

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)*

Miguel Morandini**, Carlos F. Hernández**, Hugo C. Rojas
Quinteros** y Agustín G. Sanzano**

RESUMEN

La implementación del sistema de cultivo de la caña de azúcar sin quema pre o poscosecha en Tucumán conlleva la alteración de diferentes aspectos de su desarrollo. La temperatura del suelo es una de las variables más afectadas al aumentar los niveles de cobertura, pudiéndose producir significativas reducciones en esta. Siendo la temperatura del suelo un factor limitante del crecimiento inicial de la caña de azúcar en el área de estudio, se instaló un ensayo en bloques al azar en la localidad de Las Talitas, en el cual se evaluó el comportamiento de las temperaturas del suelo a lo largo de cuatro años en la zona de crecimiento radicular de la variedad TUC (CP) 77-42, en cuatro alternativas de manejo: quema en seco, quema con riego, no quema en seco y no quema con riego. Los tratamientos con quema mostraron mayores temperaturas desde comienzos de brotación hasta el cierre de cultivo. El riego disminuyó la temperatura del suelo. El análisis horario de la temperatura mostró un significativo aumento de las mismas en los tratamientos con quema respecto a los sin quema. A inicios de crecimiento, las temperaturas aumentaron un 17% en los tratamientos con quema y un 9% en los sin quema durante la lectura horaria realizada.

Palabras clave: quema, riego, cobertura, humedad edáfica.

ABSTRACT

Effect of cane harvest residues on a typical Argiudol soil temperature in the Chacopampeana sub wet - wet plain (Tucuman – Argentina)

Sugarcane crop management under systems without pre or postharvest burning in the province of Tucumán involves changing various aspects of its development. Soil temperature is one of the factors most affected, as it drops significantly with sugarcane mulch residue increase. Since soil temperature represents a constraining factor on sugarcane early growth in the area of study, a randomized block design trial was planted in Las Talitas to assess the effect of soil temperature changes over four years on the root growth area of TUC (CP) 77-42 sugarcane under four different management practices: non-irrigated burning, irrigated burning, non-burning without irrigation and irrigated non-burning systems. Burning systems resulted in higher soil temperatures from the beginning of shooting to canopy closure. Hourly temperature analysis revealed significantly higher values in these systems as compared with non-burning management. Irrigation led to lower temperatures.

Key words: burn, irrigation, coverage, soil moisture.

* *Resultados parciales del trabajo de tesis de maestría del Ing. Agr. Miguel Morandini.*

** *Sección Suelos y Nutrición Vegetal, EEAOC. mmorandini@eeaoc.org.ar.*

INTRODUCCIÓN

En la provincia de Tucumán se cultivan alrededor de 220.000 ha de caña de azúcar con una producción potencial de 1.600.000 tn de azúcar (Fandos *et al.*, 2007). Los sistemas de cosecha de mayor difusión son el totalmente mecanizado y el semimecánico y la quema pre y poscosecha es actualmente una práctica de amplia difusión en la provincia, debido principalmente a que con esta se logran disminuir los tiempos operativos, el desgaste de los elementos de corte y limpieza y los niveles de materia extraña que llegan al ingenio (Olea *et al.*, 1993; Fogliata, 1995; Núñez y Spaan, 2007). Si bien estos objetivos son satisfactoriamente cumplidos por la quema, su uso conlleva aumentos en la contaminación ambiental, en las patologías pulmonares y oculares, y en los cortes en la red de distribución de electricidad (Olea y Scandalariis, 1994). A fin de evitar los mencionados efectos negativos, la práctica cultural de la no quema se difunde en la provincia, favorecida por la promulgación de las leyes provinciales N° 6253, 7459 y 7873, que prohíben la quema de vegetación y la molienda de caña quemada proveniente de la cosecha integral. Trabajos locales e internacionales señalan que la quema de los residuos de cosecha afecta no solo al medio ambiente sino al cultivo mismo, recalcando el efecto positivo de la no quema en la conservación de los suelos (Prove *et al.*, 1986), en el control de malezas (Núñez y Spaan, 2007), en la estabilidad de los agregados del suelo (Braunack y Ainslie, 2001) y en la disminución de la temperatura del suelo, entre otros.

Con respecto a la temperatura, se determinó que los suelos que presentaban bajos niveles de residuos en superficie manifestaron, en término medio 1,4°C más que los de altos volúmenes de residuos en los 5 cm superficiales (Weier *et al.*, 1998). Trabajos realizados en Louisiana, EE.UU., señalaron que la temperatura de los suelos fue 0,8°C mayor en invierno y 1,3°C en primavera en el cultivo con quema con respecto a los sin quema en los 5 cm superficiales (Viator *et al.*, 2005). Por su parte Thompson (1966) en Sudáfrica, analizando el comportamiento anual de la temperatura del suelo a los 5 cm de profundidad, señaló que los tratamientos con quema manifestaron temperaturas superiores a los sin quema, desde agosto hasta abril para la lectura de las 8:00 h y desde agosto hasta marzo para la lectura de las 15:00 hs. Con relación a la variación horaria, el mismo autor señala que en los suelos con quema se manifestaron entre 3,5 y 6,5°C más que cuando no se utilizó quema a las 9:00 hs y 12:00 hs en los 5 cm de profundidad y entre 1,8 y 5,0°C al medir la temperatura a los 10 cm.

En el ámbito local Fogliata (1995) señala que la temperatura del suelo, conjuntamente con la humedad edáfica, constituyen las limitantes más importantes para el cumplimiento adecuado de las fases fenológicas, en las condiciones climáticas de Tucumán. Por otro lado

Zuccardi y Fadda (1972a), al estudiar el régimen térmico de un Argiudol señalaron que, si bien la temperatura del suelo no desciende en sus valores medios mensuales por debajo de los mínimos biológicos, reduce la velocidad de crecimiento del cultivo. Concordante con estos autores, Romero (2000) sostiene que “las condiciones térmicas e hídricas asociadas a las épocas de plantación constituyen los factores que prácticamente explican la dinámica de las fases iniciales de la caña planta”. El mismo autor resalta que, si bien el período crítico para el cultivo en Tucumán se centra en los meses de diciembre a marzo, indudablemente el crecimiento alcanzado en las fases iniciales ejerce un efecto notable en el desarrollo del cultivo y en el aprovechamiento del período de gran crecimiento (Romero *et al.*, 2000).

Según Van Doren y Allmaras (1978), los residuos de cosecha esparcidos en el suelo ejercen una significativa influencia sobre la temperatura del mismo, disminuyendo la radiación incidente sobre el suelo al favorecer la reflectancia de la misma. Estos autores señalan que la diferencia de temperatura entre un suelo con y sin cobertura, es función del porcentaje de área cubierta, y que cuando este supera el 80%, la diferencia se incrementa notablemente.

Respecto de la relación entre el calentamiento del suelo y los contenidos de humedad edáfica, Van Doren y Allmaras (1978) señalan que la misma es inversa, ya que la energía radiativa incidente en el suelo será absorbida en parte, por el agua disponible, pasando la misma a su fase de vapor y disminuyendo consecuentemente el aumento de temperatura del suelo. Similar comportamiento fue observado en Australia (Chapman *et al.*, 2001).

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de los residuos de cosecha de la caña de azúcar mantenidos en superficie (no quema) sobre la temperatura edáfica de un suelo Argiudol típico de la Llanura Chacopampeana sub húmeda – húmeda.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en la localidad de Las Talitas (26°47'S – 65°11'O) departamento Tafí Viejo, Tucumán, Argentina, ubicada en la subregión denominada Llanura Chacopampeana subhúmeda húmeda (Zuccardi y Fadda, 1985), la cual presenta como suelos modales a los Argiudoles típicos (Zuccardi y Fadda, 1972b).

La temperatura media anual en Las Talitas es de 19°C, la del mes más frío (julio) es de 12,3°C y la del mes más caliente (enero), 25°C. La temperatura media mensual se puede apreciar en la Tabla 1.

Para determinar el efecto del mantenimiento de los residuos de cosecha en la temperatura del suelo, se trabajó durante cuatro años (desde 1996 a 2000) en un ensayo en el que se comparan dos sistemas de manejo de residuos de cosecha de caña de azúcar, quema (Q) y no

Tabla 1. Temperatura media mensual en la localidad de Las Talitas, Tucumán.

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
T media °C	25,0	24,2	22,4	19,0	15,4	12,4	12,3	14,2	17,6	20,1	23,0	24,5	19,2

quema (NQ), en condiciones de riego (R) y de secano (S), respectivamente.

Los tratamientos se dispusieron en parcelas formadas por siete surcos de 7 m de longitud, distanciados a 1,6 m y repetidos cuatro veces en un diseño factorial de dos factores (manejo de los residuos y riego), con dos niveles (quema y no quema) para el primero, y dos niveles (riego y secano) para el segundo factor.

La variedad usada fue TUC (CP) 77-42, de maduración temprana (Mariotti *et al.*, 1987), con una temperatura base de 10,7°C (Romero *et al.*, 2001).

Las labores culturales comunes a todas las parcelas del ensayo, consistieron en la aplicación de herbicida (glifosato 3 l/ha) en posemergencia del cultivo dirigido con pantalla (noviembre), fertilización nitrogenada (120 kg/ha de nitrógeno) en las cañas socas, efectuada durante la primera quincena del mes de noviembre, y cosecha realizada en forma manual. En las parcelas con quema (Q), los residuos se eliminaron dos o tres días después de la cosecha, mediante el uso del fuego. En las parcelas sin quema (NQ), los residuos de cosecha se esparcieron manualmente en toda el área de cada unidad experimental.

Las técnicas analíticas utilizadas para determinar los diferentes parámetros de suelo fueron: pH (potenciometría con una relación suelo agua 1:2,5); sales (resistencia eléctrica en pasta saturada); textura estimada (capilaridad); materia orgánica (Walkley – Black); fósforo asimilable (Bray y Kurtz II); potasio intercambiable (fotometría de llama); agua retenida en el punto de marchitez Wpm (membrana de Richard) y agua retenida a capacidad de campo Wcc (olla de presión).

El suelo donde se instaló el ensayo presenta las características señaladas en la Tabla 2.

Para conocer la evolución anual de la temperatura del suelo bajo los diferentes tratamientos, se efectuaron dos veces por semana, mediciones de temperatura a las 9:00 hs, a una profundidad de 12 cm, usando un termómetro digital. Las lecturas se realizaron en todas las parcelas (una por parcela) en la costilla de los surcos, a fin de

determinar la temperatura de la zona de máximo crecimiento radicular.

El tiempo térmico es un índice bioclimático utilizado para estimar la duración de las diferentes fases fenológicas del cultivo, en independencia del tiempo cronológico. Se calcula con el siguiente modelo:

$$\text{Tiempo térmico} = \sum (T - T_b) \quad (1)$$

Donde T es la temperatura media diaria del aire o del suelo, y T_b la temperatura base definida como la temperatura por debajo de la cual el crecimiento se detiene (Sadras *et al.*, 2000).

Según estos autores, el uso de este modelo se ve limitado en función de dos supuestos:

- La temperatura (T) debe ser mayor que T_b y menor que la T_{máx} (temperatura por encima de la cual el crecimiento se detiene).
- Los contenidos de agua del suelo no deben ser limitantes del crecimiento.

En este estudio, se utilizó el tiempo térmico para evaluar el efecto de los tratamientos en la duración de dos periodos fenológicos considerados: brotación-cierre del cañaveral y cierre del cañaveral-cosecha.

Se realizó el análisis de regresión entre la temperatura del aire y del suelo a las 9:00 hs. en los tratamientos con y sin quema para calcular los valores diarios de temperatura del suelo. Para ello se utilizaron los datos de casilla meteorológica próxima al sitio de ensayo y los datos de suelo provenientes del muestreo semanal.

Utilizando los datos diarios de temperatura del suelo, mediante el empleo de la ecuación (1) se determinó el tiempo térmico para las etapas del desarrollo consideradas, en los cuatro tratamientos estudiados durante los cuatro años de evaluación. T fue la temperatura del suelo y T_b del suelo, para la variedad TUC (CP) 77-42, es de 9,5°C (Romero, comunicación personal, 2004).

Para conocer la variación horaria de la temperatura

Tabla 2. Reacción del suelo (pH), textura, materia orgánica, fósforo asimilable, potasio intercambiable, agua a capacidad de campo (Wcc) y punto de marchitez (Wpm), a las profundidades de 0-25 y 25-50 cm. Las Talitas, Tucumán.

Profundidad (cm)	pH	Textura	Materia orgánica (%)	Res. Eléctrica Ohms a 15,6 °C	Fósforo Bray II (mg/kg)	Potasio Meq/100 gr	Wcc %*	Wpm %**
0-25	6,4	Franco	2,8	1200	40	1	28	13
25-50	6,5	Franco arcilloso	1,6	1145	38	1,1	28	13

*Contenido hídrico gravimétrico a capacidad de campo.

**Contenido hídrico gravimétrico en punto de marchitez.

del suelo y del aire, se realizaron, durante los días 20 de septiembre y 21 de octubre de 1997, lecturas horarias entre las 7:00 hs y 19:00 hs, utilizándose la misma metodología descrita para el análisis de evolución anual de la temperatura. Las fechas fueron elegidas en función de que se presentaron condiciones de días cálidos, alta heliofanía efectiva, con escaso desarrollo de la caña de azúcar y con diferentes contenidos de humedad del suelo.

Análisis estadístico de la información

Para determinar la significancia estadística de las diferencias de temperatura del suelo entre las alternativas planteadas, se procedió a realizar, para cada fecha de muestreo en los cuatro años de evaluación, el análisis de la varianza y la comparación de medias usando el test de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el período comprendido entre el comienzo de la brotación y el cierre del cañaveral, la temperatura edáfica mostró diferencias estadísticamente significativas entre las dos alternativas de manejo de residuos de cosecha (Q y NQ), en los cuatro ciclos analizados. En dicho período, Q siempre mostró mayores temperaturas que NQ, (Figuras 1 A, B, C y D).

A partir del cierre del cañaveral, las diferencias fueron no significativas. Sólo en la campaña 1996/1997, se observaron diferencias significativas hasta los 20 días posteriores al cierre del cañaveral (Figura 1 A). Esto concuer-

da con lo expresado por Thompson (1966), para la lectura de las 8:00 hs. Sin embargo, lo señalado por este autor con respecto a la evolución de la temperatura a las 13:00 hs, no fue confirmado en esta experiencia, ya que las lecturas realizadas en los diferentes tratamientos en ese horario (datos no incluidos en este trabajo) manifestaron un comportamiento similar a las de las 8:00 hs, con respecto a su no diferenciación luego del cierre del cañaveral.

La diferencia media de temperatura en el período anterior al cierre del cañaveral fue de 1,8°C a favor de la quema, valor superior a los determinados en Louisiana (Viator *et al.*, 2005) y en Australia (Weier *et al.*, 1998), a pesar de que las lecturas se realizaron a mayor profundidad. Esto podría estar asociado con los bajos contenidos de humedad del suelo que caracterizan el área cañera de Tucumán durante los meses iniciales de crecimiento, y a la relación inversa entre calentamiento y humedad edáfica señalada por Van Doren y Allmaras (1978).

El riego afectó negativamente la temperatura del suelo solo en los días inmediatamente posteriores a la aplicación del mismo (campañas 1996/1997 y 1997/1998) (Figura 2).

Cabe señalar que las precipitaciones provocaron una disminución de la amplitud de las diferencias de la temperatura entre los tratamientos con residuos de cosecha y en los que se practicó la quema, pero estas diferencias siguieron resultando significativas en el período anterior al cierre del cañaveral, en coincidencia con el comportamiento descrito por Van Doren y Allmaras (1978).

Las temperaturas del aire y del suelo a las 9:00 hs

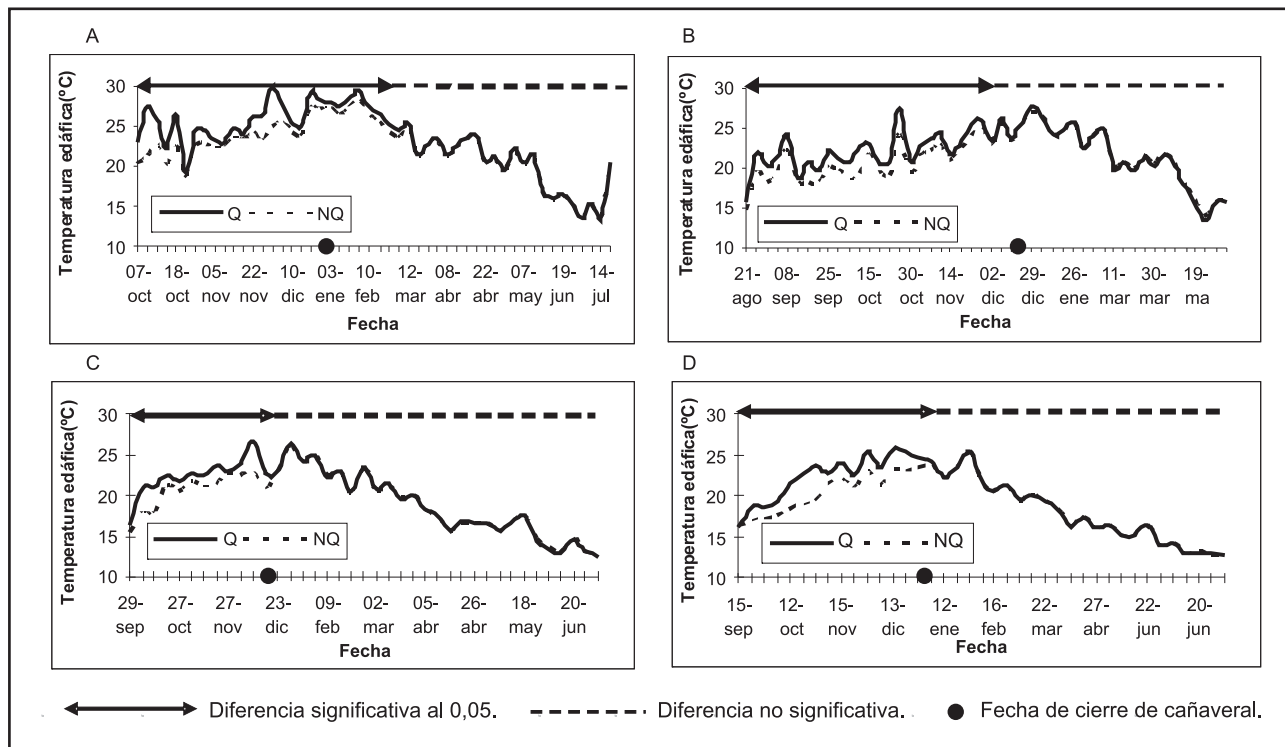


Figura 1. Variación de la temperatura del suelo a los 12 cm de profundidad, registrada a las 9.00 hs, durante el ciclo de cultivo de la caña de azúcar, en los tratamientos de quema (Q) y no quema (NQ). Campañas A) 1996/1997; B) 1997/1998; C) 1998/1999 y D) 1999/2000.

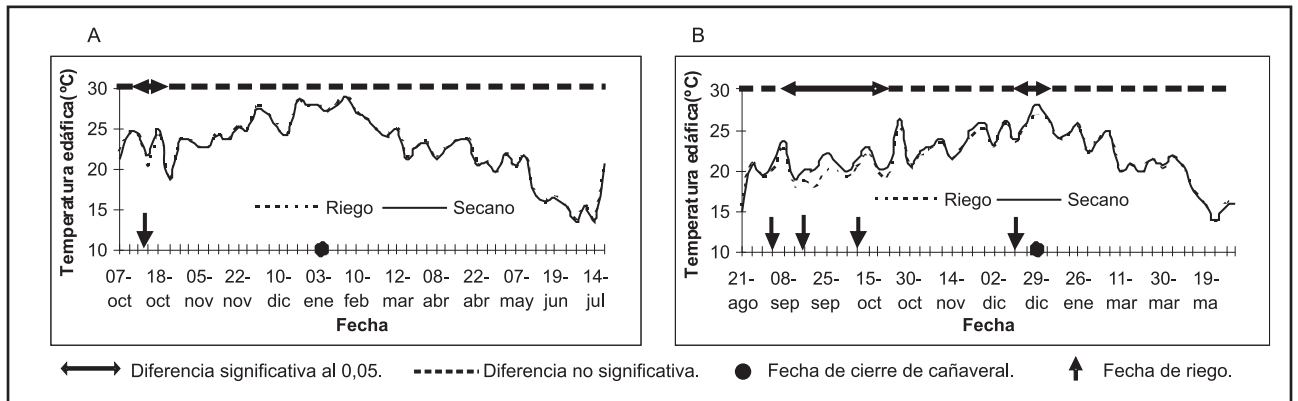


Figura 2. Variación de la temperatura del suelo a los 12 cm de profundidad, durante el ciclo de cultivo de la caña de azúcar, registrada a las 9.00 hs, en los tratamientos de riego y seco. Campaña: A) 1996/1997 y B) 1997/1998.

se relacionaron mediante la expresión: temperatura del suelo = $9,80 + 0,63 \times$ temperatura del aire, para el tratamiento de quema y temperatura del suelo = $10,00 + 0,57 \times$ temperatura del aire, para la alternativa NQ. La correlación, en ambos casos, fue altamente significativa: $R^2 = 0,84$ ($n=312$) y $0,79$ ($n=316$), respectivamente.

En la Figura 3 se presentan los tiempos térmicos registrados durante las cuatro campañas, para el período comprendido entre el comienzo de la brotación y el cierre del cañaveral.

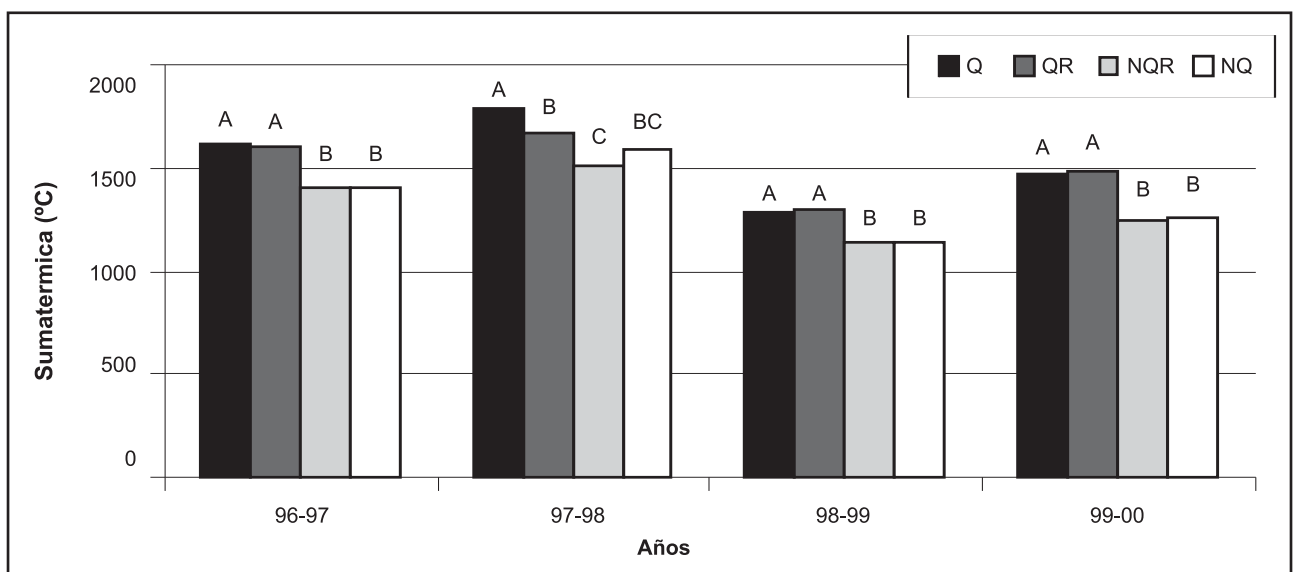
Los ciclos 1996/1997, 1998/1999 y 1999/2000 mostraron diferencias significativas en el tiempo térmico, entre los tratamientos con quema (Q y QR), y sin quema (NQ y NQR).

Los tiempos térmicos de los tratamientos Q y QR solo se diferencia significativamente entre sí en la campaña 1997/1998, debido probablemente a la reducción en la temperatura de suelo causada por la aplicación de cuatro riegos en las parcelas de QR, lo que concuerda con lo expresado por Chapman *et al.* (2001).

Entre NQ y NQR, no se observaron diferencias significativas en los cuatro años analizados.

Durante la campaña 1997/1998, el tiempo térmico del tratamiento QR no se diferenció del determinado en NQ. Este comportamiento estaría relacionado con la disminución de temperatura del suelo registrada en QR, por la aplicación de cuatro riegos durante las fases iniciales del ciclo. Cabe recordar que en las campañas 1998/1999 y 1999/2000 no se aplicó riego.

En la Figura 3 se observa un comportamiento aparentemente contradictorio, ya que los tratamientos con mayor temperatura de suelo (Q y QR) deberían completar las fases fenológicas con antelación a los tratamientos sin quema (NQ y NQR), y registrar tiempos térmicos similares al fin de cada período. Pero, como se señaló anteriormente, Sadras *et al.* (2000) indican, como una restricción de esta afirmación, la equivalencia en los contenidos de humedad del suelo, situación que no se observa en nuestro estudio. Las mayores temperaturas de suelo registradas en los tratamientos con quema no se manifestaron en



*Letras distintas indican diferencias significativas al 5%.

Figura 3. Tiempo térmico determinado en los tratamientos de Q, QR, NQR y NQ durante las campañas 1996/1997, 1997/1998, 1998/1999 y 1999/2000, para el período brotación – cierre del cañaveral. Las Talitas, Tucumán.

una menor duración de las fases fenológicas, debido probablemente, al efecto de los menores contenidos de humedad registrados en estos.

En el período comprendido entre el cierre del cañaveral y la cosecha, no se observaron diferencias significativas en los tiempos térmicos entre los tratamientos evaluados, en ninguna de las campañas analizadas. Esto resultaría explicado por la similitud de las temperaturas de suelo determinadas durante este período, en los cuatro tratamientos.

Con respecto a la evolución diaria de la temperatura del aire y del suelo, en la Figura 4 pueden observarse los resultados correspondientes al día 20 de septiembre de 1997.

Los tratamientos QR y NQR recibieron un aporte de agua los días previos, lo que se evidencia en los contenidos de humedad en las parcelas, que fueron: Q = 9,6%; QR = 18%; NQR = 25,5% y NQ = 10%. La caña de azúcar presentaba alrededor de 12 brotes/m y una altura promedio de 15 cm.

El análisis estadístico de los datos de temperaturas de suelo resalta que:

- La temperatura en Q fue siempre significativamente superior ($p < 0,05$) a la que presentan los demás tratamientos (Figura 4).
- La temperatura en NQR fue siempre significativamente inferior ($p < 0,05$) a la de los demás tratamientos (Figura 4).
- Desde las 7:00 hs hasta las 11:00 hs, la temperatura fue significativamente mayor ($p < 0,05$) en Q > NQ > QR > NQR (Figura 4).
- Desde las 12:00 hs hasta las 19:00 hs, la temperatura fue significativamente mayor ($p < 0,05$) en Q > NQ = QR > NQR (Figura 4).
- Respecto de los incrementos de temperatura, no

se observaron diferencias significativas entre los cuatro tratamientos entre las 7:00 hs y las 11:00 hs (Tabla 3).

- Entre las 12:00 hs y 19:00 hs, el incremento de temperatura fue significativamente mayor: ($p < 0,05$) en Q > NQ = QR > NQR (Tabla 3).

La temperatura del aire asciende desde las 7:00 hs, mientras que la del suelo lo hace desde las 11:00 hs, debido probablemente al tiempo que demanda el desplazamiento de la onda térmica desde la superficie hasta los 12 cm de profundidad.

En la Tabla 3 se observa la variación horaria de la temperatura del aire y del suelo en diferentes períodos de tiempo.

La segunda oportunidad en la que se monitoreó la evolución de la temperatura diaria corresponde al día 20 de octubre de 1997. En esta fecha, los contenidos de humedad de los diferentes tratamientos fueron similares: Q = 19,6%; QR = 22,4 %; NQR = 23,2% y NQ = 19,6%. El cultivo presentaba entre 14 y 18 brotes/m y una altura promedio de 25 cm.

La variación de la temperatura horaria puede observarse en la Figura 5.

El análisis estadístico de los datos de temperaturas de suelo resalta que:

- La temperatura en Q fue siempre significativamente superior ($p < 0,05$) a la que presentan los demás tratamientos (Figura 5).
- Desde las 7:00 hs hasta las 13:00 hs, la temperatura fue significativamente mayor ($p < 0,05$) en Q > QR > NQ > NQR (Figura 5).
- Desde las 14:00 hs hasta las 19:00 hs, la temperatura fue significativamente mayor ($p < 0,05$) en Q > QR > NQ = NQR (Figura 5).
- Entre las 7:00 hs y las 11:00 hs, en Q aumentó significativamente más la temperatura que en los demás

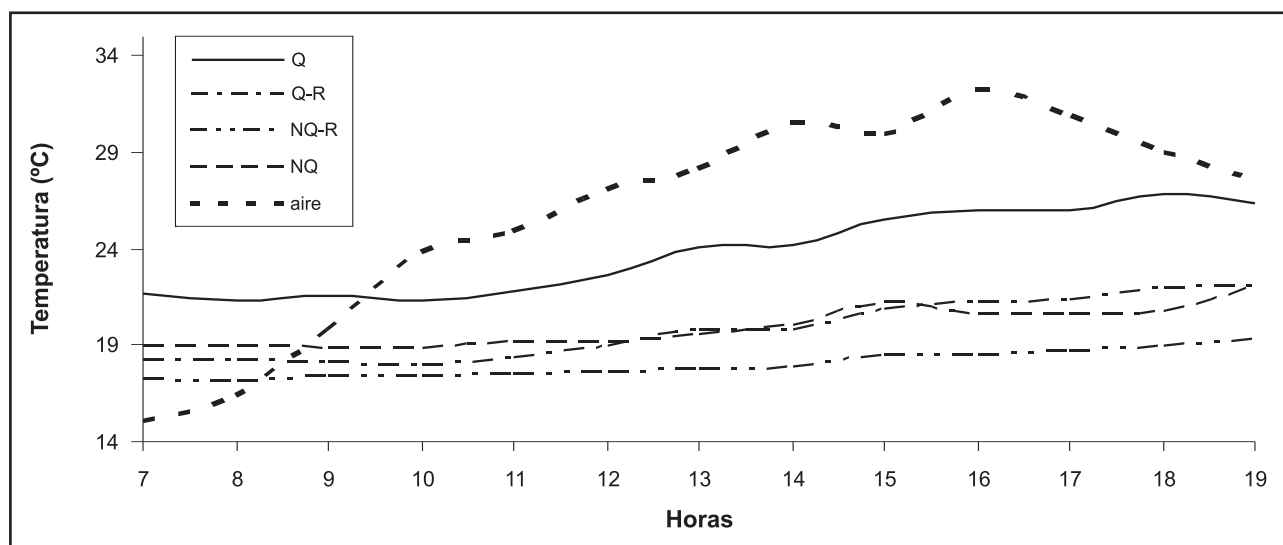


Figura 4. Variación horaria de la temperatura del aire y del suelo a 12 cm de profundidad, el día 20 de septiembre del 1997, en los tratamientos de quema (Q), quema - riego (QR), no quema (NQ) y no quema - riego (NQR).

Tabla 3. Variación horaria de la temperatura del aire y del suelo a 12 cm de profundidad, en tres fracciones del tiempo analizado, durante el día 20 de septiembre de 1997. Las Talitas, Tucumán.

Variación de la temperatura de suelo (°C)			
Tratamientos	Intervalos de tiempo		
	7-11 hs.	11-19 hs.	7-19 hs.
Q	0,2 a *	4,6 a	4,8 a
QR	0,2 a	3,7 b	3,9 b
NQR	0,3 a	1,8 d	2,1 c
NQ	0,3 a	2,9 c	3,2 b
DLS	0,2	0,6	0,8
Aire	9,8	2,6	12,4

*Letras distintas indican diferencias significativas al 5%.

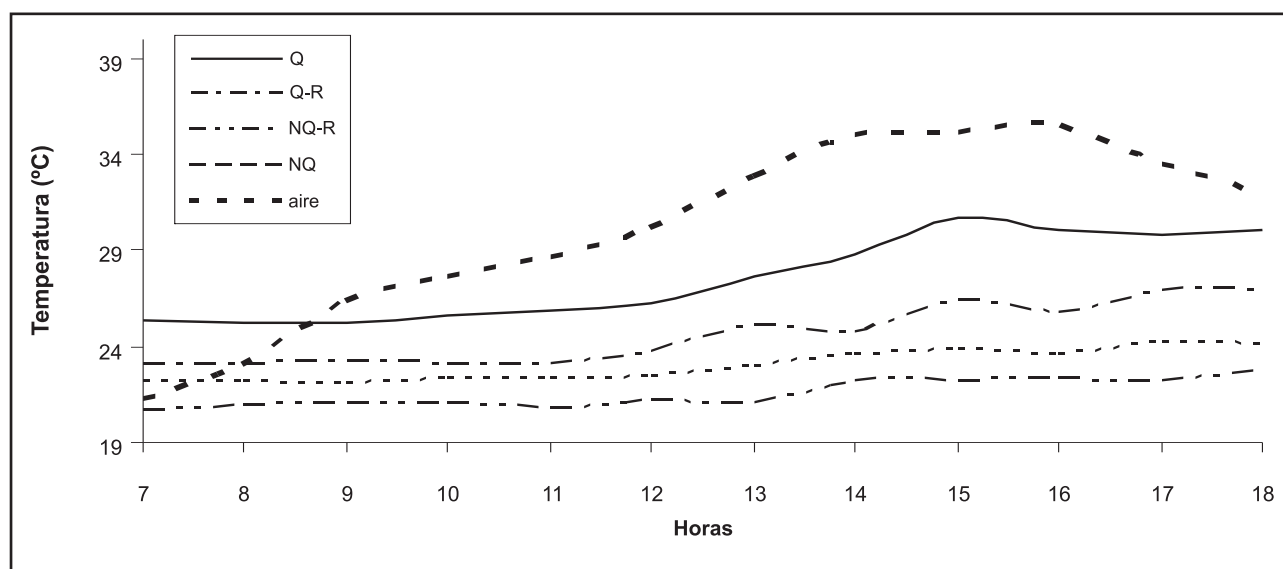


Figura 5. Variación horaria de la temperatura del aire y del suelo a 12 cm de profundidad, el día 20 de octubre del 1997, en los tratamientos de quema (Q), quema - riego (QR), no quema (NQ) y no quema - riego (NQR).

tratamientos ($p < 0,05$), entre los cuales no se detectaron diferencias significativas (Tabla 4).

- Entre la 11:00 hs. y 19:00 hs., el incremento de temperatura fue significativamente mayor ($p < 0,05$) en $Q = QR > NQ = NQR$ (Tabla 4).

En la Tabla 4 se observa la variación horaria de la temperatura del aire y del suelo, en diferentes intervalos de tiempo.

Del análisis conjunto de ambas fechas, se infiere que el comportamiento de la temperatura del suelo en los diferentes tratamientos estuvo relacionada con el manejo de los residuos de cosecha, como con el nivel de humedad edáfica en cada uno de ellos.

En la primera fecha las notorias diferencias de humedad de suelo determinaron que el tratamiento NQR presentara los menores registros de temperatura y las menores tasas de incremento, ya que en esta se suman

los efectos negativos de la cobertura y de la alta humedad, (Van Doren y Allmaras, 1978).

En la segunda fecha, si bien los niveles de humedad son superiores en los tratamientos con riego (14 al 18%), no lo son en la magnitud de la primera fecha (90% al 140%), por lo cual no se encontraron diferencias en la variación de la temperatura entre los tratamientos que involucran el mismo sistema de manejo de la cobertura.

Thompson (1966) en Sudáfrica, realizando un estudio de similares características y en fechas comparables, señala que la temperatura del suelo a los 10 cm de profundidad, ascendió desde los 21,0°C a las 9:00 hs hasta los 25,0°C a las 14:00 hs, en el tratamiento con Q, mientras que el tratamiento de NQ con 5 t/ha de residuo, varió desde los 19,8°C a las 9:00 hs, hasta 23,0°C a las 16:00 hs. El tratamiento de NQ con 10 t/ha de residuo aumentó desde 19,3°C a las 9:00 hs hasta 21,3°C a las 16:00 hs. Se

Tabla 4. Variación horaria de la temperatura del aire y del suelo 12 cm de profundidad, en tres fracciones del tiempo analizado, durante el día 20 de octubre de 1997. Las Talitas, Tucumán.

Tratamientos		Variación de la temperatura de suelo (°C)		
		Intervalos de tiempo		
		7-11 Hs.	11-19 Hs.	7-19 Hs.
Suelo	Q	0,5 a *	4,2 a	4,7 a
Suelo	QR	0,1 b	3,7 a	3,8 a
Suelo	NQR	0,2 b	1,8 b	2,0 b
Suelo	NQ	0,1 b	1,8 b	1,9 b
Aire		7,4	3,3	10,7

*Letras distintas indican diferencias significativas al 5%.

destaca la similitud de los incrementos registrados en ambos casos.

En Australia Chapman *et al.* (2001) observaron, al estudiar la variación horaria de la temperatura, que en las parcelas con quema los registros (durante las 24 h del día) fueron superiores a los de las parcelas sin quema, y que la ocurrencia de lluvias o riego hacía descender en hasta 4°C la temperatura de las parcelas con quema y menos de 2°C en las sin quema.

CONCLUSIONES

- Los tratamientos con residuos de cosecha en superficie mostraron registros inferiores de temperatura edáfica en el período comprendido entre comienzos de brotación y cierre del cañaveral. Pero la misma fue superior a la temperatura base establecida para la variedad TUC 77-42, durante todo el ciclo del cultivo.
- Luego del cierre del cañaveral, no se observaron diferencias en la temperatura edáfica de los tratamientos evaluados.
- Cuando los contenidos de humedad de suelo son similares, los tratamientos con quema pueden aumentar significativamente más la temperatura que los sin quema.
- Los mayores contenidos de humedad del suelo de los tratamientos con riego se tradujeron en una disminución de la temperatura edáfica.
- Las diferencias de temperaturas no produjeron alteraciones en el tiempo térmico de los dos períodos fenológicos analizados.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Braunack, M. and H. Ainslie. 2001. Trash blanket and soil physical properties: Mackay experience. En: Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol., 23, Mackay, Australia, pp.154-160

Chapman, L. S.; P. L. Larsen and J. Jackson. 2001. Trash conservation increases cane yield in the

Mackay district. En: Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol., 23, Mackay, Australia, pp.176-184.

Fandos, C.; F. J. Soria; J. Scandaliaris y P. Scandaliaris. 2007. Perspectivas de producción azucarera para la zafra 2007 en la provincia de Tucumán. Avance Agroind. 28 (2): 13-16.

Fogliata, F. A. 1995. Agronomía de la caña de Azúcar. Vol 2. El Graduado. Tucumán, Argentina.

Mariotti, J. A.; C. A. Levi; E. R. Chavanne; J. H. De Faveri y M. A. Ahmed. 1987. Una nueva variedad de caña de azúcar de la EEAOC: TUC (CP) 77-42. Avance Agroind. 31: 15-18.

Núñez, O. and E. Spaans. 2007. Evaluation of green-cane harvesting and crop management with a trash-blanket. En: Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol., 26, Durban, Australia, pp. 131-142.

Olea, I.; E. Romero y J. Scandaliaris. 1993. Mecanización total de la cosecha de la caña de azúcar de Tucumán. Treinta años de historia. Avance Agroind. 52: 7-11.

Olea, I. y J. Scandaliaris. 1994. Manejo racional del fuego en la cosecha de la caña de azúcar. Avance Agroind. 53: 28-31

Prove, G. B.; P. N. Truong and D. S. Evans. 1986. Strategies for controlling caneland erosion in the wet tropical coast of Queensland. En: Proc. Aust. Sug. Soc. Cane Technol., 8, Townsville, Australia, pp. 77-84.

Romero, E. R. 2000. Dinámica de la brotación y del crecimiento inicial de la caña de azúcar. Efectos de factores intrínsecos, ambientales y de manejo. Tesis doctoral inédita. FAZ-UNT, Tucumán, Argentina.

Romero, E. R.; J. Scandaliaris; M. Rufino y M. Morandini. 2000. Importancia del manejo hídrico en la mejora de la capacidad productiva de la caña de azúcar en Tucumán, Argentina. En: Mem. Seminarios Inter-Americanos de Caña de Azúcar, Miami, EE.UU., pp. 16-18.

- Romero, E. R., J. Scandalariis; M. Rufino and F. Pérez Zamora. 2001.** Biothermal models to predict plant cane emergence. En: Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol., 24, Brisbane, Australia, pp. 95-100.
- Sadras, V. O.; M. Ferreiro; F. Gutheim y A. G. Kantolic. 2000.** Desarrollo fenológico y su respuesta a temperatura y fotoperíodo. En: Andrade, F. H. y V. O. Sadras (eds.), Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, pp. 29-60.
- Thompson, G. D. 1966.** The production of trash and its effects as a mulch on the soil and on sugarcane nutrition. En: Proc. S. Afr. Sug. Technol. Ass., 40, Mount Edgecombe, Sudáfrica, pp. 333-342.
- Van Doren, J. R. and R. R. Allmaras. 1978.** Effect of residue management practices on the soil physical environment, microclimate, and plant growth. En: Oschwald, W. R. (ed.), Crop residue management systems, American Society of Agronomy, Madison, EE.UU., pp. 49-83.
- Viator, R. P.; R. M. Jonson and E. P. Richard Jr. 2005.** Challenges of post-harvest residue management in the Louisiana sugarcane industry. En: Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol., 25, Guatemala, pp. 238-245
- Weier, K. L.; D. E. Rolston and P. J. Thorburn. 1998.** The potential for N losses via denitrification beneath a green cane trash blanket. En: Proc. Aust. Sug. Soc. Cane Technol., 20, Ballina, Australia, pp.169-174
- Zuccardi, R. B. y G. S. Fadda. 1972a.** Régimen térmico de un Argiudol. Rev. Agron. N.O. Argent. 9 (2): 367-381.
- Zuccardi, R. B. y G. S. Fadda. 1972b.** Suelos de área cañera de la provincia de Tucumán. Rev. Agron. N.O. Argent. 9 (2): 383-401.
- Zuccardi, R. B. y G. S. Fadda. 1985.** Bosquejo agroecológico de la provincia de Tucumán. Pub. Misc. FAZ-UNT. 86: 1-63
-