

INTENSIFICANDO LA ROTACIÓN ARROZ-PASTURAS: IMPLICANCIAS EN EL CARBONO DEL SUELO DURANTE LA TRANSICIÓN

I. Macedo¹, J. Castillo², J. Terra³

INTRODUCCIÓN

El contenido de carbono orgánico (COS) es reconocido como el principal indicador de calidad del suelo debido al impacto en sus principales propiedades físicas, químicas y biológicas y por tanto en su capacidad de funcionar (Doran y Parkin, 1994). El COS está formado por varias fracciones de la materia orgánica del suelo (MOS) que varían desde muy activas a estables tanto en términos químicos como biológicos (Cambardella y Elliot, 1992) y que son más sensibles a las prácticas de manejo (Franzluebbers *et al.*, 2000) respecto al COS en el corto plazo (Wander, 2004).

En Uruguay, el cultivo de arroz ha alternado históricamente el uso del suelo con pasturas que le confieren al sistema ventajas productivas y ambientales (Deambrosi, 2003; Pittelkow *et al.*, 2016). Una de las mayores contribuciones de las pasturas rotando con cultivos, es sostener el C orgánico del suelo (COS) tal como se observó en la unidad de producción arroz-pasturas (40% arroz y 60% pasturas) implementada en el Paso de la Laguna (UPAG) donde no se registraron cambios de COS luego de 10 años (Deambrosi, 2009).

El diseño de las rotaciones y las estrategias para su manejo es un tema central en el sector arrocero en su constante desafío de aumentar la productividad, reducir costos, minimizar riesgos y conservar los recursos naturales. Así, las posibilidades de aumentar la frecuencia de arroz en la rotación, la inclusión de otros cultivos y/o de pasturas más cortas y productivas que permitan optimizar costos, tiempos de barbecho y laboreo, manteniendo la sostenibilidad, son interrogantes de gran relevancia en estos sistemas. Los procesos de intensificación son sostenibles en la medida que mantengan o incrementen la productividad, mejoren la eficiencia del uso de insumos y conserven los recursos naturales tales como el agua y el suelo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto de distintas alternativas de intensificación del uso del suelo, a partir de una rotación arroz-pastura estable, sobre el contenido de C del suelo y sus distintas fracciones, durante la transición de los sistemas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se instaló en 2012 en la Unidad Experimental del Paso de la Laguna, en INIA Treinta y Tres, en un sitio que mantuvo una rotación arroz-pasturas relativamente estable durante 33 años que incluyó 11 cultivos de arroz.

Se establecieron 6 rotaciones, donde todas sus fases estuvieron presentes al mismo tiempo. Las rotaciones incluyeron al cultivo de arroz en distinta proporción, con otros cultivos como la soja y el sorgo y/o con pasturas permanentes de distinta duración (Cuadro 1). En las rotaciones que incluyeron pasturas permanentes, la mezcla forrajera fue festuca, trébol blanco y lotus corniculatus para las pasturas largas, raigrás y trébol rojo en las pasturas cortas, y festulolium y lotus corniculatus cuando el arroz rotaba con soja.

En octubre del 2016, luego de 4 zafas, se realizó un muestreo del suelo con calador manual para 0-5 cm y 5-15 cm de profundidad, donde se determinaron los contenidos de carbono orgánico del suelo, el carbono orgánico en distintas fracciones de la materia orgánica, la más lábil asociada a la materia orgánica particulada (C-MOP) y la más estable asociada a la fracción mineral (C-MOAM), entre otros.

1 Ing. Agr., INIA Programa Sustentabilidad Ambiental. imacedo@tyt.inia.org.uy

2 Ing. Agr., INIA Programa Arroz. jcastillo@tyt.inia.org.uy

3 Ph.D., INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental. jtterra@tyt.inia.org.uy

Cuadro 1. Rotaciones arroceras.

Rotación	Duración de la rotación (años)											
	1		2		3		4		5		6	
	PV	OI	PV	OI	PV	OI	PV	OI	PV	OI	PV	OI
Az-Continuo	Arroz	- Ta										
Az-Soja	Arroz	- Rg	- Soja	- Ta								
Az-Cultivos	Arroz	- Rg	- Soja	- Ta	- Arroz	- Ta	- Sorgo	- Ta				
Az-Soja-PPcorta	Arroz	- Rg	- Soja	- Rg	- Soja	- Ta	- Arroz	- PP	- PP	- PP	PP	- PP
Az-PPcorta	Arroz	- PP	- PP	- PP								
Az-PPlarga	Arroz	- Rg	- Arroz	- PP	- PP	- PP	- PP	- PP	- PP	- PP		

PV= primavera-verano, OI= otoño-invierno, Ta= Trébol alejandrino, Rg= Raigrás, PP= Pastura permanente, Az=Arroz.

RESULTADOS PRELIMINARES

Luego de 4 años, no se detectaron cambios significativos en los contenidos COS total para ninguna de las profundidades analizadas. La rotación Az-Soja fue la que presentó los menores contenidos C-MOP (3,74 Mg/ha) en los primeros 5 cm de profundidad, mientras que en Az-PPlarga se registraron los mayores contenidos (4,71 Mg/ha). No se observaron diferencias en los contenidos de C-MOAM entre las distintas rotaciones. Las rotaciones con pasturas presentaron una mayor proporción de C-MOP que aquellas rotaciones donde el arroz rota con otros cultivos; Az-PPcorta y Az-PPlarga tuvieron 38% de C-MOP comparado con 34% para el promedio de Az-Soja y Az-Cultivos, el sistema Az-continuo presentó valores intermedios (Figura 1).

Los mayores contenidos de C-MOP en las rotaciones con pasturas podrían ser atribuidos a la cantidad y calidad (mejor relación C/N) de residuos aportados. Resultados similares son reportados por Benintende *et al.*, 2008, donde encontraron que rotaciones de arroz con pasturas tuvieron mayores contenidos de carbono en la biomasa microbiana (otro indicador sensible) que sistemas donde no se incluían pasturas en la rotación. En sentido contrario, los menores contenidos de C-MOP en las rotaciones de arroz con cultivos podrían deberse también a mayores tasas de mineralización del COS en estos sistemas, como reportan Witt *et al.*, 2000, que encontraron tasas de mineralización entre un 33 y un 41% superior en sistemas de arroz-maíz comparado con sistemas de arroz continuo.

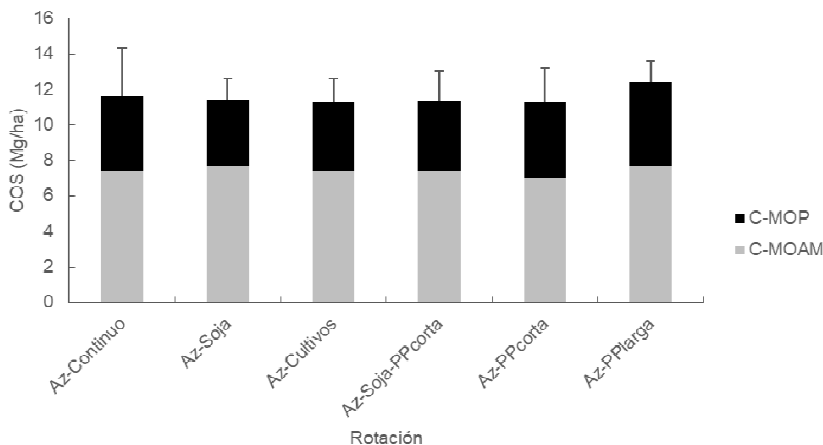


Figura 1. Media y desvío estándar (Mg/ha) de carbono orgánico total del suelo, de las distintas fracciones de la materia orgánica para 6 sistemas de rotaciones arroceras en los primeros 5 cm de profundidad. C-MOP= carbono orgánico en la materia orgánica particulada, C-MOAM= carbono orgánico en la materia orgánica asociada a la fracción mineral, COS= suma de C-MOP+C-MOAM, carbono orgánico total del suelo en mega gramos por hectárea (Mg/ha).

CONCLUSIONES

La intensificación del uso del suelo, a partir de un sistema de rotaciones arroz-pasturas estable durante más de 30 años, no provocó reducciones del contenido de C orgánico en el perfil del suelo durante las primeras etapas de la transición (4 años) de los nuevos sistemas de

rotaciones implementados. Sin embargo, la intensificación de la misma con la inclusión de otros cultivos de menor producción relativa podría hacer al COS más vulnerable a pérdidas como lo sugiere el menor contenido de C-MOP en la rotación arroz-soja.

En términos de balances, probablemente las entradas de residuos a partir de cultivos de arroz de alta productividad (9700 kg/ha), de los cultivos de cobertura y de rastrojos de otros cultivos hayan cubierto los aportes realizados por las pasturas de larga duración sustituidas en los sistemas más intensivos. Por otro lado, la minimización del laboreo para la siembra de los cultivos probablemente minimizó las eventuales pérdidas de mineralización que se provocarían por la remoción del suelo en los sistemas más intensivos; en aquellos con más arroz en la rotación probablemente contribuya también la menor mineralización del suelo inundado durante el cultivo.

Surge la necesidad de continuar monitoreando la evolución los indicadores evaluados en el largo plazo, cuando los efectos sean más marcados y todas las rotaciones estén totalmente estabilizadas.

AGRADECIMIENTOS

Al personal de la sección Sustentabilidad Ambiental de INIA Treinta y Tres, Adan, Alexander, Irma y Matias, por el compromiso, las ganas y dedicación en la labor de campo y laboratorio para realizar este trabajo.

A la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), ya que este trabajo es parte de un proyecto de maestría (POS_NAC_2015_1_109776) financiado parcialmente por esta institución.

BIBLIOGRAFIA

BENINTEDE, S. M., BENINTEDE, M. C., STERREN, M. A., & DE BATTISTA, J. J. (2008). Soil microbiological indicators of soil quality in four rice rotations systems. *Ecological indicators*, 8(5), 704-708.

CAMBARDELLA, C.A., ELLIOT, E.T. 1992. Particulate soil organic matter changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56, 777-783.

DEAMBROSI, E. 2003. Rice production system in Uruguay and its sustainability. Proceedings of the III International Conference of Temperate Rice, Punta del Este, Uruguay, INIA.

DEAMBROSI, E.; MONTOSI, F.; SARAVIA, H.; BLANCO, P.H.; AYALA, W. (Eds.). 10 años de la Unidad de Producción Arroz-Ganadería. Montevideo (Uruguay): INIA, 2009. p. 9-12 (INIA Serie Técnica; 180)

DORAN, J.W., AND T.B. PARKIN. 1994. Defining and assessing soil quality. p. 3-21. In J.W. Doran et al. (ed.) *Defining soil quality for a sustainable environment*. SSSA Spec. Publ. 35. ASA and SSSA. In Madison, WI.

FRANZLUEBBERS, A.J., HANEY, R.L., HONEYCUTT, C.W., SCHOMBERG, H.H., HONS, F.M., 2000. Flush of carbon dioxide following rewetting of dried soil relates to active organic pools. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64, 613-623.

PITTELKOW, P., ZORRILLA, G., TERRA J., RICCETTO, S., MACEDO, I., BONILLA, C. ROEL, A. 2016. Sustainability of rice intensification in Uruguay from 1993 to 2013. *Global Food Security* 9: 10- 18.

WANDER, M. 2004. Soil organic matter fractions and their relevance to soil function. In: F. Magdoff, and R. Weil, editors, *Soil organic matter in sustainable agriculture*. CRC Press, Boca Raton, FL.

WITT. C., K. G. CASSMAN. D. C. OLK. U. BIKER. S. P. LIBOON. M. I. SAMSON. AND J. C. G. OTTOW. 2000. Crop rotation and residue management effects on carbon sequestration, nitrogen cycling, and productivity of irrigated rice systems. *Plant Soil* 225:263-278.