

La incorporación de un coadyuvante ¿Aumenta la eficiencia de los herbicidas?

Rey, L. y Villalba, J.

Facultad de Agronomía, UdelaR, Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni-Paysandú, Uruguay
lrey@ifagro.edu.uy

Citar como: Rey L. & Villalba J (2022) La incorporación de un adyuvante ¿Aumenta la eficiencia de los herbicidas? Malezas 8, 24-34



RESUMEN

La propuesta de incorporar coadyuvantes a la solución herbicida, busca mejorar la calidad de aplicación logrando aumentar la eficiencia de control de los productos utilizados. Si bien este efecto es alcanzado en muchas situaciones, el beneficio de incorporar esta herramienta de forma anticipada a la pulverización, requiere poder diferenciar las limitantes que presenta el sistema en el momento de la aplicación. Estas limitantes deben evaluarse a nivel del herbicida, de la especie malezas que se desee controlar y de las condiciones ambientales a las cuales se enfrenta la misma. Seleccionar los productos coadyuvantes que mejor se adapten para superar las limitantes diagnosticadas, requerirá de un minucioso estudio de todas las variables mencionadas. De esta forma se reconoce que no todos los tipos de coadyuvante lograrán superar las limitaciones de cada situación particular y que no todas las aplicaciones herbicidas van a requerir de la incorporación de esta herramienta.

Palabras clave: coadyuvantes, tecnología de aplicación, herbicida

SUMMARY

Incorporating adjuvants to the herbicide solution seeks to improve the quality of the application by increasing the control efficiency of the products. Although this effect is achieved in many situations, the benefit of incorporating this tool before spraying requires being able to differentiate the limitations of the system at the time of application. These limitations must be evaluated considering the herbicide, the weed species to be controlled and the environmental conditions it faces. Selecting the adjuvant products best suited to overcome the diagnosed limitations will require a thorough study of all the variables mentioned. In this way, it is recognized that not all types of adjuvants will be able to overcome the limitations of each particular situation and that not all herbicide applications will require the incorporation of this tool.

Key words: adjuvants, application technology, herbicide.



INTRODUCCIÓN

La agricultura enfrenta una creciente problemática de resistencia a herbicidas, reconociéndose al presente 267 especies de malezas resistentes a nivel mundial (Heap, 2022). Esto determinó una fuerte disminución en la efectividad de muchas herramientas disponibles, y es el resultado de un sistema productivo basado casi exclusivamente en el control químico (Uddin *et al.*, citado por Vela *et al.*, 2021).

El control de malezas se sustentó por muchos años únicamente en la correcta elección de un herbicida y en la decisión de su dosis según enmalezamiento presente y requerimientos de selectividad. Debido a esta simplificación en las estrategias de manejo, y a un mal y reiterado uso del mismo principio activo, cada vez son menos las alternativas químicas que proporcionan un control efectivo.

Ante los fracasos en el control se buscan soluciones a través del uso de mezclas y la alternancia de mecanismos de acción. La búsqueda de nuevas herramientas de control químico dentro de un número limitado de principios activos, ha impulsado propuestas como el agregado de coadyuvantes para mejorar la efectividad, así como para disminuir las pérdidas al ambiente. Esto queda demostrado por el gran crecimiento del mercado de coadyuvantes en los últimos años.

Los coadyuvantes presentan la capacidad de generar modificaciones a nivel de la tensión superficial, el pH, la viscosidad y el tamaño de las gotas (Azevedo, 2011; Green & Cahill, 2003). Si bien no presentan acción biológica de control, estas modificaciones pueden generar mejoras en la dispersión, retención y absorción de los fitosanitarios, traduciéndose en algunos casos, en una mayor efectividad de los mismos (Matthews, 2000). Otra de las finalidades de los coadyuvantes es conferir al herbicida propiedades que mantengan la estabilidad del mismo. Es por esto que la mayoría de los herbicidas comerciales se formulan incluyéndolos.

En las últimas décadas, las líneas de inves-

tigación en adyuvantes han colocado sus máximos esfuerzos en la descripción de los distintos mecanismos de acción y en el efecto de los mismos sobre gotas aisladas. Debido a esto, es poca la bibliografía disponible a nivel regional e internacional que relaciona la correcta elección y utilización de los adyuvantes, con situaciones de control específicas. Esta falta de conocimiento, ha llevado a generalizaciones erróneas en la incorporación de adyuvantes, impidiendo alcanzar los máximos potenciales de esta herramienta y provocando en las peores situaciones, disminuciones significativas en el control de malezas.

La utilización incorrecta de coadyuvantes no solo impacta en el costo económico de la aplicación, sino que también aumenta en el costo ambiental, incorporando una sustancia química adicional innecesaria. Hay que recordar que existen evidencia acerca de sus efectos de toxicidad crónica en organismos no blanco (Fernandez & Guggeri, 2019). Algunos ejemplos de esto son las toxicidades por diversos coadyuvantes encontradas en especies indicadoras como *Daphnia magna* y *Brachydanio rerio* (Wu *et al.*, 2009; Li *et al.*, 2019). Es por esto que la mala utilización de coadyuvantes no solo impacta en el costo económico de la aplicación, sino también aumenta el costo ambiental, incorporando una sustancia química adicional innecesaria, y contaminante.

LA ESPECIFICIDAD EN EL USO DE COADYUVANTES

El beneficio de incorporar un coadyuvante de forma anticipada a la pulverización del herbicida seleccionado, requiere poder diferenciar las limitantes que presenta el sistema en el momento de la aplicación. Estas limitantes deben evaluarse a nivel del herbicida, de la especie malezas que se desee controlar y de las condiciones ambientales a las cuales se enfrenta la aplicación (Zabkiewicz, 2002; Gugaa *et al.* 2010; Hatterman-Valenti *et al.*, 2011). Seleccionar los productos coadyuvantes que mejor se adapten para superar las limitantes diagnosticadas, requerirá un minucioso estudio de todas las partes, reconociendo que no todas las aplicaciones

EL CAMPO EN SU MEJOR VERSIÓN

SpeedAgro
The Greener Standard

herbicidas van a requerir la incorporación de esta herramienta.

ESPECIFICIDAD DE LOS COADYUVANTES SEGÚN HERBICIDA

La incorporación de un adyuvante debe superar las limitantes de los herbicidas empleados. Para poder cumplir con esto, es necesario estudiar en profundidad las características de cada principio activo, visualizando las limitantes claras que estos puedan llegar a presentar tanto a nivel de absorción, como de traslocación. El estudio necesario de esta interacción presenta ciertas dificultades. En primer lugar, algunas formulaciones herbicidas requieren que el principio activo de interés ya se encuentre formulado con ciertos surfactantes específicos, volviendo muy variable la presentación de un mismo herbicida en los distintos productos comerciales. Por otra parte, los productos coadyuvantes agregados, rara vez o nunca, se encuentran debidamente especificados en la etiqueta, impidiendo conocer con exactitud las interacciones que existirán al mezclarlos (Araújo & Raetano, 2011). De esta forma se toma conciencia de que la información requerida no solo debe relacionar cada coadyuvante con un principio activo herbicida, sino que debe hacerlo con la formulación específica de cada uno.

Evaluaciones del efecto del agregado de coadyuvantes en el control de *Amaranthus palmeri* S. Wats realizados en Facultad de Agronomía, Uruguay, han demostrado que la incorporación de un tipo de aceite vegetal, aceite vegetal metilado, organosiliconado y organosiliconado metilado generaron variaciones significativas en el control de esta maleza en comparación a la aplicación de saflufenacil en ausencia de coadyuvante (Rey, 2022). Para este herbicida, los efectos dependieron del tipo y concentración del coadyuvante utilizado, mientras que en el caso de fomesafen, el control alcanzado no sufrió variaciones. Esto demuestra que además de las características del coadyuvante mencionado, el efecto es totalmente dependiente del tipo de herbicida utilizado

Estudios realizados por De Ruiter *et al.*

(1997) en dos graminicidas, ya demostraban que los controles alcanzados por estos herbicidas al incorporar aceites metilados, lograban valores similares a los alcanzados al incorporar aceites minerales, concluyendo que el aceite mineral ciertamente no es indispensable como coadyuvante para muchos de los graminicidas utilizados. De todas formas, se debe tener en cuenta que las interacciones entre tipos de aceites y de herbicidas son bien específicas.

La capacidad de los coadyuvantes de aumentar la absorción de los fitosanitarios, se justifica por una modificación de las cutículas vegetales. Los ésteres metílicos de ácidos grasos de origen vegetal, muestran una gran afinidad por las capas lipofílicas de las superficies foliares. Estos presentan la capacidad de impregnarse en la cutícula generando alteraciones en sus propiedades físicas, incrementando de esta forma su fluidez y eliminando los sitios de adsorción que generan resistencia en la absorción del herbicida (Gauvrit & Cabanne, 1993).

Los tensioactivos son moléculas anfífilas que presentan un componente hidrofílico y uno lipofílico. El componente polar se encuentra conformado por óxido de etileno (OE), mientras que el apolar, lo hace por una cadena hidrocarbonada de 8 a 60 carbonos, provenientes de varias fuentes dentro de las cuales encontramos alcoholes grasos, fenoles, triglicéridos, aminas grasas, ésteres de azúcar, aquilbenzenos u organosiliconas (Veermeer & Baur, 2007). La función más destacada de ellos es su capacidad de reducir la tensión superficial, incrementando el área de contacto gota- hoja y aumentando las posibilidades de penetración de la cutícula vegetal.

Con el objetivo de poder concluir acerca de que tipos de coadyuvante se ajustaban en mayor medida a ciertos principios activos específicos, estudios realizados por Stock & Holloway (1993) indicaron que los tensioactivos de bajo contenido de OE lograban promover la absorción de compuestos lipofílicos ($\log Kow > 3$), mientras que los de alto contenido de OE eran más beneficiosos para la absorción de compuestos hi-

drofílicos ($\log Kow < 0$). Cuando los herbicidas de interés presentaban una lipoficidad intermedia o neutra, la absorción era independiente del contenido de OE del tensioactivo añadido. Estos resultados fueron confirmados posteriormente por otros estudios realizados por Sharma *et al.* (1996), aunque los mismos solo pueden ser aplicados al número limitado de productos coadyuvantes y especies vegetales evaluadas (Wang & Liu, 2007).

El aumento de la penetración de algunos ingredientes activos por la utilización de aceites vegetales metilados fue demostrado (Mercier *et al.*, 1997), encontrando que el mecanismo de acción de los mismos fue similar a la de los tensioactivos con baja cantidad de OE. Esta teoría fue contemplada durante mucho tiempo. No obstante, las últimas investigaciones comenzaron a prestarle menos atención a estas estructuras polares de los tensioactivos (OE), y se enfocaron en el efecto de las estructuras hidrófobas que los mismos generaban sobre la absorción de los distintos fitosanitarios. Estos estudios demostraron que los resultados anteriores no podían ser considerados como único factor de decisión a la hora de seleccionar la combinación coadyuvante-herbicida a ser utilizada.

ESPECIFICIDAD DE LOS COADYUVANTES SEGÚN MALEZA OBJETIVO

En el caso de herbicidas post emergentes, su potencial de retención y penetración en la cutícula se encuentra influenciada, no solo por las características moleculares del producto aplicado, sino también por las características intrínsecas de las malezas y las condiciones ambientales durante y después de la pulverización (Dinelli & Catizone, 2001). La especificidad coadyuvante-maleza a controlar, ya fue reportada por Rodríguez (1999), quien observó que un mismo coadyuvante mejoró el comportamiento en una maleza y disminuyó el efecto herbicida en otras.

Dentro de las características morfo-anatómicas propias de cada especie maleza, existen factores que afectan la tasa de penetración

de los herbicidas. Los herbicidas absorbidos deben superar varias barreras existentes entre la superficie foliar y el citoplasma de las células. Las mismas, se encuentran relacionadas en primer lugar con el grosor y la composición de la cutícula.

La cutícula se encuentra constituida por cera y cutina, que a su vez se encuentran en contacto con la pectina y ésta con la celulosa. Debido a su naturaleza hidrofóbica, las ceras epicuticulares son la principal barrera para la penetración de herbicidas y otros fitosanitarios hidrofílicos a las plantas (Papa & Leguizamón, 2004). Si bien la naturaleza lipofílica de las ceras cuticulares puede dificultar en mayor medida el pasaje de los herbicidas polares, el mismo dependerá de los componentes polares y apolares de toda la cutícula (Minguela & Cunha, 2010).

Otra de las características determinantes en la absorción de herbicidas es el grosor de la cutícula. Diferencias en el grosor cuticular de las especies podría requerir distintas estrategias que potencien la absorción de las soluciones herbicidas aplicadas. Por ello, una de las estrategias propuestas es la incorporación de coadyuvantes a la solución de pulverización, adecuando el tipo y la concentración de coadyuvante para cada situación (Anzalone, 2007).

Dentro de los coadyuvantes que logran incrementar significativamente la penetración foliar de los herbicidas se encuentran los surfactantes, los aceites y las sales de amonio, siendo varias las acciones que los mismos pueden provocar sobre las malezas contribuyendo a una mejor absorción foliar. En primer lugar, la incorporación de estos productos busca generar un contacto íntimo entre las gotas pulverizadas y la superficie foliar. Esta acción, relacionada directamente con la reducción de la tensión superficial, se busca especialmente en especies cuyas plantas presentan gran grosor cuticular. En segundo lugar, se busca prevenir o retrasar la formación de cristales en el residuo de la gota. Algunos coadyuvantes permiten la formación de un depósito más amorfo en comparación al depósito cristalino del herbicida en ausencia del mismo. Por úl-

timo, la inclusión de coadyuvantes puede tener como objetivo retrasar el secado de las gotas a través de un efecto higroscópico. Esta acción es especialmente importante en aquellas situaciones donde la naturaleza anatómica de las especies podría retrasar la absorción en comparación a especies con cutículas más delgadas o más permeables (Wang & Liu, 2007).

Por otra parte, la absorción tiende a aumentar con el incremento de la concentración del surfactante de 0,01 a 1%. Sin embargo, hay casos reportados por Gaskin *et al.* (2016), donde la incorporación de un coadyuvante o el aumento excesivo en la concentración del mismo tuvieron un efecto perjudicial en la absorción de los herbicidas aplicados en relación al uso de los mismos en ausencia de coadyuvante. Liu (2004) encontró que una excesiva dispersión en las gotas causada por algunos tensioactivos superhumectantes (organosiliconados), puede diluir la dosis del ingrediente activo en la superficie de la hoja, generando un efecto antagónico sobre la captación del herbicida glifosato.

Schönherr & Baur (1994) evaluaron los efectos de los coadyuvantes alcoholes, glicoles y alcoholes etoxilados sobre la movilidad del 2,4-D en cutículas de plantas aisladas. Demostraron que los alcoholes y los alcoholes etoxilados son absorbidos dentro de las ceras cuticulares, plastificándolas y cumpliendo un rol acelerador del herbicida. Los estudios indicaban que los coadyuvantes que presentaban la capacidad de realizar esto cumplían con la característica de encontrarse formados por 6 y 10 átomos de carbono. Sin embargo, hasta la actualidad el daño inducido en las ceras cuticulares y los cambios en la morfología o la distribución de la misma por la incorporación de coadyuvantes, no pudo ser comprobado incluso después de que un tensioactivo haya penetrado físicamente la capa de cera (Stagnari, 2007).

El efecto de los coadyuvantes sobre la permeabilidad de la membrana plasmática, es otro de los puntos de investigación pendientes. Es difícil estimar si las modificaciones generadas por estos compuestos en las cu-

El desempeño de cada producto coadyuvante es muy dependiente de las características del herbicida utilizado.

tículas, podrían contribuir sobre la permeabilidad de las membranas plasmáticas. De todas formas, existen teorías de que una difusión cuticular más rápida de los solutos propulsada por estas modificaciones en las células epidérmicas, debería ayudar a mantener un mayor gradiente de concentración entre la cutícula y el apoplasto subcuticular, acelerando a su vez, la absorción general y la llegada al citoplasma de las células de interés (Wang & Liu, 2007).

Los aceites minerales o aceites vegetales metilados son especialmente utilizados como coadyuvantes con el objetivo de aumentar la absorción foliar como consecuencia de un incremento en la permeabilidad de las membranas (Kirkwood, 1993). El aumento de la penetración de algunos ingredientes activos por la utilización de aceites vegetales metilados fue demostrado por Mercier *et al.* (1997). En muchas ocasiones las alteraciones mencionadas en las cutículas, pueden provocar estrés en las plantas tratadas, lo cual no resulta beneficioso al aplicar algún herbicida sistémico que requiere que la planta esté en óptimas condiciones para su correcta traslocación.

Otras interacciones pueden ocurrir por la combinación de cera hidrofóbica, presencia de tricomas o pelos en las hojas, que pueden promover el escurrimiento de las gotas con herbicida, impidiendo la correcta humectación de la cutícula (Azevedo, 2011). El

número de tricomas presentes en la superficie foliar varía según especie y determina el efecto que los mismos generan sobre la epidermis (Kirkwood, 1999). Especies con hojas glabras o casi glabras, puede tener una barrera menos en la absorción herbicida en comparación a otras especies con importante pilosidad (Morichetti *et al.*, 2013). Es por esto que para el éxito de los coadyuvantes es necesario conocer en profundidad los procesos vitales y las características morfológicas de cada especie objetivo (Araújo & Raetano, 2011).

Otra de las posibles vías de entrada en las plantas, son los estomas. A finales de la década del 80 se pensaba que los estomas no constituían una vía importante para la absorción de fitosanitarios. En la actualidad, se dispone de pruebas convincentes de que los mismos representan importantes vías de ingreso para muchos productos. Si bien la superficie ocupada por estomas representa, aproximadamente, el 5% de la superficie foliar total de una hoja, todas las medidas que puedan aumentar la penetración cuticular de las sustancias pulverizadas, aunque lo hagan en un mínimo aporte, aseguran un potencial aumento en el control de la solución aplicada (Ferreira *et al.*, 2003). Esta vía de absorción se caracteriza por ser muy rápida, por lo cual es muy importante en especies de gran grosor cuticular, reduciendo los tiempos de espera en la absorción (Stagnari, 2007).

El uso de surfactantes organosiliconados, genera un aumento en la dispersión de la solución pulverizada en la hoja, permitiendo que la misma alcance los lugares donde se encuentran estos estomas. Por otra parte, la tensión superficial máxima que pueden presentar las gotas para poder ser absorbidas a través de los estomas es de 30 dinas cm⁻², valor el cual solo es alcanzado utilizando estos surfactantes. La absorción de herbicidas a través de los estomas varía mucho según la especie y requiere una concentración de tensioactivos siliconados no menor a 0,5% v/v, para alcanzar los valores de tensión superficial mencionados (Stagnari, 2007).

Es importante tener en cuenta que todas es-

tas características anatómicas pueden verse modificadas por el ambiente. Un ejemplo de esto, es el notorio engrosamiento de la cutícula frente a la excesiva falta de agua o aumento de temperatura, que dificulta la absorción de los productos aplicados, especialmente aquellos diluidos en agua. El número de tricomas y estomas también puede verse modificado por las características ambientales mencionadas (Santos *et al.*, 2014). Por otro lado, estas características también pueden verse determinadas por el estado de desarrollo de las malezas, otorgando así un mayor o menor grado de sensibilidad, lo cual determinaría en gran medida, una menor efectividad de los herbicidas aplicados.

ESPECIFICIDAD DE LOS COADYUVANTES SEGÚN CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones meteorológicas al momento de la aplicación también generan interacciones con el uso de coadyuvante. Las variables más importantes a tener en cuenta en una pulverización son la temperatura y la humedad relativa, siempre y cuando, el viento no sea un impedimento. Condiciones de altas temperaturas y baja humedad relativa aumentan la probabilidad de evaporación de la solución pulverizada, provocando que los productos aplicados no alcancen las malezas objetivo en la cantidad deseada.

En algunas situaciones la elección de algunos coadyuvantes puede ayudar a reducir los riesgos de evaporación mejorando la calidad de la aplicación. A pesar de esto, las herramientas no pueden utilizarse de manera remediadora en situaciones extremadamente limitantes donde no debería realizarse ningún tipo de aplicación.

Los coadyuvantes disponibles más utilizados para esta función son los aceites. Tanto los aceites de origen mineral como vegetal son efectivos en reducir la evaporación produciendo un efecto de recubrimiento exterior de las gotas formando un anillo protector. El efecto anti evaporante se mantiene luego de impactar sobre la hoja, factor que favorece la continuidad de la penetración del caldo (Minguela & Cunha, 2010).

La utilización incorrecta de coadyuvantes no solo impacta en el costo económico de la aplicación, sino también aumenta el costo ambiental

Cuando la humedad relativa ambiente (HR%) es igual o mayor al 60% la utilización de aceites no es tan recomendada. Por el contrario, cuando la misma se presenta de manera inferior los aceites se presentan como buenos aliados. Cuando la humedad relativa alcanza niveles muy bajos, la recomendación pertinente sería no realizar ningún tipo de aplicación, ya que como fue mencionado anteriormente, existen ciertas limitantes ambientales frente a las cuales es imposible remediar la evaporación de las gotas con adyuvantes.

Los aceites tampoco deben utilizarse en condiciones de temperaturas extremas, mayores a 30°C o menores a 0° C. Utilizarlos fuera del rango la aplicación de herbicidas selectivos podría generar efectos fitotóxicos no deseados sobre los cultivos o un nivel de estrés sobre las malezas suficiente que evitar el correcta acción del herbicida dentro de la planta.

Otra de las razones por las que se utilizan aceites, es porque su incorporación a la solución herbicida, genera un aumento de vis-

cosidad en la solución pulverizada. Según Araújo & Raetano (2011), los aceites más viscosos tienden a persistir más en planta y esta característica les proporciona una alta resistencia a la evaporación de las gotas. Si bien estos adyuvantes pueden presentar muchas veces una baja capacidad solvente y en algunos casos, de penetración, su viscosidad podría ser una característica tomada en cuenta a la hora de optar por un adyuvante frente a condiciones ambientales limitantes.

Además de los aceites, la utilización de cualquier coadyuvante que pueda provocar una absorción foliar más rápida, también puede resultar beneficioso desde el punto de vista que las gotas se encuentren expuestas a estas condiciones limitantes por menor tiempo. De todas formas es necesario contemplar que adicionar coadyuvantes a la solución puede provocar variaciones en las propiedades físicas del caldo, disminuyendo la tensión superficial de las gotas. Una menor tensión superficial de las gotas en la superficie expone a las mismas a una mayor probabilidad de evaporación. Es por eso que frente a situaciones de alta temperatura y

baja humedad relativa, la incorporación de algunos coadyuvantes que provoquen esta excesiva disminución en la tensión superficial, puede ser contraproducente (Cunha *et al.*, 2010).

Además de generar importantes disminuciones en la tensión superficial, los cambios en la viscosidad, pueden generar variaciones en el tamaño y la uniformidad de gotas, provocando una mayor ocurrencia de deriva sin necesariamente mostrar ventajas comparativas en la deposición de estos productos, ni en el control biológico (Al Heidary *et al.*, 2014; Olivet *et al.*, 2013).

En relación a la ocurrencia de deriva, alguno de los productos utilizados para disminuir el efecto, son los antiderivas. Es indiscutido que la aplicación de gotas finas aumenta la deriva. Los coadyuvantes antideriva son componentes espesantes responsables de aumentar la viscosidad inicial de la solución pulverizada, disminuyendo la capacidad de formar gotas muy finas de mayor potencial de deriva (Minguela & Cunha, 2010). La viscosidad de la solución tiende a resistir el fraccionamiento del líquido. A pesar de esto, la formación de gotas finas (gotas menores a 150 µm) depende del tipo de boquilla y la presión utilizada, así como de las propiedades físicas del líquido pulverizado (Stainer *et al.*, 2006). Es por esto que al igual que con las variables anteriormente mencionadas, existen situaciones donde el tamaño de las mismas no puede ser variado si el resto de la tecnología de aplicación no lo acompaña.

Esta publicación se basa en el convencimiento de que alcanzar un efectivo control de malezas requiere poder diferenciar las limitantes que presenta el sistema en el mo-

mento de la aplicación. Como se viene mencionando, las limitantes deben ser evaluadas a nivel de la especie, del herbicida y de las condiciones ambientales a las cuales se enfrenta la aplicación.

CONCLUSIONES

Las especificaciones detalladas respecto del uso de coadyuvantes, han demostrado la importancia de conocer, no solo los activos utilizados, sino la forma en la cual los mismos deben aplicarse.

El desempeño de cada producto coadyuvante es muy dependiente de las características del herbicida utilizado. Es por esto que incorporar los mismos de una manera generalizada en las soluciones herbicidas, resulta un gran error productivo que puede traer consecuencias negativas.

La utilización incorrecta de coadyuvantes no solo impacta en el costo económico de la aplicación, sino también aumenta el costo ambiental, incorporando una sustancia química adicional innecesaria.

Por otra parte, la incorporación de un coadyuvante debe realizarse sobre la base de las necesidades presentadas en cada situación particular, contemplando además del tipo de producto en la mezcla, las interacciones que ocurren con las especies y las condiciones meteorológicas al momento de la aplicación.

Seleccionar los productos coadyuvantes que mejor se adapten para superar las limitantes diagnosticadas, requerirá de un minucioso estudio de todas las partes reconociendo que no todas las aplicaciones herbicidas van a requerir de la incorporación de esta herramienta. «




Bibliografía

- AL HEIDARY M, DOUZALS JP, SINFORT C & VALLET A (2014). Influence of spray characteristics on potential spray drift of field crop sprayers: A literature review. *Crop protection*, v. 63, 120-130.
- ANZALONE A (2007). Absorción y translocación de herbicidas en plantas. In: *Herbicidas Modos y mecanismos de acción en plantas.* (eds ANZALONE A). Universidad Centro Occidental Lisardo Alvarado. Barquisimeto, Venezuela.
- ARAÚJO D & RAETANO CG (2011). Adjuvantes de produtos fitossanitários. In: *Tecnologia de aplicação para culturas anuais.* (eds ROCHA U & BOLLER W), 27-46. Aldeia Norte Editora, Botucatu SP, Brasil.
- AZEVEDO LA (2011). Tipos e classificação de adjuvantes agrícolas. In: *Adjuvantes agrícolas para a proteção de plantas.* (eds AZEVEDO LA), 33-74. IMOS Gráfica Editora, Rio de Janeiro, Brasil.
- CHRISTOFOLETTI PJ, PINTO DE CARVALHO SJ, DIAS RIBEIRO AC, et al (2013). Agricultural spray adjuvants to enhance herbicide efficacy in "hard to kill weed" in tropical conditions. In: *Proceedings 2013 International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals.* (11th, 2013, California, USA), 35-45. ISAA, California, USA.
- CUNHA JPAR, ALVES GS & REIS EF (2010). Efeito da temperatura nas características físico-químicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. *Planta Daninha*, v. 28, n. 3, 665-672.
- DE RIJTER H & MEINEN E (1996). Adjuvant-increased glyphosate uptake by protoplasts isolated from Quackgrass *Elytrigia repens* (L.) Nevski. *Weed Science*, v.44, 38-45.
- DINELLI G & CATIZONE P (2001). Relazione herbicida-pianta. (eds CATIZONE P & ZANIN G). Patrón, Bologna, Italia.
- FERNÁNDEZ S & GUGGERI I (2019). Efecto de seis adjuvantes en el crecimiento, reproducción y comportamiento de *Eisenia fetida*. Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay.
- FERREIRA EA, PROCÓPIO SO, SILVA EAM et al. (2003). Estudos anatômicos de folhas de espécies de plantas daninhas de grande ocorrência no Brasil - *Amaranthus deflexus*, *Amaranthus spinosus*, *Asteranthus tenella* e *Euphorbia heterophylla*. *Planta Daninha*, v.21, n.2, 263-271.
- GASKIN R, HORGAN D & VAN LEEUWEN R (2016). Multiple benefits of an adjuvant for a dormant orchard spray. In: *Proceedings 2016 International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals.* (Malec AD y Sumulong SA) (11th, 2016, California, USA), 339. ISSA, Monterrey, California, USA.
- GAUVRIT C & CABANNE F (1993). Oils for Weed Control: Uses and Mode of Action. *Journal of Pesticide Science*, v.37, 147-153.
- GUGAA M, ZARZECKA K & ZADROZNIAK B (2010). An effect of adjuvants on potato yielding and limiting weed infestation in potato stands. *Biu Inst Hod Aklimat Ros*, v.255, 47-57.
- HATTERMAN-VALENTI H, PITY A & OWEN M (2011). Environmental Effects on Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) Epicuticular Wax Deposition and Herbicide Absorption. *Weed Science*, v. 59, n. 1, 14-21.
- HEAR, I (2022). Online. The International Herbicide-Resistant Weed Databases. Available at: <http://www.weed-science.org>. (29 de Agosto 2022).
- KIRKWOOD RC (1993). Use and Mode of Action of Adjuvants for Herbicides: A Review of some Current Work. *Pesticide Science*, v.38, 93-102.
- KIRKWOOD RC (1999). Recent developments in our understanding of the plant cuticle as a barrier to the foliar uptake of pesticides. *Pesticide Science*, v.55, 69-77.
- LI BX, LIU Y, ZHANG P et al (2019). Selection of organosilicone surfactants for tank-mixed pesticides considering the balance between synergistic effects on pests and environmental risks. *Chemosphere*, v. 217, 591-598.

LIU Z (2004). Effects of surfactants on foliar uptake of herbicides – a complex scenario. *Colloids and Surfaces*, v.35, 149-153.

MERCIER L, SERRE I, CABANNE C & GAUVRIT G (1997). Behaviour of alkyl oleates following foliar application in relation to their influence on the penetration of phenmedipham and quizalofop-p-methyl. *Weed Research*, v.37, 267-276.

MINGUELA JV & CUNHA JPAR (2010). Adjuvantes. In: *Manual de aplicação de produtos fitossanitários.* Aprenda Fácil Editora. Viçosa, MG, Brasil.

MORICCHETTI S, CANTERO JJ, NÚÑEZ C, BARBOZA GE, ARIZA ESPINAR L, AMUCHASTEGUI A & FERRELL J (2013). Sobre la presencia de *Amaranthus palmeri* (Amaranthaceae) en Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, v.48, n.2, 347-354.

OLIVET JU, VILLALBA J & SCHENZER D (2013). Tecnología de aplicación de agroquímicos en cultivos extensivos. *Serie FFFA-INA*, n. 53, 37 p.

PAPA J & LEGUIZAMÓN E (2004). Dinámica de los herbicidas en la planta. In: *Herbicidas características y fundamentos de su actividad.* (eds Vitta J). UNR Editora. Rosario, Argentina.

REY L (2021). Efecto del agregado de diferentes adjuvantes en el control de *Amaranthus palmeri*. S. Wats. y en las características de la solución. Tesis Maestría. Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay.

RODRÍGUEZ N (1999). Adjuvantes. Serie técnica INTA. Estación Experimental Agropecuaria Anguil.

SANTOS G, OLIVEIRA JUNIOR RS, CONSTANTIN J, FRANCISCHINI AC, MACHADO MFPS, MANGOLIN CA & NAKAJIMA JN (2014). *Coryza sumatrensis*: A new weed species resistant to glyphosate in the Americas. *Weed Biology and Management*, v. 14, 106-114.

SCHÖNHERR J & BAUR P (1994). Modelling penetration of plant cuticles by crop protection agents and effects of adjuvants on their rates of penetration. *Pesticide Science*, v. 42, 185-208.

SHARMA SD, KIRKWOOD RC & WHATELEY T (1996). Effect of nonionic nonylphenol surfactants on surface physiological properties, uptake and distribution of asulam and diflufenican. *Weed Research*, v. 36, 227-239.

STAINER C, DESTAIN MF, SCHIFFERS B, LEBEAU F (2006). Droplet size spectra and drift effect of two phenmedipham formulation and four adjuvants mixtures. *Crop protection*, v. 25, 1238 - 1243.

STAGNARI F (2007). A review of the factor influencing the absorption and efficacy of lipophilic and highly water-soluble post-emergence herbicides. *The European journal of plant science and biotechnology*, v.1, n.1, 22-35.

STOCK D & HOLLOWAY PJ (1993). Possible mechanisms for surfactant-induced foliar uptake of agrochemicals. *Pesticide Science*, v. 38, 165-177.

UDDIN MR, PARK SU, DAYAN FE, PYON JY (2014). Herbicidal activity of formulated sorgoleone, a natural product of sorghum root exudate. *Pest Management Science*, v.70: 252-257.

VEERMEER R & BAUR PO (2007). A formulation concept that overcomes the incompatibility between water and oil. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, v.60, n.1, 7-26.

WANG ZQ & LIU CJ (2007). Foliar uptake of pesticides – Present status and future challenge. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, v. 87, 1-8.

WU SG, WU CX, CHEN LP et al (2009). Acute toxicity 559 and safety evaluation of four organosilicon surfactants to zebrafish. *Acta Agriculturae*, v. 21, 395-398.

ZABKIEWICZ JA (2002). Enhancement of pesticide activity by oil adjuvants. In: *Spray Oils Beyond 2000* (eds BEATTIE A, WATSON D, STEVENS M, RAE D & SPOONER-HART R). University of Western Sydney, Sydney, Australia.



CONSTRUYENDO EL FUTURO DEL AGRO

Más de 100 años de tradición y tecnología para alcanzar el desarrollo de un campo eficiente y sustentable.

Conocé más



- f @sumitomochemicalargentina
- 🐦 @sumitomochem_ar
- @sumitomochemicalargentina
- 📍 Sumitomo Chemical Argentina

agro.ar.sumitomochemical.com

 SUMITOMO CHEMICAL