

**CALIDAD DE AGUA DE RIEGO Y USO DE COBERTURA EN SUELOS DE TEXTURAS  
CONTRASTANTES: PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE LECHUGA.**

**Autores: Huespe, D.S.<sup>1\*</sup>, J.A. Galantini<sup>2</sup>, C. Álvarez<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>EEA INTA “Guillermo Covas” Anguil, La Pampa, Ruta Nacional 5, km 580 (6326),

<sup>2</sup>Comision de investigaciones científicas (CIC), CERZOS, Dpto Agronomía (UNS), Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires.

Correo e-: [huespe.daiana@inta.gob.ar](mailto:huespe.daiana@inta.gob.ar)

## **INTRODUCCION**

Los sistemas intensivos de producción actuales basados en el uso de riego, han provocado diferentes problemas en cantidades y tipos de sales incorporados sobre los suelos y la productividad de los cultivos. Es por ello, que el uso eficiente de recursos e insumos es un aspecto de alta relevancia para el manejo porque tiene implicancias en la rentabilidad de los cultivos y sobre todo, en la calidad del ambiente (Andrade, *et al.*, 2017). Las técnicas de preservación del suelo y agua incluyen medidas agronómicas, de ingeniería y enfoques biológicos, destacándose el mulch o cobertura vegetal por su bajo costo y rápida acción para controlar la erosión del suelo (Li *et al.*, 2021; Keesstra *et al.*, 2019). La cobertura vegetal influye en características del microclima, como la temperatura del aire y del punto de rocío, cerca de la superficie del suelo (Wang *et al.*, 2018). Asimismo, protege contra la radiación solar directa y la erosión, además de mejorar el balance de carbono y la protección del suelo (Galantini y Sa Pereira, 2018). Además, el mulch orgánico al descomponerse libera nutrientes que aumentan la fertilidad y la biodiversidad, reduciendo las fluctuaciones de temperatura y humedad (Zhang *et al.*, 2020), contribuyendo así a su salud y estabilidad (Mulumba y Lal, 2008). El objetivo de este trabajo fue cuantificar el efecto del uso de distintas calidades de agua de riego y cobertura vegetal sobre la eficiencia en el uso del agua y la productividad del cultivo de lechuga en dos suelos de la Región Semiárida Pampeana.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio se realizó en la localidad de General Acha, La Pampa, Argentina (37°36'44,381" 64°56'64,995"), Km 28 RN 152. Se analizaron dos suelos de texturas contrastantes. Se llevó adelante un ensayo en macetas con 5 repeticiones durante 4 ciclos consecutivos totales, durante los años 2020 y 2021. Los tratamientos fueron calidad del agua de riego, CE de 1,0; 1,5 y 2,0 dS m<sup>-1</sup> y con cobertura vegetal (CCV) y sin ella (SCV). Se aplicó una dosis uniforme de 100 kg N ha<sup>-1</sup> usando una combinación de urea y abono orgánico.

### **Suelos utilizados**

Se seleccionaron dos suelos característicos de la región. El suelo arenoso fue recolectado en General Acha y el suelo franco arenoso fue recolectado Anguil. Se caracterizaron los suelos en estudio, en la profundidad 0-20 cm, los valores de MO fueron de 1,40% en el suelo arenoso y 2,40% en el suelo franco arenoso. El pH fue de 7,1 para el suelo arenoso y de 6,6 para el suelo franco arenoso y la CE fue de 0,70 dS m<sup>-1</sup> para ambos suelos.

### **Cobertura vegetal**

En cada maceta se agregó 150 g (1500 kg ha<sup>-1</sup>) de materia seca (centeno) como cobertura vegetal. Los tratamientos sin cobertura tuvieron el suelo desnudo.

## Producción de la lechuga

Se transplantó el 19/10/2021 y se le aplicó una lámina de riego de 560 mm durante el desarrollo del cultivo (25 días). Se analizaron diversos parámetros relacionados a la productividad del cultivo de lechuga, entre ellos se cuantificó: materia seca total ( $MS_T$ ), materia seca aérea ( $MS_A$ ), materia seca de raíces ( $MS_R$ ). Además, se analizó la eficiencia de uso del agua ( $EUA \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ), la cual se puede definir como la producción de un cultivo por unidad de agua utilizada y la tasa de crecimiento ( $TC \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ).

## Diseño experimental

El diseño estadístico fue completamente aleatorizado, con 5 repeticiones. Los datos se presentan como medias en cada uno de los suelos. Las diferencias en los resultados obtenidos afectados por las diferentes calidades de agua, así como la interacción entre ellos, se evaluaron mediante análisis de la varianza (ANOVA) y la comparación de medias de tratamientos fue analizada por el Test de Fisher utilizando un nivel de significancia del  $\alpha \leq 5\%$ . El análisis estadístico se realizó con el software INFOSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2020).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Productividad del cultivo

En relación con al análisis de la productividad del cultivo de lechuga, se encontró una interacción significativa entre los suelos ( $R^2=0,54$ ;  $p<0,05$ ), motivo por el cual fueron analizados por separado.

### Efecto de la salinidad del agua

#### *Suelo arenoso*

El uso de agua salina presentó efecto negativo con diferencias significativas en la  $MS_T$  entre los tratamientos que recibieron agua de CE  $1,0 \text{ dS m}^{-1}$  respecto a los tratamientos con agua  $1,5$  y  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$  (figura 1). El valor potencial obtenido en el suelo arenoso con la aplicación de buena calidad de agua y el tratamiento CCV fue de  $1416 \text{ kg ha}^{-1}$  con un % de pérdida del  $17,86\%$  cuando se regó con agua salina, mientras que, el tratamiento SCV obtuvo un valor máximo inferior de  $420 \text{ kg ha}^{-1}$  y las pérdidas fueron totales cuando se regó con agua salina (Tabla 1).

Tabla 1: Productividad del cultivo y efecto de la cobertura vegetal en el suelo arenoso y franco arenoso al cuarto ciclo de lechuga con diferente calidad de agua, con y sin cobertura vegetal.

ARENOSO	CCV			SCV		
	CE1.0	CE1.5	CE2.0	CE1.0	CE1.5	CE2.0
MS <sub>T</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	1416 <sup>a</sup>	1090 <sup>a</sup>	1163 <sup>a</sup>	420 <sup>B</sup>	0,00 <sup>A</sup>	0,00 <sup>A</sup>
MS <sub>A</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	775 <sup>a</sup>	603 <sup>a</sup>	728 <sup>a</sup>	268 <sup>B</sup>	0,00 <sup>A</sup>	0,00 <sup>A</sup>
MS <sub>R</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	641 <sup>b</sup>	486 <sup>a</sup>	435 <sup>a</sup>	151 <sup>B</sup>	0,00 <sup>A</sup>	0,00 <sup>A</sup>
TC (MS <sub>T</sub> kg día <sup>-1</sup> )	68,0 <sup>a</sup>	52,3 <sup>a</sup>	55,8 <sup>a</sup>	20,2 <sup>B</sup>	0,00 <sup>A</sup>	0,00 <sup>A</sup>
EUA (MS <sub>T</sub> kg mm <sup>-1</sup> )	3,04 <sup>a</sup>	2,34 <sup>a</sup>	2,49 <sup>a</sup>	0,90 <sup>B</sup>	0,00 <sup>A</sup>	0,00 <sup>A</sup>

FRANCO ARENOSO	CE1.0	CE1.5	CE2.0	CE1.0	CE1.5	CE2.0
MS <sub>T</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	1068 <sup>b</sup>	750 <sup>a</sup>	758 <sup>ab</sup>	731 <sup>B</sup>	341 <sup>A</sup>	138 <sup>A</sup>
MS <sub>A</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	720 <sup>b</sup>	471 <sup>a</sup>	523 <sup>a</sup>	466 <sup>C</sup>	256 <sup>B</sup>	82 <sup>A</sup>
MS <sub>R</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	348 <sup>a</sup>	278 <sup>a</sup>	235 <sup>a</sup>	265 <sup>B</sup>	85 <sup>A</sup>	57 <sup>A</sup>
TC (MS <sub>T</sub> kg día <sup>-1</sup> )	51,2 <sup>b</sup>	36,0 <sup>a</sup>	36,4 <sup>ab</sup>	35,1 <sup>B</sup>	16,4 <sup>A</sup>	6,6 <sup>A</sup>
EUA (MS <sub>T</sub> kg mm <sup>-1</sup> )	2,29 <sup>b</sup>	1,61 <sup>a</sup>	1,63 <sup>ab</sup>	1,57 <sup>B</sup>	0,73 <sup>A</sup>	0,30 <sup>A</sup>

MS<sub>T</sub>, materia seca total; MS<sub>A</sub>, materia seca aérea y MS<sub>R</sub>, materia seca de raíz. TC, tasa de crecimiento. EUA, eficiencia de uso del agua. CCV, con cobertura vegetal; SCV, sin cobertura vegetal. CE1.0, calidad de agua con conductividad eléctrica de 1,0 dS m<sup>-1</sup>; CE1.5 calidad de agua con conductividad eléctrica de 1,5 dS m<sup>-1</sup> y CE2.0, calidad de agua con conductividad eléctrica de 2,0 dS m<sup>-1</sup>. Letras diferentes significan diferencias significativas (p<0,05).

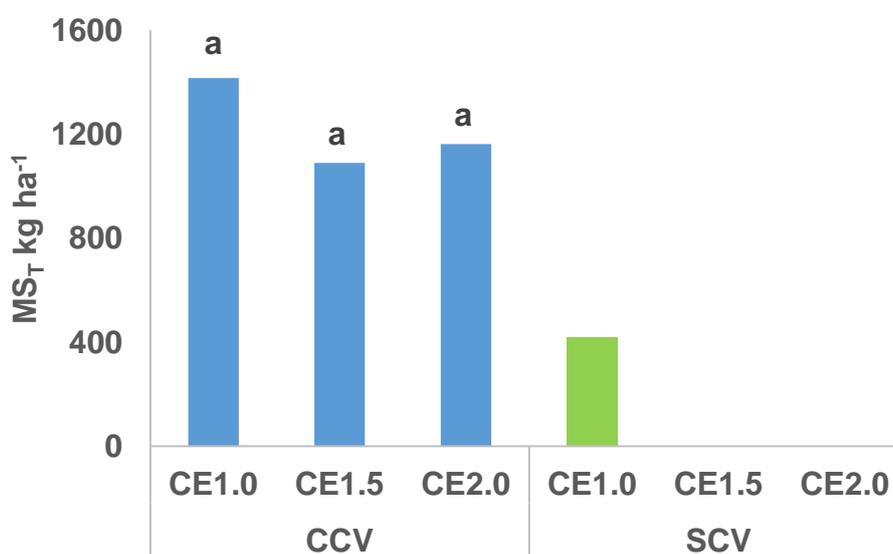
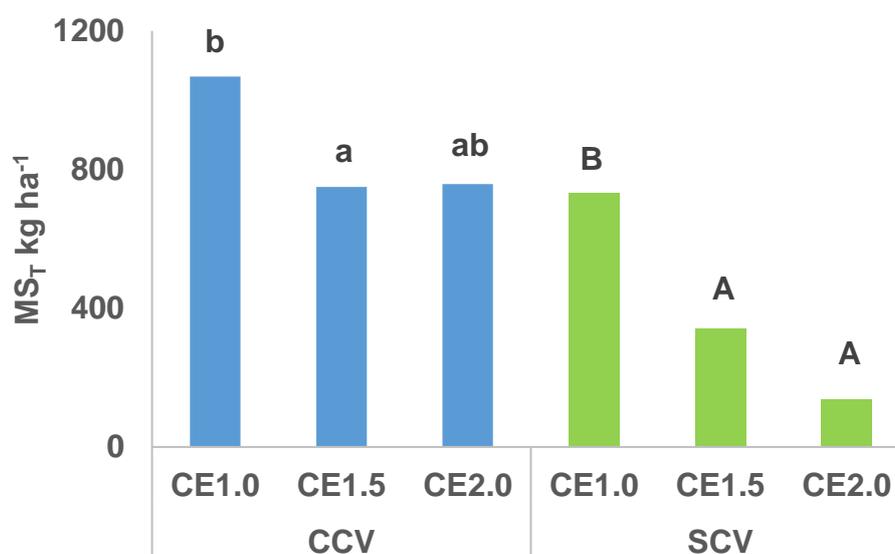


Figura 1: Producción del cultivo de lechuga al cuarto ciclo expresada en MS<sub>T</sub> (kg ha<sup>-1</sup>) para el suelo arenoso. CCV, con cobertura vegetal; SCV, sin cobertura vegetal. CE1.0, calidad de agua con conductividad eléctrica de 1,0 dS m<sup>-1</sup>; CE1.5 calidad de agua con conductividad eléctrica de 1,5 dS m<sup>-1</sup> y CE2.0, calidad de agua con conductividad eléctrica de 2,0 dS m<sup>-1</sup>. Diferencias por efecto del agua salina se presentan por letras diferentes en los tratamientos CCV.

**Suelo franco arenoso**

El uso de agua salina presentó un efecto negativo con diferencias estadísticas en la  $MS_T$ , entre los tratamientos que recibieron agua con CE de  $1,0 \text{ dS m}^{-1}$  respecto a  $1,5$  y  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$  (Figura 2). El valor potencial obtenido con el tratamiento CCV con agua de buena calidad fue de  $1068 \text{ kg ha}^{-1}$ , mientras que el valor obtenido con el tratamiento SCV al igual que sucedió en el suelo de textura gruesa fue inferior con un valor de  $750 \text{ kg ha}^{-1}$  con un  $81,12\%$  de pérdida de producción (Tabla 1).



**Figura 2:** Producción del cultivo de lechuga al cuarto ciclo expresada en  $MS_T$  ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) para el suelo franco arenoso. CCV, con cobertura vegetal; SCV, sin cobertura vegetal. CE1.0, calidad de agua con conductividad eléctrica de  $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ ; CE1.5 calidad de agua con conductividad eléctrica de  $1,5 \text{ dS m}^{-1}$  y CE2.0, calidad de agua con conductividad eléctrica de  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ . Diferencias por efecto del agua salina se presentan por letras minúsculas diferentes en los tratamientos CCV y letras mayúsculas en los tratamientos SCV.

**Efecto de la cobertura vegetal****Suelo arenoso**

Se observaron diferencias altamente significativas por efecto del uso de cobertura vegetal en los tres tratamientos regados con agua de diferente calidad en las variables relacionadas a la productividad del cultivo ( $MS_T$ ,  $MS_A$ ,  $MS_R$ ).

Por otro lado, el uso de cobertura vegetal demostró una pérdida del  $17,9\%$  de la masa seca total ( $MS_T$ ) debido al uso de agua salina, con una pérdida porcentual más pronunciada en la parte de raíces ( $32\%$ ) en comparación con la parte aérea ( $6\%$ ), mientras que en los tratamientos sin cobertura vegetal (SCV), se registró una pérdida del  $100\%$  en las variables relacionadas con la productividad. Al analizar el efecto del uso de cobertura vegetal, se observó un impacto positivo

en la eficiencia del uso del agua (EUA), con una eficiencia tres veces mayor en los tratamientos CCV (3,04) en comparación con los tratamientos SCV (0,90) cuando se regaba con agua de buena calidad (Tabla 1).

Se observó un efecto negativo significativo en los tratamientos sin cobertura vegetal, mientras que con cobertura no se detectó ningún efecto.

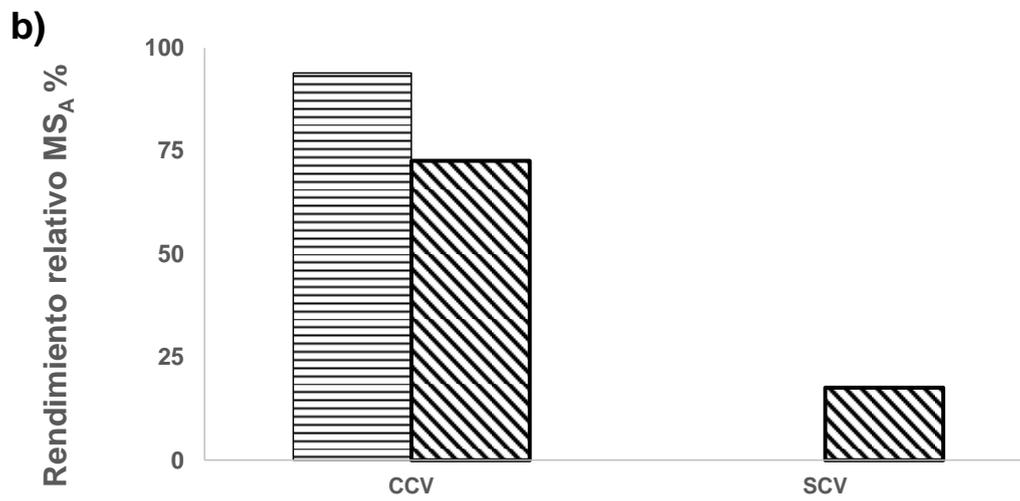
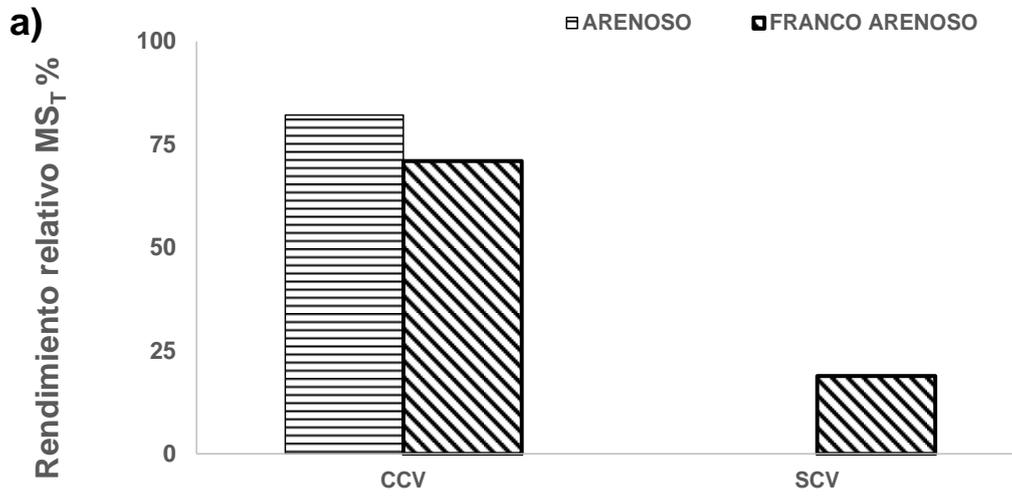
El rendimiento relativo para el suelo arenoso tuvo un comportamiento similar en las tres variables analizadas ( $MS_T$ ,  $MS_A$  y  $MS_R$ ). Los valores máximos de rendimiento relativo entre los tratamientos con  $CE\ 1,0\ dSm^{-1}$  en relación con los tratamientos con  $CE\ 2,0\ dSm^{-1}$  fueron de 82,1% en la  $MS_T$ , del 93,9% en la  $MS_A$  y del 67,8% en la  $MS_R$  en el tratamiento CCV, mientras que en los tratamientos SCV fue nulo (Figura 3).

### ***Suelo franco arenoso***

El uso de cobertura vegetal evidenció un 29,02% de pérdida de  $MS_T$  por el uso de agua salina con pérdidas similares en la parte de raíces (32,47%) respecto a la parte aérea (27,36%) sin diferencias estadísticas entre calidades de agua utilizadas. Mientras que en los tratamientos SCV se evidenciaron pérdidas en la  $MS_T$  del 81,12% siendo pérdidas similares entre parte de biomasa de raíces y parte aérea (78,49 y 82,4% respectivamente).

El valor de pérdida fue de 29,73% en el tratamiento CCV y del 35,74% en el tratamiento SCV cuando se utilizó agua de salinidad intermedia respecto al uso de agua de buena calidad. El efecto adverso del agua salina se vio reflejado en la TC y la EUA, ya que se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con agua de  $1,0\ dS\ m^{-1}$  respecto a los tratamientos regados con 1,5 y 2,0  $dS\ m^{-1}$  en los tratamientos CCV y SCV. Además, se obtuvieron diferencias significativas en los tratamientos con agua salina (1,5 y 2,0  $dS\ m^{-1}$ ) sólo en las variables  $MS_T$ ,  $MS_A$ ,  $MS_R$  (Tabla 1).

En contraste con el suelo arenoso, en este suelo sometido a los tratamientos SCV, se registró una pérdida del 81,12% a causa del uso de agua salina. Esto resalta que el impacto de la aplicación de agua salina fue significativamente mayor en el suelo arenoso en comparación con el suelo franco arenoso, enfatizando la diferencia marcada en términos de textura del suelo. Al igual que sucedió en el suelo arenoso, el rendimiento relativo para el suelo franco arenoso tuvo un comportamiento similar en las tres variables analizadas ( $MS_T$ ,  $MS_A$  y  $MS_R$ ). Los valores máximos de rendimiento relativo entre los tratamientos con  $CE\ 1,0\ dSm^{-1}$  en relación con los tratamientos con  $CE\ 2,0\ dSm^{-1}$ , fueron de 71,0% en la  $MS_T$ , del 72,6% en la  $MS_A$  y del 67,5% en la  $MS_R$  en el tratamiento CCV, mientras que en los tratamientos SCV fue nulo (Figura 3).



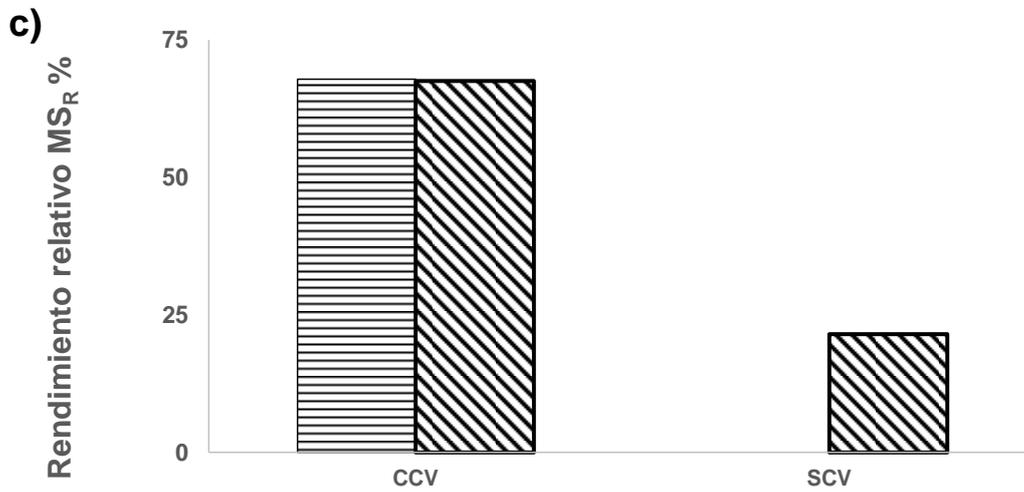


Figura 1: Rendimiento relativo entre los tratamientos con CE 1,0 dSm<sup>-1</sup> en relación con los tratamientos con CE 2,0 dSm<sup>-1</sup> expresado en porcentaje de a) la MS<sub>T</sub>; b) la MS<sub>A</sub> y c) la MS<sub>R</sub> por efecto del agua en cada tratamiento CCV y SCV analizado en el suelo arenoso y franco arenoso.



Foto 1: Ensayo al cuarto ciclo del cultivo de lechuga.

## CONSIDERACIONES FINALES

La textura del suelo condiciona la respuesta a la calidad del agua aplicada y al efecto de la cobertura vegetal.

La hoja de lechuga se usa comercialmente, pero su productividad se ve afectada de manera variable por el agua salina, dependiendo de la textura del suelo. El uso de agua salina causa pérdidas del 17,8% en el suelo arenoso, afectando tanto la parte aérea como la radicular, mientras que, en el suelo franco arenoso, las pérdidas del 81,12% se limitan a la parte aérea.

El uso de cobertura vegetal aumenta la producción de lechuga en un 70,3% en suelo arenoso y un 31,5% en suelo franco arenoso, con un mayor impacto en suelos de textura gruesa, sin importar la calidad del agua.

La cobertura vegetal mejora la EUA, lo que significa que se necesita menos agua para regar los cultivos en ambos tipos de suelo.

Comprender los procesos que provocan los diferentes factores y trabajar con las herramientas (especies, cobertura, abono, calidad de agua) permite generar mejores condiciones de salud del suelo, maximizar la productividad de los cultivos y reducir el impacto sobre los recursos, propiciando un mejor ambiente productivo y sustentable.

## BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, F., Taboada, M., Lema, D., Maceira, N., Echeverría, H., Posse, G., Prieto, D., Sánchez, E., Ducasse, D., Bogliani, M., Gamundi, J. C., Trumper, E., Frana, J., Perotti, E., Fava F. y Mastrángelo, M. (2017). Los desafíos de la agricultura argentina Satisfacer las futuras demandas y reducir el impacto ambiental. 1a ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones INTA, 2017. 120 p. ISBN 978-987-521-860-4.
- Galantini, J.A. y Sa Pereira, E. (2018). Siembra directa en el SO Bonaerense. Captura de carbono por los cultivos de cobertura y su costo hídrico. ISSN 978-987-778-272-1.
- Keesstra, S. D., Rodrigo-Comino, J., Novara, A., Giménez-Morera, A., Pulido, M., Di Prima, S. y Cerdà, A. (2019). Straw mulch as a sustainable solution to decrease runoff and erosion in glyphosate-treated clementine plantations in Eastern Spain. An assessment using rainfall simulation experiments. *Catena*, 174, 95–103. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.11.007>
- Li, R., Li, Q. y Pan, L. (2021). Review of organic mulching effects on soil and water loss. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 67(1), 136–151. <https://doi.org/10.1080/03650340.2020.1718111>
- Mulumba, L. N. y Lal, R. (2008). Mulching effects on selected soil physical properties. *Soil and Tillage Research*, 98(1), 106–111. doi:10.1016/j.still.2007.10.011
- Wang, J., Zhang, Y., Gong, S., Xu, D., Snyder, R., Chen, Y., Zhao, Y. y Yan, Q. (2018). Effects of straw mulching on microclimate characteristics and evapotranspiration of drip-

irrigated winter wheat in North China Plain. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 11(2), 122–131. <https://doi.org/10.25165/ijabe.20181102.3192>

Zhang, S., Wang, Y., Sun, L., Qiu, C., Ding, Y., Gu, H., Wang, L., Wang, Z. y Ding, Z. (2020). Organic mulching positively regulates the soil microbial communities and ecosystem functions in tea plantation. *BMC Microbiology*, 20(1). doi:10.1186/s12866-020-01794.