

Utilización de fitosanitarios en sistemas productivos y su impacto ambiental en la cuenca de El morro (San Luis, Argentina)

Use of phytosanitary products in production systems and their environmental impact in the El morro basin (San Luis, Argentina)

Martínez Espeche, M.¹; Garbero, M.M.¹

mmartinezespeche@gmail.com; garberom@yahoo.com

¹Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de San Luis. Ruta Provincial N° 55 S/N extremo Norte, 5730, Villa Mercedes, Argentina.

Recibido 06/05/2024. Aceptado: 12/06/2024

Resumen: La cuenca de El Morro (San Luis, Argentina) tuvo cambios en el uso de los suelos, pasando de áreas con pasturas y bosque nativo a áreas de cultivos, acompañado de nuevos paradigmas productivos, que incrementaron el uso de fitosanitarios. A través de encuestas a productores y asesores agropecuarios se evaluó el uso de pesticidas y su impacto, utilizando el Coeficiente de Impacto Ambiental de campo (EIQc) y de la estrategia de control (EIQe). Los resultados indican que de los fitosanitarios utilizados, más del 70% son destinados para controlar malezas. Los EIQc sólo de algunas moléculas tuvieron calificación de impacto medio o alto. Los sistemas agrícolas utilizan el mayor número de moléculas por aplicación y presentan los valores de EIQe más elevados. Estos resultados pueden ayudar a la posibilidad de utilizar el EIQ como herramienta de gestión antes de ejecutar las actividades agropecuarias permitiendo buscar estrategias que presenten menor impacto ambiental.

Palabras-clave: evaluación; pesticidas; impacto.

Abstract: The El Morro basin (San Luis, Argentina) underwent changes in land use, transitioning from areas with pastures and native forests to cultivated areas. This shift was accompanied by new production paradigms that increased the use of pesticides. Through surveys of farmers and agricultural advisors, the use of pesticides and their impact were evaluated using the Environmental Impact Quotient for field (EIQc) and control strategy (EIQe). The results indicate that over 70% of the pesticides used are targeted at weed control. Only some molecules had a medium or high impact rating based on EIQc. Agricultural systems use the highest number of molecules per application and exhibit elevated EIQe values. These findings suggest that using the EIQ as a management tool before implementing agricultural activities could help identify strategies with lower environmental impact.

Keywords: assessment; pesticides; impact.

1. Introducción

La agricultura en Argentina ha evolucionado expandiéndose en los últimos 20 años dentro de una matriz tecnológica encuadrada por el uso de cultivos transgénicos, la adopción de la siembra directa vinculada al mayor uso de fertilizantes y plaguicidas y en menor medida, por prácticas asociadas con agricultura de precisión (Satorre, 2005; Viglizzo *et al.*, 2010).

Aunque en un principio la expansión de la frontera de los cultivos agrícolas se concentró en la región pampeana por tener mayor fertilidad y mejores condiciones agroclimáticas, los mayores procesos de cambios se produjeron en las zonas denominadas “extrapampeanas” (Satorre, 2005; Lombardo y Pescio, 2006; García y Puppi, 2007), que hasta entonces tenían un menor desarrollo de la producción extensiva de cereales y oleaginosas (González y Roman, 2009).

En la provincia de San Luis, la producción agropecuaria primaria se mantuvo invariable desde la década del `80 hasta inicios del siglo XXI, cuando se duplicó la producción de cereales y oleaginosas. Esta región está considerada dentro de las zonas marginales (extrapampeanas); debido al bajo costo que tenían las tierras y el rendimiento que se podía obtener en las cosechas, la actividad agrícola creció rápidamente en desmedro de la producción ganadera, que era la actividad tradicional hasta ese momento (Roma y Garro, 2016).

La cuenca de El Morro se encuentra ubicada en el centro-este de la provincia de San Luis. Sáenz *et al.*, (2016) indican que el cambio de uso y cobertura de la tierra de esta cuenca varió entre 1980 cuando tenía un 18% de agricultura y un 82% de ganadería y 2016, con un 78% de agricultura y 2% de pasturas implantadas. La combinación de diversos factores económicos, tecnológicos y meteorológicos, han incidido en el aumento de la superficie destinada a siembra y en el rendimiento de los cultivos, acentuando la rentabilidad de la agricultura respecto a la actividad ganadera y una fuerte competencia por el uso de la tierra. En las áreas con tierras de mejor aptitud, los sistemas mixtos pasan a tener mayor especialización agrícola provocando el desplazamiento e intensificación de la ganadería para desocupar tierras y destinarlas a la agricultura (Bonatti *et al.*, 2013; Rearte y Pordomingo, 2014).

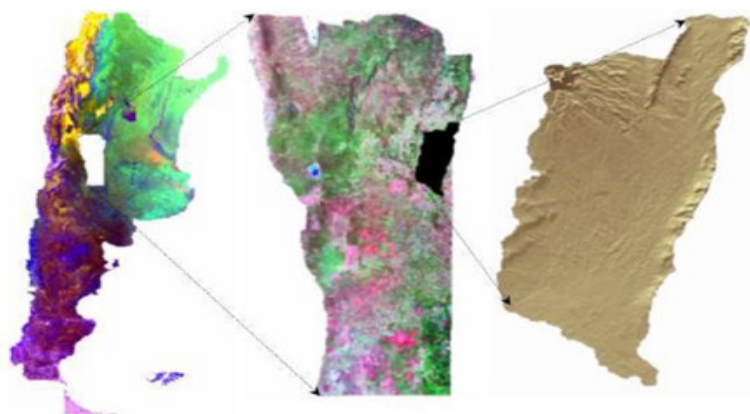
La superficie de la cuenca de El Morro abarca aproximadamente 220.000 hectáreas y se extiende desde La Sierra de El Morro en el norte, la ruta provincial N° 1 al este, la autopista N° 55 (ex ruta nacional N° 148) al oeste y la ribera del río Quinto al sur (Figura 1), (Saenz *et al.*, 2016).

Los suelos de la cuenca corresponden a Haplustoles énticos al norte y Ustortentes - Ustipsamientos típicos al sur. Los mismos poseen una capacidad de uso de clase predominantemente VI, que se caracteriza por suelos aptos para ganadería con restricciones para su uso con fines agrícolas, debido a la susceptibilidad a

procesos de erosión hídrica y eólica, por lo que requieren prácticas complejas de manejo y conservación (Collado, 2017; Colazo y Garay, 2020).

Figura 1

Localización de la cuenca El Morro. Fuente: Adaptado de Galván *et al.*, (2009).



La cubierta agrícola alteró el balance hídrico; la vegetación anual con raíces menos profundas, sumado a períodos largos de barbecho en los que se busca acumular agua en el suelo, favorecieron el drenaje profundo y la recarga freática, generando ascensos de nivel y flujos subterráneos más veloces (Jobbágy *et al.*, 2015).

En esta cuenca los dos cultivos principales corresponden a soja y maíz y su producción ha llevado a una creciente presencia de malezas tolerantes y resistentes que afecta la producción de los cultivos y preocupa cada vez más a productores y asesores de la provincia de San Luis (Garay, 2015).

Uno de los temas que en los últimos años ha adquirido relevancia en los sistemas de producción agropecuarios es la evaluación de los efectos del uso de los fitosanitarios en los ecosistemas, su efecto en las poblaciones rurales y en los consumidores de los alimentos.

Se ha observado un importante incremento de las dosis y frecuencias de aplicaciones de herbicidas en sistemas que utilizan el paquete tecnológico de siembra directa, que generan como consecuencia, la aparición de biotipos de malezas resistentes (Sasal *et al.*, 2010; Principiano y Acciaresi, 2017). Un aspecto para resaltar es que no sólo resulta preocupante el incremento de la resistencia a herbicidas sino también el impacto ambiental que esta práctica posee (Principiano y Acciaresi, 2018).

Existen diversos indicadores que permiten predecir el impacto ambiental de los plaguicidas. Entre los más conocidos se encuentra el Coeficiente de Impacto Ambiental (EIQ), (Kovach *et al.*,1992; Nillesen *et al.*,2006; Gaona *et al.*,2017; Baigorria *et al.*,2019).

El coeficiente de impacto ambiental es un modelo desarrollado por el Programa de manejo integrado de plagas de la Universidad de Cornell y a través de un valor numérico y adimensional permite evaluar el impacto ambiental de los plaguicidas. El EIQ puede ser utilizado en los programas de manejo integrado de plagas para comparar diferentes plaguicidas o estrategias de control y seleccionar aquella con menor impacto en el ambiente, como así también comparar diferentes sistemas productivos y el uso de plaguicidas asociado a los mismos (Gaona *et al.*,2017).

Estudios recientes han utilizado el EIQ para calcular el impacto ambiental en la producción de maíz amarillo duro con semilla certificada y no certificada comprobando que existiría una reducción de más del 70% en el EIQ en sistemas que utilicen semillas certificadas en la región de Piura, Perú (Rodríguez Valdés, 2023). Por otra parte, los valores de EIQ obtenidos en cultivos hortícolas podrían ser utilizados para la evaluación de los impactos ambientales y para evaluar la aplicación de programas de Gestión Integrada de Plagas (Rodríguez-Quispe *et al.*,2023).

En Argentina existen estudios en los que se ha utilizado el EIQ como indicador del impacto ambiental de los fitosanitarios. Cabrini y Calcaterra (2016), indicaron que la ganadería extensiva representa una opción de uso de la tierra, que se realiza, con muy bajos valores de EIQ en contraposición a los modelos de producción agrícola. Marzetti *et al.*, (2017) encontraron que el cultivo de maíz presentaba los valores más elevados de EIQ, debido a que en sus estrategias de control se suele incluir el uso de herbicidas como atrazina, metolaclor y acetoclor. Por otra parte, se demostró que el uso de cultivos cobertura reduce el impacto ambiental, medido con EIQ, respecto a los tratamientos químicos en barbechos de cultivos estivales (Baigorria et-al., 2016; Garay, 2018).

En la provincia de San Luis existen pocos antecedentes sobre el manejo e impacto ambiental que producen los plaguicidas, por lo que esta investigación pretende generar conocimientos sobre este tema en la cuenca de El Morro (San Luis, Argentina), esperando que los resultados alcanzados puedan ser utilizados por profesionales asesores, comunidad educativa y organismos gubernamentales para la gestión y toma de decisiones.

2. Materiales y Metodología

El estudio se llevó a cabo en dos subcuencas de la cuenca de El Morro, denominadas Río Nuevo y El Quebrachal; la recolección de datos se realizó mediante encuestas a los productores y técnicos asesores sobre la actividad desarrollada en 31 establecimientos en las campañas 2019 - 2020 y 2020 - 2021, correspondientes con 511 lotes productivos que abarcan una superficie total de 30.577 hectáreas.

Las preguntas principales formuladas estaban relacionadas al tipo de fitosanitario utilizado, dosis, número de aplicaciones y plaga a controlar durante las dos campañas agrícolas estivales consecutivas mencionadas.

Para la cuantificación de los fitosanitarios se determinó el porcentaje y frecuencia de uso de cada uno de ellos, agrupados según su uso agronómico en herbicidas, insecticidas, fungicidas y coadyuvantes.

Los valores de EIQ de cada producto se obtuvieron del sitio web de la Universidad de Cornell (Eshenaur *et al.*, 2015), que incorpora los impactos que pueden generar los ingredientes activos de productos formulados en trabajadores agrícolas, consumidores y organismos no objetivo (peces, aves, abejas y otros insectos), (Kovach *et al.*, 1992). Luego con los valores de EIQ, se calculó el coeficiente de impacto ambiental de campo (EIQc), utilizando el método propuesto por Kovach *et al.*, (1992), de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{EIQc} = \text{EIQ} * \text{Porcentaje de ingrediente activo} * \text{Dosis} * \text{N}^{\circ} \text{ de aplicaciones}$$

Cuanto menor es el EIQc, menor es el impacto ambiental. Este método permite comparar el impacto ambiental entre plaguicidas y diferentes programas de manejo de plagas, debido a que refleja las condiciones de aplicación reales.

De acuerdo con lo propuesto por Stewart *et al.*, (2011) se clasificó el nivel de impacto ambiental de campo como muy bajo ($\text{EIQc} < 5$), bajo ($5 < \text{EIQc} < 20$), medio ($20 < \text{EIQc} < 45$) y alto ($\text{EIQc} > 45$).

Por último, se obtuvo el coeficiente de impacto de la estrategia de control (EIQe), de la suma de los EIQc de los productos utilizados para cada cultivo y establecimiento.

Para el análisis estadístico, se utilizó el programa SPSS. La normalidad de datos fue evaluada con Kolmogórov-Smirnov y la homocedasticidad de varianzas fue evaluada mediante la prueba de Levene. Todos los datos analizados no presentaron normalidad y/o homocedasticidad, por lo tanto, se aplicó la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis para detectar si existían diferencias entre las medianas de los grupos. En las variables que se detectaron diferencias entre las medianas, se aplicó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney, con un nivel de significancia de 0,05.

3. Resultados y discusión

El 60,5% de los establecimientos encuestados desarrollaron como única actividad la agricultura, el 31,5% fueron mixtos y el restante 8% practicó solo ganadería. Estos resultados coinciden con lo planteado por Saenz *et al.*, (2016) y Galván *et al.*, (2009), quienes encontraron que los establecimientos de la cuenca El Morro dedicados a la producción agrícola ocupan la mayor superficie que los predios destinados a las actividades agropecuarias.

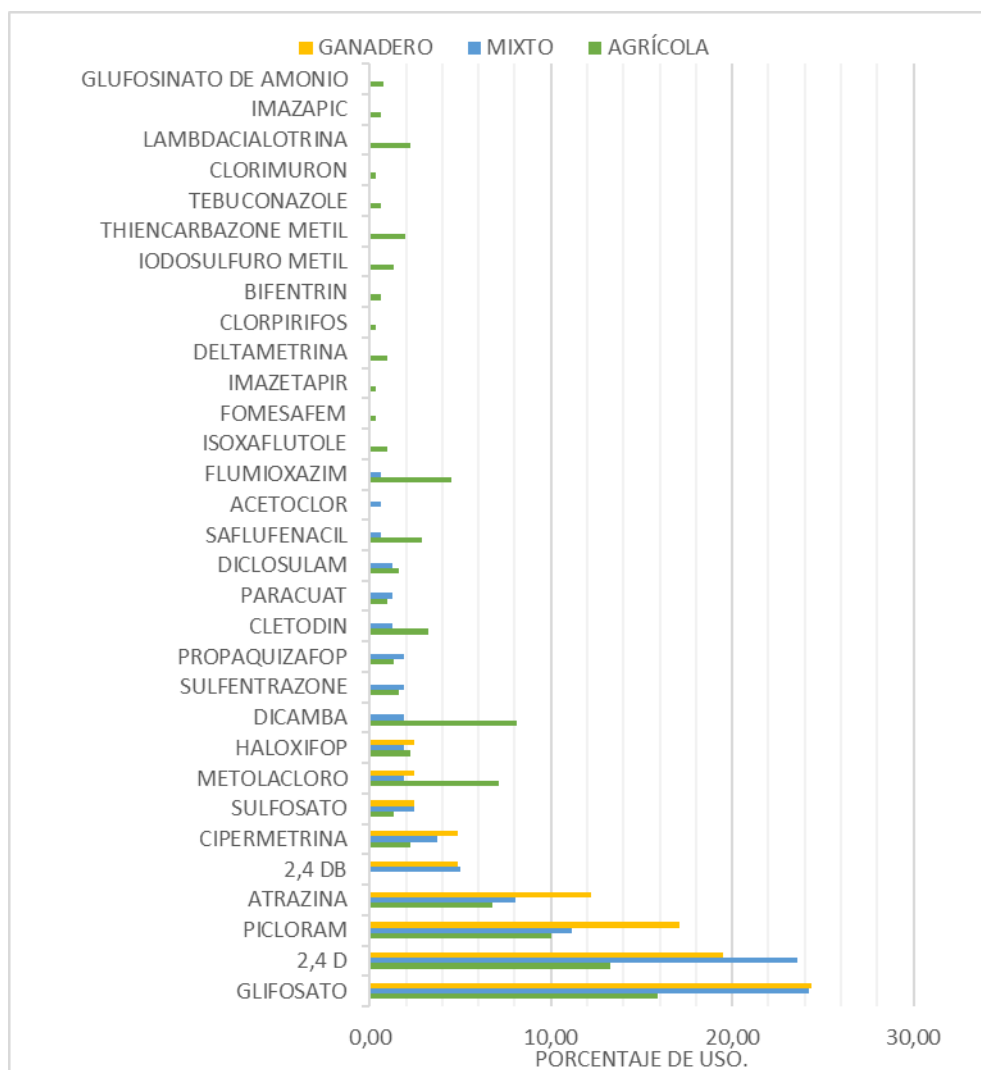
Fue registrado el uso de 31 moléculas, donde el 83,87% corresponden a herbicidas, el 12,90% a insecticidas, el 3,23% a fungicidas; esto coincide con lo planteado por Bedmar (2011) y Andrade (2016), quienes indicaron que los mayores consumos de plaguicidas, medidos en volumen, corresponden a los usados para el control de malezas, luego al control de insectos y por último al control de enfermedades. Al respecto, Garay (2015) manifiesta que los efectos negativos de las malezas son tan importantes, que se estima que la pérdida de producción por la presencia de malezas en los cultivos de maíz y de soja en la

región semiárida central Argentina, puede alcanzar hasta el 80% si no son controladas.

En la distribución de frecuencias de uso por tipo de establecimiento, los agrícolas aplicaron 29 de las moléculas mencionadas en las encuestas, los mixtos 18 moléculas y los ganaderos sólo 9 moléculas (Figura 2). Las moléculas más utilizadas correspondieron a Glifosato, 2,4-D, Picloram, Dicamba y Atrazina.

Figura 2

Porcentaje de uso de moléculas químicas según tipo de establecimiento.

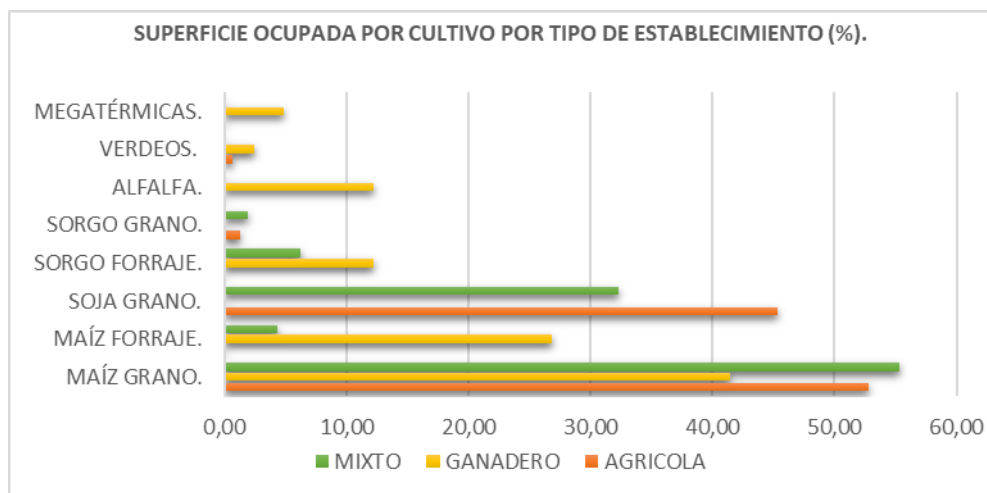


En el total de los establecimientos con sistema íntegramente agrícolas se efectuaron cultivos de 4 especies diferentes, con predominio de maíz y soja, que representaron el 98% de la superficie implantada. En los establecimientos mixtos

se registraron 5 cultivos diferentes, con un 87% de su superficie destinada a maíz y soja y en los netamente ganaderos, 6 cultivos diferentes, con un 60% del área destinada a maíz doble propósito (forraje y grano), que incluye al menos 2 pasturas perennes que constituyeron el 18% de la superficie (Figura 3).

Figura 3

Porcentaje de superficie ocupada por cultivo en cada tipo de establecimiento.



Con respecto a la frecuencia de uso de pesticidas en los cultivos, se observó que en maíz para grano se utilizaron 22 moléculas; en maíz para forraje 6 moléculas; en soja para grano, 27 moléculas; en sorgo para forraje 8 moléculas y en sorgo para grano, alfalfa, verdesos de invierno y pasturas perennes megatérmicas, menos de 5 moléculas en cada cultivo (Figura 4). El mayor número de moléculas utilizadas en los cultivos de maíz y soja para granos, podría estar relacionado con la mayor rentabilidad que proporcionan estos cultivos, y coincide con lo expresado por Viglizzo *et al.*, (2001) y por Bonatti *et al.*, (2013).

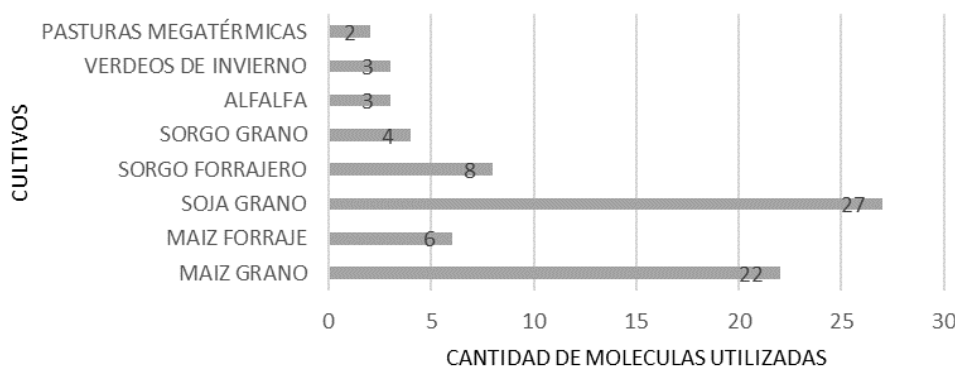
En función de los EIQC de cada molécula aplicada, se observa que la mayoría de las moléculas resultaron de muy bajo impacto y bajo impacto. Sólo 5 moléculas resultaron de impacto medio o alto (Figura 5). Cabe destacar que para una misma molécula la categoría de impacto está directamente relacionada con la dosis utilizada y el número de aplicaciones.

A partir de las encuestas se observó que las aplicaciones se realizan mezclando un promedio de cinco principios activos (fundamentalmente herbicidas). De esta forma, el EIQ de la estrategia de control está constituido por la sumatoria de los EIQC de cada uno de los principios activos que conforman la mezcla. Entonces, para un mismo cultivo la suma de principios activos con su correspondiente Coeficiente de impacto ambiental de campo (EIQC), conforman el Coeficiente de impacto ambiental de la estrategia de control (EIQe). El EIQe se correlaciona positivamente con la cantidad de moléculas utilizadas en el caldo de aplicación

con un nivel de significancia del 0,01 (Correlación de Pearson: $p = 0,803$ y p . valor = 0,000) para cada cultivo (Tabla 1), lo que indica que un mayor número de moléculas utilizadas en la mezcla genera un mayor coeficiente de impacto ambiental de la estrategia.

Figura 4

Cantidad de moléculas utilizadas por cultivo realizado en la cuenca de El Morro.



En el análisis estadístico para las estrategias utilizadas en el control de plagas, se detecta una diferencia entre los sistemas productivos (Kruskal – Wallis: p valor = 0,000). A partir de la prueba de Mann-Whitney se observaron diferencias significativas entre los sistemas productivos Agrícolas versus Mixtos (p valor = 0,000) y entre los sistemas Agrícolas versus Ganaderos (p valor = 0,013), aunque no se obtuvo diferencia estadísticamente significativa entre las estrategias de los sistemas Mixtos versus Ganaderos (p valor = 0,534) (Figura 6). Estos resultados pueden ser explicados según lo expuesto por Viglizzo *et al.*, (2001) y Tallone (2018), que manifiestan que los sistemas mixtos y ganaderos, con la inclusión de dos o más especies de cultivo, mejorarían este indicador ambiental.

Tabla 1

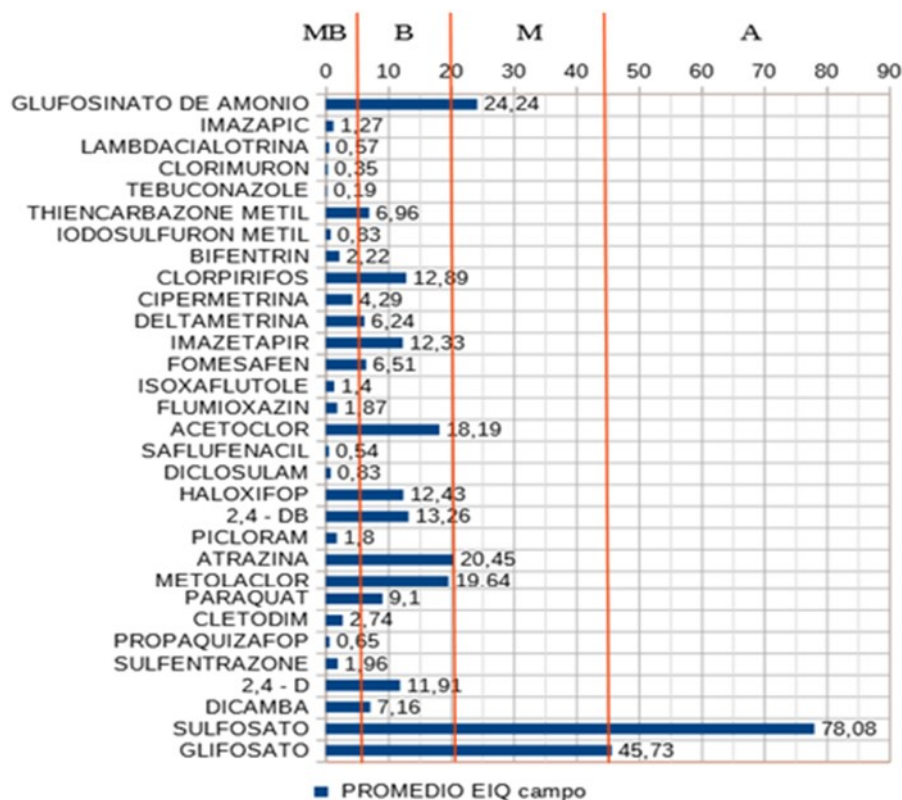
Promedio de coeficiente de impacto ambiental de las estrategias (EIQe), por cultivo. Letras diferentes indican diferencias significativas (p -valor < 0,05).

Promedio EIQe de estrategias por cultivo	
Cultivos	EIQe
<i>maíz grano</i>	107,92 ± 56,74 ^a
<i>maíz forraje</i>	70,98 ± 32,48 ^{ab}
<i>soja</i>	97,34 ± 63,87 ^{ab}
<i>sorgo forraje</i>	62,8 ± 33,95 ^b
<i>sorgo grano</i>	46,91 ± 24,78 ^{abc}
<i>alfalfa</i>	39,09 ± 21,17 ^{bc}
<i>verdeo de invierno</i>	26,83 ± 7,75 ^c
<i>pasturas megatérmicas</i>	21,03 ± 5,34 ^c

Al intensificar las rotaciones es posible mantener cubierto el suelo mayor cantidad de tiempo y reducir así la aparición de malezas, interrumpir los ciclos de enfermedades e insectos plaga y, por lo tanto, disminuir el uso de fitosanitarios en los sistemas de producción. Además, en los sistemas ganaderos, las malezas son aprovechadas como fuente de alimento.

Figura 5

Valores de Coeficiente de impacto ambiental de campo (EIQc), promedio de las moléculas utilizadas y clasificación según propuesto por Stewart *et al.*, (2011), donde: MB=Muy bajo; B= Bajo; M= Medio; A= Alto.



4. Conclusiones

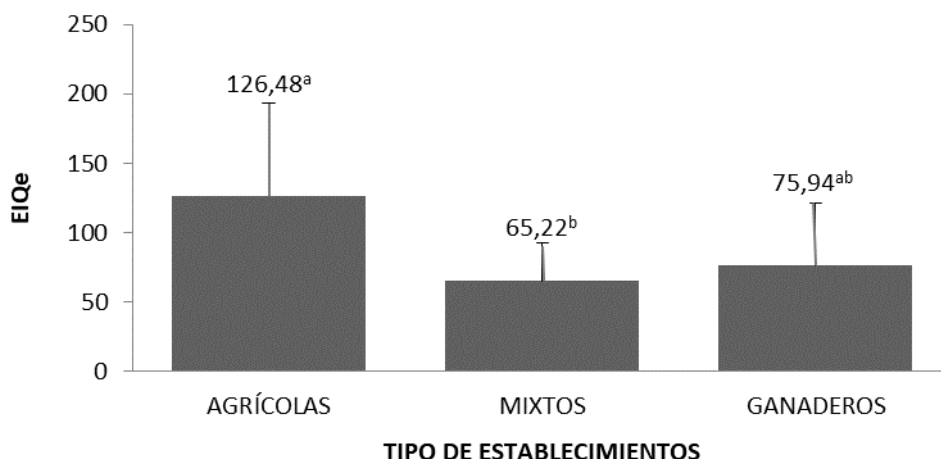
En la cuenca de El Morro la actividad más importante corresponde a la agricultura y los principales cultivos son el maíz y la soja. Los sistemas agrícolas utilizan el mayor número de moléculas y la mayoría corresponde a la categoría herbicidas. Los EIQc para el control de plagas de estos sistemas son los más elevados y están directamente relacionados a la presencia de malezas de difícil control.

En los sistemas mixtos se observó un menor valor del EIQc de la categoría “alto”, correspondiente, al bajo porcentaje de especies de malezas de difícil control y menor grado de tecnología aplicada, debido a que los cultivos pueden tener

múltiples usos, brindando la posibilidad de transformar cosechas mediocres en producción animal, situación no aprovechable en sistemas agrícolas puros.

Figura 6

Diferencias en el valor de Coeficiente de impacto ambiental de las estrategias utilizadas por cada sistema (EIQe). Letras diferentes indican diferencias significativas (p valor < 0,05).



Las estrategias de control utilizadas por los sistemas ganaderos son intermedias entre los agrícolas y mixtos. En estos sistemas se encuentra la mayor cantidad de cultivos en rotación, con incorporación de especies perennes en sus planteos productivos, lo que determina el uso de un bajo número de moléculas. Sin embargo, se utilizan dosis altas y numerosas aplicaciones.

En base a lo expuesto, se considera que el manejo agronómico de los cultivos está relacionado con el grado de tecnología aplicado (fertilizaciones, productos fitosanitarios, dosis y número de aplicaciones) y determina fuertemente el valor del impacto ambiental. En la cuenca la mayor cantidad de pesticidas utilizados, corresponde a herbicidas, empleados en barbecho químico.

El uso del EIQ en este trabajo sirve como herramienta de diagnóstico de las actividades realizadas, lo que permite visualizar cuáles son los ejes que intervienen en el nivel de impacto alcanzado; así aplicado, el EIQ sirve de retroalimentación para corregir, adecuar o mejorar la toma de decisiones futuras y disminuir el impacto de la aplicación de los fitosanitarios. No obstante, al ser las malezas las que generan los mayores problemas en los cultivos, una correcta identificación, adecuado momento de aplicación de herbicidas y monitoreos posteriores, brindarían la posibilidad de utilizar el EIQ alcanzado en cada campaña como herramienta de gestión antes de ejecutar las actividades (por ejemplo, las prescripciones agronómicas para aplicación de pesticidas) y buscar estrategias que presenten menor impacto ambiental.

5. Referencias bibliográficas

- Andrade, F. (2016). Los desafíos de la agricultura. International Plant Nutrition Institute, Acassuso, Buenos Aires, Argentina.
- Baigorria, T., Alvarez, C., Cazorla, C., Belluccini, P., Aimetta, B., Pegoraro, V., Boccolini, M., Conde, B., Faggioli, V., Ortiz, J., Tuesca, D. (2019). Impacto ambiental y rolado de cultivos de cobertura en producción de soja bajo siembra directa. Asociación Argentina de Ciencia del Suelo.
- Baigorria T, Belluccini, P., Cazorla, C., Aimetta, M., Ortiz, J. Pegoraro, V., Boccolini, M. y Faggioli, V. (2016). Cultivos de cobertura: Una estrategia con potencial para disminuir el Impacto ambiental de herbicidas. EEA INTA Marcos Juárez, Córdoba, Argentina.
- Bedmar, F. (2011). ¿Qué son los plaguicidas? Ciencia hoy 21: 10-16. Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Bonatti, R., Calvo, S., Centeno, M. (2013). Adopción de tecnología en los cultivos para cosecha de la Provincia de San Luis. Repositorio Digital de la UNC. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Cabrini, S., Calcaterra C. (2016). Modelización de la toma de decisiones económico-ambientales para el uso del suelo agrícola en la Pampa Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Pergamino, Argentina.
- Colazo, J. y Garay, J. (2020). Cultivos de cobertura en San Luis. Información Técnica 197. EEA INTA San Luis. Diciembre de 2020. ISSN 0327-425X
- Collado, A. (2017). Cambio climático, transformaciones y conflictos territoriales en la cuenca hídrica de “El Morro”. EEA INTA San Luis.
- Eshenaur, B., Grant, J., Kovach, J., Petzoldt, C., Degni, J. y Tette, J. (2015). Environmental Impact Quotient: “A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides.” New York State Integrated Pest Management Program, Cornell Cooperative Extension, Cornell University. <https://nysipm.cornell.edu/eiq/calculator-field-use-eiq>.
- Gaona L., Bedmar F., Gianelli V., Faberi A. (2017). Evaluación del riesgo de impacto ambiental de plaguicidas mediante el Coeficiente de Impacto Ambiental (EIQ). Productividad y medio ambiente ¿Enfoques a integrar o misión compartida? Conferencias y resúmenes del 3er Simposio de Malezas y Herbicidas. Diciembre de 2017. La Pampa, Argentina.
- García, M. y Puppi, N. (2007). Tenencia de la tierra y tecnología en productores de soja de Santiago del Estero. Comparación con productores bonaerenses, Aceptado para la Revista Facultad de Agronomía de la UBA, Buenos Aires, 23 pp.
- Garay, J. (2015). Problemática de las malezas en la provincia de San Luis. I Congreso regional de buenas prácticas fitosanitarias. Ministerio del Campo. Gobierno de la provincia de San Luis.

- Garay, J. (2018). Los cultivos de cobertura como una estrategia de control de malezas con menor impacto ambiental. EEA INTA San Luis – Asociación Civil Argentina de Ciencia de las Malezas.
- Galván, M. y Collado, D. (2009). Esgurrimientos hídricos superficiales en la cuenca hidrográfica de El Morro, provincia de San Luis. Información Técnica N° 175. ISSN 0327-425X. INTA EEA San Luis.
- Gonzales, M.; Román, M. (2009). Expansión agrícola en áreas extrapampeanas la Argentina. Una mirada desde los actores sociales. Cuaderno de Desarrollo Rural 6, Bogotá (Colombia).
- Jobbágy, E., Nosetto, M., Bernasconi, H., Colazo, J., Galván, M., Mercáu, J., Sáenz, C., Colazo, E., Larrusse, C., Marchi, A., Barbosa, O., Giaccardi, A., Hellmers, M., Martínez Alvarez, D. (2015). LOS NUEVOS CURSOS DE AGUA EN LA CUENCA DE EL MORRO: DESCRIPCION DEL PROCESO Y PAUTAS PARA SU GESTION. Reporte elaborado para el Gobierno de la Provincia de San Luis.
- Kovach J., Petzoldt C., Degni J., Tette J. (1992). A method to measure the Environmental impact of pesticides. New York's Food and Life Sciences Bulletin 139, 1-8.
- Lombardo, P. y Pescio, F. (2006). "Avance de la Agriculturización en el noroeste argentino: el caso de la provincia de Santiago del Estero". Disponible en: ((66) Avance de la Agriculturización en el noroeste argentino: el caso de la provincia de Santiago del Estero | Patricia Lombardo and Francisco Pescio - Academia.edu).
- Marzetti, M., Coppiolo, A., Bertolotto, M. (2017). Impacto ambiental de las malezas resistentes y tolerantes. Publicaciones Rem- AAPRESID. Disponible en: (<https://www.aapresid.org.ar/rem/>).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (1990). Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas. Roma. p. 40.
- Principiano, M., Acciaresi, H. (2017). Costo financiero e impacto ambiental del control de malezas en diferentes secuencias de cultivos en el NO de la provincia de Buenos Aires. RTA: Revista de Tecnología Agropecuaria. Vol. 10(34):37-41.
- Principiano, M., Acciaresi, H. (2018). Diversidad e intensidad de secuencia de cultivos: Efecto ambiental y económico del control químico de malezas. RTA Vol. 10/37. agosto 2018. REM AAPRESID. Octubre 2018.
- Rearte, D. y Pordomingo, A. (2014). The relevance of methane emissions from beef production and the challenges of the Argentine a beef production platform. MeatSci. 98:35-360. doi: 10.1016/j.meatsci.2014.06.021.
- Rodríguez Valdés, D. E. (2023). Beneficios económicos, sociales y ambientales de la semilla certificada de maíz amarillo duro (*Zea mays L.*) en el bajo Piura. Tesis de Magister Scientiae en Economía Agrícola. Recuperado de: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5797>

Utilización de fitosanitarios en sistemas productivos y su impacto ambiental en la cuenca de El morro (San Luis, Argentina) - RCYTAAA – ISSN 2796-9142 – VOLUMEN 11 – NÚMERO 2.

- Rodríguez-Quispe S.P., Ortiz-Oblitas O., Castillo-Valiente J.R. (2023). Evaluación del impacto ambiental de los pesticidas utilizados para el control de plagas en los principales cultivos hortícolas en el valle de Chancay-Huaral, Lima. *Peruvian Journal of Agronomy*, 7(1), 1-19 (2023). <https://doi.org/10.21704/pja.v7i1.1989>
- Roma, M., Garro, B. (2016). Agriculturización e impacto ambiental en San Luis (Argentina). Un relevamiento de estudios científicos en la provincia. Congreso de Sociología - La Plata 2016.
- Sasal, M., Andriulo, A., Wilson, M., Portela, S. (2010). Pérdidas de Glifosato por Drenaje y Escurrimiento en Molisoles bajo Siembra Directa. *Información Tecnológica* Vol. 21(5), 135-142(2010) doi: 10.1612/inf.tecnol.43741it.09.
- Saenz, A. Rusoci, N., Colazo, J. (2016). Balance hídrico de diferentes escenarios en la cuenca El Morro. EEA INTA San Luis.
- Satorre, E.H. (2005). Cambios tecnológicos en la agricultura actual. En la Transformación de la Agricultura Argentina (M. Oesterheld, editor). *Ciencia Hoy*, 15: 24-31.
- Stewart, C., Nurse, R., Van Eerd, L., Vyn, R. y Sikkema, P. (2011). Weed control, Environmental impact, and economics of weed management strategies in glyphosate-resistant soybean. *Tecnología de malezas*, 25 (4), 535- 541, octubre de 2011.
- Tallone, V., Cabrini, M. (2018). Evaluación de indicadores de impacto ambiental por el uso de agroquímicos y ecoeficiencia en sistemas de producción del partido de Pergamino. Asociación Argentina de economía agraria XLIX Reunión anual de la AAEA, Santa Fe.
- Viglizzo, E.F., Lértora F.A. Pordomingo, A.J., Bernardos, J.N., Roberto, Z.E. and Del Valle, H. (2001). Ecological lessons and applications from one century of low external-input farming in the Pampas of Argentina. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 83: 65-81.
- Viglizzo, E. y Jobbágy, E. (2010). Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA.