

## **PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA EN TALLOS Y HOJAS DE CAÑA DE AZÚCAR, SEGÚN ÉPOCAS DE PLANTACIÓN Y EDADES DE CORTE.**

Félix Valladares Arrocha <sup>1</sup> , Isabel Torres Varela <sup>2</sup> , Luis Hernández Elías <sup>3</sup> , Joaquín Montalván Delgado <sup>4</sup> & Magaly Padrón Padilla<sup>5</sup>

Fecha de recibido: 11 de febrero de 2015

Fecha de aceptado: 17 de abril de 2015

### **RESUMEN**

El objetivo principal del estudio fue evaluar la producción de biomasa seca, en tallos y hojas de caña de azúcar, a través de diferentes edades de corte y ciclos de plantación. En la región Centro-Oriental de Cuba (Estación Experimental de Investigaciones de Caña de Azúcar de Camagüey-INICA) se valoraron durante tres años en los ciclos de primavera y frío en dos ensayos de campo con los cultivares: C1051-73, My5514 y C86-12. La biomasa seca se evaluó en caña planta por un período de 11 meses. Los experimentos se sembraron en un diseño de bloques al azar con tres réplicas. En el análisis de la información se utilizó un ANOVA paramétrico (factorial) y prueba de Tukey. Los resultados en la comparación de medias mostraron que el peso seco de los tallos se incrementó desde 278 (9.3 meses) hasta 465 días (15.5 meses). Los máximos valores se obtuvieron en el ciclo de frío, entre 371(12,4 meses) y 489 días (16,3 meses). En frío los contenidos de materia seca de las hojas fueron significativamente superiores ( $p \leq 0.01$ ) a los de primavera a edades que van desde los 278 (9.3 meses) y hasta los 403 días (13.4 meses). Los resultados son promisorios y el contenido de materia seca un indicador de utilidad en investigaciones para la mejor comprensión del crecimiento y productividad de la caña de azúcar en las condiciones propias de Cuba.

**PALABRAS CLAVES**/caña de azúcar, materia seca, biomasa

---

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

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

<sup>3</sup> Especialista, Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro Oriental. [luis@eticacm.azcuba.cu](mailto:luis@eticacm.azcuba.cu)

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

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

## **PRODUCTION OF DRY WEIGHT IN STALKS AND LEAVES OF SUGARCANE, THROUGH DIFFERENT CROP AGES AND TWO PLANTATION CYCLES.**

### ABSTRACT

The main objective of this study was to evaluate the production of dry weight (biomass), in stalks and leaves of sugarcane, through different crop ages, and two plantation cycles. Two field trials in spring and winter were conducted during three years in the center-east region of Cuba (Experimental Station of Sugarcane Research, Camagüey - INICA), with the varieties: C1051-73, My5514 and C86-12. Dry biomass was evaluated over period of 11 months in the plant-cane cycle. The experiments were planted in a randomized block design with three replications. Results were analyzed using the parametric ANOVA model (factorial experiment) and the Tukey's test. The results of means comparisons showed that the stalks dry weight increased from 278 (9.3 months) to 465 days (15.5 months). Highest stalks weights in cold season occurred from 371(12.4 months) to 489 days (16.3 months). The contents of the leaves dry matter in cold season were significantly higher ( $p \leq 0.01$ ) than spring from 278 (9.3 months) to 403 days (13.4 months). These results are promising and dry matter content has potential for being used in researches for a better understanding sugarcane growth and yield under Cuba conditions.

KEYWORDS/ sugar cane, dry matter, biomass.

### INTRODUCCIÓN

En países productores de caña de azúcar el uso de esta materia prima ha tenido una amplia diversificación, ha evolucionado a una producción multipropósito (Roussel et al., 2013). Estudios y tecnologías no sólo promueven en la actualidad la optimización del potencial sacarino, sino también la eficiencia productiva de otras características, es así que Autrey y Kong (2006) (citados por Leal, 2007), emplean asociado al cultivo el término, “cañas de elevada biomasa”, en relación a la producción de etanol y electricidad.

Por otra parte, por efecto del cambio climático se esperan significativas modificaciones en las producciones de este cultivo, por lo que resulta necesario predicciones razonablemente precisas de las respuestas a estas modificaciones, a fin de planificar estrategias de adaptación (Singel *et al.*, 2013). Sin embargo las investigaciones relacionadas con la capacidad productiva de cultivares de caña de azúcar, de modo general han centrado su interés en la evaluación del rendimiento final; estudios específicos encaminados a elucidar aspectos de los procesos de crecimiento y desarrollo se han descuidado, es decir, sin tener en cuenta que los modelos de productividad actuales tienen un enfoque muy cercano a la biología del vegetal (Yin et al., 2011).

Estos procesos transcurren en la caña de azúcar de manera simultánea, y constituyen ante todo, la evolución de las partes vegetales junto a la acumulación de azúcar en los tallos, esto resume el potencial productivo de

una plantación, de aquí se infiere la importancia del análisis de la producción de biomasa y su distribución en la planta. El objetivo fue el de estudiar comparativamente la producción y distribución de la biomasa seca en diferentes partes de la planta, a fin de brindar un conocimiento básico en el estudio del crecimiento y mejor aprovechamiento tanto de cultivares comerciales como de otros en etapas avanzadas de estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en áreas de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Camagüey (Cuba), situada en los 21° 32' de latitud norte y los 78° 14' de longitud oeste, a 57,08 msnm (Instituto de Meteorología, 1987). La misma presenta una temperatura máxima y mínima media anual (10 años) de 31,19°C y 21,21°C respectivamente, precipitaciones medias de 1 410,41 mm y una humedad relativa de 79,12 %. El tipo de suelo se corresponde con un Inceptisol (Soil Survey Staff, 2006).

Se utilizaron los cultivares: C1051-73, de maduración temprana y con requerimientos de riego (González et al., 2012); C86-12, con período madurativo óptimo que se extiende desde inicio y hasta mediados de zafra, adaptable a zonas con estrés hídrico y suelos de mal drenaje (González et al., 2012) y My5514 mejor en el último período de zafra y recomendada para suelos pobres y secantes (Jorge et al., 2010). Se plantaron dos estudios de campo en las estaciones de primavera de ciclo largo y frío, junio y octubre respectivamente. Fue utilizado un diseño completamente al azar con tres repeticiones y parcelas de 48m<sup>2</sup> de superficie. El tratamiento y conducción de los ensayos siguieron las normas establecidas (Jorge et al., 2011).

La información primaria se obtuvo de muestreos realizados desde los 278 (9,3 meses) y hasta 567 días (18,9 meses) en la cepa de caña planta. Cada muestra quedó formada por cinco tallos incluido el follaje; las plantas se separaron en tallos y hojas activas (más del 50 % de su tejido verde), de forma independiente se secaron en horno eléctrico y pesaron hasta valores constantes.

Los datos se procesaron estadísticamente por medio del análisis de varianza de triple clasificación, verificando las hipótesis de normalidad y varianza común según las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Bartlett respectivamente (Ostle, 1980) las medias resultantes se contrastaron por el test de Tukey ( $p \leq 0,01$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### **Variación de la materia seca por tallo**

No se observaron diferencias estadísticas en el peso de la materia seca en gramos (Tabla 1). El análisis particular de las edades muestra los más altos acumulados entre 403 (13,4 meses) y 567 días (18,9 meses), a partir de 465 días (15,5 meses) estos niveles sobrepasan los 400g. Las últimas cinco evaluaciones aventajan estadísticamente ( $p \leq 0,01$ ) los acumulados medios de

las primeras cuatro edades. En sentido general se observa un sostenido incremento de la materia seca entre 278 (9,3 meses) y 465 días (15,5 meses), a partir de esta última edad se produce en la mayoría de los casos pérdida de asimilados. Esta primera etapa al parecer caracterizada por una adecuada tasa fotosintética promueve la acumulación, donde la sacarosa puede representar entre el 47-55 % (Cenicaña, 2000), al aumentar la edad se produce un gradual incremento del tejido que no contribuye a la producción de materia seca (Dillewijn, 1975), presumiblemente este descenso ocurre cuando una parte de los asimilados son retranslocados para ser degradados en beneficio de la obtención de energía. Finalmente se aprecia que los valores medios del ciclo de frío superan a sus similares de primavera.

**Tabla 1.** Comparación de la biomasa por tallo expresada en gramos de materia seca.

Edad en días	Materia seca(g)	Cultivares	<sup>a</sup> Materia seca(g)	Ciclos	<sup>a</sup> Materia seca(g)
278	110,00 <sup>e</sup>	C1051-73	285,15 <sup>a</sup>	Primavera	276,10 <sup>b</sup> .
298	122,83 <sup>e</sup>				
354	214,09 <sup>de</sup>				
371	228,02 <sup>cde</sup>				
403	311,57 <sup>bcd</sup>	My5514	340,83 <sup>a</sup>	Frío	347,43 <sup>a</sup>
426	341,57 <sup>abc</sup>				
465	412,01 <sup>ab</sup>				
489	405,78 <sup>ab</sup>				
517	444,93 <sup>a</sup>	C86-12	309,33 <sup>a</sup>	Frío	347,43 <sup>a</sup>
544	421,22 <sup>ab</sup>				
567	417,43 <sup>ab</sup>				

<sup>a</sup>Medias en la misma columna seguidas por una letra común no difieren estadísticamente según Tukey ( $p \leq 0,01$ ).  $S_{\bar{x}}(\text{cultivar}): 5,03$   $S_{\bar{x}}(\text{edad}): 9,63$   $S_{\bar{x}}(\text{ciclo}): 4,11$

El contraste simultáneo entre cultivares y ciclos de plantación apenas muestra diferencias perceptibles, sólo el valor de My5514 en frío resulta estadísticamente superior ( $p \leq 0,01$ ) al obtenido por C1051-73 en primavera (Tabla 2).

**Tabla 2.** Resultados en la comparación de la biomasa por tallo expresada en gramos de materia seca. Interacción: cultivar x ciclo de plantación.

Ciclos Plantación	Cultivares		
	C1051-73	My5514	C86-12
Primavera	247,81 <sup>b</sup>	288,47 <sup>ab</sup>	292,02 <sup>ab</sup>
Frío	322,49 <sup>ab</sup>	393,18 <sup>a</sup>	326,63 <sup>ab</sup>

En las filas y columnas las medias seguidas por una letra común no difieren estadísticamente según Tukey ( $p \leq 0,01$ )  $S_{\bar{x}}(\text{cultivar x ciclo}): 7,11$

El contenido de biomasa seca de los tallos, aumentó con la edad. Los mayores valores se observan en My5514 entre 465 (15,5 meses) y 567 días (18,9 meses). A los 517 días (17,2 meses) el acumulado medio de ésta aventaja estadísticamente ( $p \leq 0,01$ ) al resto de los individuos (Tabla 3); en estos cultivares el tallo puede representar como promedio el 91,8% de la biomasa seca total de la planta (Valladares et al., 2007). Con excepción del anterior, no se detectaron diferencias biométricas entre cultivares a edades similares. Determinamos además tres momentos, donde las variedades alcanzan de forma simultánea crecimientos importantes que se enmarcan en los siguientes límites de edades: 298 (9,9 meses) y 354 días (11,8 meses), 371 (12,4 meses) y 403 días (13,4 meses), y 426 (14,2 meses) y 465 días (15,5 meses). Aunque los cultivares My5514 y C86-12 logran incrementos a edades superiores, de forma general la pérdida de asimilados comienza a producirse a partir de 465 días (15,5 meses).

**Tabla 3.** Resultados en la comparación de la biomasa por tallo expresada en gramos de materia seca. Interacciones: cultivar x edad y ciclo de plantación x edad.

Edad días	Cultivar x edad			Ciclo de plantación x edad	
	C1051-73	My5514	C86-12	Primavera	Frío
278	130,50 <sup>jk</sup>	99,03 <sup>k</sup>	100,47 <sup>k</sup>	141,30 <sup>h-j</sup>	78,70 <sup>j</sup>
298	129,55 <sup>jk</sup>	103,88 <sup>k</sup>	135,07 <sup>i-k</sup>	127,69 <sup>ij</sup>	117,98 <sup>ij</sup>
354	201,58 <sup>h-k</sup>	251,36 <sup>f-j</sup>	189,31 <sup>h-k</sup>	156,54 <sup>h-j</sup>	271,63 <sup>f-h</sup>
371	201,70 <sup>h-k</sup>	261,81 <sup>e-i</sup>	220,56 <sup>g-k</sup>	113,40 <sup>j</sup>	342,64 <sup>d-f</sup>
403	266,92 <sup>e-i</sup>	366,20 <sup>b-f</sup>	301,59 <sup>d-h</sup>	193,55 <sup>g-j</sup>	429,59 <sup>a-e</sup>
426	311,53 <sup>c-h</sup>	362,32 <sup>b-f</sup>	350,85 <sup>b-g</sup>	251,40 <sup>f-i</sup>	431,73 <sup>a-e</sup>
465	384,22 <sup>b-f</sup>	449,15 <sup>ab</sup>	402,65 <sup>b-d</sup>	326,24 <sup>e-g</sup>	497,78 <sup>ab</sup>
489	362,18 <sup>b-f</sup>	441,37 <sup>abc</sup>	413,79 <sup>a-d</sup>	310,74 <sup>e-g</sup>	500,81 <sup>a</sup>
517	389,98 <sup>b-e</sup>	542,36 <sup>a</sup>	402,47 <sup>b-d</sup>	466,97 <sup>a-d</sup>	422,90 <sup>a-e</sup>
544	382,71 <sup>b-f</sup>	405,83 <sup>b-d</sup>	475,11 <sup>ab</sup>	477,86 <sup>a-c</sup>	364,57 <sup>b-f</sup>
567	375,75 <sup>b-f</sup>	465,81 <sup>ab</sup>	410,73 <sup>a-d</sup>	471,42 <sup>a-d</sup>	363,44 <sup>c-f</sup>

En cada interacción las medias en filas y columnas seguidas por una letra común no difieren estadísticamente según Tukey ( $p \leq 0,01$ ).  $S_{\bar{x}}$ (cultivar x edad):16,68  $S_{\bar{x}}$  (ciclo de plantación x edad):13,62

Las interacciones de primer orden entre edades y ciclos de plantación, permiten apreciar que en las tres últimas fechas la primavera registra valores de materia seca superiores ( $p \leq 0,01$ ) a los del resto del ciclo. El frío presenta los más altos niveles entre 403 (13,4 meses) y 517 días (17,2 meses), para seguidamente declinar (Tabla III). Estas edades en ambas épocas van precedidas por períodos secos y fríos, condiciones que actúan como un regulador del crecimiento. La pérdida de los asimilados que se detecta a partir de los 517 días (17,2 meses) en la estación de frío, puede tener relación con el restablecimiento de ciertas condiciones ambientales, que estimulan el crecimiento vegetativo. Entre las

épocas se observan diferencias estadísticas ( $p \leq 0,01$ ) que favorecen al frío a partir de 371 (12,4 meses) y hasta 489 días (16,3 meses).

Las interacciones de segundo orden muestran que el ciclo de frío resulta más productivo en sentido general. El genotipo C1051-73 en frío, registra entre las edades de 371(12,4 meses) y 465 días (15,5 meses) valores que rebasan estadísticamente ( $p \leq 0,01$ ) a sus iguales de primavera (Tabla 4). Algo similar ocurre con los cultivares My5514 entre los 354 (11,8 meses) y 489 días (16,3 meses), y C86-12 en el período que se extiende desde 371 (12,4 meses) y hasta 489 días (16,3 meses). Como resultado recurrente se observa mayor rendimiento en la estación de frío, lo que sustenta el aceptado criterio, de que estas plantaciones transitan en su período de desarrollo por condiciones climáticas favorables (Reynoso, 1998), que propician un mayor crecimiento de los tallos (Rodríguez, 2001).

**Tabla 4. Resultados en la comparación de la biomasa por tallo expresada en gramos de materia seca, al analizar las interacciones de segundo orden.**

Edad	C1051-73		My5514		C86-12	
	Primavera	Frío	Primavera	Frío	Primavera	Frío
278	163,27 <sup>u-z</sup>	94,74 <sup>z</sup>	138.83 <sup>x-z</sup>	59.22 <sup>z</sup>	121.80 <sup>yz</sup>	79.13 <sup>z</sup>
298	139.03 <sup>w-z</sup>	120.07 <sup>y-z</sup>	91.08 <sup>z</sup>	116.68 <sup>yz</sup>	152.95 <sup>v-z</sup>	117.20 <sup>yz</sup>
354	174.51 <sup>t-z</sup>	228.65 <sup>q-z</sup>	165.71 <sup>u-z</sup>	337.02 <sup>j-s</sup>	129.39 <sup>yz</sup>	249.23 <sup>p-y</sup>
371	118.17 <sup>y-z</sup>	285.24 <sup>n-v</sup>	98.99 <sup>z</sup>	424.63 <sup>c-l</sup>	123.05 <sup>yz</sup>	318.07 <sup>k-s</sup>
403	144.22 <sup>w-z</sup>	389.62 <sup>f-0</sup>	220.14 <sup>r-z</sup>	512.26 <sup>a-f</sup>	216.28 <sup>s-z</sup>	386.89 <sup>f-0</sup>
426	227.20 <sup>r-z</sup>	395.87 <sup>f-0</sup>	263.50 <sup>o-x</sup>	461.14 <sup>b-i</sup>	263.50 <sup>o-x</sup>	438.19 <sup>c-l</sup>
465	272.55 <sup>n-w</sup>	495.90 <sup>b-g</sup>	384.32 <sup>f-0</sup>	513.99 <sup>a-e</sup>	321.85 <sup>k-s</sup>	483.46 <sup>b-i</sup>
489	305.36 <sup>l-t</sup>	418.99 <sup>c-m</sup>	289.67 <sup>m-u</sup>	593.07 <sup>ab</sup>	337.21 <sup>j-s</sup>	490.38 <sup>b-h</sup>
517	429.43 <sup>c-l</sup>	350.53 <sup>i-r</sup>	584.13 <sup>a-c</sup>	536.57 <sup>a-c</sup>	423.36 <sup>c-l</sup>	381.58 <sup>f-p</sup>
544	362.37 <sup>g-p</sup>	403.05 <sup>d-m</sup>	441.45 <sup>c-k</sup>	370.22 <sup>g-p</sup>	629.78 <sup>a</sup>	320.44 <sup>k-s</sup>
567	389.89 <sup>f-0</sup>	361.70 <sup>h-q</sup>	531.40 <sup>a-e</sup>	400.22 <sup>e-n</sup>	493.05 <sup>b-h</sup>	328.41 <sup>j-s</sup>

### Variación de la materia seca del follaje por planta.

La materia seca del follaje no presentó diferencias biométricas entre cultivares, con valores medios muy cercanos (Tabla 5). En la medida que la planta envejece estos valores disminuyen, así a los 278 días (9,3 meses) el nivel alcanzado supera de modo significativo ( $p \leq 0,01$ ) los acumulados de las tres últimas fechas. La tasa de aparición de hojas por tallo declina en la medida que el cultivo madura (Irvine, 1983), y la fotosíntesis disminuye con la caída del contenido de nitrógeno en éstas, asociadas a la edad (Wood et al., 1996; Allison et al., 1997). La biomasa seca del follaje depende en buena medida del número y persistencia de las hojas en la planta, que a partir de ciertas edades declina de manera significativa. La comparación de ciclos de plantación no mostró diferencias biométricas (Tabla 5).



**Tabla 5.** Comparación de la biomasa de las hojas por planta expresada en gramos de materia seca.

Edad en días	<sup>a</sup> Materia seca(g)	Cultivares	<sup>a</sup> Materia seca(g)	Ciclos	<sup>a</sup> Materia seca(g)
278	64,67 <sup>a</sup>	C1051-73	53,55 <sup>a</sup>	Primavera	56,09 <sup>a</sup>
298	55,56 <sup>a-d</sup>				
354	54,13 <sup>a-d</sup>				
371	55,92 <sup>a-d</sup>				
403	62,83 <sup>ab</sup>				
426	58,40 <sup>a-c</sup>	My5514	55,96 <sup>a</sup>		
465	58,04 <sup>a-c</sup>				
489	55,40 <sup>a-d</sup>				
517	47,73 <sup>b-d</sup>				
544	45,61 <sup>cd</sup>	C86-12	54,20 <sup>a</sup>	Frío	53,05 <sup>a</sup>
567	41,98 <sup>d</sup>				

Las Medias en la misma columna seguidas por una letra común no difieren estadísticamente según Tukey ( $p \leq 0,01$ ).  $S_{\bar{x}}(\text{cultivar}):0,63$   $S_{\bar{x}}(\text{edad}):1,21$   $S_{\bar{x}}(\text{ciclo}):0,52$

El análisis simultáneo de cultivares y ciclos apenas presentó diferencias estadísticas, aunque se observa una discreta tendencia en My5514 y C86-12 a conseguir mejores acumulados en primavera, algo que contrasta con el comportamiento de la C1051-73(Tabla 6).

**Tabla 6.** Resultados en la comparación de la biomasa de las hojas por planta expresada en gramos de materia seca. Interacción: cultivar x ciclo de plantación.

Ciclos Plantación	Cultivares		
	C1051-73	My5514	C86-12
Primavera	46,89 <sup>b</sup>	62,40 <sup>a</sup>	58,97 <sup>ab</sup>
Frío	60,20 <sup>ab</sup>	49,52 <sup>ab</sup>	49,42 <sup>ab</sup>

En las filas y columnas las medias seguidas por una letra común no difieren estadísticamente según Tukey ( $p \leq 0,01$ ).  $S_{\bar{x}}(\text{cultivar x ciclo}):0,89$

La interacción cultivar x edad exhibe una tendencia al descenso del nivel de materia seca según se gana en edad. De manera general los cultivares muestran en las edades comprendidas entre 278 (9,3 meses) y 489 días (16,3 meses) los más significativos acumulados, declinando hacia el final del período. A edades similares no se observan discrepancias medibles (Tabla 7). Esta similitud contrasta con resultados precedentes obtenidos en similares condiciones, que prueban que el cultivar My5514 supera estadísticamente a C1051-73 en las variables: área foliar/tallo y persistencia de la vitalidad del

follaje (Torres, 2006), de lo que se infiere que la similitud en los pesos se explica por el mayor espesor en las láminas foliares de esta última.

**Tabla 7.** Resultados en la comparación de la biomasa de las hojas por planta expresada en gramos de materia seca. Interacciones: cultivar x edad y ciclo de plantación x edad.

Edad días	Cultivar x edad			Ciclo de plantación x edad	
	C1051-73	My5514	C86-12	Primavera	Frío
278	73,21 <sup>a</sup>	58,72 <sup>a-e</sup>	62,07 <sup>a-d</sup>	45,07 <sup>e-h</sup>	84,26 <sup>a</sup>
298	61,23 <sup>a-e</sup>	49,60 <sup>b-g</sup>	55,84 <sup>b-f</sup>	39,70 <sup>f-h</sup>	71,42 <sup>ab</sup>
354	53,17 <sup>b-g</sup>	59,29 <sup>a-e</sup>	49,43 <sup>b-g</sup>	44,55 <sup>e-h</sup>	63,71 <sup>b-d</sup>
371	58,84 <sup>a-e</sup>	57,95 <sup>a-e</sup>	50,95 <sup>b-g</sup>	42,01 <sup>f-h</sup>	69,83 <sup>ab</sup>
403	59,08 <sup>a-e</sup>	63,59 <sup>a-d</sup>	65,80 <sup>ab</sup>	62,68 <sup>b-d</sup>	62,97 <sup>b-d</sup>
426	51,59 <sup>b-g</sup>	64,33 <sup>a-c</sup>	59,27 <sup>a-e</sup>	65,98 <sup>bc</sup>	50,81 <sup>c-g</sup>
465	55,60 <sup>b-f</sup>	63,82 <sup>a-d</sup>	54,71 <sup>b-g</sup>	68,86 <sup>ab</sup>	47,23 <sup>d-g</sup>
489	49,49 <sup>b-g</sup>	61,17 <sup>a-e</sup>	55,53 <sup>b-f</sup>	69,91 <sup>ab</sup>	40,88 <sup>f-h</sup>
517	49,44 <sup>b-g</sup>	48,94 <sup>c-g</sup>	44,83 <sup>e-g</sup>	60,55 <sup>b-e</sup>	34,91 <sup>gh</sup>
544	38,13 <sup>g</sup>	48,37 <sup>c-g</sup>	50,34 <sup>b-g</sup>	62,53 <sup>b-d</sup>	28,69 <sup>h</sup>
567	38,74 <sup>g</sup>	39,79 <sup>fg</sup>	47,40 <sup>d-g</sup>	55,13 <sup>b-f</sup>	2882 <sup>h</sup>

En cada interacción las medias en filas y columnas seguidas por una letra común no difieren estadísticamente según Tukey ( $p \leq 0,01$ ).  $S_x(\text{cultivar} \times \text{edad}): 2,10$   $S_x(\text{ciclo de plantación} \times \text{edad}): 1,71$

En la interacción edad y ciclo de siembra se aprecia un marcado contraste en la variación de la materia seca (Tabla 7). En primavera existe un ascenso que comienza a partir de 403 días (13,4 meses) y que mantiene niveles de más de 60g hasta los 544 días (18,1 meses). En frío esta tendencia se invierte, y los mayores acumulados se encuentran entre 278 (9,3 meses) y 403 días (13,4 meses), para seguidamente declinar. Las edades en uno y otro ciclo transitan por períodos que se extienden desde agosto hasta diciembre en primavera, y entre julio y noviembre en frío, momentos caracterizados por acumulados de lluvia de 555,7 mm y 765,4 mm respectivamente, todo lo cual contribuye a la creación de condiciones favorables al crecimiento, lo que promueve un mayor número de hojas verdes/tallo (Dillewijn, 1975). La de aparición de hojas se reduce por déficit hídrico y la senescencia se acelera, además la tasa de expansión es muy sensible a la carencia de agua (Robertson et al., 1999).

Los efectos interactivos de segundo orden muestran que los acumulados de materia en la estación de frío resultan superiores ( $p \leq 0,01$ ) en las primeras cuatro o cinco edades, en todos los cultivares (Tabla 8), seguidamente la tendencia se invierte y M5514 y C86-12 registran en primavera niveles superiores a partir de 465(15.5 meses) y 403 días (13.4 meses) respectivamente, por su parte C1051-73 sólo arrojó diferencias medibles entre los 517(17.2 meses) y 544 días (18.1 meses).



**Tabla VIII. Resultados en la comparación de la biomasa de las hojas por planta expresada en gramos de materia seca, al analizar las interacciones de segundo orden.**

Edad	C1051-73		My5514		C86-12	
	Primavera	Frío	Primavera	Frío	Primavera	Frío
278	40,23 <sup>t-z</sup>	106,19 <sup>a</sup>	47,95 <sup>n-w</sup>	69,49 <sup>c-j</sup>	47,02 <sup>o-w</sup>	77,00 <sup>b-f</sup>
298	36,52 <sup>w-z</sup>	85,95 <sup>bc</sup>	40,07 <sup>t-z</sup>	59,13 <sup>g-q</sup>	42,51 <sup>q-x</sup>	69,17 <sup>d-j</sup>
354	41,64 <sup>s-y</sup>	65,70 <sup>d-l</sup>	47,31 <sup>o-w</sup>	71,27 <sup>e-i</sup>	44,70 <sup>p-w</sup>	54,17 <sup>v</sup>
371	39,08 <sup>v-z</sup>	78,61 <sup>b-e</sup>	46,66 <sup>o-w</sup>	69,25 <sup>c-j</sup>	40,28 <sup>t-z</sup>	61,63 <sup>f-o</sup>
403	47,89 <sup>n-w</sup>	70,28 <sup>c-j</sup>	58,76 <sup>g-r</sup>	68,43 <sup>d-k</sup>	81,41 <sup>b-d</sup>	50,20 <sup>l-w</sup>
426	55,10 <sup>i-v</sup>	48,08 <sup>q-n-w</sup>	71,42 <sup>e-i</sup>	57,25 <sup>g-s</sup>	71,42 <sup>e-i</sup>	47,12 <sup>o-w</sup>
465	51,80 <sup>k-w</sup>	59,40 <sup>g-p</sup>	90,25 <sup>ab</sup>	37,40 <sup>w-z</sup>	64,53 <sup>e-n</sup>	44,88 <sup>o-w</sup>
489	56,69 <sup>h-t</sup>	42,29 <sup>f-y</sup>	81,59 <sup>b-d</sup>	40,74 <sup>s-z</sup>	71,45 <sup>e-i</sup>	39,61 <sup>v-z</sup>
517	59,09 <sup>g-q</sup>	39,78 <sup>u-z</sup>	72,15 <sup>c-h</sup>	25,73 <sup>z</sup>	50,42 <sup>l-w</sup>	39,23 <sup>v-z</sup>
544	48,88 <sup>m-w</sup>	27,38 <sup>z</sup>	73,72 <sup>b-g</sup>	23,02 <sup>z</sup>	64,99 <sup>d-m</sup>	35,68 <sup>w-z</sup>
567	38,88 <sup>v-z</sup>	38,60 <sup>v-z</sup>	56,54 <sup>h-u</sup>	23,04 <sup>z</sup>	69,98 <sup>c-j</sup>	24,82 <sup>z</sup>

Medias seguidas por una letra común no difieren estadísticamente según Tukey ( $p \leq 0, 01$ )

$\bar{x}$  general: 54,57    coeficiente de variación: 9,42 %.

## CONCLUSIONES

- Como promedio la plantación de frío alcanzó mejores acumulados del peso seco de los tallos a partir de 465 días (15,5 meses). Este ciclo resultó estadísticamente superior al de primavera entre las edades de 371 (12.4 meses) y 489 días (16.3 meses), en el resto de las fechas no se detectaron diferencias medibles.
- De manera general los cultivares mostraron en frío mayores niveles de biomasa seca de sus tallos que sus equivalentes de primavera. Es así que C1051-73 alcanzó en esta época valores estadísticamente superiores entre las edades de 371 (12,4 meses) y 465 días, por su parte My5514 y C86-12 consiguen niveles superiores en igual ciclo entre períodos que van desde 354 (meses) a 489 días (16.3 meses) y 371 (12,4 meses) a 489 días (16,3 meses) respectivamente. En primavera sólo C86-12 alcanzó en las dos últimas fechas valores superiores.
- Los cultivares presentaron los mayores acumulados de materia seca del follaje entre 278 (9.3 meses) y 489 días (16.3 meses).
- En primavera se observa un marcado aumento del peso seco del follaje a partir de los 403 días (13.4 meses), con niveles de más de 60g hasta los 544 días (18.1 meses). En frío los mayores acumulados se registran entre 278(9.3 meses) y 403 días (13.4 meses), ambos momentos van precedidos por períodos de abundantes precipitaciones.
- Las variedades en términos generales muestran en el ciclo de frío valores estadísticamente superiores del peso seco del follaje por tallo, entre límites de edades que van desde 278 (9.3 meses) y 371 ó 403 días (13.4 meses) según el genotipo. En primavera, My5514 y C86-12 registran valores superiores de esta variable a partir de 465(15.5 meses) y 403días (13.4 meses) respectivamente,

por su parte C1051-73 en este ciclo sólo consigue cifras superiores entre 517(17.2 meses) y 544días (18.1 meses).

## REFERENCIAS

Allison J.C.S.; Williams H.T.; Pammenter N.W. (1997). Effect of specific nitrogen content on photosynthesis of sugarcane. *Ann. Appl. Biol.* 131:339-359. CENICAÑA. 2000. Desarrollo del Cultivo. Informe Anual 1999. Cali, Colombia. 63-64.

Dillewijn C. van. (1975). Botánica de la Caña de Azúcar. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, p: 460.

González R.M. y col. (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.

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

Irvine J. E. 1 (1983). Sugarcane. In: Potential productivity of field crops under different environments. (Ed.) International Rice Research Institute. Los Baños, Philippines. 361-382

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.

Jorge H.; Jorge I.; Mesa J.M.; Bernal N.A (2011). Normas y Procedimientos del Programa de Fitomejoramiento de la Caña de Azúcar en Cuba. Boletín No.1 (actualización 2011) *Cuba & Caña*, p: 346.

Leal M.R.L.V. (2007). The potential of sugarcane as an energy source. In: XXVI Congress International Society Sugar Cane Technologists. Durban, South Africa. 23-34.

Ostle B. (1980). Estadística Aplicada. Editorial Científico Técnica. La Habana. Reynoso A. 1998. Ensayo sobre el cultivo de la caña de azúcar. Ed. Publicaciones Azucareras. Cuba, p: 629.

Robertson M.J.; Imman – Bamber R.C.; Muchow R.C.; Wood, A.M. (1999). Physiology and productivity of sugarcane with early and mid-season water deficit. *Field crops research* 64: 211-228.

Rodríguez M.L. (2001). Estudio de diferencias agrobotánicas y de calidad del jugo en la variedad comercial de caña de azúcar (*Saccharum* spp. híbrido) Ja60-5. Tesis M.Sc., Universidad de la Habana, Cuba, p: 75.

Roussel C.; Martine, J.F.; Petit, A.; Sabatier, D.; Corcodel, L. (2013). Harvest schedule for multi-purpose cane production. En: XXVIII Congress International Society Sugar Cane Technologists. Brazil. 1195 - 1204.

Singels A.; Jones M.; Marin F.; Ruane A. C.; Thorburn P. (2013). Predicting climate change impacts of sugarcane production at sites in Australia, Brazil and South Africa using the CANEGRO MODEL. En: XXVIII Congress International Society Sugar Technologists. Brazil. 189 - 202.

Torres I. (2006). Indicadores de desarrollo en tres variedades de caña de azúcar (*Saccharum* híbrido) plantadas en primavera y frío. Tesis M.Sc, Universidad de la Habana, Cuba, p: 75.

Soil Survey Staff. (2006). Keys to Soil Taxonomy. Washington, D.C. USDA-NRCS, p: 332.

Valladares F.; Torres I.; Montalván J.; Pérez, A.; Vallina J.; Fernández Y.; Pousa, I.; Rodríguez J.; Marrero, G.; Padrón M.; Cervantes O.; Valdés, E.; Cervantes C. (2007). Estudio comparativo de la producción de biomasa seca en tres variedades de caña de azúcar (*Saccharum* híbrido) con diferentes modalidades de maduración. En: Aniversario 60 Estación de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Memorias. Matanzas, Cuba. ISSN 1028-6527.

Wood A.W.; Muchow R.C.; Robertson M. J. (1996). Growth of sugarcane under high input conditions in tropical Australia. III. Accumulation, partitioning and use of nitrogen. *Field Crops Research* 48: 223-233.

Yin X.; Struik P. (2011). Modeling the crop: from system dynamic to systems biology. *Journal of Experimental Botany* 61(8): 21-71-2183.