

# Dinámica de la descomposición del residuo de la cosecha en verde de la caña de azúcar (RAC)

Patricia Digonzelli\*, Eduardo R. Romero\*, Javier Tonatto\*, Juan Fernández de Ullivarri\*, Juan Giardina\*, Luis Alonso\* y Hugo Rojas Quinteros\*\*

## Introducción

La necesidad de implementar sistemas productivos de caña de azúcar más sustentables, de menor impacto ambiental y más amigables con las poblaciones vecinas a las áreas cultivadas, conduce a la eliminación de la quema como práctica asociada a la cosecha de la caña de azúcar.

En la cosecha de la caña sin empleo de la quema, queda sobre el campo una importante cantidad de residuos (hojas y despuntes) que, para las condiciones de Tucumán, ha sido estimada entre 7 t y 16 t de materia seca/ha (Romero *et al.*, 2009). Este residuo de cosecha (RAC) puede quedar esparcido sobre el campo como cobertura (“mulching”), ser incorporado en los primeros centímetros del perfil o retirarse total o parcialmente del campo utilizando, por ejemplo, máquinas enfardadoras (Figuras 1 y 2).

Mantener la cobertura de RAC sobre el suelo en aquellas zonas del área cañera donde es técnicamente viable, resulta altamente recomendable con vistas a la sustentabilidad del sistema productivo.

La conservación del RAC sobre el suelo aporta

una cantidad importante de materia orgánica, favorece la conservación de la humedad y disminuye la evaporación del agua del suelo, mejorando también la capacidad de infiltración del agua de lluvia o riego. Además, esta práctica incrementa la estabilidad estructural del suelo, reduce la erosión, disminuye la temperatura en los primeros centímetros del perfil,



Figura 1. Caña de azúcar cosechada en verde y cobertura de RAC sobre el suelo. Tucumán, República Argentina.



Figura 2. Máquina enfardadora (a) y fardos de RAC en el campo (b). Tucumán, República Argentina.

\* Ing. Agr., Sección Caña de Azúcar; \*\* Ing. Qco., Sección Suelos y Nutrición Vegetal, EEAOC.

aumenta la población de microorganismos benéficos, disminuye la infestación de malezas y permite reducir las labores culturales.

Por otro lado, el residuo de la cosecha de la caña contiene cantidades considerables de nutrientes, especialmente nitrógeno. Así, existen trabajos que indican que cuando se conserva el RAC, se observan aumentos en la materia orgánica, el nitrógeno y el carbono total de los suelos (Robertson, 2003).

En Tucumán, aproximadamente el 80% de la cosecha se efectúa con máquinas integrales, y prácticamente la totalidad de esa cosecha se realiza en verde. Sin embargo, todavía es alto el porcentaje del área cosechada en verde en la cual se queman los residuos después de la cosecha.

En el presente trabajo, se comentan los resultados de un estudio sobre la dinámica de descomposición del RAC en la superficie del suelo. Esta información resulta útil para definir, para las condiciones de Tucumán, los beneficios del mantenimiento de la cobertura con RAC en las zonas del área cañera aptas para este manejo (áreas sin excesos hídricos ni problemas de drenaje).

### Descripción de la experiencia

La experiencia se realizó en macroparcels establecidas en un lote comercial en la localidad de Albarracín (Departamento Cruz Alta), provincia de Tucumán, República Argentina. El lote estaba implantado con LCP 85-384 (la principal variedad cultivada en Tucumán) en edad de soca 2 y se cosechó con máquina integral, sin quemar previamente el cañaveral. El diseño experimental fue de parcelas divididas con tres repeticiones. Cada parcela experimental estuvo formada por cinco surcos de 30 metros. Los tratamientos evaluados fueron: a) manejo manteniendo la cobertura de residuos de la cosecha sobre el suelo ("mulching") y b) manejo sin cobertura de residuos de la cosecha (residuo quemado inmediatamente después de la cosecha). Las evaluaciones se realizaron durante dos ciclos agrícolas: 2006/2007 y 2007/2008. Posterior a la cosecha (octubre de 2006 y julio de 2007), se realizaron evaluaciones cada 20 - 35 días de: a) cantidad de residuo de la cosecha: se recolectó el RAC correspondiente a 1 m<sup>2</sup> de suelo y se determinó el peso fresco, llevándose luego a estufa a 70°C hasta peso constante (peso seco); b) relación C/N del residuo y c) contenido de P y K del residuo.

El manejo agronómico del lote fue el convencional y el control de malezas se realizó con herbicidas de post-emergencia. Se efectuó una fertilización nitrogenada (con urea) en forma manual, a razón de 115 kg de N/ha, aplicada a fines de noviembre de 2006 y a mediados de noviembre de 2007 y no se suministraron riegos.

### Resultados obtenidos

La cantidad de RAC (toneladas de materia seca/ha) que quedó después de la cosecha en verde de la caña fue elevada, pero disminuyó significativamente de inicio a fin de ciclo. El porcentaje de reducción de la cantidad de RAC fue de 53,6% y 63,8% para los ciclos 2006/2007 y 2007/2008, respectivamente (Tabla 1).

**Tabla 1. Cantidad inicial y final de RAC, cantidad de residuo descompuesto y porcentaje de descomposición en los dos ciclos agrícolas evaluados. Albarracín, Tucumán, Argentina.**

Residuo de la cosecha en verde (materia seca t/ha)		
Ciclo agrícola	2006/2007	2007/2008
Cantidad inicial	12,2a	16,6a
Cantidad final	5,6b	6,0b
Cantidad descompuesta	6,6	10,6
Porcentaje de descomposición	53,60	63,80

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ). Comparación de medias: test de Tukey.

De esta manera, después de cada ciclo agrícola quedó en el campo una cantidad de residuo posible de manejar. Las experiencias realizadas en Tucumán indican que la cantidad potencial de residuo después de la cosecha en verde de la caña de azúcar depende de la variedad, pero principalmente del nivel productivo del cañaveral (Romero *et al.*, 2009).

En este ensayo, la descomposición del RAC estuvo significativamente correlacionada con los días transcurridos desde la cosecha (tiempo acumulado) y el régimen térmico, expresado mediante el índice denominado suma térmica ( $\sum$  temperatura media diaria), en ambos ciclos agrícolas.

La relación C/N del residuo fresco de la caña de azúcar fue mayor a 100 en los dos ciclos agrícolas, lo que indica que es un residuo de lenta mineralización. Al final de ambos ciclos la relación C/N se redujo significativamente, siendo los porcentajes de reducción 65,6% y 52,2% para 2006/2007 y 2007/2008, respectivamente (Tabla 2).

**Tabla 2. Relación C/N inicial y final del RAC, y porcentaje de reducción de la relación C/N en los dos ciclos agrícolas evaluados. Albarracín, Tucumán, República Argentina.**

Relación C/N del residuo de cosecha		
Ciclo agrícola	2006/2007	2007/2008
Relación C/N inicial	117,2a	101,1a
Relación C/N final	40,3b	49,4b
Porcentaje de reducción	65,6	52,2

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ). Comparación de medias: test de Tukey.

La velocidad de degradación de los residuos y, por lo tanto, la posible liberación de nutrientes están principalmente determinadas por la relación C/N y por el contenido de N, lignina y polifenoles de los residuos. Los trabajos de diferentes autores establecen que los valores críticos para la relación C/N se encuentran entre 20 y 40; los residuos con relación C/N superior a estos valores son de lenta mineralización.

En este ensayo, la disminución de la relación C/N del RAC también estuvo significativamente correlacionada con los días transcurridos desde la cosecha y el régimen térmico (suma térmica). Estos resultados evidencian que la temperatura es un factor fundamental en el control de la descomposición de la materia orgánica.

La concentración inicial de carbono (C) del residuo de la cosecha, expresada en porcentaje de materia seca, fue de 45% y 49% para 2006/2007 y 2007/2008, respectivamente. Al final del ciclo, la concentración de C del RAC se redujo significativamente a 29% y 25%, respectivamente (Figura 3).

El contenido inicial de nitrógeno del RAC (N% materia seca) fue proporcionalmente más variable que el de C entre los ciclos agrícolas, con valores de 0,39% para el ciclo 2006/2007 y 0,56% para 2007/2008. Se espera la mayor variabilidad en el contenido de N, considerando que el residuo de la cosecha de la caña de azúcar está constituido por proporciones variables de despunte, hojas secas y hojas verdes, las cuales presentan diferentes concentraciones de N.

Al final de ambos ciclos agrícolas, la concentración de N del RAC se incrementó a 0,73% y 0,67%, respectivamente (Figura 4).

Este mismo tipo de comportamiento ha sido reportado para otros residuos de alta relación C/N. Así, se han cuantificado aumentos en la concentración de N durante la descomposición del rastrojo de maíz, sorgo y trigo (Sánchez *et al.*, 1996; Morón, 2000 y Ernst *et al.*, 2002). El aumento de la concentración de N en el residuo que se descompone sobre el suelo se debe a la pérdida de peso del residuo y a la inmovilización adicional de N por parte de los microorganismos del suelo. Por otra parte, en los residuos de alta relación C/N, el N es liberado más lentamente que el C durante la descomposición, por lo que se produce un aumento en la concentración de N del RAC a medida que avanza este proceso.

En caña de azúcar existen reportes que indican una inmovilización potencial de cantidades considerables de N durante la descomposición del RAC (Basanta *et al.*, 2003 y Thorburn *et al.*, 2004).

Si se considera la cantidad inicial y final de RAC y el contenido inicial y final de C y N (% materia seca) del residuo, es posible calcular el aporte de estos elementos al agroecosistema para cada ciclo agrícola estudiado (Tabla 3).

Los valores presentados en la Tabla 3 evidencian la importancia del proceso de descomposición del RAC en el reciclado de nutrientes y, en consecuencia, en el manejo de la fertilización en el agroecosistema de la caña de azúcar.

En la Figura 5 se muestran los contenidos de P y K del RAC (% materia seca) al inicio y fin de cada ciclo agrícola.

La concentración inicial y final de P fue similar para ambos ciclos agrícolas (0,05% y 0,06%) y se mantuvo sin variaciones entre el inicio y fin de ciclo.

La concentración inicial de K también fue simi-

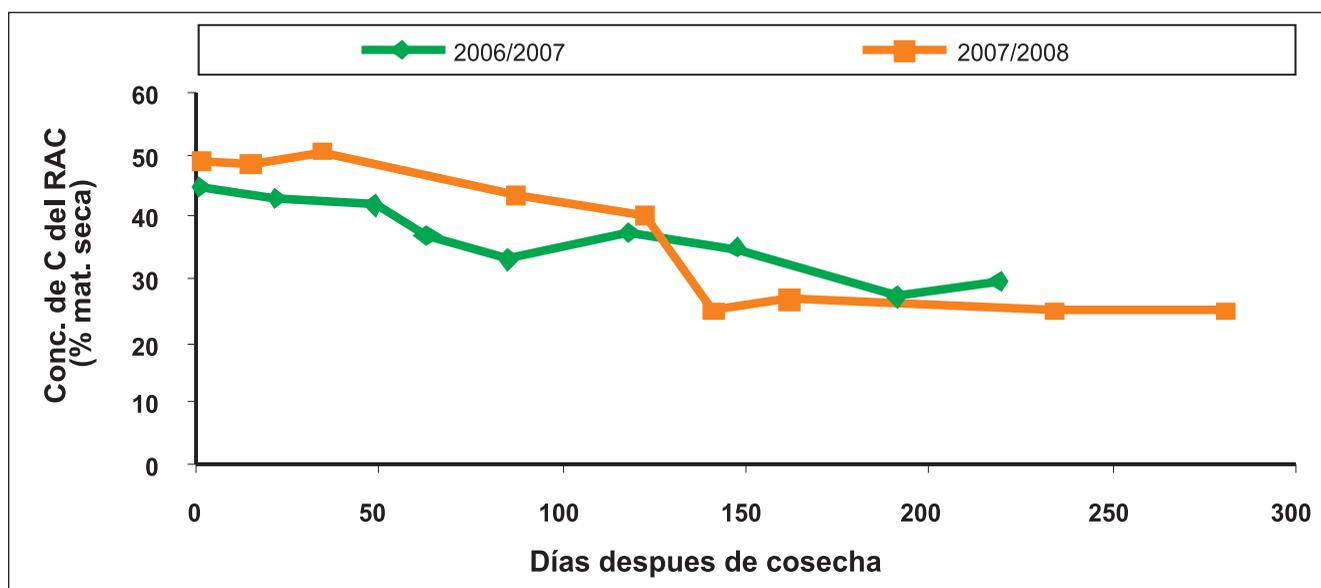


Figura 3. Evolución de la concentración de carbono (% materia seca) en el residuo de cosecha de la caña de azúcar, en los dos ciclos agrícolas evaluados. Tucumán, República Argentina.

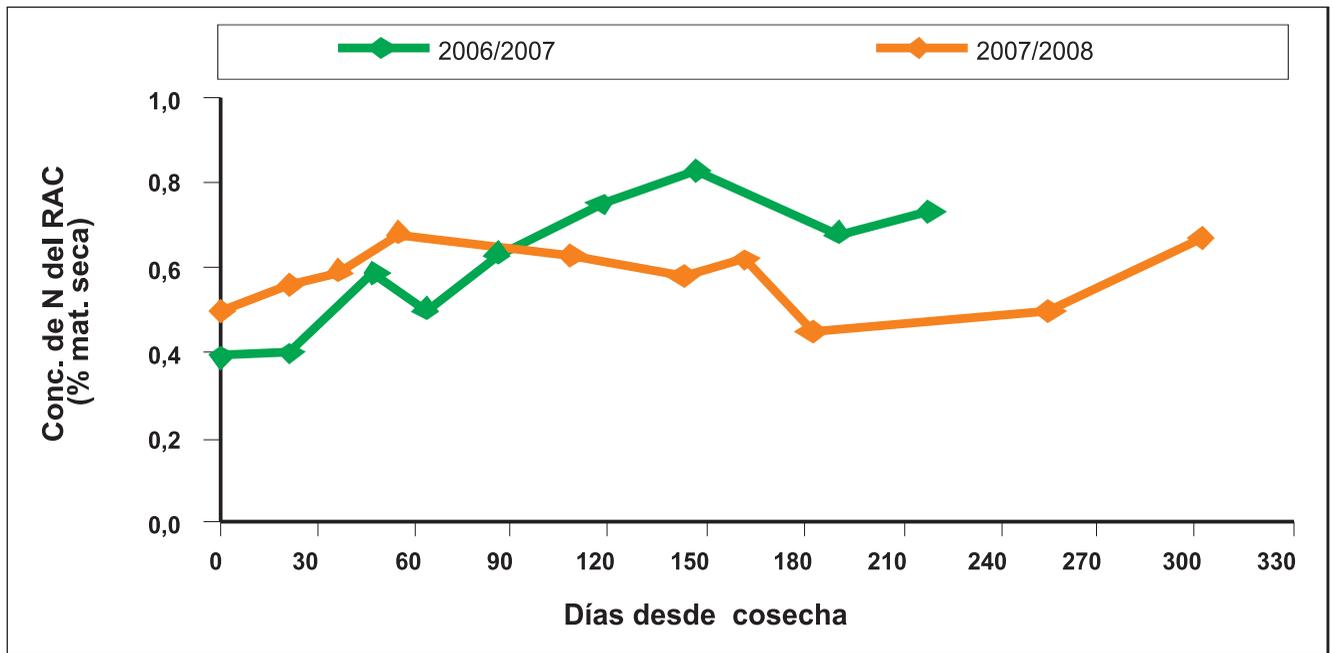


Figura 4. Evolución de la concentración de nitrógeno (% materia seca) en el residuo de cosecha de la caña de azúcar, en los dos ciclos agrícolas. Tucumán, República Argentina.

Tabla 3. Aporte de C y N al agroecosistema a partir de la descomposición del RAC en los dos ciclos agrícolas evaluados. Albarracín, Tucumán, República Argentina.

Ciclo agrícola	Contenido inicial de C en el RAC (kg/ha)	Contenido final de C en el RAC (kg/ha)	Aporte de C al agroecosistema (kg/ha)	Contenido inicial de N en el RAC (kg/ha)	Contenido final de N en el RAC (kg/ha)	Aporte de N al agroecosistema (kg/ha)
2006/2007	5.475	1.661	3.796	47,5	41,2	6,3
2007/2008	8.090	2.360	5.730	92,4	40,5	51,9

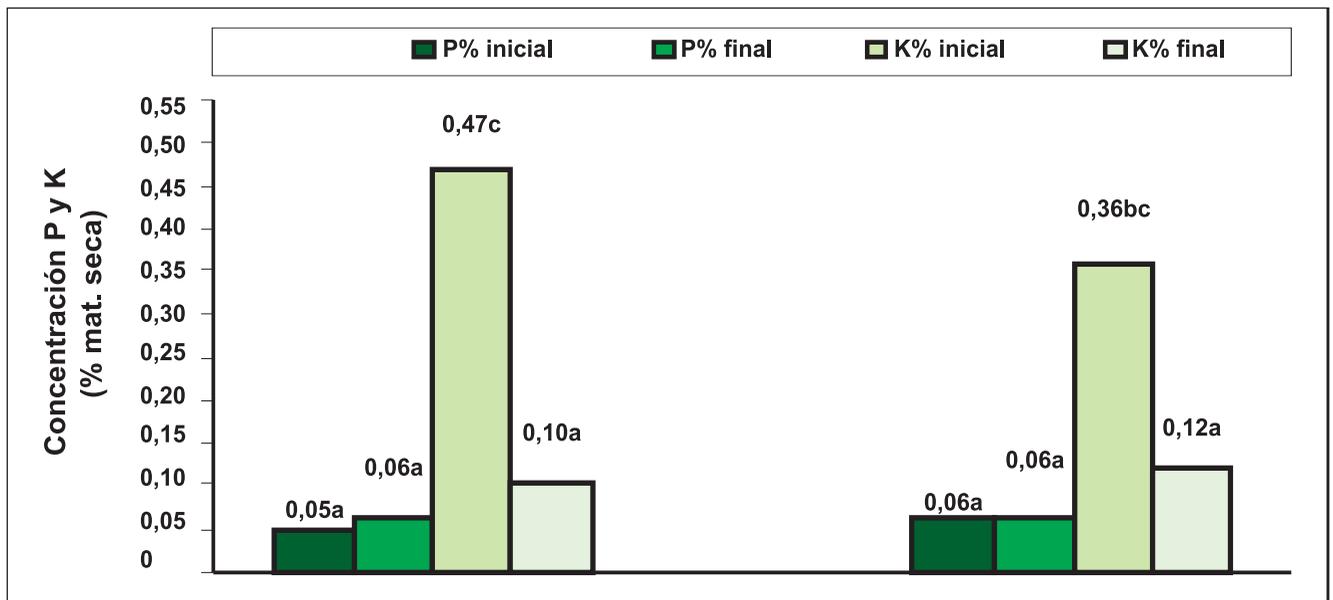


Figura 5. Contenido inicial y final de P y K del RAC (% materia seca) en los dos ciclos agrícolas. Tucumán, República Argentina. Letras distintas entre P % inicial vs. P % final y K % inicial vs. K % final indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). Comparación de medias: test de Tukey.

lar en ambos ciclos agrícolas (0,47% y 0,36%, respectivamente), pero decreció significativamente de inicio a fin de ciclo.

Considerando la cantidad inicial y final de RAC para cada ciclo agrícola y el contenido inicial y final de K, el aporte de este nutriente al agroecosistema

por la descomposición del RAC fue de 45,1 kg y 39,9 kg de K/ha para 2006/2007 y 2007/2008, respectivamente. El elevado nivel de liberación de K registrado en este ensayo (78,7% y 66,7% en cada ciclo respectivo) se debe a que este elemento se encuentra en las plantas en forma iónica sin constituir ningún compuesto. Por lo tanto, cuando se produce la ruptura de la membrana plasmática de las células, el K sale fácilmente.

### Consideraciones finales

La cosecha en verde de la caña de azúcar deja sobre el campo una cantidad de residuos elevada, pero que decrece significativamente al final de cada ciclo agrícola. Este residuo tiene una relación C/N alta, lo que indica que es un residuo de lenta mineralización.

La disminución de la cantidad de RAC y de la relación C/N se correlaciona significativamente con los días transcurridos desde la cosecha y con el comportamiento de la temperatura, evidenciándose que esta última es un factor fundamental en el control de la descomposición del residuo.

La descomposición del RAC significa un aporte efectivo de C, N y otros nutrientes al agroecosistema, por lo cual puede esperarse que en el mediano y largo plazo el manejo con cobertura mejore las condiciones de fertilidad física y química del suelo, lo cual redundará en el incremento de la capacidad productiva del cañaveral.

### Agradecimientos

Se agradece al Ingeniero Agrónomo Mariano Abregú y a la empresa J. J. Budeguer, por toda la colaboración prestada para la realización de este ensayo.

### Bibliografía citada

- Basanta, M.; D. Dourado-Neto; K. Reichardt; O. O. S. Bacchi; J. C. Oliveira; P. C. Trivelin; L. C. Timm; T. T. Tominaga; V. Correchel; F. A. Cassaro; L. F. Pires and J. R. De Macedo. 2003.** Management effects on nitrogen recovery in a sugarcane crop grown in Brazil. *Geoderma* 116: 235-248.
- Ernst, O.; O. Betancur y R. Borges. 2002.** Descomposición de rastrojo de cultivos en siembra sin laboreo: trigo, maíz soja y trigo después de maíz o soja. *Agrociencia* 6 (1): 20-26.
- Morón, A. 2000.** El rol de los rastrojos en la fertilidad del suelo. Documentos Online. 030. [En línea]. Disponible en [www.inia.org.uy/online/](http://www.inia.org.uy/online/). (consultado 2 diciembre 2009). Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Uruguay.
- Robertson, F. A. 2003.** Sugarcane trash management: consequences for soil carbon and nitrogen. Final report to the CRC for sustainable sugar production. CRC, Townsville, Australia.
- Romero, E. R., J. Scandaliaris; P. A. Digonzelli; L. G. Alonso; F. Leggio; J. A. Giardina; S. D. Casen; M. J. Tonatto and J. Fernández de Ullivarri. 2009.** Effect of variety and cane yield on sugarcane potential trash. *Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán* 86 (1): 9-13.
- Sánchez, S. R.; G. A. Studdert y H. E. Echeverría. 1996.** Descomposición de residuos de cosecha en un argiudol típico. *Ciencia del Suelo* 14: 63-68.
- Thorburn, P. J.; H. L. Horan and J. S. Biggs. 2004.** Nitrogen management following crop residue retention in sugarcane production. [En línea]. Disponible en [www.regional.org.au/au/asssi/supersoil2004/s9/oral/index.htm](http://www.regional.org.au/au/asssi/supersoil2004/s9/oral/index.htm). (consultado 8 enero 2010).

