

Ficha de Tecnología #2: Sistemas para realizar aplicaciones selectivas de herbicidas



Área de Innovación. Unidad de I+D

Ing. Agr. Nicolás Ciancio
Ing. Agr. Gabriel Tinghitella

Aliado Estratégico

geosistemas

Auspiciantes



Índice

Componentes	2
Funcionamiento	3
Sistemas disponibles y características	4
¿Qué permite hacer la tecnología?	5
Aspectos a considerar	5
Experiencias de usuarios	5
¿Qué problemas solucionó? ¿Qué oportunidades permitió capturar?	5
¿Qué obstáculos se presentaron al momento de implementar la tecnología?	6
Relación Costo/Beneficio	6
Costo	6
Beneficio	7
Análisis de la Inversión	10
Período de Repago	10
Valor Actual Neto (V.A.N.)	12
Tasa Interna de Retorno (T.I.R.)	14
Cálculo de la cuota de amortización	16
Mantenimiento y Servicio Postventa	17
Referencias	18
Agradecimientos	18

Componentes

Los sistemas para realizar aplicaciones selectivas les permiten a las pulverizadoras (autopropulsadas o de arrastre) asperjar herbicidas únicamente en los lugares donde se encuentran presentes las malezas. Estos sistemas están integrados por los siguientes componentes:

Básicos. Son imprescindibles para que la tecnología pueda funcionar.

- 1) **Sensores ópticos.** Permiten realizar la detección de las malezas. Contienen el software que, cuando se detectan las malezas, genera las señales que comandan la apertura y el cierre de las electroválvulas que controlan el paso de los herbicidas por los picos que realizan la aplicación de los herbicidas. Se instalan en el botolón de la pulverizadora.
- 2) **Caja convertidora de poder.** Convierte los 12v que entrega la batería de la pulverizadora a los 24v o 48v que son requeridos por el sistema de aplicaciones selectivas.
- 3) **Consola.** Permite seleccionar el tipo de aplicación a realizar (cobertura total, selectiva en barbechos, selectiva en cultivos -verde sobre verde-), la cantidad de litros de caldo a aplicar y ajustar el margen¹ y la sensibilidad² de la aplicación. A su vez, permite visualizar variables como la presión de la válvula Ramsay³, la velocidad de avance de la pulverizadora o el mapa de aplicación, entre otras. Está colocada en la cabina de la pulverizadora.
- 4) **Electroválvulas o válvulas solenoides.** Son las válvulas que reciben la señal que genera el software cuando el sensor detecta una maleza. Cada vez que una electroválvula recibe la señal generada por el software, habilita el paso del caldo a aplicar hasta el pico, para realizar el asperjado. Puede tener controlador del tipo PWM u On/Off⁴.
- 5) **Sensor de velocidad o GPS de la pulverizadora.** Permite medir la velocidad de avance de la pulverizadora. Este dato se usa para calcular el momento preciso en el cual el caldo debe ser asperjado para llegar a la maleza objetivo de forma precisa.
- 6) **Módulo ECU ISO.** Permite conectar el módulo de aplicaciones selectivas con el protocolo ISOBUS⁵. Para algunos proveedores el módulo ECU ISO es un componente opcional.

Opcionales. Las aplicaciones selectivas de herbicidas pueden realizarse aunque no se tengan los elementos que describiremos a continuación. No obstante, contar con ellos implicaría lograr una mejora considerable en la precisión de las aplicaciones.

¹ La apertura de la electroválvula que comanda el paso de los herbicidas por el pico que realizara la aplicación de los herbicidas para llevar a cabo el control de una maleza detectada puede regularse para anticipar su apertura y retrasar su cierre una determinada cantidad de milímetros.

² Permite ajustar el tamaño mínimo de maleza que detecta el sensor. Puede regularse en forma automática o manual.

³ Válvula Ramsay: Es una válvula compensadora de presión.

⁴ PWM: En inglés, sigla del término *Pulse-Width Modulation*. En español, Modulación por Ancho de Pulsos. Este tipo de controlador de electroválvulas, permite variar la proporción de tiempo que la electroválvula permanece abierta o cerrada en cada pulso. Por lo tanto, cuando aumenta la proporción de tiempo que la electroválvula permanece abierta en relación a la proporción de tiempo que la electroválvula permanece cerrada, se genera un aumento en el caudal que llega al pico, independientemente de la presión de trabajo. Por el contrario, cuando el PWM aumenta la proporción de tiempo que la electroválvula permanece cerrada en relación a la proporción de tiempo que la electroválvula permanece abierta, el caudal disminuye.

On/Off: En este tipo de controlador, la proporción de tiempo entre apertura y cierre de las electroválvulas es siempre la misma. Es por eso que cuando varía la presión de trabajo (por cambios de la velocidad de avance de la máquina, por ejemplo), varía el caudal/dosis que llega al pico.

⁵ ISOBUS: Es la forma en la que normalmente se conoce a la norma ISO 11.783 que especifica la comunicación entre los dispositivos electrónicos que se utilizan en la maquinaria agrícola.

- 7) **Control de corte por secciones.** Permite evitar la superposición de aplicaciones; por lo tanto, las sobredosificaciones de agroquímicos. Este aspecto es particularmente relevante entre pasadas dentro del lote o en los límites entre las pasadas de lote y las cabeceras.
- 8) **Sensor de altura del botalón.** Es un opcional relevante en terrenos ondulados o con grandes pendientes. Permite detectar los momentos en los que el botalón queda a una altura tal que los sensores no pueden realizar la correcta detección de las malezas. En esos casos, las electroválvulas se abren y la aplicación se realiza en cobertura total.
- 9) **Patines o Ruedas niveladoras para el botalón.** Cuando el nivel de riesgo de que el botalón toque el piso por el peso adicional que le agregan los sensores sea alto, se pueden colocar patines o ruedas niveladoras.
- 10) **Válvula compensadora de presión (Ramsay)** conectada a compresor de aire. Es una válvula neumática que mantiene la presión en el botalón, independientemente de la velocidad de avance y la cantidad de picos que estén abiertos. Es un complemento indispensable para pulverizadoras con más de 15 metros de botalón equipado con el sistema para realizar aplicaciones selectivas.

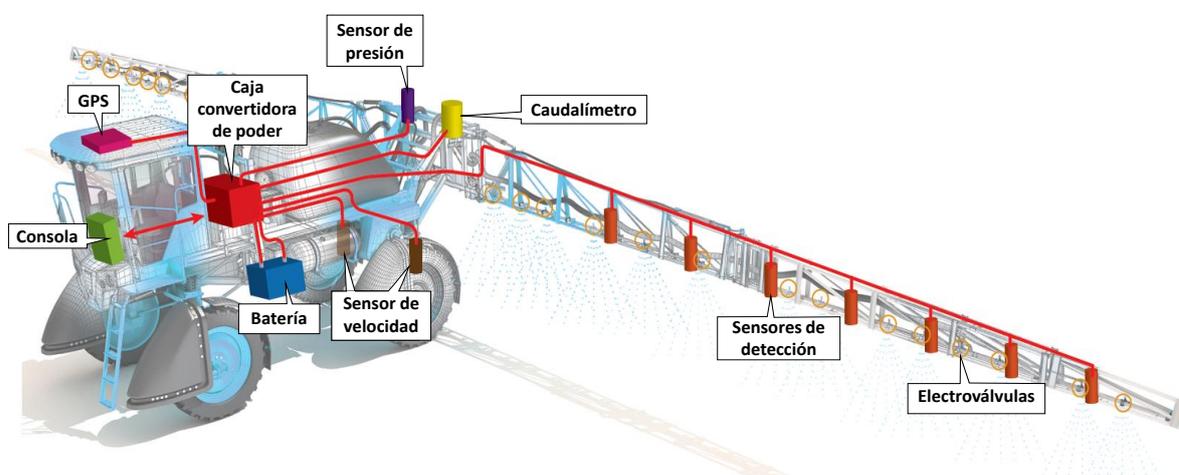


Figura 1: Esquema de componentes de un sistema de aplicaciones selectivas de herbicidas. Adaptado del manual de usuario de WEED-IT Quadro.

Funcionamiento

Para poder aplicar herbicidas solo donde se encuentran presentes las malezas resulta necesario realizar 3 acciones fundamentales: detectar las malezas, procesar los datos que indican la presencia de las malezas y ejecutar la aplicación (figura 2).

Para detectar las malezas se utilizan los sensores que van montados en el botalón de la pulverizadora. Los sensores realizan su tarea en tiempo real⁶, mientras la pulverizadora avanza por el lote. Cada sensor emite luz de forma constante hacia el suelo. Cuando la luz impacta sobre la tierra o el rastrojo, la fracción de la luz reflejada posee determinadas características. Cuando la luz impacta sobre una maleza, las características de la fracción de luz reflejada cambian. La información digital es registrada y procesada por los sensores.

Mientras el sensor no identifica malezas, no se generan comandos para abrir las electroválvulas que controlan el paso de los herbicidas. Cuando el sensor detecta una maleza, el software procesa los datos y genera un comando para accionar la electroválvula que controla el pico que se encuentra en la zona en la que se detectó a la maleza, permitiendo el paso de los herbicidas. Así,

⁶ Los sensores de la marca WEED-IT, por ejemplo, realizan entre 40.000 y 80.000 lecturas por segundo.

se realiza la aplicación selectiva. Para garantizar la precisión de la aplicación, el sistema, toma en consideración la velocidad de avance de la pulverizadora y calcula el momento exacto en el que el pico que asperjara el herbicida va a pasar sobre la posición de la maleza. Todo este proceso ocurre en tiempo real, es decir en fracciones de segundo, mientras la pulverizadora avanza sobre el lote.

El margen de error de la aplicación puede ajustarse. Eso se logra calibrando desde cuántos milímetros antes y hasta cuántos milímetros después de que el pico pase sobre la posición de la maleza se continúan asperjando los herbicidas. El margen de error de la aplicación se reduce a medida que aumenta la cantidad de milímetros antes y después de la posición de la maleza en los que se realice el asperjado del herbicida. No obstante prolongar la superficie de aplicación aumenta la cantidad de herbicidas utilizados, reduciendo el nivel de ahorro.

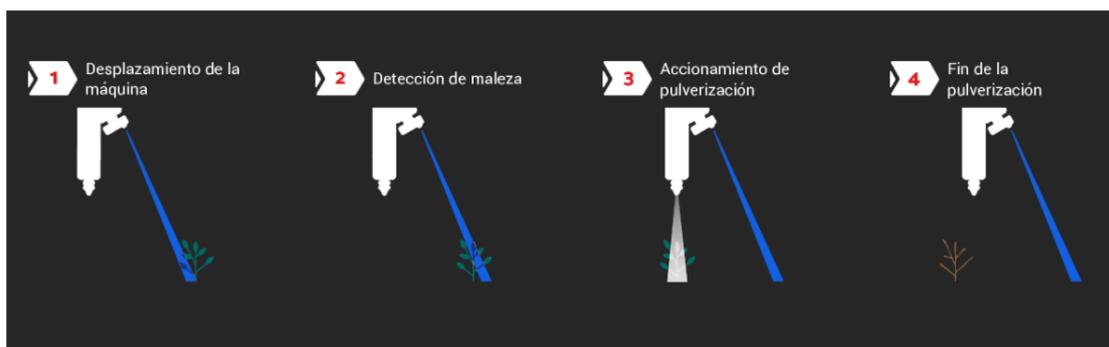


Figura 2: Funcionamiento de un sistema de aplicación selectiva de herbicidas. Fuente: <https://weed-it.com.ar/producto/>.

Sistemas disponibles y características

Actualmente, en el país existen dos empresas que ofrecen sistemas para realizar aplicaciones selectivas de herbicidas mediante análisis de bandas espectrales; son WeedSeeker y WEED-IT. Ambas empresas ofrecen distintas versiones de sus sistemas, con diferentes funcionalidades y precios.

Marca	WEED-IT	WeedSeeker
Comercializa	geosistemas	D&E AIR TRENCH

Existen algunas diferencias técnicas entre los sistemas que ofrecen las dos empresas. Algunas de ellas son:

- Tipo de sensores: WEED-IT realiza la detección de malezas sensando fluorescencia de clorofila y WeedSeeker lo hace mediante el sensado de NDVI. Ambos sistemas emiten luz, por lo que son independientes de la luz solar (es decir, permiten hacer aplicaciones selectivas de noche).
- Ancho máximo de botalón que pueden equipar: WEED-IT: hasta 48 m, WeedSeeker: hasta 42 m.
- Cantidad de sensores por metro de botalón: WEED-IT: 1 sensor con 4 canales de detección, WeedSeeker: 2 sensores, cada uno con 1 canal de detección.
- Ancho de la banda de lectura: WEED-IT: 25 cm, WeedSeeker: 50 cm.
- Velocidad máxima de trabajo: WEED-IT: hasta 25 km/h, WeedSeeker: hasta 40 km/h.

- En WEED-IT la dosis aplicada es independiente de la velocidad de avance de la pulverizadora y la presión de trabajo (por las válvulas PWM) mientras que en WeedSeeker, la dosis aplicada si depende de la velocidad de avance y la presión de trabajo de la máquina.
- Altura del botalón para su correcto funcionamiento: WEED-IT: 1 metro +/- 0,1 metro; WeedSeeker: entre 0,6 y 1,2 metros.

¿Qué permite hacer la tecnología?

- ✓ Realizar aplicaciones selectivas de herbicidas en barbechos.
- ✓ Realizar aplicaciones en cobertura total con una dosis de base y una dosis mayor donde detecta malezas (modo dual en WEED-IT; modo multicanal WeedSeeker).
- ✓ Realizar aplicaciones selectivas con el cultivo ya implantado (aplicaciones selectivas en cultivos –denominadas verde sobre verde-).
- ✓ Realizar aplicación en cobertura completa usando PWM para el control de dosis pico por pico, controlando tamaño de gota y abanico de aplicación en cada momento, garantizando calidad de aplicación y menor deriva. Permite también realizar compensación de dosis en curvas (WEED-IT).
- ✓ Mapear malezas.
- ✓ Realizar aplicaciones selectivas de insecticidas en cultivos de cosecha gruesa.⁷

Aspectos a considerar

- ⚠ El uso de esta tecnología solamente permite ahorrar los herbicidas que se aplican sobre las malezas emergidas.
- ⚠ El beneficio económico capturado a partir del uso de esta tecnología puede ser muy variable. Depende del tipo de año, el tipo de malezas presentes en el lote, el tipo y costo de los herbicidas utilizados, etc.
- ⚠ En caso de equipar una parte del botalón de la pulverizadora con esta tecnología, es conveniente hacerlo hasta algún punto de articulación de las alas del mismo. Esto facilita el plegado de las alas del botalón y la realización de labores cerca de los alambrados. En los casos en los que eso no sucede, para poder realizar el sensado de malezas en las zonas cercanas a los alambrados, es necesario que la parte del botalón que no está equipada con la tecnología tenga que pasar sobre los alambrados con los consecuentes riesgos de daño asociados.
- ⚠ La instalación de esta tecnología puede realizarse de forma modular (es posible ir comprando y añadiendo sensores progresivamente).
- ⚠ Se puede instalar en cualquier máquina que esté en condiciones de realizar una pulverización correcta.

Experiencias de usuarios

¿Qué problemas solucionó? ¿Qué oportunidades permitió capturar?

“La pulverizadora hace los mismos trabajos de antes. Ahora se sumó la posibilidad de hacer aplicaciones selectivas. El aplicador maneja la tecnología sin problemas. Para él no cambió nada.”

⁷ A partir de la adopción de la tecnología, surgieron nuevas alternativas de uso. Actualmente se reportan casos en los que la tecnología se utiliza para realizar aplicaciones selectivas de insecticidas, fertilizantes foliares y fungicidas en estadios iniciales de cultivos como maíz, girasol y algodón.

“Nos permitió controlar malezas en estadios más susceptibles y mejorar su control. Antes, cuando había pocas malezas en el lote, no se justificaba la aplicación en cobertura total y las malezas crecían y llegaban a estadios reproductivos.”

“Nos permitió usar herbicidas que son caros; herbicidas específicos. Usarlos en cobertura total sería imposible. Con esos herbicidas logramos un mejor control de malezas resistentes.”

“Hay un beneficio a largo plazo. En la comparación de dos lotes iguales, con y sin aplicaciones selectivas, además de ahorrar herbicidas, las malezas problema ya no están en el lote.”

“Estuvimos probando verde sobre verde y nos funciona bastante bien. Logra buenos niveles de detección cuando el tamaño de las malezas es mayor al tamaño del cultivo.”

“Me permitió aumentar la rentabilidad de la agricultura a partir del ahorro de herbicidas.”

“Al reducir el uso de herbicidas reduje el costo de producción pero adicionalmente abordé los temas de impacto ambiental y responsabilidad social en pulverizaciones.”

¿Qué obstáculos se presentaron al momento de implementar la tecnología?

“Cambiaron algunos procesos para el que decide la aplicación, pero la adaptación fue fácil. Por ejemplo, hoy hacemos aplicaciones en cobertura total donde no apuntamos a matar todo, porque después hacemos un repaso con selectivas.”

“Hay que estar más en el día a día para definir qué productos aplicar y calcular que ahorros vas a tener. El proceso es más dinámico que hacer un barbecho en cobertura total.”

“Tener servicio post venta en la zona es clave, porque son tecnologías muy nuevas para todos. No es un fierro que lo puedes atar o soldar.”

“A veces el ancho del botalón no está totalmente equipado, entonces tenes que hacer otra huella. Eso genera más compactación y repercute negativamente sobre el sistema de siembra directa.”

“Lo negativo que tiene es la cantidad de veces que uno entra al lote a aplicar (no usamos transito controlado en la zona, es un punto a mejorar).”

“Las aplicaciones verde sobre verde, son un punto a mejorar. En algunos lotes anduvo bien pero en otros no. No lo compramos pensando en las aplicaciones verde sobre verde, pero no deja de ser una buena oportunidad de uso que hoy no nos funciona.”

Relación Costo/Beneficio

Costo

El cálculo del costo de la tecnología debe contemplar el precio del sistema (incluyendo la consola, la caja convertidora de poder, el sensor de velocidad, los sensores y electroválvulas, etc.), el precio de las modificaciones que, eventualmente, debieran realizarse sobre la pulverizadora para poder instalar correctamente el sistema y el costo del montaje (que en algunos casos puede estar incluido en el costo de los sensores). Generalmente el precio de estos sistemas se expresa por metro lineal y los proveedores ofrecen la posibilidad de equipar botalones de forma parcial.

Tabla 1. Costo y Vida Útil de los sistemas para realizar aplicaciones selectivas de herbicidas.	
	Rango de valores
Costo de la tecnología (USD)	5.300 – 9.000
Vida útil (años)	5 - 10

El precio y la vida útil de la tecnología dependen de la empresa proveedora. El costo por metro lineal puede disminuir a medida que se equipan más metros de botalón, ya que los costos fijos (consola, caja convertidora, sensor de velocidad, etc.) se diluyen.

Cabe aclarar que este tipo de sistemas requieren una serie de tecnologías básicas complementarias (ej.: banderillero satelital, antena GPS, etc.). En caso de no contar con estas tecnologías, la puesta en marcha de los sistemas para realizar aplicaciones selectivas de herbicidas demandara la adquisición previa de esas tecnologías complementarias, con los costos extras asociados.

Beneficio

Los sistemas que permiten realizar aplicaciones selectivas de herbicidas reportan dos grandes beneficios: i) reducen el uso de herbicidas postemergentes en los barbechos y ii) mejoran el control de malezas tolerantes y/o resistentes. El nivel de **ahorro de herbicidas** depende del porcentaje de enmalezamiento del lote a partir del cual se decide llevar a cabo el control de las malezas. Referencias de ahorros del 80-90% por pasada de pulverizadora no son raros cuando los lotes se aplican con bajos niveles de enmalezamiento. La disminución en el uso de herbicidas en los barbechos reduce el costo de las labores, pero al mismo tiempo reduce las cantidades de principios activos, agua y bidones utilizados. En cuanto a la **mejora del control de malezas tolerantes y/o resistentes a herbicidas**, es factible por diversos motivos. Por un lado, esta tecnología habilita la posibilidad de ingresar a los lotes para realizar controles cuando los niveles de enmalezamiento son más bajos. En muchos casos, esto permite llevar a cabo controles en momentos en los que las malezas son más susceptibles a los herbicidas, logrando así mayores niveles de eficacia en los controles. Por otro lado, poder aplicar herbicidas solo en una fracción de la superficie de los lotes habilita la posibilidad de utilizar herbicidas más específicos (generalmente más caros) para controlar a las malezas problema.

Un beneficio adicional que merece señalarse se encuentra relacionado con los aspectos operativos. La tecnología incrementa la capacidad de trabajo de la pulverizadora. Al asperjar caldo solo en una fracción de los lotes, con una carga de tanque es posible pulverizar una mayor cantidad de hectáreas. Esto determina que la necesidad de recarga de la pulverizadora se reduzca. De esta forma, la tecnología permite disminuir las pérdidas de tiempo asociados a los desplazamientos de la pulverizadora hasta el punto de recarga y al mismo tiempo reduce el consumo de combustible.

Caso de Análisis:

A continuación se presenta un caso en el que se cuantifica el beneficio económico y ambiental que reporta el uso de un sistema que permite realizar aplicaciones selectivas de herbicidas.

Ahorros económicos y mejoras en EIQ a partir del uso de sistemas para realizar aplicaciones selectivas de herbicidas.

Como se mencionó anteriormente, los sistemas que permiten realizar aplicaciones selectivas habilitan la posibilidad de asperjar herbicidas únicamente en los lugares donde hay malezas emergidas. De esta forma, la implementación de esta tecnología reduce el uso de herbicidas en los

barbechos y en consecuencia, su costo. Existen tres grandes variables que pueden modificar el nivel de ahorro en el uso de herbicidas:

- **El porcentaje de enmalezamiento tolerado en el lote:** Define el porcentaje de caldo que debe utilizarse, por lo tanto, el porcentaje de ahorro.
Cuanto menor sea el porcentaje de malezas en el lote, mayor es el ahorro de herbicidas y mayor es el beneficio económico capturado.
Por ejemplo: en un lote de 100 Has. con 30% de cobertura de malezas, si el control se lleva a cabo utilizando el sistema para realizar aplicaciones selectivas, solo se aplican herbicidas en 30 Has. y en las 70 Has. restantes no se aplican, logrando un ahorro de 70%.
- **El costo del caldo utilizado:** Queda definido a partir de la dosis y el costo de cada herbicida utilizado.
Cuanto más caro es el caldo que se utiliza, mayor es el beneficio que reporta el uso de los sistemas que permiten realizar aplicaciones selectivas.
Por ejemplo: una reducción del 70% en el uso de un caldo con un costo de 20 USD/Ha genera un ahorro de 14 USD/Ha. Pero si el costo de ese caldo es de 35 USD/Ha. el ahorro es de 24,5 USD/Ha.
- **Superficie a trabajar por año:** Determina la cantidad de hectáreas totales sobre las cuales se ahorrarán herbicidas.
Cuanto mayor es la superficie a trabajar por año, mayor es el beneficio que reporta el uso de esta tecnología.
En este punto vale la pena hacer algunas aclaraciones:
 - i) Cuando en los barbechos se realiza más de una aplicación para controlar malezas, la correcta cuantificación del beneficio total obtenido demanda sumar el beneficio de cada una de las aplicaciones realizadas (generalmente los porcentajes de ahorros y el costo de los caldos suelen ser diferentes entre aplicaciones).
 - ii) Cuando se trabaja para mejorar la eficacia en los niveles de control de malezas problemáticas (tolerantes o resistentes a herbicidas), el ahorro de herbicidas que reporta la utilización de esta tecnología habilita la posibilidad de incrementar la cantidad de aplicaciones. En esos casos, el beneficio se ve reducido por la mayor cantidad de aplicaciones realizadas.

El caso de análisis es el de una empresa, ubicada en el norte de la provincia de Buenos Aires que produce trigo, soja y maíz sobre una superficie de 2.300 Has. Esta empresa cuenta con una pulverizadora equipada con un sistema que permite realizar aplicaciones selectivas de herbicidas. En la Tabla 2 se muestran los costos de los barbechos (en USD/Ha.) si las aplicaciones de herbicidas se hubiesen hecho en cobertura completa (método convencional) y los ahorros de herbicidas que efectivamente se lograron en los barbechos por utilizar un sistema que permitió realizar aplicaciones selectivas de herbicidas. En el caso del doble cultivo trigo/soja de segunda, el porcentaje de ahorro promedio de herbicidas fue del 67,7%. Ese nivel de ahorro en herbicidas se tradujo en una caída del costo por hectárea del barbecho de 29,7 USD. En el caso del cultivo de maíz, el porcentaje de ahorro de herbicidas promedio fue 58,5%, y la caída de costo del barbecho de 33,3 USD/Ha. Por último, en el cultivo de soja, el porcentaje de ahorro promedio fue 52,7%, y el costo del barbecho se redujo 23,1 USD/Ha. Teniendo en cuenta la superficie y el número de aplicaciones realizadas en cada cultivo, en este establecimiento, durante el primer año, el ahorro en herbicidas postemergentes a partir del uso de esta tecnología fue de USD 157.523 aprox.

Tabla 2. Costos/Ha. de los barbechos realizados en cobertura completa (Barbecho Convencional), ahorros/Ha. obtenidos al utilizar sistemas que permiten realizar aplicaciones selectivas de herbicidas, superficies aplicadas y ahorros totales por cultivo.

Cultivo	Has	N° aplicaciones	Barbecho Convencional USD/Ha	Ahorro Selectivas		Superficie aplicada Has	Ahorro total USD
				%	USD/Ha		
Trigo/Soja 2°	767	2	43,8	67,7	29,7	1.534	45.487
Maíz	767	3	56,9	58,5	33,3	2.301	76.592
Soja	766	2	43,9	52,7	23,1	1.532	35.443
Total							157.523

Aclaración. Los porcentajes de ahorro utilizados corresponden a datos reales, tomados de campos de la zona. Los herbicidas utilizados fueron: glifosato, paraquat, 2,4 D, suflafenacil y cletodim. Los precios de los herbicidas fueron relevados en abril del 2023.

La reducción en la cantidad de herbicidas aplicados también se tradujo en una mejora en la performance ambiental de las aplicaciones de barbecho. El uso de esta tecnología generó disminuciones en los valores de los Coeficientes de Impacto Ambiental (EIQs)⁸ del orden del 59,7%, 51,4% y 57,1% en las aplicaciones de barbecho del doble cultivo Trigo/Soja, y de los cultivos de Soja y Maíz, respectivamente (Figura 3).

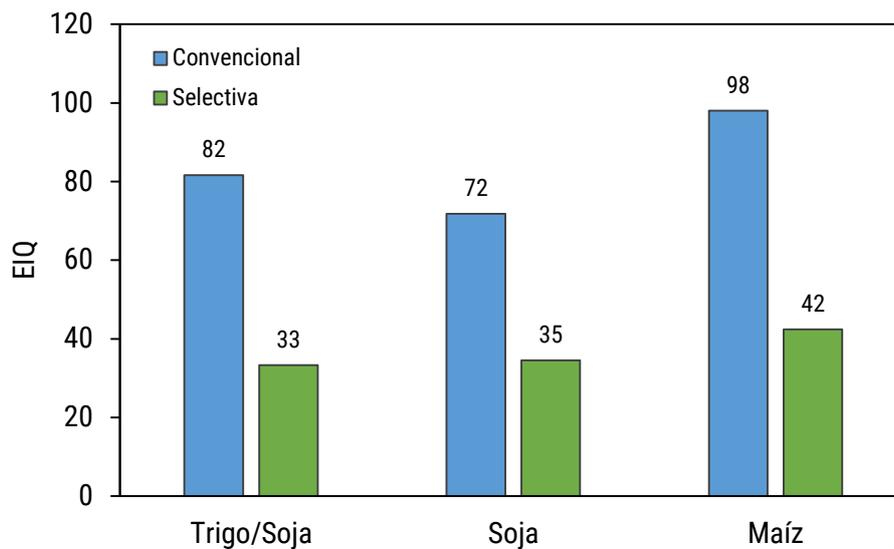


Figura 3. Valores de EIQ en barbechos realizados con aplicaciones en cobertura completa (barras azules) y con un sistema para realizar aplicaciones selectivas de herbicidas (barras verdes) para el doble cultivo Trigo/Soja, y los cultivos de Soja y Maíz.

⁸ EIQ: En inglés, sigla del término *Environmental Impact Quotient*. En español, Coeficiente de Impacto Ambiental. Es un método para cuantificar el impacto ambiental que genera el uso de uno o más fitosanitarios sobre el ambiente. Para calcularlo se tienen en cuenta 3 grandes ejes: uno que contiene variables ecológicas, otro con variables relacionadas al consumidor y otro con variables vinculadas al trabajo en el campo.

Análisis de la Inversión

Período de Repago

El período de repago es el tiempo que se necesita para recuperar una inversión. Para calcularlo se divide el costo de la tecnología por el ingreso anual que genera la incorporación de esa tecnología. Por lo tanto, es necesario conocer y cuantificar el costo y el beneficio que reporta el uso de esa tecnología en particular.

- Costo: es el monto de la inversión en la tecnología.
Mayor costo de la tecnología, mayor periodo de repago de la inversión (a igual beneficio).
 El costo de la tecnología depende de:
 - Cantidad de metros del botalón a equipar:
A medida que equipamos más metros de botalón, mayor será la inversión total inicial.
 - Costo de la tecnología (USD por metro de equipo):
Cuanto más caro es el equipo, mayor es el valor de la inversión inicial.
 - Costo de instalación

Costo de la inversión = metros de botalón a equipar x costo por metro + costo de instalación

- Beneficio: es el ingreso adicional obtenido a partir del uso de la tecnología.
Mayor beneficio, menor periodo de repago de la inversión (a igual inversión).
 El beneficio que reporta el uso de la tecnología depende de:
 - Porcentaje de malezas toleradas en el barbecho:
Cuanto menor es el porcentaje de malezas toleradas en el lote, menor es la cantidad de superficie que debe aplicarse con herbicidas y en consecuencia, mayor es el beneficio.
 - Costo del caldo:
Cuanto más caro es el caldo utilizado en el barbecho, mayor es el beneficio que genera la utilización de esta tecnología.
 - Superficie a aplicar por año:
Cuanto mayor es la superficie a aplicar por año, mayor es el beneficio que reporta el uso de esta tecnología.
 - Costo extra por no equipar el botalón completo con la tecnología.
 Se achica el ancho de labor de la pulverizadora y hay que hacer más pasadas para cubrir la misma superficie, incrementando la cantidad de combustible utilizado.
Cuanto menos metros de botalón se equipan, mayor es el costo extra y menor el beneficio que reporta el uso de esta tecnología.
En el caso de equipar el botalón completo con la tecnología, el costo extra desaparece.
 - Costo de mantenimiento adicional que genera el uso de esta tecnología.
Cuanto menos cuidados se tienen con la tecnología, mayor es el costo de mantenimiento y menor el beneficio que reporta el uso de esta tecnología.
 - Cantidad de pasadas extra en los barbechos.
 Este punto solo debe considerarse en aquellas situaciones en las que, a partir del uso de la tecnología, se incrementa la cantidad de veces que se ingresa al lote para controlar malezas.
En los casos que se presenta esta situación, cuanto mayor es el número de pasadas extra que se realizan, menor es el beneficio que reporta el uso de la tecnología.

Beneficio =

$$\begin{aligned}
 & (\text{superficie a aplicar} \times \text{N}^\circ \text{ de aplicaciones} \times \text{costo del caldo} \times \% \text{ de ahorro}) \\
 & - ((\text{costo extra} + \text{costo mantenimiento}) \times \text{superficie a aplicar} \times \text{N}^\circ \text{ de aplicaciones})
 \end{aligned}$$

En este caso, el período de repago de la tecnología se calcula según la siguiente fórmula:

$$\text{Período de repago} = \frac{\text{Inversión inicial (Costo)}}{\text{Ingreso anual extra (Beneficio)}}$$

$$\text{Período de repago} = \frac{\text{metros de botalón a equipar} \times \text{costo por metro} + \text{costo de instalación}}{(\text{superficie a aplicar} \times \text{N}^\circ \text{ de aplicaciones} \times \text{costo del caldo} \times \% \text{ de ahorro}) - ((\text{costo extra} + \text{costo mantenimiento}) \times \text{superficie a aplicar} \times \text{N}^\circ \text{ de aplicaciones})}$$

Ejemplo de cálculo del período de repago

En una pulverizadora con un botalón de 25 metros de ancho de labor se instalaron 20 metros de un sistema para realizar aplicaciones selectivas de herbicidas:

- ✓ Costo del sistema: 8.500 USD/m de botalón
- ✓ Costo de instalación: 2.000 USD
- ✓ Costo extra por equipar el botalón con la tecnología de forma parcial: 0,3 USD/Ha*
- ✓ Costo de mantenimiento: 0,5 USD/Ha*
- ✓ Porcentaje de enmalezamiento: 30% en promedio de todos los lotes (ahorro 70%)
- ✓ Costo promedio del caldo: 55 USD/Ha.
- ✓ Superficie con cultivos: 1.000 Has
- ✓ N° de aplicaciones de barbecho por Ha: 2

* Valores estimados.

$$\text{Período de repago} = \frac{\text{metros de botalón a equipar} \times \text{costo por metro} + \text{costo de instalación}}{(\text{superficie a aplicar} \times \text{N}^\circ \text{ de aplicaciones} \times \text{costo del caldo} \times \% \text{ de ahorro}) - ((\text{costo extra} + \text{costo mantenimiento}) \times \text{superficie a aplicar} \times \text{N}^\circ \text{ de aplicaciones})}$$

$$\text{Periodo de Repago} = \frac{(20 \text{ m} \times 8.500 \frac{\text{USD}}{\text{m}}) + 2.000 \text{ USD}}{(1.000 \frac{\text{Has}}{\text{año} \times \text{aplic.}} \times 2 \text{ aplic.} \times 55 \frac{\text{USD}}{\text{Ha}} \times 0,7) - ((0,3 \frac{\text{USD}}{\text{Ha}} + 0,5 \frac{\text{USD}}{\text{Ha}}) \times 1.000 \frac{\text{Has}}{\text{año} \times \text{aplic.}} \times 2 \text{ aplic.})} = 2,3 \text{ años}$$

Tabla 3. Sensibilidad del período de repago de la inversión (años) ante variaciones en la superficie a aplicar por año y el porcentaje de ahorro de caldo.

		Superficie a aplicar (Has) por año								
		750	1.000	1.250	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000
Porcentaje de ahorro de caldo	50%	8,6	6,4	5,2	4,3	3,2	2,6	2,1	1,8	1,6
	55%	7,8	5,8	4,7	3,9	2,9	2,3	1,9	1,7	1,5
	60%	7,1	5,3	4,3	3,6	2,7	2,1	1,8	1,5	1,3
	65%	6,6	4,9	3,9	3,3	2,5	2,0	1,6	1,4	1,2
	70%	6,1	4,6	3,6	3,0	2,3	1,8	1,5	1,3	1,1
	75%	5,7	4,3	3,4	2,8	2,1	1,7	1,4	1,2	1,1
	80%	5,3	4,0	3,2	2,7	2,0	1,6	1,3	1,1	1,0
	85%	5,0	3,7	3,0	2,5	1,9	1,5	1,2	1,1	0,9
	90%	4,7	3,5	2,8	2,4	1,8	1,4	1,2	1,0	0,9

Aclaración: Los cálculos se realizaron contemplando una máquina con un botalón de 25 metros de ancho de trabajo de los cuales 20 metros se equiparon con un sistema para realizar aplicaciones selectivas de herbicidas, un costo de 8.500 USD por metro de botalón equipado, 2.000 USD de costo de instalación del equipo y un costo promedio del caldo asperjado de 55 USD/Ha.

¿Cómo se lee la tabla?

- **Ingreso por porcentaje de ahorro:** Si se logra un porcentaje de ahorro de caldo promedio del 70%, para repagar la tecnología en 1,5 años hay que realizar aplicaciones selectivas de herbicidas en, al menos, 3.000 Has. por año.
- **Ingreso por superficie a aplicar por año:** Si se hacen aplicaciones selectivas de herbicidas en una superficie de 1.500 Has, para repagar la tecnología en 2,5 años es necesario lograr un porcentaje de ahorro promedio del 85% o superior.
- **Ingreso por período de repago:** Si se pretende repagar la tecnología en menos de 2 años realizando aplicaciones selectivas en una superficie de 2.000 Has./año, es necesario lograr un porcentaje de ahorro promedio de, al menos, el 80%.

Valor Actual Neto (V.A.N.)

El V.A.N. es el valor actual de los flujos de caja netos (ingresos - egresos) generados por una inversión en un determinado periodo de tiempo. Valores positivos de V.A.N. indican que la inversión produce ingresos mayores a una rentabilidad exigida. Por el contrario, valores de V.A.N. negativos indican que la inversión produce ingresos por debajo de la rentabilidad exigida. Para realizar el cálculo del V.A.N. consideramos la inversión total en la tecnología (Tabla 1) y un valor residual del 30% de su valor a nuevo. A su vez, analizamos el flujo de caja netos durante 5 años, utilizando una tasa del 15%. En este caso, el V.A.N. de la inversión depende de 3 grandes factores:

- (i). Las variables que condicionan los ingresos que se capturan a partir de la adopción de este tipo de tecnologías:
 - Porcentaje de malezas toleradas en el barbecho.
Cuanto menor es el porcentaje de malezas toleradas en el lote, menor es la cantidad de superficie que debe aplicarse con herbicidas y en consecuencia, mayor es el beneficio.
Menor porcentaje de malezas, mayor V.A.N de la inversión.
 - Costo del caldo
Cuanto más caro es el caldo utilizado en el barbecho, mayor es el beneficio que genera la utilización de esta tecnología.
Mayor costo del caldo, mayor V.A.N de la inversión.
 - Superficie a aplicar por año
Cuanto mayor es la superficie a aplicar por año, mayor es el beneficio que reporta el uso de esta tecnología.
Mayor superficie anual pulverizada, mayor V.A.N de la inversión.
 - Costo extra por no equipar el botalón completo con la tecnología.
Se achica el ancho de labor de la pulverizadora y hay que hacer más pasadas para cubrir la misma superficie, incrementando la cantidad de combustible utilizado.
Cuanto menos metros de botalón se equipan, mayor es el costo extra y menor el beneficio que reporta el uso de esta tecnología.
En el caso de equipar el botalón completo con la tecnología, el costo extra desaparece.
Mayor costo extra estimado, menor V.A.N. de la inversión
 - Costo de mantenimiento adicional que genera el uso de esta tecnología.
Cuanto menos cuidados se tienen con la tecnología, mayor es el costo de mantenimiento y menor el beneficio que reporta su uso.
Mayor costo de mantenimiento, menor V.A.N. de la inversión
 - Cantidad de pasadas extra en los barbechos.

Este punto solo debe considerarse en aquellas situaciones en las que, a partir del uso de la tecnología, se incrementa la cantidad de veces que se ingresa al lote para controlar malezas.

En los casos que se presenta esta situación, *cuanto mayor es el número de pasadas extra que se realizan, menor es el beneficio que reporta el uso de la tecnología.*

Mayor número de pasadas extra, menor V.A.N. de la inversión

- (ii). Las variables que determinan el costo de la inversión en la tecnología:
- Metros del botalón a equipar:
A medida que se equipan más metros de botalón, mayor es el monto de la inversión inicial.
Más metros de botalón equipados, menor V.A.N. de la inversión
 - Costo de la tecnología (USD por metro de equipo):
Cuanto más caro es el equipo, mayor es el valor de la inversión inicial.
Más costo del equipo, menor V.A.N. de la inversión.
- (iii). La tasa de descuento o rendimiento esperado de la inversión.
Mayor tasa de descuento, menor V.A.N. de la inversión.

$$V. A. N. = \sum_{t=1}^n \frac{\text{Ahorro anual de herbicidas} + \text{Valor residual}}{(1 + \text{tasa de descuento})^{\text{tiempo}}} - \text{Inversión inicial}$$

$$V. A. N. = \sum_{t=1}^n \frac{(\text{Ahorro de herbicidas por Ha.} \times \text{superficie trabajada} \times \text{precio del caldo utilizado}) + (\text{Valor residual})}{(1 + \text{tasa de descuento})^{\text{tiempo}}} - \text{Costo del equipo}$$

Tabla 4. Sensibilidad del Valor Actual Neto (V.A.N.), expresado en dólares estadounidenses (USD), ante variaciones en la superficie a aplicar y el porcentaje de ahorro de caldo logrado por utilizar la tecnología.

		Superficie a aplicar (Has) por año								
		750	1.000	1.250	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000
Porcentaje de ahorro del caldo	50%	-79.219	-56.843	-34.468	-12.092	32.659	77.411	122.162	166.913	211.664
	55%	-72.305	-47.625	-22.944	1.736	51.096	100.457	149.817	199.178	248.538
	60%	-65.391	-38.406	-11.421	15.563	69.533	123.503	177.473	231.442	285.412
	65%	-58.477	-29.188	102	29.391	87.970	146.549	205.128	263.707	322.286
	70%	-51.563	-19.969	11.625	43.219	106.407	169.595	232.783	295.971	359.159
	75%	-44.650	-10.751	23.148	57.046	124.844	192.641	260.438	328.236	396.033
	80%	-37.736	-1.533	34.671	70.874	143.281	215.687	288.094	360.500	432.907
	85%	-30.822	7.686	46.194	84.702	161.717	238.733	315.749	392.765	469.780
	90%	-23.908	16.904	57.717	98.529	180.154	261.779	343.404	425.029	506.654

Aclaración. Para realizar este análisis se consideró un costo de caldo a asperjar de 55 USD/Ha., una tasa de descuento de 15%, una vida útil de la tecnología de 5 años, un valor residual de la tecnología equivalente al 30% de su valor a nuevo, el costo de equipar con la tecnología 20 metros de un botalón de 25 metros de ancho de trabajo, un precio de la tecnología de 8.500 USD/m. de botalón y 2.000 USD adicionales para la instalación del equipo.

¿Cómo se lee la tabla?

- **Ingreso por porcentaje de ahorro:** Si se logra un porcentaje de ahorro de caldo promedio del 70%, para lograr un V.A.N. de USD 110.000 es necesario realizar aplicaciones selectivas de herbicidas en una superficie superior a las 2.000 Has. por año.
- **Ingreso por superficie a aplicar por año:** Si se hacen aplicaciones selectivas de herbicidas en una superficie de 1.250 Has., para alcanzar un V.A.N. mayor a USD 30.000 es necesario lograr un porcentaje de ahorro de caldo promedio superior al 80%.
- **Ingreso por V.A.N.:** Si se pretende obtener un V.A.N. mayor a USD 195.000, haciendo aplicaciones selectivas de herbicidas en una superficie de 2.500 Has./año, es necesario lograr un porcentaje de ahorro de caldo promedio superior al 75%.

Tasa Interna de Retorno (T.I.R.)

La Tasa Interna de Retorno (T.I.R.) es la tasa de interés o la rentabilidad que ofrece una inversión. Valores de T.I.R. superiores a la tasa de descuento (tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión) indican que la rentabilidad es superior a la rentabilidad exigida. Valores de T.I.R. inferiores a la tasa de descuento indican que la inversión no alcanza la rentabilidad mínima exigida. Al igual que en el cálculo del V.A.N., se consideró que luego del 5^{to} año de uso, el valor residual de la tecnología fue un 30% de su valor a nuevo.

Nuevamente, en este caso la T.I.R. de la inversión, depende de 3 grandes factores:

- (i). Las variables que condicionan los ingresos que se capturan a partir de la adopción de este tipo de tecnologías:
 - Porcentaje de malezas toleradas en el barbecho.
Cuanto menor es el porcentaje de malezas toleradas en el lote, menor es la cantidad de superficie que debe aplicarse con herbicidas y en consecuencia, mayor es el beneficio.
Menor porcentaje de malezas, mayor T.I.R. de la inversión.
 - Costo del caldo
Cuanto más caro es el caldo utilizado en el barbecho, mayor es el beneficio que genera la utilización de esta tecnología.
Mayor costo del caldo, mayor T.I.R. de la inversión.
 - Superficie a aplicar por año
Cuanto mayor es la superficie a aplicar por año, mayor es el beneficio que reporta el uso de esta tecnología.
Mayor superficie anual pulverizada, mayor T.I.R. de la inversión.
 - Costo extra por no equipar el botalón completo con la tecnología.
Se achica el ancho de labor de la pulverizadora y hay que hacer más pasadas para cubrir la misma superficie, incrementando la cantidad de combustible utilizado.
Cuanto menos metros de botalón se equipan, mayor es el costo extra y menor el beneficio que reporta el uso de esta tecnología.
Mayor costo extra estimado, menor T.I.R. de la inversión
 - Costo de mantenimiento adicional que genera el uso de esta tecnología.
Cuanto menos cuidados se tienen con la tecnología, mayor es el costo de mantenimiento y menor el beneficio que reporta su uso.
Mayor costo de mantenimiento, menor T.I.R. de la inversión
 - Cantidad de pasadas extra en los barbechos.

Este punto solo debe considerarse en aquellas situaciones en las que, a partir del uso de la tecnología, se incrementa la cantidad de veces que se ingresa al lote para controlar malezas.

En los casos que se presenta esta situación, *cuanto mayor es el número de pasadas extra que se realizan, menor es el beneficio que reporta el uso de la tecnología.*

Mayor número de pasadas extra, menor T.I.R. de la inversión

- (ii). Las variables que determinan el costo de la inversión en la tecnología:
- Metros del botalón a equipar:
A medida que se equipan más metros de botalón, mayor es el monto de la inversión inicial.
Más metros de botalón equipados, menor T.I.R. de la inversión
 - Costo de la tecnología (USD por metro de equipo):
Cuanto más caro es el equipo, mayor es el valor de la inversión inicial.
Más costo del equipo, menor T.I.R. de la inversión.
- (iii). La tasa de descuento o rendimiento esperado de la inversión.
Mayor tasa de descuento, menor T.I.R. de la inversión.

Tabla 5. Sensibilidad de la Tasa Interna de Retorno (T.I.R.) ante variaciones en la superficie a aplicar y el porcentaje de ahorro de caldo logrado por utilizar la tecnología.

		Superficie a aplicar (Has) por año								
		750	1.000	1.250	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000
Porcentaje de ahorro de caldo	50%	-3,3%	2,1%	7,3%	12,3%	22,0%	31,3%	40,2%	48,9%	57,5%
	55%	-1,6%	4,3%	9,9%	15,4%	25,9%	35,9%	45,6%	55,1%	64,4%
	60%	0,1%	6,4%	12,5%	18,4%	29,6%	40,5%	50,9%	61,2%	71,3%
	65%	1,7%	8,5%	15,0%	21,3%	33,4%	45,0%	56,2%	67,2%	78,0%
	70%	3,3%	10,6%	17,5%	24,2%	37,1%	49,4%	61,4%	73,2%	84,8%
	75%	5,0%	12,6%	20,0%	27,1%	40,7%	53,8%	66,6%	79,1%	91,5%
	80%	6,6%	14,7%	22,4%	29,9%	44,3%	58,2%	71,7%	85,0%	98,1%
	85%	8,1%	16,7%	24,8%	32,7%	47,9%	62,6%	76,8%	90,9%	104,8%
	90%	9,7%	18,7%	27,2%	35,5%	51,5%	66,9%	81,9%	96,7%	111,4%

Aclaración. Para realizar este análisis se consideró un costo de caldo a asperjar de 55 USD/Ha., una tasa de descuento de 15%, una vida útil de la tecnología de 5 años, un valor residual equivalente al 30% de su valor a nuevo, el costo de equipar con la tecnología 20 metros de un botalón de 25 metros de ancho de labor, un precio de la tecnología de 8.500 USD/m de botalón y 2.000 USD adicionales para la instalación del equipo.

¿Cómo se lee la tabla?

- **Ingreso por porcentaje de ahorro:** Si se logra un porcentaje de ahorro de caldo promedio del 65%, y se pretende obtener una T.I.R. del 45%, es necesario realizar aplicaciones selectivas de herbicidas en 2.500 Has. por año.
- **Ingreso por superficie a aplicar por año:** Si todos los años se hacen aplicaciones selectivas de herbicidas en una superficie de 1.250 Has., y se pretende alcanzar una T.I.R. del 20% se necesita lograr un porcentaje de ahorro de caldo promedio superior al 75%.
- **Ingreso por T.I.R.:** Si se pretende obtener una T.I.R. del 85% haciendo aplicaciones selectivas de herbicidas en una superficie de 3.500 Has. por año, es necesario lograr un porcentaje de ahorro de caldo promedio del 80%.

Cálculo de la cuota de amortización

En términos contables, la cuota de amortización refleja la depreciación estimada de un bien. El término depreciación refiere a la pérdida de valor que sufren los bienes de uso durante un período de tiempo determinado.

Para realizar el cálculo de la cuota de amortización consideramos la inversión total en la tecnología (Tabla 1) y un valor residual del 30% de su valor a nuevo. Las empresas proveedoras de este tipo de sistemas informaron que su vida útil oscila entre 5 y 10 años. En este análisis contemplamos una vida útil de 5 años, porque arbitrariamente consideramos que luego de ese plazo de tiempo la tecnología podría llegar a quedar obsoleta ante la aparición de tecnologías alternativas superadoras. La cuota de amortización se expresó en toneladas de soja por año. Para ello, se dividió la cuota de amortización por el precio de la tonelada de soja, tomando como valor de referencia la cotización en la categoría disponible para el mes de Abril 2023 (373,3 USD/Tn). Para sensibilizar la cuota de amortización se simuló variaciones en el ancho de botalón equipado con la tecnología y en el precio de la tonelada de soja (al alza y a la baja).

$$\text{Cuota de amortización} = \left(\frac{\text{Valor a nuevo} - \text{Valor residual}}{\text{Vida útil}} \right) / \text{Precio de soja (USD/Tn)}$$

En este caso, la cuota de amortización depende de tres grandes factores:

- (i). La cantidad de metros de botalón equipados con la tecnología.
Mayor cantidad de metros de botalón equipados, mayor cuota de amortización.
- (ii). El precio por metro lineal del sistema para realizar aplicaciones selectivas.
Mayor costo por metro lineal del sistema, mayor cuota de amortización
- (iii). El precio de la tonelada de soja.
Mayor precio de la tonelada de soja, menor cuota de amortización.

Tabla 6. Sensibilidad de la cuota de amortización (expresada en Tn. de Soja por año) ante variaciones en la cantidad de metros de botalón equipados con la tecnología y en el precio de la tonelada de Soja.

	Ancho de botalón equipado (m)					
	15	20	25	30	35	40
280	64,8	86,0	107,3	128,5	149,8	171,0
300	60,4	80,3	100,1	119,9	139,8	159,6
320	56,7	75,3	93,8	112,4	131,0	149,6
340	53,3	70,8	88,3	105,8	123,3	140,8
360	50,4	66,9	83,4	99,9	116,5	133,0
380	47,7	63,4	79,0	94,7	110,3	126,0
400	45,3	60,2	75,1	90,0	104,8	119,7
420	43,2	57,3	71,5	85,7	99,8	114,0
440	41,2	54,7	68,3	81,8	95,3	108,8
460	39,4	52,3	65,3	78,2	91,2	104,1
480	37,8	50,2	62,6	75,0	87,4	99,8
500	36,3	48,2	60,1	72,0	83,9	95,8
520	34,9	46,3	57,8	69,2	80,6	92,1
540	33,6	44,6	55,6	66,6	77,6	88,7
560	32,4	43,0	53,6	64,3	74,9	85,5
580	31,3	41,5	51,8	62,0	72,3	82,6
600	30,2	40,1	50,1	60,0	69,9	79,8

Aclaración. Para realizar este análisis de sensibilidad se consideró un costo del sistema de 8.500 USD/m + 2.000 USD adicionales para la instalación del equipo, una vida útil de la tecnología de 5 años y un valor residual de la tecnología equivalente al 30% de su valor a nuevo.

¿Cómo se lee la tabla?

- **Ingreso por ancho de botalón:** Si el ancho del botalón equipado con la tecnología es de 25 metros, para que la cuota de amortización no supere las 79 Tn. de Soja por año, el precio de la tonelada de Soja debe ser superior a los 380 USD/Tn.
- **Ingreso por precio de soja:** Si el precio de la tonelada de Soja es de 360 USD/Tn. y estamos dispuestos a pagar una cuota de amortización de 133 Tn. de Soja por año, podremos equipar con la tecnología 40 metros de botalón.
- **Ingreso por cuota de amortización:** Para no pagar una cuota de amortización mayor a 131 Tn. de Soja por año, si equipamos 35 metros de botalón con la tecnología, necesitamos un precio de la tonelada de Soja de, al menos, 320 USD/Tn.

Mantenimiento y Servicio Postventa

La tecnología no requiere demasiado mantenimiento. No obstante, para aumentar la vida útil de los distintos componentes del sistema, especialmente de las electroválvulas, es importante realizar un correcto enjuague del sistema luego de realizar la aplicación de herbicidas, ya que los productos que se asperjan pueden llegar a ser corrosivos.

El servicio post venta, resulta fundamental al momento de analizar la adopción de cualquier tecnología y seleccionar el proveedor. En términos generales, las empresas proveedoras de este tipo de sistemas cuentan con los repuestos necesarios en casos de fallas y/o roturas. Una de las empresas proveedoras, incluso, cuenta con una red de laboratorios que permiten realizar la reparación de componentes electrónicos y ópticos en el país. Esa misma empresa ofrece un kit de auxilio con elementos de repuesto para resolver eventuales roturas en el campo.

Ambas empresas proveedoras informan que cuentan con un servicio postventa con una buena cobertura en el área agrícola del país y realizan capacitaciones sin costo, tanto para operarios como para los responsables del equipo.

Referencias

Páginas web e información de contacto de las empresas proveedoras:

Empresa	
	WEB: https://weed-it.com.ar / https://geosistemas.com.ar NOMBRE y APELLIDO: Agustín Domínguez TELEFONO: 351-3016790 E-MAIL: agro@geosistemas.com.ar
DYE	WEB: https://www.dyesa.com

Agradecimientos

A los ingenieros agrónomos Agustín Bilbao y Luis Robles Terán, quienes aportaron valiosa información para la elaboración del trabajo.

A Pablo Barcelona, Esteban Bruel, Santiago Teruggi y Nicolás Yansen por compartir los aprendizajes obtenidos a partir del uso de la tecnología.

Al ingeniero agrónomo Julián Muguerza por realizar la revisión del documento y realizar sus comentarios y sugerencias para su edición final.