



Publicación del Departamento de
Agronomía de la Universidad Nacional del Sur

agro UNS

- ▶ Efecto alelopático del centeno (*Secale cereale* L.) como cultivo antecesor de la cebada (*Hordeum vulgare* L.)
- ▶ Desarrollo de un sistema económico para la fitorremediación de arsénico en aguas destinadas al consumo humano
- ▶ Ecoespacios en el Campus Palihue de la UNS
- ▶ Explorando el interior del fruto del olivo



índice



EDITORIAL

Nuevas carreras, grandes desafíos

Roberto Rodríguez



Efecto alelopático del centeno (*Secale cereale* L.) como cultivo antecesor de la cebada (*Hordeum vulgare* L.)

Julián Francisco Diez Ochoa, Guillermo Rubén Chantre, Ricardo Mario Sabbatini y María de las Mercedes Longás



Desarrollo de un sistema económico para la fitorremediación de arsénico en aguas destinadas al consumo humano

Martín Espósito y Vanesa Pérez Cuadra



Ecoespacios en el Campus Palihue de la UNS.

Equipo interdisciplinario ECOESPACIOS UNS



Explorando el interior del fruto del olivo

María Verónica Rosetti, Andrea Cecilia Flemmer, Luis Francisco Hernández



Agenda y noticias

Las opiniones vertidas en los artículos publicados en "AgroUNS" son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Se permite la reproducción total o parcial del material, siempre y cuando no se altere el contenido y se citen la fuente y el autor.

Publicación del Departamento de Agronomía
de la Universidad Nacional del Sur.
Contacto: agrouns@uns.edu.ar
Link al sitio web:
<http://www.uns.edu.ar/deptos/agronomia/1/284>

Autoridades del Departamento de Agronomía

Director Decano

Ing. Agr. Mag. Miguel A. Adúriz

Vice-directora

Ing. Agr. Dra. Marcela F. Martínez

Secretaría Académica

Lic. Dra. Cecilia N. Pellegrini

Secretario de Extensión

Ing. Agr. Dr. Martín E. Espósito

Secretario de Establecimientos Rurales

Ing. Agr. Mag. Rodrigo Bravo

Revista AgroUNS

Editor

Ing. Agr. Dr. Juan C. Lobartini

Secretaría

Lic. Mag. María C. Franchini

Gestión de archivos

Ing. Agr. Dr. Matías Duval

Corrección de Estilo

Lic. Mag. Andrea C. Flemmer

Comité Editor

Ing. Agr. Dr. Roberto A. Rodríguez
Ing. Agr. María de las Mercedes Ron
Lic. Mag. Ana M. Miglierina
Ing. Agr. Dr. Matías Duval
Ing. Agr. Dr. Juan Manuel Martínez.

Comité Editor externo

Ing. Agr. Dr. Norberto Gariglio (Facultad de
Agronomía
Universidad Nacional del Litoral)
Ing. Agr. Dra. Susana Hang (Universidad Nacional
de Córdoba).

Gestión de vinculación

Ing. Agr. Mag. Luis A. Caro

Actuaron como revisores en este número

Ing. Agr. Dr. Claudio Pandolfo
Ing. Agr. Dr. Roberto Rodríguez
Lic. Msc. María del Carmen Blanco
Ing. Agr. Dr. Carlos Lobartini
Lic. Mag. María Clara Franchini
Dr. Norberto Gariglio

Imagen de portada

Foto de Martín Espósito

Edición

Editorial de la Universidad del Sur



Nuevas carreras, grandes desafíos

Dr. Ing. Agr. Roberto A. Rodríguez

Profesor Titular Cultivos Intensivos y Horticultura

En el editorial del número 24 de AgroUNS de diciembre de 2015 comentaba que perseverancia, trabajo y esfuerzo constituyen los pilares para avanzar en cualquier actividad. Luego de seis años y con la experiencia que brinda la gestión, reafirmo esos mismos conceptos.

En instituciones como la universidad y en carreras tan dinámicas como las involucradas en las ciencias agrarias, resulta primordial no solo mantenerse actualizado en conocimientos y tecnología, sino en la manera de transmitir los mismos a los alumnos. En tanto, la universidad debe estar atenta a las necesidades de la sociedad en materia de nuevas carreras y ampliar la oferta educativa. En este sentido, en el año 2018 y gracias al compromiso de docentes, se creó en el ámbito del Departamento de Agronomía (DA) de la UNS la Tecnicatura Universitaria en Parques y Jardines. Una matrícula inicial cercana a 250 inscriptos fue la evidencia del interés por la misma. La pandemia hizo que tanto docentes como alumnos debieran hacer un gran esfuerzo para adaptarse a las nuevas condiciones de virtualidad, lo que provocó el retraso lógico en la ejecución de los trabajos de fin de carrera. En octubre de 2021 la graduación de la primera técnica, produjo una gran satisfacción en la comunidad del DA.

En diciembre de 2021, luego de varios años de trabajo de la comisión *ad hoc* en la elaboración del plan de estudios y asignaturas, se aprobó la creación de la carrera Licenciatura en Biotecnología. Gracias a la gestión realizada por las autoridades de esos años de la UNS, la Secretaría de Políticas Universitarias aportó fondos para la adquisición de equipos e instrumental y se proyectó la construcción de un laboratorio para la licenciatura. Esta nueva carrera marcará otro hito en la historia de nuestro Departamento. La formación de profesionales biotecnólogos con orientación en agricultura y medio ambiente, constituye una respuesta a las necesidades de desarrollo de nuestro país, máxime cuando no existe una oferta académica de este tipo en el ámbito geográfico de la UNS.

La colaboración demostrada por los docentes en las nuevas carreras, pone de manifiesto la responsabilidad y compromiso asumido, que demanda un esfuerzo adicional a las actividades regulares. El recambio generacional a causa de las jubilaciones docentes alcanzó a más del 40 por ciento del plantel. Este círculo virtuoso, con varios cargos de profesores y auxiliares concursados para reemplazar las vacantes generadas, hace que la labor de las nuevas generaciones de docentes resulte muy valorada, por el esfuerzo y desafío que esto conlleva. Desde esta columna expreso mi enhorabuena a los profesores y auxiliares que han tomado la posta. Ello implica la enorme responsabilidad de participar en la formación de los futuros profesionales que deberán desempeñarse en una sociedad cada vez más competitiva y plena de desafíos. No tengo ninguna duda que estarán a la altura de las circunstancias.

Para finalizar, deseo agradecer al equipo editorial y colaboradores de AgroUNS, que en estos años han trabajado con compromiso y dedicación para lograr los objetivos de la publicación. Merecen destacarse especialmente aquellos docentes y no docentes integrantes del staff de la revista, que se jubilaron en estos últimos tiempos y que trabajaron con esmero para posibilitar la calidad y continuidad de AgroUNS. Asimismo, para reemplazar a los retirados, se incorporaron al grupo varios jóvenes docentes, quienes con entusiasmo y vocación de servicio, continúan en la senda marcada por los antecesores.

Julián Francisco Diez Ochoa¹
Guillermo Rubén Chantre²
Ricardo Mario Sabbatini²
María de las Mercedes Longás²

¹ Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Argentina.

² Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida (CERZOS), Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur (UNS) - CONICET, Bahía Blanca, Argentina.

Contacto: mmlongas@cerzos-conicet.gob.ar

Efecto alelopático del centeno (*Secale cereale* L.) como cultivo antecesor de la cebada (*Hordeum vulgare* L.)

Los cultivos con propiedades alelopáticas son una herramienta en el manejo integrado de malezas a fin de disminuir el empleo de herbicidas. Sin embargo, hay que considerar su posible efecto alelopático negativo sobre el cultivo subsiguiente en la rotación.

La alelopatía es el fenómeno donde una especie vegetal, mediante la liberación de compuestos químicos (aleloquímicos), inhibe o estimula la germinación, crecimiento o desarrollo de otra especie. Los efectos alelopáticos van a depender de diversos factores tales como las características genéticas de las plantas donantes y receptoras, la vía de liberación, el órgano de la planta del cual provenga, la etapa fenológica al momento de ser liberados e interceptados y de factores ambientales como la temperatura, la luminosidad, la humedad, el pH y los microorganismos del suelo.

Se ha encontrado que algunos de los cultivos que liberan aleloquímicos suelen emplearse como cultivos de servicio (CS), como es el caso del centeno. Los cultivos de servicio son sembrados entre dos cultivos de cosecha, pero antes de que finalicen su ciclo son incorporados al suelo. De esta manera colaboran con la conservación del suelo y garantizan una amplia variedad de beneficios, como el control de malezas.

Los compuestos alelopáticos pueden actuar contra las malezas mientras el CS esté en crecimiento o luego de ser incorporado.

Efecto alelopático sobre un cultivo sucesor: observaciones sobre cebada cervecera

Comúnmente, al efecto alelopático se lo relaciona con la supresión de especies maleza. Sin embargo, el mismo puede ejercerse sobre otro cultivo. Durante 2019, se monitoreó mediante imágenes satelitales un cultivo de cebada cervecera (*Hordeum vulgare*), sembrado el 10 de junio y cosechado el 21 de diciembre de dicho año obteniendo un rinde de 1670 kg ha⁻¹. El mismo se encontraba en un lote de 19 ha ubicado en el Campo Experimental Napostá (convenio UNS y MDA-PBA; 38°25'30" S, 62°17'15" O). Cinco hectáreas de dicho lote provenían de centeno (*Secale cereale* L. var. Don Emilio INTA; SC:



sector centeno; Figura 1), utilizado como CS, sembrado el 20 de marzo de 2018, pulverizado en junio con 2,4-D éster + Picloram y en agosto con Axial para finalmente ser cosechado el 18 de enero de 2019. Las 14 ha restantes tuvieron como antecesor a un cultivo de maíz (*Zea mays* L.) destinado a ganadería desde mediados de marzo a principios de abril de 2019 (SM: sector maíz; Figura 1). En mayo, en ambos sectores se realizó un control químico a fin de iniciar el barbecho previo a la siembra de la cebada.

Las imágenes satelitales fueron obtenidas de la plataforma digital Auravant®. Las fotos se visualizan en escala de colores correspondiente al índice de vegetación de diferencia normalizada, conocido como NDVI por sus siglas en inglés. Dicho índice abarca valores de -1 a 1, donde números negativos incluyendo al cero (negro, azul y violeta) identifican ambientes acuáticos (lagos, ríos, etc.), valores cercanos a uno (verde) indican vigorosidad de la vegetación, mientras que valores positivos cercanos a cero (rojo, naranja) manifiestan ausencia de vegetación o menor desarrollo de la misma.

En las imágenes satelitales correspondientes a estadios iniciales del cultivo de cebada cervecera, fechas 26/7, 5/8 y 10/8, se observa una tonalidad levemente más clara (mayor NDVI) en el SM (Figura 2a-c) y a partir del 30/8, el NDVI varía notablemente entre los

sectores de ambos antecesores (Figura 2d). El menor NDVI observado en el SC hasta la imagen del 29/10 denota un menor desarrollo por parte de la cebada. Finalmente, en el período cercano a la cosecha del cultivo (8/12), el NDVI se homogeneizó en todo el lote (Figura 2g). Es menester aclarar que en presencia de canopeos densos o cultivos en etapas avanzadas de desarrollo, la lectura del índice NDVI pierde precisión, por lo que se recomienda complementar el monitoreo del lote con la utilización de otros índices.

La menor velocidad de desarrollo de la cebada en el SC pudo deberse a la presencia de compuestos alelopáticos en el suelo, ya sea liberados durante el ciclo del cultivo antecesor o vía lixiviación o degradación desde el rastrojo remanente de centeno en la superficie del suelo.

Ensayo de laboratorio

A fin de dilucidar un posible efecto alelopático del centeno sobre la cebada, se realizaron ensayos complementarios de laboratorio. Semillas de cebada se incubaron bajo diferentes tratamientos (Tabla 1) y se contabilizó la germinación, la proporción de semillas germinadas que presentaban coleoptile y la longitud de este, y la cantidad y la longitud total de las raicillas por semilla germinada a las 48 h de imbibición.

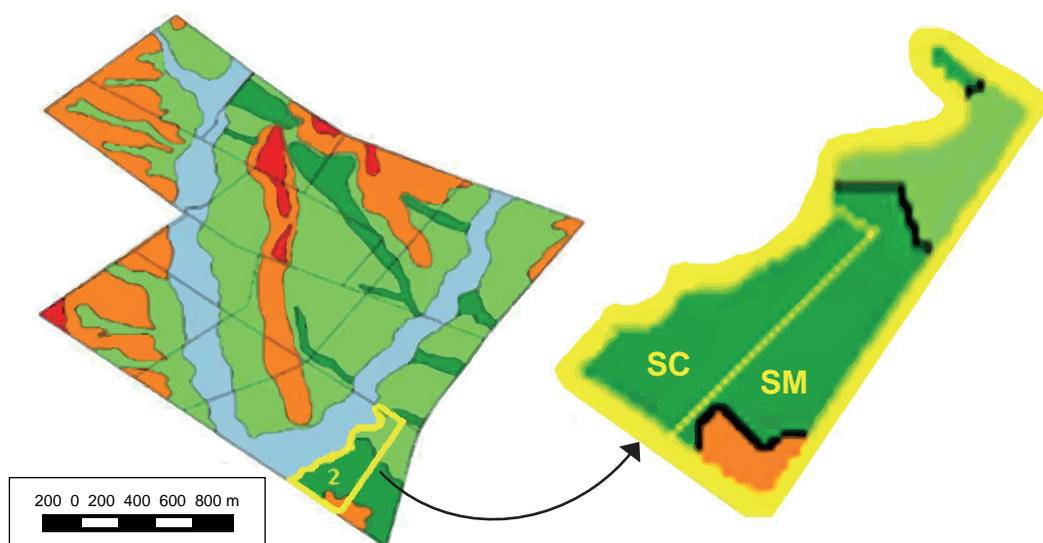


Figura 1. Loteo del Campo Experimental Napostá y ubicación del sitio de estudio detallando el área de cada cultivo antecesor: SC, sector centeno y SM, sector maíz.

Para realizar los tratamientos se tomaron muestras de suelo del SM y del SC, rastrojo de centeno aun presente y plantas de centeno en estado de macollaje y en encañazón, implantadas en un lote lindero. Dichas plantas fueron secadas al aire, seccionadas en biomasa aérea y subterránea para luego ser fragmentadas en segmentos de 2,5 cm. A su vez, se recolectó la tierra lindante a las raíces de las plantas.

Los extractos correspondientes a los tratamientos por lixiviación (Tabla 1) se obtuvieron a partir de 12 g de la biomasa fragmentada que se colocaron en 150 ml de agua destilada y se dejaron reposar durante 24 h en oscuridad a temperatura ambiente. El contenido fue filtrado y luego centrifugado a 10000 rpm durante diez minutos. El sobrenadante resultante se colocó en

Tabla 1. *Tratamientos para evaluar alelopatía de centeno sobre semillas y plántulas de cebada.*

Método	Tratamiento	Descripción
Testigo	T _O	Suelo proveniente del antecesor maíz
Suelo	C _V	Suelo proveniente del antecesor centeno
	C _A	Suelo junto a la raíz de centeno en estado de macollaje
	C _B	Suelo junto a la raíz de centeno en estado de encañazón
Lixiviación	H _A	T _O + Extracto de hoja de centeno en estado de macollaje
	H _B	T _O + Extracto de hoja de centeno en estado de encañazón
	Z _A	T _O + Extracto de raíz de centeno en estado de macollaje
	Z _B	T _O + Extracto de raíz de centeno en estado de encañazón
Residuo	R _m	T _O + Rastrojo de centeno

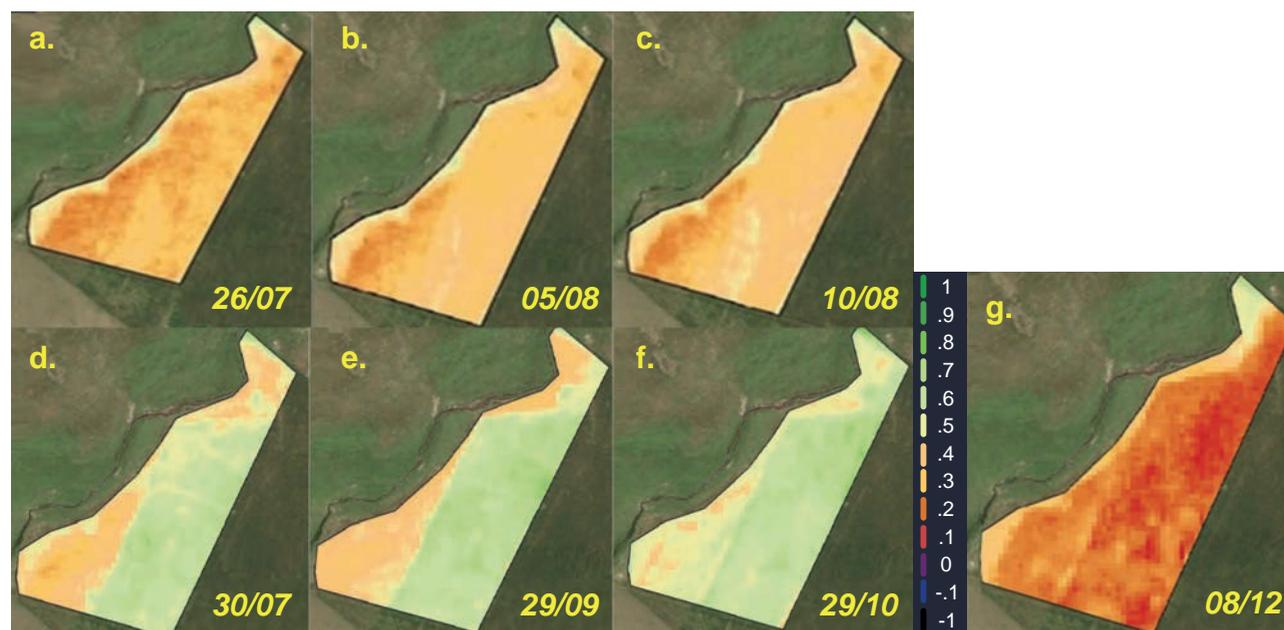


Figura 2. Imágenes satelitales del sitio de estudio tomadas durante el desarrollo del cultivo de cebada cervecera: **a-c)** de primeras hojas a macollaje; **d-f)** de encañazón a llenado de grano y **g)** previo a cosecha. La escala de colores corresponde al índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI).

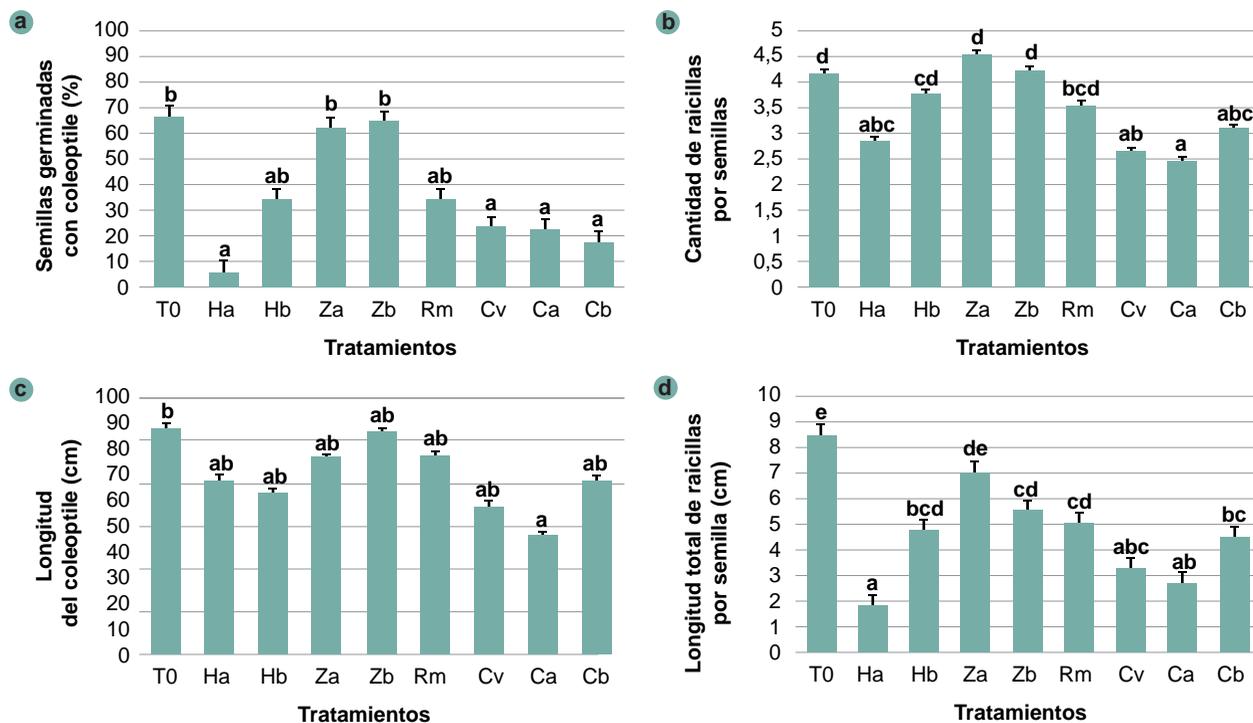


Figura 3. Respuesta alelopática al centeno de semillas germinadas de cebada a las 48 h de incubación bajo los diferentes tratamientos (ver referencias en Tabla 1). **(a)** Semillas germinadas con coleoptile (\pm ES), **(b)** cantidad de raicillas por semilla germinada (\pm ES), **(c)** longitud del coleoptile (\pm ES) y **(d)** longitud total de las raicillas por semilla (\pm ES). Letras diferentes muestran diferencias significativas según el test de Tukey con un $\alpha=5\%$.

el freezer en tubos de ensayos previamente esterilizados hasta el momento del ensayo.

El porcentaje de germinación de la cebada no fue influenciado por ninguno de los tratamientos, alcanzando valores cercanos al 100%, al igual que el testigo ($p = 0,59$). Sin embargo, el crecimiento de las plántulas fue afectado, lo que podría explicar lo observado en las fotografías.

Los tratamientos H_a , C_v , C_a y C_b redujeron tanto la cantidad de plántulas que presentaban coleoptile ($p < 0,0001$; Figura 3a) como la cantidad de raicillas por semilla germinada ($p < 0,0001$; Figura. 3b). La longitud del coleoptile solo fue reducida por C_a ($p = 0,02$; Figura 3c) y la longitud total de las raicillas disminuyó bajo todos los tratamientos excepto Z_a ($p < 0,0001$; Figura 3d). Por lo tanto, se infiere que el largo de las raicillas fue la variable más sensible a los efectos aleloquímicos. A su vez, el efecto inhibitorio fue más acentuado en los tratamientos C_{a-b} en comparación a Z_{a-b} . Esto podría explicarse por dos razones. Por un lado, es probable que los exudados de las raíces se acumulen en el suelo resultando en una mayor con-

centración y por ende en una respuesta más marcada. Por otro lado, los aleloquímicos liberados al suelo pueden ser alterados, en este caso potenciando su efecto, por la acción de los microorganismos antes de que ejerzan su acción sobre la planta receptora.

Paralelamente, los efectos en el desarrollo de las plántulas tendieron a magnificarse en los tratamientos con centeno en estado de macollaje con respecto al estado en encañazón (Figura 3). Ecológicamente podría entenderse como una estrategia para, mediante la reducción del vigor de especies vecinas, adquirir ventaja en la toma de recursos dado que es en las primeras etapas de desarrollo donde la competencia es más determinante del éxito de la planta.

Las respuestas generadas por el tratamiento C_v sugieren que el efecto alelopático podría mantenerse por lo menos durante siete u ocho meses luego de la cosecha del centeno. Sin embargo, son necesarios más estudios para dilucidar si dichos efectos son atribuibles a los exudados que provienen directamente de las raíces, a su interacción con los microorganismos

del suelo o a los compuestos liberados por la descomposición del rastrojo.

Por su parte, los resultados indican que el rastrojo de centeno remanente posee compuestos alelopáticos que se incorporan al suelo. Cuando los residuos vegetales no son incorporados al suelo (siembra directa o labranza cero) se produce la acumulación de aleloquímicos en el estrato superficial del suelo, siendo liberados y degradados más lentamente que si los residuos hubiesen sido incorporados mediante una labranza convencional. Esto genera una prolongación en el tiempo

del efecto alelopático. Se infiere de esta manera que el retardo en el crecimiento observado en la cebada podría deberse, aunque no necesariamente de manera exclusiva, a los aleloquímicos liberados desde el residuo de centeno que se suman a los acumulados en el suelo durante el cultivo. Este modo de liberación debe ser tenido en cuenta al incluir cultivos que liberan aleloquímicos en la rotación, especialmente bajo labranza cero. Es menester recalcar que el efecto puede variar en función del tipo del suelo, el volumen de residuo remanente y las condiciones de descomposición.

Bibliografía

Metzler, M. (2015). El Manejo Integrado de Malezas (MIM). Manejo y control de malezas, INTA Paraná. Recuperado de www.aapresid.org.ar/blog/elmanejo-integrado-de-malezas-mim/

Šerá, B. (2012). Effects of Soil Substrate Contaminated by Knotweed Leaves on Seed Development. *Polish Journal of Environmental Studies*, 21(3), 713-717.

Sobrero, M. T. y Acciaresi, H. A. (2014). Interferencia cultivo-maleza: la alelopatía y su potencialidad en

el manejo de malezas. En: H. A. Acciaresi, O. A. Fernández y E. S. Leguizamón (eds.), *Malezas e invasoras de la Argentina, Tomo I: ecología y manejo* (pp. 303-328). Edi-UNS.

Zhang, Z., Liu, Y., Yuan, L., Weber, E. y Van Kleunen, M. (2020). Effect of allelopathy on plant performance: a meta-analysis. *Ecology Letters*, 24, 348-362.