

# Plataforma web para asistencia a la toma de decisiones en el manejo de malezas

Chantre, G.R.<sup>1</sup>; Iparaguire, J.<sup>2</sup>; Blanco, A.M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Depto. de Agronomía/CERZOS (UNS-CONICET), Bahía Blanca, Argentina. / <sup>2</sup> Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Bahía Blanca, Argentina. / <sup>3</sup> PLAPIQUI, Universidad Nacional del Sur, CONICET, Bahía Blanca, Argentina. [gchantre@criba.edu.ar](mailto:gchantre@criba.edu.ar), [jiparraguire@computer.org](mailto:jiparraguire@computer.org), [ablanco@plapiqui.edu.ar](mailto:ablanco@plapiqui.edu.ar)

Citar como: Chantre et al. (2021) Plataforma web para asistencia a la toma de decisiones en el manejo de malezas- *Malezas* 5, 36-41.

## RESUMEN

La actividad agronómica presenta importantes desafíos asociados a la compleja ecuación costo/beneficio del sector y al creciente impacto ambiental asociado al uso intensivo de agroquímicos. En este contexto, la disponibilidad de herramientas computacionales de asistencia a la toma de decisiones que permitan cuantificar el impacto económico-ambiental de las distintas intervenciones a lo largo del tiempo podría jugar un rol fundamental. Estas herramientas asumen la forma de modelos matemáticos ajustados con información específica y permiten realizar estudios *in silico* para responder preguntas del tipo: ¿qué herbicidas conviene aplicar y en qué momento/s de la campaña agrícola? ¿qué rotaciones de cultivos deberían implementarse para minimizar la competencia? En la Argentina, estos modelos no están disponibles para su uso cotidiano ya que mayoritariamente se encuentran publicados en la literatura especializada. A fin de hacer accesible el conocimiento disponible se ha iniciado un proyecto interdisciplinario entre investigadores de la Universidad Tecnológica Nacional (FRBB), PLAPIQUI (UNS-CONICET) y el Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur (UNS-CONICET). El objetivo principal del mismo consiste en el desarrollo de una plataforma web accesible a productores y asesores agronómicos que brinde información relevante para la toma de decisiones. A futuro se prevé disponer de una herramienta gratuita de fácil acceso y operación amigable,

basada en modelos confiables de estimación de emergencia de malezas utilizando pronósticos meteorológicos actualizados. A fin de facilitar la sostenibilidad en el tiempo, la plataforma se concibe como una estructura escalable de crecimiento modular desarrollada con software libre. En la presente nota se resumen los avances y las actividades futuras.

**Palabras clave:** manejo de malezas, sistemas de soporte, toma de decisiones.

## SUMMARY

The agronomic activity presents important challenges associated with the complex cost/benefit equation of the sector and the growing environmental impact associated with the intensive use of agrochemicals. In this context, the availability of computerized tools to assist in decision making that allow for the quantification of the economic and environmental impact of different interventions over time could play a fundamental role. These tools take the form of mathematical models adjusted with specific information and allow *in silico* studies to answer questions such as: ¿which herbicides should be applied and which are the optimal times for intervention? ¿which crop rotation should be implemented to minimize competition? In Argentina, these models are not available for everyday use although they can be found in the specialized literature. In order to make the available knowledge accessible, an interdisciplinary project has been initiated between



researchers from Universidad Tecnológica Nacional (FRBB), PLAPIQUI (UNS-CO-NICET) and the Agronomy Department of Universidad Nacional del Sur (UNS-CONICET). The main objective of this project is to develop a web platform accessible to producers and agronomic advisors that provides relevant information to guide the decision making process. In the future, it is expected to provide a free and friendly tool, based on reliable models of weed emergence using updated weather forecasts. In order to facilitate sustainability over time, the platform is conceived as a scalable structure of modular growth developed with free software. The present note summarizes progress and future activities.

**Keywords:** weed management, support systems, decision making.

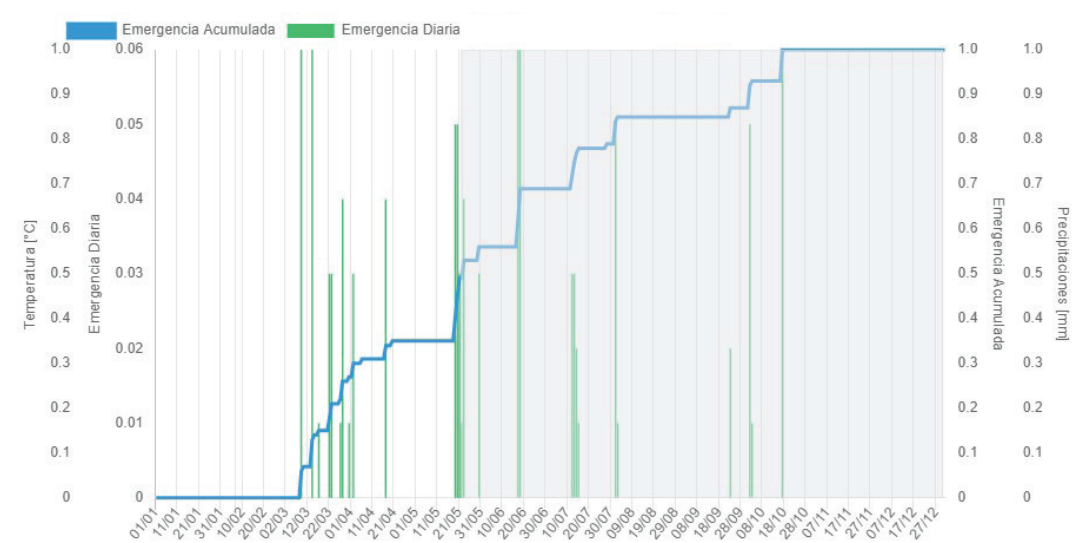
La agricultura es uno de los pilares fundamentales de la economía nacional. Si bien en los últimos años, el sector agropecuario argentino se ha tecnificado notablemente, aún no ha incorporado el uso de herramientas computacionales de ayuda a la toma de decisiones para el manejo de malezas.

La posibilidad de disponer de dichas herramientas contribuiría a realizar una mejor planificación de los sistemas de cultivo incluyendo variables tanto económicas como ambientales.

En el contexto internacional, se observa un interés creciente en el desarrollo e im-

plementación de modelos matemáticos de simulación para la asistencia a la toma de decisiones. Específicamente, los modelos orientados al manejo de malezas se basan en la dinámica poblacional y su interacción con los cultivos permitiendo comparar en el mediano y largo plazo las ventajas/desventajas de la implementación de tácticas combinadas. Se trata de diseñar una secuencia de acciones que produzcan un balance entre los beneficios generados por el rendimiento del cultivo y los costos asociados a estas acciones, considerando las externalidades ambientales (impacto ambiental) producidas por el uso de herbicidas.

Un antecedente interesante sobre desarrollo de sistemas de ayuda a la toma de decisiones para el manejo de malezas es el caso del software RIM (Ryegrass Integrated Management) desarrollado en la Universidad de Western Australia (Pannel *et al.*, 2004). Se trata de un modelo bioeconómico que permite cuantificar el efecto de las medidas integradas de manejo del raigrás anual (*Lolium rigidum*) (rotaciones, intervenciones químicas, mecánicas y culturales) en sistemas mixtos del cinturón triguero australiano. Actualmente, existen múltiples adaptaciones del RIM a distintos sistemas cultivo-maleza a nivel mundial (Torra & Monjardino, 2020) lo cual demuestra el interés que existe en este tipo de herramientas. Los múltiples aspectos relacionados con este complejo proceso han sido revisados e integrados en un volumen de reciente aparición (Chantre & González-Andújar, 2020).



**Figura 1.** Módulo de interferencia cultivo-maleza. Variables dependientes: densidad (plantas  $m^{-2}$ ) (A); TPLA ( $m^2 m^{-2}$ ) (B).



Si bien en la Argentina hay algunos ejemplos de este tipo de investigaciones (Lodovichi *et al.*, 2013; Molinari *et al.*, 2020), en la actualidad no existen herramientas amigables y de fácil acceso que permitan hacer un uso práctico del conocimiento disponible sobre dinámica poblacional de malezas y su aplicación a situaciones reales de escenarios productivos. En la práctica de campo, los extensionistas y asesores técnicos utilizan el conocimiento empírico resultante de la experiencia individual y/o grupal apoyándose eventualmente en el uso de planillas de cálculo que funcionan principalmente como 'base de datos o registro' de las principales variables de interés agronómico. Por otra parte, si bien existen estudios agronómicos sobre muchas especies maleza de distintas regiones del país, los mismos se encuentran en muchos casos en tesis o publicaciones en inglés y por ende no disponible para la comunidad en forma de herramientas de uso práctico.

El desarrollo de sistemas computacionales de soporte a la toma de decisiones basados en modelos matemáticos requiere de cierto dominio de plataformas de programación a la vez que de recursos suficientes para el diseño de interfaces de usuario adecuadas, su vinculación con sistemas de datos meteorológicos a campo y el mantenimiento operativo de los sistemas a largo plazo (Vigna & Chantre, 2019). Estas barreras hacen que, en la práctica, muy poca información esté accesible para un uso cotidiano, a pesar de la gran cantidad de datos y herramientas potencialmente valiosas que están publicados

en trabajos de tesis y artículos de revistas científicas.

Con el objetivo de recopilar información útil disponible en el sector académico y hacerla visible a una potencial comunidad adoptante (extensionistas del INTA, asesores y productores agropecuarios) iniciamos en 2018 un proyecto interdisciplinario tendiente a concentrar ese conocimiento en la forma de herramientas de apoyo a la toma de decisiones. Con este propósito se encuentra en construcción un sistema web para publicar, en tiempo real y de una manera amigable la información proporcionada por distintos modelos desarrollados en el ámbito de nuestro grupo de investigación. El mismo puede accederse en un sitio de internet público <http://pronostico-malezas.frbb.utn.edu.ar/>. En esta plataforma se pueden visualizar los resultados de la ejecución automática de dichos modelos, los cuales están vinculados con un sistema de predicción meteorológica.

En su versión actual la plataforma cuenta con dos módulos. Uno de ellos, automatiza el cálculo de la emergencia de tres especies (*Avena fatua*, *Lolium multiflorum* y *Vicia villosa*) para dos localidades de la provincia de Buenos Aires (Bordenave e Hilario Ascsubi) empleando los pronósticos de tiempo de la región y presentando de manera gráfica las estimaciones en forma diaria y acumulada. Los modelos de emergencia implementados fueron publicados en Chantre *et al.* (2018). En la Figura 1 se muestra el módulo de predicción de emergencia de malezas, en este caso el de *Avena fatua* para la zona de

Bordenave, Buenos Aires, Argentina.

El segundo módulo, corresponde a un modelo que calcula la interacción competitiva maleza/cultivo a lo largo una temporada agronómica. Este módulo ejecuta diariamente un modelo de dinámica poblacional que calcula, a partir un banco inicial de semillas y de la tasa de emergencia diaria, la dinámica de los principales estados fenológicos de la maleza (plántula, vegetativo temprano, vegetativo avanzado, reproductivo inicial y avanzado) a través de su densidad diaria (plantas m<sup>-2</sup>). Con respecto al cultivo, se proporciona el Área Foliar Total (TPLA [m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]) para visualizar su evolución anual. Actualmente se encuentra implementada la simulación del sistema *Trigo-Avena fatua*

con control químico en barbecho para la región de Bordenave (Figura 2). Este modelo ha sido publicado en Molinari *et al.* (2020).

En los dos módulos descriptos, el pronóstico del tiempo se actualiza diariamente con datos de un sistema libre de información meteorológica.

Como ya hemos mencionado, por el momento el sitio web está orientado a presentar solamente algunos desarrollos resultantes de las actividades de investigación realizadas por nuestro grupo, las cuales poseen en la actualidad un limitado nivel de validación. Se espera que con el tiempo estas herramientas puedan ir validándose con la retroalimentación recibida de nuestra audiencia objeti-

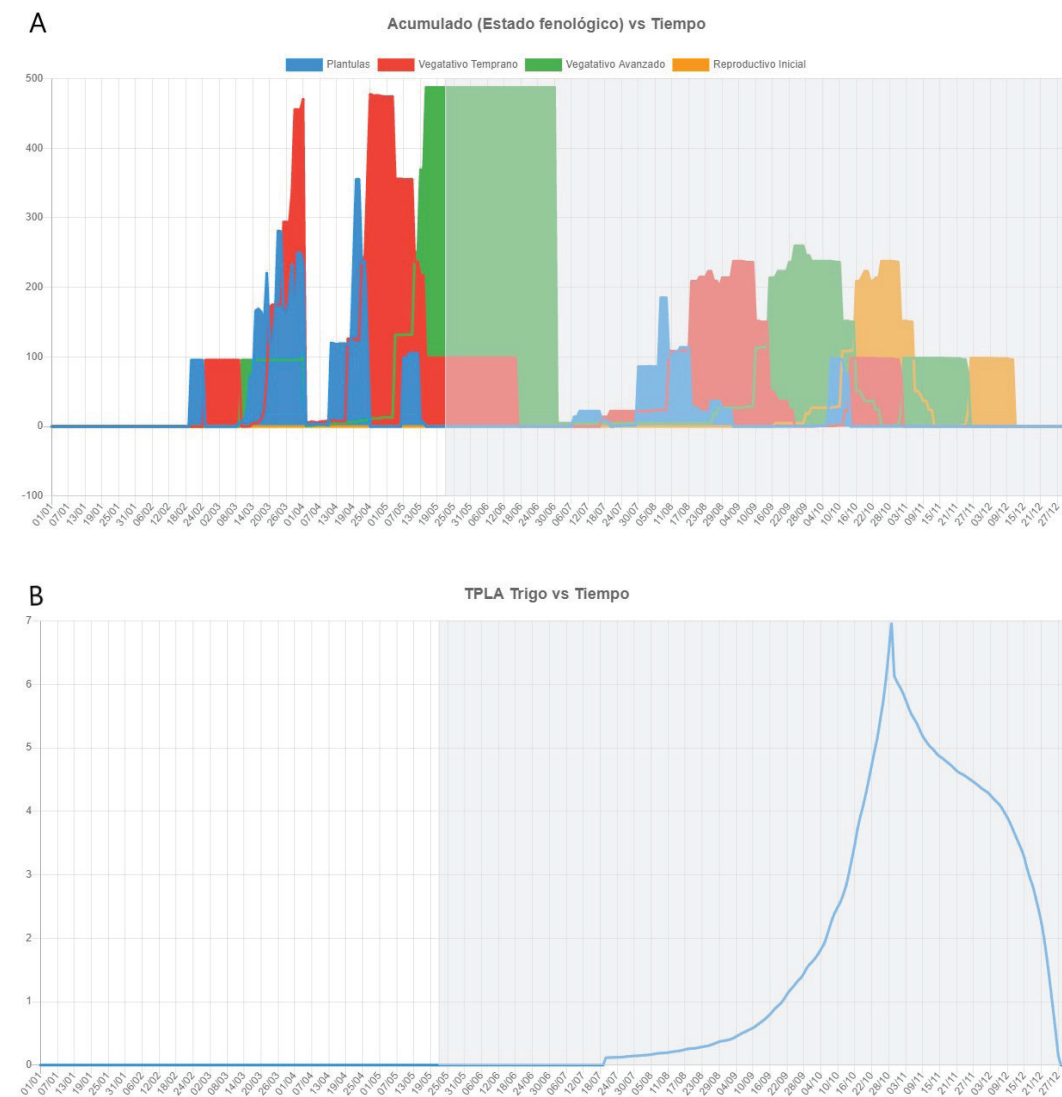


Figura 1. Módulo pronóstico de emergencia de malezas.

## Desarrollo de una plataforma web accesible a productores y asesores agronómicos que brinde información relevante para la toma de decisiones.

vo. Asimismo, se prevé la incorporación de modelos desarrollados por otros grupos de investigación que deseen aportar a esta iniciativa.

El sistema posee una estructura modular y está previsto que en el futuro vaya incrementando sus prestaciones con distintas herramientas complementarias. Específicamente se prevé las siguientes incorporaciones:

1. **Módulo de pronóstico de emergencia de malezas.** Se pretende incorporar nuevos modelos de emergencia de malezas de distintas regiones del país. En este sentido se está colaborando con investigadores que ya poseen modelos desarrollados o que poseen información experimental que permita generar modelos predictivos ajustados a situaciones agroecológicas específicas.
2. **Módulo de interferencia cultivo-maleza.** Se espera incorporar nuevas simulaciones de mediano (anual) y largo plazo (multianual) a fin de poder representar rotaciones típicas y diversas estrategias de control que incluyan tácticas integradas de manejo. Adicionalmente se prevé

la incorporación de cálculo de indicadores económicos (margen bruto y valor presente neto) e índices de impacto ambiental (EIQ, RIPEST).

3. **Módulo de recolección de datos de emergencia.** Se encuentra en desarrollo una herramienta que permitirá la carga de datos de emergencia a campo de distintas malezas. El objetivo de esta herramienta es contar con suficiente información de campo que permita confeccionar modelos de emergencia del tipo de los presentados en el Módulo 1.
4. **Módulo de condiciones micro-climáticas de suelo.** Se encuentra en desarrollo un módulo basado en el software STM<sup>2</sup> (Spokas & Forcella, 2009) para facilitar el cálculo de temperatura y humedad del suelo a usuarios no expertos.

El desarrollo del sistema descrito se financia en la actualidad a través de un Proyecto de Desarrollo Tecnológico y Social Orientado (PDTSO) de Universidad Tecnológica Nacional (UTN- FRBB) denominado: "Plataforma web para asistencia a la toma de decisiones en el manejo integrado de malezas". «

### Bibliografía

- CHANTRE G. & GONZÁLEZ-ANDÚJAR J. (eds) (2020) Decision Support Systems for Weed Management. Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-44402-0>
- CHANTRE GR, VIGNA MR, RENZI JP, BLANCO AM (2018) A flexible and practical approach for real-time weed emergence prediction based on Artificial Neural Networks. Biosystems Engineering, 170, 51-60.
- LODOVICHI MV, BLANCO AM, CHANTRE GR, BANDONI JA, SABBATINI MR, VIGNA M, LÓPEZ R. & GIGÓN R. (2013) Operational planning of herbicide-based weed management. Agric. Syst. 121, 117-129.
- MOLINARI FA; BLANCO AM; VIGNA MR & CHANTRE GR (2020) Towards an integrated weed management decision support system: A simulation model for

weed-crop competition and control. Computers and Electronics in Agriculture 175, 105597.

PANNELL DJ, STEWART V, BENNETT A, MONJARDINO M, SCHMIDT C, POWLES SB (2004) RIM: A bioeconomic model for integrated weed management of *Lolium rigidum* in Western Australia. Agric. Syst. 79, 305-325.

SPOKAS K, FORCELLA F (2009) Software tools for weed seed germination modelling. Weed Science, 57(2), 216-227.

TORRA J & MONJARDINO M (2020) Ryegrass Integrated Management (RIM)-Based Decision Support System. In: Decision Support Systems for Weed Management (eds. CHANTRE G., GONZÁLEZ-ANDÚJAR J.) Springer, Cham.

VIGNA M & CHANTRE GR (2019) Modelos predictivos de emergencia de malezas: uso de Redes Neuronales Artificiales. Revista RIA - INTA (Nota I+D)