

The background of the cover is a close-up photograph of a corn leaf, showing its characteristic parallel veins. A caterpillar is visible on the leaf, positioned towards the right side. The overall color palette is dominated by warm, golden-brown and orange tones, with a slight gradient from top to bottom.

Seamaíz

XI Congreso Nacional de Maíz

PROTECCIÓN VEGETAL

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE MAÍZ EN LA SECUENCIA DE CULTIVOS SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL Y ECONÓMICO DEL CONTROL QUÍMICO DE MALEZAS

Principiano, M. A. CIC-UNNOBA. m.principiano@hotmail.com
Acciaresi, H. A. EEA INTA Pergamino, Ruta 32 km 4,5 (2700), Pergamino, Argentina–Ma-
lezas. CIC acciaresi.horacio@inta.gob.ar

CORN INCLUSION IN THE CROP SEQUENCE: EFFECTS ON ENVIRONMENTAL IMPACT AND COST OF CHEMICAL CONTROL OF WEEDS

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the effect of corn in the sequence of crops on the environment and on the cost of the chemical control of weeds in farms of the NW of Buenos Aires province. The study included the analysis of weeds control programs in farms with different crop sequences that included soybean, wheat and corn. The results obtained indicate that the inclusion of maize in the sequence generates a decrease in the environmental deterioration and risk and in the economic cost of weeds control.

Palabras Clave

Maleza; EIQ; IPEST; Costo económico.

Key Words

Weeds; EIQ; IPEST; Economic cost.

INTRODUCCIÓN

El maíz es el segundo cultivo en importancia en la Región Pampeana Argentina. En la campaña 2017/18 ocupó una superficie de 6,4 millones de hectáreas con una producción de 32 millones de toneladas (Bolsa de Comercio de Rosario, 2018).

El manejo fitosanitario del cultivo de maíz puede ser de alto impacto ambiental (Pernuzzi y otros, 2008). Con el fin de aumentar la sostenibilidad de las estrategias de manejo de malezas, el proceso de toma de decisiones debe considerar el posible impacto ambiental que conllevan las diferentes alternativas tecnológicas usadas para controlarlas (Stewart y otros, 2011). En este contexto, una de las posibilidades es el uso de índices de evaluación de impacto ambiental que permiten evaluar el

riesgo ambiental de las prácticas de control y manejo abordadas (Kovach y otros, 1992; Van der Werf y Zimmer, 1998; Montico y otros, 2014).

Además de garantizar que los programas de control de malezas sean eficaces y ambientalmente sostenibles, es importante contar con un análisis del impacto económico de los diferentes programas de control de malezas (Stewart y otros, 2011).

De acuerdo con lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la inclusión de maíz en la secuencia de cultivos sobre el impacto ambiental y el costo económico del control químico de malezas en el NO de la provincia de Buenos Aires.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio comprendió el análisis del esquema de control de malezas de establecimientos agrícolas pertenecientes al partido de Pergamino (33° 53'S; 60° 34W) para el

período 2016/17 y 2017/18 en secuencias de diferente intensidad (cantidad de cultivos por año) que incluyeron trigo, soja y maíz. (Tabla 1).

s.c.	Año 1	Año 2
1	Trigo / Soja	Maíz
2	Trigo / Soja	Soja
3	Soja	Soja
4	Soja	Maíz
5	Maíz	Soja
6	Maíz tardío	Soja

Tabla 1. Secuencias de cultivos (s.c.) analizadas en lotes de producción durante las campañas 2016-17 y 2017-18 en el partido de Pergamino.

De cada secuencia de cultivos se registró la cantidad de aplicaciones con herbicidas (a.h.), principios activos de herbicidas (p.a.) y mecanismos de acción utilizados (m.a.). A su vez, se determinó la cantidad de activos herbicidas acumulados (a.a.) en los dos años para cada secuencia. Se registró también el consumo promedio de glifosato en litros por hectárea por año para cada secuencia.

Para el cálculo de los costos de herbicidas en el control de malezas se tomaron como referencia precios de insumos promedio del mercado local de agroquímicos y la cantidad de intervenciones en cada secuencia de cultivo. El precio de la labor de pulverización se tomó como promedio del valor informado por referentes locales.

Para el cálculo del impacto ambiental del programa de manejo de cada secuencia se utilizaron dos índices: EIQ, método propuesto por Kovach y otros (1992) y el IPEST, método propuesto por Van der Werf y Zimmer (1998).

Los valores de EIQ de cada herbicida se obtuvieron de Eshenaur y otros (2015). Posteriormente se calculó el EIQ de campo de la siguiente forma:

$$EIQ_{\text{campo}} = EIQ_{\text{herbicida}} * \text{concentración del activo herbicida} * \text{dosis} * N^{\circ} \text{ de aplicaciones}$$

Una vez calculado el EIQ de campo de cada herbicida se realizó la sumatoria de cada uno de los EIQ de campo y se obtuvo el EIQ de cada programa de control de malezas en las secuencias evaluadas.

De acuerdo a lo propuesto Stewart y otros (2011), se clasificó el nivel de riesgo ambiental como muy bajo (valores de EIQ menores a 5), bajo (valores de EIQ menores a 20), medio (valores de EIQ menores a 45) y alto (valores de EIQ iguales o mayores a 45).

Para su cálculo del IPEST se procedió en dos etapas. En primer lugar se calculó el índice para cada ingrediente activo (IPEST i.a.) y luego se agregaron todos los tratamientos realizados en el ciclo del cultivo (IPEST). El sistema experto calcula el valor de los módulos de acuerdo con la pertenencia de las variables como subconjuntos difusos favorables y desfavorables, y agrega las siguientes reglas de decisión (Rodríguez Molina, 2009): para IPEST i.a. se utilizó una escala de 0 (desfavorable) a 10 (favorable). El índice IPEST se calculó con las siguientes ecuaciones (2, 3):

$$(2) \text{ IPEST} = \text{MIN IPEST}_{i.a.} - (\text{Factor de riesgo} \times k)$$

Donde MIN IPEST i.a. es el valor mínimo de IPEST de todos los activos empleados durante el ciclo del cultivo.

$$(3) \text{ Factor de riesgo} = 10 - \text{IPEST}_{i.a.}/10$$

Y k es un factor de calibración necesario para obtener una escala entre 0 y 10. Los valores IPEST de 7 o más son aceptables sin riesgo de contaminación, mientras que los que están por debajo se relacionan con los riesgos de impacto ambiental (Bockstaller, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indican que la inclusión de maíz en comparación con la de soja luego de la secuencia trigo/soja (Tg/Sj), generó una disminución en la cantidad de intervenciones químicas, principios activos, activos acumulados y litros promedio de glifosato por hectárea por año, en el impacto y riesgo ambiental y en el costo de herbicidas (Tabla 2) (Figura 1).

Asimismo, la inclusión de maíz en siembra temprana (Sj-Mz o Mz-Sj) generó una disminución en las intervenciones químicas, activos acumulados, litros promedio de glifosato por hectárea por año y costos en herbicidas (Tabla 2) (Figura 1).

s.c.	Año 1	Año 2	i.q.	p.a.	m.a.	a.a.	I.p.g. (l.ha ⁻¹ .año ⁻¹)	EIQ prom.	IPEST prom.	c.t.h. (u\$s.ha ⁻¹)
1	Tg / Sj	Mz	4	8	7	13	6,3	78,4	7,1	150,4
2	Tg / Sj	Sj	6	10	7	18	8,0	85,2	6,5	175,1
3	Sj	Sj	8	8	7	22	9,5	109,1	5,6	220,2
4	Sj	Mz	6	9	8	17	7,5	102,3	6,5	195,5
5	Mz	Sj	6	9	8	17	7,5	103,8	6,2	197,9
6	Mz tar	Sj	7	10	8	20	7,8	127,1	5,8	224,0

Tabla 2. Cantidad de aplicaciones de herbicidas (i.q.); principios activos (p.a.); mecanismos de acción (m.a.); activos acumulados (a.a.); litros promedio de glifosato por hectárea por año (I.p.g.); coeficiente de impacto ambiental promedio (EIQ prom.); riesgo ambiental promedio (IPEST prom.); costo total en herbicidas (c.t.h.) para cada secuencia de cultivos (s.c.) analizada en lotes de producción durante las campañas 2016-17 y 2017-18 en el partido de Pergamino. Sj: soja; Tg: trigo; Mz: maíz; Mz tar: maíz tardío.

Se observó que la inclusión de maíz de primera en lugar de soja de primera en secuencias de igual intensidad (Tg/Sj-Sj o Tg/Sj-Mz; Sj-Sj, Sj-Mz o Mz-Sj), resultó en una disminución tanto en el impacto (Kovach y otros, 1992) como en el riesgo ambiental (Van der Werf y Zimmer, 1998), con una merma en los costos en herbicidas (Stewart y otros, 2011).

La secuencia que incluyó maíz tardío (Mz Tar-Sj) fue, junto con la secuencia Sj-Sj, la de mayor cantidad de intervenciones químicas, activos acumulados, impacto y riesgo ambiental y costo en herbicidas. En estas secuencias

existen largos periodos de tiempo donde el lote permanece sin ocupación lo que conduce a aumentar el número de aplicaciones de herbicidas para llegar a la siembra de los cultivos estivales con lotes sin presencia de malezas. Además, el uso de atrazina como herbicida residual en maíz incrementa el impacto y riesgo ambiental (Pernuzzi y otros, 2008).

Asimismo, la inclusión de un cultivo denso invernal (trigo) en la secuencia disminuyó de manera sustancial el impacto y riesgo ambiental al permitir un menor uso de herbicidas.

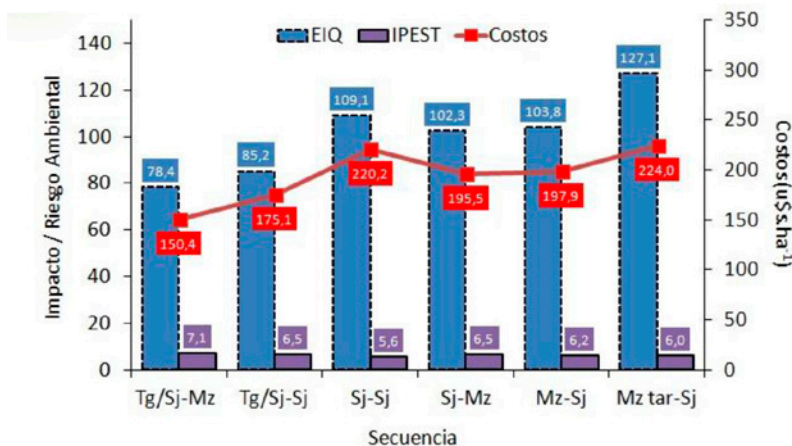


Figura 1. Comparación de índices de coeficiente de impacto ambiental (EIQ) y riesgo ambiental (IPEST) calculados para cada secuencia de cultivos en lotes de producción durante las campañas 2016-17 y 2017-18 en el partido de Pergamino. Sj: soja; Tg: trigo; Mz: maíz; Mz tar: maíz tardío.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran la importancia de incluir maíz de primera en la rotación para obtener un menor costo económico en herbicidas e impacto ambiental. El efecto sobre los índices ambientales que ejerce la inclusión de atrazina, conduce a un mayor impacto del cultivo de maíz tardío.

Los resultados obtenidos brindan información acerca del efecto ambiental y económico del control químico de malezas en di-

ferentes secuencias de cultivos con y sin la inclusión de maíz. Este tipo de análisis permite valorar los riesgos ambientales y económicos y brindar información para minimizar el uso de herbicidas.

Referencias

Bolsa de comercio de Rosario. 2018. Internet. Disponible en: <https://www.bcr.com.ar/Pages/gea/default.aspx>. [Consultado: Junio 2018].

Bockstaller, C. 2004. Elaboration et utilization des indicateurs. *Exemple de I-PHY*. En: *Estimation des risques environnementaux des pesticides*. (E. Barriuso, Ed.). INRA Editions, París, Francia, pp. 75-86. Eshenaur, B.; Grant, J.; Kovach, J.; Petzoldt, C.; Degni, J.; Tette, J. 2015. www.nysipm.cornell.edu/publications/EIQ. *Environmental Impact Quotient: "A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides."* New York State Integrated Pest Management Program, Cornell Cooperative Extension, Cornell University. 1992–2015.

Kovach, J.; Petzoldt, C.; Degni, J.; Tette, J. 1992. *A method to measure the environmental impact of pesticides*. N.Y. Food Life Sci. Bull. 139:139–146.

Montico, S.; Denoia, J. y Berardi, J. 2014. *Impacto y riesgo ambiental del uso de pesticidas en cultivos de la cuenca del arroyo Ludueña, Santa Fé*. Cuadernos del Curiham. 20:73-79.

Pernuzzi, F.; Sanchez, D.; Grenón, D.; Cracogna, M.; Vitti, D.; Arnold, M. V.; Menapace, P. y Magliano, M. F. 2008. *Estudio del riesgo de impacto ambiental de los fitosanitarios más utilizados en el cultivo de maíz en el centro-norte de la provincia de Santa Fé*. XV Jornadas Fitosanitarias Argentinas.

Rodriguez Molina, M. 2009. *Lógica difusa como herramienta para interpretar datos de producción limpia en el sector agrícola*. IDESIA 27: 101-105.

Stewart, C.L.; Nurse, R.E.; Van Eerd, L.L.; Vyn, L.L.; Sikkema, P.H. 2011. *Weed control, environmental impact, and economics of weed management strategies in glyphosate-resistant soybean*. Weed Technology 25:535–541.

Van der Werf H. M. y Zimmer C. 1998. *An indicator of pesticide environmental impact based on a fuzzy expert system*. Chemosphere. 36:2225-2249.