
Artículos

Efecto de la pisada de la pulverizadora sobre el rendimiento del cultivo de soja en aplicaciones de fin de ciclo

Sprayed wheel-traffic effects from late season applications on soybean yield



Sergio Cavaglia

Cátedra de Maquinaria Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario. Campo Experimental Villarino, C.C. 14, Zavalla, S2125ZAA, Santa Fe, Argentina
sergiocavaglia@hotmail.com

Roberto Javier Crespo

Cátedra de Malezas. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario. Campo Experimental Villarino, C.C. 14, Zavalla, S2125ZAA, Santa Fe, Argentina. Filiación actual: Estación Experimental Agropecuaria Paraná, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Ruta 11 km 12,5, E3100, Oro Verde, Entre Ríos, Argentina
crespo.javier@inta.gob.ar

Mario Garabelli Pons

Cátedra de Maquinaria Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario. Campo Experimental Villarino, C.C. 14, Zavalla, S2125ZAA, Santa Fe, Argentina
garabellimario@gmail.com

Agustín Righi

Cátedra de Malezas. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario. Campo Experimental Villarino, C.C. 14, Zavalla, S2125ZAA, Santa Fe, Argentina. Filiación actual: Agricultores Federados Argentinos, Ruta 80 km 16,4, Gálvez, S2252, Santa Fe, Argentina
agustinrighi@gmail.com

Agustín Morales

Cátedra de Malezas. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario. Campo Experimental Villarino, C.C. 14, Zavalla, S2125ZAA, Santa Fe,

Resumen: Las enfermedades de fin de ciclo en soja pueden causar una importante defoliación y pérdida de rendimiento. La aplicación de funguicidas con pulverizadora terrestre debe no solamente ser económicamente viable, sino que debe evaluarse el potencial daño producido por la pisada de la pulverizadora. Se desconoce el impacto de la pisada de la pulverizadora sobre la pérdida de rendimiento en función del momento de siembra y el distanciamiento entre líneas de cultivo. El objetivo del trabajo fue cuantificar y caracterizar el impacto de la pisada de la pulverizadora terrestre en aplicaciones de fin de ciclo y el efecto del distanciamiento entre líneas del cultivo sobre el rendimiento y la pérdida de grano de soja. Se seleccionaron 16 lotes con cultivo en producción de soja sembradas a distintas distancias entre líneas y aplicados a favor o perpendicular/oblicua a la línea de siembra. Se determinó la pérdida de rendimiento producidos por la pisada de la pulverizadora. La pérdida de rendimiento debida a la pisada de la pulverizadora varió entre 1,4 y 3,3%. El distanciamiento entre líneas de siembra y la dirección de pulverización parecen ser las principales variables que puede afectar el valor de pérdida de rendimiento. A mayor ancho del botalón se reduce la pérdida de rendimiento puesto que se reduce el número de pasadas. Al momento de la aplicación es importante considerar el estado del cultivo y la tecnología disponible que minimice las pérdidas ya sea por enfermedades como por la aplicación.

Palabras clave: enfermedades de fin de ciclo, neumático agrícola, aplicaciones en posemergencia, funguicidas, merma de rendimiento.

Abstract: End-of-cycle diseases in soybean can cause significant defoliation and yield loss. The application of fungicides with a terrestrial sprayer must not only be economically viability, but the potential damage caused by the sprayer wheel track must be evaluated. The impact of the sprayer's footprint on yield loss depending on the time of sowing and the distance between crop lines is not well document. The objective of this study was to quantify and

Argentina. Filiación actual: Corteva Agriscience, Ruta 191 y Ruta 32, Salto, B2741, Buenos Aires, Argentina
agustinfmorales@hotmail.com

Revista FAVE Sección Ciencias Agrarias

núm. 23, e0028, 2024

Universidad Nacional del Litoral, Argentina

ISSN: 2346-9129

ISSN-E: 2346-9129

Periodicidad: Semestral

revistafave@fca.unl.edu.ar

Recepción: 08 Noviembre 2023

Aprobación: 25 Abril 2024

DOI: <https://doi.org/10.14409/fa.2024.23.e0028>

URL: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/586/5864885011/>

characterize the impact of the ground sprayer footprint in end-of-cycle applications and the effect of spacing between crop lines on soybean yield and grain loss. Sixteen batches with soybean crops were selected. Crops were planted at different row spacing and applied in favor or perpendicular/oblique to the planting line. Yield loss due to the sprayer wheel track was determined. Yield loss varied between 1.4 and 3.3%. The distance between sowing lines and the spraying direction seems to be the main variables that can affect the value of yield loss. The greater the width of the boom, the loss of performance is reduced since the number of passes is reduced. At the application time, it is important to consider the crop condition and the available technology that minimizes losses either due to diseases or due to the application.

Keywords: end-of-cycle diseases, agricultural tires, post-emergent applications, fungicide, yield loss.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades de fin de ciclo en el cultivo de soja [*Glycine max* (L.) Merr.] son un complejo principalmente de hongos que pueden causar una importante defoliación y pérdida de rendimiento en grano (Hanna et al., 2008; Carmona et al. 2015). Entre las principales enfermedades de fin de ciclo se encuentran el tizón de la hoja y mancha púrpura, causado por *Cercospora kikuchii* (T. Matsu & Tomoyasu) Gardner y mancha marrón, causada por *Septoria glycines* (Hemmi), entre otras (Carmona et al. 2015). El cultivo de soja contempla el uso estratégico de fungicidas como práctica para el control de enfermedades conocidas como aplicaciones de fin de ciclo (AFC) (Hanna et al., 2008). La tecnología utilizada debe ser económicamente viable no solamente por el costo de aplicación que en sí misma debe incurrir el productor agropecuario, sino también por los daños potenciales que puede acarrear puesto el cultivo está, para ese momento, en estados fenológicos avanzados (Hanna et al., 2008). Las AFC son factibles de llevarlas a cabo ya sea con pulverizadoras terrestres o por vía aérea con avión. Aunque cada una de ellas tiene sus ventajas y desventajas, la aplicación de agroquímicos en cultivos extensivos en Argentina a través de pulverizadoras terrestres, en particular las pulverizadoras autopropulsadas, se ha incrementado notoriamente en las últimas décadas (Bragachini, 2006). Las máquinas autopropulsadas pueden trasladar alto volumen de caldo, poseen barrales que por lo común superan los 25 metros de ancho, y pueden trabajar y circular en vacío a altas velocidades (más de 15 y 45 km/h, respectivamente), lo cual las dota de una alta capacidad de trabajo. En particular, se menciona que, por su mayor ancho de barrales y menor ancho de rodado, respecto a las máquinas de arrastre, las autopropulsadas son más utilizadas, puesto que disminuyen el pisado del cultivo (Bragachini, 2006).

Las aplicaciones terrestres crean en el cultivo huellas con más o menos plantas quebradas/dañadas y que pueden reducir el rendimiento en grano. En las AFC, cuando las plantas de soja están entre R1 y R5, y la capacidad de crecimiento compensatorio del cultivo ya es prácticamente nulo, es posible determinar la conveniencia de llevar adelante la pulverización terrestre en función de la pérdida de rendimiento producida por la pisada de la máquina en relación con el costo de la aplicación y las pérdidas de rendimiento producidas por las enfermedades de fin de ciclo del cultivo si no se lleva adelante ninguna intervención. A este punto se ha mencionado también que no solo el método de pulverización tiene efecto sobre la eficacia de la aplicación y el rendimiento en grano. También el momento de siembra (siembras de primera vs. de segunda) y distanciamiento entre líneas de cultivo (Vega y Andrade, 2002; Hanna et al., 2008) pueden afectar el rendimiento de soja. Hanna et al. (2008) mencionó que el menor espacio entre líneas cubre más rápidamente el surco, compiten mejor con las malezas y redundan en mayor rendimiento. A pesar de reconocer su influencia sobre el rendimiento, se desconocen en Argentina estudios que cuantifiquen la magnitud de pérdida de rendimiento en función de la pisada producida por la máquina pulverizadora y el distanciamiento entre líneas del cultivo de soja. Debido a las pérdidas de rendimiento del cultivo potencialmente debidas a la pisada de los neumáticos de la pulverizadora se pone en duda la conveniencia o no del uso de tal práctica y la tecnología a utilizar.

El objetivo del trabajo fue cuantificar y caracterizar el impacto de la pisada de la pulverizadora terrestre en AFC y el efecto del distanciamiento entre líneas del cultivo sobre el rendimiento y la pérdida de grano de soja.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron 16 lotes de producción, tres en la campaña 2020, tres en 2021, y 10 en la campaña 2022. En las dos primeras campañas agrícolas los lotes se localizaron en la zona rural de Chañar Ladeado en región sur de la provincia de Santa Fe, mientras que en la campaña 2022, cuatro lotes se localizaron en la misma región de Santa Fe, cuatro lotes en el partido de Colón, provincia de Buenos Aires, y los dos lotes restantes en la localidad de Zavalla, provincia de Santa Fe. Todos los lotes contaban con un cultivo de soja al momento de las evaluaciones. La fertilización y el manejo fitosanitario de los lotes fueron el recomendado para la zona. Dentro de los distintos lotes se encontraron diferencias en la distancia entre líneas de siembra (35, 42 y 52,5 cm) y en la dirección de aplicación (a favor o perpendicular a la línea de siembra) de funguicida en la AFC del cultivo de soja. En la Tabla 1 se muestra una caracterización de los distintos sitios y las condiciones de cultivo en cada uno.

Campaña agrícola	Lote	Localidad	Tipo de siembra	Cultivar de soja	Distancia e/líneas (cm)	Dirección de pulverización
2019-2020	13-16 Tini	Chañar Ladeado	1ra	Nidera 4309 Bio3.41	35	Oblicua
	2da		DM 40R16 STS			
2020-2021	Norma Sergio	Chañar Ladeado	1ra	DM 3312	52,5	A favor
	13 16		2da	DM 40R16 STS		Oblicua
2021-2022	Los Plátanos	Chañar Ladeado	1ra	Nidera 4309	52,5	A favor
	Norma		2da	DM 40R16 STS	35	
	De la Casa De las 10	Zavalla	2da	Nidera 4309	52,5	Oblicua
	Lote 6		1ra	DM 46i20	42	
	Lote 7 ^a		Colón	1ra		DM 46R18 STS
	Shirley Zoppi Bretes Ficcardi			2da		

TABLA 1/TABLE 1

Tabla 1. Caracterización de los lotes de producción con cultivo de soja seleccionados para llevar a cabo la evaluación del impacto de la pisada de la máquina pulverizadora en aplicaciones de fin de ciclo. **Table 1.** Characterization of soybean crops selected to carry out the evaluation of the impact of the spraying machine's footprint in end-of-cycle applications.

En febrero de cada campaña, inmediatamente antes a la AFC, se determinó el estado fenológico del cultivo, la altura promedio de plantas y número promedio de nudos por planta resultante de seleccionar 20 plantas en diferentes sitios por lote. También se contó el número de plantas por metro lineal para establecer la densidad de plantas logradas. Una semana posterior a la AFC se contaron las plantas quebradas por la pisada de la pulverizadora. El valor de plantas pisadas se expresó en plantas por hectárea. Cuando la aplicación fue oblicua/perpendicular a la línea de siembra, e indistintamente de la distancia entre líneas de siembra, se contaron el número de plantas quebradas en 3 m lineales de pisada de la pulverizadora en 10 diferentes puntos en cada lote evaluado de manera de asegurar al menos cruzar tres líneas de siembra. Por otro lado, cuando la aplicación fue a favor de la línea de siembra y en cultivos sembrados a 35 y 42 cm entre líneas, se midieron las plantas quebradas en 3m lineales de la pisada de la pulverizadora. En el caso de

aplicaciones a favor de la línea de siembra y cuando la distancia entre líneas fue de 52,5 cm, se identificaron y midieron el largo de zonas con plantas quebradas en 10 sitios de cada lote. En esas mismas zonas se contó el número de plantas quebradas en 1 m lineal. Ambas mediciones se ponderaron al largo total de surco dañado en una hectárea para obtener el número de plantas dañadas por hectárea. La metodología varió respecto a siembras a 35 y 42 cm entre líneas porque a 52,5 cm, y si la trocha de la pulverizadora lo permite, el ancho de los neumáticos (32,5 cm) de la pulverizadora es bastante más angosto que la distancia entre líneas y, en teoría, la aplicación no debería dañar plantas de soja. La prolijidad en la ejecución de la labor de conducción de la pulverizadora está regida por la capacidad de manejo por parte del operador o la disponibilidad de alguna tecnología de guiado como puede ser un piloto automático GPS. Ambos aspectos pueden disminuir notoriamente el daño de plantas al mínimo posible.

Previo a la cosecha del grano de soja, se estimó el rendimiento de los cultivos en cuatro sitios por lote. Para ello se cortaron y cosecharon manualmente los granos de plantas de soja presentes a ambos lados de 1 m lineal de surco. La muestra de grano se secó en estufa por 48 h hasta peso constante y se registró el peso seco. En función de la distancia entre líneas se determinó la superficie muestreada y se calculó el peso seco de grano por hectárea. El rendimiento se corrigió al 13,5 % de humedad. Se relacionó la densidad de plantas por hectárea con el número de plantas quebradas por hectárea ($\text{plantas quebradas ha}^{-1} / \text{plantas totales ha}^{-1} * 100$) para obtener el porcentaje de pérdida de grano por hectárea ($\text{pérdida de grano ha}^{-1} = \text{rendimiento estimado} * \text{porcentaje de plantas quebradas}$).

En todos los casos las máquinas pulverizadoras utilizadas en cada lote para realizar la AFC fueron autopropulsadas. Se recolectó información técnica de dichas máquinas (trocha, ancho de botalón y medida de los neumáticos) (Tabla 2) con el objeto de estimar el área pisada por hectárea.

Campaña agrícola	Lote	Marca y modelo	Trocha (m)	Medidas de los neumáticos	Ancho del botalón (m)
2019-2020	13-16				
	Tini	Pla MAP II	2.6	12-4-36	30
	Norma				
2020-2021	Sergio	Caimán SP 3225	2.1		36
	Contador	Pla MAP II	2.6	12-4-36	30
	16				
	Norma	Pla MAP II	2.6		30
2021-2022	Los Plátanos				
	De la Casa	Caimán SP 3225	2.1		36
	De las 10				
	Lote 6	Metalfor 3200	2.6	12-4-36	28
	Lote 7 ^a				
	Shirley	Metalfor 3200	2.7		32
	Zoppi	SE2013			
Bretes	Pla MAP 3000	2.6		27	
Ficcardi					

TABLA 2/TABLE 2

Tabla 2. Información técnica de cada una de las pulverizadoras utilizadas en cada uno de los lotes donde se llevaron a cabo las evaluaciones del impacto de la pisada de la máquina en aplicaciones de fin de ciclo. **Table 2.** Technical information of the sprayers used in each of the soybean crops where the evaluations of the impact of the machine's footprint in end-of-cycle applications were carried out.

Los resultados de rendimiento y pérdida de rendimiento fueron analizados en relación al tipo de siembra del cultivo de soja (primera y segunda), la dirección de aplicación (a favor y oblicua/perpendicular) respecto a la línea de siembra, la distancia entre líneas de cultivo (35, 42 y 52,5 cm) y el ancho de botalón de la maquina pulverizadora agrupados en tres categorías (27-28 m, 30-32 m y 36 m). Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza utilizando Infostat (Di Rienzo et al., 2010), con un modelo desbalanceado (SC Tipo I) donde la campaña fue tomada como bloque. Los valores medios fueron separados mediante en Test de Tukey con un nivel de significancia del 5%. Para comparar el rendimiento en grano y pérdida de rendimiento se construyó un intervalo de confianza del 95% alrededor de la media.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al momento de la AFC los cultivos estaban entre estado R3 y R4, disparmente contaban con entre 10 y 19 nudos y la altura promedio de las plantas fue de 80 ± 3 cm. La pérdida de rendimiento promedio debida a la pisada de la pulverizadora en AFC fue de 2,4 % a través de los tres años y los lotes bajo evaluación. Esto representó 105 ± 21 kg ha⁻¹ de pérdida de grano para un rendimiento promedio de 4291 ± 296 kg ha⁻¹ para todos los escenarios evaluados. Estos resultados están de acuerdo con lo reportado por Conley (2007) quien cita valores entre 1,1 y 3,6 % y con los de Hanna et al. (2008) que describe pérdidas del 0,8 a 6,3 %, aunque estos últimos son mucho más variables que los reportados por los primeros. Al igual que Conley (2007), Carvalho (1997) informó valores de pérdida de rendimiento en un rango amplio, pero fueron sustancialmente más altos (5 a 10 %). Araújo (2006) citó una pérdida de grano de soja del 5 % debidas a la pisada del uso de equipos terrestres y Camargo et al. (2008) reportaron muy bajas pérdidas de rendimiento, menores o iguales al 1 %.

Estudios llevados a cabo en el Instituto Agris de Brasil (Instituto Agris, 2022) reportaron que las pérdidas por pisada de la pulverizadora pueden variar entre 2,1 y 5,4 % del rendimiento dependiendo del tipo de equipo (autopropulsado y de arrastre), la dirección de pulverizador, del espaciamiento entre líneas de cultivo, del ancho de pisada de los neumáticos y del botalón. Por ejemplo, para un rendimiento de cultivo de 4200 kg ha⁻¹, con líneas a 45 cm de separación, una pulverizadora dotada con un botalón de 14 m de ancho y neumáticos de 35 cm de pisada de ancho reportaron una pérdida del 5 % (Instituto Agris, 2022).

En rendimiento de soja difirió entre años (Figura 1), siendo menor en la campaña 2021. Se observó una menor pérdida de rendimiento debidas a la pisada de la pulverizadora en 2020 (Figura 1). El escenario con escasas y erráticas precipitaciones sumado a periodos de sequía estacional que acontecieron en la zona núcleo de Argentina afectaron negativamente los rendimientos de los cultivos (GEA-BCR, 2023). Por otro lado, los lotes de soja bajo producción extensiva, si bien pueden tener un manejo del cultivo similar, es de esperar que diferencias en el asesoramiento y toma de decisiones tengan un impacto diferencial sobre el logro de rendimientos cercanos al rendimiento potencial.

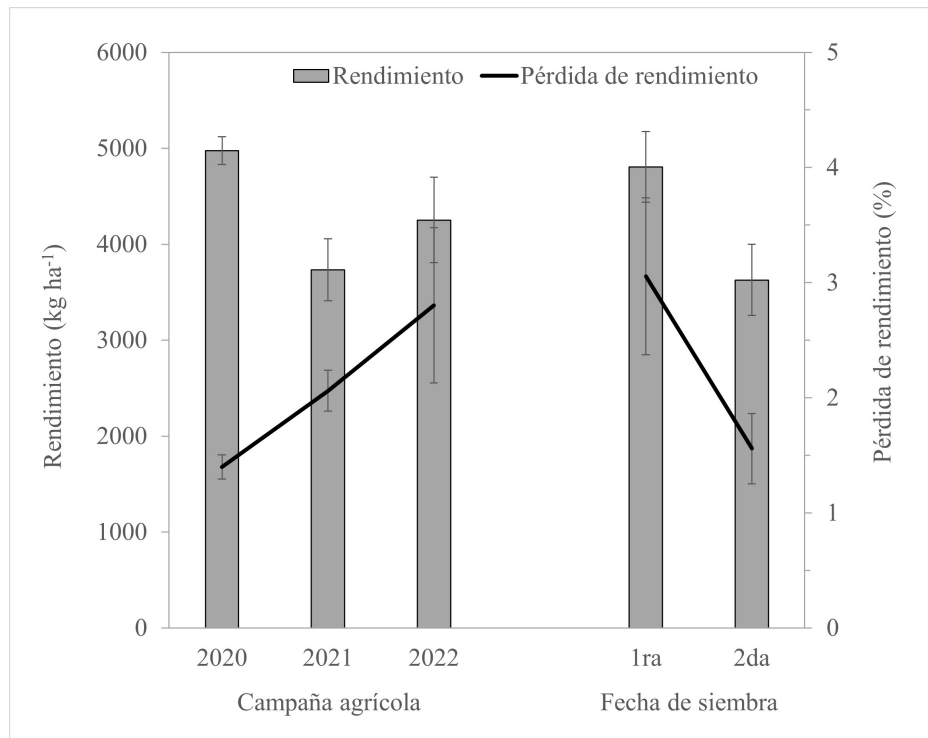


FIGURA 1/FIGURE 1

Figura 1. Rendimiento de soja y pérdida de rendimiento promedios de diferentes lotes debidas a la pisada de la pulverizadora en aplicaciones de fin de ciclo en cultivos de soja en tres campañas agrícolas (2020, 2021, 2022) y para sojas de primera y de segunda. **Figure 1.** Average soybean yield and yield losses of different plots due to sprayed wheel-traffic effects from late season applications on soybean for three years (2020, 2021, 2022) and early and late planted soybean.

Los cultivos de soja de primera rindieron más que los de soja de segunda (Figura 1). Esto es esperable puesto que el potencial de rendimiento de un cultivo de soja es máximo cuando es sembrado en fecha óptima para la zona (Vega y Andrade, 2002). El cultivo de soja de primera mostró también un mayor valor de pérdida de rendimiento debido a la pisada de la pulverizadora, casi duplicando a la pérdida obtenida en los cultivos de soja de segunda (3,05 % vs 1,56 %, respectivamente).

El cultivo de soja sembrado a 35 cm entre líneas obtuvo el mayor rendimiento en granos (5128 kg ha⁻¹) y se diferenció estadísticamente ($p < 0,05$) del rendimiento en soja sembrada 42 cm entre líneas (3799 kg ha⁻¹) (Figura 2). La siembra a 52,5 cm no difirió en rendimiento (4225 kg ha⁻¹) respecto a la siembra 42 cm (Figura 2). Hanna et al. (2008) también reportaron mejor rendimiento en soja sembradas en hileras estrechas (19 y 38 cm) comparadas a hileras más anchas (76 cm) cuando el cultivo se desarrolló bajo óptimas condiciones ambientales; sin embargo, bajo estrés hídrico no obtuvieron diferencias en rendimiento entre las tres distancias entre hileras evaluadas (Hanna et al., 2008). En relación con la pérdida de rendimiento, la mayor pérdida resultó en soja sembrada a 42 cm entre líneas, pero tuvo una alta variabilidad a través de los lotes que hicieron que no resulte en diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) de las pérdidas en cultivos sembrados a 35 cm entre líneas (Figura 2). Esto se debe a que cultivos más densos poseen mayor potencial de rendimiento capaces de compensar la pérdida de plantas por la pisada de la pulverizadora. A diferencia de lo

expresado por Leiva (2006), una disminución en el espaciamiento entre líneas no necesariamente aumento el porcentaje de pérdida por pisada de la pulverizadora. Este aspecto es importante al momento de la toma de decisiones de la densidad y distancia entre líneas al momento de la siembra .Vega y Andrade, 2002., aún más considerando que estas prácticas de manejo cultural del cultivo tienen un importante impacto sobre las adversidades, principalmente las malezas (Radosevich et al., 2007). De los análisis realizados por Hanna et al. (2008) surge como recomendación la siembra a menor distancia entre hileras que maximicen el potencial de rendimiento del cultivo.

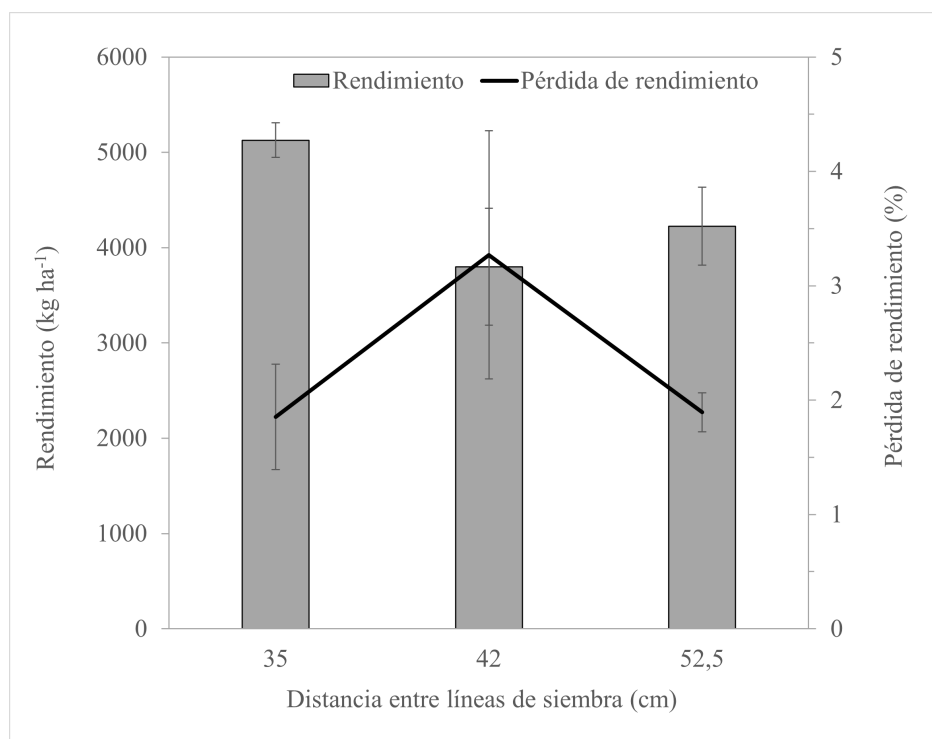


FIGURA 2/FIGURE 2

Figura 2. Rendimiento de soja y pérdida de rendimiento promedios de diferentes lotes debidas a la pisada de la pulverizadora en aplicaciones de fin de ciclo en cultivos de soja sembradas a distintas distancias entre líneas de siembra.
Figure 2. Average soybean yield and yield losses of different plots due to sprayed wheel-traffic effects from late season applications on soybean planted at different distances between lines.

Cuando los lotes fueron agrupados según la dirección en que se realizó la pulverización respecto a la línea de siembra (a favor vs oblicua), no se obtuvieron diferencias significativas ($p < 0,05$) en rendimiento ni tampoco en pérdida de rendimiento entre ambas formas de llevar adelante la pulverización (Figura 3). El Instituto Agris (2002) mencionó que las pérdidas de grano pueden ser mayores cuando la aplicación se realiza paralelamente a las líneas de siembra. Sin embargo, los resultados muestran que no es el único factor a tener en cuenta para estimar las pérdidas de rendimiento. Por otro lado, Camargo et al. (2008) independizan los

valores de pérdida de la dirección de movimiento del pulverizador en el campo (a favor o transversales a las líneas de siembra del cultivo), y mencionaron que la metodología en la recopilación como en el procesamiento de datos para obtener los valores de pérdida de grano son los principales factores responsables de las diferencias entre reportes.

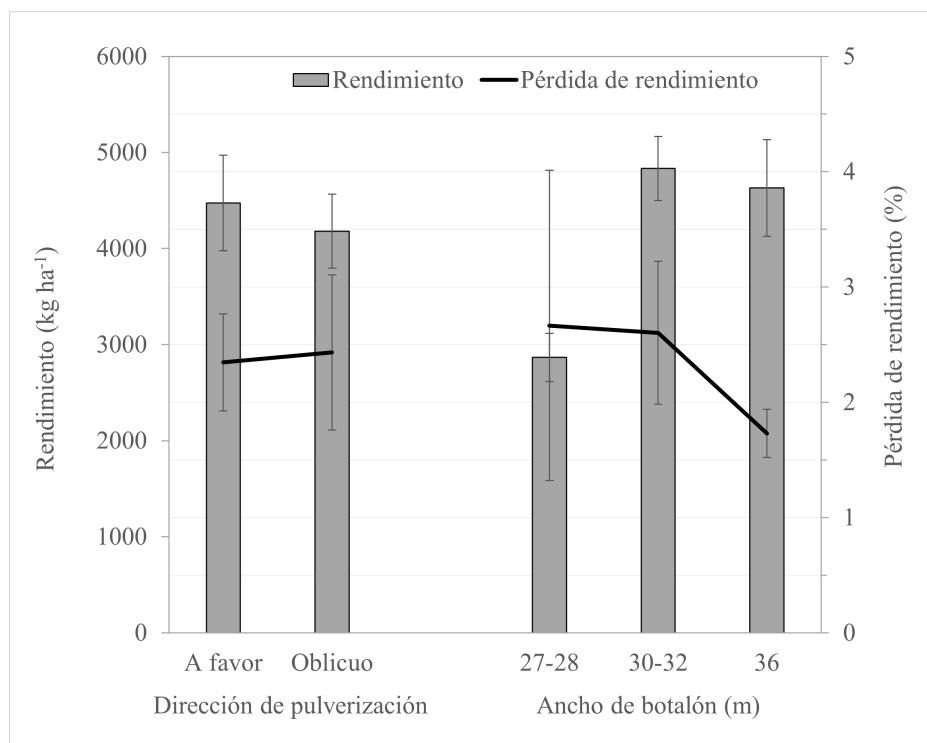


FIGURA 3/FIGURE 3

Figura 3. Rendimiento de soja y pérdida de rendimiento promedios de diferentes lotes debidas a la pisada de la pulverizadora en aplicaciones de fin de ciclo a favor y oblicuo a la línea de siembra y con pulverizadoras de diferentes anchos de botalón. **Figure 3.** Average soybean yield and yield losses of different plots due to sprayed wheel-traffic effects from late season applications in the same and oblique to crop lines and sprayers with different boom width.

Es difícil establecer una relación entre rendimiento y pérdida de grano del cultivo en relación con el ancho de botalón con el que contaban las pulverizadoras utilizadas para la AFC. Sin embargo, se pudo observar que a mayor ancho de botalón (36 m) fue menor la pérdida de rendimiento (Figura 3). El mayor ancho de botalón de la pulverizadora implica mayor ancho efectivo de labor y menor cantidad de pasadas para cubrir una misma longitud (2.8, 3.1, 3.3, 3.6 y 3.7 pasadas para botalones de 36, 32, 30, 28 y 27 m de ancho, respectivamente, para una longitud de 100 m de frente). De igual modo, el ancho de neumático de la pulverizadora podría tener algún tipo de efecto. En el caso particular de este estudio todas las pulverizadoras contaron con neumáticos de las iguales dimensiones (31,5 cm) lo cual no permite comparar el potencial efecto de las dimensiones de los neumáticos, principalmente el ancho de pisada, sobre las pérdidas de plantas de cultivos y rendimiento en granos. La disponibilidad de otras marcas y/o modelos de máquinas pulverizadoras con neumáticos de diferentes dimensiones a los aquí evaluados, permitirá proyectar futuros estudios combinando otras dimensiones de neumáticos. Hanna et al. (2008) resaltan la necesidad de

minimizar la circulación durante las etapas reproductivas del cultivo de soja para evitar la pérdida de rendimiento, independientemente del espaciamiento entre líneas. En el caso de necesitar más de una AFC evaluar el beneficio económico de llevarla a cabo y la posibilidad de utilizar las mismas huellas que pasadas anteriores (Hanna et al., 2008). En este sentido y más allá del ancho de botalón y de los neumáticos, que son importante en este análisis, en la actualidad el uso de un sistema de GPS (Ground Positioning System por sus siglas en inglés) permitiría lograr mantener la circulación de la pulverizadora sin desplazamiento laterales que aumenten el área de pisado y, por lo tanto, la pérdida de rendimiento del cultivo por quebrado de plantas. En AFC, esto es especialmente importante. Los riesgos de daños mecánicos en función de los factores del cultivo y de la pulverizadora mencionados anteriormente, y la potencial pérdida de productividad, es una de las principales razones por las cuales se puede seleccionar las aplicaciones aéreas por sobre las terrestres.

CONCLUSIONES

Los resultados indican que la pisada de la pulverizadora en AFC puede ocasionar una merma en rendimiento de soja que varió entre 1,4 y 3,3 %. El distanciamiento entre líneas de siembra y la dirección de pulverización parecen ser las principales variables que puede afectar el valor de pérdida de rendimiento. El ancho del botalón de la máquina pulverizadora también puede ser importante puesto que a mayor ancho de botalón se reduce el número de pasadas/pisadas y por ende el daño y pérdida de rendimiento sobre el cultivo. Otros factores directamente relacionados al control de enfermedades en AFC, tales como momento de aplicación, la densidad de siembra y las condiciones climáticas pueden afectar la merma de rendimiento del cultivo de soja. Por lo tanto, es importante que, al momento de la toma de decisiones, los productores consideren el estado y rendimiento potencial del cultivo, el beneficio potencial por llevar adelante la aplicación y a discernir entre el tipo de aplicación (terrestre vs aérea) a utilizar. Desde el punto de vista del daño al cultivo debido a la pisada de la pulverizadora es esperable evitar las AFC o mantenerlas al mínimo posible; sin embargo, si es necesario realizar múltiples pulverizaciones en cultivos de soja en estado reproductivos avanzados, es importante circular sobre huellas previas controlando el tránsito en el terreno. Esto se logra fácilmente con pilotos automáticos que cuenten con señal de corrección que tenga repetitividad en un tiempo considerable, al menos durante el período de desarrollo del cultivo. La repetibilidad es la característica de las señales de corrección que le permite al receptor GPS posicionarse exactamente en el mismo lugar luego de transcurrido cierto tiempo. Entonces se podrían usar las mismas líneas de guiado para sucesivas labores logrando que la superficie pisada durante el tránsito sea la mínima indispensable.

REFERENCIAS

- Araújo, E. C. (2006). *Aplicação aérea no controle de doenças em soja. Agrotec Tecnologia Agrícola e Industrial*. <https://www.agrolink.com.br/downloads/113347.pdf>
- Bragachini, M. (2006). *Mecanización agrícola en Argentina. Presente y futuro "Innovaciones tecnológicas previsibles"*. Estación Experimental Agropecuaria INTA Manfredi-PRECOP, Manfredi, Argentina. 39 p.
- Camargo, T. V., Antuniassi, U. R., Veiga, M., Oliveira, A. P. de. (2008). Perdas na produtividade da soja causadas pelo tráfego de pulverizadores autopropelidos. En *Simpósio Internacional de tecnologia de aplicação de agrotóxicos*. Ribeirão Preto, SP. 1 CD ROM
- Carmona, M. A., Gally, M. E., Grijalba, P. E., Sautua, F.J. (2015). Evolución de las enfermedades de la soja en la Argentina: pasado, y presente. Aportes de la FAUBA al manejo integrado. *Revista Agronomía & Ambiente*, 35, 37-52.
- Carvalho, W. P. (1997). A aviação agrícola – parâmetros técnicos de aplicação aérea. I *Simpósio Internacional de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários*. Jaboticabal. 140 p.
- Conley, S. P. (2007). *Soybean management*. Purdue University. Agronomy Extension. www.agry.purdue.edu/ext/coolbean/PDF-fles/SoybeanManagement.pdf
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., González L., Tablada, M., Robledo, Y. C. (2010). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <https://www.infostat.com.ar/>
- Enrico, J. M. & Bacigaluppo, S. (2023). *Informa Ya Soja 2022/23. Resultados de la red de ensayos de soja del centro-sur de Santa Fe 2022/23*. Estación Experimental Agropecuaria INTA Oliveros, Oliveros, Argentina. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/14747>
- GEA-BCR. (2023). *El impacto de la sequía en el Región Pampeana*. Bolsa de Comercio de Rosario. Argentina. <https://www.bcr.com.ar/es/sobre-bcr/medios/noticias/un-mapa-interactivo-para-ver-el-impacto-de-la-sequia>
- Hanna, S. O., Conley, S. P., Shaner, G. E., Santini, J.B. (2008). Fungicide application timing and row spacing effect on soybean canopy penetration and grain yield. *Agronomy Journal*, 100, 1488-1492.
- Instituto Agris. (2022). *Perdas da soja por amassamento*. Instituto Agris Pesquisa e Consultoria Agrícola, Rio Grande do Sul, Brasil. <https://institutoagris.com.br/perda-da-soja-por-amassamento/>
- Leiva, P. D. (2006). Uso de fungicidas en soja, tecnologías para mejorar la calidad de aplicación ¿Cómo pulverizar bien? Estación Experimental Agropecuaria INTA Pergamino, Pergamino, Argentina. https://aws.agroconsultasonline.com.ar/documento.html?op=d&documento_id=319
- Radosevich, S. R., Holt, J. S., Guersa, C. (2007). *Ecology of weeds and invasive plants: relationship to agricultural and natural resource management* (3 Ed.). New Jersey: John Wiley & Sons.
- Vega, C. R. C. y Andrade, F. H. (2002). Densidad de plantas y espaciamento entre hileras. En F. H. Andrade, & V. O. Sadras (Eds.), *Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja* (pp. 97-135). UIB INTA-FCA, UNMDP, Balcarce.



Disponible en:

<https://portal.amelica.org/ameli/ameli/journal/586/5864885011/5864885011.pdf>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe,
España y Portugal
Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la
naturaleza académica y abierta de la comunicación científica

Sergio Cavaglia, Roberto Javier Crespo, Mario Garabelli Pons,
Agustín Righi, Agustín Morales

**Efecto de la pisada de la pulverizadora sobre el
rendimiento del cultivo de soja en aplicaciones de fin de
ciclo**

Sprayed wheel-traffic effects from late season applications
on soybean yield

Revista FAVE Sección Ciencias Agrarias
núm. 23, e0028, 2024

Universidad Nacional del Litoral, Argentina
revistafave@fca.unl.edu.ar

ISSN: 2346-9129

ISSN-E: 2346-9129

DOI: <https://doi.org/10.14409/fa.2024.23.e0028>



CC BY-NC-SA 4.0 LEGAL CODE

**Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-
CompartirIgual 4.0 Internacional.**