

## **Comportamiento del área foliar específica en tres cultivares comerciales de caña de azúcar.**

Isabel Torres Varela<sup>1</sup>, Félix Valladares Arrocha<sup>2</sup>, Joaquín Montalván Delgado<sup>3</sup>, Yoslen Fernández Gálvez<sup>4</sup>, Magaly Padrón Padilla<sup>5</sup> & Arlandy Noy Perera<sup>6</sup>

Fecha de recibido: 18 de marzo de 2015

Fecha de aceptado: 21 de mayo de 2015

### RESUMEN

Tomando como base experimental dos ensayos de campo ubicados en la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Camagüey, se realizaron a través de muestreos periódicos las determinaciones del área foliar específica en las variedades de caña de azúcar: C1051-73, My5514 y C86-12, en edades que oscilaron según la fecha de plantación entre los 279 y los 480 días. El cultivar C1051-73 presentó los más bajos niveles del área foliar específica, lo que se corresponde con hojas de mayor espesor relativo o densidad. Los niveles del área foliar específica en cada cultivar no difiere en cada ciclo de plantación. En primavera se observan diferencias estadísticas entre una edad y la siguiente en el período que va desde 300 y hasta 421 días. En frío las cifras resultan más homogéneas, con diferencias medibles entre edades de 279 a 300 días y entre 367 y 394 días. El contraste simultáneo entre cultivares y edades muestra de modo regular pocas diferencias biométricas.

**PALABRAS CLAVE:** área foliar específica, caña de azúcar, Saccharum, crecimiento

---

<sup>1</sup> Ing. Agrónomo, Investigador Auxiliar, Estación Territorial Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro Oriental. [itorres@eticacm.azcuba.cu](mailto:itorres@eticacm.azcuba.cu)

<sup>2</sup> Ing. Agrónomo, Investigador Auxiliar, Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro Oriental. [fvalladares@eticacm.azcuba.cu](mailto:fvalladares@eticacm.azcuba.cu)

<sup>3</sup> Ing. Agrónomo, Investigador Auxiliar, Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro Oriental. [jmontalvan@eticacm.azcuba.cu](mailto:jmontalvan@eticacm.azcuba.cu)

<sup>4</sup> Ing. Agrónomo, Investigador Agregado, Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro Oriental. [yoslen@eticacm.azcuba.cu](mailto:yoslen@eticacm.azcuba.cu)

<sup>5</sup> Ing. Agrónomo, Especialista de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro Oriental. [fitome@eticacm.azcuba.cu](mailto:fitome@eticacm.azcuba.cu)

<sup>6</sup> Ing. Agrónomo, Investigador Agregado, Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro Oriental. [anoy@eticacm.azcuba.cu](mailto:anoy@eticacm.azcuba.cu)

## **Specific leaf area in three commercial sugarcane varieties.**

### **ABSTRACT**

Taking as experimental base two trials of field located in the Experiment Station of Sugarcane Research of Camagüey (INICA-AZCUBA), carried out with periodic sampling the growth analysis in three commercial sugarcane varieties: C1051-73, My5514 and C86-12, for it calculate a development index, specific leaf area, in ages that oscillated according to the plantation date between the 279 and the 480 days. C1051-73 presented the lowest levels in the specific leaf area, it's belongs with leaves of more relative thickness or density. The levels of specific leaf area in each cultivar it doesn't differ in each plantation cycle. In spring statistical differences are observed between an age and the following one in the period understood from 300 until 421 days. In cold the values are more homogeneous, with appraisable differences among ages of 279 to 300 days and between 367 and 394 days. The simultaneous contrast between cultivars and ages show in way regular very few biometrics differences.

**KEYWORDS:** specific leaf area, varieties, sugar cane, *Saccharum*, growth.

### **INTRODUCCIÓN**

Actualmente, gran parte de la investigación sobre la caña de azúcar es llevada a cabo por entidades que son financiadas por cultivadores de caña. Su interés en la fisiología de plantas, y particularmente en el crecimiento y desarrollo, se dirige principalmente a adquirir conocimientos que puedan contribuir a mejores variedades y manejos del cultivo.

El área foliar específica (SLA), es un indicador fisiológico que mide la proporción de hojas sobre la base de su peso seco, puede disminuir sistemáticamente con el tiempo cuando la hoja madura, pero se incrementa sistemáticamente con la profundidad del follaje, cuando la disponibilidad de la luz para el desarrollo foliar y la intercepción disminuye. Se ha evidenciado que para una iluminación determinada las especies con hojas de mayor área foliar específica (es decir menor carbono invertido por unidad de área receptora) tendrá una mayor tasa de crecimiento relativo en peso, (Kvet et al., 1979; Ortega et al., 1989; Hunt, 1990). Este indicador se acepta como una medida de la densidad o del espesor relativo, porque trata de la relación entre el área de las hojas y su masa seca (Hunt, 1990), por lo que nos puede servir para estimar su espesor; es conocido que su incremento significa una disminución en el espesor y viceversa (Ortega et al., 1989).

En el proceso de obtención de variedades de caña de azúcar que desarrolla el país, es necesario que los genetistas cuenten con la mayor información posible sobre las causas que le confieren productividad o resistencia a una variedad, lo que define su posible incorporación al nivel comercial de explotación. Todo trabajo de selección e investigaciones de la productividad de variedades se ha concentrado tradicionalmente y casi de forma exclusiva, en los indicadores de

cosecha es decir: ton/caña, % de pol en caña y ton/pol/ha como la productividad de una planta está dada por el balance entre la síntesis (fotosíntesis) y la degradación (respiración) (Armas et al., 1988; Ortega et al., 1989 y Vázquez y Torres, 1995). En este proceso intervienen muchos factores, tanto internos como externos, es así que el análisis del crecimiento se ha establecido como un método estándar para establecer la producción fotosintética neta de plantas y de comunidades de plantas en muchas partes del mundo, el análisis del crecimiento representa la primera etapa en el análisis de la producción primaria. De acuerdo con lo anterior el objetivo del presente trabajo se centra en el estudio del área foliar específica en tres cultivares comerciales de caña de azúcar.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Características de la localidad experimental.**

El trabajo se realizó en la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Camagüey, situada en el municipio Florida, sobre un suelo Pardo con carbonato, según segunda clasificación genética de los suelos de Cuba (Hernández, Ascanio y Morales 1975), en las coordenadas, 21°.31' de Latitud Norte y los 78°.14' de Longitud Oeste, situada a los 57,08 m de altura sobre el nivel medio del mar (Instituto de Meteorología, 1987).

### **Diseño.**

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con tres réplicas y parcelas de 48 m<sup>2</sup> de superficie (4 surcos de 7,5 m y distancia entre hileras de 1,60 m), en los ciclos de plantación de frío y primavera. Se evaluó en cada caso sólo la cepa de caña planta.

Fueron utilizados como material biológico tres variedades comerciales: C1051-73, de maduración temprana y con requerimientos de riego (Gonzales et al., 2012); C86-12, con período madurativo óptimo que se extiende desde inicios y hasta mediados de zafra, adaptable a zonas con estrés hídrico y suelos de mal drenaje (Bernal et al; 1997) y My5514 mejor en el último período de zafra y recomendada para suelos pobres y secantes (Jorge et al., 2010).

Se realizaron muestreos a 8 edades diferentes, 279 (~9,3 meses), 300 (~ 10 meses), 341 (~ 11,4 meses), 367 (~ 12,2 meses), 394 (~13,1 meses), 421 (~ 14 meses), 456 (~15,2 meses) y 480 (~16 meses), en cada caso se tomaron 5 tallos al azar por parcela, calculamos el áreas de todas las hojas por tallo (Lerch et al., 1977). Para obtener por sumatoria el área total / tallo. Se obtuvo la masa seca de las láminas de las hojas activas, utilizando de una balanza técnica.

### **Determinación del área foliar específica.**

Se determinó la masa seca de las láminas de las hojas activas las que se secaron en una estufa a 105 °C hasta alcanzar peso constante. Se

consideraron como hojas activas, aquellas que tenían más del 50 % del tejido vivo.

Se calculó el área foliar específica según Kvet et al. (1979) de la forma siguiente.

Relación entre el área foliar y la masa seca de las láminas.

$SLA = A / Wh$  (cm<sup>2</sup>.g hoja<sup>-1</sup>).

A = Área foliar de las láminas con más del 50 % del tejido vivo (cm<sup>2</sup>).

Wh = Masa seca de las láminas de un individuo (g).

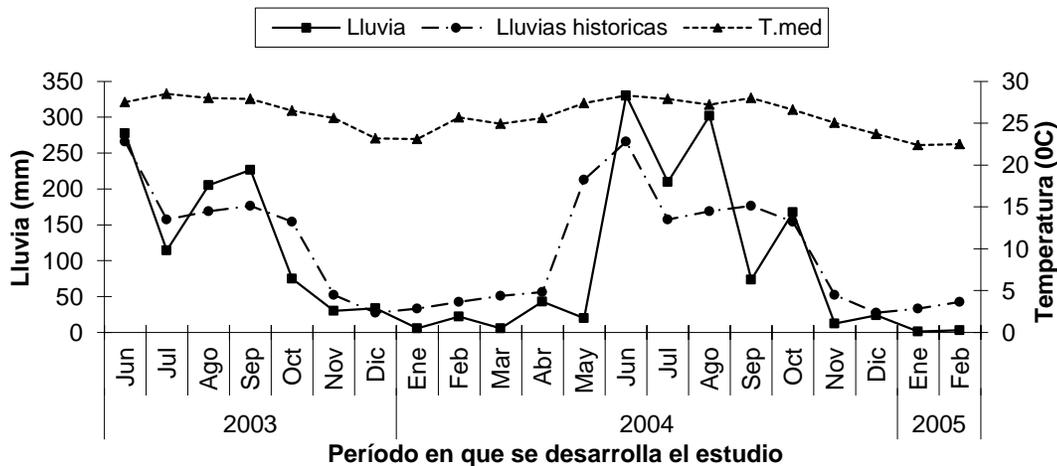
### **Análisis Estadísticos.**

La información primaria fue comparada desde el punto de vista biométrico en cuanto al cumplimiento de los supuestos exigidos por el análisis de varianza (normalidad y homogeneidad de varianzas), y no se precisó de transformación alguna. El procesamiento de los datos se efectuó utilizando el análisis de varianza según arreglo factorial, con tres repeticiones. Las medias se compararon por la prueba de Tukey a través del programa automatizado SPSS/PC (2002).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La comparación entre cultivares, muestra que C1051-73 resultó significativamente inferior ( $P \leq 0.01$ ), con un valor del área foliar específica que apenas sobrepasa los 56 g. (Tabla I). En términos absolutos My5514 obtuvo el más bajo nivel, quizás influido por las grandes láminas foliares, dimensiones muy estables hasta edades hasta edades que oscilan entre 300 y 550 días (Lerch et al., 1977). El SLA es una de las principales variables que afectan el crecimiento de las plantas, por favorecer cambios en la razón del área foliar y en la eficiencia fotosintética en el uso del N (Bultynck et al., 1999). En este sentido el contenido de N en las plantas disminuye durante el crecimiento, y presenta una alta correlación con la acumulación de materia seca (MS), más que en otros parámetros, y para cualquier estadio de crecimiento edad o rebrote (Lemaire et al., 1991) Estos resultados identifican a la variedad C1051-73 con la de mayor espesor relativo o densidad en sus hojas, téngase en cuenta que este indicador se define por la relación entre el área foliar y su peso seco (Hunt, 1990); esta condición le confiere a este último cultivar una mayor eficiencia fotosintética, toda vez que las hojas poseen la máxima absorción de luz con un más bajo porcentaje de luz transmitida (Vázquez y Torres, 1995). El SLA varía con intensidad lumínica o época del año (Lee and Heuvelink, 2003); las especies más demandantes de luz, presentan una elevada área foliar específica, además de elevadas concentraciones de N en hojas. Una elevada SLA incrementa la apetencia y fragilidad de las hojas, al tiempo que se incrementa el riesgo de pérdidas prematuras de tejido (Lusk, 2002), mientras que las hojas más densas y con menos SLA, tienen correlaciones altas con una mayor lignificación, menor tamaño celular, bajo contenido de humedad y baja

concentración de nitrógeno (Castro et al., 2000). El contraste de esta variable según épocas de plantación, no mostró diferencias biométricas ( $P \leq 0.01$ ), los resultados se observan muy similares (Tabla 1). Las condiciones físicas imperantes durante la etapa de trabajo presumiblemente no tuvieron un efecto diferencial en estos resultados. Fig.1



**Fig.1** Comportamiento de la **temperatura media** y las **precipitaciones** registradas durante el período de estudio en comparación con la lluvia caída en los últimos 10 años, tomada como media histórica (MH) en este trabajo, en las áreas donde se desarrolló el estudio (EPICA de Florida).

En la Tabla 1 se resumen los valores promedios del área foliar específica en cada una de las edades consideradas. De una fecha a la siguiente se observan alternancias, con aumentos y disminuciones en los niveles de este indicador de manera regular, esto probablemente se relaciona con el hecho de que las láminas de las hojas se mueven constantemente; las hojas maduras mueren y se incorporan a la planta hojas nuevas (Dillewijn, 1975). El mayor descenso de este indicador de una edad a la otra, se observa entre 367 y 394 días, con un valor de  $20.86\text{cm}^2\text{gh}^{-1}$ . En las tres últimas fechas se aprecian cifras muy similares.

**Tabla 1.** Comportamiento del área foliar específica expresada en  $\text{cm}^2/\text{hoja}^{-1}$ , resultados del análisis de varianza y comparación de medias según prueba de rango múltiple de Tukey ( $p < 0,01$ ).

Variedades							
C1051-73		My5514		C86-12			
56,18 <sup>b</sup>		67,21 <sup>a</sup>		64,22 <sup>a</sup>			
Ciclo de plantación							
Primavera				Frío			
62,75 <sup>n.s</sup>				62,33 <sup>n.s</sup>			
Edades							
279	300	341	367	394	421	456	480
56,41 <sup>bc</sup>	69,97 <sup>a</sup>	57,08 <sup>bc</sup>	71,77 <sup>a</sup>	50,91 <sup>c</sup>	64,20 <sup>ab</sup>	65,73 <sup>ab</sup>	64,24 <sup>ab</sup>

ns: no significativo (ANOVA) \*\*: Significativo ( $p < 0,01$ ) cv: 10,14 % Media general: 62,25 Error típico de la media:

### Variedad x Edad

Los valores del área foliar específica que alcanzan las variedades en cada ciclo de plantación apenas difieren estadísticamente, solo la My5514 en frío resultó significativamente superior ( $p < 0,01$ ) al nivel obtenido por C1051-73 en igual época (Tabla 2). En términos absolutos fue C1051-73 el único cultivar que no alcanzó en ninguno de los ciclos los  $60\text{cm}^2/\text{hoja}^{-1}$ .

La evolución de este indicador según edades y épocas de plantación muestra de modo general muy poca diferencia entre un ciclo y otro a edades similares (Tabla 2). En la primavera se observan discrepancias estadísticas entre una edad y la siguiente en el período que transcurre entre los 300 y 421 días para igualarse en las dos últimas fechas, por su parte en frío los valores resultan más homogéneos, con diferencias medibles sólo entre las edades de 279 a 300 días y entre 367 y 394 días.

En el contraste simultáneo entre cultivares y edades observamos de modo regular muy pocas diferencias estadísticas, tan sólo a los 300 días C86-12 resulta superior a C1051-73, 421 días después de la siembra My5514 y C86-12 sin diferencias recíprocas superan de modo significativo al cultivar C1051-73. En todos los casos esta última variedad presentó valores del área foliar específica inferiores a los que corresponden al resto de las variedades (Tabla 2). Las variedades en lo particular muestran características un tanto diferentes, es así que C1051-73 presentó el más alto valor de este índice a los 367 días, el resto de las cifras resultan muy similares. Por su parte My5514 a los 300, 367, y 421 días mostró valores del área foliar específica particularmente importantes, el cultivar C86-12 obtuvo cifras significativas a estas mismas edades, aunque aún a los 456 consiguió niveles apreciables. Resultados

precedentes plantean de modo general una disminución de este indicador según se gana en edad (Ortega et al., 1989), en nuestro caso las ligeras diferencias estadísticas entre una edad y otra en la dinámica dentro de cada variedad parece indicar una limitada influencia de la edad en la dinámica de este indicador. De todo lo anterior se infiere que aunque el área del follaje disminuye con el tiempo también lo hace de manera proporcional el peso seco, lo que mantiene durante todo el período evaluativo niveles de área foliar específica relativamente homogéneos.

**Tabla 2.** Resultados del área foliar específica expresada en  $\text{cm}^2/\text{hojas}^{-1}$  al analizar las interacciones de primer orden Duncan ( $p < 0.01$ ).

Ciclo de plantación	Variedad							
	C1051-73		My5514		C86-12			
Primavera	57.65 <sup>ab</sup>		65.37 <sup>ab</sup>		65.23 <sup>ab</sup>			
Frío	54.72 <sup>b</sup>		69.05 <sup>a</sup>		63.22 <sup>ab</sup>			
Ciclo de Plantación	Edad							
	279	300	341	367	394	421	456	480
Primavera	64.05 <sup>bcde</sup>	67.80 <sup>abcd</sup>	48.39 <sup>fg</sup>	65.63 <sup>abc</sup>	42.89 <sup>g</sup>	67.28 <sup>abcd</sup>	70.33 <sup>acdd</sup>	75.57 <sup>ab</sup>
Frío	48.76 <sup>fg</sup>	72.14 <sup>abc</sup>	65.75 <sup>abd</sup>	77.90 <sup>a</sup>	58.91 <sup>def</sup>	61.11 <sup>cde</sup>	61.12 <sup>cde</sup>	52.89 <sup>efg</sup>
Variedad	Edad							
	279	300	341	367	394	421	456	480
C1051-73	52.92 <sup>fghi</sup>	61.80 <sup>cdefg</sup> h	52.68 <sup>fghi</sup>	68.76 <sup>abcde</sup>	47.24 <sup>i</sup>	51.01 <sup>ghi</sup>	56.72 <sup>efghi</sup>	58.29 <sup>defd</sup> g
My5514	60.07 <sup>defg</sup> hi	72.73 <sup>abc</sup>	59.00 <sup>defg</sup> h	75.60 <sup>ab</sup>	56.30 <sup>efghi</sup>	78.20 <sup>a</sup>	64.92 <sup>bcde</sup> f	70.81 <sup>abcd</sup>
C86-12	56.22 <sup>efghi</sup>	75.38 <sup>ab</sup>	59.24 <sup>defg</sup> hi	70.94 <sup>abcd</sup>	49.16 <sup>hi</sup>	63.39 <sup>bcde</sup> fg	75.53 <sup>ab</sup>	63.60 <sup>bcde</sup>

Letras desiguales difieren significativamente CV 10,14 % Error Media general: 62,25 Típico de las medias de la interacción variedad x ciclo: 1,29 Error Típico de las medias de la interacción variedad x edad: 2,58 Error Típico de las medias de la interacción ciclo x edad: 2,10

## CONCLUSIONES

1. El cultivar C1051-73 presentó los más bajos niveles del área foliar específica, lo que se corresponde con hojas de mayor espesor relativo o densidad.
2. Los niveles del área foliar específica en cada cultivar no difiere en cada ciclo de plantación.

3. En primavera se observan diferencias estadísticas entre una edad y la siguiente en el período que va desde 300 y hasta 421 días. En frío las cifras resultan más homogéneas, con diferencias medibles entre edades de 279 a 300 días y entre 367 y 394 días.
4. El contraste simultáneo entre cultivares y edades muestra de modo regular muy pocas diferencias biométricas.

## REFERENCIAS

Armas de, R., Ortega, E.; Rodés, R. 1988. Fisiología Vegetal. Editorial Pueblo y educación. La Habana, p: 323.

Bernal, N.; Morales F.; Gálvez G. e Ibis Jorge (1997): Variedades de caña de azúcar: Uso y manejo. Publicaciones IMAGO, Ciudad de La Habana, pp.14-26.

Bultynck L., Fiorani F., Lambers H. (1999): Control of leaf growth and its role determining variation in plant growth rate from an ecological perspective. *Plant Biol* (1):13-18.

Castro DP, Puyravaud JP, Cornelissen JHC (2000): Leaf structure and anatomy as related to leaf mass per area variation in seedlings of a wide range of woody plant species and types. *Oecol* (124): 476-486.

Dillewijn, C. Van. (1975): Botánica de la caña de azúcar. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. pp. 4-165.

González, R. M.; Almeida, R.; Tuero Susana; María Manresa; Gámez, U.; López, G.; Domínguez, N., González; J.R., Hernández; G., Ibarra; J., Sarmiento, N.; Barroso, G.; Lora, N.; Pardo, L.; González, R.; Noy, A.; Sánchez, W.; Jorge, H.; García, H.; Mérida Rodríguez; Ibis Jorge.; Gertrudis Suchets; Lourdes de la Rosa; Walker, Y.; Acosta Dayami y Yolmari Casanova. 2012: Evolución y desarrollo de las principales variedades de caña de azúcar cultivadas en Cuba en el presente milenio. Líderes actuales. *Revista Cuba & Caña* 2:59-66.

Hernández, J., Ascanio, A y Morales, M. D. 1999. Nueva versión de Clasificación genética de los suelos. MINAG. Cuba. Universidad de Biología Agropecuaria. Veracruz. México.

Hunt, R. 1990. Basic Growth Analysis. Published by the academic Division of Unwin Hyman Ltd. London, p: 110.

Instituto de Meteorología 1987. Datos climáticos de la provincia de Camagüey (mecanografiado). Inédito.

Jorge H. y col. 2010. Principios y conceptos básicos para el manejo de variedades y semilla de caña de azúcar en la agroindustria azucarera cubana. Ed. Editorial PUBLINICA. Cuba, p: 99.

Kvet, J., Ondok, J. Necas, y P. G. Jarvis 1979. Methods of growth analysis. En: Plant Photosynthetic Production. Manual of Methods. Z. Sestak, J. Catsky y P. G. Jarvis (ed) Dr. W., Junk, La Haya, pp 343 – 391.

Lemaire G., Onillon B., Grosse G., Chartier M., Allirand J.M. (1991): Nitrogen distribution within a lucerne canopy during regrowth: relation with light distribution. *Ann Bot* (68):483-488

Lee JH, Heuvelink E. (2003) Simulation of leaf area development based on dry matter partitioning and specific leaf area for cut Chrysanthemum. *Ann Bot* (91):319-327

Lerch, G., Reyes, R., García, R., Leal, P. 1977. Crecimiento, desarrollo, y variación del índice refractométrico (Brix) en seis variedades destacadas de caña de azúcar. *Ciencias de la agricultura* 1:79-105.

Lusk CH. (2002): Leaf area accumulation helps juvenile evergreen trees tolerate shade in a temperate rain forest. *Oecol* (132):188-196

Ortega, E., Rodés, R., Soto, E., Perales, I., Armas de R., Cabrera, N. 1989. Bases fisiológicas de la productividad de la caña de azúcar. La Habana Edt. Academia, p: 43.

SPSS/PC: For Windows (2002). Versión 8.0.

Vázquez, B. y Torres S. (1995). Fisiología Vegetal, Editorial Pueblo y educación, La Habana, p: 444.