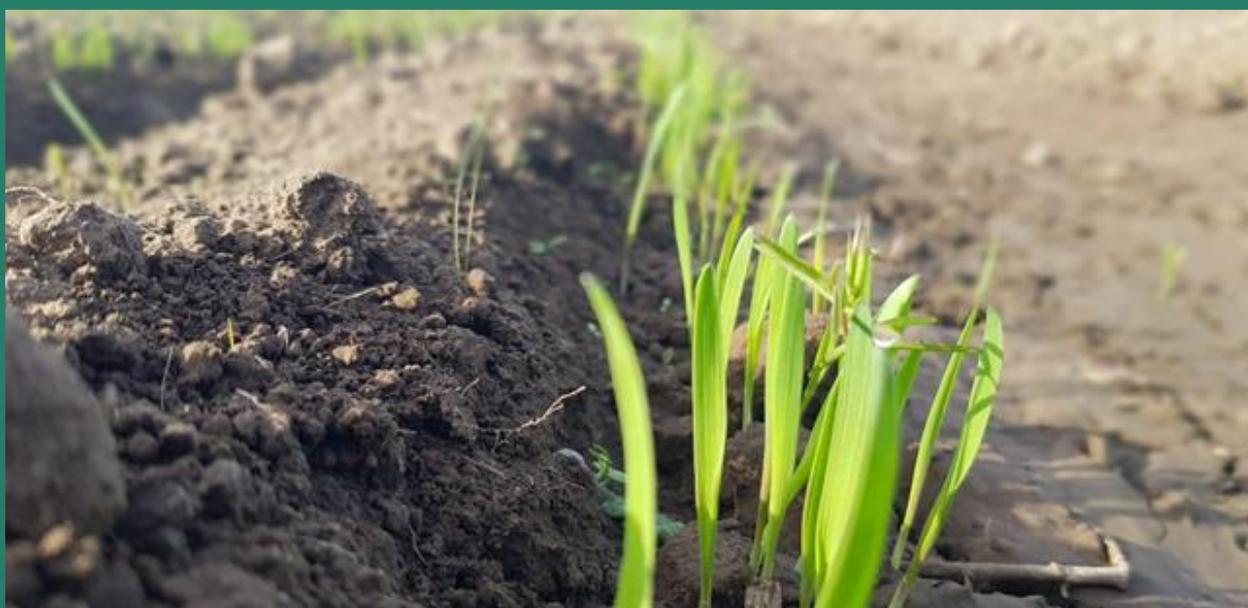


# **INTRODUCCIÓN DE CULTIVOS DE SERVICIOS EN SISTEMAS HORTÍCOLAS COMERCIALES DE LAS LOCALIDADES DE RÍO SEGUNDO Y PILAR, CÓRDOBA.**

## **Investigación Acción Participativa**



**Luis Narmona, Lucas Küttel, Liliana Pietrarelli,  
Adriana Garello, Virginia Viale, Ana Arrascaeta,  
José Luis Martínez, Roxana Rodríguez, José Luis Cardozo,  
Lorena Torrez Gareca, Leandro Farfán, Sonia Rodríguez,  
Mario Méndez y Evangelina Arguello Caro**

**Informe Técnico. Periodo Abril 2023- Abril 2024**

**Introducción de cultivos de servicios en sistemas hortícolas comerciales de las localidades de Río Segundo y Pilar, Córdoba. Investigación Acción Participativa**

**Luis Narmona, Lucas Küttel, Liliana Pietrarelli, Adriana Garello, Virginia Viale, Ana Arrascaeta, José Luis Martínez, Roxana Rodríguez, José Luis Cardozo, Lorena Torrez Gareca, Leandro Farfán, Sonia Rodríguez, Mario Méndez y Evangelina Arguello Caro**

**Palabras claves:** abono verde, fertilidad del suelo, materia orgánica, diversificación, rediseño de sistemas, resiliencia, estabilidad estructural, sanidad de cultivos, manejo ecológico del suelo, productividad, IAP, Organizaciones de productores hortícolas, investigación y extensión.

**Actividad financiada por:**

2023-PD-L01-I074. Bases ecológicas y epidemiológicas para el diseño de estrategias de manejo de plagas agrícolas y forestales. Cartera INTA 2023-2027

2023-PD-L02-I 091 Adaptación a la variabilidad y al cambio global: herramientas para la gestión de riesgos, la reducción de impactos y el aumento de la resiliencia de socio ecosistemas. Cartera INTA 2023-2027

**Equipo de trabajo**

**INTA**

Luis Narmona (CIAP-IPAVE)

Lucas Küttel (CIAP-IPAVE)

Adriana Garello (AER Oncativo)

Virginia Viale (CIAP-IFRGV)

Ana Arrascaeta (EEA Manfredi)

Evangelina Arguello Caro (CIAP-IPAVE)

**Facultad de Cs. Agropecuarias-UNC**

Liliana Pietrarelli

**Federación rural para la producción y el arraigo**

José Luis Martínez, Roxana Rodríguez, José Luis Cardozo, Lorena Torrez Gareca, Leandro Farfán, Sonia Rodríguez, Mario Méndez

**Equipo revisor:**

José Villacide (EEA Bariloche – INTA)

Julio César Catullo (CIAP - INTA)

**Prólogo:**

La producción agropecuaria en los espacios periurbanos posibilita, además de la seguridad y soberanía alimentaria, la provisión de una variedad de servicios ecosistémicos que resultan de gran importancia para la sostenibilidad del territorio.

Actualmente en Argentina, al igual que en muchos países del mundo, estos espacios de interfase entre lo urbano y lo rural se ven amenazados por un creciente avance de la frontera urbana y de la agricultura extensiva. A ello se suman restricciones en el uso de insumos de síntesis química, degradación física, química y biológica de los suelos, pérdidas de rendimiento por efecto de enfermedades y plagas y pérdidas económicas por eventos meteorológicos extremos y por derivas de la aplicación de agroquímicos de campos extensivos. Estas problemáticas, en combinación con la precariedad en el acceso a la tierra y al agua, favorecen el desplazamiento de familias agricultoras y la pérdida de identidad cultural.

En este contexto, el Equipo de Periurbanos y Agroecología (EPA) trabaja en el cinturón verde de la ciudad de Córdoba de manera interinstitucional y transdisciplinaria, y está conformado por investigadores/as y extensionistas de instituciones públicas. Este equipo continúa generando conocimientos, evidencias científicas e innovaciones socio-técnicas e institucionales desde 2017 enmarcados en el paradigma de la agroecología.

Conscientes de la importancia de compartir las experiencias, los nuevos conocimientos y los avances en el desarrollo del equipo, a lo largo de todos estos años presentamos una serie de informes técnicos que esperamos resulten útiles para productores, técnicos, estudiantes y profesionales interesados en fortalecer sistemas agroalimentarios sostenibles.

Julio César Catullo

## **INTRODUCCIÓN:**

### **Contexto territorial y de inicio del proceso de investigación acción participativa**

El presente informe técnico es producto del trabajo que el Equipo de Periurbanos y Agroecología (EPA) viene realizando en el territorio de la Región agroalimentaria de la ciudad de Córdoba (RAC) (Giobellina, 2018), desde el año 2017 mediante la aplicación de la metodología de Investigación Acción Participativa (IAP) en quintas hortícolas de la RAC (Catullo et al., 2020). El mismo procura ser un aporte en la generación de conocimientos acerca de los cultivos de servicios como herramientas de un manejo ecológico del suelo que permita mejorar las condiciones de fertilidad del mismo así como incrementar la diversidad planificada dentro de los sistemas productivos.

La horticultura en la RAC es una actividad relevante y de acuerdo con Giobellina et al., 2022 la RAC cuenta con 236 unidades productivas de agricultura diversificada (unidades con más de tres especies hortícolas anuales) que ocupan 2.166 hectáreas. Se cultivan 28 especies hortícolas con una organización productiva intra-quinta caracterizada por una alta diversificación con mucha relevancia en hortalizas de hoja y crucíferas. Según el trabajo mencionado también existen 42 unidades dedicadas a la producción de papa en la zona sur de la RAC, totalizando 7.637,28 hectáreas y 137 lotes en total.

La actividad hortícola depende de la aplicación de fertilizantes de síntesis química y de enmiendas orgánicas, principalmente estiércol proveniente de la industria avícola, para sostener la disponibilidad de nutrientes necesarios para la producción. En el 92 % de los casos relevados se utilizan fitosanitarios y fertilizantes de síntesis química (fertilizantes el 86 % de los casos relevados, fungicidas el 85 %, insecticidas el 85 % y herbicidas el 84 %) (Giobellina et al., 2022).

Los espacios dedicados a la producción frutihortícola de proximidad sobrellevan diferentes cambios asociados a problemas de distinto origen. Dentro de los factores exógenos se pueden citar el crecimiento de las ciudades y el avance de los cultivos extensivos que disminuyen la cantidad de tierra disponible y, como factor interno, la agricultura convencional que deteriora las condiciones de los suelos acelerando la pérdida de estructura, fertilidad y capacidad productiva (baja la calidad del suelo) (Ferrer et al., 2023).

Desde el paradigma de la agroecología se busca restaurar la fertilidad de los suelos de manera integral y reducir la dependencia de insumos externos al sistema aplicando el principio de "Regeneración y cuidado del suelo" (Marco Conceptual de La Agroecología, 2023). Éste busca orientar la planificación y diseño del sistema de producción agropecuaria y las decisiones económico-productivas, en función del cuidado y recuperación del suelo y su diversidad y actividad biológica. Para ello, es esencial en el rediseño del sistema de producción, incluir especies vegetales recuperadoras de la fertilidad biológica, mantener el suelo cubierto con cultivos, planificar las labranzas para minimizar sus impactos negativos e integrar la agricultura con la ganadería

Se reconoce que la agroecología es una herramienta sumamente importante para la adaptación y mitigación al cambio climático (Altieri & Nicholls, 2013), por lo tanto, el desarrollo de este enfoque productivo en el territorio es de interés creciente de productore/as y para ello deben iniciar un proceso de transición en sus sistemas productivos. Desde una definición muy simple podemos considerar la transición agroecológica como el proceso de transformación de los sistemas convencionales de producción hacia sistemas de base agroecológica (Guillermo Cap et al., 2012). Este proceso comprende no solo elementos técnicos, productivos y ecológicos, sino también aspectos socioculturales y económicos del agricultor, su familia y su comunidad. Según (Gliessman et al., 2007) desde el punto de vista metodológico, y contemplando el panorama general de la alta complejidad con la que funcionan los sistemas de producción agrícola, la contribución de la Agroecología para alcanzar cada vez más y más sostenibilidad en los sistemas agrícolas prevé el establecimiento de etapas de conversión, evolución o de transformación desde sistemas convencionales a agroecológicos.

Desde esta perspectiva el presente trabajo aborda la generación de conocimientos sobre la incorporación de cultivos de servicios (Piñeiro et al., 2021) en quintas hortícolas de la RAC tomando en consideración las inquietudes de los productores en relación con la fertilidad de los suelos. Los cultivos de servicio se siembran con otro fin al de producción (abonos verdes, cultivos de cobertura, cultivos trampa, laboreadores biológicos, entre otros), y se denominan de esa forma porque además de resaltar la multifuncionalidad, proporcionan un marco ecológico que permite hacer foco en el ecosistema y en los servicios que brinda. Las diferentes especies de cultivos de servicios, mediante diversas estrategias, pueden restaurar servicios ecosistémicos que suelen perderse bajo la agricultura continua y que impactan a diferentes escalas de tiempo y espacio (Pinto & Piñeiro, 2018). Como ya se ha mencionado anteriormente, los cultivos de servicios pueden ser usados como abono verde (AV). Los Abonos Verdes (AAVV) son cultivos que se siembran en rotación y/o asociación con un cultivo comercial, son incorporados al suelo *in situ*, con el objetivo de mantener, mejorar o restaurar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Labrador, 2012). Además, en ocasiones, estos cultivos pueden ser utilizados, antes de su incorporación, como alimento de animales o para consumo humano. En este sentido (Prager Mósquera et al., 2012) resalta el carácter multipropósito de los AAVV. Los cultivos de servicios pueden sembrarse solos o en mezclas de especies, la siembra de cultivos de servicios que combinen especies de distintas características contribuye a una provisión de servicios ecosistémicos más diversa (Pinto & Piñeiro, 2018). Las leguminosas establecen una relación simbiótica con rizobios, bacterias que convierten el nitrógeno atmosférico en formas útiles para las plantas (Lapa Unocc et al., 2023). Este proceso es muy eficiente en suelos con ciertas deficiencias del nutriente. Según Rochester & Peoples, 2005, de la acumulación total de N en la biomasa de vicia, entre el 75% - 90% deriva de la fijación biológica de N. Por ello, es importante asegurar la presencia de la bacteria en siembras de vicia mediante la inoculación de la semilla (Rochester & Peoples, 2005).

### Los objetivos planteados en este trabajo son:

1. Incrementar la diversidad vegetal planificada en sistemas productivos hortícolas comerciales de la RAC.
2. Evaluar el efecto de la consociación de los cultivos de *Avena sp.* y *Vicia villosa* para su uso como cultivos de servicio sobre la fertilidad de los suelos y la productividad del cultivo posterior.
3. Evaluar la percepción de los productores sobre la incorporación de esta tecnología en el manejo del suelo en el sistema productivo y sus beneficios sobre la fertilidad del suelo, regulación de problemas sanitarios y la productividad del cultivo posterior.

### MATERIALES Y MÉTODOS:

Los ensayos se realizaron mediante la metodología de Investigación Acción Participativa (IAP) que promueve el intercambio entre el equipo técnico (extensionistas e investigadores) y el productor en diferentes instancias como el diseño del ensayo, ejecución y análisis de resultados para la generación compartida de conocimientos (Catullo et al., 2020).

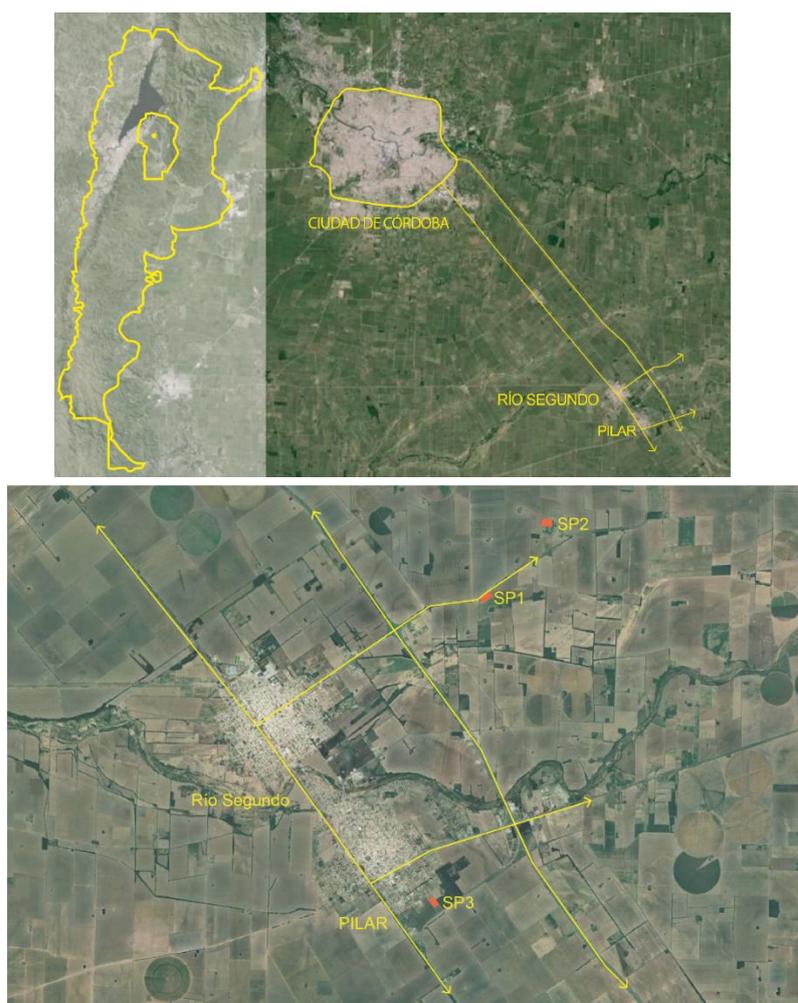
El punto de partida de esta experiencia fue el taller de planificación de ensayos realizado el 21/04/2023, en el marco de la Mesa Agroclimática y Ambiental (MACA) de Río Segundo-Pilar (Córdoba), espacio multiactoral territorial que nuclea a productores e instituciones de orden local, provincial y nacional para abordar desafíos que plantea el cambio climático global, así como otros problemas que afectan al sector hortícola comercial en estas localidades (Giobellina et al., 2022). Del mismo participaron más de 20 productores que compartieron una presentación de una experiencia realizada en un sistema productivo de la localidad con resultados promisorios.

Como producto de esa actividad surgieron tres productores interesados en experimentar con la tecnología de cultivos de servicios. Así se comenzó el trabajo identificando las motivaciones particulares por las cuales cada productor/a decidió participar del proceso de investigación (Tabla 1).

**Tabla 1: Pregunta de investigación/Motivaciones de los productores/as para participar de los ensayos.**

Sistema Productivo (SP)	Pregunta/motivación para participar
SP1	Probar la tecnología en su quinta como herramienta para avanzar en la transición a la agroecología.
SP2	Recuperar un lote con baja fertilidad, compactación, dificultad para el riego y problemas sanitarios recurrentes en cultivo de coles.
SP3	Recuperar un lote con baja productividad hortícola.

Los sistemas productivos están ubicados en las localidades de Río Segundo y Pilar, Dpto. Río Segundo, Provincia de Córdoba (Figura 1). De acuerdo con las cartas de suelos de la Provincia de Córdoba, el área que comprende la zona de estudio corresponde a la unidad climática del dominio semi-seco, con tendencia al semi-húmedo de las planicies centrales, con baja deficiencia de agua (menos de 100 mm) (INTA-Centro Regional Córdoba et al., 2020). El régimen térmico es templado; la temperatura media anual es de 17,7°C. La temperatura media del mes más caluroso (diciembre) es de 23,2°C, y la correspondiente al mes más frío (julio) es de 9,6°C. En consecuencia, la amplitud térmica anual resulta ser de 13,6°C. El período libre de heladas es en promedio de 263 días. La precipitación promedio en la localidad de Pilar en el período 1961 al 2014 fue de 782 mm, en el balance hídrico para ese periodo hay leves desequilibrios negativos en los meses invernales, siendo el déficit promedio anual de 83 mm. Cabe mencionar que en esa serie de años hubo un incremento de las precipitaciones en su última década, que hizo disminuir el déficit hídrico, pero según datos actuales de SISSA (Sistema de información para sequías del Sur de Sudamérica), que toma registros del Observatorio Hidrometeorológico de Pilar, el índice SPEI (Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración) para los últimos 4 años se cataloga como sequía extrema.



**Figura 1 y 2: Ubicación geográfica de los sistemas hortícolas donde se realizaron los ensayos de investigación acción participativa con cultivos de servicios.**

De acuerdo con la ubicación de los sistemas productivos (Fig. 1 y 2), la caracterización del suelo del SP1 y SP2 se encuentran en la hoja Villa del Rosario 3163-26 y el SP3 en la hoja Oncativo 3163-32 (INTA-Centro Regional Córdoba et al., 2020). Son suelos Haplustoles típicos, con clase de suelo III, y la capacidad de uso del SP 1 y 3 es IIIc, suelos en los cuales el clima es la mayor limitante. El SP2 con capacidad de uso IIIw incluye suelos que presentan drenaje pobre, humedad excesiva, capa freática alta y/o peligro de anegabilidad.

**Tabla 2: Caracterización de los suelos de los sistemas productivos de acuerdo a las cartas suelo de IDECOR.**

SP1	SP2	SP3
Corresponde a la serie Villa del Rosario: suelos profundos, bien a algo excesivamente drenados, desarrollados a partir de sedimentos loésicos de textura franco-limosa, vinculados a lomas extendidas casi planas. Son suelos poco desarrollados que presentan un horizonte superficial (A) de 22 cm de espesor, de textura franco-limosa y estructura en bloques moderados, bien provistos en general de materia orgánica.	Corresponde a la asociación de un 50% de las series Manfredi y Reyna, esta asociación está presente en las líneas de escurrimiento o vías de desagüe bien manifiestas que cortan las lomas planas. En años lluviosos pueden presentar limitaciones debido al drenaje, encharcándose durante cortos períodos, pero en años secos, estas condiciones pueden ser beneficiosas.	Corresponde a la serie Oncativo con suelos profundos, bien a algo excesivamente drenados, desarrollados sobre materiales franco-limosos que ocupan las lomas muy extendidas, casi planas. La capa arable o suelo superficial (horizonte A) tiene 23 cm de espesor, de textura franco-limosa y estructura en bloques moderados, regularmente provisto de materia orgánica.

### Diseño de los ensayos

Se utilizaron como cultivos de servicio una consociación de *Avena sp* y *Vicia villosa* con una proporción de 70 Kg/ha de avena y 30 Kg/ha de vicia, en los tres sistemas productivos hortícolas. Las mismas se sembraron en parcelas seleccionadas en forma consensuada con el productor sin alterar sus esquemas habituales de producción.

La siembra se efectuó al voleo o en líneas, en bordos distanciados a 0,7 metros entre sí, para poder regar por surco, según el criterio de cada productor.

Se estableció que el manejo del cultivo de servicio (en relación con la decisión de dejarlo como cobertura o su incorporación como abono verde) sería tomada por cada uno de los productores. Previo a la siembra y la mezcla de las especies, se inoculó la semilla de *Vicia villosa* con un inoculante a base de *Rhizobium leguminosarum* marca "Nitrasoil" con una dosis de 50 ml/50 Kg de semillas (Figura 3).



**Figura 3: Procedimiento de inoculación de semillas de Vicia villosa previo a realizar la mezcla con semillas de Avena para la siembra del cultivo de servicio consociado.**

A continuación, se describen las diferentes modalidades de siembra y manejo del cultivo de servicio en los tres sistemas productivos.

**Tabla 3: Método de siembra y manejo del cultivo de servicio.**

	SP1	SP2	SP3
<b>Siembra</b>	En suelo labrado se realizó la siembra en forma manual, en líneas a chorrillo, en bordos separados a 0,7m. Dos líneas por bordo.	Siembra manual, en líneas sobre bordos del cultivo anterior que aún estaba en pie (coliflor, en suelo sin remoción).	En suelo labrado se realizó la siembra manual al voleo sobre bordos separados 0,7m.
<b>Aplicación de enmiendas y fertilizantes</b>	No	Estiércol de pollo en noviembre de 2022.	No
<b>Cultivo Antecesor</b>	Lote sin cultivar durante 10 años. Se inicia con horticultura en 2023, año en que la familia productora alquila el lote.	Coliflor	Zapallito de tronco
<b>Riego</b>	Por surco, se realizaron 5 riegos durante todo el ciclo de cultivo.	Por surco, 10 riegos en el ciclo.	Por surco, 8 riegos en el ciclo.

<b>Manejo de Malezas e insectos:</b>	No se aplicaron productos químicos o biológicos y se hizo control manual de malezas.	No se realizó ninguna práctica.	No se realizó ninguna práctica.
<b>Fecha de siembra e incorporación al suelo del cultivo de servicio.</b>	Siembra: 19/5/2023 Incorporación: 10/10/2023 Duración ciclo: 144 días.	Siembra: 19/05/2023 Incorporación: 1/11/2023 Duración ciclo: 165 días.	Siembra: 19/05/2023 Incorporación: 15/11/2023 Duración ciclo: 179 días.
<b>Mecanismo de incorporación</b>	Cinco pasadas de rastra de disco. Dos pasadas para que la biomasa verde se seque y las otras tres para incorporarlo.	Una pasada de corta picadora o desmalezadora y luego 3 pasadas de rastra de discos para incorporar el material.	Con rastra de discos.



**Figura 4: Proceso de siembra y ciclo de los cultivos de servicio en los sistemas productivos. A: Siembra, B: Emergencia, C: Estado de los lotes luego de la incorporación del AV.**



**Figura 5: Prácticas de medición de fertilidad física de los suelos con productores. A y B: medición de la resistencia a la penetración mediante penetrómetro digital (A) y penetrómetro manual (B). C: determinación de estabilidad estructural. D: Determinación de capacidad de infiltración (CI) del suelo.**

**Variables evaluadas:**

Durante el transcurso de la experiencia se determinaron variables edáficas, producción de biomasa, diagnóstico sanitario y se estableció la percepción de los productores sobre productividad de los cultivos.

**Variables edáficas:** Para evaluar el efecto del cultivo de servicio sobre la fertilidad física y química del suelo se realizaron mediciones previo a la siembra y después de la incorporación de la biomasa del cultivo de servicio (AV). Fecha inicial de muestreo en los tres sistemas productivos fue el 19/05/2023 Las muestras finales fueron para el SP1 el 2/11/2023 (23 días después de la incorporación del abono verde) y para el SP2 el 13/12/2023 (43 días después de la incorporación del abono verde). En el Sistema Productivo 3 no se realizaron mediciones del efecto de la incorporación del AV debido a que la familia productora nos informó que no les renovaban el contrato de alquiler del lote.

Para evaluar fertilidad física se realizaron evaluaciones simples a campo (Alessandria et al., 2005) con los/as productores tales como: Textura, Infiltración, Estabilidad Estructural (EE) y Penetrometría (Figura 5). En el caso de la EE se tomaron muestras compuestas a nivel

superficial (0 a 10 cm) y profundo (20 a 30 cm) para su posterior procesamiento en laboratorio de acuerdo con la metodología y valoración propuestos por (Alessandria et. al., 2005).

Para evaluar la fertilidad química se analizaron los siguientes parámetros: Materia Orgánica (%), Carbono Orgánico (%), Nitrógeno total (%), Relación C/N, Nitratos (ppm), Fósforo (ppm), Sulfatos (ppm), pH y Conductividad Eléctrica (dS/m). Se tomaron muestras compuestas con barreno recorriendo cada lote en zig-zag a una profundidad de 10 cm. Las determinaciones fueron realizadas en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA) de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC).

### **Producción de biomasa aérea y materia seca/ha**

El corte del ciclo del cultivo de servicio se realizó en el momento de floración. La extracción de las muestras de biomasa, se realizaron en 3 sitios diferentes en cada una de las parcelas: inicio, medio y final del surco, con dos repeticiones en cada sitio (Figura 6). En el SP1 se realizó a los 137 días después de la siembra (3/10/2023); en el SP2 a los 158 días después de la siembra (27/10/2023) y en el SP3 a los 171 días después de la siembra (10/11/2023). El corte de la biomasa aérea verde de cada sitio se realizó con una cuadrata de 0,5 m<sup>2</sup>, luego de pesar el material verde, se extrajo una alícuota al azar a fin de determinar en estufa 70 °C el contenido de materia seca (Ruolo Maria Soledad, 2017) .



**Figura 6: Medición de producción de biomasa aérea y materia seca realizando toma de muestras de biomasa aérea antes de realizar la incorporación al suelo del AV.**

### Diagnóstico sanitario del cultivo posterior:

En el sistema productivo 2, debido a que una de las motivaciones de la familia productora era evaluar el efecto del cultivo de servicio sobre la sanidad de los cultivos posteriores, se realizó una visita al final del ciclo del cultivo posterior *Brassica oleracea* (Brócoli) para evaluar su estado sanitario. Ante la aparición de problemas sanitarios, se tomaron muestras de plantas sintomáticas para establecer un diagnóstico presuntivo de hongos por: a) Observación directa: observación de las lesiones, sin incubación, bajo lupa estereoscópica, aumento 20x. b) Disección: la disección longitudinal del tallo en la zona media y cuello de raíz para evaluar presencia de daños vasculares.

### Productividad del cultivo posterior:

Se analizó y registró la percepción sobre la tecnología de cultivos de servicios, a través de entrevistas a las familias productoras y se utilizaron notas de campo sobre la productividad del cultivo posterior al cultivo de servicio, en comparación con el rendimiento promedio de los mismos en cada quinta.

Se recomendó a los productores la realización de cultivos cabeza de rotación luego de la incorporación del AV tales como hortalizas de fruto y/o coles como repollo brócoli o coliflor. (Sauca & Urabayan, 2005).

## RESULTADOS

### Producción de biomasa aérea y materia seca/ha:

Los datos obtenidos de biomasa aérea y materia seca (expresada en % y en kg MS/ha) del cultivo consociado de *Avena* y *Vicia villosa* se detallan en la Tabla 4.

**Tabla 4: Producción de biomasa aérea y contenido de Materia Seca (MS) del cultivo de servicio.**

SISTEMAS PRODUCTIVOS	Biomasa aérea kg/ha	% Materia Seca	kg MS/ha
1	35330,00	23,43	8277,82
2	27126,70	23,70	6429,03
3	24543,30	25,90	6056,13

En relación a la MS/ha se observó una producción similar a lo previamente reportado por Ponce & Ahumada, 2023 para la mezcla de gramíneas con vicia en sistemas hortícolas bajo riego (3000-6000 kg/ha). Por otro lado, los valores se encuentran cercanos a los reportados para sistemas extensivos en secano (3000 y 6000 kg/ha (Restovich & Andriulo, 2013)). En consecuencia, los valores de Kg de MS/ha obtenidos muestran el potencial de la tecnología de cultivos de servicio para el manejo y fertilidad de suelos. Como explican Pérez & Marasas, 2013, el empleo de cultivos de cobertura promueve 4 servicios de regulación: control de

malezas, fuente de alimento y hospedaje para especies benéficas, aporte de materia orgánica y retención de nutrientes, y control de erosión de suelo. La provisión de estos servicios depende de la biomasa lograda en el ciclo de los cultivos utilizados (Vanzolini & Galantini, 2013). Según (Pinto & Piñeiro, 2018), la siembra conjunta de mezclas de cultivos de servicios que combinen especies pertenecientes a distintos tipos funcionales contribuye a una provisión de servicios ecosistémicos más diversa.

En estas experiencias los productores decidieron incorporar la biomasa producida por los cultivos de servicio por lo que, en adelante, nos referiremos a resultados vinculados con los abonos verdes. (Prager Mósquera et al., 2012) explica que los abonos verdes tienen como propósito principal gestionar la materia orgánica del suelo generada por el uso eficiente de la energía solar a través de la fotosíntesis, la acumulación de biomasa vegetal viva, que, en el tiempo se convierte en alimento humano, animal y/o biomasa muerta sujeta a la acción de la biota del suelo que recicla los nutrientes que contiene y los hace disponibles en el agroecosistema.

### **Fertilidad Física:**

**Estabilidad Estructural (EE):** Se observa en los resultados (Figura 7) una tendencia general en la mejora de la condición de EE con la incorporación del abono verde, que podría relacionarse con la influencia tanto de las raíces como de sus residuos (Florencia Varela et al., 2011). Esta situación es de importancia ya que la labranza convencional utilizada en los sistemas hortícolas provoca un deterioro de las condiciones físicas del suelo, entre ellas la porosidad (Gómez-Calderón et al., 2018). En cuanto a las propiedades físicas del suelo, el efecto de los cultivos de servicios también depende del nivel de deterioro que presentan los agroecosistemas. En este sentido, las gramíneas debido a sus sistemas radicales más finos pueden aumentar la agregación del suelo, que determina la tasa de infiltración del agua en el suelo y la porosidad total (Pinto & Piñeiro, 2018). Según (Ulle et al., 2013), en ensayos comparativos entre distintos cultivos de servicio como antecesores de cultivos hortícolas, demostraron que la avena genera un escenario más favorable en términos de estructura y agregación de suelos que las coberturas estivales y los barbechos desnudos.

Esta variable influye en la macroporosidad del suelo. Los macroporos son los encargados de facilitar las interconexiones para un adecuado movimiento del agua infiltrada a través del perfil, intercambio gaseoso y de propiciar un espacio adecuado para el crecimiento de las raíces (Alessandria et al., 2005)

Los resultados de estabilidad estructural tanto superficial como profunda son de tipo cualitativo e indican una tendencia (Alessandria et al., 2005) en el efecto de la incorporación del cultivo de servicio como estrategia para mejorar las condiciones del suelo (Figura 7). La escala comprende 5 situaciones: Muy buena, buena, moderada, pobre y mala.

La tendencia en la mejora de la estabilidad estructural del suelo fue percibida también por los productores, quienes a través de los registros en notas de campo manifestaron que con la incorporación de AV observaron una mejora en la esponjosidad, facilidad para realizar las labranzas de preparación del suelo para siembra o trasplante y para el desmalezado manual, mejor infiltración del agua de riego y un menor riesgo de inundación en el caso del SP3. Cabe

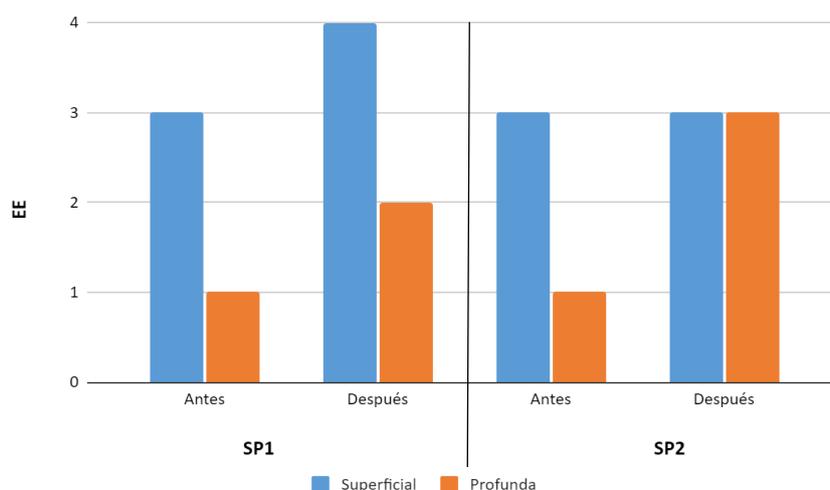
recordar que en el SP3 no se realizó la medición de esta variable, por los motivos a anteriormente mencionados.

***“Vi bastante bien, la tierra está más esponjosa. Cuando arranco un yuyo sale entero”. (SP1)***

***“El resultado fue bueno, era duro como una roca, ahora más blando, agarra más humedad. La tierra está más suelta. Antes le dimos 3-4 pasadas de rastra de disco, si pudiéramos bajar el número sería bueno. No hizo falta pasar el arado”. (SP2)***

***“No se está pudriendo el cultivo de zapallitos con las lluvias porque el suelo está más blando” (SP3)***

Estas observaciones, sumadas a la tendencia de los datos medidos, permiten considerar el potencial de los abonos verdes como herramienta para el mejoramiento de la fertilidad física de estos suelos hortícolas, posicionando a la tecnología como una opción a considerar en el manejo ecológico del suelo.



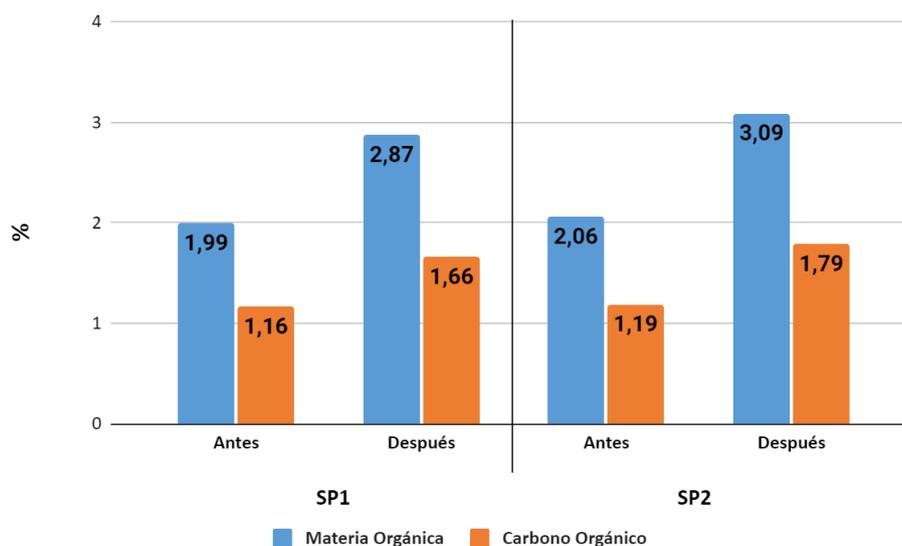
**Figura 7: Estabilidad estructural (EE) superficial y profunda previa a la siembra del cultivo de servicio y posterior a su incorporación. SP1: sistema productivo 1; SP2: sistema productivo 2.**

#### **Fertilidad Química:**

#### **Materia orgánica y Carbono orgánico:**

En relación a la MO y CO se observó un aumento posterior a la incorporación del abono verde para los SP 1 y 2 (Figura 8). Para el caso del SP1, la materia orgánica registró un aumento del 44% y el carbono orgánico un 43% respecto de los valores iniciales (Figura 8). Es de destacar que antes de comenzar el ensayo el valor de MO era inferior al esperado tomando de referencia los valores publicados en la carta de suelos para la serie Villa del Rosario (2.18%).

En el caso del SP2, la observación fue similar, donde luego de la incorporación del AV registró un aumento del 50% de la MO y de CO con valores superiores a los de referencia de la correspondiente carta de suelos (2,98% y 1,73 respectivamente). Estos resultados concuerdan con (Prager Mósquera et al., 2012), quienes proponen que los AV incrementan el contenido de materia orgánica estable en el tiempo y materiales orgánicos rápidamente mineralizables que mejoran la disponibilidad de nutrientes. Según (Ullé & Diaz, 2018), en experimentos de largo plazo después de 18 años de aportes en la secuencia de consorcios, avena- vicia, seguida de maíz-caupí, se lograron aumentos del stock de carbono total de 2 tn/ha respecto de los testigos. La importancia del CO en el suelo es destacada por (Sagar Maitra et al., 2018), quien afirma que este elemento presente en el suelo mejora la dinámica de la acción microbiana y mejora la fertilidad del suelo. En el mismo sentido, (Vega et al., 2020) vinculan un mayor contenido de carbono en los suelos con mayor actividad microbológica en sistemas ecológicos, en comparación con los convencionales, produciendo una mayor “supresión general” en experimentos a medio y largo plazo. Estos autores definen a la supresividad como la capacidad de un suelo para evitar el establecimiento de un fitopatógeno o reducir la incidencia de la enfermedad que causa.

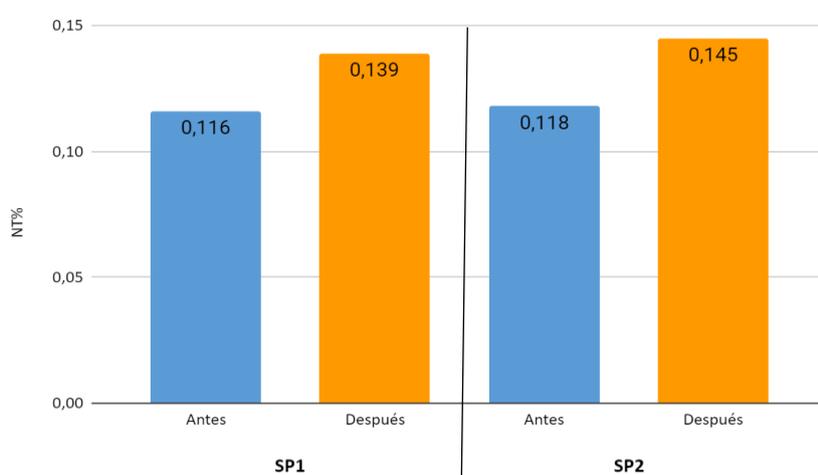


**Figura 8: Materia Orgánica y Carbono Orgánico en el suelo antes de la siembra del cultivo de servicio y luego de la incorporación del mismo en los sistemas productivos 1 y 2. SP1: sistema productivo 1; SP2: sistema productivo 2.**

### Nitrógeno Total

Ambos sistemas evidenciaron incrementos del Nitrógeno total (Nt) (Figura 9). En el SP1 el incremento fue de 19,8% y en el SP2 de 23%. Los valores obtenidos de Nt luego de la incorporación del cultivo de servicio, presentaron órdenes similares a los registrados en las respectivas series de suelo (0,133% y 0,158%). El N total en el suelo, está constituido

aproximadamente en un 98 - 99% por N orgánico, el cual debe mineralizarse gradualmente por la acción de microorganismos para pasar a formas disponibles para las plantas (Augusto Sosa Rodríguez et al., 2014). Con el uso de leguminosas, se incrementa el ciclaje del nitrógeno gracias al potencial de fijación de este elemento desde el estado gaseoso N<sub>2</sub> hasta formas amonificadas que posteriormente se bioacumulan en moléculas ricas en nitrógeno y que también, en parte, se nitrifican (Prager Mósquera et al., 2012). De acuerdo con M. Fernández-Labrada et al., 2019, comparando diferentes AV de leguminosas, el Nt aportado se asoció con la biomasa incorporada, teniendo el mejor comportamiento la vicia (*Vicia faba*). De acuerdo con estos antecedentes, el incremento en el Nt observado en el presente estudio podría estar relacionado con el aporte de Nitrógeno orgánico proveniente de la biomasa del AV incorporado al suelo.



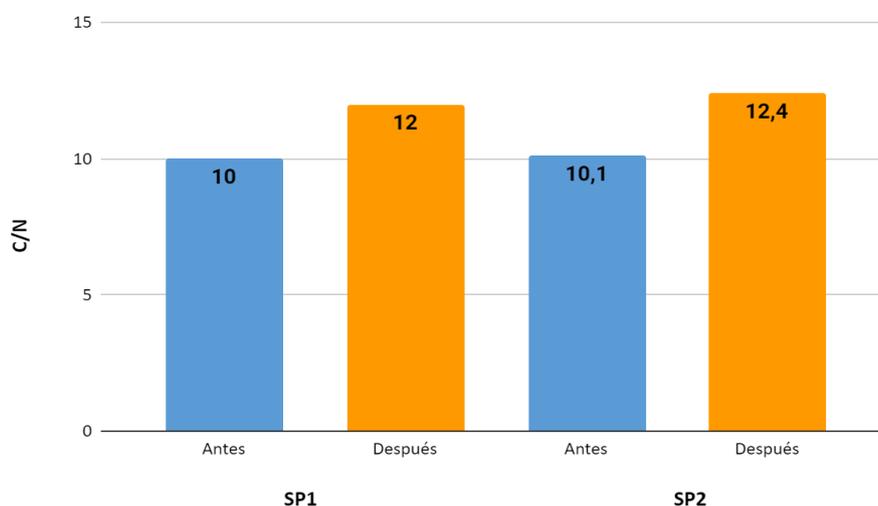
**Figura 9: Contenido de Nitrógeno total (NT) antes de la siembra y después de la incorporación de cultivos de servicio en los sistemas productivos evaluados. SP1: sistema productivo 1; SP2: sistema productivo 2.**

Los abonos verdes son una fuente permanente de nitrógeno, el cual se considera un nutriente limitante en la producción agrícola (Murillo Montoya et al., 2019). De acuerdo con (Augusto Sosa Rodríguez et al., 2014), este tipo de enmiendas pueden suministrar entre el 20% y 80% de los requerimientos de nitrógeno que necesitan las plantas, por lo tanto, su adición al suelo puede reducir la utilización de fertilizantes sintéticos como el triple 15. En un estudio previo, se determinó que la adición de un AV de leguminosas como *Lupinus rotidoflorus* y *Lupinus exaltatus* aumentó la actividad microbiana y la disponibilidad de nitrógeno 2.7 veces con respecto a la fertilización con NPK y 4 veces con respecto al suelo sin adición de algún tipo de fertilizante (Zapata Hernández et al., 2020). En el mismo sentido, en otro ensayo de gramínea-leguminosa como AV, el incremento del Nt del suelo fue 25% mayor respecto al testigo barbecho (Augusto Sosa Rodríguez et al., 2014). Por otro lado, (Cuellas, 2023) utilizando un AV también consociado registra un aumento de Nt de un 16 % luego de 6 meses de la

incorporación. Estos valores son similares a los observados en el presente ensayo, a los 23 y 43 días luego de la incorporación para SP1 y SP2, respectivamente.

### Relación Carbono-Nitrógeno (C/N)

Se observó un incremento de la relación C/N del suelo en ambos sistemas productivos luego de la incorporación del cultivo de servicio. Los valores observados fueron de 12 para SP1 y de 12,4 para el SP2, mostrando un incremento del 20% y 22,7% respectivamente, en comparación a los valores anteriores al ensayo (Figura 10). Los valores previos al ensayo eran similares a los presentados en la Carta de suelos, para la serie Villa del Rosario de 9,5 y para la serie Reyna-Manfredi de 11, por lo que la incorporación de los AV generó un incremento en este parámetro.



**Figura 10: Relación Carbono-Nitrógeno (C/N) del suelo en los sistemas productivos 1 y 2, antes y después de incorporar el abono verde. SP1: sistema productivo 1; SP2: sistema productivo 2.**

La relación C/N de los suelos es importante ya que, en cierta medida, es determinante en la disponibilidad de N para las plantas. Se señala que una relación  $C/N = 10$  es la más conveniente. Cuando el valor de esta relación es muy alto, por ejemplo 20 o más, tiende a ocurrir inmovilización de N por parte de los microorganismos del suelo. Cuando ese valor C/N se aproxima a 10 o menos, tiende a ocurrir mineralización neta o aparente de N, aumentando la disponibilidad de este nutriente para las plantas (Soto-Mora et al., 2016). Según (Prager Mósquera et al., 2012) la incorporación de la biomasa de los AV hace que se conviertan rápidamente en sustrato y sufra un proceso de mineralización en el suelo, gracias a la acción de la biota presente. Además de los factores que influyen en el proceso de mineralización mencionados anteriormente, la relación C/N es determinante cuando se aplican los AV ya que inciden directamente en la actividad biológica y, por tanto, en la mineralización rápida o lenta. En esta forma, se enriquece de manera gradual la solución del suelo con diversidad de compuestos disponibles para las plantas, convirtiéndose esto en una ventaja en comparación

con los fertilizantes de síntesis química, que por su alta solubilidad no se acumulan, sino que, por el contrario, se lixivian o se pierden con la escorrentía (Randhawa et al., 2005). Según estos antecedentes, al ser los valores observados de C/N superiores a los sugeridos, podemos inferir que los cultivos posteriores podrían haber sufrido cierta limitación de disponibilidad de nutrientes inicial por un proceso de mineralización más lento determinado por el aumento en la relación C/N del suelo.

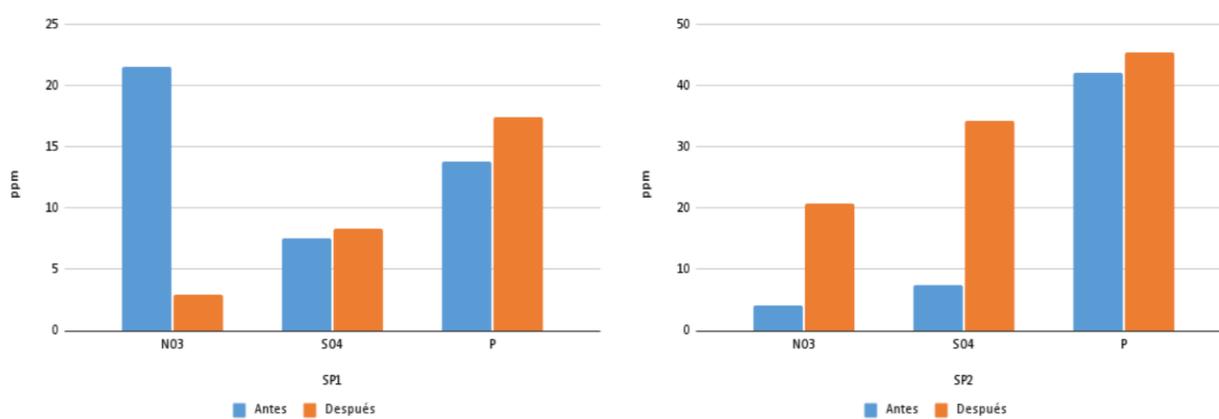
Según expresa (USDA, 2011), cuando agregamos al suelo residuos con una relación C/N baja, como el caso de un cultivo de *Vicia villosa* en estado vegetativo, cuya relación C/N siempre se mantiene por debajo de 25/1 (Vanzolini, 2011), los microorganismos consumen la leguminosa y dejan el exceso de nitrógeno en el suelo. Este excedente de nitrógeno estará disponible para el cultivo, o para que los microorganismos lo utilicen para descomponer otros residuos. Lo inverso sucede con la incorporación de avena que tiene una relación C/N alta (70/1). Los residuos que contienen una mayor proporción de carbono/nitrógeno que la de los microorganismos del suelo, pueden generar déficit de Nitrógeno en el suelo hasta que los microorganismos mueren, se descomponen y liberen este mineral (proceso de mineralización) contenido en sus cuerpos, o alguna otra fuente de nitrógeno que esté disponible en el suelo. En condiciones ideales, los materiales que se agreguen al suelo con una relación C/N mayor que 24/1, resultará en un déficit temporal de nitrógeno (inmovilización), y aquellos con una relación C/N menor que 24/1 resultan en un superávit temporal de nitrógeno (mineralización). En este sentido, Eduardo de Sá Pereira; et al., 2014, encontraron que los residuos de *Vicia villosa*, muestran una descomposición inicial más rápida y un aporte de N más temprano, y en el caso de *Avena sativa*, ese aporte se produce más tardíamente durante el ciclo del cultivo siguiente.

Los incrementos observados en C/N del suelo en ambos sistemas productivos luego de la incorporación de los AV, podrían estar relacionados al efecto del momento en que se decidió su incorporación, que para el caso de la avena sucedió cuando esta especie estaba en un avanzado estadio de su ciclo, especialmente en el SP1. A su vez la proporción de avena en la mezcla implantada mostró una gran preponderancia en la consociación, lo cual pudo haber influenciado en el proceso de descomposición del material incorporado, por su mayor relación C/N. Todo esto podría haber influido en la disponibilidad de nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) que se analiza en el siguiente apartado.

### **Macronutrientes (nitratos, sulfatos y fósforo)**

Los análisis revelan que en el SP1 hubo una disminución de la disponibilidad de Nitratos de un 86,5% luego de la incorporación del AV, comparando con la situación inicial antes de la siembra del mismo. En el SP2 sucedió lo inverso, ya que se dió un incremento del 404%. Esta diferencia podría deberse a que los muestreos en SP1 y SP2 fueron en diferentes momentos. En el primer caso, la fecha de muestreo fue 23 días después de la incorporación del AV, por lo que podría haberse producido inmovilización de nitrógeno debido al proceso de descomposición de los residuos. En el caso del SP2, la fecha de muestreo fue 43 días después de la incorporación, lo que habría permitido superar esta etapa de inmovilización de

Nitrógeno. Como resultado de la mineralización, el N orgánico se transforma en N mineral pudiendo así ser consumido por las plantas. Las formas químicas más abundantes en que puede encontrarse el N mineral en el suelo son el amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y el nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). Sus concentraciones dependen de la cantidad de N orgánico (fuente) y de la ocurrencia o no de la mineralización, que está regulada fuertemente por factores edáficos como la temperatura, la humedad y la aireación del suelo, el pH y la conductividad eléctrica (Soledad Enriquez & Cremona, 2022).



**Figura 11: Macronutrientes evaluados en ambos sistemas antes de la siembra y luego de la incorporación del cultivo de servicio. SP1: sistema productivo 1; SP2: sistema productivo 2.**

Para el caso del SP1 donde se trasplantó repollo 30 días después de la incorporación, el productor observó que en las primeras etapas post trasplante el cultivo mostró dificultad en su crecimiento. Al respecto el productor expresó lo siguiente:

***“Después de incorporar, el cultivo de repollo le costó el arranque – después agarró viaje”***

***“Donde la avena estaba más chica, allí creció más el repollo”.***

En el caso de la dotación de sulfatos de los suelos analizados, en el SP1 se observó un aumento del 10,86 %, mientras que en el SP2 el aumento fue de 356% en relación a los valores previos a la siembra del AV. El fósforo, por su parte, aumentó en los dos sistemas productivos, en el SP1 un 26% y en el SP2 un 7,83%. Según la información generada en un mapa de disponibilidad de fósforo realizado por Idecor en 2023, se estima un contenido de fósforo para el SP1 de 26 ppm, mientras que para el SP2 es de 25,19 ppm. (Duval et al., 2017), midieron la concentración de nutrientes en la biomasa aérea de diferentes especies utilizadas como cultivos de cobertura y comprobaron que la vicia presentaba altos valores de P, S, Ca y K (4697 mg kg<sup>-1</sup>, 1237 mg kg<sup>-1</sup>, 10810 mg kg<sup>-1</sup> y 30433 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente). Estos nutrientes son capturados por la planta y liberados en formas orgánicas (rápida liberación).

Cabe destacar que la dotación de fósforo en el SP2 previo a la siembra del AV ya era mayor a los valores de referencia del IDECOR, lo que podría estar asociado a la incorporación de cama de pollo en el mes de noviembre del año anterior (2022) realizada por el productor. Es conocido que con la aplicación de este tipo de enmiendas el suelo recibe nutrientes esenciales como el fósforo (Okada et al., 2022).

### pH y Conductividad eléctrica

Con relación al pH se observó un incremento en ambos sistemas productivos, del 8% y 3,8% en SP1 y SP2, respectivamente (Fig.12). Estos valores son superiores a los citados por las cartas de suelo y previo a la implantación del AV. Para la CE, se observó una disminución notable en ambos sistemas, siendo del 62% en el SP1 y de 22,2% en el SP2 (Fig.13).

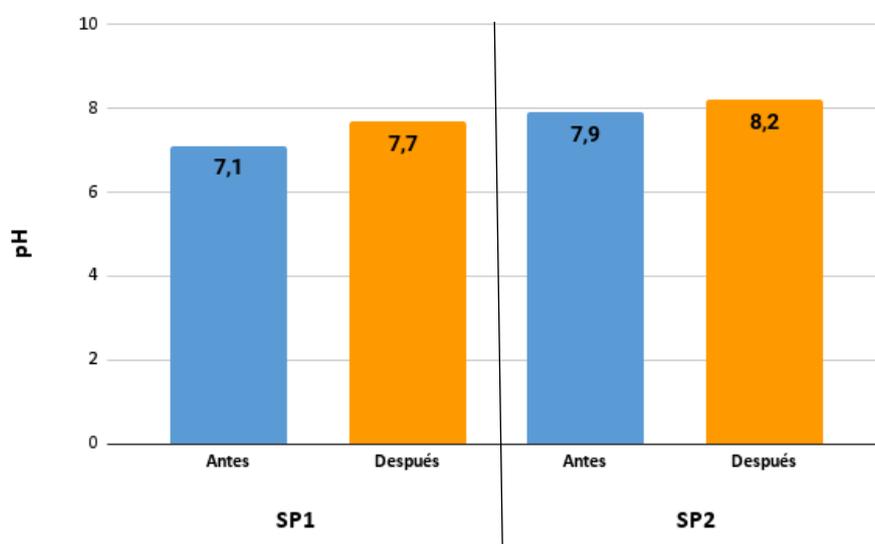
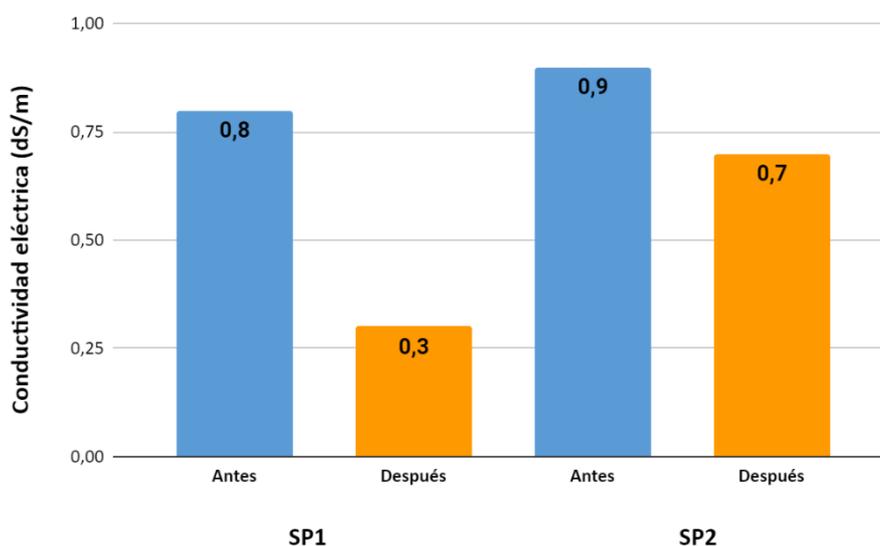


Figura 12: Valores de pH en ambos sistemas antes de la siembra y luego de la incorporación del AV. SP1: sistema productivo 1; SP2: sistema productivo 2.



**Figura 13: Conductividad eléctrica en ambos sistemas antes de la siembra y luego de la incorporación del AV. SP1: sistema productivo 1; SP2: sistema productivo 2.**

En relación con el cambio de pH, (Cuellas, 2023) reportó una disminución de la salinidad y un leve aumento del pH en sistemas hortícolas con un AV estival. Asimismo (Hernandez & Viteri, 2006), evaluaron diferentes especies usadas como AV en la rehabilitación de suelos con alta acidez, dado que pueden aumentar su alcalinidad. Las leguminosas están compuestas por aniones orgánicos, estos aniones orgánicos son fuente de alcalinidad potencial que puede causar el aumento del pH cuando los residuos se descomponen por acción de los microorganismos del suelo. En este sentido, en ensayos realizados por (Vanzolini, 2011), se observó un aumento del pH de los suelos luego de la adición del material vegetal de vicias seguida de una declinación gradual del mismo. En relación con estos resultados y las características de los suelos de la zona, es importante continuar evaluando este parámetro para no generar problemáticas relacionadas con el pH y la fertilidad de los suelos.

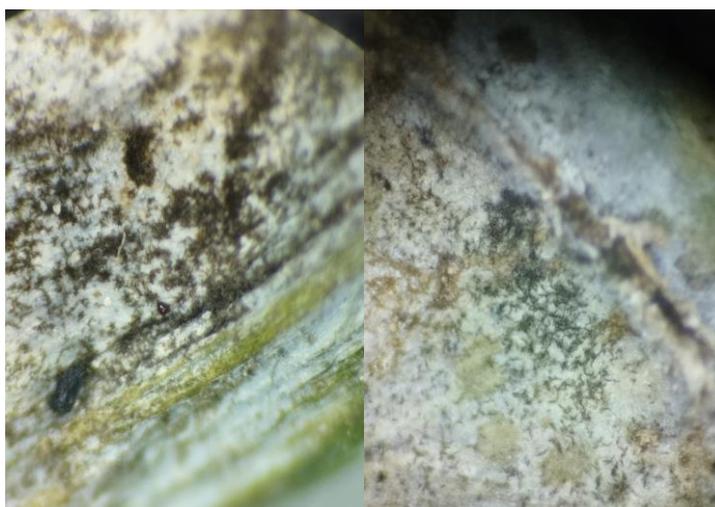
**Diagnóstico presuntivo sanitario del cultivo posterior:**

En el caso particular del SP2, el productor estaba interesado en probar la tecnología de AV como posible solución a problemas de enfermedades en cultivos de coles, por lo que se hizo un seguimiento del estado sanitario del cultivo posterior. Allí se observó una elevada incidencia de patógenos por lo que se procedió al registro de síntomas. El diagnóstico presuntivo de los síntomas observados con alta incidencia en el lote fue: necrosis de inflorescencia, lesiones necróticas circulares en hoja (hasta 5-6mm de diámetro) con diseños en círculos concéntricos en su interior (en algunas de estas halo clorótico) y sistema radicular levemente reducido y color parduzco (Figura 14). Estos síntomas se observaron a campo con una incidencia del 90%.

La observación directa bajo lupa de las lesiones necróticas en hojas evidenció el desarrollo de conidios de *Alternaria sp.* La disección longitudinal del tallo realizada en la zona media y cuello de raíz indicó leve necrosis de haces vasculares. Teniendo en cuenta la sintomatología observada y la detección de *Alternaria sp* en hojas por observación directa, fue posible diagnosticar presuntivamente “mancha negra del brócoli” (SINAVIMO, 2024). Esta enfermedad apareció luego de una precipitación de 100 mm a comienzos de febrero de 2024 lo que produjo el encharcamiento del lote. Cabe destacar que el cultivo antecesor al de servicios fue Coliflor (también susceptible a *Alternaria*).



**Figura 14: Síntomas observados con alta incidencia en el cultivo de brócoli posterior al AV del Sistema Productivo 2 (SP2).**



**Figura 15: Conidios de *Alternaria* sp. observados en lupa estereoscópica en plantas sintomáticas provenientes en el cultivo de brócoli posterior al AV del SP2. (Fotos tomadas con lupa estereoscópica con aumento 20x).**

**Productividad del cultivo posterior:**

La evaluación se realizó en base a las percepciones de los productores respecto de la cosecha lograda en los lotes con incorporación del AV:

**Tabla 5. Cultivos hortícolas implantados luego de la incorporación del AV**

SP	Cultivo posterior
SP1	Repollo ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> )

SP2	Brócoli ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> )
SP3	Zapallito verde ( <i>Cucurbita máxima</i> var. <i>zapallito</i> )

En palabras de las familias productoras:

*SP1: "Hicimos repollo sin fertilizantes y con buen rendimiento".*

*SP2: no tan bien por la inundación y hongos. El brócoli no fue un buen cultivo para el posterior del cultivo de cobertura.*

*SP3: "Antes no se podía sembrar y ahora sí pudimos y estamos cosechando zapallitos. En el lote con cultivo de servicio, en el cual antes no podíamos sembrar nada porque no se cosechaba nada, estamos cosechando un 50% de lo que se obtiene en el lote adyacente con mejor productividad".*



**Figura 16: Cultivo de Zapallitos. Primeros dos bordos de la izquierda sembrados en suelo con abono verde.**

#### **Socialización de los resultados de los ensayos y experiencias de los productores:**

Luego de la ejecución de los ensayos se llevó adelante un proceso de análisis de los resultados de manera participativa con las familias productoras, instancias que resultaron en la integración de las observaciones de campo registradas por los productores y los datos obtenidos de las mediciones de laboratorio. Posteriormente y en el marco de las acciones de la MACA, se realizó una jornada hortícola con un panel de productores y técnicos en el cual se expusieron resultados de los ensayos realizados, así como las experiencias y observaciones de los productores. En esta instancia participaron productores y técnicos del territorio. Durante la jornada se trabajó además en la contextualización de estos ensayos en el marco de la crisis climática que afecta a los sistemas productivos.



Las reflexiones y propuestas de las familias productoras en sus propias palabras:

*SP1: “Seguir probando. El doble de lo que hice. Y que se sumen otros a probar. Me gustaría un pedacito más esta vez e ir rotando para de acá a un tiempo haber hecho en todo el campo”. En otra quiere probar hacer vicia sola. “Me gustaría aumentar la vicia”.*

*SP2: “Seguir probando y que otros también lo hagan. Usaría la misma mezcla en otro lugar y con otros cultivos como espinaca”.*

*SP3: “Aumentaría la cantidad de semilla de vicia. Seguiría probando por partes, las que no vamos usando tanto en invierno como verano”.*

Dado el interés mostrado por los productores, es preciso continuar con ensayos a partir de los primeros indicios brindados por esta experiencia, profundizando el estudio de los efectos de los cultivos de servicio sobre la fertilidad integral del suelo, el incremento de la biodiversidad de las quintas y la incorporación de esta tecnología en los sistemas hortícolas comerciales. Por otra parte, es necesario poner en relevancia la importancia de integrar esta tecnología con otras de manejo agroecológico que sinergicen el funcionamiento de los sistemas hortícolas de manera integrada con el objetivo de lograr suelos vivos y sistemas productivos eficientes y resilientes.

Desde el punto de vista del proceso de Investigación acción participativa se comprueba la importancia de la participación de los productores en el proceso de investigación ya que sus conocimientos, capacidad de observación y análisis, robustecen la interpretación de los resultados, la factibilidad de incorporación de las tecnologías a los sistemas productivos, fortaleciendo así la generación compartida de conocimientos e innovaciones.

**ANEXO. Tablas síntesis de datos**

**Tabla 6. Síntesis de datos SP1**

	SP1		
	Motivación inicial del productor: Probar la tecnología en su quinta como herramienta para avanzar en la transición a la agroecología.		
	Datos analíticos		Percepción del productor
	Antes	Después	
BA (Kg./ha.)	-	35330,00	-
MS (Kg./ha.)	-	8277,82	-
EE			
Superficial	3 (Buena)	4 (Muy buena)	“Vi bastante bien, la tierra está más esponjosa. Cuando arranco un yuyo sale entero”.
Profunda	1 (Pobre)	2 (Moderada)	
MO (%)	1,99	2,87	-
CO (%)	1,16	1,66	-
Nt (%)	0,116	0,139	-
Relación C/N	10	12	-
NO <sub>3</sub> (ppm)	21,5	2,9	“Después de incorporar, el cultivo de repollo le costó el arranque – después agarró viaje” ... “Donde la avena estaba más chica, allí creció más el repollo”.
SO <sub>4</sub> (ppm)	7,5	8,3	
P <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (ppm)	13,8	17,4	
pH	7,1	7,7	-
CE (dS/m.)	0,8	0,3	-
ESCP	-	Sin problemas sanitarios	-
PPPCP	-	-	“Hicimos repollo sin fertilizantes y con buen rendimiento”.

BA: Biomasa aérea.; MS: Materia Seca; EE: Estabilidad Estructural; MO: Materia Orgánica; CO: Carbono Orgánico; Nt: Nitrógeno total; CE: Conductividad Eléctrica; ESCP: Estado sanitario del cultivo posterior; PPPCP: Percepción del Productor sobre productividad del cultivo posterior.

**Tabla 7. Síntesis de datos SP2**

	SP2 Recuperar un lote con baja fertilidad, compactación, dificultad para el riego y problemas sanitarios recurrentes en cultivo de coles.		
	Datos analíticos		Percepción del productor
	Antes	Después	
BA (Kg./ha.)	-	27126,70	-
MS (Kg./ha.)	-	6429,03	-
EE Superficial Profunda	3 (Buena) 1 (Pobre)	3 (Buena) 3 (Buena)	“El resultado fue bueno, era duro como una roca, ahora más blando, agarra más humedad. La tierra está más suelta. Antes le dimos 3-4 pasadas de rastra de disco, si pudiéramos bajar el número sería bueno. No hizo falta pasar el arado”
MO (%)	2,06	3,09	-
CO (%)	1,19	1,79	-
Nt (%)	0,118	0,145	-
Relación C/N	10,1	12,4	-
NO <sub>3</sub> (ppm)	4,1	20,7	-
SO <sub>4</sub> (ppm)	7,5	34,2	-
P <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (ppm)	42,1	45,4	-
pH	7,9	8,2	-
CE (dS/m.)	0,9	0,7	-
ESCP	-	Presencia de problemas sanitarios (enfermedades fúngicas)	-
PPPCP	-	-	“No tan bien por la inundación y hongos. El brócoli no fue un buen cultivo para el posterior del cultivo de cobertura”

BA: Biomasa aérea.; MS: Materia Seca; EE: Estabilidad Estructural; MO: Materia Orgánica; CO: Carbono Orgánico; Nt: Nitrógeno total; CE: Conductividad Eléctrica; ESCP: Estado sanitario del cultivo posterior; PPPCP: Percepción del Productor sobre productividad del cultivo posterior.

**Tabla 8. Síntesis de datos SP3\***

	SP3 Recuperar un lote con baja productividad hortícola.		
	Datos analíticos		Percepción del productor
	Antes	Después	
BA (Kg./ha.)	-	24543,30	-
MS (Kg./ha.)	-	6056,13	-
EE Superficial Profunda	2(moderada) 2(moderada)	-	“No se está pudriendo el cultivo de zapallitos con las lluvias porque el suelo está más blando”
MO (%)	2,37	-	-
CO (%)	1,38	-	-
Nt (%)	0,13	-	-
Relación C/N	10,6	-	-
NO <sub>3</sub> (ppm)	3,1	-	-
SO <sub>4</sub> (ppm)	10	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (ppm)	16,7	-	-
pH	7,6	-	-
CE (dS/m.)	0,5	-	-
ESCP	-	Sin problemas sanitarios	-
PPPCP	-	-	“Antes no se podía sembrar y ahora sí pudimos y estamos cosechando zapallitos. En el lote con cultivo de servicio, en el cual antes no podíamos sembrar nada porque no se cosechaba nada, estamos cosechando un 50% de lo que se obtiene en el lote adyacente con mejor productividad”.

BA: Biomasa aérea.; MS: Materia Seca; EE: Estabilidad Estructural; MO: Materia Orgánica; CO: Carbono Orgánico; Nt: Nitrógeno total; CE: Conductividad Eléctrica; ESCP: Estado sanitario del cultivo posterior; PPPCP: Percepción del Productor sobre productividad del cultivo posterior.

\* No se dispone de datos análisis de laboratorio post incorporación del cultivo de servicio. Ver explicación página 10.

## Bibliografía:

- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*, 8(1), 7–20.
- Augusto Sosa Rodríguez, B., Sánchez de Prager, M., & Eduardo Sanclemente Reyes, O. (2014). *Influence of Green Manure Crops on the Dynamics of Nitrogen in a Typical Haplustert of Valle del Cauca, Colombia*.
- Catullo, J.C. ;, Argüello Caro, E. B. ;, Narmona, L. ;, Muñoz, N. ;, Silbert, V. ;, Yosviak, M. ;, Scifo, A. ;, Prado, A. ;, Pietrarelli, L. ;, Videla, M. ;, Serra, G. ;, Gaona Flores, M. A. ;, & Viale, V. ; (2020). Construcción de conocimientos en redes de innovación para el uso de bioinsumos en sistemas hortícolas periurbanos. *Agrociencia Uruguay*, 24 N° 1.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.31285/AGRO.24.342>
- Cuellas, M. (2023). Utilización de abonos verdes en el Cinturón hortícola del Gran La Plata. *Jornadas Sobre Biosolarización, Biofumigación, Abonos Verdes y Cultivos de Cobertura En Cultivos Intensivos*. INTA EEA San Pedro. San Pedro, Buenos Aires, 8-9 de Noviembre de 2022, 47–50. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/14942>
- Duval, M. E., Galantini, J. A., Capurro, J. E., & Beltran, M. J. (2017). Producción y calidad de diferentes cultivos de cobertura en monocultivo de soja. *Ciencias Agronómicas*, XXIX, 7–13.
- Eduardo de Sá Pereira, Juan Alberto Galantini, Alberto Raúl Quiroga, & María Rosa Landriscini. (2014). Efecto de los cultivos de cobertura otoño invernales, sobre el rendimiento y acumulación de N en maíz en el sudoeste bonaerense. *Ciencia Del Suelo*, 32(2), 219–231.
- Ferrer, G., Gaona Flores, M. A., & Barrientos, M. (2023). Los extractos vegetales como artefacto tecnológico para la transición agroecológica: experiencias de prueba en Córdoba, Argentina. *FAVE Sección Ciencias Agrarias*, 1(22), e0008.  
<https://doi.org/10.14409/fa.2023.22.e0008>
- Florencia Varela, M., Lilia Fernández, P., Rubio, G., & Ángel Taboada, M. (2011). Cultivos de cobertura: efectos sobre la macroporosidad y la estabilidad estructural de un suelo franco-limoso. *CI. SUELO (ARGENTINA)*, 29(1).
- Giobellina, B., Marinelli, M. V., Lobos, D., Eandi, M., Bisio, C., Butinof, M., Narmona, L., & Asis, M. R. (2022). *Producción frutihortícola en la Región Alimentaria de Córdoba* (1a ed.). Ediciones INTA.
- Giobellina, Beatriz. (2018). *La alimentación de las ciudades: Transformaciones territoriales y cambio climático en el Cinturón Verde de Córdoba*. Ediciones INTA.

- Gliessman, S. R., Rosado-May, F. J., Guadarrama-Zugasti, C., Jedlicka, J., Cohn, A., Mendez, V. E., Cohen, R., Trujillo, L., Bacon, C., & Jaffe, R. (2007). *Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad*.  
<http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?id=459>
- Gómez-Calderón, N., Villagra-Mendoza, K., & Solórzano-Quintana, M. (2018). La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo (revisión literaria). *Revista Tecnología En Marcha*, 31(1), 170.  
<https://doi.org/10.18845/tm.v31i1.3506>
- Guillermo Cap, Laura De Luca, Mariana Marasas, Maximiliano Pérez, & Raúl Pérez. (2012). *El Camino de la Transición Agroecológica* (Marasas Mariana Edith, Ed.; 1ª). Ediciones INTA. [www.inta.gob.ar/cipaf](http://www.inta.gob.ar/cipaf)
- Hernandez, D. M., & Viteri, S. E. (2006). Selección de abonos verdes para el manejo y rehabilitación de los suelos sulfatados ácidos de Boyacá (Colombia). *Agronomía Colombiana*, 24, 131–137.
- Labrador, J. (2012, May). Los abonos verdes, mucho más que una técnica para la fertilización del suelo en la producción ecológica. *Revista Vida Rural* 346, 26–31.  
[https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_Vrural%2FVrural\\_2012\\_346\\_26\\_31.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Vrural%2FVrural_2012_346_26_31.pdf)
- Lapa Unocc, P. F., Laura Lucas, L. M., Salazar Paucar, R. E., & Saldaña Barillas, P. I. (2023). Evaluación de la Efectividad de Cepas Nativas de Rizobios en la Producción de Diferentes Especies de Leguminosas. *Revista de Investigación Cañetana*, 2(1), 26–31. <https://doi.org/10.60091/ric.2023.v2n1.04>
- M. Fernández-Labrada, S. Seoane Labandeira, M. Illera-Vives, & M.E. López-Mosquera. (2019). Evaluación agronómica de abonos verdes de invierno en Galicia. In Josep Llinares, Inmaculada Bautista, Cristina Lull, Nùria Pascual, Amparo Soriano, Vicente Castell, & Antonio Lidón (Eds.), *VII Jornadas Fertilización SECH. Acta de Horticultura* 82 (pp. 6–11).
- INTA-Centro Regional Córdoba, Secretaría de Agricultura- Ministerio de Agricultura y Ganadería, & IDECOR-Ministerio de Finanzas. (2020). *Mapa de cartas de suelos de la Provincia de Córdoba. Informe técnico*. <https://www.idecor.gob.ar/wp-content/uploads/2020/07/INFORME-Mapa-Cartas-de-Suelo.pdf>
- Marco conceptual de la Agroecología*. (2023).  
[https://magyp.gob.ar/sitio/areas/agroecologia/\\_pdf/230909\\_\\_marco\\_conceptual\\_de\\_la\\_agroecologia\\_dnae.pdf?103523](https://magyp.gob.ar/sitio/areas/agroecologia/_pdf/230909__marco_conceptual_de_la_agroecologia_dnae.pdf?103523)
- Murillo Montoya, S. A., Mendoza Mora, A., & Fadul Vásquez, C. J. (2019). La importancia de las enmiendas orgánicas en la conservación del suelo y la

- producción agrícola. *La Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustrial*, 7(1), 58–68. <https://doi.org/10.23850/24220582.2503>
- Okada, E., Rizzo, P. F., Pérez, D., Carciochi, W., Pellegrini, C., Ponce, A., Lavallen, C., Dopchiz, M., Young, B., María, A., Martino, D., & Borracci, S. (2022). ¿Por qué es importante compostar la cama de pollo antes de utilizarla como enmienda en la producción hortícola? *Visión Rural*, 34–37. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/12235>
- Pérez, M., & Marasas, M. E. (2013). Regulating services and management practices: Contributions to horticulture with agroecological bases. *Ecosistemas*, 22(1), 36–43. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2013.22-1.07>
- Piñeiro, G., Pinta, P., Berenstecher, P., Della Chiesa, T., & Villarino, S. (2021). La salud del suelo y la sustentabilidad de los agroecosistemas. *Revista MDA*, 17–22.
- Pinto, P., & Piñeiro, G. (2018). *Cultivos de servicios, una alternativa para el manejo de malezas*. <https://www.researchgate.net/publication/325933765>
- Ponce, J. Pablo., & Ahumada, Gustavo. (2023). Abonos verdes y cultivos de cobertura utilizados para optimizar labores culturales en la horticultura. *Jornadas Sobre Biofumigación, Biosolarización, Abonos Verdes y Cultivos de Cobertura En Cultivos Intensivos. INTA EEA San Pedro. San Pedro, Buenos Aires, 8-9 de Noviembre de 2022*, 68–72. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/15708>
- Prager Mósquera, M., Sanclemente Reyes, O. E., Sánchez de Prager, M., Miller Gallego, J., & Iván Ángel Sánchez, D. (2012). *Abonos verdes: tecnología para el manejo agroecológico de los cultivos*. <https://doi.org/https://doi.org/10.6018/agroecologia>
- Randhawa, P. S., Condrón, L. M., Di, H. J., Sinaj, S., & McLenaghan, R. D. (2005). Effect of green manure addition on soil organic phosphorus mineralisation. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 73(2–3), 181–189. <https://doi.org/10.1007/s10705-005-0593-z>
- Restovich, S., & Andriulo, A. (2013). Cultivos de cobertura en la rotación soja-maíz: biomasa aérea, captura de nitrógeno, consumo de agua y efecto sobre el rendimiento en grano. In *Contribuciones de los cultivos de cobertura a la sostenibilidad de los sistemas de producción*. (pp. 29–35).
- Rochester, I., & Peoples, M. (2005). Growing vetches (*Vicia villosa* Roth) in irrigated cotton systems: Inputs of fixed N, N fertiliser savings and cotton productivity. *Plant and Soil*, 271(1–2), 251–264. <https://doi.org/10.1007/s11104-004-2621-1>
- Ruolo Maria Soledad. (2017). *Morfogénesis, estructura, producción y calidad de Chloris gayana Kunth bajo distintos regímenes de defoliación*. Universidad Nacional de Buenos Aires.

- Sagar Maitra, A Zaman, Tanuj Kumar Mandal, & Jnana Bharati Palai. (2018). Green manures in agriculture: A review. ~ 1319 ~ *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(5).
- Sauca, E. , & Urabayen, D. (2005). Rotaciones y asociaciones de cultivos. In *Monográficos Ekonekazaritza*.
- Soledad Enriquez, A., & Cremona, M. V. (2022). El Nitrógeno del suelo y sus formas químicas. Ejemplo de su aplicación como indicador de deterioro de ecosistemas. *Presencia* 33 (77), 36–40. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/12242>
- Soto-Mora, E. S., Hernandez-Vazquez. Maricela, Luna-Zendejas, H. S., Ortiz-Ortiz, E., & Garcia-Gallegos, E. (2016). Evaluación del contenido de materia orgánica en suelos agrícolas y su relación carbononitrógeno. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 3, 98–105.
- Ulle, J. A. , Faggioli, V. S. , Serri, D. L. , Ortega y Villasana, P. , Darder, M. L. , Dalpiaz, M. J. , García, L., Farroni, A., Rimatori, F., Colombini, D., Villalba, F., & Rondán A. (2013). Sistemas de labranzas conservacionistas en horticultura a campo. Efecto de las propiedades físicas, químicas, biológicas del suelo, bajo siembra directa y trasplante en combinación con abonos verdes antecesores, sobre la producción de hortalizas en sistemas agroecológicos. In Ulle Jorge (Ed.), *Bases tecnológicas de sistemas de producción agroecológicas: nodos agrícola ganaderos, horticultura orgánica y cultivos perennes* (pp. 32–53). Ediciones INTA. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/14816>
- Ullé, J. A., & Diaz, B. M. (2018). *El suelo como reactor de los procesos de regulación funcional de los agroecosistemas: edición especial para SOCLA 2018*. Ediciones INTA.
- Vanzolini, J. I. (2011). *La Vicia villosa como cultivo de cobertura: efectos de corto plazo sobre el suelo y la productividad del maíz bajo riego en el valle bonaerense del Río Colorado*. Universidad Nacional del Sur.
- Vanzolini, J. I., & Galantini, J. A. (2013). *Cultivos de cobertura* (J. P. Renzi, Ed.; pp. 233–246). <https://www.researchgate.net/publication/316216301>
- Vega, D., Gazzano Santos, M. I., Salas-Zapata, W., & Poggio, S. L. (2020). Revising the concept of crop health from an agroecological perspective. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 44(2), 215–237. <https://doi.org/10.1080/21683565.2019.1643436>
- Zapata Hernández, I., Zamora Natera, J. F., Trujillo Tapia, M. N., & Ramirez Fuentes, E. (2020). ¿La incorporación de residuos de diferentes especies de Lupinus, como abono verde, afecta la actividad microbiana del suelo? *REVISTA TERRA LATINOAMERICANA*, 38(1), 45. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i1.501>



## Centro de Investigaciones Agropecurias