

# Inteligencia artificial: importancia actual y proyecciones para el control de malezas



**Lorenzo León G.**  
Ingeniero Agrónomo, Mg.Sc.  
Investigador INIA Quilamapu



**Cristóbal Campos M.**  
Ingeniero Civil Agrícola  
Investigador INIA Quilamapu



**Guissella Reyes T.**  
Profesora de Ciencias y Biología  
Ayudante de Investigación INIA Quilamapu



## La inteligencia artificial, al ser usada para el reconocimiento automatizado de malezas, abre camino a la incorporación de nuevas herramientas en su manejo integrado, complementarias a las ya existentes.

**D**urante la última década se han incrementado a nivel mundial las restricciones para el uso de plaguicidas, tendencia que posiblemente se consolide en los próximos años hasta incluso alcanzar prohibiciones para la aplicación de algunos herbicidas. No obstante, y en forma simultánea a estas restricciones, los niveles productivos en todos los rubros necesariamente deberán aumentar, dada el alza en la demanda de alimentos. Así, el desafío de limitar al máximo el uso de herbicidas, sin afectar la producción, se encuentra desde ya planteado.

Surge entonces la pregunta ¿cómo efectuar esta reducción? Al considerarse que hoy los herbicidas son aplicados en la totalidad de la superficie productiva, una parte importante de la solución puede ya estar ante nosotros; consiste en aplicar los herbicidas postemergentes solo donde es necesario, es decir, sobre las malezas. En otras palabras, si queremos ahorrar manteniendo la eficiencia herbicida, no deberemos aplicar en el suelo o en el cultivo, ni permitir que haya deriva del producto.

Distintos estudios han demostrado que si se aplicara el herbicida solo en las malezas en activo crecimiento, y

no a toda la superficie del potrero, se obtendrían reducciones superiores al 80 %. El poder realizar esta labor eficientemente en el ámbito productivo, implica el uso de un sistema que detecte las malezas objetivo y realice automáticamente una aplicación (sea química o mecánica, eléctrica, etc.) sobre ellas.

Sin embargo, para hacer posible el control automatizado de malezas a nivel de planta, usando el mínimo de herbicidas o labor mecánica, es necesario “reconocerlas” en condiciones de campo, diferenciándolas del cultivo y otros objetos. Esto ha sido un gran desafío por décadas, y uno de los mayores escollos técnicos para la implementación de un control automatizado de malezas. Las grandes variaciones de iluminación, oclusión entre plantas y condición de suelo, cultivos y malezas han hecho difícil el implementar formas de reconocimiento (o modelos) en donde la máquina de aplicación primero “aprenda” y luego desarrolle su trabajo bajo diversas condiciones. En los últimos cinco años, este campo de desarrollo ha adquirido real importancia, de la mano del gran auge que ha tenido la “inteligencia artificial” en las más diversas industrias. El

presente artículo indaga sobre este tema y sus potenciales aplicaciones en el control de las malezas como parte del manejo integrado.

### ¿Qué es la inteligencia artificial?

Una definición indica que corresponde a “la capacidad de un sistema para aprender a partir de datos y emplear esos conocimientos para lograr tareas”. Como campo científico y tecnológico, la inteligencia artificial surgió en la década de 1950, habiendo pasado por varias etapas de auge y decaimiento.

El importante problema asociado al reconocimiento automático de imágenes, ha encontrado soluciones en la inteligencia artificial vinculadas a los modelos de “aprendizaje profundo”. Tanto en esta como en otras áreas de aplicación, dichos modelos “aprenden” a través de nueva información, de manera similar a como lo hace el cerebro humano. En el caso del reconocimiento de imágenes, esta información puede estar compuesta de fotografías, en las que primero se especifica a qué corresponde la imagen o qué elementos hay en la misma. Este procedimiento se repite hasta que el modelo puede reconocer







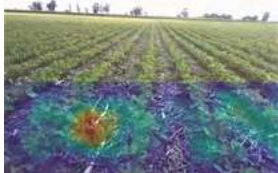

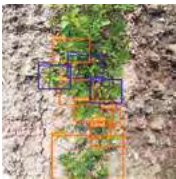





nuevas imágenes con un bajo margen de error. Si hay un cambio importante en las condiciones con las que el modelo reconocía inicialmente (como la humedad de suelo o material vegetal, rastrojos, etc.), el error puede aumentar. En estas circunstancias, el modelo puede ser “reentrenado” con el mismo procedimiento inicial, hasta que funcione bajo las nuevas condiciones.

### Aplicaciones actuales en el control de malezas

Gracias al aprendizaje profundo, junto al aumento de la capacidad de procesamiento de datos, se han desarrollado métodos para distinguir malezas en medio de los cultivos en “tiempo real”, en donde es posible analizar entre 10 a 20 fotos por segundo. Esto permite al equipo

discriminar las malezas mientras avanza, tomando decisiones de control al instante y de manera automatizada. Ante este tipo de nuevas posibilidades técnicas, distintas empresas han desarrollado aplicaciones para el control dirigido de malezas en postemergencia (**FIGURA 1**).

Estos desarrollos tecnológicos se pueden agrupar en dos tipos principales:

Tipo de equipos	Empresa (origen, web)	Detección de malezas	Aplicación o equipamiento
Barras inteligentes	Blue River-John Deere Technologies Estados Unidos <a href="http://www.bluerivertechnology.com/">http://www.bluerivertechnology.com/</a>		
	Agrifac Holanda <a href="https://www.agrifac.com/condor/new-innovations/aicplus">https://www.agrifac.com/condor/new-innovations/aicplus</a>		
	Deep-Agro Argentina <a href="https://www.deepagro.co/">https://www.deepagro.co/</a>		
Robots	Odd Bot Holanda <a href="https://www.odd.bot/">https://www.odd.bot/</a>		
	Tom Robot Inglaterra <a href="https://www.smallrobotcompany.com/meet-the-robots#wilma">https://www.smallrobotcompany.com/meet-the-robots#wilma</a>		
	Ecorobotix Holanda <a href="https://www.ecorobotix.com/en/">https://www.ecorobotix.com/en/</a>		

📍 **Figura 1.** Tipos de equipos empleados para el control de malezas que utilizan inteligencia artificial.

1. **Barras inteligentes.** En este tipo de equipamiento se localizan cámaras de captura de imágenes digitales en la parte frontal del equipo. Estas imágenes son procesadas en tiempo real, lo que determina el cierre o apertura de boquillas de aplicación de herbicida ante la presencia de malezas. Empresas<sup>1</sup> que comercializan este tipo de barras son Blue River-John Deere (EE. UU.), Agrifac (Holanda), Milar y DeepAgro (Argentina).
2. **Robots.** Los robots corresponden a un tipo de equipamiento caracterizado por poseer un desplazamiento autónomo y cuya acción, generalmente, está dirigida a cada planta de maleza a ser controlada. Ejemplo de estos sistemas ya se pueden encontrar a nivel comercial, existiendo adicionalmente, múltiples equipos en fase experimental. Algunos de ellos pueden ser apreciados en la **FIGURA 1.**

Es necesario subrayar que la puesta en marcha de cualquiera de estas tecnologías requiere de adaptaciones a las nuevas condiciones de trabajo. Particularmente, los modelos de detección de malezas deberán ser evaluados y, en la mayoría de los casos, “reentrenados” para que puedan trabajar sobre nuevas condiciones de cultivo, ambiente, especies y niveles de infestación de malezas.

### Avances en INIA

Ante las potencialidades de la Inteligencia Artificial en la agricultura en general, y en el control de malezas en particular, en INIA ya se realizan las primeras tratativas para el desarrollo de modelos de detección de malezas. Lo anterior, con el objetivo de incorporar equipamiento, desarrollado en el extranjero, o bien, posibilitando


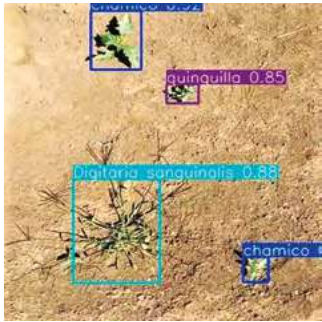

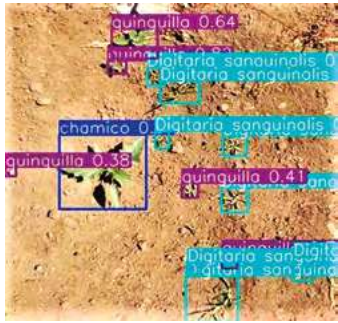
la incorporación de aplicaciones propias, para el control automatizado de malezas, con modelos ajustados para las variadas condiciones de cultivos en Chile.

En términos generales, el desarrollo de estos modelos ajustados involucra: (i) capturas a nivel de terreno de distintas condiciones de plántulas de malezas y cultivos, representativas de las condiciones de infestación de la zona centro sur de Chile; (ii) etiquetado digital de las imágenes; (iii) modelamiento y (iv) evaluación.

Los primeros modelos probados con éxito, corresponden a algunos ya evaluados internacionalmente, dándose especial atención a aquellos que tienen el potencial de ser

desplegados en terreno. Un primer ejemplo puede ser observado en la **FIGURA 2**, con fotografías procesadas a través del modelo “Yolo-V3”, que fue entrenado considerando imágenes capturadas en la región de Ñuble.

El tiempo de cómputo entre las imágenes de la **FIGURA 1** fue menor a 0,1 segundo, lo cual resulta promisorio para su incorporación en condiciones de terreno. De esta manera, los próximos pasos son: (i) evaluación en tiempo real en condiciones de terreno; (ii) integración en los modelos de más especies de malezas y cultivos, ante condiciones representativas de la zona centro sur de Chile; y (iii) implementación en prototipos de aplicación o implementación comercial.

Foto Original	Detección de plantas mediante modelo de inteligencia artificial
	
	

➤ **Figura 2.** Ejemplos de detección automática de malezas utilizando Inteligencia Artificial para malezas en Chile. En la columna 1 se aprecian las fotos originales y, en la segunda, las malezas detectadas en condiciones de terreno mediante el modelo “Yolo-V3” de plantas de Chamico, Quinquilla y Pata de Gallina (*Datura* spp., *Chenopodium album* y *Digitaria sanguinalis*, respectivamente). Números entre 0 a 1 indican la probabilidad de pertenencia a cada especie de maleza.

<sup>1</sup> La mención de marcas comerciales es solo a modo de ejemplo y no significa recomendación ni sugerencia de INIA.

## Inteligencia Artificial y manejo integrado de malezas

Un aspecto importante de subrayar es que los elementos tecnológicos mencionados, si bien abren la posibilidad de efectuar una significativa reducción en las aplicaciones de herbicidas, solo serían posibles en la medida que su uso sea incluido en el manejo integrado de malezas. Así, por ejemplo, los sistemas de control robotizado o de barras inteligentes pueden actuar en condiciones de cargas de malezas moderadas en postemergencia, lo cual implica que no existan más de 6 a 7 plántulas de maleza/m<sup>2</sup> en promedio. Con cargas mayores, los sistemas se harían muy ineficientes o, sencillamente, la aplicación sería muy similar a una de tipo convencional. Así, la aplicación de manejo mecánico de malezas en barbecho y la incorporación de cultivos de cobertura como el centeno, son medidas necesarias para disminuir la aplicación de herbicidas en una rotación de cultivos, con lo que podría asegurarse un control de malezas eficiente y sustentable en el largo plazo.

**Distintos estudios han demostrado que si se aplicara el herbicida solo en las malezas en activo crecimiento, y no a toda la superficie del potrero, se obtendrían reducciones superiores al 80 %.**

## Conclusiones

Ante la necesidad de racionalizar el uso de herbicidas, manteniendo la eficiencia en el control de malezas, resulta necesario incorporar tecnologías automatizadas, que permitan acotar al máximo el sitio o espacio donde se requiere realizar este control. La Inteligencia Artificial, a través del uso de modelos de aprendizaje profundo, ha abierto la posibilidad de resolver los problemas de variaciones en luz, orientación y tipo de material vegetal.

Actualmente, se ha generado una gran cantidad de trabajo para ser aplicado en el control de malezas, así como también han surgido compañías que producen maquinarias que emplean este principio. En INIA ya se realizan los primeros trabajos para desarrollar los correspondientes modelos de reconocimiento de malezas y cultivos, bajo las condiciones de la zona centro sur de Chile. En el corto plazo, estas nuevas tecnologías serán parte de un programa integrado de malezas, contribuyendo a una agricultura más eficiente junto con reducir los problemas de contaminación. **TA**