



Agronomía

AVANCE
AGROINDUSTRIAL



El desarrollo de tecnologías de manejo para la conservación de la humedad del suelo es otra de las líneas de exploración agronómica cuya utilidad se evidencia en momentos críticos de estrés hídrico, pero que apuntan a formar parte de las prácticas de manejo permanente. El salto de calidad de los resultados producidos en suelos protegidos supone la aplicación de recursos de alta eficacia y de muy bajo costo.

Efecto de la cobertura con residuo agrícola de cosecha sobre el desarrollo de microorganismos de importancia agronómica y ambiental

María L. Tortora*, Lucía Vera**, Noel Grellet Naval**, Juan Fernández de Ullivarri***, Patricia A. Digonzelli**** y Eduardo R. Romero*****

* Dra. Lic. en Biotec., ** Lic. en Biotec., *** Ing. Agr., **** Mg. Ing. Agr., ***** Dr. Ing. Agr., Sección Caña de Azúcar, EEAOC. ltortora@eeaoc.org.ar

Introducción

La caña de azúcar constituye el cultivo sacarífero más importante del mundo, responsable del 70% de la producción total de azúcar. En la Argentina, la producción de caña de azúcar se concentra principalmente en la provincia de Tucumán, con una superficie cercana a las 280.000 ha (Fandos *et al.*, 2013).

Durante los últimos años, las innovaciones tecnológicas y las mejoras en el manejo de los cañaverales han permitido obtener incrementos importantes en la productividad. En este sentido, entre los sistemas productivos sustentables y amigables con el medio ambiente, se encuentra la cosecha de la caña de azúcar sin quema, práctica conocida como cosecha de caña verde. Como consecuencia de esta práctica, se depositan sobre la superficie del suelo grandes cantidades de residuo agrícola de cosecha (RAC) (7 a 30 toneladas de materia seca por hectárea, dependiendo de la variedad y las condiciones de crecimiento del cañaveral). Estos residuos pueden dejarse como cobertura sobre la superficie del suelo, mezclarse con los primeros centímetros del perfil, o ser removidos mecánicamente.

Las investigaciones realizadas en nuestra provincia demostraron que el mantenimiento del RAC sobre el suelo aporta materia orgánica y nutrientes al agroecosistema, reduce la erosión, disminuye la evaporación y mejora la infiltración de agua en el suelo, favoreciendo la conservación

de humedad y reduciendo la población de malezas, entre algunos de sus efectos más importantes (Digonzelli *et al.*, 2007).

Uno de los parámetros críticos a tener en cuenta al evaluar la calidad del suelo es la evolución de la flora microbiana, debido a que la actividad biológica contribuye al mantenimiento de la fertilidad y funcionalidad del suelo.

Numerosos autores han demostrado que la actividad metabólica y el recuento de las poblaciones microbianas más importantes de la microflora del suelo son procesos que influyen significativamente en la calidad del suelo (Gregorich *et al.*, 1997; Sparling, 1997).

Teniendo en cuenta que hasta el momento no existen datos locales que demuestren el efecto de la cobertura de RAC sobre las poblaciones microbianas del suelo y de la caña, el objetivo de este trabajo es evaluar los cambios que ocurren en el desarrollo de microorganismos, principalmente aquellos de importancia agronómica y ambiental, en dos situaciones de manejo de suelo diferentes: con y sin mantenimiento de cobertura.

Descripción del ensayo

El ensayo se realizó en la Finca San Genaro, ubicada en la localidad de Los Gómez, Dpto. Leales, Tucumán, R. Argentina (27° 14' 18" latitud sur y 65° 12' 57" longitud oeste). Se trabajó con la variedad LCP 85-384, que es la más cultivada en Tucumán, ya que ocupa el 76,6% del área

cañera (Ostengo *et al.*, 2012).

El ensayo se plantó en el año 2007 y el manejo del cañaveral fue el que se utiliza convencionalmente en Tucumán. Para el control de las malezas se aplicaron herbicidas pos emergentes y se fertilizó con urea (115 kg/ha).

Se compararon dos tratamientos: a) cosecha en verde con máquina integral y mantenimiento de la cobertura de RAC sobre el suelo (CC) y b) cosecha en verde con máquina integral, retirando el RAC con horquilla (SC) (Figura 1). El diseño experimental fue completamente aleatorizado, con cuatro repeticiones. La parcela experimental estuvo constituida por cinco surcos de base ancha de 10 m de longitud, distanciados a 1,60 m.



Figura 1. Ensayo en Finca San Genaro, Tucumán, 2011 y 2012.

Las evaluaciones microbiológicas se realizaron durante el ciclo agrícola 2011/2012, en los meses de junio, julio y noviembre de 2011 y mayo de 2012, con el cañaveral en edad

de soca 4. Para ello, se tomaron muestras de suelo (de 0-10 cm de profundidad) y de distintos tejidos (raíces, cepas, tallos) de plantas ubicadas en diferentes lugares de cada parcela (dos muestras/ parcela), las cuales se procesaron por separado.

Análisis microbiológicos

Para el análisis de las poblaciones microbianas del suelo y de los tejidos de las plantas, se realizó el recuento en placa de microorganismos vivos, utilizando diferentes medios de cultivo que permiten conocer el número de bacterias, hongos y levaduras cultivables.

Los medios de cultivo utilizados fueron: Luria Bertani (LB), para el recuento de microorganismos aerobios mesófilos totales; agar papa glucosado (APG), para hongos y levaduras; y agar cetrimida (AC) para bacterias del género *Pseudomonas*. Además, se utilizaron diferentes medios de cultivo semisólidos para el recuento de bacterias microaerófilas fijadoras de nitrógeno: medio malato libre de nitrógeno (NFb) para el aislamiento de bacterias del género *Azospirillum* sp., LGI-P para *Gluconoacetobacter* sp. y *Pantoea* sp. y JMV para *Burkholderia* sp.

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante el análisis de la varianza (ANOVA) y la prueba de las mínimas

diferencias significativas (LSD), con el programa Statistix (Analytical Software, 1996) para Windows.

Influencia del RAC sobre el desarrollo de diferentes microorganismos

En forma general, se observa que cuando el RAC se deja como cobertura sobre la superficie del suelo, se producen cambios en las poblaciones microbianas del suelo y de la caña, que son diferentes según la época del año en la que se realice el muestreo.

Durante los meses fríos, la cobertura con RAC produce una disminución en el número de microorganismos del suelo, principalmente en la población de los microorganismos aerobios mesófilos totales, hongos y levaduras (Figura 2).

Estos resultados podrían explicarse teniendo en cuenta que durante los meses fríos, la cobertura con RAC mantiene la temperatura del suelo más baja en comparación con el suelo desnudo (Chapman *et al.*, 2001; Digonzelli *et al.*, 2009; Morandini *et al.*, 2009 y Digonzelli *et al.*, 2011). La situación fue diferente en los muestreos realizados a partir del mes de noviembre. En este caso, cuando las temperaturas de los suelos se igualaron, la cobertura con RAC incrementó el número de hongos, levaduras y bacterias del género *Pseudomonas* (Figura 2). Estos microorganismos

probablemente están involucrados en el proceso de descomposición del residuo.

En el mes de junio, después de la cosecha, se tomaron muestras de tejidos internos de las cepas ubicadas en las diferentes parcelas, a fin de analizar el contenido de distintas poblaciones de microorganismos endofíticos, especialmente aquellos con capacidad para fijar nitrógeno (Figura 3).

Según se observa en la Figura 3, la cobertura con RAC favorece el desarrollo de diferentes microorganismos endofíticos fijadores de nitrógeno. Para todos los medios de cultivo analizados, el contenido de microorganismos fijadores de nitrógeno presentes en el interior de las cepas desarrolladas en el suelo con cobertura fue mayor, en comparación con la cantidad presente en las cepas que se desarrollaron bajo suelo desnudo. Este resultado es de fundamental importancia, teniendo en cuenta que el cultivo de la caña de azúcar posee altos requerimientos de nitrógeno, y que el proceso de fijación biológica del nitrógeno podría aportar a la planta una parte significativa del nitrógeno que necesita para su crecimiento y desarrollo (Boddey *et al.*, 2003).

Resultados similares se observaron al analizar la población de microorganismos fijadores de

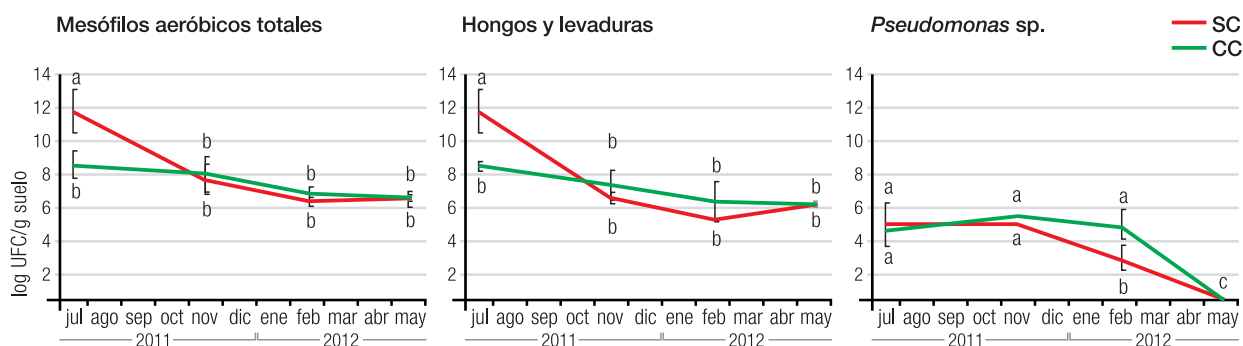


Figura 2. Recuento de microorganismos cultivables en muestras de suelo evaluadas en diferentes épocas del año. Las líneas verdes y rojas representan el contenido de microorganismos en muestras de suelo con (CC) y sin (SC) cobertura de RAC, respectivamente.

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas con $p \leq 0,05$. Tucumán, 2011 y 2012.

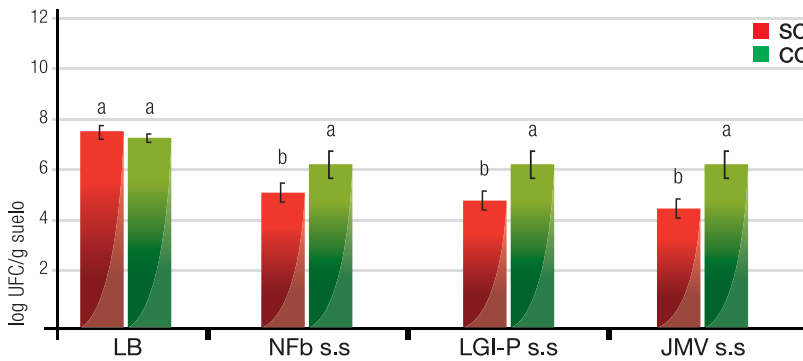


Figura 3. Recuento de diferentes microorganismos endofíticos en muestras de cepas recolectadas durante el mes de junio 2011. Las barras en color verde y rojo representan el contenido de los diferentes microorganismos en cepas mantenidas en suelo con (CC) y sin (SC) mantenimiento de cobertura con RAC, respectivamente. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas con $p \leq 0,05$. Tucumán, 2011 y 2012.

nitrógeno en los tallos de las plantas crecidas en suelos con y sin mantenimiento de cobertura (Figura 4).

Por último, se analizó el efecto de la cobertura con RAC sobre el desarrollo de diferentes microorganismos rizosféricos, asociados con las raíces de plantas crecidas en suelo con y sin mantenimiento de la cobertura (Figura 5).

Durante el mes de junio, se observó que las raíces de las plantas crecidas en el suelo con cobertura de RAC estuvieron colonizadas por un mayor número de bacterias fijadoras de nitrógeno, hongos y levaduras, en comparación

con las raíces de las plantas de caña de azúcar crecidas sobre el suelo desnudo. Si bien desde los meses de julio hasta noviembre la cantidad de microorganismos rizosféricos no fue estadísticamente diferente entre las plantas de los distintos tratamientos, se observó un aumento significativo en el contenido de bacterias del género *Pseudomonas*, que permaneció con valores altos desde noviembre hasta mayo. Estos resultados coincidieron con los observados en las muestras de suelo analizadas para la misma época del año (Figura 2).

Consideraciones finales

El mantenimiento de la cobertura de RAC sobre la superficie del suelo tiene una gran influencia en el

desarrollo de distintas poblaciones microbianas, presentes en el suelo y en diferentes tejidos del cultivo. En general, durante los meses de temperaturas elevadas, se observa un incremento en la población de los diferentes géneros microbianos estudiados, tanto en el suelo como en los tejidos de la planta.

Los resultados indican que la cobertura con RAC promueve el crecimiento y desarrollo de microorganismos rizosféricos, entre ellos, hongos, levaduras y bacterias del género *Pseudomonas*. Estos microorganismos se caracterizan por ser degradadores de materia orgánica y probablemente están involucrados en el proceso de descomposición del residuo, lo cual tiene implicancias primordiales en el reciclado de nutrientes en el agroecosistema. Por otro lado, la cobertura con RAC también incrementó el número de microorganismos fijadores de nitrógeno capaces de colonizar el suelo y diferentes tejidos de las plantas, tanto en forma endofítica como superficial. Teniendo en cuenta que el proceso de fijación biológica de nitrógeno podría proporcionar gran parte del nitrógeno que la caña de azúcar necesita para su crecimiento y desarrollo, estos resultados contribuirían a explicar, al menos en parte, el mejor estado general observado en los cañaverales que son mantenidos sobre suelo con cobertura de RAC.

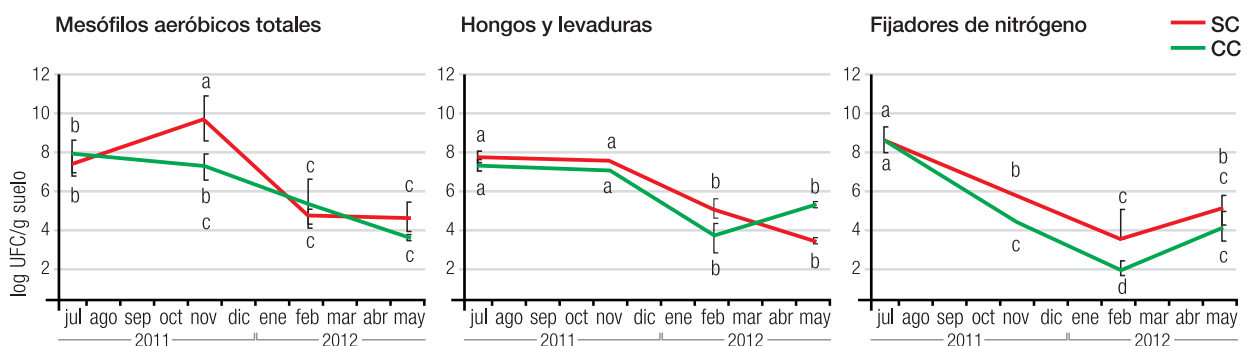


Figura 4. Recuento de microorganismos endofíticos cultivables en muestras de tallo evaluadas en diferentes épocas del año. Las líneas verdes y rojas representan el contenido de microorganismos en los tallos de plantas crecidas en suelo con (CC) y sin (SC) mantenimiento de cobertura, respectivamente. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas con $p \leq 0,05$. Tucumán, 2011 y 2012.

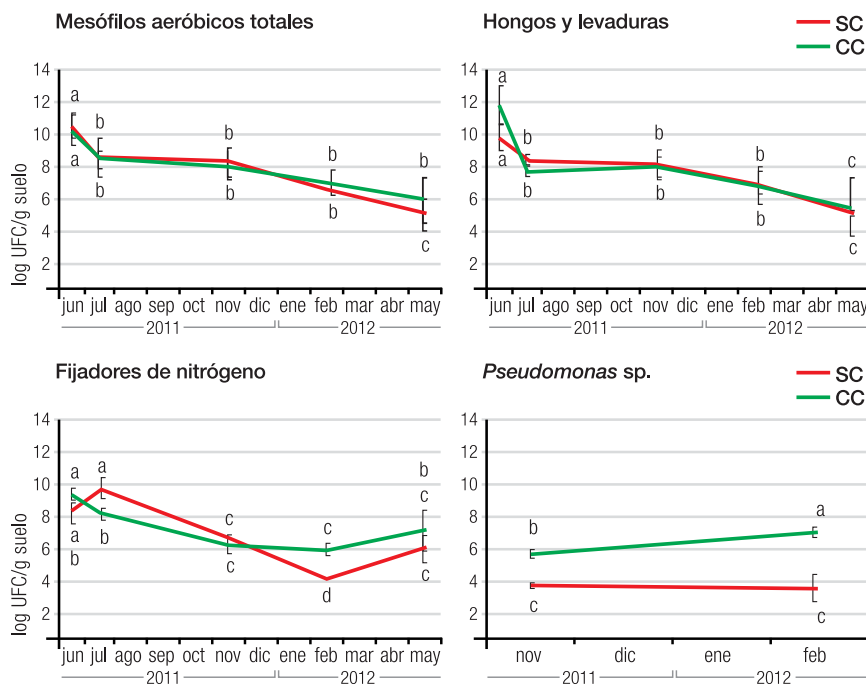


Figura 5. Recuento de microorganismos rizados en muestras de raíces recolectadas en diferentes épocas del año. Las líneas verdes y rojas representan el contenido de microorganismos en las raíces de plantas crecidas en suelo con (CC) y sin (SC) cobertura de RAC, respectivamente. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas con $p \leq 0,05$. Tucumán, 2011 y 2012.

Agradecimientos

Se agradece al Laboratorio de Microbiología de la Sección Química de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC), por proporcionar los insumos y equipos necesarios para el desarrollo de este trabajo. Se agradece además al Sr. Santiago Moyano Paz y a la firma Bulacio Argenti, por facilitar el lote y por el manejo cultural del cultivo.

Bibliografía citada

Boddey, R. M.; S. Urquiaga; B. J. R. Alves and V. Reis. 2003. Endophytic nitrogen fixation in sugarcane: present knowledge and future applications. *Plant and Soil* 252 (1): 139-149.

Chapman, L. S.; P. L. Larsen and J. Jackson. 2001. Trash conservation increases cane yield in the Mackay District. *Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol.* 23: 176-184.

Digonzelli, P. A.; J. Fernández de Ullivarri and E. R. Romero. 2009. Assessment of two sugarcane management systems: with or without post-green-cane-harvest residue retention. In: ISSCT Agronomy Workshop, Uberlandia, Brasil, p. 8.

Digonzelli, P. A.; J. Scandaliaris; J. Tonatto; J. Giardina; S. Casen; M. F. Leggio Neme y E. Romero 2007. La caña verde: un sistema de producción sustentable de caña de azúcar (parte 2: alternativas y equipos para el manejo del cañaveral sin quema). *Avance Agroind.* 28 (4): 16-20.

Digonzelli, P. A.; M. J. Tonatto; G. A. Sanzano; J. Fernández de Ullivarri; J. Giardina and J. Scandaliaris. 2011. Assessing a sustainable sugar cane production system in Tucumán, Argentina. Part 2: soil water and thermal regime, stalk population dynamics and sugarcane production. *Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán* 88 (2): 1-12.

Fandos, C.; J. Scandaliaris; P. Scandaliaris; F. J. Soria y J. I. Carreras Baldrés. 2013. Estadísticas y márgenes de cultivos tucumanos. Área cosechable y producción de caña de azúcar y azúcar para la zafra 2013 en Tucumán. Reporte Agroindustrial EEAOC. Boletín electrónico (83). [En línea]. Disponible en <http://www.eeaoc.org.ar/publicaciones/categoria/22/323/Area-cosechable-y-produccion-de-cana-de-azucar-y-azucar-para-la-zafra-2013-en-Tucuman.html> (consultado 17 noviembre 2013).

Gregorich, E. G.; M. R. Carter; J. W. Doran; C. E. Pankhurst and L. M. Dwyer. 1997. Soil quality for crop production and ecosystem health. En: Gregorich, E.G. and M. R. Carter (eds.), *Biological attributes of soil quality*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, the Netherlands, pp. 81-113.

Morandini, M.; C. Hernández; H. Rojas Quinteros y G. A. Sanzano. 2009. Efecto de la conservación de residuos de cosecha de la caña de azúcar en la temperatura de un suelo Argiudol típico de la Llanura Chacopampeana sub húmeda-húmeda (Tucumán-Argentina). *Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán* 86 (1): 15-23.

Ostengo, S.; M. A. Espinosa; M. B. García; N. Delgado y M. I. Cuenya. 2012. Distribución varietal del cultivo de la caña de azúcar y aplicación de otras tecnologías en la provincia de Tucumán. Relevamiento de la campaña 2010/2011. *Gac. Agroindustrial EEAOC* (76).

Sparling, G. P. 1997. Biological indicators of soil health. En: Pankhurst, C.; B. M. Double and V. Gupta (eds.), *Soil microbial biomass, activity and nutrient cycling as indicators of soil health*. CAB International, Wallingford, England, pp. 97-119.]