



## ■ Caña de Azúcar

# Valoración de componentes energéticos en tres variedades de caña de azúcar de Tucumán

Jorge V. Díaz\*, Santiago Ostengo\*, Diego Costilla\*, Marcos Golato\*\*\*, José M. García\*, Matías Aybar Guchea\*, Silvia Zossi\*\*, Ernesto R. Chavanne\*, Dora Paz\*\*, Marcelo Ruiz\*\* y María I. Cuenya\*

\* Ing. Agr. Sección Caña de Azúcar, \*\* Ing. Qco. Sección Química de los Productos Agroindustriales, \*\*\* Ing. Mec. Sección Ingeniería y Proyectos Agroindustriales, EEAOC. [jorgediaz@eeaac.org.ar](mailto:jorgediaz@eeaac.org.ar)

La utilización de la biomasa residual de una explotación agrícola puede reemplazar sensiblemente el uso de combustibles fósiles. La caña de azúcar es un cultivo que produce gran cantidad de biomasa y deja importantes cantidades de residuo agrícola de cosecha (RAC) luego de la recolección de la caña en verde (sin quema del cañaveral). Los principales componentes de este RAC son las hojas y los despuntes.

La aplicación de sanciones a quienes queman los cañaverales, el conocimiento de las ventajas y desventajas de la cosecha en verde, la aparición de técnicas y maquinarias para manejar lotes con rastrojo y/o para levantarlo del campo y la creciente conciencia sobre la contaminación ambiental hacen que la cosecha sin quema sea una práctica cada vez más habitual entre los productores.

### ■ El residuo agrícola de cosecha en caña de azúcar

Luego de la cosecha, el productor puede decidir dejar el residuo como rastrojo o levantarlo del campo. Como rastrojo, el RAC contribuye modificando favorablemente, en muchos casos, las propiedades biológicas (Tortora *et al.*, 2013), físicas y químicas del suelo (Fernández de Ullivarri *et al.*, 2012). Si se toma la decisión de

levantarlo del campo, en condiciones adecuadas de humedad, el RAC puede ser utilizado, entre otros destinos, como combustible en calderas de vapor bagaceras.

Es importante para el productor conocer la cantidad y la calidad del RAC de su campo al momento de definir su destino. La variedad es uno de los factores que influye en la cantidad de RAC producida por un campo cultivado con caña de azúcar (Romero *et al.*, 2007). En cuanto a su calidad como posible combustible de calderas de vapor bagaceras, la variedad podría ser también un factor importante.

El objetivo de este trabajo fue determinar la producción de caña, fibra y RAC y las principales características energéticas de este último en las tres variedades de caña de azúcar más cultivadas en la provincia de Tucumán: LCP 85-384, TUCCP 77-42 y TUC 95-10 (Ostengo *et al.*, 2015).

#### ■ Experiencia realizada

Las variedades LCP 85-384, TUCCP 77-42 y TUC 95-10 fueron implantadas en un ensayo localizado en Cevil Pozo (departamento Cruz Alta), de acuerdo a un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones. Cada parcela experimental estuvo

constituida por tres surcos de 10 metros. La evaluación del ensayo se realizó en septiembre de 2014, en edad de soca 3.

En cada repetición se tomaron dos muestras al azar de 15 tallos que fueron pelados y despuntados en el punto de quiebre en forma manual. En cada muestra se separaron tallos, hojas y despuntes (Figura 1).

#### ■ Determinación de la cantidad de RAC y porcentaje de fibra de las muestras.

Los tallos se pesaron y los despuntes y hojas se dejaron durante 15 días

en invernáculo (Figuras 2 y 3) con el objetivo de reducir el contenido de humedad (Días Paes y Oliveira, 2005) y de simular las condiciones del RAC al momento de levantarlo del campo para su aprovechamiento como combustible de caldera. Luego se registró el peso de las hojas y despuntes de cada muestra. La suma del peso de las hojas y despuntes constituyó el peso del RAC de la muestra.

En las muestras de tallos se determinó el porcentaje de fibra de acuerdo a la metodología puesta a punto en el Laboratorio de Química de la EEAO (Diez *et al.*, 2000).

**Figura 1.** Muestra separada en tres componentes: tallos, hojas (dentro de la bolsa) y despuntes.



**Figura 2.** Despuntes dispuestos en invernáculo para su secado.



**Figura 3.** Hojas dispuestas en invernáculo para su secado.

## Determinación de la calidad del RAC

En las muestras de RAC, tanto en hojas como en despuntes, se determinaron diferentes parámetros de calidad energética para valorar el posible uso del RAC como combustible para calderas de vapor bagaceras. Estas variables fueron: humedad, porcentaje de cenizas en base seca, porcentaje de carbono fijo en base seca (CF [%] b.s), porcentaje de sólidos volátiles en base seca (SV [%] b.s) y poder calorífico superior (PCS) (Zamora Rueda *et al.*, 2015).

## Estimación del rendimiento cultural

Las parcelas experimentales fueron cosechadas, peladas, despuntadas manualmente y pesadas en su totalidad para estimar la producción de caña por hectárea. Se estimó además, la producción de hojas, despuntes y RAC por ha a partir del RAC determinado en las muestras y la producción de caña por ha. Asimismo, la producción de fibra por ha se calculó a partir del porcentaje de fibra y la producción de caña por ha.

Para cada variable se realizó análisis de la varianza y test LSD Fisher de comparación de medias. Se utilizó el software InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2013).

## Resultados

### Producción de caña, fibra y RAC

En la Tabla 1 se presentan los valores promedio de producción por hectárea de caña, fibra, RAC, hojas y despuntes en las variedades evaluadas. Con respecto a toneladas de caña/ha, si bien no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, se observa que TUC 95-10 muestra un valor que supera en alrededor de 20 t/ha a los de LCP 85-384 y TUCCP 77-42, variedades con valores muy similares entre sí. El nuevo cultivar liberado por la EEAOC, TUC 95-10, supera a esas dos

variedades, sin diferencias estadísticas significativas, en todas las variables, destacándose su superioridad en toneladas de fibra/ha, que oscila entre 2,5 t/ha y 3 t/ha. Estos valores implican que la producción de fibra/ha de TUC 95-10 supera a la de LCP 85-384 y TUCCP 77-42 en un 22,8% y un 19,0%, respectivamente. También puede observarse que en todas las variedades, las hojas aportan al RAC en mayor proporción que el despunte.

### Calidad del RAC

En la Tabla 2 se presenta el contenido promedio de las características energéticas determinadas en hojas: humedad, cenizas, carbono fijo (CF), sólidos volátiles (SV) y poder calorífico superior (PCS). En ningún caso se

Se detectaron diferencias estadísticas significativas en el despunte para las variables cenizas, carbono fijo y sólidos volátiles (Tabla 4). LCP 85-384 mostró menor porcentaje de cenizas y mayor porcentaje de sólidos volátiles con respecto a TUC 95-10 y TUCCP 77-42. Esto indicaría que el RAC de LCP 85-384 se quemaría en menor tiempo que el de las otras variedades. En cuanto al carbono fijo, LCP 85-384 mostró un porcentaje mayor que el de TUCCP 77-42 con diferencias significativas. Esas diferencia no se presentaron con TUC 95-10. Esto indica que el RAC de LCP 85-384 y TUC 95-10 alcanzaría una temperatura de combustión mayor que el de TUCCP 77-42 en el hogar de una caldera.

**Tabla 1.** Toneladas por ha de caña, fibra, RAC, hojas y despunte producida por las variedades TUC 95-10, TUCCP 77-42 y LCP 85-384.

Variedad	t Caña/ha	t Fibra/ha	t RAC/ha	t Hojas/ha	t Despunte/ha
<b>TUC 95-10</b>	105,86   a*	13,17   a	16,15   a	10,08   a	6,07   a
<b>TUCCP 77-42</b>	86,80   a	10,65   a	13,63   a	8,86   a	4,77   a
<b>LCP 85-384</b>	84,36   a	10,17   a	15,51   a	10,04   a	5,47   a
<b>Promedio</b>	<b>92,34</b>	<b>11,33</b>	<b>15,10</b>	<b>9,66</b>	<b>5,44</b>

\*Letras distintas indican diferencias significativas (test LSD Fisher).

**Tabla 2.** Porcentaje de humedad, cenizas, carbono fijo (CF), sólidos volátiles (SV) y poder calorífico superior (PCS) en las hojas de las variedades TUC 95-10, TUCCP 77-42 y LCP 85-384.

Variedad	Humedad [%]	Cenizas [%] b.s	CF[%]b.s	SV[%] b.s	PCS [kJ/kg]
<b>TUC 95-10</b>	4,68   a	11,69   a	16,28   a	72,74   a	16.833   a
<b>TUCCP 77-42</b>	3,83   a	12,11   a	16,21   a	71,68   a	16.500   a
<b>LCP 85-384</b>	5,31   a	11,81   a	15,78   a	72,22   a	16.848   a
<b>Promedio</b>	<b>4,61</b>	<b>11,87</b>	<b>16,09</b>	<b>72,21</b>	<b>16.727</b>

\*Letras distintas indican diferencias significativas (test LSD Fisher).

detectaron diferencias estadísticas significativas entre las variedades estudiadas.

En el despunte tampoco se lograron detectar diferencias estadísticamente significativas para las variables humedad y poder calorífico superior (Tabla 3), aunque se debe destacar que TUC 95-10 presentó un menor valor de humedad % (alrededor de 4 puntos porcentuales) con respecto a las otras variedades.

**Tabla 3.** Humedad y poder calorífico superior (PCS) en el despunte de las variedades TUC 95-10, TUCCP 77-42 y LCP 85-384.

Variedad	Humedad [%]	PCS[%]b.s
<b>TUCCP 77-42</b>	21,13   a	17.599   a
<b>LCP 85-384</b>	21,12   a	17.537   a
<b>TUC 95-10</b>	17,27   a	17.337   a
<b>Promedio</b>	<b>19,84</b>	<b>17.491</b>

\*Letras distintas indican diferencias significativas (test LSD Fisher).

**Tabla 4.** Porcentaje de cenizas, carbono fijo (CF) y sólidos volátiles (SV) en el despunte de las variedades TUC 95-10, TUCCP 77-42 y LCP 85-384.

Cenizas [%] b.s		SV [%] b.s		CF [%] b.s	
TUCCP 77-42	8,08   a	LCP 85-384	74,82   a	LCP 85-384	19,24   a
TUC 95-10	7,51   a	TUCCP 77-42	73,57   b	TUC 95-10	18,98   a
LCP 85-384	5,94   b	TUC 95-10	73,5   b	TUCCP 77-42	18,35   b
Promedio	7,18	Promedio	73,96	Promedio	18,86

\*Letras distintas indican diferencias significativas (test LSD Fisher).

## Consideraciones finales

Si bien no se encontraron diferencias significativas entre las variedades estudiadas, TUC 95-10 presentó mayores valores de toneladas de caña/ha, fibra/ha y RAC/ha. Se destaca que la nueva variedad superó a LCP 85-384 y TUCCP 77-42 en alrededor de 20 t de caña/ha. TUC 95-10 superó a su vez a ambas variedades en alrededor de un 20% en producción de fibra/ha.

En cuanto a la calidad del RAC como combustible, no se encontró un efecto varietal en las hojas aunque sí en los despuntes. LCP 85-384 tuvo menor cantidad de cenizas y mayor cantidad de sólidos volátiles que TUC 95-10 y TUCCP 77-42. Con respecto al carbono fijo, LCP 85-384 no presentó diferencias significativas con TUC 95-10 y fue mayor (a nivel estadístico) que TUCCP 77-42. Por otra parte, TUC 95-10 presentó menor valor de humedad % en el despunte que las otras variedades analizadas, aunque sin significación estadística,

## Bibliografía citada

Días Paes, L. A. and M. A. Oliveira.

2005. Potential trash biomass of the sugar cane plant. In; Hassuani, Suleiman, J. (ed). Biomass power generation: sugar cane bagasse and trash. Série Caminhos para Sustentabilidade. 01, 18.22. PNUD. CTC, Piracicaba.

Di Rienzo J. A.; F. Casanoves; M. G.

Balzarini; L. González; M. Tablada y C. W. Robledo. 2013. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

Diez, O.; S. Zossi; E. Chavanne y G.

Cárdenas. 2000. Calidad industrial de las variedades de caña de azúcar de maduración temprana LCP 85-384 y LCP 85-376 en Tucumán. Análisis de sus principales constituyentes físico-químicos. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán 77 (2): 39-48.

Fernández de Ullivarri, J.; P.

Digonzelli; M. Medina; F. Pérez

Alabarce; F. Leggio Neme y A.

Marto 2012. Efecto del residuo de la cosecha en verde de la caña de azúcar

sobre la humedad del suelo en el este de Tucumán, R. Argentina. Avance Agroind. 33 (2): 17-22.

Ostengo S.; M. A. Espinosa; J. V.

Díaz; E. R. Chavanne; D. D. Costilla y M. I. Cuenya. 2015. Relevamiento de la distribución de variedades y de otras tecnologías aplicadas en el cultivo de caña de azúcar en la provincia de Tucumán: campaña 2013/2014. Gacetilla Agroind. EEAOC (78).

Romero E. R.; J. Scandaliaris; P.

Digonzelli; L. Alonso; F. Leggio

Neme; J. Giardina; S. Casen;

J. Tonatto and J. Fernández de

Ullivarri. 2007. Sugarcane Potential

Trash Estimation: variety and cane yield effect. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol. 26: 421-425.

Tortora, M. L.; L. Vera; N. Grellet

Naval; J. Fernández de Ullivarri; P.

A. Digonzelli y E. R. Romero. 2013.

Efecto de la cobertura con residuo agrícola de cosecha sobre el desarrollo de microorganismos de importancia agronómica y ambiental. Avance Agroind. 34 (4): 33-36.

Zamora Rueda G. del H.; M.

G. Mistretta; F. L. Peralta; C. E.

Gutiérrez; E. A. Feijóo; M. A. Golato;

D. Paz y G. J. Cárdenas. 2015.

Caracterización energética del residuo agrícola de la cosecha de la caña de azúcar (RAC) de Tucumán. XXXVIII Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente (ASADES). San Rafael, Mendoza 3, pp. 06.09-06.18.

# Tuberías Corrugadas de HDPE

La tecnología más avanzada en sistemas de drenaje

- Super resistentes.
- Mayor velocidad de flujo.
- En diámetros de hasta 1500 mm.
- Livianas y de fácil transporte y colocación.
- Para ser usadas en: Drenaje Agrícola, Sanitario, Pluvial, Vial, Deportivo, en Minería, Forestal y Canalización.



Gentile Tucumán S.A.  
Distribuidor



Lavalle 2729 - Telefax (0381) 4233131 - 4233127 - 4333200  
ventas@gentiletucuman.arnetbiz.com.ar - (4000) Tucumán - Argentina