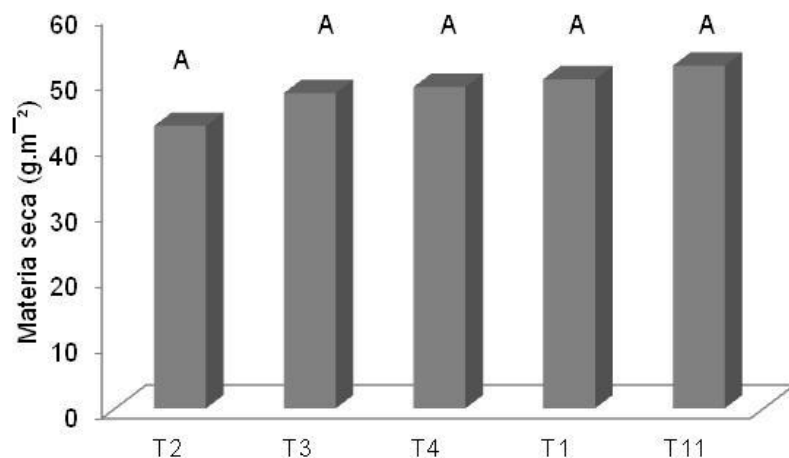
Figura No. 29. Población de plantas (pl. m⁻²) en los tratamientos preemergentes y el testigo

Como se observa el tratamiento con sulfentrazone mostró una reducción de la población de plantas del 44% en comparación al testigo. Los restantes tratamientos mostraron un comportamiento intermedio sin diferenciarse del testigo ni del tratamiento 2 que tuviera la menor implantación.

4.2.2. Biomasa

Al momento de esta determinación (C1) todavía no habían sido aplicados los tratamientos de postemergencia, por lo que solo permitió evaluar el efecto de los tratamientos preemergentes a nivel de esta variable. El ANAVA no detectó efectos de tratamientos, y por lo tanto todos resultaron similares al testigo y entre sí.

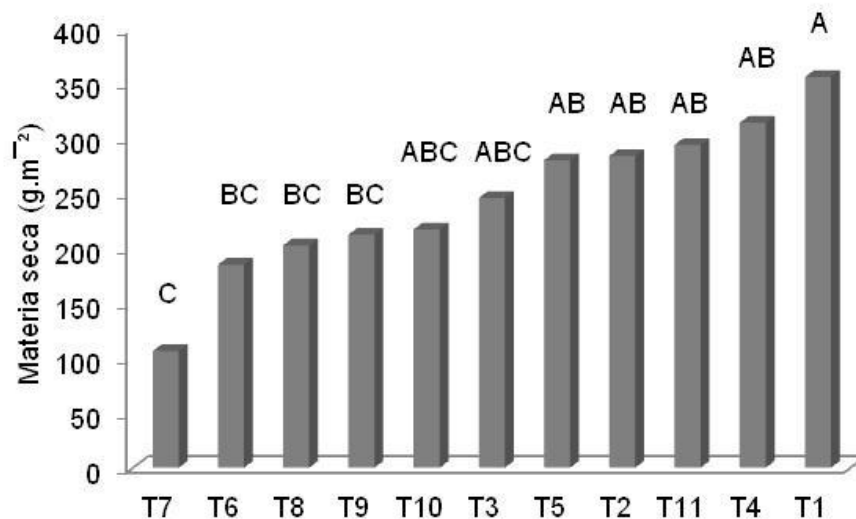
Los efectos iniciales observados con el tratamiento de sulfentrazone no se evidenciaron en esta determinación de biomasa, pudiendo pensarse que existieron efectos de compensación u otra forma de recuperación que permitieron iguales biomásas por área al momento C1 (Figura No. 30).



T2 sulfentrazone; T3 clomazone; T4 clopiralid; T1 trifluralina; T11 testigo.

Figura No. 30. Biomasa (g MS. m⁻²) para los tratamientos preemergentes y el testigo al momento C1

En la siguiente estimación, realizada en el entorno de la floración, se detectaron efectos de tratamiento ($p= 0,002$), constatándose diferencias con el testigo como entre tratamientos (Figura No. 31).



T7 aminopirialid; T6 carfentrazone; T8 dicamba; T9 clomazone post; T10 clopiralid post; T3 clomazone pre; T5 diflufenican; T2 sulfentrazone; T11 testigo; T4 clopiralid pre; T1 trifluralina.

Figura No. 31. Biomasa (g MS. m⁻²) para los todos los tratamientos al momento de floración

Aun cuando no presentan diferencias significativas llama la atención el resultado para los tratamientos trifluralina y clopiralid pre los que presentan promedios mayores al testigo.

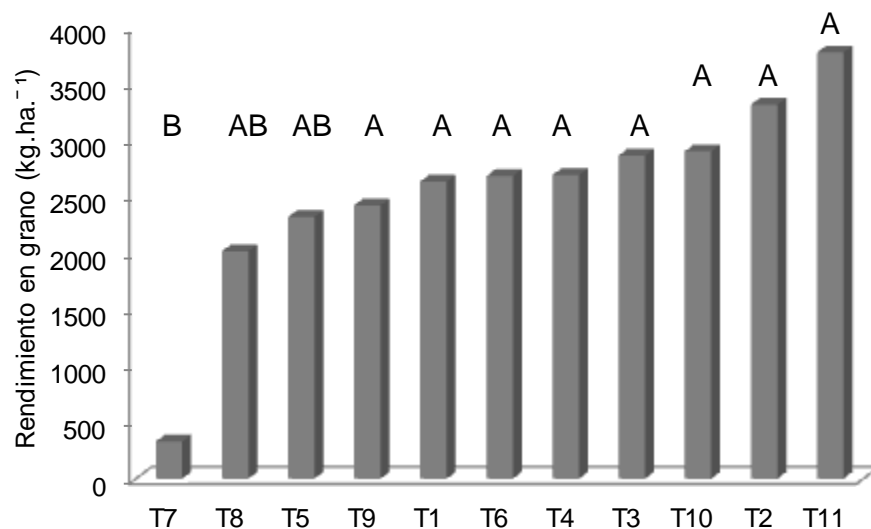
En general y en coincidencia con las estimaciones visuales de daño que después se comentaran, los tratamientos de preemergencia mostraron un desempeño similar al testigo y los de postemergencia, exceptuando el diflufenican, reducciones en la biomasa producida.

Podría considerarse que el resultado para los post tenga relación con los pocos días post aplicación transcurridos al momento de esta determinación y que de completarse recuperaciones posteriores mejoraran comparativamente.

Sin embargo resulta destacable la fuerte reducción en la materia seca estimada en el tratamiento con aminopirialid, que presentara una reducción del 65% en relación al testigo.

4.2.3. Rendimiento final

El rendimiento final mostró relación aproximada con la última determinación de biomasa realizada en el entorno de la floración y mucho con el nivel de daño observado a campo. El rendimiento en el tratamiento con aminopirialid resultó fuertemente afectado disminuyendo al punto de casi no existir cosecha (Figura No. 32).



T7 aminopirialid; T8 dicamba; T5 diflufenican; T9 clomazone post; T1 trifluralina; T6 carfentrazone; T4 clopiralid; T3 clomazone pre; T10 clopiralid; T2 sulfentrazone; T11 testigo

Figura No. 32. Rendimiento en grano (kg. ha.⁻¹) para todos los tratamientos

El tratamiento con dicamba pese a que no fuera significativamente diferente del testigo, tampoco se diferenció del aminopirialid y mostró como esperable un pobre comportamiento. En consideración de los resultados de biomasa en floración podría mencionarse una mejora comparativa en carfentrazone y llamativos resultados en diflufenican.

Diflufenican no logró diferenciarse de dicamba ni tampoco del tratamiento con el peor rendimiento aminopirialid, sin mostrar relación con los resultados anteriores y tampoco con los de sintomatología de daño que se comentaran a continuación.

A nivel de los componentes, el total de silicuas fue estadísticamente similar en todos los tratamientos a excepción del aminopirialid que produjo sustancialmente menor cantidad. Los tratamientos de clomazone post, dicamba y diflufenican mostraron un comportamiento intermedio y sin diferenciarse del testigo, tampoco se diferenciaron del tratamiento con aminopirialid. En el peso de 1000 granos, ningún tratamiento se diferenció del testigo y los valores oscilaron de 3200 a 4300 miligramos.

4.2.4. Sintomatología de daño

Primer registro (19/07) las observaciones en esta fecha tuvieron por objetivo relevar posibles efectos de los tratamientos preemergentes T1, T2, T3 y T4 siendo que los postemergentes aún no habían sido aplicados.

Las observaciones combinadas de sintomatología y estado general de las parcelas no permitieron asignar ningún efecto a los tratamientos T1 (trifluralina) ni T4 (clopiralid) en los que el cultivo se mostraba en condiciones similares al testigo (Figuras No. 33 y No. 34).



Figura No. 33. Tratamiento 1 trifluralina



Figura No. 34. Tratamiento 4 clopiralid

En el T2 (sulfentrazone) se observó raleo de plantas coincidiendo con el resultado de las lecturas de implantación y también hojas con color verde más pálido, algunas nervaduras amarillas y también algún grado de achaparramiento generalizado (Figura No. 35).



Figura No. 35. Tratamiento 2 sulfentrazone

En el T3 (clomazone) se observaron daños mostrando las hojas la sintomatología típica del herbicida, con blanqueamiento hasta total en las primeras hojas y hojas con secado en los bordes. También en coincidencia con lo estimado en las lecturas de implantación no se observaron efectos a nivel de la emergencia de plantas (Figuras No. 36 y No. 37).



Figura No. 36. Tratamiento 3 clomazone

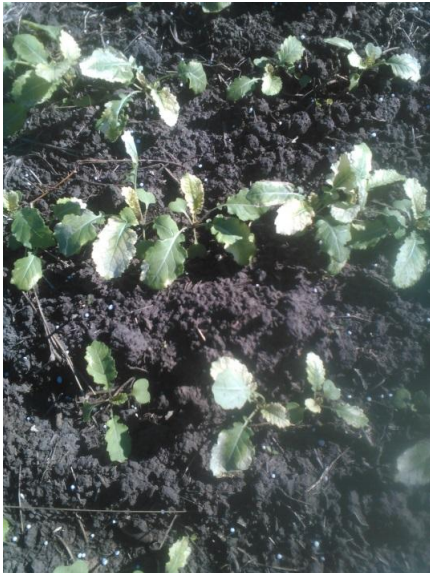


Figura No. 37. Detalle de daño del tratamiento 3 clomazone

Segundo registro (31/08) en esta fecha se relevaron los efectos tanto de los preemergentes con los de las aplicaciones postemergentes.

En primer lugar, cabe destacar que se observaron importantes recuperaciones de los daños observados en el primer registro. Aún cuando persistían algunos síntomas de los observados, fundamentalmente en el T3 (clomazone) el estado general de las parcelas se mostraba similar al del testigo sin aplicación (Figura No. 38).



Figura No. 38. Tratamiento 3 clomazone

Por el contrario se observaron varias expresiones de daño en los tratamientos postemergentes, mínimos casi inexistentes en los tratamientos T5 (diflufenican) y T10 (clopiralid) y variados en los restantes.

En el T6 (carfentrazone) se registró hasta un 40% de hojas con distinto grado de secado y necrosis en algunos casos (Figura No. 39).



Figura No. 39. Tratamiento 6 carfentrazone

En el T7 (aminopirialid) y T8 (dicamba) la sintomatología fue similar, mostrándose mayor daño en el T7. Ambos presentaban deformaciones y retorcimientos con pecíolos doblados y hojas volcadas y acartonadas. En el caso del T7 también se veían muchas hojas amarillas e inclusive con tintes violáceos y áreas necróticas, encontrándose las plantas contra el suelo (Figuras No. 40 y No. 41).



Figura No. 40. Tratamiento 7 aminopiridid



Figura No. 41. Tratamiento 8 dicamba

El tratamiento T9, mostró muchas hojas afectadas, observándose el típico color blanquecino aunque parecía solo estar afectado el estrato superior, en algunas hojas era total (Figura No. 42).



Figura No. 42. Tratamiento 9 clomazone

5. CONCLUSIONES

5.1. ENSAYO DE *Brassica napus* var. "Rivette"

Ninguno de los tratamientos estudiados afectó la población de plantas. La implantación fue similar en todos los tratamientos preemergentes y no se constató mortalidad de plantas en ninguno de los tratamientos postemergentes ensayados.

El herbicida clomazone en preemergencia redujo la producción de biomasa en C1 aunque existió recuperación total al momento de floración. Los herbicidas aminopirialid, dicamba y clomazone en postemergencia redujeron la biomasa en floración en aproximadamente un 46% respecto al testigo.

El rendimiento final también se vio afectado. Aminopirialid no logró rendimiento alguno, en dicamba fue muy bajo y aunque con algunas variaciones, los restantes tratamientos no difirieron del testigo sin aplicación demostrando interesante selectividad.

5.2. ENSAYO DE *Brassica carinata* var. "Avanza"

Se detectó efecto de tratamiento herbicida en la implantación y fue resultado de una reducción del 44% en el total de plantas.m² estimada con sulfentrazone.

Pese al efecto observado en la implantación con sulfentrazone, ni este herbicida ni los restantes preemergentes afectaron la biomasa estimada en C1.

Se encontraron diferencias en la biomasa de colza carinata en floración. Los tratamientos postemergentes con aminopirialid, carfentrazone, dicamba y clomazone redujeron significativamente la materia seca en comparación con el testigo.

El rendimiento final también mostró efecto de los tratamientos aplicados. Aminopirialid postemergente prácticamente no rindió, dicamba y diflufenican también en postemergencia, tuvieron un rendimiento intermedio y los restantes tratamientos de pre y postemergencia alcanzaron rendimientos similares al testigo.

6. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” de la Facultad de Agronomía, durante el período de junio a diciembre 2017. El objetivo fue evaluar la selectividad de distintas opciones de tratamientos herbicidas de pre y postemergencia en *Brassica napus* variedad “Rivette” y *Brassica carinata* variedad “Avanza”. Los tratamientos ensayados fueron trifluralina, sulfentrazone, clomazone y clopiralid en preemergencia y diflufenican, carfentrazone, aminopirialid, dicamba, clomazone y clopiralid en postemergencia tanto en el Experimento 1 evaluando con *B. napus* como en el Experimento 2 evaluando con *B. carinata*. El diseño experimental utilizado de Bloques Completos al Azar (DBCA), con tres repeticiones en los dos experimentos. Los resultados obtenidos en *Brassica napus* mostraron que ninguno de los tratamientos estudiados afectó la población de plantas. El herbicida clomazone en preemergencia redujo la producción de biomasa en C1, aunque existió recuperación al momento de la floración. Los herbicidas aminopirialid, dicamba y clomazone en postemergencia redujeron la biomasa en floración a la mitad aproximadamente respecto al testigo. El rendimiento final también se vio afectado, no logrando rendimiento en el caso de aminopirialid, siendo muy bajo en el caso de dicamba y aunque con algunas variaciones, los restantes tratamientos no difirieron del testigo sin aplicación demostrando interesante selectividad. En *Brassica carinata* se detectó efecto de tratamiento herbicida en la implantación y fue resultado de una reducción del 44% en el total de plantas.m² con sulfentrazone. La biomasa estimada en C1 no se vio afectada por los tratamientos preemergentes y si se encontraron diferencias en la biomasa a floración, donde los tratamientos postemergentes con aminopirialid, carfentrazone, dicamba y clomazone redujeron significativamente la materia seca en comparación con el testigo. El rendimiento final también mostró efecto de los tratamientos aplicados. Aminopirialid prácticamente no presentó rendimiento, dicamba y diflufenican tuvieron un rendimiento intermedio, mientras que los restantes tratamientos de pre y postemergencia alcanzaron rendimientos similares al testigo.

Palabras clave: *Brassica napus*; *Brassica carinata*; Herbicidas; Selectividad.

7. SUMMARY

The present work was carried out in the Experimental Station "Dr. Mario A. Cassinoni", Faculty of Agronomy, during the period from June to December 2017. The objective was to evaluate the selectivity of herbicide treatment applied in pre and postemergence in *Brassica napus* variety "Rivette" (Experiment 1) and in *Brassica carinata* variety "Avanza" (Experiment 2). Preemergence treatments tested were trifluralin, sulfentrazone, clomazone and clopyralid. Postemergence treatments were diflufenican, carfentrazone, aminopyralid, dicamba, clomazone and clopyralid. The experimental design used, in both experiments was a Random Complete Blocks (DBCA), with three repetitions. Results obtained in *Brassica napus* showed that none of the treatments studied affected plant population. Clomazone in preemergence reduced the production of biomass in C1, although there was recovery at the time of flowering. Aminopyralid, dicamba and clomazone postemergence reduced biomass at flowering at approximately half of the control. The final yield was also affected and so with aminopyralid yield was zero and very low with dicamba. Although with some variations, the remaining treatments did not differ from the control without application demonstrating interesting selectivity. In *Brassica carinata* preemergent herbicide treatment effect was detected in implantation and was the result of a 44% reduction in the total number of plants.m² with sulfentrazone. The biomass estimated in C1 was not affected by the pre-emergent treatments but differences were found in biomass at flowering, where postemergent treatments with aminopyralid, carfentrazone, dicamba and clomazone significantly reduced dry matter compared to the control. The final yield also showed an effect of the treatments applied. Aminopyralid practically did not yield, dicamba and diflufenican had an intermediate performance, while the remaining treatments of pre and postemergence reached similar yields to the control.

Keywords: *Brassica napus*; *Brassica carinata*; Herbicides; Selectivity.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar, E. 2017. Protocolo para ensayos de eficacia con herbicidas. (en línea). San Francisco, CA, SCRIBD. 5 p. Consultado 2 jul. 2019. Disponible en <https://es.scribd.com/document/357475410/Protocolo-Para-Ensayos-de-Eficacia-Con-Herbicidas1>
2. Aguirre, M.; Uriarte, I. 2010. Respuesta del cultivo de colza-canola (*Brassica napus*) a las condiciones físico-químicas del suelo a nivel de chacra. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 50 p.
3. Altamirano A.; Da Silva H.; Echeverría A.; Panario D.; Puentes R. 1976. Carta de reconocimientos de suelos del Uruguay: clasificación de suelos. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.
4. Barker, B. 2015. Carinata taxiing for take-off. (en línea). Top Crop Manager. Feb.: s.p. Consultado 18 mar. 2019. Disponible en <https://www.topcropmanager.com/carinata-taxiing-for-take-off-16441/>
5. Belgeri, A. 2015. Selectividad de herbicidas en colza. (en línea). In: Congreso Latinoamericano de Malezas (22º., 2015, Buenos Aires). Actas. Buenos Aires, ASACIM. pp. 215-218. Consultado 20 nov. 2018. Disponible en <http://www.asacim.org.ar/wp-content/uploads/2016/07/ActasArgentina2015.pdf>
6. Cardone, M.; Mazzoncini, M.; Menini, S.; Rocco, V.; Senatore, A.; Seggiani, M.; Vitolo, S. 2003. Brassica carinata as an alternative oil crop for the production of biodiesel in Italy: agronomic evaluation, fuel production by transesterification and characterization. (en línea). Biomass and Bioenergy. 25: 623-636. Consultado 31 jul. 2018. Disponible en http://www.academia.edu/13104585/Brassica_carinata_as_an_alternative_oil_crop_for_the_production_of_biodiesel_in_Italy_agronomic_evaluation_fuel_production_by_transesterification_and_characterization
7. Caseley, J. C. 1996. Herbicidas. (en línea). In: Labrada, R.; Caseley, J. C.; Parker, C. eds. Manejo de malezas para países en desarrollo. Roma, FAO. s.p. Consultado 26 set. 2018. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s0e.htm>

8. CETIOM (Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains, FR). 2012. Stades repères du colza. (en línea). Liverdun. s.p. Consultado 26 set. 2018. Disponible en <http://www.cetiom.fr/colza/cultiver-du-colza/atouts-rendez-vous/stades-reperes/>
9. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO). 1981. Principios básicos sobre la selectividad de los herbicidas: guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Cali, 40 p. (Serie 04SW-01. 03).
10. Chaudhry, S.; Hussain, M.; Iqbal, J. 2011. Effect of different herbicides on weed control and yield of canola (*Brassica napus*). Journal Agricultural Research. 49(4): 483-488.
11. Engler, P. L.; Vicente, G. R.; Cancio, R. A. 2008. La colza en los sistemas agrícolas entrerrianos: una oportunidad como cultivo de invierno. (en línea). Paraná, INTA. 8 p. Consultado 26 set. 2018. Disponible en <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-colza-en-sistemas-agricolas-entrerrianos-una-opo.pdf>
12. Falasca, S.; Ulberich, A. 2010. La producción de mostaza etíope (*Brassica carinata*) en Argentina como cultivo energético. (en línea). Revista Geográfica. no. 148: 7-22. Consultado 31 jul. 2018. Disponible en <https://www.jstor.org/stable/40996825>
13. Fernández- Quintanilla, C. 1991. Selectividad de herbicidas. In: Fernández- Quintanilla, C.; García, L. eds. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Madrid, Mundi-Prensa. pp. 183-202.
14. Gigón, R.; Apella, C.; Istilart, C. 2013. Evaluación de herbicidas en el cultivo de colza. (en línea). Buenos Aires, INTA. s.p. Consultado 01 oct. 2018. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_barrow_-_evaluacin_de_herbicidas_en_el_cultivo_d.pdf
15. Getinet, A.; Rakow, G.; Downey, R. 1996. Agronomic performance and seed quality of Ethiopian mustard in Saskatchewan. Canadian Journal of Plant Science. 76(3): 387-392.
16. Koleva-Valkova, L.; Vasilev, A.; Dimitrova, M.; Stoychev, D. 2016. Determination of metazachlor residues in winter oilseed rape

(*Brassica napus* var. Xenon) by HPLC. Emirates Journal of Food and Agriculture 28(11): 813-817.

17. Martino, D. L.; Ponce de León, F. eds. 1999. Canola: una alternativa promisorio. Montevideo, INIA. 98 p. (Serie Técnica no. 105).
18. Mazzilli, S.; Elizazú, A.; Locatelli, A. 2014. Desarrollo tecnológico de la colza en Uruguay. (en línea). In: Simposio Latinoamericano de Canola (1º., 2014, Passo Fundo, RS, Brasil). Trabajos presentados. Passo Fundo, Brasil, EMBRAPA - Abras Canola. s.p. Consultado 03 oct. 2018. Disponible en [http://www.cnpt.embrapa.br/slac/cd/pdf/Mazilli%20-%20Desarrollo...%20\(%20Investigacion\)%20de%20la%20colza%20en%20Uruguay..pdf](http://www.cnpt.embrapa.br/slac/cd/pdf/Mazilli%20-%20Desarrollo...%20(%20Investigacion)%20de%20la%20colza%20en%20Uruguay..pdf)
19. Meikle, C.; Möller, B.; Stewart, S.; Vázquez, D.; Castro, M. 2019. Alternativa de producción invernal en Uruguay: carinata. (en línea). Montevideo, INIA. 5 p. (Serie Técnica no. 57). Consultado 12 jul. 2019. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/Re vista-INIA-57-Junio-2019-p.4-8.pdf>
20. NDSWCS (North Dakota Soil and Water Conservation Society, US). s.f. Carinata production: a guide to best management practices. (en línea). s.l. s.p. Consultado 13 mar. 2019. Disponible en http://www.ndswcs.org/home_files/Carinata_Production_Manual_080213.pdf
21. Oluwafemi, B. A. 2012. Selectivity of herbicides: herbicides. (en línea). San Francisco, CA, SCRIBD. 4 p. Consultado 10 may. 2018. Disponible en <https://es.scribd.com/document/89044351/Selectivity-of-Herbicides>
22. Ponce de León, F.; Martino, D. L.; Díaz Lago, J. E. 1999. Agronomía de la canola. In: Ponce de León, F.; Martino, D. L. eds. Canola una alternativa promisorio. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 9-80 (Serie Técnica no. 105).
23. Pozzolo, O.; Ferrari, H.; Curró, C. 2008. Colza-canola, una alternativa para la región. (en línea). Concepción del Uruguay, INTA. 3 p. Consultado 04 oct. 2018. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/temas_varios/temas_varios/67-colza.pdf

24. Rava, C.; Souto, G. s.f. Colza: ¿una nueva opción de exportación? (en línea). Montevideo, MGAP. OPYPA. 24 p. (Serie Estudios de Economía Agraria y Ambiental no. 17-01). Consultado 12 abr. 2018. Disponible en http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/multimedia/e_17_01_colza-souto_rava.pdf
25. UAL (Universidad de Almería, ES). s.f. Control químico: generalidades. (en línea). Almería. s.p. Consultado 15 feb. 2019. Disponible en <https://w3.ual.es/personal/edana/bot/mh/temas/t8.htm>
26. UPM, INIA y la Facultad de Agronomía exploran la *Brassica carinata* como una nueva alternativa de cultivo de invierno. 2018. (en línea). TodoElCampo.com.uy. s.p. Consultado 10 jul. 2019. Disponible en <http://todoelcampo.com.uy/upm-inia-y-la-facultad-de-agronomia-exploran-la-brassica-carinata-como-una-nueva-alternativa-de-cultivo-de-invierno-15?nid=35049>
27. USDA. APHIS (United States Department of Agriculture. Animal and Plant Health Inspection Service, US). 2014. Weed Risk Assessment for *Brassica carinata* A. Braun (Brassicaceae): Ethiopian mustard. Riverdale, MD. 21 p.
28. _____. FAS (United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service, US). 2009. Foreign Agricultural Service report. (en línea). Washington, D. C. s.p. Consultado 01 oct. 2018. Disponible en <http://www.fas.usda.gov/wap/circular/2003/03-02/tables>
29. Vigna, M. R.; Gigón, R.; Vallati, A.; Robledo, M.; López, R. L. 2012. Posibilidades de control químico de malezas en el cultivo de colza (*Brassica napus* L.) en el SO de Buenos Aires. (en línea). In: Jornadas Fitosanitarias Argentinas (14as., 2012, San Luis). Actas. Buenos Aires, INTA. s.p. Consultado 26 set. 2018. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_bordenave_-_control_quimico_de_malezas_en_colza.pdf