

MANEJO SUSTENTABLE EN LA PRODUCCIÓN HORTÍCOLA INTENSIVA. EVOLUCIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA, DE PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS DEL SUELO Y DEL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE ZAPALLO

J. Arboleya¹, J.C. Gilsanz¹, F. Alliaume², C. Leoni¹, M. Falero¹ y S. Guerra².

¹ INIA Las Brujas, Programa Nacional de Producción y Sustentabilidad Ambiental y Programa Nacional de Investigación en Producción Hortícola. Canelones, Uruguay; ² Departamento de Suelos y Aguas. Facultad de Agronomía (UDELAR), Montevideo, Uruguay.

jarboleya@inia.org.uy

INTRODUCCIÓN

La reducción o eliminación del laboreo es una de las medidas en las que se basa la producción sustentable. De este modo se evita disminuir el deterioro de las propiedades físicas y de la estructura del suelo, disminuyendo por lo tanto los riesgos de degradación y erosión. Otro aspecto fundamental es el uso de abonos verdes de invierno y/o de verano de modo que existan residuos vegetales, que aporten al sistema productivo materia orgánica. A través de su uso se protege el suelo de la erosión (Gilley et al, 1986), se mejora la infiltración, aísla térmicamente, disminuyendo la evaporación (Macena da Silva et al. 2006), controlan malezas y enfermedades, haciendo al sistema más sustentable. En Uruguay, la mayoría de los cultivos hortícolas se realizan en canteros o surcos, el uso de abonos verdes en canteros ha demostrado aumentar la estabilidad de los agregados, repercutiendo en una mayor infiltración, y por lo tanto más agua disponible para los cultivos (Govaerts et al, 2006). El objetivo del estudio presentado aquí fue evaluar el efecto del mínimo laboreo con cultivos de cobertura en el contenido de agua del suelo, en diferentes propiedades físicas, químicas y biológicas, y el en rendimiento de zapallo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El diciembre del 2005 se instaló en INIA Las Brujas, un módulo hortícola demostrativo con dos tratamientos: sistema convencional de preparación de tierra, sin uso de arado de rejas o de discos, y sistema sustentable que incluye abonos verdes en cobertura sobre el suelo y la utilización de mínimo laboreo. En el sistema sustentable el abono verde se instala directamente sobre los canteros previamente levantados y luego del abono verde, el cultivo hortícola se siembra o se transplanta sobre el cantero. El suelo es un Typic Argiudoll FrAcL, en una ladera convexa, con pendientes del 2 al 5%. El módulo tiene 4 bloques atravesando la pendiente, y en cada uno hay una faja de varios canteros por tratamiento.

En el 2005 se sembró un abono verde de sorgo forrajero (*Sorghum sudanense*) a 30kg/ha, que produjo 14.950 kg ha⁻¹ de materia seca (MS) con una relación C/N de 26.5/1, seguido de cebolla (*Allium cepa*). En el 2007 se plantó moha (*Setaria italica*) a 30 kg/ha, que produjo 7.684 kg ha⁻¹ de MS con una relación C/N de 23/1, la que se picó y se dejó sobre los canteros. Sobre esos residuos se trabajó el cantero con un cultivador de mínimo laboreo y en un sector se plantó zanahoria (*Daucus carota*) y en otro sector repollo (*Brassica oleracea*). Seguido se transplantó boniato (*Ipomoea batata*). En abril de 2008 se sembró avena negra (*Avena strigosa*) a 120 kg/ha. En el primer corte (agosto) de la parte superior (40 cm), produjo 3.712 kg ha⁻¹ de MS. A mediados de setiembre, se le aplicó glifosato, habiéndose estimado la MS producida en 15.235 kg ha⁻¹ con una relación C/N de 32/1 y en octubre se aplastó con una rastra. Posteriormente se pasó el cultivador de mínimo laboreo sin el cincel y luego se abrió un surco con una zapata para la siembra. El 24/10/08 se plantó zapallo kabutiá (*Cucurbita moschata* x *C. maxima*) cultivar Maravilla del Mercado a 1mt. entre plantas y 3 mt entre canteros. Inmediatamente luego de la siembra se aplicó una mezcla de Trifluralina (600g/lt) 0.9 l ia.ha⁻¹,

Metolachlor (960 gr/l) 960 l ia.ha-1 y Clomagan (480 g/l) 0.360 l ia.ha-1 Se realizó un muestro de suelo para analizar el contenido de nitratos del mismo dado la diferencia de color entre el manejo convencional y sustentable, y se realizó una fertilización con 100 kg N/ha al tratamiento sustentable dado el gran residuo de materia seca que había producido el abono verde. En diciembre se evaluó el número y peso de malezas en un cuadrante de 0,5 x 0,5 mt. Durante el cultivo de zapallo, se monitoreó semanalmente el contenido de agua hasta 1 metro de profundidad. La determinación se realizó mediante reflectometría en el dominio del tiempo (TDR) en superficie y sonda de neutrones en profundidad. Además se tomaron muestras imperturbadas para la determinación de la densidad aparente a 5 cm. de profundidad al inicio del cultivo y luego de la cosecha. A la plantación y después de la cosecha se tomaron muestras de suelo para la determinación de la actividad biológica del suelo mediante desprendimiento de CO₂ (respiración) según técnica de Grisi (1978) modificada. Se determinó el C orgánico del suelo en enero de 2009. La cosecha del zapallo se efectuó el 13/04/09.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Población de Malezas

En la evaluación del 4 de diciembre se registró un 28% menos de malezas sobre el surco de plantación en el sistema sustentable. En los entre surcos si bien la población de malezas fue similar al 10/12/08 el peso seco fue sensiblemente mayor en el sistema convencional (Cuadro 1).

Contenido de agua en el suelo

El contenido de agua en superficie se pudo monitorear recién a partir del 6 de febrero; previo a esta fecha, la poca humedad del suelo no permitió obtener un buen contacto de los receptores del TDR con el suelo. El contenido de agua medido en los primeros 20 cm del cantero fue mayor en el tratamiento sustentable en las fechas 6 y 25 de febrero, asociado a precipitaciones acumuladas en la semana, de 36mm en la primera fecha, y 67 mm en la segunda fecha (Figura 1). En la semana del 5 de marzo se registraron precipitaciones del orden de 70mm, alcanzando el suelo niveles de capacidad de campo (35 mm 10cm-1), con contenidos de agua similares en ambos tratamientos. Esta situación se mantuvo hasta el 19 de marzo, donde los tratamientos vuelven a diferenciarse a favor del sistema sustentable.

En los primeros 20 cm de cantero, el 25 de febrero, el tratamiento sustentable llegó a acumular 11,7 mm más de agua respecto al laboreo convencional. Para el período medido, en promedio, el sistema sustentable presentó 3,7 mm más de agua en los primeros 20 cm. Estas diferencias se debieron a los períodos en donde el suelo se presentaba más seco que a capacidad de campo.

En las profundidades intermedias, desde los 20 a los 60 cm, no se observaron diferencias en los contenidos de humedad. En las profundidades de 60 a 80 y de 80 a 100 cm, hasta el 5 de marzo, se observa una tendencia a mayores contenidos de humedad en el tratamiento sustentable (Figura 2). Esta tendencia es aún más notoria en los bloques que ocupan posiciones más bajas en el paisaje (bloques 3 y 4). Una hipótesis que podría explicar esto es que el tratamiento sustentable captó mayor agua en períodos anteriores, la que no fue aprovechada por el cultivo en ese momento, sino que percoló a capas más profundas, logrando medirse mayores contenidos de humedad para el período considerado. Estos datos son concordantes con hallazgos anteriores, en donde se encontró, en sistemas con canteros permanentes infiltraciones de 54 vs 219 mm m-1, con residuos extraídos y retenidos respectivamente (Govaerts et al, 2006).

Las mediciones de densidad aparente (Dap) no arrojaron diferencias significativas entre tratamientos, tanto al inicio como al fin de ciclo (Cuadro2).

Actividad biológica del suelo y Materia Orgánica

La actividad biológica del suelo determinada mediante respiración al final del ciclo de cultivo de zapallo (abril 2009) fue mayor en el manejo sustentable que en el convencional (Figura 3). Los

valores de materia orgánica (M.O.) obtenidos a inicios del ciclo de crecimiento del cultivo de zapallo fueron más altos en el sistema sustentable (2.65%) respecto al sistema convencional (2.4%). Estos datos indicarían una mayor actividad metabólica del suelo asociada a la degradación de la M.O. por parte de microorganismos heterótrofos, los cuales pueden reflejar hasta cerca del 50 % de la respiración edáfica (Ryan y Law, 2005).

Rendimientos

El rendimiento promedio del sistema convencional fue de 48.8 ton/ha mientras que en el del sistema sustentable de 47.2 t.ha-1.

CONCLUSIONES

Luego de 5 años de iniciado este trabajo los tratamientos del sistema sustentable con laboreo reducido y con uso de cultivos en cobertura demuestran una mejor calidad del suelo reflejada en los valores de M.O.y respiración del suelo, con rendimientos similares a los tratamientos de manejo convencional. Una menor incidencia de malezas y una mayor captación del agua de lluvia en una temporada de sequía pueden llegar a significar tanto un ahorro en agua de riego, como una mayor resistencia del cultivo a la sequía si se dispone o no de ella, respectivamente.

REFERENCIAS

- Gilley, J.E.; Finkner, S.C.; Spomer, R.G.; Mielke, L.N. 1986. Runoff and erosion as affected by corn residue. II. Rill and interrill components. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, v.29, p.161-164,.
- Grisi, B.M. 1978. Metodo químico de medição da respiração edáfica: alguns aspectos técnicos. Ciência e Cultura 30(1): 82 – 88.
- Govaerts, B.; Sayre, K. D.; Lichter, K.; Dendooven, L.; Deckers J. 2006. Influence of permanent raised bed planting and residue management on physical and chemical soil quality in rain fed maize/wheat systems. Plant Soil 291: 39 – 54.
- Macena da Silva, F.; Silveira Pinto, H.; Scopel, E.; Corbeels, M.; Affholder F.. 2006, Pesq agrop Brasil 41(5):717-724
- Ryan, M.G. y Law, B.L. 2005. Biogeochemistry 73:3 - 27 DOI 10.1007/s10533-004-5167-7

Cuadro 1. Número promedio de malezas el 4/12/08 y N° promedio y peso seco de malezas el 10/12/08

Tratamientos	N° promedio malezas/m ² 04/12/08 ¹	N° promedio malezas/m ² 10/12/08 ²	Peso seco de malezas/ m ² 10/12/08 (g)
Convencional	18	28	220
Sustentable	13	33	23

¹ Evaluación realizada sobre la fila de plantación.

² Evaluación realizada en las entre filas.

Cuadro 2. Valores de Densidad Aparente al inicio y al final del ciclo del cultivo de zapallo.

Sistema	Muestreo: 6 noviembre 2008	Muestreo: 16 abril 2009
Convencional	1.13 ¹	1.00
Sustentable (mínimo laboreo)	1.13	1.16

¹ Valores promedio de cuatro repeticiones

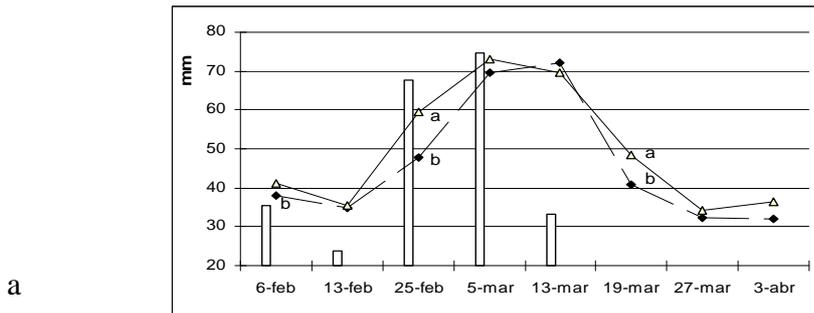


Fig 1. Contenido de agua (mm) en los primeros 20 cm. del cantero en el sistema sustentable (Δ), y manejo convencional (◆), y precipitaciones acumuladas a la semana previa de cada medición (□). Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

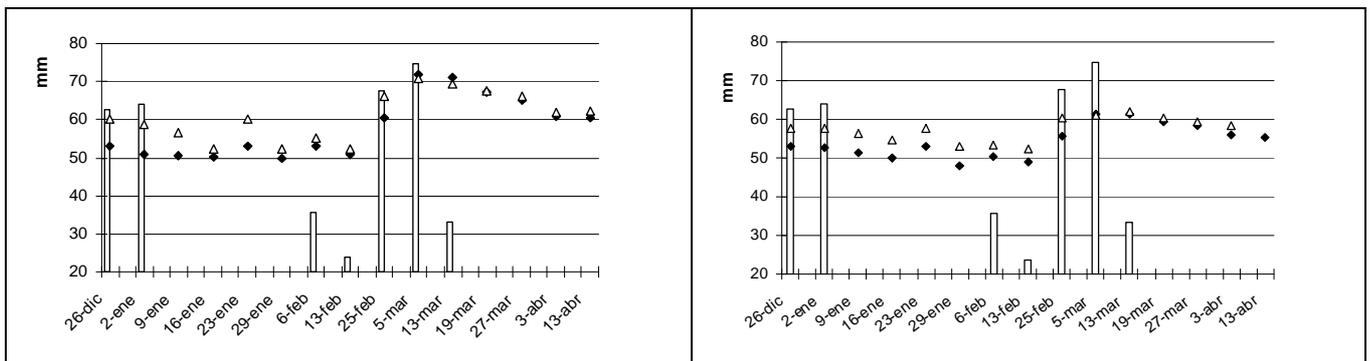


Fig 2. Contenido de agua (mm) de 60 a 80 cm. de profundidad (izquierda) y de 80 a 100 cm. (derecha) en el sistema sustentable (Δ), y manejo convencional (◆), y precipitaciones acumuladas a la semana previa de cada medición (□).

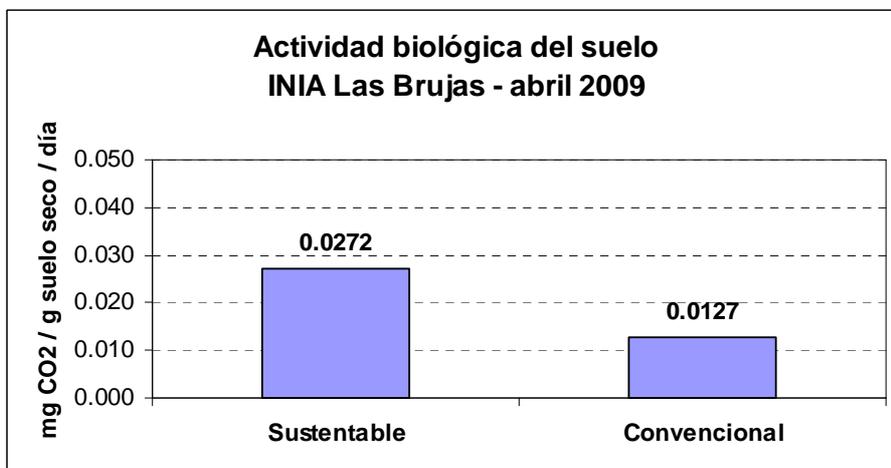


Figura 3. Actividad biológica del suelo evaluada mediante desprendimiento de CO₂ para el sistema sustentable y convencional
*_ Valores promedio de cuatro repeticiones