



CULTIVOS  
DE SERVICIO

*Agricultura*

mientras el suelo  
lo permita



**CICLO DE JORNADAS DE CAMPO**  
FPTA 357 de Cultivos de Servicio



Agosto 2022

# Índice

1. Principios fundamentales de la agricultura sostenible .....	1
2. Beneficios del diseño de sistemas agrícolas sostenibles .....	1
2.1. Control de la erosión .....	1
2.2. Balance de carbono .....	3
2.3. Reciclaje y aporte de nutrientes.....	4
2.4. Control de malezas .....	6
2.5. Conservación de agua del suelo .....	9
3. Puntos para tener en cuenta al incorporar a los cultivos de servicio ....	9
3.1. Consumo de agua.....	9
3.2. Inmovilización de nutrientes.....	11
3.3. Pastoreo .....	12
3.4.Fertilización de los cultivos de servicio.....	15
4. Productividad en respuesta al manejo de los cultivos de servicio .....	16
Síntesis del ciclo de jornadas .....	18
Bibliografía .....	19



# 1. Principios fundamentales de la agricultura sostenible

El concepto de agricultura sostenible propone hacer un uso inteligente de las capacidades naturales que ofrecen los ecosistemas. Este proceso debe resultar de “diseñar agroecosistemas con múltiples funciones que, por ser sostenidos por la naturaleza, son sostenibles en su naturaleza”. De esta manera, un sistema agrícola podrá capitalizar los beneficios que brinda la planificación del uso del paisaje.

**Entonces: ¿Cómo hacemos para diseñar sistemas agrícolas con múltiples funciones?**

Intentando asemejar nuestros sistemas agrícolas a los ecosistemas naturales que poseen un alto nivel de productividad. Estos cumplen una serie de premisas:

- 1) Mínimo disturbio del suelo;
- 2) Cobertura permanente del suelo;
- 3) Alta diversificación especies.

Este repartido presenta resultados de trabajos de investigación realizados a nivel nacional y regional sobre algunas de las prácticas de manejo que promueven una agricultura sostenible, poniendo énfasis en los cultivos de servicio.

## 2. Beneficios del diseño de sistemas agrícolas sostenibles

### 2.1. Control de la erosión

El diseño de los sistemas agrícolas del Uruguay debe considerar que el principal factor que hay que controlar es la erosión, ya que es la principal causa de degradación del suelo.

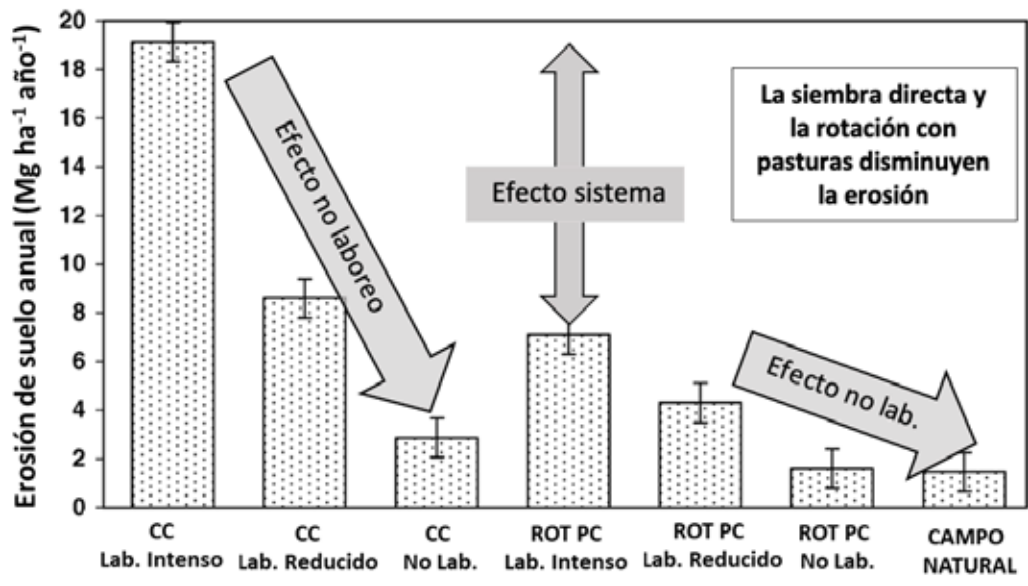


Figura 1. Erosión del suelo con intensidades de cultivo contrastantes (cultivo continuo (CC) y rotación de cultivos y pasturas (ROT PC)) y sistemas de laboreo del suelo en dos Brunosoles Eutrícos (periodos de 6 años en cada suelo) medidos en parcelas de escorrentía. Adaptado de García-Prechac et al., 2004.

**¿De qué depende lograr un buen control de la erosión?**

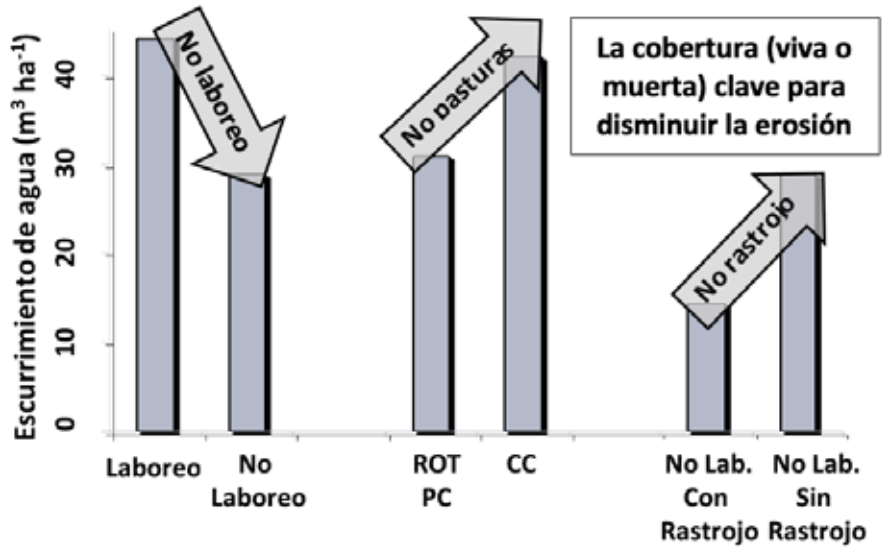
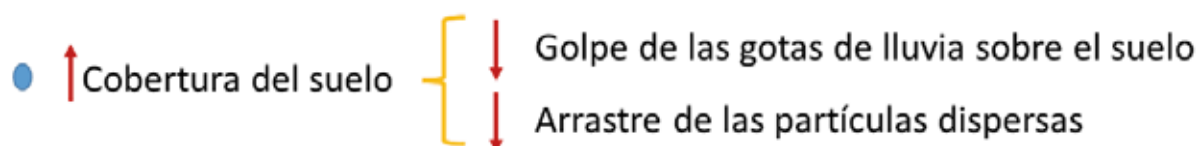


Figura 2. Escurrimiento en rotaciones de largo plazo de EEMAC en respuesta a sistema de labranza (No laboreo vs laboreo), rotación agrícola (rotación de cultivos y pasturas (Rot PC) vs Cultivo continuo (CC)) y con rastrojo vs sin rastrojo. Ingold, 2006.



Prácticas de manejo que permitan mantener la mayor parte del tiempo posible al suelo cubierto (ya sea con cobertura viva o muerta) disminuirán la posibilidad de que se generen pérdidas de suelo por erosión. Para el caso de cultivos de servicio, las gramíneas poseen de manera general un mayor vigor inicial, lo que les permite generar una mayor cobertura en menos tiempo en comparación con crucíferas y leguminosas.

## 2.2. Balance de carbono

Por su alta relación con la productividad de los cultivos, además de evitar la erosión, los sistemas agrícolas deben generar balances de carbono positivos.

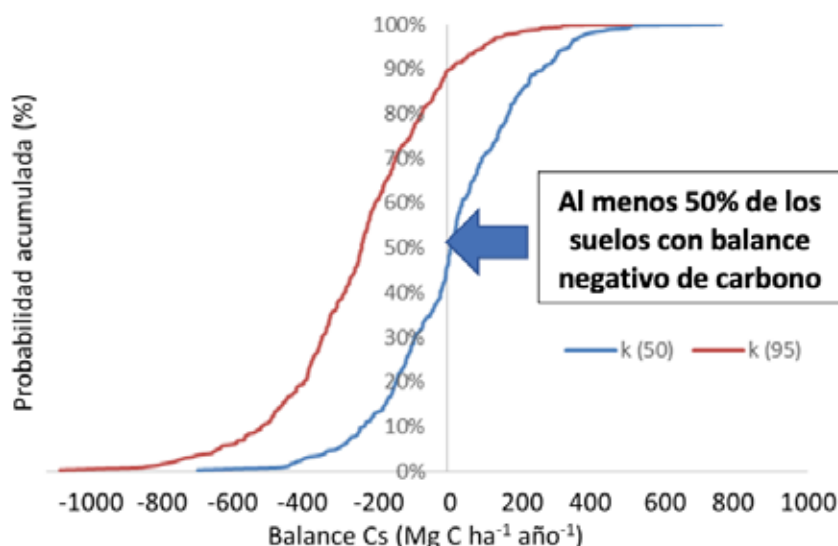


Figura 3. Distribución de balances de carbono de suelo (Balance Cs) para el total de unidades productivas evaluadas, estimado a partir de la tasa de descomposición máxima probable (cuartil 95) y la tasa de descomposición media (cuartil 50). Proyecto FUCREA-FOMIN. Mazzilli et al., 2018.

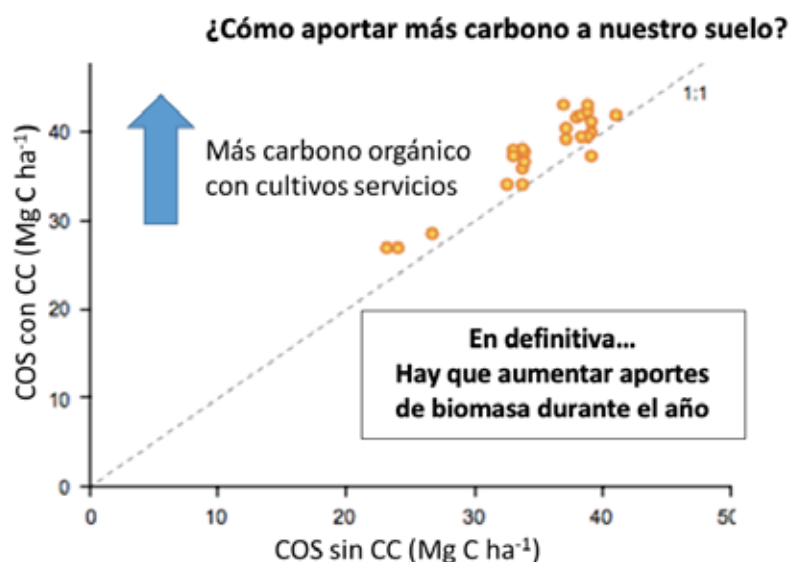


Figura 4. Revisión de estudios realizados en sistemas agrícolas en Argentina que muestran la relación entre el contenido de carbono orgánico del suelo (COS) hasta 20 cm de profundidad con o sin la inclusión de cultivos de servicio entre dos cultivos de verano. Rimski-Korsakov et al., 2015.

Altos aportes de carbono se generan con niveles de productividad altos. Esto se puede lograr mejorando la productividad de un cultivo o aumentando la productividad anual (incorporando cultivos de servicio). En este sentido, al incluir a los cultivos de servicio se debe considerar su capacidad de producción de raíces y permitirle lograr una alta producción de materia seca, sin comprometer el cultivo de renta siguiente.

### 2.3. Reciclaje y aporte de nutrientes

Sistemas agrícolas fuertemente enfocados en la producción de granos, exportan gran parte de la energía producida (granos) fuera de su sistema. Si toda la energía se va del predio, no va a quedar energía para formar materia orgánica o ciclar nutrientes, entre otros.

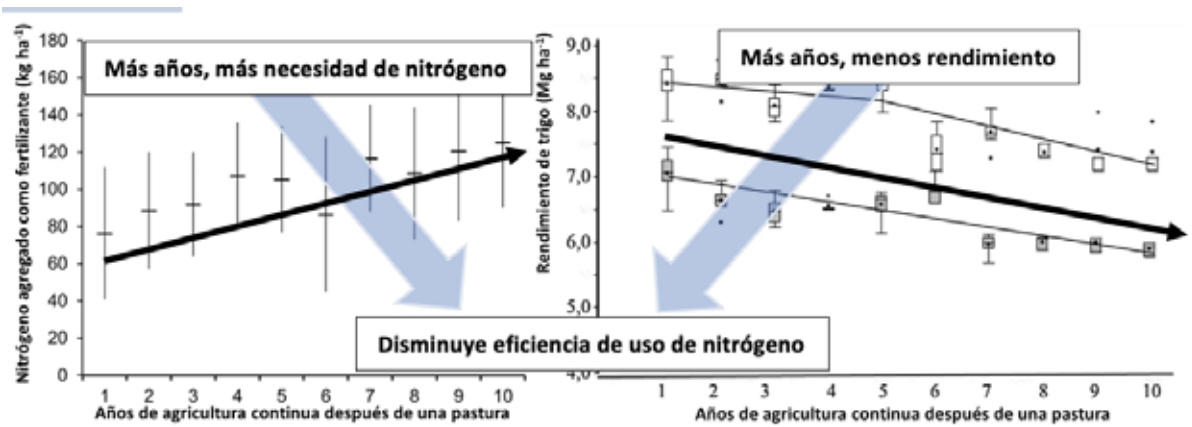


Figura 5. A la izquierda: Nitrógeno total agregado como fertilizante siguiendo las recomendaciones actuales para la producción de trigo en Uruguay (Hoffman et al., 2010) en función del número de años de agricultura continua. A la derecha: Gráfico de cajas. Cada caja relaciona el rendimiento en respuesta a los años de agricultura continua después de una pradera. Las cajas blancas indican rendimiento alcanzable no limitado por nutrientes y cajas grises con ajuste de fertilización siguiendo las recomendaciones actuales. Chacras comerciales. Ernst et al., 2018.

Incorporar cultivos de servicio con una alta capacidad de reciclar o incorporar el nitrógeno atmosférico mediante fijación biológica es una alternativa promisoría para mejorar la fertilidad de los suelos.

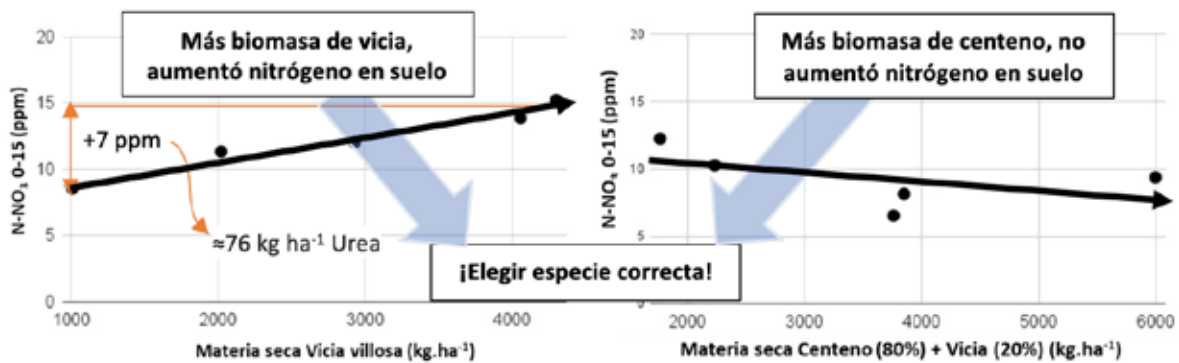


Figura 6. Sobre la izquierda: nitrógeno como NO<sub>3</sub>- (0-15 cm) 40 días después de suprimido el cultivo de vicia en respuesta a la biomasa de materia seca producida al momento de supresión. A la derecha, sobre la misma chacra nitrógeno como NO<sub>3</sub>- (0-15 cm) 40 días después de suprimido el cultivo de servicio mezcla con 80 % de centeno en respuesta a la biomasa de materia seca producida al momento de supresión. Chacra comercial. Ahunchain et al., 2022.



### ¿Cómo aportar más nitrógeno al suelo para el cultivo siguiente?

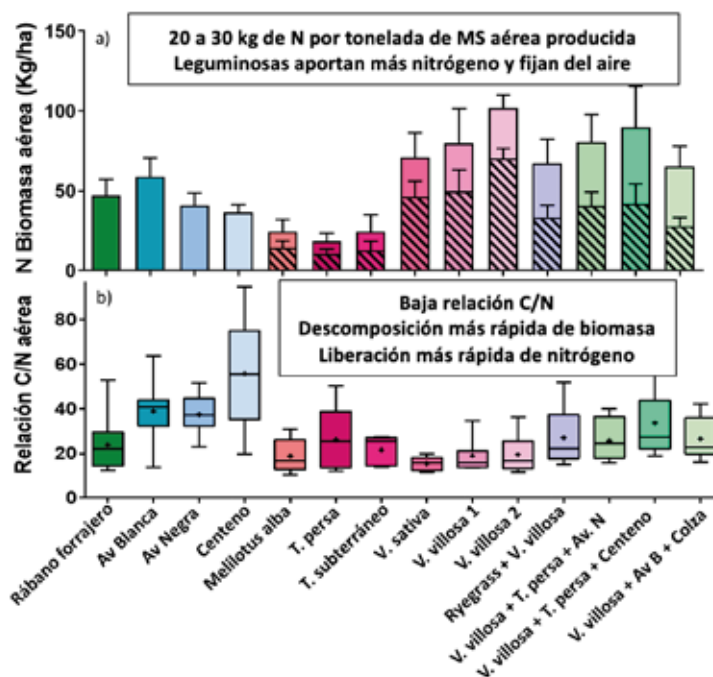


Figura 7. a) Contenido de nitrógeno total en biomasa aérea de distintas especies y mezclas y contenido de N obtenido de la fijación biológica en puras y leguminosas (barras rayadas). b) Relación C/N de la biomasa aérea de los cultivos de servicio. Relación C/N baja indica mayor contenido de nitrógeno por unidad de biomasa producida. Red de cultivos de servicio, AAPRESID, Argentina.

Los cultivos de servicio pueden realizar un importante aporte a la fertilidad de los suelos. Para el caso particular del aporte de nitrógeno, cultivos puros de leguminosa o en mezcla con gramínea son la mejor opción para aportar altos contenidos de nitrógeno con baja relación C/N. Valores de C/N de 24 se consideran óptimos para la dieta de los microorganismos del suelo (Tabla 1).

## 2.4. Control de malezas

Como para el caso de la erosión la cobertura del suelo es el mejor recurso para evitar la germinación y desarrollo de malezas, al generar una mayor interferencia de la luz.



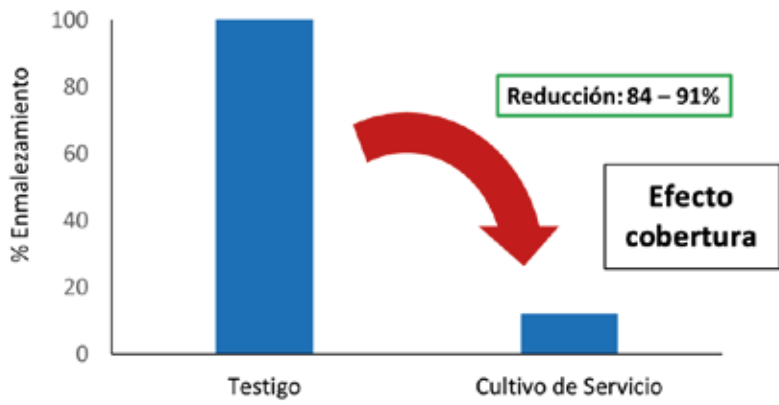


Figura 8. Control del enmalezamiento de manera general cuando se genera cobertura del suelo por la inclusión de un cultivo de servicio. Parcelas experimentales. Proyecto FAO – EEMAC, 2018.

## Para el caso de los cultivos de servicio ¿Estos resultados se logran siempre y en cualquier situación?

Como toda herramienta solo funciona si se sabe  
**MANEJAR**



Adecuar la herramienta a las limitantes de nuestro sistema

Alcanzar el servicio de Manejo de Malezas dependerá

- Historia de chacra: tipo de enmalezamiento
- Especie de Cultivos de Servicio seleccionado
- Manejo del CS – Óptimo para cada especie



## ¿Cuáles son los cultivos de servicio que pueden brindar beneficios en la regulación del enmalezamiento?

La elección de la especie también debe estar acompañada de la maleza presente en la chacra. Ya que de esta dependerán los flujos y momentos de emergencia, la sensibilidad a la luz y los herbicidas que puedan ser utilizados para su control.

De manera general, se recomienda utilizar especies gramíneas para el control de malezas de hoja ancha y leguminosas o crucíferas para el control de malezas gramíneas por la posibilidad que ofrecen para realizar controles con herbicidas dentro del cultivo.

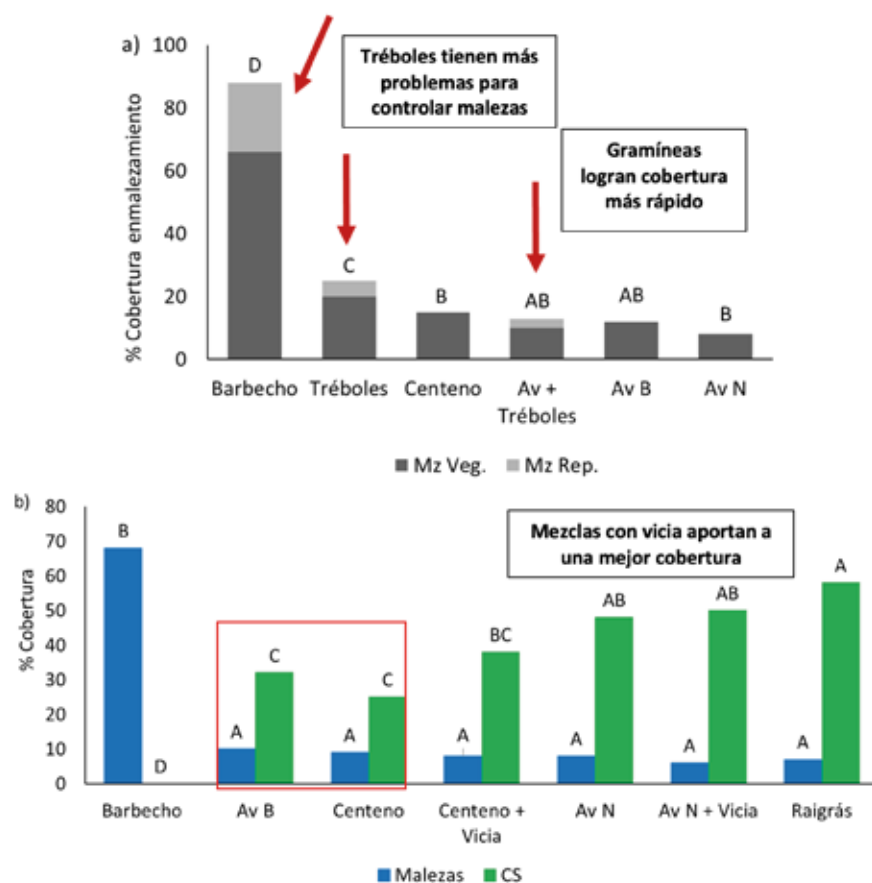


Figura 9. Porcentaje de cobertura generado por malezas y por el cultivo de servicio en respuesta a la especie. a) Considera tréboles puros y en mezcla con gramíneas; b) Considera cultivos de vicia en mezcla con gramíneas. Av B= Avena Byzantina; Av N= Avena Negra; Tréboles = mezcla de *Trifolium resupinatum* y *Trifolium vesiculosum*. Parcelas. Proyecto FAO – EEMAC – Dolores, 2018-2019.



## 2.5. Conservación de agua del suelo

Distintos trabajos indican que la acumulación de agua es más elevada en chacras bajo no laboreo que en aquellas que son laboreadas convencionalmente. Esta situación se explica por la no remoción del suelo y la cobertura de este con restos vegetales muertos, que permiten un aumento de la infiltración, mientras se controlan las pérdidas por evaporación.

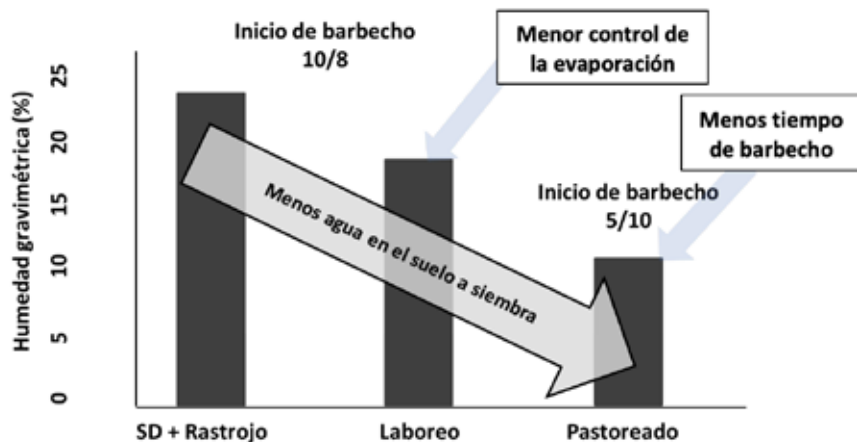


Figura 10. Humedad (v/v) a la siembra de maíz (15/10) sembrado con y sin laboreo sobre avena pastoreada. Parcelas de rotaciones de EEMAC. EEMAC, 1996.

## 3. Puntos para tener en cuenta al incorporar a los cultivos de servicio

### 3.1. Consumo de agua

El principal problema del uso de cultivos de servicio en los sistemas de producción de Uruguay es el consumo de agua que estos puedan realizar, el cual va a estar



directamente relacionado a las condiciones hídricas del período de crecimiento de dicho cultivo.

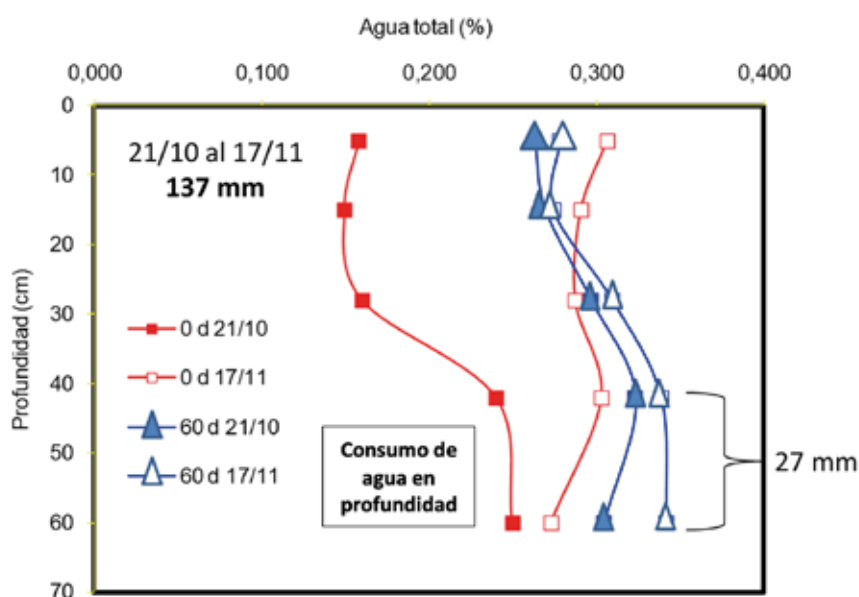


Figura 11. Cambios en el contenido de humedad en el suelo entre el 21 octubre y el 17 noviembre 2004 para dos tiempos de barbechos contrastantes (0 d= Sin barbecho y 60 d= 60 días de barbecho). Parcelas. EEMAC, 2004-2005.

## ¿Por qué es necesario generar un tiempo de barbecho?

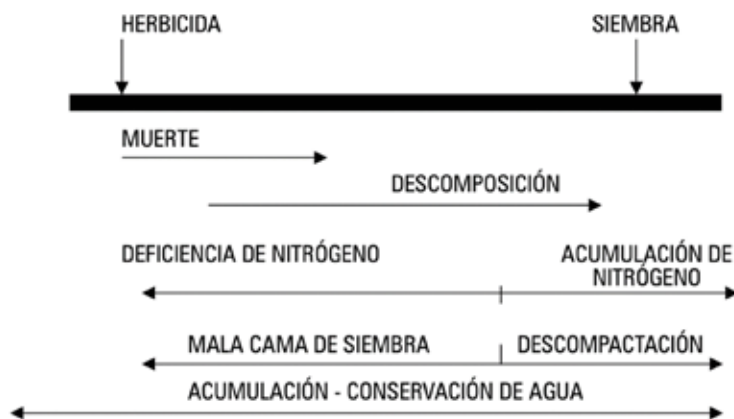
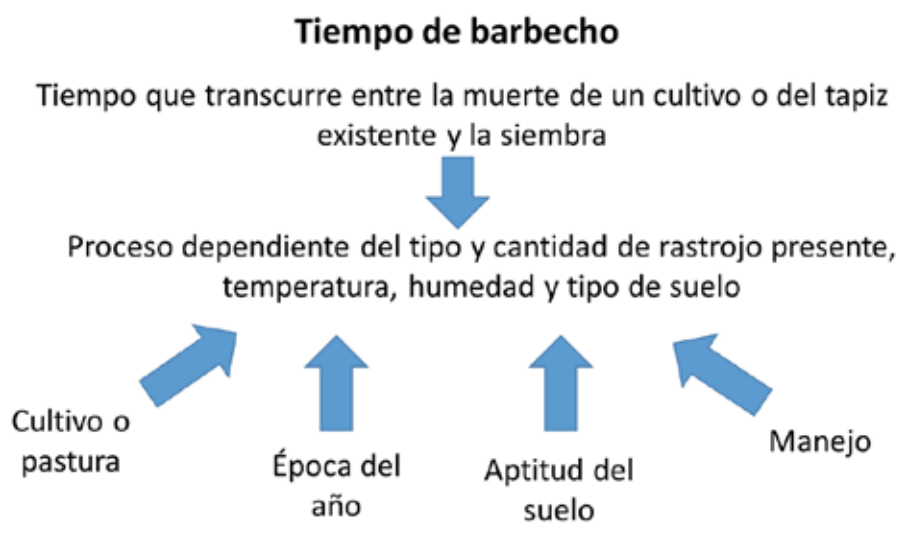


Figura 12. Esquema conceptual de preparación de la cama de siembra para sistemas en siembra directa. Ernst, 2010.



## ¿Cuál es el tiempo necesario?





Para disminuir problemas de déficit hídrico a la siembra y evitar condicionar el rendimiento del cultivo siguiente, distintos trabajos realizados en Uruguay indican que tiempos de barbecho de entre 20 y 40 días son la mejor opción en lo que respecta acumulación de biomasa y alta probabilidad de lograr una adecuada humedad a la siembra.

### 3.2. Inmovilización de nutrientes

El tiempo de barbecho es importante para la descomposición de la biomasa y acumulación de nitrógeno previo a la siembra del cultivo de renta. En este sentido el tipo de material (gramínea vs leguminosa) y el estado de este (por afectar el contenido de nitrógeno en planta) al momento de su supresión, son clave para evitar problemas de inmovilización de nutrientes de manera general y de nitrógeno en particular.



Tabla 1. Relación C/N (contenido de nitrógeno por unidad de biomasa producida) y tasa de descomposición en respuesta al tipo de material.

Material	Relación C/N	Tasa de descomposición
Rastrojo de trigo	80/1	 Lenta
Centeno en antesis	37/1	
Rastrojo soja	29/1	
Centeno en vegetativo	26/1	
Dieta microbiana óptima	24/1	
Vicia en vegetativo	11/1	 Rápida
Biomasa microbiana	8/1	

Además del tipo de material, la cantidad de residuo también es importante para decidir el tiempo de barbecho. Para los cultivos de servicio, la elección de la especie debe considerar el cultivo de renta, ya que la inmovilización de nutrientes puede afectar el cultivo siguiente como es el caso de cultivos de servicio gramínea como antecesores de cultivos de maíz. Esto se puede ver claramente en el punto 4, Productividad en respuesta al manejo de los cultivos de servicio.

### 3.3. Pastoreo

En sistemas agrícola-ganaderos los cultivos de servicio pueden aportar forraje. Sin embargo, para que un cultivo de servicio cumpla con los objetivos se plantea de manera general que alcance 4 toneladas de biomasa seca por hectárea. Para lograrlo hay que mantener un remanente, por eso es importante manejar el momento de cierre y de inicio del barbecho.



## ¿Cómo se llega al objetivo?

- Baja intensidad de pastoreo
- Siempre mantener cobertura del suelo (mínimo 50%)
- Cierre de potrero previo a finalizar su ciclo
- Retiro de animales si el suelo está húmedo
- Fertilizando para reponer

## El pastoreo es secundario, caso contrario es un verdeo

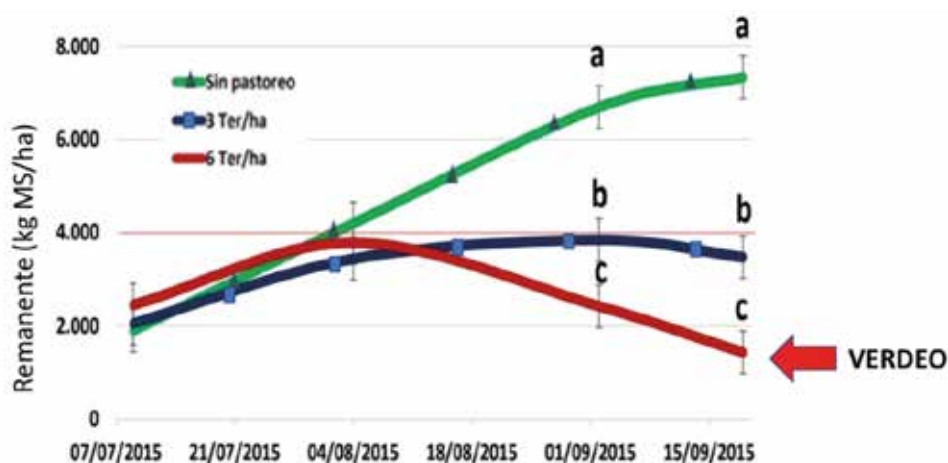


Figura 13. Evolución de disponibilidad de forraje en ensayo de pastoreo de cultivos de servicio de avena con tres tratamientos: sin pastoreo, 3 terneros ha-1 y 6 terneros ha-1. Mahilos y Presno, 2017.



## ¿Qué sucede si no se controla el pastoreo de los cultivos de servicio?

**VERDEO**

Fecha	Cobertura	3 terneros/ha	6 terneros/ha	E.E.	p-valor
26/11/2015 (20 dps)	92,72 a	79,69 a	51,19 b	4,01	0,0001
8/12/2015 (30 dps)	95,79 a	91,12 a	70,37 b	3,14	0,0001

Tabla 2. Porcentaje de cobertura del suelo a los 20 y 30 días después de la siembra de soja. Mahilos y Presno, 2017.

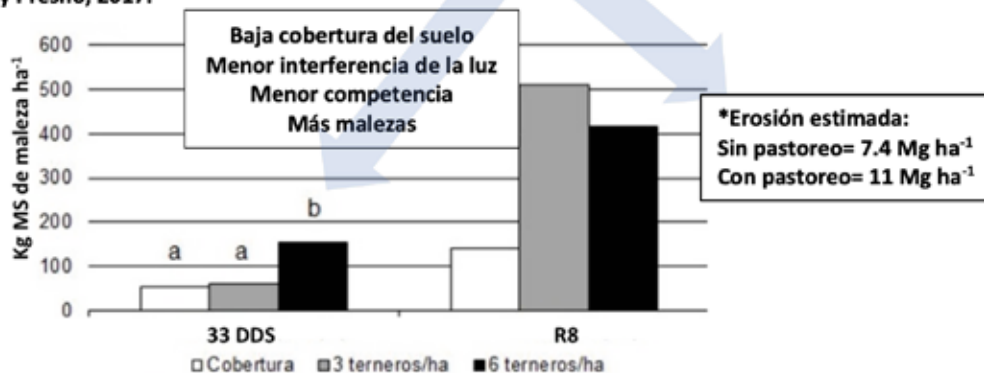


Figura 14. Materia seca de malezas (principalmente carnífera) a los 33 días después de la siembra de soja y en el estadio R8. Letras en minúscula indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre columnas para un mismo período. Mahilos y Presno, 2017.



Figura 15. Efecto del pastoreo del cultivo de servicio sobre la resistencia a la penetración del suelo (0-60 cm) 9 días post siembra de soja. Línea punteada indica valores críticos de resistencia a la penetración por encima de los cuales se limita el crecimiento de las raíces de soja. Correa y Zaavedra, 2017.



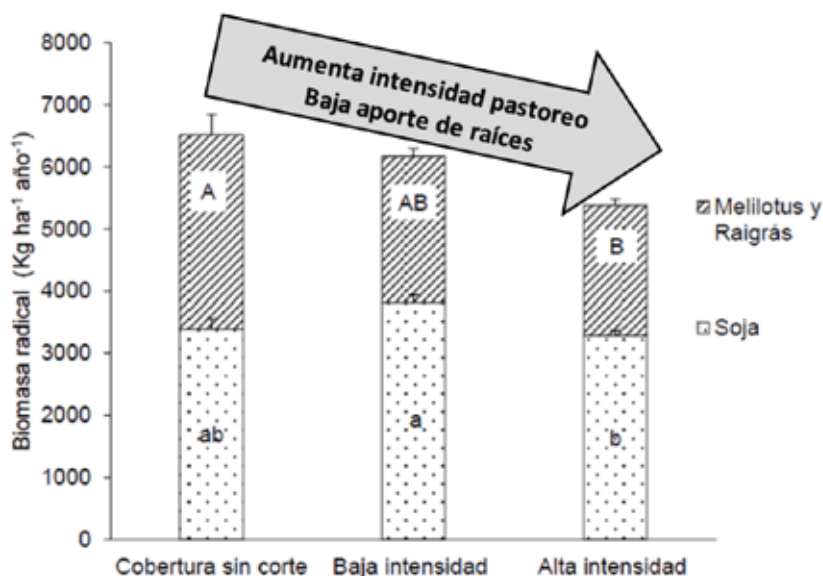


Figura 16. Biomasa radical promedio de mellilotus y raigrás en una cobertura sin corte, con baja y alta intensidad de corte. Letras minúsculas y mayúsculas indican diferencias significativas entre biomasa radical de soja y del promedio de los cultivos de servicio (mellilotus y raigrás), respectivamente, según el corte. Girard (2017).

Cuando los pastoreos realizados de los cultivos de servicio son desmedidos, se debe tener claro que estos no van a cumplir con los objetivos por los cuales fueron sembrados, que es proveer de servicios ecosistémicos como el control de la erosión, el aporte de carbono, control de malezas, entre otros.

### 3.4. Fertilización de los cultivos de servicio

Aunque no existe información generada a nivel nacional, adelantar la fertilización del cultivo de renta puede ser una buena estrategia de manejo de los cultivos de servicio cuando se prevé un año sin deficiencias hídricas y, por ende, el riesgo de generar un déficit hídrico en el cultivo de renta por consumo de agua es menor.

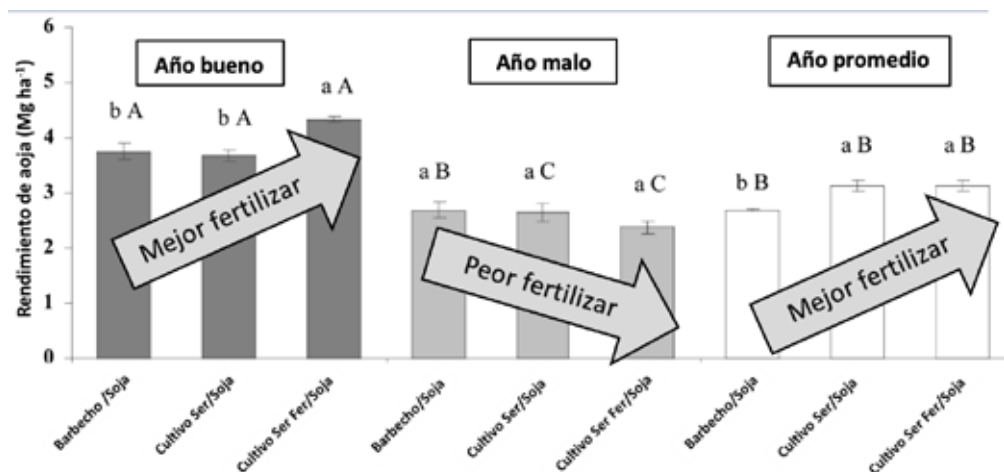


Figura 17. Rendimiento de soja (Mg ha<sup>-1</sup>) durante tres años (2010, 2011 y 2012) para tres secuencias de cultivo: Barbecho/Soja; cultivo de servicio/soja; Cultivo de servicio fertilizado con N/soja en Balcarce, Argentina. Las letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas (p<0,05) entre las secuencias de cultivo. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas (p<0,05) entre años. Cultivo de servicio= Avena sativa. Parcelas. Restovich et al., 2012.

## 4. Productividad en respuesta al manejo de los cultivos de servicio

Una buena estrategia de manejo de los cultivos de servicio puede afectar positiva o negativamente el rendimiento del cultivo de renta siguiente.

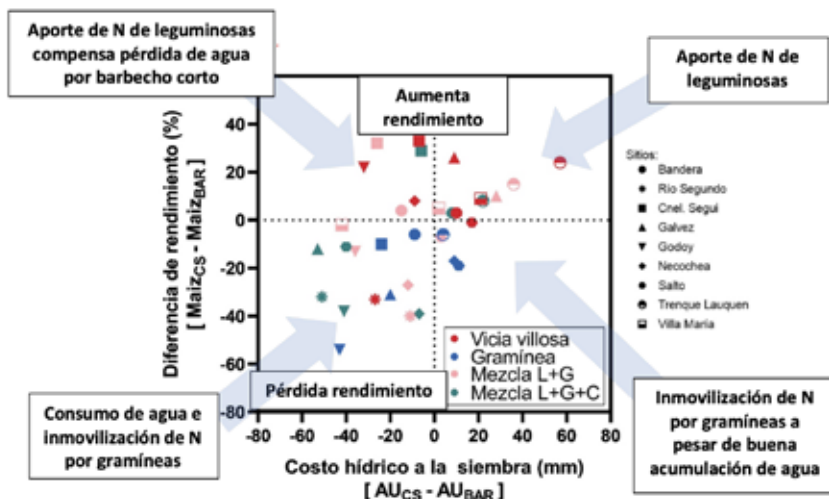


Figura 18. Respuesta en maíz (%) en función del costo hídrico (negativo= indica menos agua a siembra que barbecho invernal; positivo= indica más agua a siembra que en barbecho invernal), para distintas especies y mezclas de cultivos de servicio (G= gramínea; L= Leguminosas; C= Crucíferas). Chacras comerciales sin napa de la Red de Cultivos de servicio de AAPRESID, Argentina.

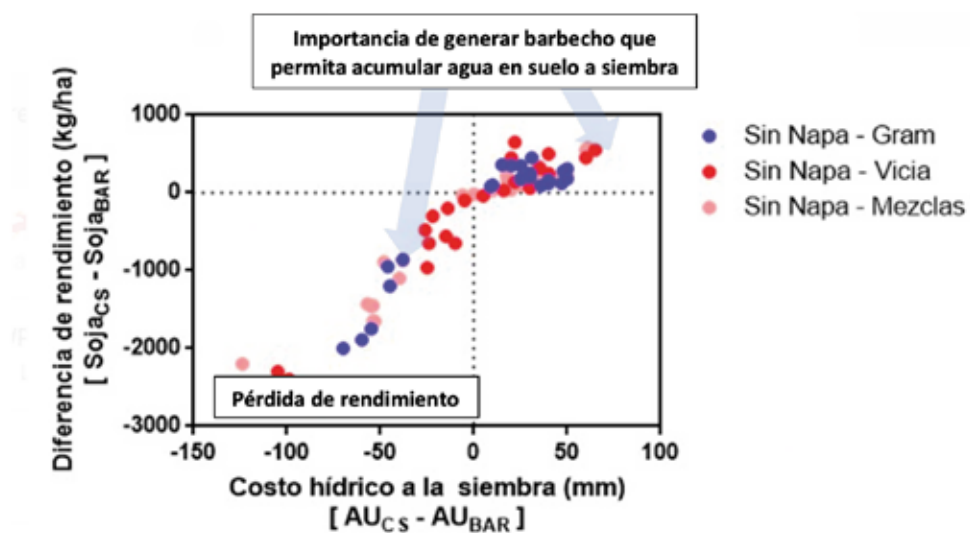


Figura 19. Respuesta en soja (kg/ha) en función del costo hídrico (negativo= indica menos agua a siembra que barbecho invernal; positivo= indica más agua a siembra que en barbecho invernal), para distintas especies y mezclas de cultivos de servicio (G= gramínea; L= Leguminosas; C= Crucíferas). Chacras comerciales sin napa de la Red de Cultivos de servicio de AAPRESID, Argentina.

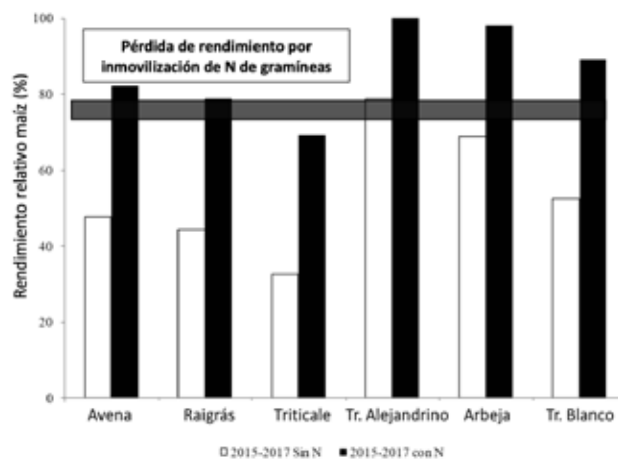


Figura 20. Respuesta medida en rendimiento relativo en maíz (%) para tres años (2015, 2016 y 2017) en función del cultivo de servicio utilizado en situaciones con agregado de nitrógeno (barras negras) y sin agregado de nitrógeno (barras blancas). Parcelas EEMAC.



## Síntesis del ciclo de jornadas

Las estrategias de producción deben enfocarse en proveer de servicios a nuestros sistemas agrícolas (control de erosión, aporte de carbono, control de malezas, etc) y a la sociedad (reducción de gases de efecto invernadero, aporte de agua limpia) sin limitar la capacidad de producir alimentos.

A lo largo de las 5 jornadas se estima que asistieron más de 150 personas, lo que demostró el interés de los productores y técnicos por lograr una agricultura sostenible. Sin embargo, hay mucho trabajo por delante. El ciclo de jornadas dejó en evidencia la necesidad de profundizar en la transferencia de conocimientos asociados al manejo agronómico de los cultivos de servicio y de las posibilidades que estos les ofrecen a los sistemas agrícolas.

Un aspecto clave es que cada cultivo de servicio ofrece distintos servicios ecosistémicos y que para su elección es necesario identificar las necesidades del sistema en el que será incorporado. Siendo preciso aclarar que lograr los objetivos por los cuales fue sembrado siempre dependerá de un buen manejo agronómico.

Fue un gusto haberlos recibido en el ciclo de jornadas “Agricultura mientras el suelo lo permita”, las primeras del FPTA de “Cultivos de servicio”.

Esperamos volverlos a ver para discutir nuevas experiencias y avances de resultados.

Saludos,  
**Santiago Álvarez**  
 Coordinador FPTA 357

## Bibliografía consultada

Ahunchain, J., Felló, L., Soba, M. (2022). Cobertura del suelo, captura y uso de la radiación y el agua, por vicia y centeno como antecesores de soja. Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Udelar.

Bommarco, R., Kleijn, D., & Potts, S. G. (2013). Ecological intensification: Harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology and Evolution*, 28(4), 230–238. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.10.012>

Bosaz, L., Piñeiro, G., Priscilla, P., Della Chiesa, P. (2022). Red de Cultivos de Servicio Aapresid – Basf. Consulta WEB. <https://www.aapresid.org.ar/sistema-chacras/redes/red-cultivos-servicios-aapresid-basf>

Correa, M., Saavedra, D. (2017). Cuantificación del impacto de diferentes coberturas invernales sobre algunas propiedades dinámicas del suelo y el comportamiento agronómico en el cultivo de soja. Tesis de grado, Facultad de Agronomía, Udelar.

Ernst, O. R., Dogliotti, S., Cadenazzi, M., & Kemanian, A. R. (2018). Shifting crop-pasture rotations to no-till annual cropping reduces soil quality and wheat yield. *Field Crops Research*, 217(November 2017), 180–187. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.11.014>

García-Préchac, F., Ernst, O., Siri-Prieto, G., & Terra, J. A. (2004). Integrating no-till into crop-pasture rotations in Uruguay. *Soil and Tillage Research*, 77(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.still.2003.12.002>

Girard, R. (2017). Efecto de cultivos de cobertura con diferentes manejos de corte sobre distintas fracciones del C de suelo. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNER.

Mailhos, M., Ramos, M. (2017). Efecto del cultivo cobertura con y sin pastoreo sobre las propiedades físicas del suelo y rendimiento de la soja posterior. Tesis de grado, Facultad de Agronomía, Udelar.

Mazzilli, S., Echeverría, J., Kemanian, A., Buffa, I., Bugarín, G., Ernst, O. (2018). Sustentabilidad ambiental y económica en predios agrícola-ganaderos: Un sistema de indicadores objetivos aplicable en el campo. INIA-FPTA No. 327. Serie Técnica FPTA No. 65. ISBN: 978-9974-38-397-5.

Rimski-Korsakov, H., Alvarez, C.R., Lavado, R.S., 2015. Cover crops in the agricultural systems of the Argentine Pampas. *J. Soil Water Conserv.* 70, 134A–140A. <http://dx.doi.org/10.2489/jswc.70.6.134A>



CULTIVOS  
DE SERVICIO

18 de Julio 291 – Mercedes. Uruguay

Teléfono: +598 453 24567  
E-mail: [ausid@ausid.com.uy](mailto:ausid@ausid.com.uy)