

Materia seca y macroelementos primarios en la biomasa foliar de la caña de azúcar fertilizada con diferentes dosis de potasio **Dry matter and primary macroelements on the foliar biomass of sugarcane with different fertilizer rates of potassium**

Juan Alejandro Villazón Gómez¹, George Martín Gutiérrez², Yakelín Cobo Vidal², Yunior Rodríguez Ortiz² y Beatriz Montero Sarría²

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Holguín (UHO), Ave. XX Aniversario, vía Guardalavaca, Piedra Blanca, Holguín, Cuba. CP 80100.

²Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA). Guaro S/N, Mayarí, Holguín, Cuba. CP 83000.

E-mail: sandro@fca.uho.edu.cu

RESUMEN. El trabajo consistió en determinar las cantidades de materia seca y de macroelementos primarios en la biomasa foliar que aporta al suelo la caña de azúcar fertilizada con diferentes dosis de potasio, en un experimento con un diseño en bloques completos al azar (8 tratamientos x 6 repeticiones) sobre un Vertisol Crómico. Fueron cortadas 5 plantas antes de la cosecha de los cuatro retoños, en cada uno de los surcos dos y tres de las parcelas de la 3^{ra} repetición. Al cogollo de las muestras se le determinaron los porcentajes de materia seca, nitrógeno, fósforo y potasio; se realizó un conteo de tallos en cada parcela para expresar los porcentajes en magnitudes de masa. Se efectuó un Análisis de Varianza de clasificación simple mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan a un 95 % de probabilidad. El tratamiento V fue el de mayor contenido de materia seca, con 11,04 t ha⁻¹. La cepa 2^{do} retoño mostró el mayor contenido de materia seca en los cogollos, con 11,13 t ha⁻¹. En las interacciones puede apreciarse la mayor influencia de la cepa sobre la materia seca. El tratamiento V fue el de mayor contenido de nutrientes, con 83, 16 y 197 kg de N, P y K, respectivamente. En el caso del nitrógeno la mejor interacción fue el tratamiento V en el 3^{er} retoño, en el fósforo también el tratamiento V en el 2^{do} y 3^{er} retoños y el tratamiento IV en el 4^{to} retoño, mientras que en el potasio fue la interacción del tratamiento V en el 2^{do} retoño.

Palabras clave: Aportes de nutrientes al suelo, NPK, residuos de cosecha, retorno de nutrientes, *Saccharum*.

ABSTRACT. The research consisted of determining the quantities of dry matter and primary macroelements on the foliar biomass that contributes to the soil the sugarcane fertilized with different fertilizer rates of potassium in an experiment with a design in complete blocks at random (8 treatments x 6 repetitions) on a Chromic Vertisol. Five plants were cut in the furrows 2 and 3 of the plots of the 3rd repetition before the harvest of each one of the four ratoons. To the sugarcane top of the samples were determined the percentages of dry matter, nitrogen, phosphorus and potassium; was carried out a count of sugarcane stalk in each plot to express the percentages in magnitudes of mass. An analysis of variance of simple classification was executed and means were compared by Duncan test at 95 % of confidence. The treatment V was the one of bigger dry matter content, with 11.04 t ha⁻¹. The 2nd ratoon showed the bigger dry matter content in the sugarcane tops, with 11.13 t ha⁻¹. In the interactions the bigger influence of the sugarcane stubble phase on the dry matter can be appreciated. The treatment V was the one of bigger nutrient content, with 83, 16 and 197 kg of NPK, respectively. In the case of nitrogen the best interaction was the treatment V in the 3rd ratoon, in the phosphorus also the treatment V in the 2nd and 3rd ratoons and the treatment IV in the 4th ratoon, in potassium the interaction of the treatment V in the 2nd ratoon.

Keywords: Nutrient inputs to the soil, NPK, Residues of harvest, nutrient return, *Saccharum*.

INTRODUCCIÓN

El impacto negativo de las actividades agrícolas sobre el medioambiente puede ser atenuado mediante manejos que permitan un aprovechamiento más eficiente del agua y los fertilizantes. En el caso de los agroecosistemas cañeros esta influencia se ve afectada por determinadas condiciones locales como son el tipo de suelo y los factores climáticos.

Los residuos de cosecha dejados en el campo constituyen una de las entradas, relacionadas con el manejo, que aportan materia orgánica y nutrientes al sistema químico del suelo (Bertsch, 1998). En el caso de la caña de azúcar, contienen una cantidad de nutrientes mucho más elevada que los restos de las quemadas en el campo (Sandhu *et al.*, 2013), e incrementan los rendimientos agrícolas (Muñoz y Quintero, 2010). En países como Argentina, según Kwong (2010), es notable la diferencia entre dichos rendimientos en las áreas donde se incorporan los residuos de cosecha (83,5 t ha⁻¹) comparados con aquellos donde los mismos son eliminados del campo (53,7 t ha⁻¹).

La caña de azúcar es uno de los cultivos de más altos rendimientos en biomasa expresados en función del área y el tiempo. Además de reincorporar al suelo parte de los nutrientes extraídos del mismo durante su crecimiento, la fijación de CO₂ por parte de la planta es comparable con la de los bosques tropicales. Estas características la convierten en un paradigmático cultivo dentro de la agricultura sostenible (Cuéllar *et al.*, 2003). Su sistema radicular constituye para el suelo una fuente importante de materia orgánica, sin embargo, los mayores aportes provienen de la parte aérea de la planta (Carvalho *et al.*, 2013).

El potasio, a pesar de que numerosas investigaciones han esclarecido su función metabólica en las plantas, continúa como el nutriente que mayor conjetura levanta entre los fisiólogos. Sin embargo, se acepta que el mismo participa directa o indirectamente en la mayoría de los procesos vitales de la caña de azúcar (Cabrera y Bouzo, 1999). Es el elemento que en mayores cantidades extrae del suelo este cultivo (García y Fernández, 2000; Bolio *et al.*, 2008; Kölln *et al.*, 2013) y uno de los que más limita sus rendimientos (Pérez *et al.*, 2011).

El objetivo de este trabajo es determinar las cantidades de materia seca y de macroelementos primarios en la biomasa foliar que aporta al suelo la caña de azúcar fertilizada con diferentes dosis de potasio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó durante el 3^{er} ciclo de un experimento de larga duración de caña de azúcar con un diseño de bloques completos al azar (8 tratamientos x 6 repeticiones). Se estudió la variedad C120-78, plantada en el Área Experimental localizada en el km 27, perteneciente a la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA) de Holguín. El experimento se encuentra asociado al perfil 889, perteneciente a la Red Geográfica Experimental del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA, 1986).

El suelo es un Vertisol Crómico Cálcico Gléyico con profundidad sobre un material de origen de corteza arcillosa carbonatada y variablemente salinizada (Hernández *et al.*, 1999). El horizonte superficial es un Ap, con un espesor de 0-18 cm, pardo amarillento, arcilloso, terroncillo terronoso, seco, compactado, con muchas raíces y transición hacia el horizonte inferior notable. La topografía es llana. El drenaje superficial es bueno y el interno moderado. La vegetación está representada por caña de azúcar. Los resultados de los análisis de suelo al comienzo y finalización del experimento se muestran en la Tabla 1.

Las muestras foliares fueron tomadas una semana antes de la cosecha de las cepas 1^{er}, 2^{do}, 3^{er} y 4^{to} retoño, en el segundo y tercer surco de cada una de las ocho parcelas correspondientes a la tercera repetición. Para conformar las muestras se seleccionaron cinco plantas (tallo y cogollo) por surco. Los tratamientos evaluados, con una dosis de fondo de 120 kg ha⁻¹ de N y 50 kg ha⁻¹ de P, fueron:

- T I: 0-0-0 (control absoluto)
- T II: 120-50-0 (control)
- T III: 120-50-160 (anual desde el segundo ciclo)
- T IV: 120-50-160 (anual desde el tercer ciclo)
- T V: 120-50-120 (anual)
- T VI: 120-50-160 (anual)
- T VII: 120-50-600 (al inicio de cada ciclo)
- T VIII: 120-50-800 (al inicio de cada ciclo)

Al cogollo de las muestras se le determinaron los porcentajes de materia seca, nitrógeno, fósforo y potasio; además, se realizó un conteo de tallos en cada una de las parcelas para expresar los porcentajes en magnitudes de masa (t ha⁻¹ y kg ha⁻¹). Se efectuó un Análisis de Varianza de clasificación simple y las medias se compararon

Tabla 1. Propiedades químicas del suelo al inicio y final del experimento

Tratamientos	pH		M.O. (%)	Bases cambiables (cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹)				CCB (cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹)
	en H ₂ O	en KCl		Ca	Mg	K	Na	
Inicio								
T I	8,12	6,87	2,18	42,54	14,06	0,70	0,35	57,64
T II	8,08	6,88	2,17	41,82	15,15	0,68	0,35	57,99
T III	8,13	6,88	2,16	41,13	13,44	0,70	0,32	55,59
T IV	8,08	6,82	2,15	42,34	13,02	0,75	0,32	56,42
T V	8,13	6,92	2,20	42,07	13,61	0,75	0,33	56,76
T VI	8,10	6,90	2,16	43,70	11,81	0,74	0,34	56,60
T VII	8,08	6,88	2,23	45,07	11,52	0,85	0,33	57,76
T VIII	8,12	6,88	2,24	42,61	13,00	0,97	0,29	56,87
Final								
T I	7,70	6,66	3,05	41,38	13,25	0,73	1,63	56,99
T II	7,70	6,66	2,63	40,99	12,54	0,64	1,53	55,69
T III	7,70	6,66	2,79	42,03	12,17	0,78	1,57	56,54
T IV	7,64	6,70	2,70	42,17	11,72	0,87	1,69	56,45
T V	7,75	6,70	2,79	42,31	11,82	0,78	1,62	56,53
T VI	7,68	6,67	2,91	42,81	12,06	1,05	1,87	57,79
T VII	7,70	6,67	2,64	42,85	12,49	0,79	1,58	57,70
T VIII	7,68	6,66	2,59	43,17	11,86	0,79	1,59	57,41

M.O.: Materia orgánica; CCB: Capacidad de Cambio de Bases

mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan a un 95 % de probabilidades, para determinar si el conjunto de tratamientos considerados produce un efecto estadísticamente diferenciado en cuanto al comportamiento de los mismos. El procesamiento de los datos obtenidos fue realizado con el uso del *software* Statistica 7.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis sobre el efecto de las diferentes dosis de potasio sobre el comportamiento de la materia seca procedente del cogollo de la caña de azúcar (figura 1) muestra que los mayores valores se obtuvieron en el tratamiento en el que se aplicaron 120 kg ha⁻¹ de K anual (Tratamiento V), donde los aportes de materia seca fueron de 11,04 t ha⁻¹, el cual difiere de forma altamente significativa con el resto de los tratamientos. Posiciones intermedias ocupan los tratamientos IV, VIII, III y II, entre los que no se encontraron diferencias significativas. Los tratamientos mencionados, excepto el IV, no

mostraron diferencias con el VII. Este último, al igual que el tratamiento II, no mostró diferencias con los tratamientos de más bajo contenido de materia seca que fueron aquellos donde se fertilizó con 160 kg ha⁻¹ de K todos los años y el Control absoluto, con 8,18 y 8,11 t ha⁻¹ de materia seca producida por la biomasa aérea de la caña de azúcar, respectivamente.

Resulta notable la disminución de la materia seca, cuya cantidad se asocia con el rendimiento agrícola y el número de tallos, en la dosis 120-50-160 anual (Tratamiento VI). Rossetto *et al.* (2010) encontraron en Oxisoles y Ultisoles del estado de São Paulo que los rendimientos agrícolas disminuían cuando las dosis de K se elevaban por encima de los 125 kg ha⁻¹.

Muñoz y Quintero (2010) al evaluar el comportamiento de los rendimientos agrícolas de la caña de azúcar en un *Vertic Haplustoll* determinaron que el rendimiento de caña por hectárea aumentaba con el aumento de las dosis

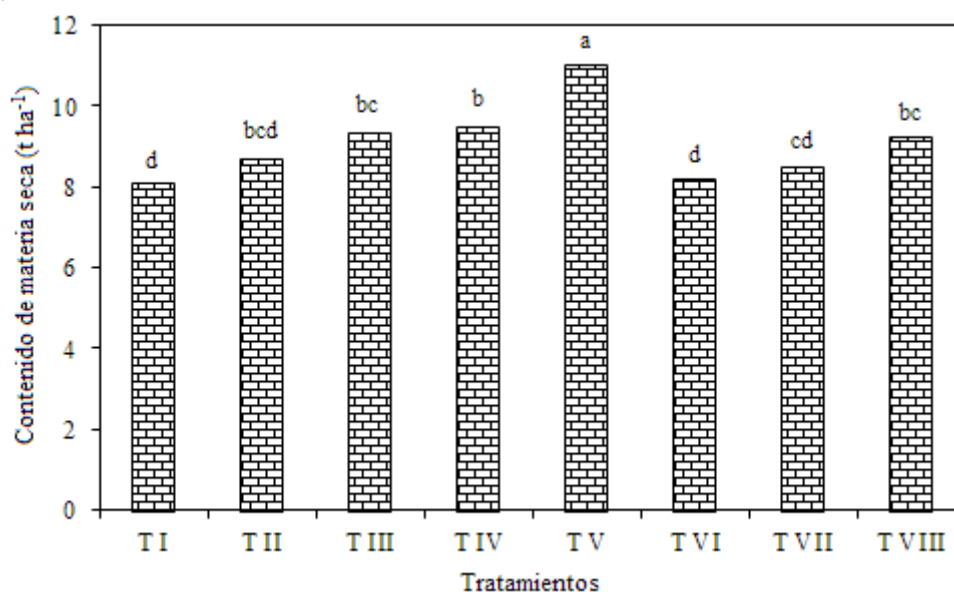


Figura 1. Influencia de dosis de fertilizante potásico en la producción de materia seca de la biomasa foliar de la caña de azúcar

de NPK, aunque el efecto de los nutrientes sobre este incremento se optimizaba con la combinación de la fertilización y los residuos de cosecha dejados en el campo. De la misma forma, García *et al.* (2010), en un Typic Haplustox del estado de São Paulo determinaron un aumento de los rendimientos cañeros al aumentar las dosis de nutrientes, tanto en la fertilización mineral como en la órgano-mineral. Estos autores encontraron para 10-50-50, 20-100-100 y 30-150-150 de NPK rendimientos de 74,07, 85,63 y 85,42 t ha⁻¹ en el primer tipo de fertilización mencionado; mientras que para dosis de 7,5-50-50, 15-100-100 y 22,5-150-150 de NPK (órgano-mineral) obtuvieron rendimientos de 75,37; 92,54 y 93,82

t ha⁻¹. Todos los tratamientos superaron al control (0-0-0) que rindió 54,78 t ha⁻¹.

Los aportes de materia seca, según las cepas, fueron de 11,13; 9,69; 8,95 y 6,54 t ha⁻¹ en las cepas 2^{do}, 3^{er}, 4^{to} y 1^{er} retoños, respectivamente (figura 2). Entre todas las cepas se encontraron diferencias altamente significativas. El contenido de la materia seca, en la medida en que transcurre el ciclo está influenciada por el número de tallos producidos en las diferentes cepas. Por esta razón la soca fue el retoño que menos materia seca procedente de los cogollos pudo haber aportado al suelo. Lazo (2000) reporta una correlación positiva entre el número de tallos y el rendimiento agrícola de la caña de azúcar.

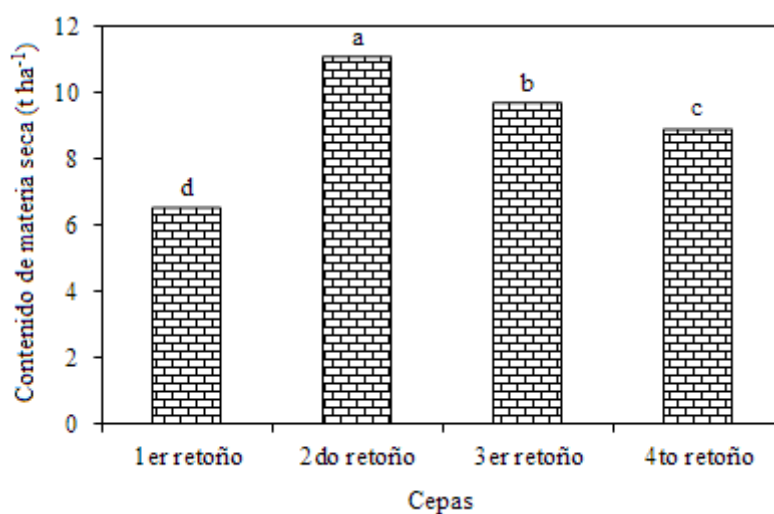


Figura 2. Influencia de la cepa en la producción de materia seca de la biomasa foliar de la caña de azúcar

El constante aporte de materia seca por los restos de cosecha en los sucesivos retoños implica un aumento del contenido de materia orgánica en el suelo, lo cual quedó demostrado con los análisis químicos realizados. Se pudo verificar que hubo un incremento permanente en los valores de esta propiedad química durante todo el período de estudio, y que este aumento fue más notable entre el 3^{er} y 4^{to} retoño.

Muñoz y Quintero (2010) en un *Vertic Haplustoll* colombiano plantado con caña de azúcar, encontraron un efecto beneficioso de los restos de cosecha en las propiedades del suelo. También Cabrera *et al.* (2001) en un Vertisol plantado con caña de azúcar en el norte de la provincia de Ciego de Ávila descubrieron que al aumentar la materia orgánica, aumenta el grado de agregación, el coeficiente de estructura y los agregados estables.

Gutiérrez *et al.* (2012) en un Vertisol del centro de México confirmaron que la materia orgánica disminuye la resistencia del suelo a la penetración, y eleva los niveles de fertilidad y retención de humedad, con el mejoramiento consiguiente de las propiedades químicas y físicas del suelo. Olu *et al.* (2009) en un suelo arcilloso ubicado en el noreste de Nigeria encontraron que con la aplicación de restos de cosecha de maní disminuía la tensión de ruptura; y que el incremento del contenido de este material orgánico en el suelo mejoraba la retención de humedad del mismo. Igualmente,

Mamman *et al.* (2007), en un Typic Pellustert también del noreste de Nigeria, apreciaron que con el aumento de la materia orgánica, mediante la incorporación al suelo de restos de cosecha de maní, disminuían la densidad del suelo y la resistencia a la penetración, lo que sugiere una disminución de los efectos de la compactación.

Los mayores valores de materia seca se produjeron en el 2^{do} retoño donde se fertilizó con 120 kg ha⁻¹ anual y 800 kg ha⁻¹ de K al inicio del ciclo (V y VIII), y en el 3^{er} retoño del primer tratamiento mencionado (Tabla 2). Entre estos tratamientos no se encontraron diferencias significativas. Las menores cantidades de materia seca fueron observadas, de forma general, en la soca y, como caso excepcional, en el 3^{er} retoño del Tratamiento VIII, respuesta que también coincide con la disminución de los rendimientos agrícolas.

Entre estas interacciones no se encontraron diferencias significativas. Sin embargo, la influencia que ejerce la cepa sobre los contenidos de materia seca es mayor que la de las dosis aplicadas durante la fertilización. Según Fernández *et al.* (2012) a medida que se suceden los retoños aumenta la influencia de la cepa sobre los rendimientos agrícolas.

Cuando se aplica 120 kg ha⁻¹ de K anual (Tratamiento V) existe un mejor comportamiento en cuanto al contenido de NPK (figura 3). En el nitrógeno, al Tratamiento V (83 kg ha⁻¹) le

Tabla 2. Producción de materia seca en las interacciones fertilización por cepa

Código	Tratamientos	Materia seca (t ha ⁻¹)			
		1 ^{er} retoño	2 ^{do} retoño	3 ^{er} retoño	4 ^{to} retoño
T I	0-0-0 Control absoluto	6,02klm	9,51bcdef	9,01cdefgh	7,92fghijk
T II	120-50-0 Control	5,51lm	11,06bc	9,57bcdef	8,68defghi
T III	120-50-160 anual desde el 2 ^{do} ciclo	6,72ijklm	11,55ab	11,01bc	8,18efghij
T IV	120-50-160 anual desde el 3 ^{er} ciclo	8,20efghij	10,77bcd	9,47bcdefg	9,57bcdef
T V	120-50-120 anual	7,38ghijkl	13,45a	13,02a	10,29bcde
T VI	120-50-160 anual	5,06m	9,34cdefg	9,55bcdef	8,78defghi
T VII	120-50-600 al inicio de cada ciclo	6,24jklm	10,12bcde	8,96cdefgh	8,66defghi
T VIII	120-50-800 al inicio de cada ciclo	7,22hijkl	13,24a	6,94hijklm	9,51bcdef

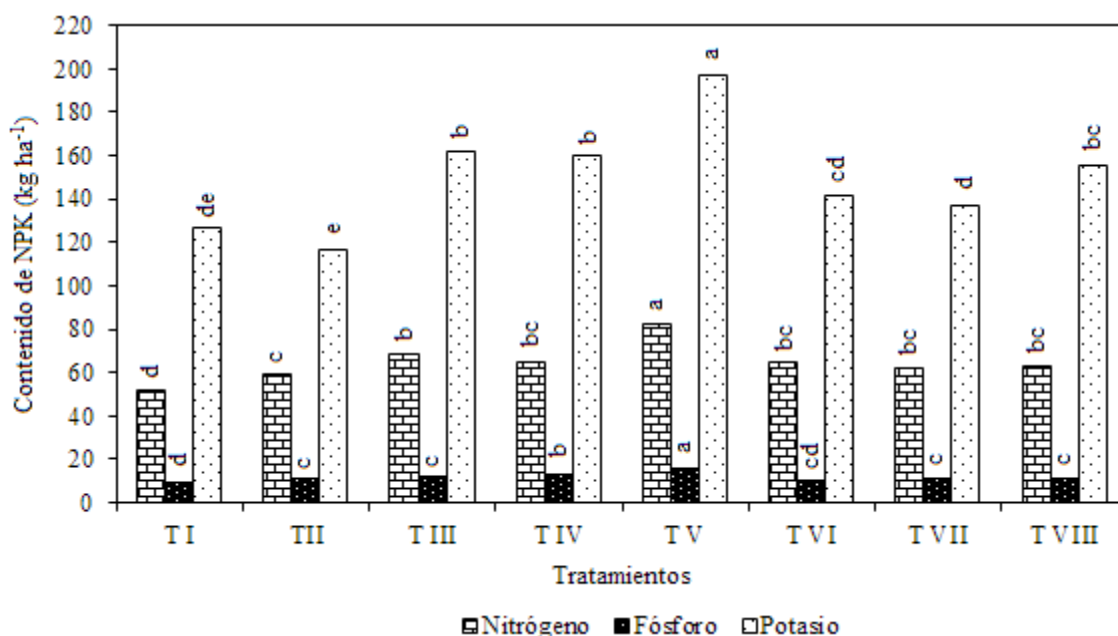


Figura 3. Influencia de la fertilización potásica en el contenido de NPK en la materia seca de la biomasa foliar de la caña de azúcar

siguieron los tratamientos donde se fertilizó anualmente con 160 kg ha^{-1} de potasio a partir del 2^{do} y 3^{er} ciclo, en el que se aplicó al inicio de cada ciclo 800 kg ha^{-1} del nutriente mencionado, el que se fertilizó anualmente con 160 kg ha^{-1} y en el que se aplicó de forma residual 600 kg ha^{-1} de potasio. Entre estos tratamientos no se encontraron diferencias significativas. El Control absoluto fue el que menor contenido de nitrógeno en la materia seca manifestó, con 52 kg ha^{-1} , mostrando diferencias altamente significativas respecto al resto de los tratamientos.

Al evaluar el fósforo, el Tratamiento V mostró los mayores niveles de este nutriente con 16 kg ha^{-1} . A este tratamiento le siguieron (en cuanto a los tenores de este nutriente en la materia seca de los cogollos) el Tratamiento IV, con diferencias altamente significativas. Una posición intermedia la ocuparon los tratamientos donde se fertilizó con 160 kg ha^{-1} de K anualmente a partir del 2^{do} ciclo (T III), y 600 y 800 kg ha^{-1} de K al inicio de cada ciclo (T VII, T VIII), el Control y el tratamiento VI.

Este último, en oposición a los demás, no mostró diferencias significativas con el control absoluto. Si se sigue la conducta del potasio, se observa que al Tratamiento V le continúan los tratamientos III y IV. Valores inferiores de K arrojaron los tratamientos VI, VII y el control absoluto. Los dos primeros con diferencias altamente significativas respecto al control que

fue el de menor contenido. Cuéllar *et al.* (2002) reportan que la cosecha en verde (no quema) de la caña de azúcar, con la incorporación de los residuos al suelo, mejoran la retención de humedad del mismo, aporta grandes cantidades de nutrientes y materia orgánica y permiten un control más efectivo de las malezas, aspectos todos que contribuyen a la disminución del uso de agroquímicos en el campo.

El comportamiento del contenido de NPK en los diferentes tratamientos está dado por el contenido de materia seca y la composición de la misma, en lo que a estos macroelementos se refiere.

Las variaciones en el contenido de nutrientes a medida que transcurre el ciclo de plantación (figura 4) muestran que el nitrógeno fue superior en el 3^{er} retoño (91 kg ha^{-1}), con diferencias altamente significativas respecto a las otras cepas. El nitrógeno encontrado en la materia seca de los cogollos es inferior en el 1^{er} retoño (12 kg ha^{-1}). Según Cuéllar *et al.* (2003) las necesidades de nitrógeno por parte del cultivo de la caña de azúcar aumentan con el número de cortes, resultado con el cual se corresponde el obtenido en nuestro trabajo.

En el caso del fósforo puede apreciarse que los mayores contenidos de este nutriente en la materia seca de la biomasa aérea de la caña de azúcar se localizaron en el 2^{do}, 4^{to} y 3^{er} retoños (15 kg ha^{-1} en los dos primeros y 14 kg ha^{-1} el último), los cuales

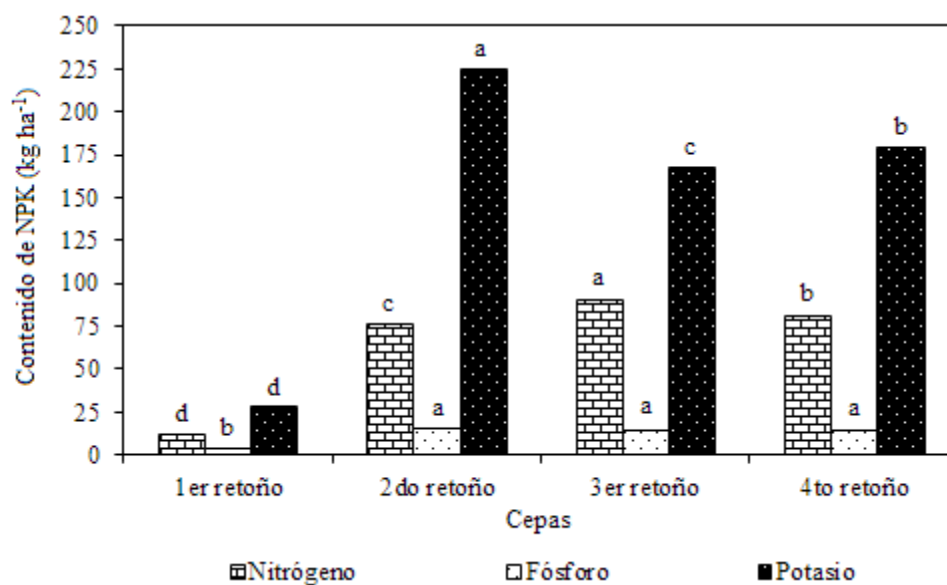


Figura 4. Influencia de la cepa en el contenido de NPK en la materia seca de la biomasa foliar de la caña de azúcar

mostraron diferencias altamente significativas con los valores fijados en la soca (4 kg ha^{-1}). Este nutriente fue el que en menor porcentaje se encontró en el cogollo de las plantas, lo cual coincide con lo descrito por Cuéllar *et al.* (2002), al referirse a las exportaciones de este elemento con la cosecha de la caña.

El potasio fue el nutriente que en mayores cantidades se encontró en el cogollo de la caña de azúcar, destacándose el 2^{do} retoño con 224 kg ha^{-1} . El 1^{er} retoño fue la cepa con menor contenido de este elemento (28 kg ha^{-1}), ocho veces menos que el 2^{do} retoño. Según García y Fernández (2000), Cuéllar *et al.* (2002), Fernández *et al.* (2012) y Kölln *et al.* (2013) las cantidades de potasio que la caña de azúcar extrae del suelo son más abundantes que las de los demás nutrientes.

Para un mejor aprovechamiento de los nutrientes, es necesario evitar la compactación a la que son tan propensos los Vertisoles Crómicos. Por ende, menores valores de densidad del suelo y resistencia del mismo a la penetración, favorece el desarrollo radicular de la caña de azúcar y el aprovechamiento más eficiente de los fertilizantes, con el aumento consiguiente de los rendimientos, más residuos de cosecha y materia orgánica. También en estos suelos deber prestarse especial atención a los inconvenientes del mal drenaje, pues donde existen problemas de hidromorfia aumentan las pérdidas de nitrógeno (Cuéllar *et al.*, 2003).

El contenido de NPK en la biomasa aérea a dejar en el campo en dependencia de la

dosis aplicada en cada una de las cuatro cepas (tabla 3) muestra que en la interacción donde se fertilizó con 120-50-120 anual en el 3^{er} retoño, seguida por la de la dosis 120-50-160 anual desde el 2^{do} ciclo en la misma cepa, es donde se manifiestan los mayores contenidos de nitrógeno.

Casi todas las dosis expresaron sus mejores resultados en esta cepa; mientras que en la soca ocurre todo lo contrario pues expone los valores de N más bajos, independientemente de la dosis aplicada. De forma general, en todas las cepas, los menores contenidos de N correspondieron al control absoluto y al control sin Potasio. Las interacciones donde se aplicó la dosis de 120-50-120 anual en el 2^{do} y 3^{er} retoños y 120-50-160 anual desde el 3^{er} ciclo, en el 4^{to} retoño, fueron las que mayores contenidos de fósforo mostraron. Las combinaciones con los resultados más pobres se concentraron en el 1^{er} retoño, entre las mismas no se encontraron diferencias significativas. El control absoluto mostró muy bajos contenidos de P durante todo el ciclo.

Referente a los contenidos de potasio, se observó que las combinaciones de mejor respuesta se concentran en el 2^{do} retoño, destacándose el tratamiento V con diferencias altamente significativas, seguida por las dosis 120-50-800 al inicio de cada ciclo, 120-50-120 anual (esta, en el 3^{er} retoño), 120-50-160 anual desde el 3^{er} ciclo 120-50-160 anual desde el 2^{do} ciclo. Los tenores de K en la materia seca de los

Tabla 3. Contenido de NPK en la materia seca en las interacciones fertilización-cepa

Código	Tratamientos	Cepas			
		1 ^{er} retoño	2 ^{do} retoño	3 ^{er} retoño	4 ^{to} retoño
Nitrógeno (kg ha⁻¹)					
T I	0-0-0 Control absoluto	8i	57ij	73fghi	72ghi
T II	120-50-0 Control	9j	72ghi	85cdefg	73fghi
T III	120-50-160 anual desde el 2 ^{do} ciclo	10j	83cdef-gh	112b	72ghi
T IV	120-50-160 anual desde el 3 ^{er} ciclo	12j	75efghi	90cd	83cdef-gh
T V	120-50-120 anual	14j	95c	127a	95c
T VI	120-50-160 anual	11j	70hij	88cde	87cdef
T VII	120-50-600 al inicio de cada ciclo	15j	70ghij	85cdefg	79def-gh
T VIII	120-50-800 al inicio de cada ciclo	14j	90cd	63ij	89cde
Fósforo (kg ha⁻¹)					
T I	0-0-0 Control absoluto	4h	12fg	13f	10g
T II	120-50-0 Control	3h	14cdef	14def	14def
T III	120-50-160 anual desde el 2 ^{do} ciclo	4h	14def	17bcd	15cdef
T IV	120-50-160 anual desde el 3 ^{er} ciclo	6h	16bcde	15cdef	19ab
T V	120-50-120 anual	6h	21a	20a	17bc
T VI	120-50-160 anual	4h	13f	13ef	14def
T VII	120-50-600 al inicio de cada ciclo	4h	14cdef	14def	15cdef
T VIII	120-50-800 al inicio de cada ciclo	4h	17bcd	10g	15cdef
Potasio (kg ha⁻¹)					
T I	0-0-0 Control absoluto	22j	180efg	169fgh	138ghi
T II	120-50-0 Control	13j	194def	125hi	137hi
T III	120-50-160 anual desde el 2 ^{do} ciclo	30j	229bcd	192ef	198def
T IV	120-50-160 anual desde el 3 ^{er} ciclo	37i	239bc	167fgh	200def
T V	120-50-120 anual	35j	302a	240bc	212cde
T VI	120-50-160 anual	26j	190efg	163fgh	190efg
T VII	120-50-600 al inicio de cada ciclo	28j	198def	152fgh	170fgh
T VIII	120-50-800 al inicio de cada ciclo	36j	263b	133hi	189efg

cogollos se concentran en las combinaciones que coinciden con el 1^{er} retoño.

CONCLUSIONES

1. El mayor contenido de materia seca en la biomasa aérea de la caña de azúcar se obtiene al aplicar una dosis de 120 kg ha⁻¹ de potasio todos los años.

2. La cepa de segundo retoño mostró el mayor contenido de materia seca en los cogollos, con una disminución gradual de la misma hasta el final del ciclo; el primer retoño fue el de menores aportes.

3. Las combinaciones de 120 kg ha⁻¹ de K₂O anual y 800 kg ha⁻¹ de K₂O residual en el 2^{do} retoño y 120 kg ha⁻¹ de K₂O anual en el 3^{er} retoño fueron las de mayor contenido de materia seca. Las interacciones con el desempeño más pobre se concentraron, generalmente, en el 1^{er} retoño. Puede apreciarse la mayor influencia de la cepa en el contenido de materia seca.

4. La fertilización con 120 kg ha⁻¹ de K₂O anual fue la que produjo mayores acumulados de N, P y K en la materia seca de los cogollos.

5. La cepa 3^{er} retoño fue la de mayor contenido de nitrógeno en la materia seca de los cogollos. El 2^{do}, 4^{to} y 3^{er} retoños acumularon los mayores tenores de fósforo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bertsch, F.: La fertilidad de los suelos y su manejo. 1 ed. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo, San José, Costa Rica. 1998, 157 p.

2. Bolio, G.I.; S. Salgado; D.J. Palma; L. del C. Lagunes; M. Castelán y J. D. Etchevers: Dinámica del potasio en Vertisoles y Fluvisoles cultivados con caña de azúcar. *Terra Latinoamericana*, 26(3): 253-263, 2008.

3. Cabrera, A. y L. Bouzo: Generalidades sobre la nutrición de la caña de azúcar. En: Fundamentos técnico-económicos para el uso de fertilizantes y enmiendas en caña de azúcar. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, La Habana, Cuba. 1999, 152 p.

4. Cabrera, S.; N. Fernández y E. O. Abreu: Relación de los índices estructurales tradicionales con los criterios energéticos de evaluación del estado físico del suelo. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 10(2): 57-61, 2001.

5. Carvalho, J.L.N.; R. Otto; H.C. Junqueira and P.C. Ocheuza: Input of sugarcane post-harvest residues into the soil. *Scientia Agricola*, 70(5): 336-344, 2013.

6. Cuéllar, I.; M. de León; A. Gómez; D. Piñón; R. Villegas e I. Santana: Caña de azúcar. Paradigma de sostenibilidad. Ediciones Publicina, La Habana, Cuba. 2003, 175 p.

7. Cuéllar, I.; R. Villegas; M. de León y H. Pérez: Manual de fertilización de la caña de azúcar en Cuba. Ediciones Publicina, La Habana, Cuba. 2002, 127 p.

8. Fernández, E.A.; E. García; J. Campo; R. Justiz; F. Cuadras e Y. García: Los suelos y la fertilización de la caña de azúcar. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, La Habana, Cuba, 2012, 78 p.

9. García, E. y E. A. Fernández Vázquez: Los suelos y la fertilización de la caña de azúcar. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, La Habana, Cuba. 2000, 63 p.

10. García, J.C.; M.S. Scarpari; M.G.A. Landell y A.A.T.: Cologna: Use of órgano-mineral fertilizers on sugarcane productivity in a Typic Haplustox soil. *Proceedings of International Society Sugar Cane Technologist*, Vol. 27:1-4, 2010.

11. Gutiérrez, F.; A. González; D. de J. Pérez; O. Franco; E.J. Morales; P. Saldívar y C.G. Martínez: Compactación inducida por el rodaje de tractores agrícolas en un Vertisol. *Terra Latinoamericana*, 30(1): 1-7, 2012.

12. Hernández, A.; J. M. Pérez; D. Bosch; L. Rivero y E. Camacho: Nueva Versión de Clasificación Genética de los suelos de Cuba. AGRINFOR, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba. 1999, 64 p.

13. INICA: Descripción de perfiles de la Red Geográfica Experimental. Holguín. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar, La Habana, Cuba. 1986, 60 p.

14. Kölln, O.T.; G.J.C. Gava; H. Cantarella; H.C.J. Franco; A.F.L. Rhein and P.C.O. Trivelin: Macronutrient accumulation and export in sugarcane as affected by N rate under subsurface drip irrigation. *Proceedings of International Society Sugar Cane Technologist*, Vol. 28: 72-73, 2013.

15. Kwong K., R. N. K.: Sugar production: integration among sugar, alcohol, residue cycling and sustainability-a report on the 2009 agronomy workshop. *Proceedings of International Society Sugar Cane Technologist*, Vol. 27:1-5, 2010.
16. Lazo, M.: Relación población-rendimiento de la caña de azúcar en condiciones de producción. *ATAC*, 62(2): 13-16, 2000.
17. Mamman, E.; J.O. Ohu and T. Crowther: Effect of the soil compaction and organic matter on the early growth of maize (*Zea mays*) in a Vertisol. *International Agrophysics*, 21: 367-375, 2007.
18. Muñoz, F. and R. Quintero: Trash management after green cane harvesting and its effect on productivity and soil respiration. *Proceedings of International Society Sugar Cane Technologist*, Vol. 27: 1-6, 2010.
19. Ohu, J. O.; E. Mamman and A. A. Mustapha: Impact of organic material incorporation with soil in relation to their shear strength and water properties. *International Agrophysics*, 23: 155-162, 2009.
20. Pérez, O.; F. Hernández; V. Azañón; C. García; C. Ramírez; V. Cifuentes; E. Solares; J. Acan, J. y E. Natareno: Nutrientes limitantes en el cultivo de caña de azúcar en suelos de baja productividad de la zona cañera de Guatemala. Memorias del XII Congreso ATAGUA, 8 al 11 de agosto 2011, Guatemala.
21. Rossetto, R.; F. L. F. Dias; M. G. A. Landell; H. Cantarella; S. Tavares; A. C. Vitti and D. Perecin: N and K fertilization of sugarcane ratoons harvested without burning. *Proceedings of International Society Sugar Cane Technologist*, Vol. 27: 1-6, 2010.
22. Sandhu, H.S.; R.A. Gilbert; G. Kingston; J.F. Subiros; K. Morgan; R.W. Rice; L. Baucum; J.M. Shine and L. Davis: Effect of sugarcane harvest residue on nutrient recycling and cane yield. *Proceedings of International Society Sugar Cane Technologist*, Vol. 28:1-3, 2013.

Recibido el 23 de septiembre de 2014 y aceptado el 25 de julio de 2015