



**MAÍZIFICANDO  
CONCIENCIA**  
XII CONGRESO NACIONAL DE MAÍZ

Eje

# Protección del cultivo

8, 9 y 10 de Noviembre  
Pergamino, BA  
UNNOBA



Secretaría de Agricultura,  
Ganadería y Pesca  
Ministerio de Economía  
Argentina

20  
22





# DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UN IMPLEMENTO AGRÍCOLA PARA EL CONTROL MECÁNICO DE MALEZAS EN SIEMBRA DIRECTA

**Roskopf R.; Gabioud E.; Sangoy Puntin N.; Crespo R.**

EEA INTA Paraná. Ruta 11 km 10,5. Entre Ríos, Argentina.

*roskopf.ruben@inta.gob.ar gabioud.emmanuel@inta.gob.ar sangoy.nerea@inta.gob.ar crespo.javier@inta.gob.ar*

## DESIGN AND EVALUATION OF AGRICULTURAL IMPLEMENT FOR MECHANICAL CONTROL OF WEEDS IN DIRECT SEEDING

### Abstract

In the last 60 years, weed management has focused on eradication mainly through the almost discretionary use of herbicides, as "exclusive tools". At present, weeds have a critical status due to the large number of cases of tolerance and resistance to various herbicides, which translate into plots with high degrees of infestation due to control failures and in continuously expanding weed populations. The Production in Environmental Protection Areas module of EEA Paraná of INTA recently worked on the construction and evaluation of an agricultural implement for the mechanical control of weeds between rows, in corn planted at 52.5 in direct seeding. The implement was used in experimental production fields, but its copying and dissemination may have a niche for implementation in systems that do not allow the use of herbicides: organic productions, peri-urban areas, as well as establishments that want to reduce the use of herbicides in weed control. The weed control efficiency was 100% in the tillage area of each implement share and 55% in the inter-row area.

### Palabras claves

Control malezas, siembra directa, carpidor

### Keywords

Weed control, direct sowing, carpidor



## Introducción

La pulverización de agroquímicos, es foco de debates en los últimos años, dado por la creciente preocupación de la sociedad por el cuidado del medio ambiente y la inocuidad de los alimentos que consume. El constante surgimiento de malezas resistentes a herbicidas por su uso “abusivo” en muchos casos, también es una problemática creciente desde hace algunos años. Se han promulgado leyes nacionales, provinciales y ordenanzas municipales tendientes a aumentar la distancia de no aplicación de agroquímicos denominadas “zonas de resguardo, exclusión o no pulverización” quedando en muchos casos superficies improductivas en la periferia a centros urbanos. En tales superficies, el crecimiento de especies malezas puede constituir un nicho ecológico para plagas insectiles y fitopatógenos causantes de enfermedades.

Surge entonces la necesidad de evaluar otras alternativas, sin herbicidas, para el control de malezas en zonas de resguardo con sistemas agrícolas de siembra directa, como así también, en sistemas de producción orgánica o con mínima utilización de agroquímicos. En estos sistemas productivos, el reemplazo total o parcial de herbicidas por el control mecánico de malezas, logra un impacto directo en el menor uso de plaguicidas, colabora con la sustentabilidad ambiental y salubridad de los operarios y las personas involucradas en los procesos productivos considerados.

## Objetivos

- Diseñar y fabricar un implemento mecánico tipo carpidor.
- Evaluar el control de malezas efectuado por este carpidor en el entresurco de un cultivo de maíz en siembra directa, durante campaña 2021/2022.

## Materiales y métodos

### Diseño y construcción del implemento

**Rejas:** previo a la adaptación de la reja al implemento, se realizó el análisis detallado de sus características constructivas, diseño y terminaciones.

**Implemento:** se evaluaron a campo múltiples configuraciones del implemento, logrando un laboreo aceptable, cuando a dos cuerpos del bastidor, se los dotó a cada uno, con la reja de Metalúrgica Bruni, modelo alta velocidad. El criterio que se adoptó para la posible utilización de la reja, fue lograr la mínima remoción posible del suelo en lotes de siembra directa con diferente tipo y nivel de rastrojo en superficie.

El implemento diseñado es un carpidor de malezas del entresurco, desarrollado a partir de un bastidor y elementos mecánicos en desuso, adaptado para cultivos implantados en siembra directa a 52,5 cm entre hileras. El mismo consta de los siguientes elementos:

**Un bastidor:** con 5 cuerpos en paralelogramos y ruedas limitadoras de profundidad para copiar las ondulaciones del lote y mantener constante la profundidad de trabajo de las rejas adosadas a cada cuerpo.

**Cuchilla lisa corta rastrojo:** por delante de cada cuerpo para evitar atascamientos del carpidor.

Contrapeso adicionado a cada cuerpo (sobre el paralelogramo): se añadió contrapeso y un resorte a cada cuerpo permitiendo al implemento trabajar a alta velocidad de avance en suelos secos y



arcillosos. El contrapeso utilizado corresponde a valijines en desuso, anteriormente utilizados para lastrado de tractores de 2 ruedas motrices (2WD), de 38 kg cada uno. Si bien, los contrapesos permiten mantener la reja a la profundidad deseada, la función de los resortes es estabilizar cada cuerpo para evitar el rebote vertical de los mismos. Este efecto se presentó debido al escaso ángulo de ataque de las rejas, de penetración negativa, y al efecto planeo de las alas de la reja que realiza el laboreo a poca profundidad en el suelo. Mediante un sistema de rosca telescópica es posible regular cada resorte según el nivel de estabilización requerido.

**Contrapesos adicionales al bastidor:** se utilizaron cuatro contrapesos del tipo aro, de 45 Kg cada uno. normalmente utilizados para adicionar peso en ruedas motrices de un tractor. En total se lastró el chasis del implemento con 180 kg, con el de mantener la profundidad de corte de las cuchillas corta rastrojos.

**Reja Bruni:** el ancho de cada reja es de 45 cm y se las equipó con un sistema que permite regular individualmente su ángulo de ataque de acuerdo al tipo y las condiciones del suelo, para lograr la mínima remoción y distorsión posible del suelo.

**Sistema tripuntal:** el implemento se acopla al tractor mediante el sistema tripuntal, teniendo baja demanda de potencia debido a que el laboreo de las rejas está pensado para que sea superficial, a no más de 6 cm de profundidad en el suelo.

**Refuerzo de toda la estructura:** se insertaron bujes y se reforzaron todos los ejes de los cuerpos en paralelogramo para soportar la carga adicional de los contrapesos y evitar el viboreo o movimiento lateral de los cuerpos durante el avance del carpidor.

El ensamble definitivo y la pintura del implemento se realizó en Metalúrgica Ezio Gieco, de la localidad de Diamante, Entre Ríos.

En la figura 1 se muestra en detalle y una vista en general del carpidor de malezas.



Figura 1: Vista lateral y posterior del implemento.

Se recortó y ajustó a 34 cm el ancho de cada reja (desde el original de 45 cm), logrando equilibrio del laboreo entre los surcos con el menor corte de plantas de maíz.



## Evaluación de malezas

La evaluación a campo del implemento se efectuó en un lote en el Módulo de producción en áreas de resguardo ambiental de la EEA Paraná (suelo Argiudol acuico serie Tezanos Pinto). En dicho lote se realizó un cultivo de maíz tardío híbrido AX7784VT3P, con fecha de siembra 13 enero 2022 y densidad de siembra de 50000 semillas por hectárea. Se fertilizó a la siembra con una dosis de 150 kg ha<sup>-1</sup> de urea.

A los 35 días posteriores a la siembra (17 de febrero 2022) se evaluaron las malezas presentes, utilizando un cuadrante de 50 cm x 50 cm, colocado en el espacio entre los surcos. Se listaron las especies presentes y se cuantificó el número de individuos para cada especie, antes y después del laboreo del carpidor, realizándose 5 repeticiones en un lote altamente afectado por *Amaranthus hybridus* (yuyo colorado). Complementariamente se registró el estadio fenológico del cultivo.

Para conocer el patrón de distribución de las malezas en el área laboreada vs el testigo, a los 19 días posteriores al laboreo, el 8 de marzo 2022, se registró la altura de las malezas, perpendicularmente al avance del carpidor, colocando estacas de referencia a cada 10 cm de separación, midiendo la altura de las malezas en cada referencia.

La profundidad de laboreo se registró mediante dos técnicas: a) midiendo la distancia desde la superficie del suelo hasta el piso de laboreo de la reja b) midiendo la longitud del tallo a nivel del suelo hasta la punta de la raíz cortada por la reja. Con cada técnica se realizaron 15 mediciones. Se midió con GPS las velocidades a la cual el carpidor se mantiene estable durante el laboreo.

## Resultados

Reja: Diseño agudo y bajo perfil de ataque tanto en el centro como en sus alas laterales. Para disminuir el desgaste y extender la vida útil, las alas laterales presentan endurecimiento en sus filos, principalmente en la cara inferior, siendo la interfaz reja-suelo donde se presenta la mayor fricción y desgaste por el rozamiento contra el suelo no laboreado. Adicionalmente presenta cementado tipo coraza en la punta de reja. El timón de la reja es de perfil delgado, con diseño en forma de rampa (Figura 2) para orientar el suelo laboreado.



Figura 2: Izquierda: Vista en detalle del endurecimiento inferior de las alas de la reja. Centro: Cementado de la punta de reja. Derecha: Vista del timón en forma de rampa y el bajo perfil de ataque de la reja.



**Implemento:** Durante el laboreo se observó el libre paso de los panes de tierra horizontalmente cortados por la reja, sin atascamiento y con mínimo disturbio de la superficie del suelo. En la figura 3 se muestra el aspecto de la superficie del suelo a los cuatro días después del laboreo. Se observa la escasa remoción superficial del suelo y el control de las malezas entre surcos en el ancho de laboreo de cada reja.



Figura 3: Superficie del suelo a los cuatro días del laboreo con el carpidor.

La eficiencia en el control de las malezas en el entresurco se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2:** Control promedio de malezas con ancho de reja de 34 cm.

Malezas en el cuadrante previo al laboreo	Malezas residuales en el cuadrante posterior al laboreo	Malezas en el área de laboreo de la reja.	Control de malezas en el 95 % del ancho de entre surcos muestreado (%) * <sup>1</sup>
111	49	0	55,8

\*1 El cuadrante de muestreo fue de 50 cm de ancho, colocado en el entresurcos de 52,5 cm (representando el 95 % del ancho de entresurco)

El descalce de las malezas del suelo en el área de laboreo de las rejas fue del 100 %, si bien no se realizó el seguimiento de las mismas, dado las condiciones presentes durante el uso del carpidor, de elevada temperatura ambiente y baja humedad del suelo, es probable que todas las malezas descalzadas murieran por deshidratación. Debido al acortamiento en el ancho de labor de la reja (34 cm), se incrementó el área de suelo no trabajado en el entre surco, disminuyendo el porcentaje de control logrado, alcanzando valores próximos o levemente superiores al 50 %.

Dependiendo de la especie de maleza y humedad del suelo, se debe señalar que a mayor uniformidad de espaciamiento entre hileras del cultivo implantado (maíz), mayor podrá ser el ancho de reja utilizado y consecuentemente mayor el control de las malezas en el espacio entre surcos. Roskopf et al. (2022), evaluando un implemento equipado con rejas planas, parcialmente similares, mencionan una eficiencia de control en cobertura total de malezas invernales que va desde el 62,5 %



al 92,5 %. Cabe destacar que el cultivo implantado donde se utilizó el carpidor fue realizado en contorno a curvas de nivel, en lotes con pendientes pronunciadas, mayores al 4 %, lo cual podría haber desestabilizado lateralmente, entre las sucesivas maquinadas, a la sembradora de maíz. Otra fuente posible de error pudo deberse a que el sensor de ángulo de inclinación lateral del tractor, no estuviese calibrado para el laboreo en pendientes pronunciadas, provocando errores al sistema autoguía de piloto automático, originando distanciamientos no uniformes entre líneas del cultivo durante la siembra. Teniendo en cuenta que el ancho de cada reja es de 34 cm, el laboreo fue del 65 % del espacio entre surcos (34 cm dividido 52 cm x 100), siendo también el máximo control esperado de las malezas en el mencionado espacio.

Adicionalmente se debe tener en cuenta que, el control sobre las malezas, además de ser directamente beneficioso al cultivo, contribuye a la disminución del banco de semillas al evitar la reproducción de las mismas en el área laboreada por la reja.

En las figuras 4, 5, 6 y 7 se muestra la distribución de altura de las malezas luego del laboreo con el carpidor. La altura de las plantas del maíz osciló entre 1,45 m y 1,69 m, correspondiendo a un estadio fenológico de V11

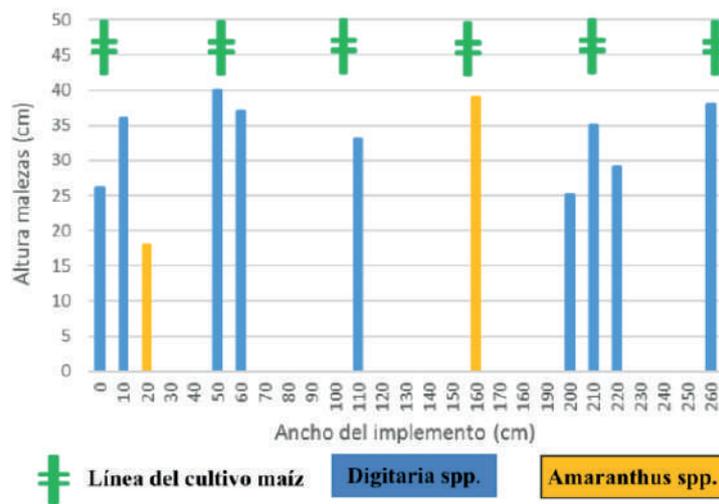


Figura 4: Lote 1-Identificación y distribución de la altura individual de las malezas registradas en el ancho de laboreo del carpidor.

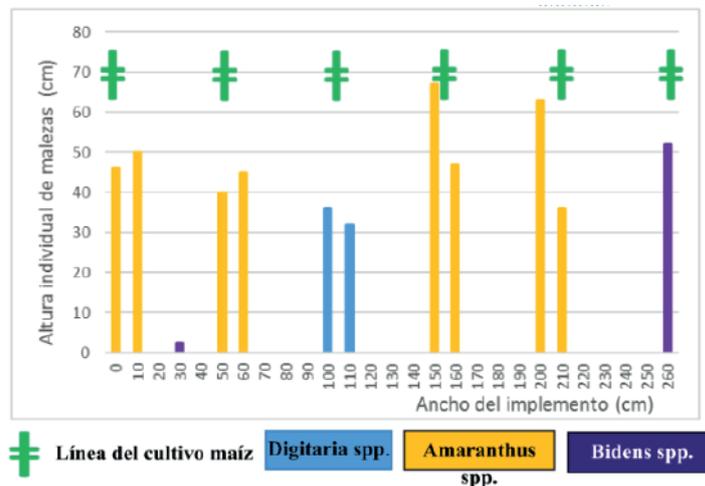


Figura 5: Lote 2-Identificación y distribución de la altura individual de las malezas registradas en el ancho de laboreo del carpidor.

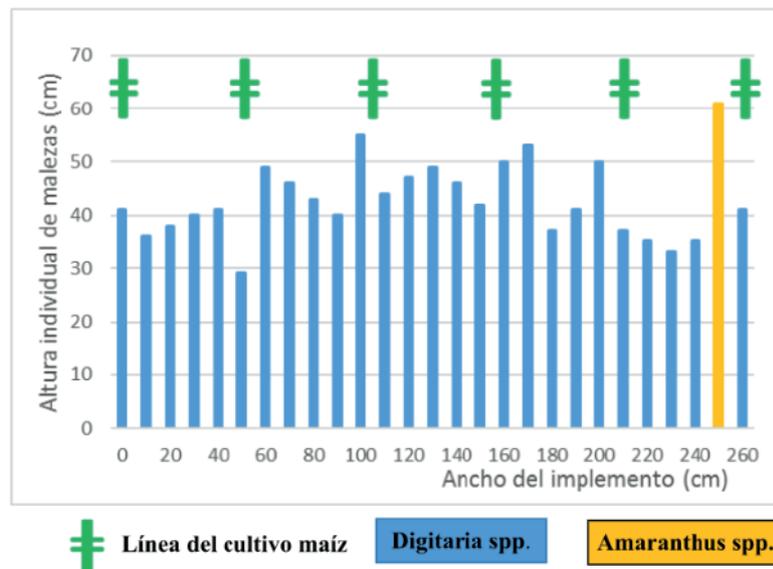


Figura 6: Lote 1-Identificación y distribución de la altura individual de las malezas registradas en el área testigo sin laboreo del carpidor.

Comparando ambos muestreos con el testigo, se observó el efecto de control de las malezas que realizó la reja del carpidor en el espacio del entresurco. Dicho control se prolongó durante los 19 días posteriores al laboreo, no registrándose nuevos nacimientos de malezas (solamente en un punto del lote 2, que corresponde a *Bidens* spp. -Figura 5-), suponiendo además que, con el cultivo establecido, el efecto del sombreado del maíz podría limitar notablemente el nacimiento de nuevas malezas.

La profundidad de laboreo fue entre 5 y 6 cm, siendo destacable lograr mantener uniforme dicha profundidad, constituyendo una característica diferencial superior respecto a equipos que montan rejas unidas al chasis rígido, sin capacidad de copiado de las ondulaciones del lote. Esta característica es de fundamental importancia para el control de las malezas, ya que se debe tener en cuenta que, cuando el laboreo se realiza más superficial, menor es el pan tierra con raíces residuales de malezas, aumentando la eficiencia en el control. Los cuerpos del implemento diseñados con rueda limitadora de profundidad y en paralelogramo, al cual se fijan las rejas de delgado perfil de la punta y alas, pudieron haber colaborado en lograrlo.

El rango adecuado de velocidad de avance y a la cual se utilizó el carpidor, fue entre 9 y 11 km/h. Tomando un promedio de 10 km/h, un tiempo neto de trabajo del implemento del 95 % (5 % pérdidas de tiempo por giro en cabecera, paradas por regulaciones, etc.) y para el actual ancho de labor del implemento de 2,62 m, se logra una operatividad de 2,5 hectáreas/hora.

## Conclusión

Se logró satisfactoriamente el desarrollo y fabricación de un carpidor para el control mecánico de malezas en el entresurco de un cultivo de maíz.

La eficiencia en el control de malezas fue del 100 % en el área de laboreo de la reja con 34 cm de ancho, y del 55,8 % en el 95 % del ancho del entresurco muestreado.

En cultivos sembrados con mayor uniformidad entre hileras, el ancho de reja a utilizar podría ser



mayor, incrementando el control de malezas en el entresurco.

El presente trabajo pretende sentar las bases para continuar con futuras evaluaciones de la performance de otros implementos para el control mecánico de malezas. Además, a las mediciones realizadas se deben complementar evaluaciones de dinámica poblacional de las malezas, evaluaciones de momentos de control post-siembra, como así también sobre otros cultivos (soja y sorgo) y fechas de siembra.



## Referencias bibliográficas

Roskopf, R.; Gabioud, E.; Kuttel, W.; Oszust, J. 2021. INTA PARANA y FCA ORO VERDE. Control de malezas invernales en siembra directa sin utilización de herbicidas: resultados de ensayos con labranza de mínima remoción. Disponible: <https://intainforma.inta.gob.ar/recomendaciones-para-el-control-de-malezas-invernales-sin-herbicidas/> Consultado: Junio 2022)

Gabioud, E.; Sasal, C.; Seehaus, M.; Roskopf, R.; Kuttel, W.; Oszust, J.; Wilson, M.; Wingeyer, A. 2020. Efecto sobre la estructura del suelo del laboreo con reja plana para control de malezas en zonas de resguardo ambiental. XXVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo 2020. "Desafíos para una producción y desarrollo sustentables"