

Caracterización del potencial forrajero de 11 cultivares de caña de azúcar, recomendados para la alimentación animal

Yoslen Fernández-Gálvez*, Isabel Torres-Varela, Yusvel Hermida-Baños, Joaquín Montalván-Delgado, Alfredo Rivera-Laffertte, Yoslen Fernández-Caraballo
Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera CUJAE, km 1½, Boyeros, La Habana, Cuba.

* yoslen@eticacm.azcuba.cu

RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar el potencial forrajero de 11 cultivares comerciales de caña de azúcar, recomendados para la alimentación animal, se desarrolló un estudio en áreas de la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA), Centro Oriental, en la provincia de Camagüey, durante cinco ciclos de cosecha en condiciones de secano. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con 11 tratamientos (cultivares) y tres réplicas. Se determinó, a los 12 meses de edad, la producción de biomasa verde y seca, así como la cantidad de materia seca digestible por hectárea, en cada uno de los ciclos de cultivo evaluados. Los resultados de la producción de biomasa verde y seca demostraron que los mayores valores promedio, durante los cinco ciclos de cosecha evaluados, lo alcanzaron los cultivares C86-12, C90-317 y My5514, al superar las 80 y 20 t ha⁻¹, respectivamente. Con relación a la materia seca digestible por hectárea, el cultivar C86-12 mostró los mejores resultados en el estudio, ya que superó las 12 t ha⁻¹, también se destacaron por orden de rango el C90-317, C132-81, C89-176, My5514 y C137-81, pues rebasaron las 10 t ha⁻¹. De forma general, el valor promedio de todos los cultivares en estudio, para este indicador, es muy positivo, lo que reafirma el buen potencial genético de este cultivo para ser utilizado en la producción de forraje, por lo que pudiera ser considerado como una medida para la adaptación y mitigación a los impactos del cambio climático.

Palabras clave: materia seca digestible, persistencia al corte, producción de biomasa.

ABSTRACT

In order to characterize the fodder potential of 11 commercial sugarcane cultivars recommended for animal feeding, a study in areas of the Territorial Sugarcane Research Station West Center Camagüey during five harvest cycle in rainfed conditions was realized. A random blocks experimental design with 11 treatments (cultivars) and three repetitions was used. At 12 months of age, the production of green and dry biomass was determined, as well as the amount of digestible dry matter per hectare in each of the crop cycles evaluated. The results of the production of green and dry biomass showed that the highest average values during the five harvest cycles evaluated were achieved by the cultivars C86-12, C90-317 and My5514 by exceeding 80 and 20 t ha⁻¹, respectively. Regarding digestible dry matter per hectare, the cultivar C86-12 showed the best results in the study, exceeding the 12 t ha⁻¹, the C90-317, C132-81, C89-176, My5514 and C137-81 were also highlighted in order of range by exceeding the 10 t ha⁻¹. In general, the average value of all cultivars under study for this indicator is very positive, which reaffirms the good genetic potential of this crop to be used in the production of fodder, for what could be considered as a measure for adaptation and mitigation to the impacts of climate change.

Key words: digestible dry matter, persistence in cutting, biomass production.

INTRODUCCIÓN

Una de las principales ventajas del uso de la caña de azúcar como forraje verde en la alimentación bovina lo constituye su alta eficiencia fotosintética, que le permite producir altos volúmenes de biomasa (1) (2). Además, tiene la capacidad de mantener su valor nutritivo de forma estable en el campo, por un período de tiempo considerable (3).

La persistencia al corte es una de las características que debe reunir un cultivo para ser utilizado como forraje en la alimentación de rumiantes. Esta permite determinar el tiempo que un área puede producir biomasa sin necesidad de reposición. Los cultivares recomendados para este fin, deben ser capaces de alcanzar resultados productivos estables, que justifiquen su permanencia de forma sucesiva durante varios años, a pesar del número de cortes realizados. Esto permitiría a los productores disminuir sus costos de producción, al no invertir recursos durante varios años en las labores de preparación de suelo, corte, acarreo y plantación de semilla, para fomentar el área dedicada a producir forraje (4). De ahí que, el objetivo de este trabajo sea caracterizar el potencial forrajero de 11 cultivares de caña de azúcar, recomendados para la alimentación animal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA), Centro Oriental en la provincia de Camagüey. Su ubicación corresponde a las coordenadas 21° 31' de latitud norte y los 78° 04' de longitud oeste, a 57.08 m sobre el nivel del mar, sobre suelo Pardo con carbonatos, según la clasificación de Hernández *et al.* (5).

Se registraron las variables climáticas que prevalecieron durante el período en que se llevó a cabo la investigación (de abril 2009 a abril 2014). El valor promedio anual de precipitaciones, durante los seis años de estudio, fue de 1 234.54 mm, el 80 % de estas ocurrieron en la etapa de mayo a octubre. La temperatura media promedio registrada fue de 26.7 °C y la humedad relativa de 76 %.

El experimento se estableció en un diseño de bloques al azar, con 11 tratamientos (cultivares) y tres réplicas. El área de cada unidad experimental fue de 48 m². Cada réplica estuvo constituida por cuatro surcos de 7.5 m de largo por cultivar, la distancia de plantación fue de 1.60 x 0.60 m, respectivamente.

La plantación se produjo en el mes de abril de 2009, se utilizaron 360 trozos de tres yemas por cultivar, los cuales se distribuyeron a razón de 30 estacas por surco, se logró una densidad de 12 yemas por metro lineal. La fertilización se realizó según la dosis recomendada por el Servicio de Recomendación de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE), para este tipo de suelo (6). El experimento se llevó a cabo en condiciones de secano.

Se determinó la producción de biomasa verde (PBV) a los 12 meses de edad en la cepa de caña planta y en los cuatro siguientes ciclos de cosecha evaluados, mediante el pesaje directo de las parcelas y efectuando la inferencia por hectárea. La producción de biomasa seca (PBS) se obtuvo por la determinación de la materia seca de las muestras frescas, la cual se precisó por el método gravimétrico (7).

Se calculó por medio de la expresión:

$$PBS = PBV \times MS / 100$$

Donde:

PBS: producción de biomasa seca (t ha⁻¹).

PBV: producción de biomasa verde (t ha⁻¹).

MS: materia seca de la muestra fresca (%).

Para obtener la materia seca digestible (MSD) se consideraron los valores de digestibilidad publicados por Suárez *et al.* (8), para cada uno de los cultivares en estudio. Este indicador se determinó por medio de la expresión:

$$MSD = \text{PBS} \times D / 100$$

Donde:

MSD: materia seca digestible (t ha⁻¹).

PBS: producción de biomasa seca (t ha⁻¹).

D: digestibilidad *in vivo* (%).

El procesamiento estadístico se realizó con el uso del paquete SPSS para Windows, versión 15.0 (9). Se realizaron análisis de varianza de clasificación simple y se compararon las medias de las variables evaluadas, mediante la prueba de Tukey (P<0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza de clasificación simple de los 11 cultivares en estudio, en cada una de las cepas de cultivo evaluadas, así como el promedio de las cinco cosechas realizadas durante el estudio, para la variable producción de biomasa verde, demostraron que existen diferencias estadísticamente significativas entre cultivares, en todos los ciclos de cultivos evaluados, así como en el promedio de las cinco cosechas realizadas (tabla 1).

Tabla 1. Biomasa verde de los 11 cultivares en estudio por ciclos de cultivo

Cultivares	Biomasa Verde (t ha ⁻¹)					Promedio
	Planta	Soca	Retoño 2	Retoño 3	Retoño 4	
C86-12	140.14 ^{ab}	109.40 ^a	79.44 ^a	71.37 ^a	31.48 ^{ab}	86.37 ^a
C90-530	125.97 ^b	91.87 ^{abc}	61.39 ^{ab}	57.2 ^{abc}	21.86 ^c	71.66 ^{cd}
Co997	132.43 ^{ab}	89.37 ^{bcd}	67.32 ^{ab}	53.43 ^{bc}	12.41 ^f	70.99 ^{cd}
C132-81	146.41 ^{ab}	94.99 ^{abc}	65.59 ^{ab}	61.47 ^{ab}	19.27 ^{cde}	77.75 ^{bc}
C137-81	150.91 ^a	92.82 ^{abc}	67.74 ^{ab}	53.22 ^{bc}	16.97 ^e	76.33 ^{bc}
C86-503	124.83 ^b	70.79 ^d	57.63 ^b	50.33 ^{bc}	34.89 ^a	67.69 ^d
My5514	148.05 ^{ab}	109.63 ^a	69.25 ^{ab}	56.33 ^{abc}	28.24 ^b	82.30 ^{ab}
C90-501	138.42 ^{ab}	90.10 ^{abcd}	55.61 ^b	45.10 ^c	21.42 ^{cd}	70.13 ^{cd}
C90-317	150.44 ^a	109.53 ^a	78.88 ^a	59.14 ^{abc}	32.59 ^a	86.11 ^a
C89-176	133.83 ^{ab}	91.95 ^{abc}	67.04 ^{ab}	60.16 ^{abc}	17.60 ^{de}	74.12 ^{bcd}
C86-165	129.16 ^{ab}	83.57 ^{cd}	72.74 ^{ab}	64.97 ^{ab}	20.56 ^{cde}	74.20 ^{bcd}
\bar{X}	138.23	94.00	67.51	57.52	23.39	76.15
Sig.	*	*	*	*	*	*
± ES	2.59	2.64	2.05	1.80	1.27	1.29
CV (%)	10.80	16.15	17.46	18.03	11.34	9.78

* Significativo según Tukey (P< 0.5), ES: error estándar, CV: coeficiente de variación.

Los 11 cultivares mostraron en la cepa de caña planta valores de producción de biomasa muy positivos, al superar las 100 t ha⁻¹, que reafirma su alto potencial genético para este importante indicador. Esto se corrobora con lo planteado por Ruíz (10) cuando aseveró que pueden catalogarse de alto potencial forrajero aquellas variedades de caña de azúcar que, en condiciones de secano alcancen, como mínimo, las 110 t ha⁻¹ de biomasa verde, cifra superada por todos los cultivares en

estudio. En esta cepa de cultivo se destacan los genotipos C137-81, C90-317, My5514, C132-81 y C86-12, que superaron las 140 t ha⁻¹.

En la cepa de soca, alcanzaron los mejores resultados productivos los cultivares My5514, C90-317 y C86-12, pues sobrepasaron las 109 t ha⁻¹. En las tres siguientes cosechas, sin considerar el orden de mérito para el indicador producción de biomasa verde, también se destacaron estos tres genotipos anteriormente mencionados, en comparación con los restantes cultivares en estudio.

De forma general, los resultados de la producción de biomasa verde demostraron que los mayores valores promedio, durante los cinco ciclos de cosecha evaluados, fueron alcanzados por los cultivares C86-12, C90-317 y My5514, al superar las 80 t ha⁻¹ de biomasa verde.

En cuanto a la variable producción de biomasa seca, se puede apreciar en la tabla 2, que solo existen diferencias estadísticamente significativas entre cultivares, en los ciclos de cosecha de soca, cuarto retoño, así como en el promedio de las cinco cosechas realizadas. Con respecto a este indicador de producción de biomasa seca se destacan los cultivares C86-12, C90-317 y My5514, porque superaron las 20 t ha⁻¹ como promedio, de las cinco cosechas realizadas en el estudio, muy similar a los resultados obtenidos para la producción de biomasa verde.

También se observó una tendencia a la disminución progresiva en la producción de biomasa verde y seca de los cultivares, en la medida en que aumenta el número de cortes (tabla 1 y 2). Este comportamiento es muy lógico para este cultivo, ya que al aumentar el número de cortes, la cepa se va deteriorando y trae consigo que los rebrotes sean cada vez menos vigorosos. Sin embargo, el estudio manifestó una disminución muy brusca en la producción de biomasa, posterior a la cosecha del tercer retoño, se presume que pudo estar ocasionada por la mala calidad de la cosecha mecanizada efectuada en este ciclo de cultivo. Se infiere que estos cultivares podrían alcanzar mejores resultados que los de este estudio, si se efectuara la cosecha como forraje de forma manual, ya que la cosecha mecanizada contribuye al deterioro de la cepa cuando esta no se hace con la calidad requerida, además de que le proporciona una mayor compactación al suelo, por el excesivo tránsito de vehículos y maquinarias de gran peso.

Tabla 2. Biomasa seca de los 11 cultivares en estudio por ciclos de cultivo

Cultivares	Biomasa seca (t ha ⁻¹)					Promedio
	Planta	Soca	Retoño 2	Retoño 3	Retoño 4	
C86-12	35.75	27.91 ^a	20.27	18.21	8.03 ^{ab}	22.03 ^a
C90-530	32.13	23.44 ^{ab}	15.66	14.59	5.58 ^{ab}	18.28 ^{ab}
Co997	37.78	22.80 ^{ab}	17.17	13.63	3.17 ^b	18.11 ^{ab}
C132-81	37.35	24.23 ^{ab}	16.73	15.68	4.92 ^{ab}	19.78 ^{ab}
C137-81	38.50	23.68 ^{ab}	17.28	13.58	4.33 ^{ab}	19.47 ^{ab}
C86-503	31.84	18.06 ^b	14.70	12.84	8.90 ^a	17.27 ^b
My5514	37.77	27.97 ^a	17.67	14.37	7.20 ^{ab}	21.00 ^{ab}
C90-501	35.31	22.98 ^{ab}	14.19	11.51	5.46 ^{ab}	17.89 ^{ab}
C90-317	38.38	27.94 ^a	20.12	15.09	8.31 ^{ab}	21.97 ^a
C89-176	34.14	23.46 ^{ab}	17.10	15.35	4.49 ^{ab}	18.91 ^{ab}
C86-165	32.95	21.32 ^{ab}	18.56	16.57	5.24 ^{ab}	18.93 ^{ab}
\bar{X}	35.63	23.98	17.22	14.67	5.96	19.42
Sig.	ns	*	ns	ns	*	*
± ES	0.66	0.67	0.52	0.61	0.40	0.35
CV	10.80	16.15	17.46	24.06	39.17	10.48

ns: no significativo, * Significativo Tukey (P< 0.5), ES: error estándar, CV: coeficiente de variación.

Un parámetro importante, en la recomendación de cultivares para forraje, es la producción de materia seca digestible por hectárea, pues este considera aspectos cuantitativos y cualitativos. Los resultados del análisis de varianza de clasificación simple de los 11 cultivares en estudio, en cada una de las cepas de cultivo evaluadas, así como el promedio de las cinco cosechas realizadas durante el estudio, para la variable materia seca digestible por hectárea, demostraron que existen diferencias estadísticamente significativas entre cultivares, en los ciclos de cultivo de soca, cuarto retoño, así como en el promedio de las cinco cosechas realizadas (tabla 3).

Con relación al promedio de materia seca digestible por hectárea, de las cinco cosechas, el cultivar C86-12 mostró los mejores resultados en el estudio, al superar las 12 t ha⁻¹, del mismo modo se destacaron por orden de rango el C90-317, C132-81, C89-176, My5514 y C137-81, al sobrepasar las 10 t ha⁻¹.

Esta variable es de gran importancia práctica, al indicar la cantidad real de nutrientes digestibles con los que se cuenta por unidad de superficie, para alimentar a los animales. Por tanto, los valores obtenidos en el estudio reafirman que la caña de azúcar, a pesar de ser un alimento de bajo contenido proteico, desbalanceado en minerales, con pobre contenido de grasa y ausencia de almidón para nutrir al animal (11) (12) (13) (1) (10) debe ser tomada en cuenta, pues no existe cultivo forrajero capaz de superar la cantidad de nutrientes digestibles, por unidad de superficie, como los que aporta este cultivo al balance forrajero.

Tabla 3. Materia seca digestible de los 11 cultivares en estudio por ciclos de cultivo

Cultivares	Materia seca digestible (t ha ⁻¹)					Promedio
	Planta	Soca	Retoño 2	Retoño 3	Retoño 4	
C86-12	19.77	15.43 ^a	11.21	10.07	4.44 ^{ab}	12.18 ^a
C90-530	17.45	12.73 ^{ab}	8.50	7.92	3.03 ^{ab}	9.93 ^{ab}
Co997	18.41	12.49 ^{ab}	9.41	7.47	1.74 ^b	9.92 ^{ab}
C132-81	20.32	13.18 ^{ab}	9.10	8.53	2.67 ^{ab}	10.76 ^{ab}
C137-81	20.48	12.6 ^{ab}	9.19	7.22	2.30 ^{ab}	10.36 ^{ab}
C86-503	16.49	9.35 ^{ab}	7.61	6.65	4.61 ^a	8.94 ^b
My5514	19.09	14.13 ^a	8.93	7.26	3.64 ^{ab}	10.61 ^{ab}
C90-501	19.53	12.71 ^{ab}	7.84	6.36	3.02 ^{ab}	9.89 ^{ab}
C90-317	19.69	14.33 ^a	10.32	7.74	4.26 ^{ab}	11.27 ^{ab}
C89-176	19.32	13.28 ^{ab}	9.68	8.69	2.54 ^{ab}	10.70 ^{ab}
C86-165	16.57	10.72 ^{ab}	9.33	8.34	2.64 ^{ab}	9.52 ^b
\bar{X}	18.83	12.81	9.19	7.84	3.17	10.37
Sig.	ns	*	ns	ns	*	*
± ES	0.36	0.36	0.27	0.33	0.21	0.19
CV	11.10	16.38	17.31	24.89	28.04	10.62

ns: no significativo, * Significativo Tukey (P< 0.5), ES: error estándar, CV: coeficiente de variación.

Además de los beneficios que reporta desde el punto de vista medioambiental, este cultivo contribuye a la conservación y mejoramiento de los suelos, también posee una alta fijación de CO₂ atmosférico, compuesto que va en detrimento de la capa de ozono y favorece el calentamiento global. Se puede agregar, además, que es un cultivo tolerante al estrés hídrico y al sobrehumedecimiento, condiciones que se auguran cada vez más frecuentes debido al cambio climático, palpable en la actualidad. Por todo ello, la caña de azúcar pudiera ser considerada un paliativo para mitigar los impactos del cambio climático en la ganadería.

CONCLUSIONES

- Los resultados de la producción de biomasa verde y seca demostraron que los mayores valores promedio, durante los cinco ciclos de cosecha evaluados, lo alcanzaron los cultivares C86-12, C90-317 y My5514, ya que superaron las 80 y 20 t ha⁻¹, respectivamente.
- Con relación a la materia seca digestible por hectárea, el cultivar C86-12, mostró los mejores resultados en el estudio, pues superó las 12 t ha⁻¹, también se destacaron, por orden de rango, el C90-317, C132-81, C89-176, My5514 y C137-81, al superar las 10 t ha⁻¹.
- La mayoría de los cultivares en estudio mostraron un valor promedio de materia seca digestible por hectárea muy positivo, que reafirma el buen potencial genético de este cultivo para ser utilizado en la producción de forraje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bastidas, L.; Rea, R.; De Sousa-Vieira, O.; Hernández, E. y Briceño, R. (2012). Análisis de variables agronómicas en cultivares de caña de azúcar con fines azucareros, paneleros y forrajeros. *Bioagro*, 24 (2), 12-16.
2. Santos, M.; Nussio, L.; Mourão, G.; Schmidt, P.; Mari, L.; Ribeiro, J.; *et al.* (2009). Nutritive value of sugarcane silage treated with chemical additives. *Sci. Agric.*, 66 (2), 159-163.
3. Rincón, E. (2005). Producción de leche de vacas mestizas de Criollo por Pardo Suizo y Holstein, mantenidas a potrero en el Estado Zulia. *Revista Agronomía Tropical*, 21 (3), 205-213.
4. Fernández, Y.; Hermida, Y.; Llanes, A.; Torres, I.; Montalván, J.; Noy, A.; *et al.* (2016). Durabilidad de la cepa de dos nuevos cultivares de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) forrajeros. Memorias del XX Congreso Científico Internacional del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. INCA 2016. Mayabeque, Cuba.
5. Hernández, J. A.; Pérez, J. J. M.; Bosch, I. D. y Castro, S. N. (2015). *Clasificación de los suelos de Cuba*. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA, 91 pp. ISBN: 978-959-7023-77-7. <http://ediciones.inca.edu.cu/>
6. Santana, I.; Santos, J.; Guillén, S.; Sánchez, M.; Velarde, E.; Jorge, H.; *et al.* 2014. *Instructivo Técnico para la Producción y Cultivo de la Caña de Azúcar*. Ed Pueblo y Educación. 203 pp.
7. A.O.A.C. (1995). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. (16th.ed.). Washington, E.U.A.: A.O.A.C.
8. Suárez, O.; Jorge, H.; García, H.; Jorge, I. y Felicia, M. (2006, octubre). *Varietades de caña de azúcar para la alimentación del ganado vacuno*. Documento presentado en el VI Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados de la Caña. Diversificación 2006. La Habana, Cuba.
9. SPSS/PC. Programa estadístico. Versión. 15.0. [Programa de computación]. (2006). [s.l.]: [s.n.].
10. Ruíz, L. (2012). Realidades y perspectivas del forraje de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la alimentación del ganado vacuno. *Ciencia y Tecnología Ganadera*, 6 (3), 123-146.
11. Stuart, R. 2002. Selección de variedades de caña de azúcar forrajeras. El aporte del Instituto de Ciencia Animal. Foro Internacional La caña de azúcar y sus derivados en la producción de leche y carne, La Habana.
12. Martín, P. (2005). El uso de la caña de azúcar para la producción de carne y leche. *Ciencia Agrícola*, 39 (2), 427-437.
13. Castro, H. S.; Andrade, L. A.; Botrel, E. P y Evangelista, A. R. (2009). Rendimientos agrícolas e forrageiros de três cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) em diferentes épocas de corte. *Ciência e Agrotecnologia*, 33 (5), 1336.