

## RESPUESTA DE DOS VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR A DISTINTOS UMBRALES DE RIEGO POR GOTEO

Sosa F.A <sup>(1)</sup>, C. F Hernández <sup>(1)</sup>, M. Morandini <sup>(1)</sup>, A. Sanzano <sup>(1)</sup>, J. Romero <sup>(1)</sup> y C. Sotomayor <sup>(1)</sup>.

(1) Sección Suelos y Nutrición Vegetal, EEAOC William Cross 3150, (4101) Las Talitas, Tucumán, Argentina. E-mail: fasosa@eeaoc.org.ar

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento de dos variedades de caña de azúcar en su cuarto corte a 3 umbrales de riego por goteo y un testigo en secano.

El estudio se realizó durante el la campaña 2008-2009 en Tucumán sobre un Argiudol Típico. Los tratamientos incluyeron un testigo en secano, riego cuando se consumió el 10%, el 30% y el 50% (SEC, UR 90, UR 70 y UR 50 respectivamente) del Agua útil sobre dos variedades LCP 85-384 y RA 87-3.

Los resultados mostraron respuesta al riego en Rendimiento cultural y Azúcar en ambas variedades, pero la respuesta fue diferente según la variedad:

#### **Variedad LCP 85-384:**

UR 90 LCP 384 presentó un incremento en rendimiento cultural significativo de 48,6 tn (34 %) respecto al testigo sin riego, y de 31 tn/Ha (22 %) respecto a los UR 50 LCP 384 y UR 70 LCP 384. Este comportamiento se explica por el componente número de tallos, no existen diferencias significativas en el peso de los tallos. El rendimiento en azúcar por hectárea sigue el patrón descrito por el rendimiento cultural, siendo este último determinante del primero. No hay diferencias significativas en rendimiento sacarino ni en EAU.

#### **Variedad RA 87-3:**

Los tres tratamientos regados presentaron un incremento en rendimiento cultural promedio de 31,4 tn/Ha (21,5 %) con respecto al testigo sin riego (SEC 87-3), variando entre 39.6 tn/ha (27%) para UR 90 87-3 y 26.8 tn/Ha (18 %) para SEC UR 50, no hay diferencias significativas entre los tratamientos regados. La respuesta al riego se explica por un mayor número de tallos; a pesar de que hay una clara tendencia a un mayor peso de tallos en UR 90, el análisis estadístico no refleja esa diferencia. El rendimiento en azúcar por hectárea sigue el patrón descrito por el rendimiento cultural, esta diferencia entre los tratamientos regados y en secano se debe a un mayor rendimiento cultural y sacarino. En cuanto a EUA no hay diferencias significativas entre tratamientos.

**Palabras clave:** Riego por goteo, caña de azúcar, RA 87-3, LCP 85-384.

## INTRODUCCION

El riego por goteo en el cultivo de la caña de azúcar puede ser una alternativa viable en el corto plazo sobre todo si los altos costos de inversión pueden amortizarse con el incremento de producción y la longevidad de la cepa (Leiva y Barrantes 1998). La información local referida a la respuesta varietal al riego por goteo es escasa; la variedad y el espaciamiento entre surcos pueden condicionar la respuesta y eficiencia en el uso del agua por parte del cultivo (Olivier and Singels 2003).

Bajo este sistema, se puede reducir el consumo de agua y fertilizantes (Leiva y Barrantes 1998, Vaishnava et al. 2002, Digraze et al. 2004), con un incremento en la producción (Romero et al. 2003, Leiva y Barrantes 1998) respecto del riego por surcos.

Conocer el umbral de riego que en nuestras condiciones maximice la producción con el menor consumo de agua permitiría optimizar el uso de este sistema de riego minimizando los costos del milímetro aplicado. Para ello la determinación de la eficiencia en el uso del agua, expresada como la relación entre la cantidad de caña producida y el agua consumida (Singh et al. 2007), resulta de fundamental importancia.

El objetivo del presente trabajo es presentar los resultados de la campaña 2008 – 2009 del comportamiento de dos variedades de caña de azúcar frente a distintos umbrales de riego sobre el rendimiento cultural, sus componentes, producción de azúcar y eficiencia en el uso del agua.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en el campo experimental de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres en la localidad de Las Talitas, Departamento Tafí Viejo, provincia de Tucumán, 26° 47' S, 65°11' W. La región agroecológica corresponde a la Llanura Chaco-pampeana sub-húmeda- húmeda. (Zuccardi y Fadda 1985). El mesoclima es sub-húmedo húmedo cálido (Torres Bruchman 1972). La precipitación media anual es de 750 a 1000 mm. La evapotranspiración potencial de 900 a 950 mm. La deficiencia de agua es nula a moderada (200 mm anuales), registrándose la misma en el periodo invierno-primaveral (agosto-octubre) (Zuccardi y Fadda 1985)

El suelo es un argiudol típico (Zuccardi y Fadda 1985), franco limoso en los 40 cm superficiales, franco arcilloso desde los 40 cm hasta el metro de profundidad; la reacción es neutra, el contenido de materia orgánica elevado, y la disponibilidad de fósforo es elevado.

En cuanto a las propiedades físicas relacionadas al riego, se trata de un suelo con una alta capacidad de almacenaje, del orden de los 220 mm hasta los 90 cm de profundidad, un promedio de capacidad de campo de 30gr/100 gr suelo seco (s.s.) y punto de marchitez promedio de 12gr/100 gr s.s. con una densidad aparente (DA) de 1.35 Mg/m<sup>3</sup>.

El riego se realizó con mangueras de goteo colocadas sobre el surco luego de la cosecha manual. Las mangueras que se utilizaron fueron de polietileno de baja densidad, de 16mm de diámetro, espesor de pared de 700 micrones, goteros de flujo turbulento (laberinto), separados 0,33 metros uno de otro, con un caudal de dos litros / hora/ gotero. La calidad del agua utilizada fue C3S2.

La programación de la frecuencia y duración de los riegos se realizó a partir de mediciones de humedad edáfica realizadas una o dos veces por semana según el balance hídrico. Estas determinaciones se realizaron con TDR 100 soil moisture meter Spectrum Technologies inc. a la profundidad de 0-30 cm y en forma gravimétrica a la profundidad 0-60cm fraccionada cada 20 cm. Los datos meteorológicos se obtuvieron a partir de una estación meteorológica automática situada a 30 m del ensayo.

El estudio se llevo a cabo desde el 16 de Julio de 2008 hasta el 21 de Julio de 2009. Las variedades utilizadas fueron LCP 85-384 y RA 87-3 ambas en su cuarto corte (soca 3), plantadas en surcos de base ancha distanciados a 1.8 m y con una densidad promedio de 25 yemas por metro.

El experimento consistió en cuatro tratamientos: riego cuando se consumió el 10%, el 30% y el 50% del Agua útil (UR 90, UR 70, UR 50 respectivamente) y un testigo sin riego (secano) aplicados a las dos variedades mencionadas. Cada tratamiento se aplicó a parcelas de aproximadamente 70 m<sup>2</sup>, cuatro surcos por 10 m de largo. El diseño estadístico utilizado fue el de bloques completamente aleatorizados con 4 repeticiones.

Las comparaciones de medias del rendimiento cultural, sus componentes, producción de azúcar y de la eficiencia en el uso del agua se realizaron mediante es test LSD Tuckey (p<0.05).

Se realizaron las labores culturales de cultivo, fertilización y control de malezas en forma convencional.

## RESULTADOS

### Variedad LCP 85-384:

UR 90 LCP 384 presentó un incremento significativo de 48,6 tn en rendimiento cultural (57 %) respecto al testigo sin riego (SEC 384), y de 31 tn/Ha (30 %) respecto a los UR 50 LCP 384 y UR 70 LCP 384 (Gráfico 1). Este comportamiento se explicó por el componente número de tallos, no hubo diferencias significativas en el peso de los tallos (Tabla 1). El rendimiento en Azúcar por hectárea siguió el patrón descrito por el Rendimiento cultural, siendo este último determinante del primero (Gráfico 2). No hubo diferencias significativas en rendimiento sacarino ni en EAU (Tabla 1).

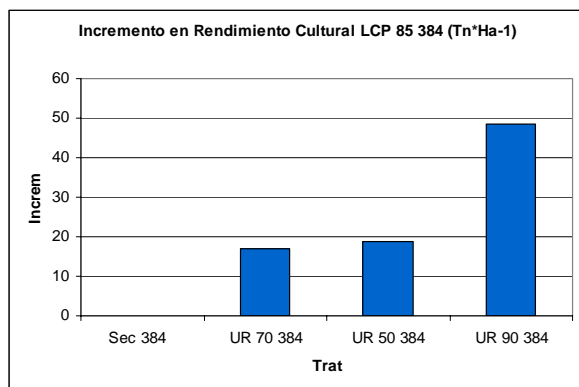


Gráfico 1: Incremento en rendimiento cultural (Tn\*Ha-1). Variedad LCP 85 384.

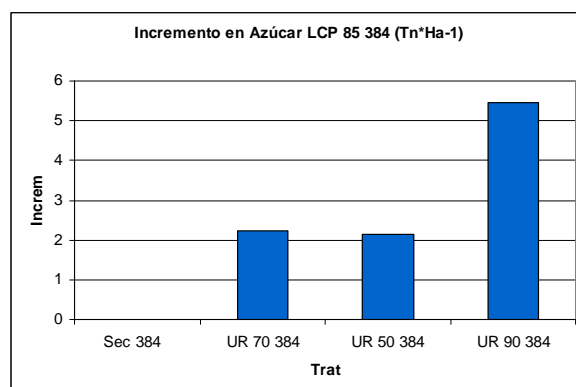


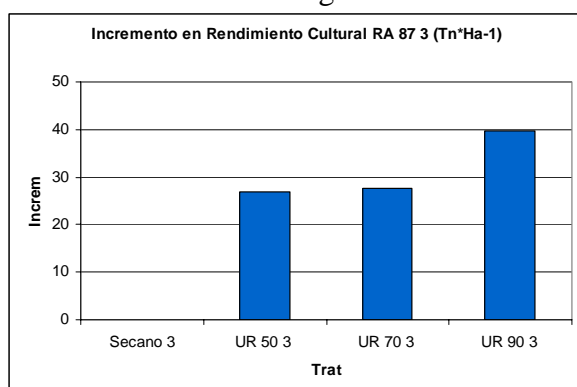
Gráfico 2: Incremento en azúcar (Tn\*Ha-1). Variedad LCP 85 384.

**Tabla N° 1: Variedad LCP 85 384. Aportes hídricos y su efecto sobre el rendimiento cultural, componentes (número y peso de tallos), rendimiento en azúcar, rendimiento sacarino y eficiencia en el uso del agua (tn de caña producida por cm de agua consumido)**

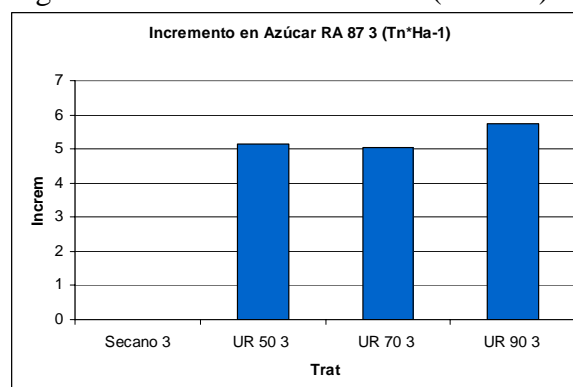
Tratamiento	Lluvia (mm)	Riego (mm)	Total (mm)	Rto cultural (tn/ha)	Peso de tallo (gr)	Número de tallos/m	Rto Sac (%)	Azúcar (Tn/Ha)	EUA (tn/cm)
Sec 384	840	0	840	84,68 a	811,28 a	21 a	10,15 a	8,6 a	1,01 a
UR 70 384	840	180	1020	101,58 b	843,85 a	24,25 b	10,66 a	10,83 b	1,00 a
UR 50 384	840	144	984	103,53 b	855,7 a	24 b	10,38 a	10,75 b	1,05 a
UR 90 384	840	361	1201	133,2 c	905,45 a	29,25 c	10,95 a	14,06 c	1,11 a
DMS (0,05)				15,8	152,57	2,96624	1,13	1,871	0,1463
p value				0,0001	0,3396	0,0001	0,5472	0,0001	0,134

### Variedad RA 87-3:

Los tres tratamientos regados presentaron un incremento promedio de 31,4 tn/Ha (32 %) con respecto al testigo sin riego (SEC 87-3), variando entre 39.6 tn/ha (40%) para UR 90 87-3 y 26.8 tn/Ha (27 %) para UR 50 87-3, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos regados (Gráfico 3). La respuesta al riego se explicó por un mayor número de tallos; a pesar de que hubo una clara tendencia a un mayor peso de tallos en UR 90 87-3, el análisis estadístico no reflejó esa diferencia (Tabla 2). El rendimiento en Azúcar por hectárea siguió el patrón descrito por el rendimiento cultural, esta diferencia entre los tratamientos regados y en secano se debió a un mayor rendimiento cultural y sacarino (Gráfico 4 y Tabla 2). En cuanto a eficiencia en el uso del agua no hubo diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 2).



**Gráfico 3: Incremento en rendimiento cultural (Tn\*Ha-1). Variedad RA 87 3.**



**Gráfico 4: Incremento en azúcar (Tn\*Ha-1). Variedad RA 87 3.**

**Tabla N° 2: Variedad RA 87-3. Aportes hídricos y su efecto sobre el rendimiento cultural, componentes (Número y peso de tallos), rendimiento en azúcar, rendimiento sacarino y eficiencia en el uso del agua (tn de caña producida por cm de agua consumido)**

Tratamiento	Lluvia (mm)	Riego (mm)	Total (mm)	Rto cultural (tn/ha)	Peso de tallo (gr)	Número de tallos/m	Rto Sac (%)	Azúcar (Tn/Ha)	EUA (tn/cm)
Secano 3	840	0	840	98,05 a	1269,18 a	15,5 a	8,39 a	8,24 a	1,17 a
UR 50 3	840	144	984	124,83 b	1387,08 a	18 b	10,7 b	13,38 b	1,27 a
UR 70 3	840	180	1020	125,8 b	1329,25 a	19 b	10,57 b	13,28 b	1,23 a
UR 90 3	840	361	1201	137,7 b	1424,8 a	19,25 b	10,16 b	13,99 b	1,15 a
DMS (0,05)				14	160,4	2,153	1,16	2,092	0,146
p value				0,0001	0,06	0,0015	0,0005	<0,0001	0,0898

Comparando ambas variedades (Gráfico 5), los tres tratamientos regados en la variedad RA 87-3 y el tratamiento UR 90 LCP 384, superaron significativamente en rendimiento cultural a los restantes tratamientos. Mientras que UR 70 LCP 384 y UR 50 LCP 384 sólo superaron significativamente a SEC LCP 384, pero no a SEC RA 87-3. Esto indica que la variedad LCP 85 384 se comportó mejor con contenidos hídricos del suelo elevados, próximos a capacidad de campo; mientras RA 87-3, si bien tuvo respuesta al riego no fue tan exigente en cuanto a los requerimientos de humedad edáfica. La producción en azúcar (tn/Ha) siguió un patrón similar (Gráfico 6).

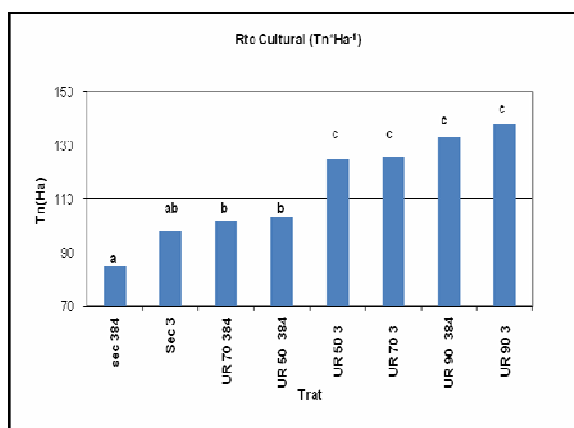


Gráfico 5: Rendimiento cultural expresado en Tn\*Ha<sup>-1</sup>

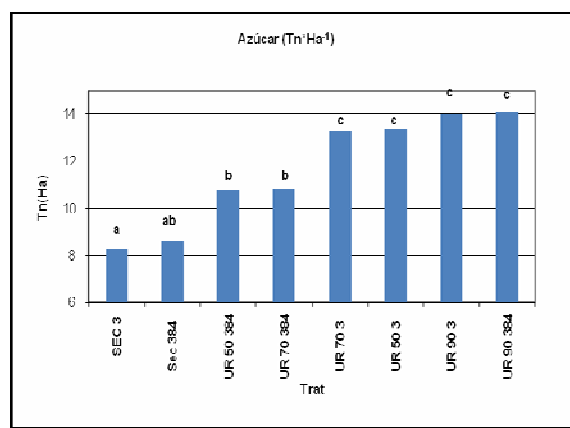


Gráfico 6: Producción de azúcar expresada en Tn\*Ha<sup>-1</sup>

En cuanto a EUA (Gráfico 7) los tratamientos UR 50 RA 87-3 y UR 70 RA 87-3 tuvieron una mayor EUA que UR 70 LCP 384 y UR 50 LCP 384. La variedad RA 87-3 tuvo una mayor EUA promedio (Gráfico 8).

El tratamiento SEC RA 87-3 tuvo un rendimiento sacarino menor comparado con los restantes tratamientos que, a su vez, no evidenciaron ninguna diferencia significativa entre ellos (Gráfico 9).

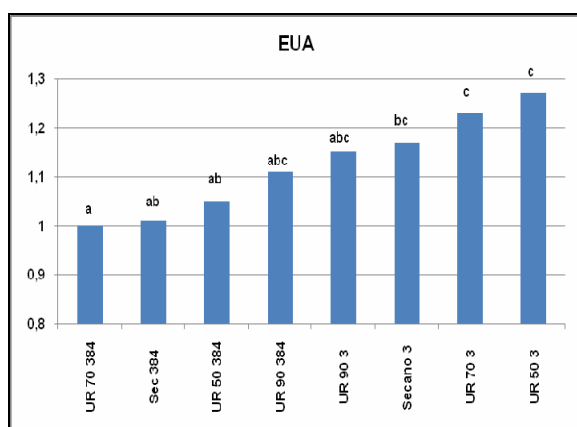


Gráfico 7: Eficiencia en el uso del agua (Tn \* cm<sup>-1</sup>)

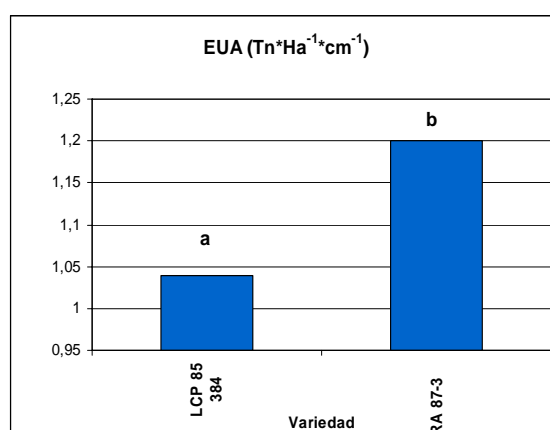
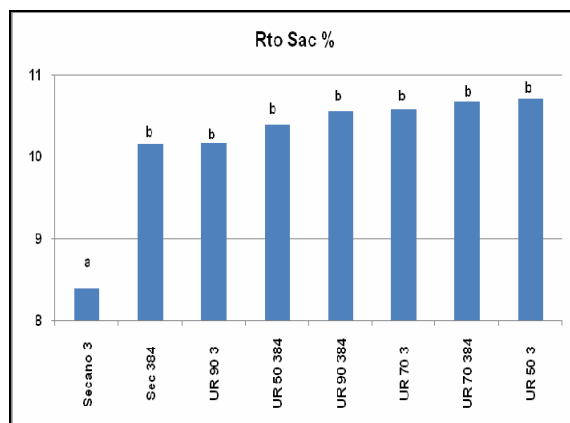


Gráfico 8: EUA (Tn \* Ha<sup>-1</sup> \* cm<sup>-1</sup>)



**Gráfico 9: Rendimiento sacarino (%)**

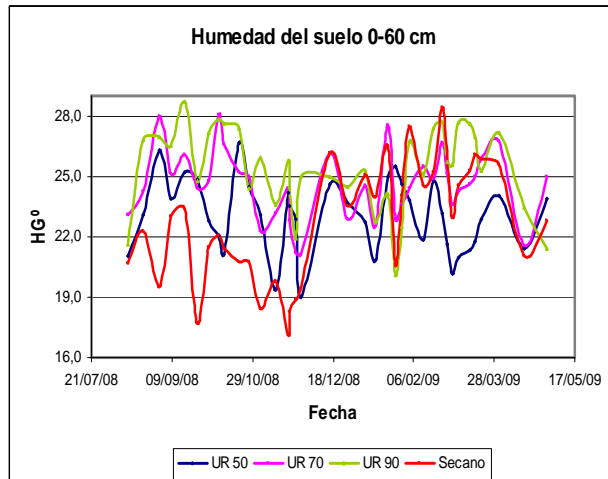
## DISCUSION

Los resultados en RA 87-3 concuerdan con estudios realizados sobre otras variedades en las décadas del 60 y 70 en Tucumán en los cuales se concluye que el momento óptimo para el riego por surcos se da cuando se consume aproximadamente un 60% del Agua útil del suelo (Fogliata 1972 b). Trabajando en riego por surcos se obtuvieron resultados similares para distintos lugares del mundo (Fogliata 1972 a). Sin embargo los resultados sobre la variedad LCP 85-384 concuerdan con otros trabajos que señalan que los mayores rendimientos se obtienen con mayor disponibilidad hídrica (Prakunhungsit S. et al 2006, Wiedenfeld B. 2004 y Cheong LR Ng 1999), y que los métodos de riego mas frecuentes y con menores láminas incrementan los rendimientos (Romero et al. 2003, Romero et al. 1997, Leiva y Barrantes 1998).

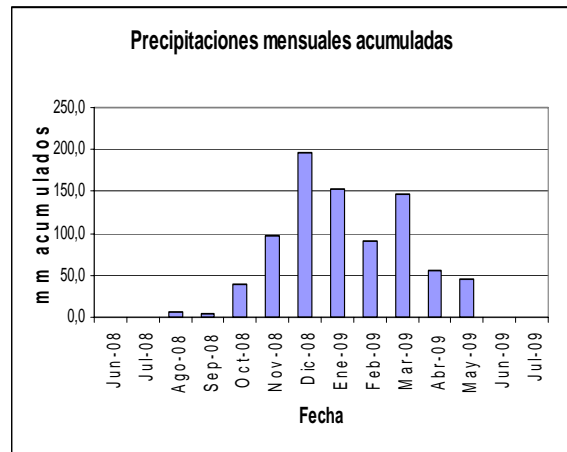
Los incrementos significativos en Rendimiento cultural y Tn de azúcar por hectárea en respuesta al riego en ambas variedades se explican por la diferencia entre los distintos tratamientos en los contenidos hídricos del suelo (Gráfico 3) en los primeros meses del ciclo (brotación, macollaje e inicio del periodo de gran crecimiento) antes que se generalicen las precipitaciones (Gráfico 4). La pluviometría fue sensiblemente menor a la demanda de 1336 mm citados por Fogliata (Fogliata et al, 1972 b) para maximizar la producción.

Para el caso de UR 90 LCP 384 su mejor comportamiento se debería al efecto combinado de una mayor disponibilidad hídrica tanto en los primeros meses como en cortos periodos del resto del ciclo. (Gráfico 3). Indicando una mayor sensibilidad de esta variedad al estrés hídrico en todos los periodos de formación de biomasa (Chavanne et al, 1998)

La variedad RA 87-3 resultó igualmente productiva con moderados y altos contenidos de humedad edáfica, comportándose como más tolerante a moderado déficit hídrico (Chavanne et al, 2000), lo cual se refleja en los mayores valores de EUA de los tratamientos UR 50 RA 87-3 y UR 50 RA 87-3.



**Gráfico 10: Variación de la humedad edáfica (gr de agua \* 100 gr ss<sup>-1</sup>) en el tiempo**



**Gráfico 11: Precipitaciones mensuales promedio**

## CONCLUSIONES

Ambas variedades respondieron al riego por goteo. La variedad LCP 85 384 tuvo una mayor dependencia de altos niveles de humedad edáfica para maximizar la producción. Por su parte RA 87-3 no mostró diferencias significativas entre los tres tratamientos regados.

La respuesta al riego en ambas variedades se explicó principalmente por el número de tallos.

SEC RA 87-3 tuvo un rendimiento sacarino significativamente menor a los restantes tratamientos.

La Variedad RA 87-3 produjo una mayor cantidad de caña por mm de agua consumido, mayor EAU.

## BIBLIOGRAFIA

- Chavanne, ER; A Espinosa; M Cuenya; L Erazzú; M Ahmed; C Díaz Romero et al.** (1998). *Características productivas de dos variedades importadas de caña de azúcar. LCP 85-376 y LCP 85-384 en las condiciones de Tucumán.* Avance Agroindustrial 72:12-15.
- Chavanne, ER; M Cuenya; M Ahmed; M Espinosa; M García; C Díaz Romero et al.** (2002). *RA 87-3: una nueva variedad de maduración temprana para el área cañera de Tucumán.* Avance Agroindustrial 72:12-15.
- Cheong LR Ng., Ah-Koon D and Muthy K.** (1999). *Irrigating sugarcane at varying doses and frequencies: effects on soil moisture and yield.* AMAS 1999. Food and Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius. 153-158.
- Digrase, L. N.; V. D. Sondge; B. P. Sawant** (2004) *Optimization of irrigation water and fertilizer use for seasonal sugarcane (CO-7714) through drip irrigation system on Vertisols.* Journal of Soils and Crops, 2004 (Vol. 14) (No. 2) 273-277.
- Fogliata F. A.** a (1972). *Agronomía de la caña de azúcar.* El graduado. Tucumán. Argentina

- Fogliata F. A. b** (1972). *Influencia de diferentes niveles de humedad disponibles sobre el crecimiento y producción de la caña de azúcar*. RIAT Tomo 49 (1): 39-56.
- Leiva E. and Barrantes A.** (1998) Increasing Sugarcane Yield with Sub-surface Drip. *Sugar y Azucar* 93(8):26-31.
- Olivier, F.; A. Singels** (2003) *Water use efficiency of irrigated sugarcane as affected by row spacing and variety*. Proceedings of the Annual Congress - South African Sugar Technologists' Association, 2003 (No. 77) 347-351.
- Prakunhungsit S.; P. Decahyapirom; T. Tungsomboun.** Study on water application for sugarcane U-Thong 3 variety by using ET/E ration and subsurface drip irrigation. Seventh International Micro Irrigation Congress. Malasya 2006.
- Romero E.R.; J. Scandaliaris; L. Sotomayor; L. Alonso** (2003) *Resultados de la primera experiencia de riego por goteo en caña de azúcar en Tucumán, Argentina*. RIAT Tomo 80 (1-2): 5-9.
- Romero E.R.; J. Scandaliaris; E. Gramajo; S. Sotillo; C, Hernández** (1997). *Efectos de la disponibilidad hídrica en el crecimiento y la capacidad productiva de la caña planta*. RIAT Tomo 74 (1-2): 13-19.
- Singh P.N.; S. K. Shukla; V. K. Bhatnagar** (2007) Optimizing soil moisture regime to increase water use efficiency of sugarcane (*Saccharum* spp. hybrid complex) in subtropical India. *Agricultural Water Management* Volume 90, Issues 1-2, 24 May 2007, Pages 95-100.
- Vaishnava V.G.; D. K. Shelke; P. R. Bharambe** (2002) Drip Irrigation and Fertigation for Sugarcane in Deep Black Soils. *Paper number 022203, 2002 ASAE Annual Meeting*.
- Wiedenfled B.** (2004). *Schedulling water aplication on drip irrigated sugarcane* *Agricultural water management: an international journal*, ISSN 0378-3774, Vol. 64, N°. 2, 2004 , pags. 169-181