

## ACUMULACIÓN DE NUTRIENTES EN CULTIVOS DE SERVICIO Y SU IMPLICANCIA EN LOS AGROECOSISTEMAS

Cafaro La Menza, F.<sup>1,\*</sup>, W.D. Carciochi <sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas; <sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agrarias-Universidad Nacional de Mar del Plata; \* Ruta Provincial 226, km 73,5, (7620) Balcarce, Prov. de Buenos Aires, [francisco.cafa@gmail.com](mailto:francisco.cafa@gmail.com); [waltercarciochi@hotmail.com](mailto:waltercarciochi@hotmail.com)

### RESUMEN

Para lograr un sistema de producción sustentable, el ciclo de los nutrientes debe ser lo más cerrado posible. Los cultivos de servicio (CS) son utilizados para evitar la pérdida de nutrientes desde el suelo durante el periodo comprendido entre dos cultivos de cosecha. En este trabajo se realizó una revisión sistemática para la región pampeana argentina sobre acumulación de biomasa aérea, concentración y acumulación de nutrientes (C, N, P y S) y calidad de sus residuos, para diferentes CS, discutiendo su implicancia en los agroecosistemas. Se generó una base de datos con datos propios y trabajos publicados en revistas, congresos, boletines técnicos y tesis. Para el análisis de las variables se consideraron cinco grupos de CS: Gramíneas (sin raigrás), Raigrás (*Lolium* sp.), Vicia (*Vicia* sp.), Crucíferas y Consociadas. Los resultados de esta revisión indican que existen diferencias entre grupos de CS en la acumulación de biomasa aérea y gran variabilidad dentro de cada uno. La acumulación de C fue mayor en Gramíneas y Consociadas. Las Gramíneas serían adecuadas para aportar C al sistema, pero hay que tener en cuenta la posible inmovilización de nutrientes que generen sus residuos durante el ciclo del cultivo posterior. La Vicia presenta el beneficio de incorporar N al sistema mediante fijación biológica, aportándolo al cultivo siguiente y permitiendo la formación de materia orgánica del suelo. En una situación intermedia se encuentran las Consociadas, aportando C como las Gramíneas y N, S y P como la Vicia, ya que las relaciones C:nutriente son favorables para la mineralización neta. Los CS ayudan a cerrar los ciclos de los nutrientes al actuar como “cultivos trampa”. Este trabajo sugiere que es importante elegir la especie o consociación de especies a utilizar en función del servicio ecosistémico buscado.

**PALABRAS CLAVE:** cultivos trampa, ciclo de nutrientes, revisión sistemática.

### INTRODUCCION

En varias regiones del mundo se realiza un solo cultivo por año, lo que genera largos periodos de barbecho con baja cobertura del suelo y sin vegetación (Pinto *et al.* 2017). Esto provoca una gran ineficiencia en el uso de los recursos y causa balances de carbono (C) negativos. Además, los excesos de agua durante los periodos de barbecho provocan pérdida de nutrientes desde el suelo por lavado (Duval *et al.*, 2017). La disminución en el contenido de materia orgánica de los suelos afectó el aporte de nutrientes como el nitrógeno (N) y azufre (S) a los cultivos (Carciochi *et al.*, 2018; Sainz Rozas *et al.*, 2019). Para lograr un sistema de producción sustentable, el ciclo de los nutrientes debe ser lo más cerrado posible. Por ello, es necesario que las pérdidas sean minimizadas. Una estrategia utilizada por productores en varias partes del mundo es el uso de cultivos de servicio (CS) como “cultivos trampa”. Los CS acumulan nutrientes en su biomasa hasta su momento de terminación y luego, a partir de la descomposición de sus residuos, los nutrientes pueden quedar disponibles para el cultivo siguiente o pasar a formar parte de la materia orgánica del suelo (Duval *et al.*, 2017). De esta forma, los CS permiten incorporar C al suelo y mejorar la eficiencia de uso de los recursos. Según la especie, la biomasa y la estequiometría de los residuos de CS en descomposición



será el aporte de nutrientes al cultivo siguiente (Duval *et al.*, 2017). Además, los CS también pueden reducir la disponibilidad inmediata de algunos nutrientes (*i.e.*, provocando inmovilización) y perjudicar al cultivo posterior. Por otra parte, si el CS utilizado es una leguminosa, entonces también puede incrementar el contenido de N en el sistema suelo-planta a través de la fijación biológica del N (Gaskin *et al.*, 2016). En este trabajo se propone realizar una síntesis de información sobre los CS utilizados en la región pampeana argentina y describir características relacionadas a su rol como “cultivos trampa” (acumulación de biomasa aérea, concentración y acumulación de nutrientes y calidad del residuo) y discutir su implicancia en los distintos servicios ecosistémicos brindados en los agroecosistemas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se generó una base de datos a partir de datos propios y trabajos publicados en revistas y congresos nacionales e internacionales. Se buscaron a través de los buscadores online Scopus y Google Scholar trabajos que contengan las palabras clave: “Cultivos de cobertura”, “Cultivos puente verde”, “Cultivos trampa”, “Abonos verdes”, “Región Pampeana Argentina”, “Carbono”, “Nitrógeno”, “Fósforo”, “Azufre” y “Nutrientes”, tanto en español como inglés. También se buscaron trabajos en actas de congresos de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo (a partir del año 2004 y hasta el 2020). Se incluyó en la búsqueda boletines técnicos del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y tesis de grado y posgrado en repositorios digitales de distintas universidades. Se seleccionaron aquellos trabajos que cumplieron con las siguientes condiciones: 1) que haya sido realizado en condiciones de campo y especifique la especie de CS, 2) que haya una caracterización de los CS (biomasa aérea acumulada, concentración de C, N, P y/o S, relación C:N, C:P y/o C:S) y 3) que se indiquen fechas de siembra y secado de los CS.

La información fue obtenida de textos, tablas y figuras, empleando en este último caso el programa GetData Graph Digitizer versión 2.26.0.20. Se analizó la acumulación de biomasa aérea, la concentración y acumulación de C, N, P y S y las relaciones C:nutriente. Para cada variable se analizaron diferencias entre especies vegetales dentro de cada grupo de CS (gramíneas, leguminosas, crucíferas y consociaciones de especies) mediante prueba ANOVA de una vía para datos no apareados ( $p < 0,05$ ). En caso de no haber diferencias entre especies, las mismas se agruparon y se evaluaron diferencias entre grupos mediante prueba ANOVA de una vía para datos no apareados ( $p < 0,05$ ). Cuando hubo diferencias entre grupos de CS, se realizó la comparación de medias mediante prueba Tukey ( $p < 0,05$ ). Para cada variable y grupo de CS analizada se realizó una descripción de los datos mediante gráficos de caja. Los análisis estadísticos y gráficos se realizaron con el software Graph Pad Prism 9.4.0.

Para el análisis de las variables se consideraron cinco grupos de CS: Gramíneas (sin raigrás), Raigrás (*Lolium* sp), Vicia (*Vicia* sp.), Crucíferas y Consociadas. Dentro de las Gramíneas se encontraban el cultivo de: Avena (*Avena sativa*), Cebada (*Hordeum vulgare*), Trigo (*Triticum aestivum*), Centeno (*Secale cereale*) y Cebadilla (*Bromus uniloides*). Las Consociadas estaban formadas por Vicia+Avena y Vicia+Centeno. Por último, el grupo Crucíferas se conformó por datos de Colza (*Brassica napus*) y Rabanito (*Raphanus sativus*). Se seleccionó a la Vicia como única leguminosa debido a que no se encontraron datos suficientes de otras especies de la misma familia que pudieran formar parte de este grupo. El Raigrás se analizó como un grupo aparte a las gramíneas debido a que el análisis previo entre todas las especies gramíneas mostró diferencias significativas en la acumulación de biomasa aérea y C acumulado.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La biomasa aérea acumulada varió desde 400 a 13905 kg ha<sup>-1</sup> entre todos los CS evaluados (Figura 1). La mayor acumulación se observó en las Consociadas y Gramíneas, con valores medios de 6056 y 6028 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Los menores valores promedio se observaron en Vicia, Raigrás y Crucíferas (3962, 3254 y 2713 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Por su parte, la concentración de C en la biomasa fue similar entre todos los grupos de CS,

variando desde 357,2 a 455,0 g kg<sup>-1</sup>, destacándose la Vicia, las Crucíferas y las Consociadas con los menores valores promedio (404,7, 416,3 y 410,0 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente). Por su parte, los mayores valores se dieron en las Gramíneas, Raigrás y Crucíferas (424,0, 420,1 y 416,3 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente). El C acumulado en la biomasa varió desde 172 a 5611 kg ha<sup>-1</sup> y fue mayor en las Gramíneas y Consociadas (2524 y 2435 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Los menores valores de C acumulado en la biomasa se observaron en la Vicia (1638 kg ha<sup>-1</sup>), las Crucíferas (1133 kg ha<sup>-1</sup>) y el Raigrás (1371 kg ha<sup>-1</sup>). Estos resultados nos indican que la especie o consociación de especies utilizada resulta muy importante en el balance de C de los agroecosistemas, debido a que existen diferencias entre grupos en la acumulación de biomasa aérea y C en los tejidos (Restovich *et al.*, 2012).

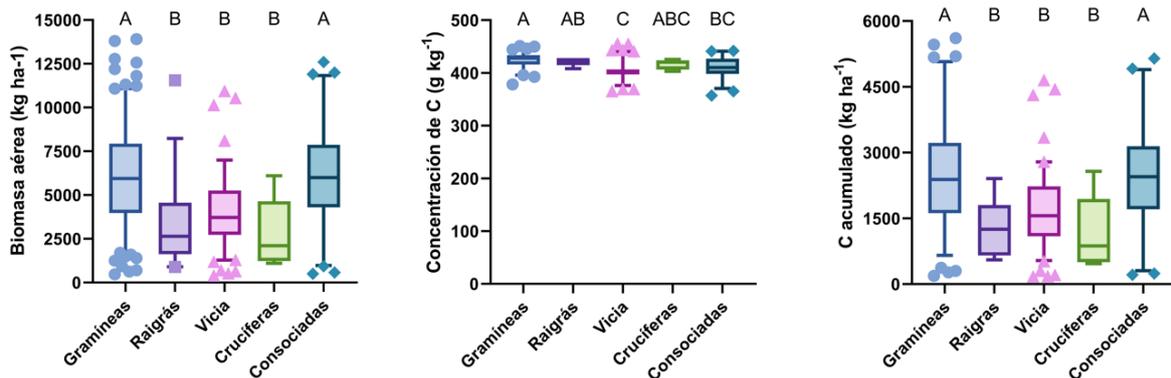


Figura 1. Biomasa aérea acumulada en Gramíneas (n=180), Raigrás (n=34), Vicia (n=128), Crucíferas (n=8) y Consociadas (n=63). Concentración de carbono (C) en Gramíneas (n=97), Raigrás (n=11), Vicia (n=107), Crucíferas (n=8) y Consociadas (n=48). Carbono acumulado en la biomasa de Gramíneas (n=99), Raigrás (n=11), Vicia (n=107), Crucíferas (n=8) y Consociadas (n=49). Los diagramas de caja representan los percentiles 5 y 95 (bigotes), 25 (borde inferior) y 75 (borde superior de la caja). La línea dentro de la caja representa la mediana, y los puntos son valores extremos. Letras iguales indican diferencias no significativas entre medias de grupos de cultivos de servicio para cada variable descrita.

La concentración de N, la acumulación de N y la relación C:N resultó diferente entre los grupos de CS (Figura 2). La concentración de N osciló en un rango desde 2,6 a 47,1 g kg<sup>-1</sup>. Por su parte la acumulación de N varió entre 9,6 y 254,5 kg ha<sup>-1</sup> y la relación C:N presentó un mínimo de 8,6:1 y un máximo de 151,6:1. La Vicia fue el cultivo con mayor promedio de concentración (28,9 g kg<sup>-1</sup>) y acumulación de N (113,3 kg ha<sup>-1</sup>), junto con las Consociadas (94,4 kg ha<sup>-1</sup>); y presentó, en promedio, la menor relación C:N (15,2:1), junto con las Crucíferas (25,4:1). Las Gramíneas (13,1 g kg<sup>-1</sup>), Crucíferas (18,3 g kg<sup>-1</sup>) y Consociadas (17,8 g kg<sup>-1</sup>) presentaron los menores valores medios de concentración de N. La menor acumulación de N se observó en las Gramíneas (68,5 kg ha<sup>-1</sup>), Raigrás (58,9 kg ha<sup>-1</sup>) y Crucíferas (57,0 kg ha<sup>-1</sup>). A su vez, las Gramíneas y el Raigrás presentaron la mayor relación C:N (42,1:1 y 29,3:1, respectivamente) y las Consociadas (27,1:1) mostraron una situación intermedia entre la Vicia y las Gramíneas, sin diferenciarse del Raigrás y las Crucíferas.

En línea con lo reportado por Rimski-Korsakov *et al.* (2015), nuestros resultados confirman el potencial de los CS de actuar como cultivos trampa y evitar pérdidas de N por lavado durante el periodo invernal, especialmente en Gramíneas, Raigrás y Crucíferas, que acumularon (50% de los datos centrales) entre 35,8 a 99,5, 33,0 a 86,0 y 19,8 a 108,3 kg N ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Además, considerando que en promedio 60% del N de la Vicia proviene de la fijación biológica de N (Enrico *et al.*, 2020), pueden estimarse relevantes ingresos de N al sistema suelo-planta (45 a 83 kg N ha<sup>-1</sup>), mientras que el 40% restante (30 a 55 kg N ha<sup>-1</sup>) es N que se evita de perder por lavado, disminuyendo potencialmente el riesgo de contaminación de cuerpos de agua. Por otra parte, la relación C:N de los residuos determina su tasa de descomposición y liberación de N (Restovich *et al.*, 2012), y se ha reportado que valores superiores a 25:1 generan inmovilización de este nutriente (Sievers y Cook, 2018). Así, es esperable un aporte neto de N con Vicia e inmovilización por parte de las Gramíneas, lo cual

repercute en el rendimiento y ajuste de fertilización nitrogenada del cultivo de cosecha posterior (Carciochi *et al.*, 2021). Finalmente, las altas relaciones C:N observadas en las Gramíneas, asociadas a una lenta tasa de descomposición de sus residuos, sugieren una cobertura más prolongada de la superficie del suelo, lo cual favorece el control de malezas y reduce las pérdidas de suelo por erosión y las pérdidas de agua por evaporación (Restovich *et al.*, 2012; Alfonso *et al.*, 2020).

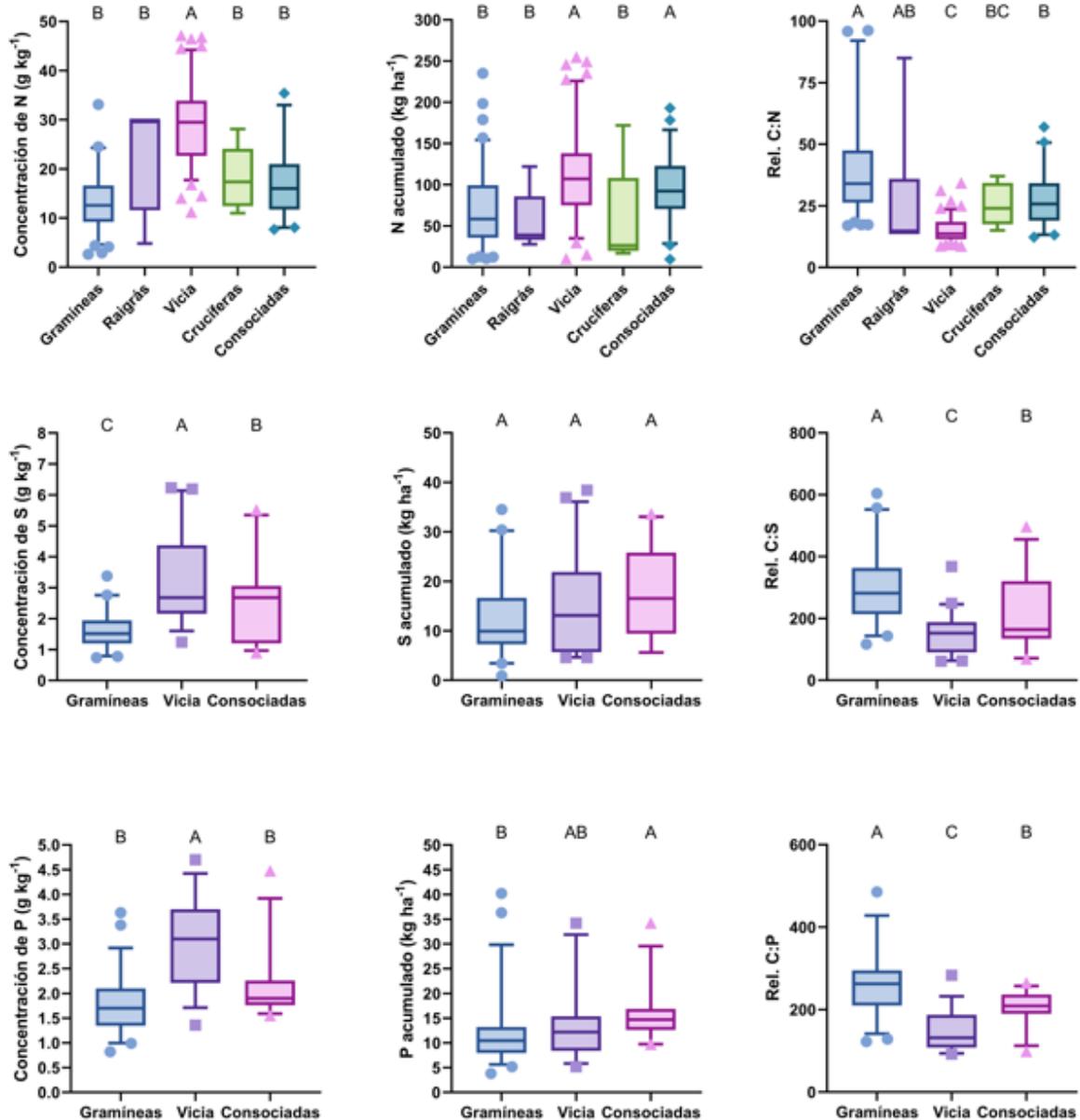


Figura 2. Concentración, acumulación de nitrógeno (N), azufre (S) y fósforo (P) y relación C:N, C:S y C:P en Gramíneas (n=98; n=40; n=54), Raigrás (n=11), Vicia (n=107; n=42; n=37), Crucíferas (n=8) y Consociadas (n=49; n=24; n=27). Los diagramas de caja representan los percentiles 5 y 95 (bigotes), 25 (borde inferior) y 75 (borde superior de la caja). La línea dentro de la caja representa la mediana, y los puntos son valores extremos. Letras iguales indican diferencias no significativas entre medias de grupos de cultivos de servicio para cada variable descripta.

En cuanto al S y P, se analizaron solamente los datos de tres grupos (Gramíneas, Vicia y Consociadas; Figura 2) debido a la poca información encontrada para Raigrás y Crucíferas.

La concentración de S varió desde 0,7 a 6,2 g kg<sup>-1</sup>, y siguió el orden: Vicia (3,2 g kg<sup>-1</sup>) > Consociadas (2,5 g kg<sup>-1</sup>) > Gramíneas (1,6 g kg<sup>-1</sup>). La acumulación de S fue desde 0,9 a 38,4 kg ha<sup>-1</sup>, sin encontrarse diferencias entre CS. Por su parte, la relación C:S presentó un mínimo de 61,7 y un máximo de 604,1 y siguió un orden inverso al de concentración de S: Gramíneas (294,2) > Consociadas (212,4) > Vicia (151,9). La relación C:S de los tejidos en descomposición juega un rol importante en la liberación de este nutriente y en la sincronización con la demanda del cultivo siguiente (Eriksen *et al.*, 2004). Eriksen (2009) indicó que relaciones C:S < 200:1 promueven a una rápida mineralización de S. Los resultados nos indican que los CS son capaces de evitar pérdidas de S por lavado durante su ciclo de crecimiento y, principalmente en las Consociadas y la Vicia (con relación C:S < ~200:1), aportar el S acumulado al cultivo de cosecha posterior, ayudando a cerrar el ciclo del S. Sin embargo, es probable que en algunas situaciones no se llegue a aportar la dosis de S requerida en situaciones de deficiencia en los cultivos extensivos en la región pampeana (~15 kg ha<sup>-1</sup>) (Carciochi *et al.*, 2015).

Por su parte, la concentración de P se encontró entre 0,8 y 4,7 g kg<sup>-1</sup>, el P acumulado varió entre 3,8 y 40,2 kg ha<sup>-1</sup> y la relación C:P entre 92,0:1 y 485,3:1. Similar a los observado para S, la concentración de P siguió el orden Vicia (3,0 g kg<sup>-1</sup>) > Consociadas (2,1 g kg<sup>-1</sup>) > Gramíneas (1,8 g kg<sup>-1</sup>) y la relación C:P fue Gramíneas (263,9:1) > Consociadas (199,9:1) > Vicia (147,0:1). Por su parte, las Consociadas acumularon, en promedio, más P que las Gramíneas (15,6 vs. 11,9 kg ha<sup>-1</sup>) y la Vicia mostró una acumulación de P intermedia (13,6 kg ha<sup>-1</sup>). Estos resultados indican que los CS serían una opción para reducir posibles pérdidas de P, por ejemplo por escorrentía, durante el periodo de barbecho invernal. Nuevamente, la relación C:nutriente de los CS juega un rol importante en la capacidad de suministro de P y su disponibilidad durante el ciclo del cultivo siguiente. Si el P contenido en los residuos es insuficiente para la asimilación de C por los microorganismos, habrá inmovilización neta de P. En cambio, cuando el P no es limitante para la asimilación de C, ocurre mineralización neta de P. Residuos con relación C:P inferior a 200:1 presentan mineralización neta, superior a 300:1 inmovilización neta y entre 200:1 y 300:1 los cambios en la concentración de P en solución son pequeños (Havlin *et al.*, 1999). Por lo tanto, la Vicia y las Consociadas aportarían P al cultivo siguiente. En cambio, con Gramíneas se podría observar inmovilización de este nutriente, lo que reduciría su disponibilidad para el cultivo de cosecha posterior. En casos de deficiencia de P y cuando se utilicen Gramíneas como CS, se requerirá una mayor dosis de fertilizante fosforado para contrarrestar el efecto de la inmovilización y suplir la demanda del cultivo de cosecha.

## CONCLUSIONES

En base a los resultados de esta revisión, se puede decir que existen diferencias entre especies en la acumulación de biomasa aérea. A su vez, se observa gran variabilidad dentro de cada grupo, generando la necesidad de cuantificar dicho parámetro en cada situación productiva y continuar explorando los factores ambientales y genéticos que varían la estequiometría de los CS. En general, las Gramíneas y las Consociadas acumulan más biomasa aérea y aportan mayor cantidad de C que las Crucíferas, la Vicia y el Raigrás. Sin embargo, las Gramíneas acumulan menor cantidad de N y P que el resto de los grupos de CS y muestran relaciones C:N, C:S y C:P que sugieren inmovilización de estos nutrientes. Por su parte, la Vicia acumula la mayor cantidad de N y presenta relaciones C:N, C:S y C:P que indican mineralización neta de estos nutrientes. Las Crucíferas y el Raigrás acumulan tanto N como las Gramíneas pero, en el caso de las primeras, presentan una relación C:N que sugieren una mineralización neta de este nutriente. En general, las Gramíneas serían adecuadas para aportar C al sistema, pero hay que tener en cuenta la posible inmovilización de nutrientes que generen sus residuos durante el ciclo del cultivo posterior. La Vicia es ideal para incorporar N al sistema y aportar a la nutrición del cultivo siguiente, permitiendo disminuir las dosis de fertilizantes y por ende los costos de producción. Por su parte las Consociadas presentan una situación intermedia, aportando tanto C como las Gramíneas, N, S y P como la Vicia y relaciones C:nutriente favorables para la mineralización. La inclusión de CS a los

agroecosistemas ayuda a cerrar los ciclos de los nutrientes al actuar como cultivos trampa. Las diferencias observadas entre grupos de CS sugieren que la adecuada selección de especies es clave para maximizar la provisión de los servicios ecosistémicos buscados (aporte de N, biomasa, rápida disponibilidad de nutrientes, entre otros).

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los proyectos INTA (2019-PE-E1-I011-001); PICT (2019-00485); PI-INICIAL-2021 “Dinámica del nitrógeno en secuencias cultivos de cobertura-maíz: efecto sobre la nutrición, rendimiento y calidad del grano de maíz”).

## BIBLIOGRAFIA

- Carciochi, W., Divito, G., Reussi, N., & Echeverría, H. (2015). Las mejores prácticas de manejo de la fertilización azufrada en cultivos extensivos. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*, 20, 2-6.
- Carciochi, W. D., Wyngaard, N., Divito, G. A., Cabrera, M. L., Reussi Calvo, N. I., & Echeverría, H. E. (2018). A comparison of indexes to estimate corn S uptake and S mineralization in the field. *Biol. Fert. Soils*, 54(3), 349-362.
- Carciochi, W.D., C. Crespo, M. Elíceche, and P.A. Barbieri. (2021). Nitrogen and Sulfur Recycling and Diagnostic in Cover Crop-Maize Systems. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 21(1): 801–812.
- 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. Repositorio digital CONICET.
- Enrico, J. M., Piccinetti, C. F., Barraco, M. R., Agosti, M. B., Ecclesia, R. P., & Salvagiotti, F. (2020). Biological nitrogen fixation in field pea and vetch: Response to inoculation and residual effect on maize in the Pampean region. *European Journal of Agronomy*, 115, 126016.
- Eriksen, J., Thorup-Kristensen, K., & Askegaard, M. (2004). Plant availability of catch crop sulfur following spring incorporation. *J. Soil. Sci. Plant. Nutr.*, 167(5), 609-615.
- Gaskin, J., Cabrera, M., & Kissel, D. (2016). Predicting nitrogen release from cover crops: The cover crop nitrogen availability calculator. *University of Georgia Extension Bulletin*, 1466(10).
- Havlin, J., Beaton, J., Tisdale, S. & Nelson, W. (1999). Soil Fertility and Fertilizers: An introduction to nutrient management. Prentice-Hall Inc. Upper Saddle River, New Jersey.
- Pinto, P., Long, M. E. F., & Piñeiro, G. (2017). Including cover crops during fallow periods for increasing ecosystem services: Is it possible in croplands of Southern South America?. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 248, 48-57.
- Restovich, S.B., Andriulo, A.E. & Portela, S.I. (2012). Introduction of cover crops in a maize-soybean rotation of the Humid Pampas: Effect on nitrogen and water dynamics. *Field Crop. Res.*, Vol. 128, p. 62-70.
- Rimski-Korsakov, H., C.R. Alvarez, and R.S. Lavado. (2015). Cover crops in the agricultural systems of the Argentine Pampas. *J. Soil Water Conserv.*, 70(6): 134A-140A.
- Sainz Rozas, H. R., Eyherabide, M., Larrea, G. E., Martínez Cuesta, N., Angelini, H. P., Reussi Calvo, N. I., & Wyngaard, N. (2019). Relevamiento y determinación de propiedades químicas en suelos de aptitud agrícola de la región pampeana.
- Sievers, T., and R.L. Cook. (2018). Aboveground and Root Decomposition of Cereal Rye and Hairy Vetch Cover Crops. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 82: 147–155



# ACUMULACIÓN DE NUTRIENTES EN CULTIVOS DE SERVICIO Y SU IMPLICANCIA EN LOS AGROECOSISTEMAS



Cafaro La Menza, F.<sup>1,\*</sup>, W.D. Carciochi <sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas; <sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agrarias-Universidad Nacional de Mar del Plata; \* Ruta Provincial 226, km 73,5, (7620) Balcarce, Prov. de Buenos Aires, [francisco.cafarola@gmail.com](mailto:francisco.cafarola@gmail.com); [waltercarciochi@hotmail.com](mailto:waltercarciochi@hotmail.com)

## INTRODUCCIÓN

Para lograr un sistema de producción sustentable, el ciclo de los nutrientes debe ser lo más cerrado posible. Los cultivos de servicio (CS) son utilizados para evitar la pérdida de nutrientes desde el suelo durante el periodo comprendido entre dos cultivos de cosecha. En este trabajo se realizó una revisión sistemática para la región pampeana argentina sobre acumulación de biomasa aérea, concentración y acumulación de nutrientes (C, N, P y S) y calidad de sus residuos, para diferentes CS, discutiendo su implicancia en los agroecosistemas.

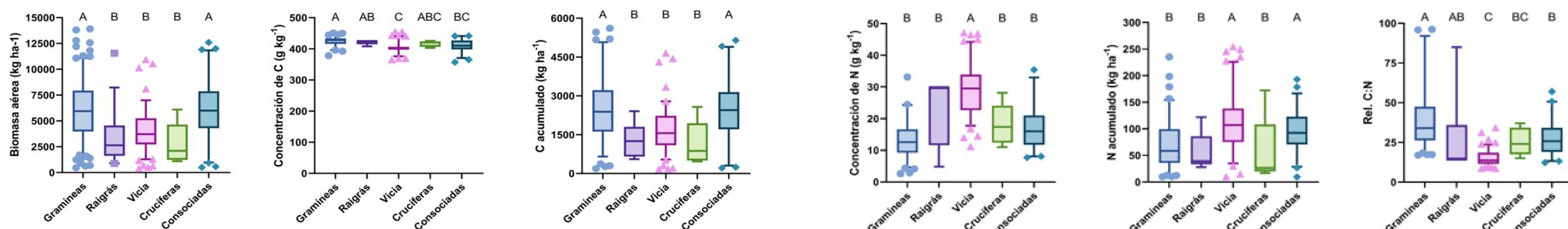
## MATERIALES Y MÉTODOS

Se generó una base de datos con datos propios y trabajos publicados en revistas, congresos, boletines técnicos y tesis. Para el análisis de las variables se consideraron cinco grupos de CS: Gramíneas (sin raigrás), Raigrás (*Lolium* sp), Vicia (*Vicia* sp.), Crucíferas y Consociadas.



Para más detalles escanea el código y accede al trabajo completo

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

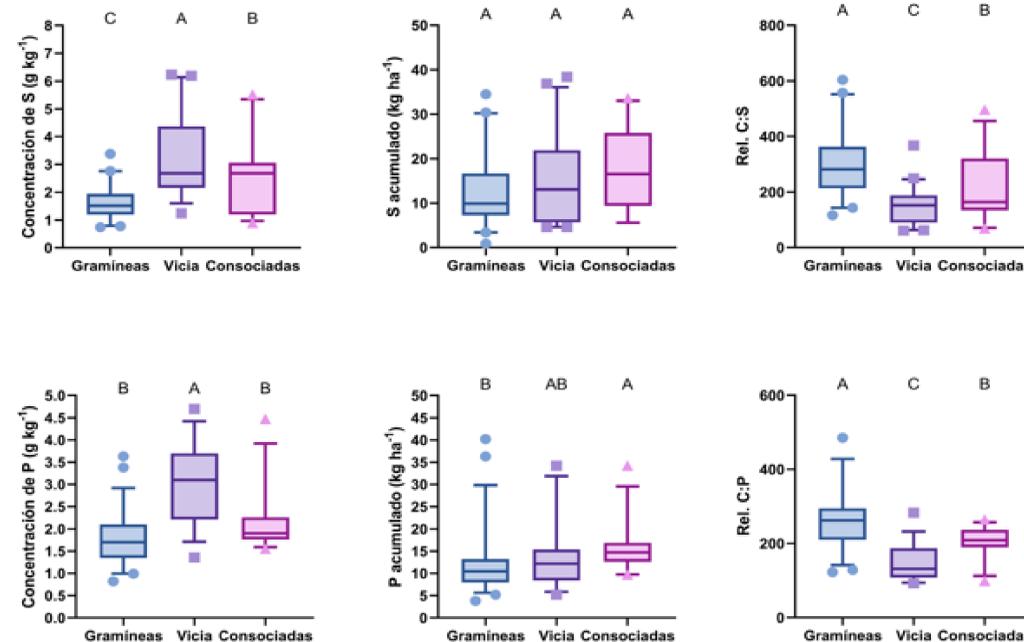


**Figura 1.** Biomasa aérea acumulada en Gramíneas (n=180), Raigrás (n=34), Vicia (n=128), Crucíferas (n=8) y Consociadas (n=63). Concentración de carbono (C) en Gramíneas (n=97), Raigrás (n=11), Vicia (n=107), Crucíferas (n=8) y Consociadas (n=48). Carbono acumulado en la biomasa de Gramíneas (n=99), Raigrás (n=11), Vicia (n=107), Crucíferas (n=8) y Consociadas (n=49). Los diagramas de caja representan los percentiles 5 y 95 (bigotes), 25 (borde inferior) y 75 (borde superior de la caja). La línea dentro de la caja representa la mediana, y los puntos son valores extremos. Letras iguales indican diferencias no significativas entre medias de grupos de cultivos de servicio para cada variable descripta.

- Gran variabilidad y diferencias en biomasa aérea y C acumulado
- Bajo aporte de S y P al cultivo siguiente
- Gramíneas: aporte de C e inmovilización de nutrientes
- Raigrás: < aporte de C que gramíneas
- Vicia: aporte de N (permite reducir la dosis de fertilizante)
- Crucíferas: bajo aporte C y N y baja rel. C:N (mineralización)
- Consociadas: aporte C y N (situación intermedia)

## CONCLUSIÓN

- Importante seleccionar la especie para el balance de C
- Gran potencial de los CS como “cultivos trampa”
- Tener en cuenta las relaciones C:nutriente de los residuos de los CS
- Tener en cuenta el requerimiento de nutrientes del cultivo posterior



**Figura 2.** Concentración, acumulación de nitrógeno (N), azufre (S) y fósforo (P) y relación C:N, C:S y C:P en Gramíneas (n=98; n=40; n=54), Raigrás (n=11), Vicia (n=107; n=42; n=37), Crucíferas (n=8) y Consociadas (n=49; n=24; n=27). Los diagramas de caja representan los percentiles 5 y 95 (bigotes), 25 (borde inferior) y 75 (borde superior de la caja). La línea dentro de la caja representa la mediana, y los puntos son valores extremos. Letras iguales indican diferencias no significativas entre medias de grupos de cultivos de servicio para cada variable descripta.

La adecuada selección de especies es clave para maximizar la provisión de los servicios ecosistémicos buscados

