

## Indicadores de la composición química en caña de azúcar según edad de rebrote, cultivar y fracción de la planta

Yoslen Fernández Gálvez\*, Redimio Manuel Pedraza Olivera\*\*, Ailsa Llanes Díaz\*, Yusvel Hermida Baños\*, Isabel Cristina Torres Varela\*, Joaquín Montalván Delgado\*, Arlandy Noy Perera\*, Yaquelín Puchade Izaguirre\*\*\*, Edilberto García Licea\*\*\*\*, Nancy Yumarys Zambrano Quiñones\*\*\*\*\*, Yaima Daniel Ortega\*\*\*\*\*

\*. Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro-Oriental, Florida, Camagüey, Cuba

\*\* . Centros de Estudios para el Desarrollo de la Producción Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey “Ignacio Agramonte Loynaz”, Cuba

\*\*\*. Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Oriente-Sur, Palma Soriano, Santiago de Cuba, Cuba

\*\*\*\*. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, La Habana, Cuba

\*\*\*\*\* Universidad de Camagüey “Ignacio Agramonte Loynaz”, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Camagüey, Cuba

yoslen@eticacm.azcuba.cu

---

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue valorar el comportamiento de los indicadores de la composición química (materia seca, cenizas, proteína bruta, fósforo y potasio) de dos nuevos cultivares de caña de azúcar, según fracción de la planta y edad de rebrote. Se desarrollaron análisis químicos en diferentes fracciones de la planta (integral, cogollo y tallo) a diferentes edades de rebrote (6; 8 y 11 meses). Se utilizó como testigo el cultivar forrajero My5514. Se realizaron análisis de varianza multifactorial. Los resultados demostraron que los indicadores de la composición química cenizas, proteína bruta, fósforo y potasio en el cultivo de la caña de azúcar dependen de la edad de rebrote, del cultivar y de la fracción de la planta. Para el caso particular de la materia seca, este indicador depende de la edad de rebrote y de la fracción de la planta.

**Palabras clave:** *caña de azúcar, composición química, edad de rebrote, cultivar, fracción de la planta*

### Chemical Composition Indicators in Sugar Cane Based on Re-Shoot Age, Variety, and Plant Fraction

#### ABSTRACT

The goal of this paper was to assess the behavior of chemical composition indicators (dry matter, ash, gross protein, phosphorous, and potassium) of two new sugar cane varieties, based on plant fractions and re-shoot age. Chemical analyses were made to several plant fractions (whole, nodes, stem) at different re-shoot ages (six, eight, and eleven months). Forage variety My5514 was used as control. Multifactorial variance analyses were also made. The results demonstrated that the chemical composition indicators of ash, gross protein, phosphorous, and potassium in sugar cane, depended on the age of re-shoot, variety, and plant fraction. Dry matter also depended on the re-shoot age and plant fraction.

**Key words:** *sugar cane, chemical composition, re-shoot age, variety, plant fraction*

### INTRODUCCIÓN

El crecimiento acelerado de la población mundial sin resultados productivos que permitan paliar la actual crisis alimentaria, es una razón que se debe tener en cuenta por las serias limitaciones que enfrentan principalmente los países en vías de desarrollo para alimentar a millares de seres humanos, lo que trae consigo el aumento de los índices de pobreza, la desnutrición, el hambre, la destrucción del medio ambiente y la incidencia de enfermedades que afectan a una buena parte del planeta (Martínez *et al.*, 2008).

Esta dura realidad obliga a las personas y los sectores organizados, a buscar nuevas y convenientes alternativas que permitan el desarrollo sostenible, donde la satisfacción de las necesidades del presente no comprometa que las futuras generaciones satisfagan sus propias necesidades. Es a partir de ahí que la diversificación y el aprovechamiento de los recursos se convierten en importantes y efectivos instrumentos para lograr satisfacer esa meta.

En Cuba la diversificación productiva en el campo agropecuario puede contribuir significativamente a la sustitución parcial o total de importaciones, principalmente de materias primas, por lo que se convierte en imperiosa necesidad por resolver y meta por alcanzar (Fernández *et al.*, 2014).

En este contexto, la concepción de la diversificación como estrategia de desarrollo en el campo pecuario y particularmente bovino, plantea la utilización de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*) como alimento y suplemento energético, principalmente en el período poco lluvioso en Cuba (noviembre-abril), en el cual se presenta baja disponibilidad de pastos en cantidad y calidad en las principales áreas ganaderas del país.

El uso de la caña de azúcar como alimento para rumiantes ha devenido en práctica importante bajo las condiciones de Cuba, por ser poco probable que los pastos y forrajes tradicionales logren rendimientos superiores a 15 t de MS/ha, en condiciones de secano. Además, el momento óptimo para la cosecha de dicho cultivo coincide con la época de mayor escasez de alimento para el ganado; esto sugiere que en el trópico la planta constituye una alternativa para complementar el déficit de pastos y forrajes durante el período poco lluvioso (Rodríguez *et al.*, 2009).

Si se tienen en cuenta los avances en el campo de la nutrición de los rumiantes, es necesario el conocimiento cada vez más preciso del valor nutritivo de los forrajes, por constituir una porción muy importante en la ración alimenticia de los bovinos y ser además una fuente económica, viable y sostenible (León, Martínez, Pedraza y González, 2012). Por esta razón el presente trabajo tiene como objetivo valorar el comportamiento de los indicadores de la composición química de dos nuevos cultivares de caña de azúcar, seleccionados para forraje por el Departamento de Fitomejoramiento de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro-Oriental de Camagüey, según la fracción de la planta y edad de rebrote.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA) Centro-Oriental Camagüey, situada en el municipio Florida, en las coordenadas 21° 31' de latitud Norte y los 78° 04' de longitud Oeste, a los 57,08 m de altura sobre el nivel medio del mar (Estación Agrometeorológica de Florida, 2011). El estudio se desarrolló en un suelo del tipo Pardo con Carbonatos (Hernández, Ascanio y Morales, 1999).

Las condiciones climáticas que prevalecieron durante el período en que se desarrolló el estudio se pueden apreciar en la Tabla 1.

**Tabla 1. Variables climáticas**

Mes	Año	Cepa de caña planta			Mes	Año	Cepa de soca		
		Tm (°C)	HR (%)	Prec. (mm)			Tm (°C)	HR (%)	Prec. (mm)
Noviembre	2009	24,8	77,2	22,7	Noviembre	2010	23,5	79,4	27,4
Diciembre	2009	24,8	76,8	36,2	Diciembre	2010	19,1	75,1	2,9
Enero	2010	21,9	71,6	0,1	Enero	2011	22,3	78,2	6,2
Febrero	2010	22,0	73,4	108,0	Febrero	2011	23,6	71,0	0,3
Marzo	2010	22,6	70,6	13,3	Marzo	2011	24,2	66,8	11,9
Abril	2010	25,2	70,7	91,4	Abril	2011	26,1	65,6	10,0
Mayo	2010	27,3	73,2	60,2	Mayo	2011	26,1	68,2	82,9
Junio	2010	28,1	75,0	160,4	Junio	2011	26,8	81,0	273,6
Julio	2010	27,4	80,1	186,8	Julio	2011	27,1	80,2	163,1
Agosto	2010	27,5	80,7	244,1	Agosto	2011	27,3	82,2	288,4
Septiembre	2010	26,6	83,5	363,5	Septiembre	2011	26,5	83,0	194,8
Octubre	2010	25,8	85,4	182,4					

Estación Agrometeorológica de Florida (2011)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química de la caña de azúcar es uno de los elementos más importantes que nos permite conocer su valor nutritivo. El estudio de cada uno de sus indicadores, así como las variaciones que se pueden producir por diversos factores, es decisivo en la actualidad para lograr un uso eficiente de este recurso en el período poco lluvioso, donde cada vez se hace más difícil alimentar a los animales.

En la Tabla 2 se puede observar los resultados del análisis de varianza multifactorial para el indicador materia seca (MS) según la edad de rebrote, el cultivar y la fracción de la planta. Como se puede apreciar no existen diferencias significativas en la interacción de los tres factores en estudio. Sin embargo, se aprecian diferencias significativas en la interacción edad de rebrote y fracción de la planta. Lo que evidencia que la acumulación de MS en este cultivo depende de la interacción entre ambos factores.

**Tabla 2. Análisis de varianza multifactorial para la materia seca (Tukey  $P < 0,05$ )**

Fuente	SC	gl	CM	F	P
Efectos principales					
A:Edad de rebrote	288,996	2	144,498	193,54	0,0000
B:Cultivar	15,8726	2	7,9363	10,63	0,0001
C:Fracción	894,709	2	447,355	599,19	0,0000
Interacciones					
AB	0,905556	4	0,226389	0,30	0,8746
AC	81,592	4	20,398	27,32	0,0000
BC	0,51177	4	0,127943	0,17	0,9521
ABC	1,40523	8	0,175654	0,24	0,9825
Error	40,3164	54	0,7466		
Total	1324,31	80			

Los resultados corroboran lo publicado por Pate, Álvarez, Phillips y Eiland (2002) en un estudio de comparación del valor nutritivo de 66 cultivares comerciales de caña de azúcar en el Sur de la Florida y los de Valladares *et al.* (2009) en Cuba en el establecimiento de modelos matemáticos que describen la velocidad de crecimiento en la acumulación de materia seca de tres variedades de caña de azúcar con diferentes dinámicas de maduración.

El comportamiento de este indicador puede estar muy relacionado con el aumento de la proporción de la pared celular vegetal con la edad. Aunque pudieran influir otras causas tales como: la disponibilidad de agua, el desarrollo del sistema radicular de la planta y la época del año, entre otros. Además, se conoce que en las plantas se producen cambios morfológicos con la edad, como la disminución de láminas foliares y el aumento de los haces vasculares (Mari, Nussio y Schmidt, 2004) que pueden provocar las variaciones de este indicador en el forraje.

Estos resultados son de gran importancia práctica por lo que representa la composición bromatológica para la nutrición animal. En la medida que un alimento posea mayor cantidad de MS, se dispondrá de mayor cantidad de nutrientes por unidad de superficie, lo que permite que los sistemas de producción animal sean más productivos y eficientes.

Es fundamental conocer el valor de cenizas, al ser la porción que indica el contenido de minerales que posee un alimento, los cuales son importante en muchos procesos metabólicos. También, muchos de los minerales son imprescindibles para el organismo, pues constituyen parte de ciertas sustancias orgánicas importantes (hormonas, enzimas y otras proteínas activas). Por lo tanto, pertenecen al grupo de factores indispensables de la alimentación (García *et al.*, 2006).

En la Tabla 3 se pueden observar los resultados del análisis de varianza multifactorial para el indicador cenizas según la edad de rebrote, el cultivar y la fracción de la planta. Como se puede apreciar existen diferencias significativas en la interacción de los tres factores en estudio. Por lo que se puede afirmar que el contenido de cenizas en caña de azúcar depende de la edad de rebrote, del cultivar en estudio y de la fracción de la planta.

**Tabla 3. Análisis de varianza multifactorial para las cenizas (Tukey P < 0,05)**

Fuente	SC	gl	CM	F	P
<b>Efectos principales</b>					
A:Edad de rebrote	41,7489	2	20,8744	4014,31	0,0000
B:Cultivar	7,15087	2	3,57543	687,58	0,0000
C:Fracción	125,722	2	62,8608	12088,62	0,0000
<b>Interacciones</b>					
AB	7,48967	4	1,87242	360,08	0,0000
AC	135,445	4	33,8613	6511,78	0,0000
BC	5,89067	4	1,47267	283,21	0,0000
ABC	5,0924	8	0,63655	122,41	0,0000
Error	0,2808	54	0,0052		
Total	328,82	80			

Comportamientos similares fueron publicados por Pate, Álvarez, Phillips y Eiland (2002) en el Sur de la Florida y por Anjos, Silva y Campana (2008) en un estudio de cultivares brasileños de caña de azúcar.

Estos resultados se fundamentan en que la planta a medida que gana en edad necesita utilizar todos los fotoasimilados que ha elaborado en cada una de sus etapas vegetativas, los cuales se hacen cada vez más escasos en el decursar del tiempo por su exigencia, principalmente en las fases vegetativas de crecimiento y la maduración del cultivo. Estos procesos no ocurren de forma simultánea en cada uno de los cultivares de caña de azúcar, por lo que según las características genéticas de cada individuo en particular serán translocados en mayor o menor cuantía a la porción del cogollo, lugar donde ocurren los principales procesos fisiológicos de la planta (Wiley, 2014).

La proteína bruta (PB) es un indicador de la composición bromatológica que depende de la capacidad que tenga la planta de extraer la mayor cantidad de nitrógeno asimilable del suelo, por lo que tiene gran influencia sus propiedades químicas.

En la Tabla 4 se pueden observar los resultados del análisis de varianza multifactorial para el indicador PB, según la edad de rebrote, el cultivar y la fracción de la planta. Como se puede apreciar existen diferencias significativas en la interacción de los tres factores en estudio.

**Tabla 4. Análisis de varianza multifactorial para la proteína bruta (Tukey P < 0,05)**

Fuente	SC	gl	CM	F	P
<b>Efectos principales</b>					
A:Edad de rebrote	1,23015	2	0,615075	7,60	0,0012
B:Cultivar	3,99541	2	1,9977	24,67	0,0000
C:Fracción	16,0566	2	8,02831	99,15	0,0000
<b>Interacciones</b>					
AB	1,24229	4	0,310572	3,84	0,0081
AC	28,7521	4	7,18803	88,77	0,0000
BC	0,38139	4	0,0953475	1,18	0,3310
ABC	3,65207	8	0,456509	5,64	0,0000
Error	4,37233	54	0,0809691		
Total	59,6824	80			

Estos resultados evidencian que el contenido de PB en este cultivo depende de la edad de rebrote, del cultivar en estudio y de la fracción de la planta. Comportamientos similares fueron publicados por Delgado (2002); Pate, Álvarez, Phillips y Eiland (2002); Preston (2003); Martín (2004); Rincón (2005); Chaves (2007); Vassallo (2007); Anjos, Silva y Campana (2008); Rodríguez *et al.* (2009) y Aguirre *et al.* (2010).

En la Tabla 5 se pueden observar los resultados del análisis de varianza multifactorial para el indicador fósforo (P) según la edad de rebrote, el cultivar y la fracción de la planta. Como se puede apreciar existen diferencias significativas en la interacción de los tres factores en estudio; por lo que se puede afirmar que el contenido de P en caña de azúcar depende de la edad de rebrote, del cultivar en estudio y de la fracción de la planta.

**Tabla 5. Análisis de varianza multifactorial para el fósforo (Tukey P < 0,05)**

Fuente	SC	gl	CM	F	P
Efectos principales					
A:Edad de rebrote	0,00675556	2	0,00337778	6,76	0,0024
B:Cultivar	0,000422222	2	0,000211111	0,42	0,6577
C:Fracción	0,0108222	2	0,00541111	10,82	0,0001
Interacciones					
AB	0,00337778	4	0,000844444	1,69	0,1660
AC	0,0455778	4	0,0113944	22,79	0,0000
BC	0,00271111	4	0,000677778	1,36	0,2616
ABC	0,0160889	8	0,00201111	4,02	0,0008
Error	0,027	54	0,0005		
Total	0,112756	80			

Este comportamiento corrobora lo publicado por Barrera (2010); García (2011) y Villegas, León, García y Arcia (2013) acerca de la translocación de este elemento en la planta, quienes sostienen el criterio generalizado que el contenido de P depende del cultivar y este a su vez disminuye con la edad, al ser un mineral que generalmente está presente en altas concentraciones en órganos jóvenes y en activo crecimiento, y su concentración disminuye en tejidos de las hojas y tallos de mayor edad.

En la Tabla 6 se pueden observar los resultados del análisis de varianza multifactorial para el indicador potasio (K) según la edad de rebrote, el cultivar y la fracción de la planta. Como se puede apreciar existen diferencias significativas en la interacción de los tres factores en estudio.

**Tabla 6. Análisis de varianza multifactorial para el potasio (Tukey P < 0,05)**

Fuente	SC	gl	CM	F	P
Efectos principales					
A:Edad de rebrote	5,50442	2	2,75221	581,45	0,0000
B:Cultivar	3,77636	2	1,88818	398,91	0,0000
C:Fracción	0,107356	2	0,0536778	11,34	0,0001
Interacciones					
AB	1,38571	4	0,346428	73,19	0,0000
AC	14,1955	4	3,54888	749,76	0,0000
BC	0,208778	4	0,0521944	11,03	0,0000
ABC	3,13636	8	0,392044	82,83	0,0000
Error	0,2556	54	0,00473333		
Total	28,5701	80			

Estos resultados evidencian que el contenido de K en este cultivo depende de la edad de rebrote, del cultivar en estudio y de la fracción de la planta. Comportamientos similares fueron publicados por Delgado (2002); Pate, Álvarez, Phillips y Eiland (2002); Preston (2003); Martín (2004); Rincón (2005); Chaves (2007); Vassallo (2007); Anjos, Silva y Campana (2008); Rodríguez *et al.* (2009) y Aguirre *et al.* (2010).

## CONCLUSIONES

Los indicadores de la composición química cenizas, proteína bruta, fósforo y potasio dependen en el cultivo de la caña de azúcar de la edad de rebrote, del cultivar y de la fracción de la planta. Para el caso particular de la materia seca, este indicador depende de la edad de rebrote y de la fracción de la planta.

## REFERENCIAS

- A. O. A. C. (1995). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (16<sup>th</sup> ed.). Washington, E.U.A.: A.O.A.C.
- AGUIRRE, J.; MAGAÑA, R.; MARTÍNEZ, S.; GÓMEZ, A.; RAMÍREZ, J. C.; BARAJAS, R. y GARCÍA, D. E. (2010). Caracterización nutricional y uso de la caña de azúcar y residuos transformados en dietas para ovinos. *Zootecnia tropical*, 28 (4), 489-498.
- ANJOS, I.; SILVA, D. y CAMPANA, M. (2008). *Cana-de-açucar como forrageira*. Sao Paulo, Brasil: [s.n.]. Recuperado el 6 de enero de 2014, de <http://www.Corpoica.Org.Co.htm/>.
- BARRERA, N. (2010). *Respuesta del cultivo de la caña de azúcar (Saccharum spp) a la aplicación de bioestimulantes, combinados con fertilizantes minerales*. Tesis de doctorado. Universidad "Ignacio Agramonte", Camagüey, Cuba.
- CHAVES, S. M. (2007). Producción potencial de residuos agroindustriales por el sector azucarero costarricense. En D. Oduber, (Ed.), *Uso de derivados Agroindustriales de la caña de azúcar* (p. 63). Liberia, Guanacaste, Costa Rica: Dirección de Investigación de la Caña de Azúcar y Escuela Agrícola de la Región Tropical Húmeda (EARTH).
- DELGADO, D. C. (2002, febrero). *Restricciones nutricionales y fisiológicas de la caña de azúcar para su utilización en la alimentación de rumiantes*. Ponencia presentada en Foro Internacional La Caña de Azúcar y sus Derivados en la Producción de Leche y Carne, La Habana, Cuba.
- ESTACIÓN AGROMETEREOLÓGICA DE FLORIDA (2011). *Medias de las variables climáticas mensuales en áreas agrícolas de la EPICA Camagüey*. Camagüey, Cuba: Estación Agrometereológica de Florida.
- FERNÁNDEZ, Y.; PELÁEZ, H.; PEDRAZA, R.; GUEVARA, R.; LLANES, A.; MONTALVÁN, J. *et al.* (2014). Uso de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*) como alimento animal en el municipio Carlos Manuel de Céspedes. *Centro Azúcar*, 41 (2), 16-27.
- GARCÍA, D. E.; MEDINA, M. G.; DOMÍNGUEZ, C.; BALDIZÁN, A.; HUMBRÍA, J. y COVA, L. (2006). Evaluación química de especies no leguminosas con potencial forrajero en el estado Trujillo, Venezuela. *Zootecnia Trop*, 24 (4), 401-415.
- GARCÍA, E. (2011). *Importancia de los macronutrientes en el cultivo de la caña de azúcar*. Camagüey, Cuba.
- HERNÁNDEZ, J.; ASCANIO, A y MORALES, M. D. (1999). *Nueva versión de clasificación genética de los suelos* (4ta ed.). Veracruz, México.
- LEÓN, M.; MARTÍNEZ, S., PEDRAZA, R. y GONZÁLEZ, C. (2012). Indicadores de la composición química y digestibilidad in vitro de 14 forrajes tropicales. *Revista de Producción Animal*, 24 (1), 30-33.
- MARI, L. J.; NUSSIO, L. G y SCHMIDT, P. (2004, junio). *Magnitud de las alteraciones en la composición morfológica y el valor nutritivo de hierba Mandu mantenida a intervalos fijos entre cortes*. Documento presentado en la Reunión de la Sociedad Brasileira de Zootecnia, Campo Grande, Brasil.
- MARTÍN, P. (2004). *La alimentación del ganado con caña de azúcar y sus subproductos* (2da.ed.). La Habana, Cuba: EDICA.
- MARTÍNEZ, S.; PEDRAZA, R.; RESÍLLEZ, A.; GUEVARA, G.; GONZÁLEZ, C. y LEÓN, M. (2008). Correlación degradabilidad ruminal *in situ* y producción de gas *in vitro* con el uso de heces vacunas depuestas como inóculo. *Revista de Producción Animal*, 20 (2), 110-114.
- MINAZ-INICA (2007). *Instructivo técnico para la producción y cultivo de la caña de azúcar* (1ra. ed.). La Habana, Cuba: MINAZ-INICA.
- PATE, F. M.; ÁLVAREZ, J.; PHILLIPS, J. D y EILAND, B. R. (2002). *Sugarcane as cattle feed: Production and Utilization* (2da.ed.). Washington, EE. UU: Institute of Food and Agricultural Science.
- PRESTON, T. R. (2003). Producción agropecuaria sostenible: ¿Crisis u oportunidad? *Revista ACPA*, 12 (1), 29-34.
- RINCÓN, A. (2005). *Evaluación agronómica de variedades de caña de azúcar con potencial forrajero en el piedemonte llanero*. Mérida, Venezuela: CORPOICA.
- RODRÍGUEZ, D.; MARTÍN, P. C.; ALFONSO, F.; ENRÍQUEZ, A. V. y SARDUY, L. (2009). Forraje de caña de azúcar como dieta completa o semicompleta en el comportamiento productivo de toros mestizos Holstein x Cebú. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 43 (3), 231-234.
- SPSS (2006). SPSS para Windows versión. 15.0.
- VALLADARES, F.; TORRES, I.; MONTALVÁN, J.; LEÓN, P.; VALLINA, J., HERNÁNDEZ, L., *et al.* (2009). Establecimiento de los modelos matemáticos que describen la velocidad de crecimiento en la acumulación de materia seca de tres variedades de caña de azúcar con diferentes dinámicas de maduración. *Cuba & Caña*, 4 (1), 23-28.
- VASSALLO, M. (2007). *Caña de azúcar, mandioca y batata para forraje en la producción intensiva de carne*. La Habana, Cuba: [s.n.]. Recuperado el 10 de agosto de 2011, de <http://www.produccion-animal.com.ar>.

Y. Fernández, R. M. Pedraza, Ailsa Llanes, Y. Hermida, Isabel Cristina Torres, J. Montalván, *et al.*

VILLEGAS, R.; LEÓN, M.; GARCÍA, E. y ARCIA, J. (2013). *Instructivo para la fertilización de la caña de azúcar*. La Habana: MINAGRI.

WILEY, J. (2014). Sugarcane: physiology, biochemistry, and functional biology. *Sugar Cane*, 12 (3), 45-58.

Recibido: 12-7-2017

Aceptado: 20-7-2017