

Protocolos para la evaluación eficacia y selectividad de herbicidas pre y post emergentes

Oliva, J.¹; De la Vega, M.²; Cortes, E.³; Lanfrancini L.I.⁴; Remondino, L.³

¹Protección Vegetal Universidad Católica de Córdoba ²Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán, ³Asesor Privado, ⁴Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
1438539@ucc.edu.ar

Citar como: Oliva et al. (2021) Protocolos para la evaluación eficacia y selectividad de herbicidas pre y post emergentes. Malezas 6, 36-49



RESUMEN

Los experimentos a campo representan un paso fundamental en el desarrollo de un herbicida. La última publicación argentina relacionada con el tema fue realizada en 1986 por el Ing. Agr. Salvador Chaila de la UNSE, en la ya discontinuada revista de ASAM. El propósito de este trabajo fue revisar las metodologías más frecuentes que hoy se utilizan en ensayos a campo para medir de eficacia y selectividad de herbicidas en cultivos extensivos en Argentina.

Palabras clave: fitotoxicidad, experimentos a campo, métodos cualitativos, métodos cuantitativos

SUMMARY

Field experiments represent a fundamental step in the development of an herbicide. The last Argentine publication related to the subject was made in 1986 by Ing. Agr. Salvador Chaila of the UNSE, in the already discontinued magazine of ASAM. The aim of this work was to review the most frequent methodologies used today in field trials to measure the efficacy and selectivity of herbicides in extensive crops in Argentina.

Key words: phytotoxicity, field experiments, qualitative methods, quantitative methods

INTRODUCCIÓN

En esta nota se vuelca el “Protocolo para la evaluación eficacia y selectividad de herbicidas pre y post emergentes” discutido y acordado en la reunión de la Comisión Directiva (CD) de la Asociación Argentina de Ciencia de las Malezas (ASACIM), realizada el 14 mayo de 2019, en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. En la misma participaron miembros de la CD y socios de ASACIM que integran distintas comisiones de trabajo de la asociación.

Un propósito de este trabajo fue revisar las metodologías que hoy se utilizan en ensayos de eficacia de herbicidas en la Argentina, y la evaluación de selectividad/fitotoxicidad en ensayos realizados a campo. Este artículo no pretende revisar todos los métodos utilizados en otros países, ni mucho menos agotar el tema, se busca plasmar en un documento lo que hoy se realiza de manera

práctica en ensayos de campo en el país. La última publicación relacionada con el tema fue realizada por el Ing. Agr. Salvador Chaila de la UNSE, en la ya discontinuada revista de la Asociación Argentina para el control de Malezas, ASAM (Chaila, 1986).

La evaluación de los ensayos de herbicidas a campo tiene mucho de ciencia, pero también mucho de arte, es un conocimiento que se aprende haciendo, ensayando, ajustando “el ojo”, parcela por parcela, ensayo tras ensayo, año tras año. El otro objetivo de este documento fue sintetizar y compartir el protocolo de evaluación eficacia herbicidas pre y post emergentes, una práctica llevada a cabo por desarrollistas privados de empresas e incluso de instituciones oficiales, que consiste en la medición de la fitotoxicidad y la eficacia de herbicidas en experimentos a campo, bajo condiciones semi controladas.

Un experimento consiste en observar las reacciones de un cuerpo u objeto cuando se lo somete a ciertos fenómenos. Es importante ver las diferencias entre un observador que solamente registra, como es el caso de un meteorólogo, y un experimentador que altera uno o varios factores que rodean el objeto de estudio y registran la posible ocurrencia de reacciones. En particular, los ensayos de experimentación con herbicidas se pueden realizar tanto en laboratorio como en invernáculo o a campo. La escala de esta última opción se aproxima más a la realidad del medio agroecológico cuya influencia se quiere determinar. Los experimentos a campo representan un paso fundamental en el desarrollo de un plaguicida, ya que permiten corroborar los resultados obtenidos en laboratorio como así también obtener información adicional de cómo se comportará el herbicida al ser aplicado en el medio para el cuál fue destinado. En la realización de experimentos a campo se deben cumplir varios pasos en los cuáles se debe trabajar con el mayor cuidado y la máxima precisión posible. A su vez, la selección de los tratamientos más adecuados a cada condición debe ser fundamentada en información local, regional, o experiencias previas del propio investigador, para responder de manera correcta a los objetivos e hipótesis planteadas en cada ocasión. La utilización de métodos experimentales inadecuados puede llevar a conclusiones erróneas y, consecuentemente, a errores importantes en



Figura 1. Cultivo de maíz con daño evidente de herbicidas presentando la sintomatología típica de inhibidores de PPO (izquierda) y cultivo de soja, con sintomatología típica de acetanilidas (derecha). La flecha azul, indica el síntoma específico.



Figura 2. Fitotoxicidad producida por un herbicida inhibidor de ALS en soja



Figura 3. Fitotoxicidad producida por un herbicida inhibidor de PPO en cultivo de soja (izquierda) y maíz (derecha).

términos de selección de productos, dosis, momento y condiciones de aplicación.

La experimentación con plaguicidas consta de una serie de etapas que deben realizarse metódicamente. La planificación, el diseño experimental, la elección del sitio, la colecta de datos, el montado del ensayo, el chequeo del correcto funcionamiento del equipamiento y la calibración del instrumental son indispensables en la apropiada realización de un experimento. Sin embargo, el presente documento se referirá específicamente a la evaluación de los herbicidas en ensayos de campo.

En las evaluaciones dirigidas tanto al cultivo como a la maleza es indispensable una descripción precisa de lo que ocurre en condiciones de campo. A partir de estos datos el investigador puede emitir opiniones y /o conceptos se inferir sobre el desempeño del producto puesto a prueba. La evaluación consistirá en otorgar a cada tratamiento un valor numérico lo más objetivo posible. Una cita célebre del físico y matemático Sir William Thomson, Lord Kelvin (1892), decía: “Si podemos medir una cosa y si podemos expresarla en términos numéricos, comenzamos a saber algo de ella. Pero si no podemos medirla ni hablar de ella en términos numéricos, nuestro conocimiento es de naturaleza vaga e insatisfactoria”. En dicha cita se puede fundamentar la importancia de establecer las escalas de evaluación. Por otro lado, también se atribuye a Lord Kelvin la frase: “Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede

mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre”.

Las evaluaciones pueden realizarse de forma cuantitativa determinando, por ejemplo, la altura, la cantidad de materia seca o fresca, la densidad y la productividad del cultivo. En cuanto a las malezas normalmente se evalúa la cantidad de materia seca o fresca, el porcentaje de cobertura de suelo y densidad poblacional. La ventaja de este método es la exactitud y la objetividad ya que el valor es otorgado por el instrumento de medición, pero tiene la desventaja de la lentitud de las evaluaciones.

Se ha observado que las evaluaciones visuales se utilizan cada vez más en ensayos que tienen como objetivo determinar la eficacia y/ o selectividad de un herbicida, aunque la exactitud del proceso depende del entrenamiento y de la experiencia previa del investigador y esta condición constituye la mayor limitación en cuanto a la calidad de los resultados obtenidos, que además pueden resultar sesgados por prejuicios sobre lo que se está evaluando.

En el caso de las estimaciones visuales es fundamental uniformar criterios, para obtener datos que puedan ser comparados por distintos investigadores.

A partir de las estimaciones cuantitativas y cualitativas, el investigador puede emitir una opinión o concepto sobre el desempeño del producto a prueba. Esa conclusión es válida en las condiciones en que fue realizado

Cuadro 1. Escala visual para la evaluación de selectividad de herbicidas en ensayos de campo. Cátedra de Protección Vegetal, Universidad Católica de Córdoba (UCC), 2011.

Categoría	Rango	Descripción
Daño leve	0	Ningún efecto, apariencia similar al testigo
	0.5	Visible solamente con testigo a la par.
	1	Levemente visibles sin testigo a la par, sin incidencia en el rendimiento.
	1.5	Síntomas claramente identificables, sin incidencia en el rendimiento
	2	Síntomas muy notorios, el cultivo se recupera, pero puede tener pérdidas de rendimiento.
Daño moderado	2.5	Daño medio, el cultivo se recupera, probable impacto en el rendimiento.
	3	Daño medio a severo, pérdida de plantas completas, afectando efectivamente el rendimiento.
	3.5	Daño severo, pérdida significativa de plantas, disminución significativa del rendimiento.
Daño severo	4	Significativa muerte de las plantas, menos de 50% de plantas remanentes con síntomas marcados.
	4.5	Menos de 30% de plantas remanentes, el resto con síntomas graves de fitotoxicidad.
Muerte total	5	Destrucción completa del cultivo.

el ensayo. Porcentajes similares de control de un herbicida en distintas localidades, puede significar un desempeño adecuado del principio activo evaluado en una localidad y en la otra no.

MÉTODOS DE EVALUACIÓN

1. Ensayos de selectividad

En la ejecución de un protocolo de selectividad se busca conocer el impacto del herbicida sobre el normal desarrollo de un cultivo. Por lo tanto, para una evaluación fidedigna, no deberían estar presentes malezas que in-

terfieran con el impacto del herbicida sobre el cultivo.

Si el objetivo final del experimento es evaluar impacto del herbicida sobre rendimiento del cultivo, la presencia de malezas en el testigo impacta sobre el resultado de la cosecha impidiendo tener un parámetro real para cuantificar el efecto herbicida. Como conclusión, la elección del lote libre de malezas o la eliminación de estas durante la conducción son fundamentales.

La consecuencia de la selectividad es el efecto fitotóxico sobre el cultivo. En la eva-

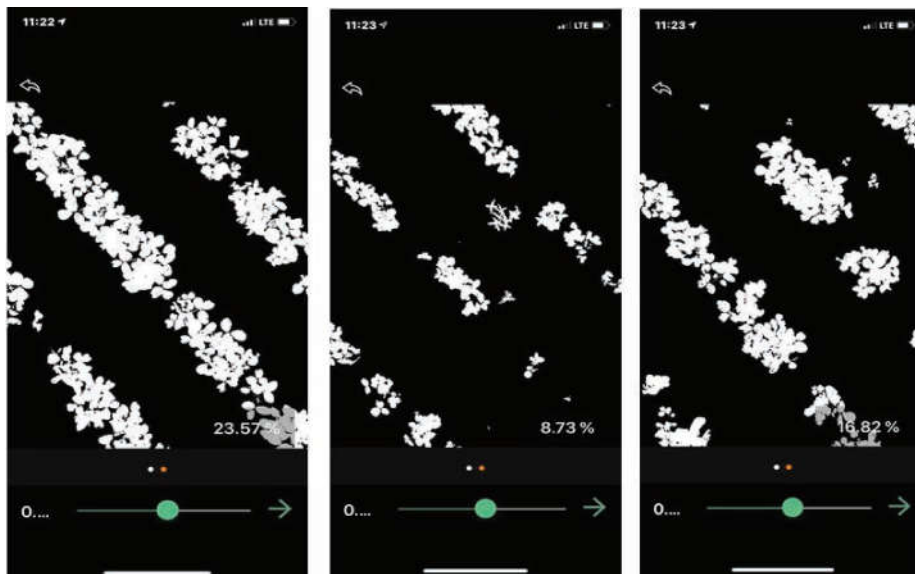


Figura 4. Valoraciones de nivel de cobertura (%) en un cultivo de soja utilizando la herramienta CANOPEO, en este caso se evaluaba simulaciones de deriva de herbicidas.



Figura 5. Valoraciones con la herramienta CANOPEO, en un ensayo de selectividad en postemergencia en maíz, Santa Ana, Provincia de Córdoba 2021.



Figura 6. Ensayo evaluación de herbicidas residuales en el cultivo de maíz (izquierda) y en el cultivo de soja (derecha). Nótese el detalle de testigos apareados y absolutos.

luación de la fitotoxicidad la presencia de malezas puede enmascarar el efecto del herbicida sobre el desarrollo del cultivo, como así también dificultar las observaciones si las mismas sobrepasan la altura del cultivo.

Otro aspecto que debe considerarse es la similitud entre síntomas de fitotoxicidad asociadas a herbicidas y síntomas producidos por factores climáticos (heladas o sequía), daños de insectos o carencias nutricionales. Un ejemplo práctico de esta confusión suele ocurrir en suelos arenosos, donde la deficiencia de zinc en maíz puede confundirse con la sintomatología de “carryover” de fomesafen que, en ambos casos, generan clorosis internerval. Aquí el evaluador deberá tener la experiencia necesaria y el conocimiento del sitio y los tratamientos, para generar un dato correcto en su evaluación.

a. Método cualitativo

Existen diferentes escalas para medir síntomas de fitotoxicidad, una de las más utilizadas es la propuesta por la Sociedad Europea de las Malezas (“European Weed Research Society”, EWRS, 1966). Esta escala es globalmente aceptada, y se utiliza habitualmen-

te para publicaciones oficiales y/o con referato. El evaluador entrenado debe conocer a priori como son los síntomas característicos del mecanismo de acción del herbicida bajo estudio, no es lo mismo evaluar un inhibidor de PPO en gramíneas que un inhibidor de ácidos grasos de cadena larga en soja (Figura 1).

Muchas veces es más visible el efecto de quemado como daño por fitotoxicidad de los inhibidores de PPO, que la clorosis producida por herbicidas inhibidores de ALS, la cual solo es perceptible con la presencia de un testigo sin tratar (Figuras 2 y 3).

Síntomas de fitotoxicidad, como los que se observan en la Figura 3, no siempre están asociados a pérdidas de rendimiento. Tanto es así que el quemado de ciertas hojas no impacta en el rendimiento final del cultivo, a pesar de ser una condición poco aceptada por el productor. Por otra parte, los daños asociados a la clorosis muchas veces no son percibidos por el productor por estar todo el cultivo con el mismo aspecto. Sin embargo, estos daños a menudo pueden provocar una baja en el rendimiento. Usualmente esta condición es referida entre asesores y expe-

En la actualidad, el método cuantitativo más utilizado es la herramienta Canopeo, que tiene como ventaja su rapidez y como desventaja su restricción para uso en ensayos de una sola especie de maleza y sin cultivo, de otra manera solo mide cobertura, pero no puede utilizarse la valoración como medida de eficacia.

rimentadores como síntomas “sub clínicos”. Todo esto lleva a concluir que la evaluación de los daños producidos al cultivo por el herbicida debe realizarse no sólo mediante una evaluación visual sino también mediante la estimación de la biomasa producida por las plantas y/o el rendimiento del cultivo.

Una adaptación de la escala EWRS, es la propuesta por la Cátedra de Protección Vegetal de la UCC, en la que la valoración es de 0 a 5, adosando puntos intermedios y fracciones que permiten mejorar la precisión cuando el evaluador ya está entrenado. La fortaleza de esta escala está en la comparación con un testigo a la par (Cuadro 1).

b. Método cuantitativo

RENDIMIENTO

Existen distintos grados de fitotoxicidad que pueden o no impactar en el rendimiento (Cuadro 2). Por otro lado, hay daños que aun

siendo notorios no provocan necesariamente una disminución del rendimiento. Por lo tanto, la complementación de la evaluación visual cualitativa con métodos cuantitativos es de suma importancia.

Para evaluar rendimiento por unidad de superficie es importante la homogeneidad del cultivo (número y distribución de plantas). Normalmente, en los cultivos de grano la unidad de muestreo es de 2 m² dentro de la parcela experimental que generalmente es de 8 a 10 m x 2,5 a 3 m según el equipo pulverizador. La cosecha debe realizarse siempre en los surcos centrales, descartando los bordes. En el caso de cultivo de papa se recogen los metros lineales de surco, equivalentes a los 2m², se pesa el total de los tubérculos y se clasifica por tamaño, ya que la fracción de tubérculos pequeños (menor a 0,08 kg) se considera descarte desde el punto de vista comercial.

Si la evaluación se realiza en cultivos inten-

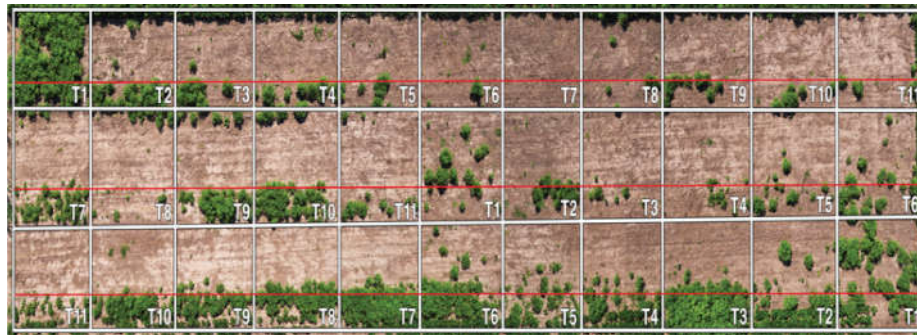


Figura 7. Ensayo de herbicidas residuales sobre una población de *Amaranthus hybridus*, se observa el tratamiento 1 como testigo absoluto y separados de una línea roja los testigos apareados.



Figura 8. Ensayo de post emergencia en *A. hybridus*, testigo absoluto (izquierda) y testigo apareado (derecha). Tomada a los 7 DDA.



Figura 9. Ensayos de barbecho químico en las malezas con tolerancia a glifosato *Spermacoce hassleri* E.L. Cabral & J. Florentin (izquierda) y *Stapfochloa elata* (Desv.) P.M. Peterson (derecha). Se observan en los tratamientos las malezas controladas en estado vegetativo y en sus bordes los testigos apareados.

sivos, toma relevancia el aspecto visual del producto. Si el herbicida provoca manchas, decoloración o malformación de las hojas o deformación de los frutos, aunque no hubiese pérdida de rendimiento habría que descartarlos en la selección del producto durante el empaque. Por lo tanto, en determinadas cultivos, la calidad del producto cosechable debe evaluarse como parte del proceso de investigación.

En determinadas situaciones, la medición

de biomasa es usual y de alto valor en la investigación de campo. Por ejemplo, es frecuente en evaluaciones de selectividad de pre emergentes o de “carryover” en cultivos de cobertura o servicio. En estas evaluaciones, es muy importante definir el momento para realizar la medición, ya que necesario que haya transcurrido tiempo suficiente para que los eventuales efectos de los herbicidas se noten. Por ejemplo, en evaluaciones de *Vicia villosa* en el área central de Córdoba,

Cuadro 1. Medición de eficacia propuesta por Chaila (1986).

Categoría	Rango	Descripción
Sin efecto	0	Sin control: sin síntomas.
Efectos leves	10 a 20	Control muy pobre: síntomas muy leves no visibles si no hay testigo para comparar.
	20 a 30	Control pobre: síntomas evidentes sin necesidad de testigos, pérdida de turgencia y disminución de crecimiento, disminución de floración (si la hay).
	30 a 40	Control pobre a deficiente: síntomas evidentes, leve marchitamiento, clorosis, sumado a los síntomas anteriores
Efectos moderados	40 a 50	Control deficiente: clorosis manifiesta, detención de crecimiento, muy poca floración (si la hay). No hay necrosis.
	50 a 60	Control deficiente a moderado: Síntomas muy evidentes, deformación y/o clorosis más intensa en zonas de crecimiento, necrosis incipiente.
	60 a 70	Control moderado: clorosis y marchitamiento, generalizados, necrosis hasta en el 20% del área verde de las plantas afectadas.
Efectos severos	70 a 80	Control moderado: necrosis de más del 20% de la planta y clorosis generalizada. Algunas plantas muertas.
	80 a 85	Control aceptable: más del 40% de necrosis en plantas grandes, control total de plantas jóvenes y el resto de los tejidos con clorosis.
	85 a 90	Control bueno: 50%-75% de plantas controladas al 100%. Plantas remanentes con síntomas altamente manifiestos, sumados a clorosis generalizada y hasta 50% de necrosis.
	90 a 95	Control muy bueno: 75%-90% de plantas controladas al 100%. Plantas remanentes con síntomas altamente manifiestos, clorosis generalizada y más de 50% de necrosis en tejidos remanentes.
	95 a 99	Control excelente: 90% o más de plantas con 100% de control, necrosis generalizada en las plantas remanentes, menos de 10% de tejido verde en la parcela.
Efecto completo	100	Control total: necrosis de la totalidad de las plantas del área evaluada.



el herbicida metsulfuron metil no provocó reducciones de crecimiento hasta los 100 días desde la aplicación, mientras que en el momento equivalente al secado del cultivo de servicio, la reducción en biomasa era evidente en comparación con el testigo.(Oliva, 2020).

ALTURA DE PLANTAS

El uso de este parámetro no es frecuente, ya que la sintomatología debe ser muy evidente, para que sea un valor útil. Para su análisis se requiere un número de repeticiones elevado para poder captar el efecto real de un tratamiento. Se utiliza principalmente en ensayos en los que participan reguladores de crecimiento, inhibidores de ALS o algunos inhibidores del FSIL, que impactan de manera clara en esta variable, el investigador deberá en función del diseño, cultivo y herbicida, determinar si este dato tiene sentido o no ser incluida en la evaluación

ÍNDICE VERDOR: CANOPEO

Para evaluar este parámetro se recomienda la aplicación Canopeo que se puede utilizar desde el teléfono y permite medir de manera rápida y precisa un valor de Fracción Verde de la Canopia (FGCC)(Patrignani & Ochser, 2015). La misma permite realizar mu-

chas mediciones en poco tiempo logrando generar una interesante variable para quitar subjetividad a las observaciones (Figuras 4 y 5).

La toma de datos debe realizarse siempre a la misma altura. Arsenijevic *et al.* (2021) mencionan 1 m sobre el suelo en trabajos de selectividad en soja. Este método fue correlacionado con biomasa en alfalfa (Jáuregui *et al.*, 2019), con interceptación de luz en soja (Shepherd *et al.*, 2018), y con rendimiento en soja en trabajos de selectividad a metribuzin y sulfentrazone (Arsenijevic *et al.*, 2021).

2. Ensayos de eficacia- control

El protocolo de evaluación de herbicidas a utilizar dependerá de que el tratamiento sea para la aplicación de herbicidas de residuales o post emergentes del cultivo o de la maleza.

EL SITIO

La elección del sitio en los ensayos a campo es de altísima importancia. Debe asegurarse que la especie que se quiere evaluar esté presente en el banco de propágulos con una densidad suficiente y una distribución y uniformidad tal que todos los tratamientos y

Cuadro 3. Escala porcentual de clasificación de los niveles de control de malezas de 0 al 100 propuesta por la “Southern Weed Science Society” (Frans *et al.*, 1986).

Puntaje	Descripción de las categorías principales	Descripción detallada
0	Sin efecto alguno	Sin control
10	Efectos ligeros	Control muy pobre
20		Control pobre
30		Control pobre a deficiente
40	Efectos moderados	Control deficiente
50		Control deficiente a moderado
60		Control moderado
70	Efectos severos	Control por debajo de satisfactorio
80		Control satisfactorio a bueno
90		Control muy bueno a excelente
100	Todas las plantas muertas	Control total

repeticiones permitan obtener datos representativos. Dado que las malezas se presentan en manchones, el diseño generalizado es el DBCA (diseño en bloques completos al azar), donde el número usual de repeticiones es de cuatro. Si se sospecha cierta heterogeneidad en el sitio, se sugiere trabajar con seis o más repeticiones. La elección del número de repeticiones usualmente es un balance entre el conocimiento del sitio, y la experiencia del evaluador.

En la práctica, para la elección del sitio en ensayos de campo, se deben identificar lugares donde años anteriores hubo escapes o fallas de control, de modo de asegurar la

presencia de la maleza en estudio. Los datos aportados por asesores, dueños de campo e incluso de encargados son sumamente válidos para esta elección. Una vez localizado el sitio, el investigador, deberá observar posibles restos de plantas del ciclo anterior o semillas en el rastrojo cuando son evidentes como en el caso de *Amaranthus hybridus* L. o *Echinochloa colona* (L.) Link, o partes asexuales como rizomas en *Sorghum halepense* (L.) Pers. o xilopodios en *Borreria verticillata* (L.) G. Meyer o *Gomphrena perennis* L. o *G. pulchella* Mart.

Al realizar las primeras observaciones del experimento, también es importante carac-

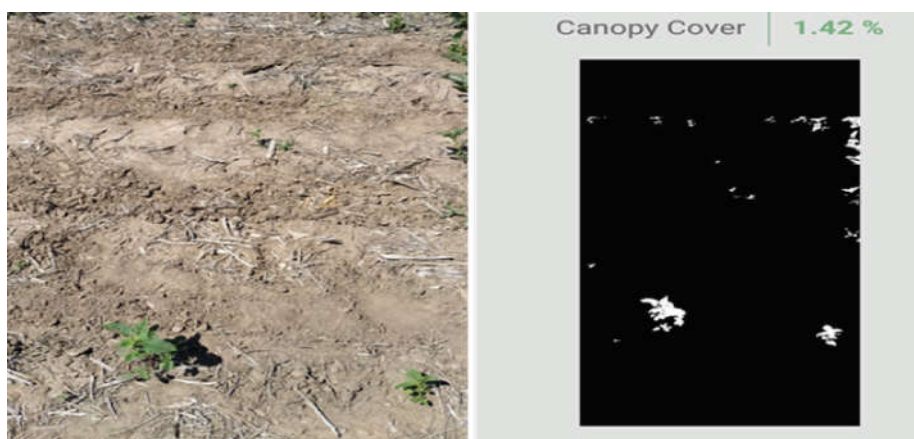


Figura 10. Evaluación de preemergentes sobre *A. hybridus* (yuyo colorado). Valor de cobertura de Canopeo: 1,42 y de eficacia: 98,58

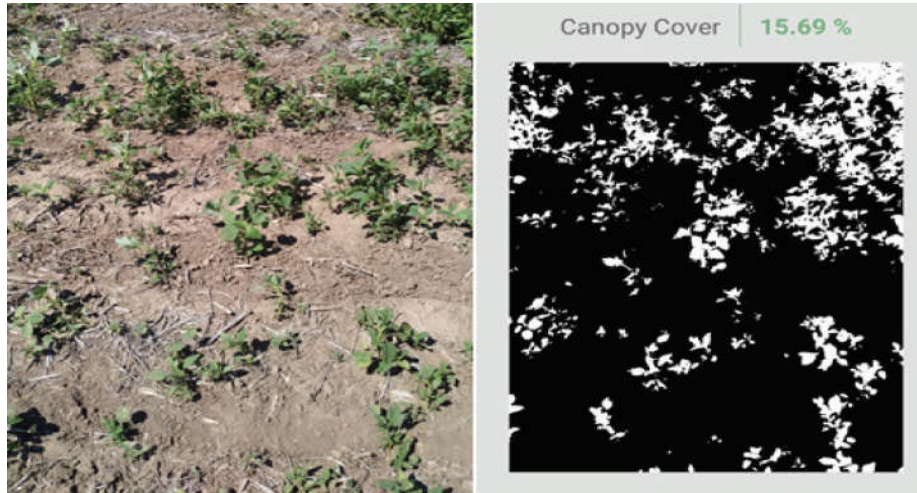


Figura 11. Evaluación de preemergentes sobre *A. hybridus* (yuyo colorado). Valor de cobertura de Canopeo: 15,69 % y eficacia: 84.31

terizar la densidad de malezas en los testigos de cada uno de los bloques, usualmente expresados en individuos por metro cuadrado al decimoquinto día desde el primer flujo detectado. Esto podría permitir futuras comparaciones o discusiones, ya que el efecto de los herbicidas no es igual en poblaciones de malezas altas, medias o bajas (Winkle *et al.*, 1981, Hartzler & Roth, 1993).

Además del sitio, que asegura la especie, la distribución y la densidad de malezas adecuadas, es importante trabajar sobre los primeros flujos de malezas para tener certeza de la eficacia de los herbicidas, ya que es conocido que los primeros flujos de germinación son los más numerosos y también

los de mayor habilidad competitiva (Hock *et al.*, 2006)

Los herbicidas de residuales deben aplicarse en un suelo sin cobertura verde, de modo de que el testigo se encuentre en igualdad de condiciones con los diferentes tratamientos. Las observaciones se realizan según el porcentaje de control y la residualidad de los herbicidas.

Por el contrario, los tratamientos post emergentes se aplican siempre con malezas en estado vegetativo y con o sin presencia de cultivo. Esta última ha tomado preponderancia con la llegada de la labranza cero (siembra directa) y se denomina barbecho químico.



Tecnología japonesa líder para el campo argentino.

En Summit Agro impulsamos una nueva forma de concebir la protección de cultivos. Con productos innovadores, que respeten al medio ambiente y a las personas y que ofrezcan alta efectividad para lograr soluciones definitivas.

Summit Agro. Tecnología japonesa líder. Hoy más líder que nunca.

Be Green
TecNología



Evaluación de herbicidas residuales (preemergencia de malezas)

En la aplicación de herbicidas residuales, suelo-activos, el lote seleccionado debe estar libre de malezas. Si hubiese presencia de las mismas deberían desecarse con un herbicida total sin actividad en el suelo (paraquat, glifosato, glufosinato de amonio) o por remoción manual. El testigo debe recibir el mismo manejo para poder observar los nacimientos posteriores y comparar la eficacia de los tratamientos. Debido a que las malezas se distribuyen en manchones y muchas veces no todo el lote de ensayo presenta la misma presión de malezas, es aconsejable tener un testigo apareado a cada parcela tratada, de manera tal de poder comparar la eficacia en relación con el testigo. Cuando sea posible, la siembra de semillas de malezas es una práctica que asegura presencia, así como uniformidad en la distribución (*i.e.* raigrás anual).

La evaluación debe relacionarse con el testigo sin el residual, se sugiere comenzar la misma, una vez que se observa el primer flujo de emergencia de malezas en el testigo sin pre emergente, a partir de aquí las evaluaciones se podrían realizar a los 14, 21, 28, 35, 45 y 60 días, y eventualmente

75 DDA si el evaluador considera que esto agrega información, y se observa persistencia de alguno de los tratamientos.

Evaluación de herbicidas post emergentes de malezas con presencia de cultivo

Los tratamientos de post emergencia se realizan con presencia de cultivo y de malezas emergidas y las evaluaciones se pueden realizar a los 3, 7, 14, 21 y 28 días desde la aplicación (DDA). Cuando el herbicida tiene acción de contacto (quemante) los resultados se perciben relativamente pronto (3 días), las evaluaciones posteriores permiten registrar si los tratamientos presentan rebrote. Cuando los herbicidas tienen acción sistémica, muchas veces puede demorar la aparición de los síntomas para llegar al máximo grado de control. En ese caso las evaluaciones para determinar el grado de control suelen comenzar a los 15 DDA y las realizadas a los 28 o 35 DDA permiten detectar la ocurrencia de rebrotes. La presencia del testigo absoluto y los testigos apareados proporcionan una referencia muy útil para el evaluador (Figura 8)

Evaluación de herbicidas post emergentes de malezas, sin presencia de cultivo-barbecho químico

The Syngenta logo features the word "syngenta" in a bold, blue, lowercase sans-serif font. A single green leaf is positioned above the letter 'g', partially overlapping it. The leaf is a simple, stylized shape with a central vein and a pointed tip.

En un sistema de labranza cero-siembra directa, la aplicación de herbicidas, frecuentemente desecantes o herbicidas de acción total en pre siembra del cultivo se realiza en presencia de malezas. Las evaluaciones se pueden realizar a los 7, 14, 21 y 28 DDA. Altos valores de control en las primeras fechas de evaluación indican la eficacia del producto en cuanto a la velocidad de acción y los posibles rebrotes de la maleza.

En la Figura 9 se observan tratamientos de barbecho químico realizados sobre malezas tolerantes y resistentes a glifosato.

a.-Métodos cualitativos

La evaluación de % de control de malezas por herbicidas en los cultivos se puede realizar de manera visual y con una escala porcentual de 0 a 100% (Cuadro 2). Esta escala fue propuesta por Chaila (1986) y aún continúa siendo muy útil y precisa, siempre que el usuario éste entrenado, es una escala muy similar a la propuesta por la “Southern Weed Science Society” en 1986 (Cuadro 3).

En el desarrollo de herbicidas, como referencia se consideran comercialmente acep-

tables los valores por encima del 85% de eficacia. Ambas escalas son válidas, siendo la de Chaila (1986) más detallada en las observaciones y valoraciones.

b.- Métodos Cuantitativos

En la actualidad, el método cuantitativo más utilizado es la herramienta Canopeo (Figura 10 y 11), que tiene como ventaja su rapidez y como desventaja su restricción para uso en ensayos de una sola especie de maleza y sin cultivo, de otra manera solo mide cobertura, pero no puede utilizarse la valoración como medida de eficacia.

Otros métodos clásicos, que se utilizan para evaluar cuantitativamente en determinadas situaciones son la altura media de las malezas, la densidad de individuos por unidad de superficie y la biomasa por unidad de superficie. En ensayos de campo, es frecuente medir densidad de individuos por unidad de superficie, cuyos valores se contrastan con los testigos en ensayos de residuales, y permiten evaluar los flujos de nacimientos en presencia o ausencia de los activos/dosis evaluados. Son métodos precisos, pero llevan tiempo y labor. «

Bibliografía

ARSENJEVIC N, AVELLAR M DE, BUTTS L, ARNE-SON NJ & WERLE R (2021) Influence of sulfentrazone and metribuzin applied preemergence on soybean development and yield. *Weed Technology* 35, 210-215. <https://doi.org/10.1017/wet.2020.99>

CHAILA S (1986) Métodos de evaluación de malezas para estudios de población y de control. *Malezas* 14, 79.

CORBETT JL, ASKEW SD, THOMAS WE, WILCUT JW (2004) Weed efficacy evaluations for bromoxynil, glufosinate, glyphosate, pyriithobac, and sulfosate. *Weed Technology* 18, 443-453.

FRANS R, TALBERT R, MARX D & CROWLEY H (1986) Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practice. in: *Research Methods in Weed Science*. Champaign, IL.

HARTZLER RG & ROTH GW (1993) Effect of prior year's weed control on herbicide effectiveness in corn (*Zea mays*). *Weed Technology* 7, 611-614. <https://doi.org/10.1017/S0890037X00037428>

HOCK SM, KNEZEVIC SZ, MARTIN AR & LINDQUIST JL (2006) Soybean row spacing and weed emergence time influence weed competitiveness and competitive indices. *Weed Science* 54, 38-46. <https://doi.org/10.1614/WS-05-011R.1>

JÁUREGUI JM, DELBINO FG, BONVINI MIB & BERTHONGARAY G (2019) Determining yield of forage crops using the Canopeo mobile phone app. *Journal of New Zealand Grasslands* 81, 41-46. <https://doi.org/10.33584/jnzg.2019.81.385>

OLIVA J (2020) Herbicidas preemergentes en el cultivo de *Vicia villosa* Roth: evaluación de selectividad en un cultivo del área central de la Provincia de Córdoba. Trabajo Final Especialidad Protección Vegetal. Universidad Católica de Córdoba.

PATRIGNANI A & OCHSNER TE (2015) Canopeo: A powerful new tool for measuring fractional green canopy cover. *Agronomy Journal* 107, 2312-2320. <https://doi.org/10.2134/agronj15.0150>

RITZ C, KNISS AR & STREIBIG JC (2015) Research methods in weed science: statistics. *Weed Science* 63, 166-187. <https://doi.org/10.1614/WS-D-13-00159.1>

SHEPHERD MJ, LINDSEY LE & LINDSEY AJ (2018) Soybean canopy cover measured with canopeo compared with light interception. *Agricultural & Environmental Letters* 3, 180031. <https://doi.org/10.2134/ael2018.06.0031>

WINKLE ME, LEAVITT JRC & BURNSIDE OC (1981) Effects of weed density on herbicide absorption and bioactivity. *Weed Science* 29, 405-409. <https://doi.org/10.1017/S0043174500039904>

ZIMDHAL RL (2007) *Fundamentals of weed science*. Third ed. Elsevier.