



Corpoica. Ciencia y Tecnología  
Agropecuaria

ISSN: 0122-8706

revista\_corpoica@corpoica.org.co

Corporación Colombiana de Investigación  
Agropecuaria  
Colombia

Rincón Castillo, Alvaro

Evaluación agronómica y nutricional de variedades de caña de azúcar con potencial  
forrajero en el Piedemonte Llanero

Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, vol. 6, núm. 2, julio-diciembre, 2005, pp. 60  
-68

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria  
Cundinamarca, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449945019007>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## ARTÍCULO TÉCNICO

Alvaro Rincón Castillo<sup>1</sup>

## ABSTRACT

**Title: Agronomic and nutritional evaluation of sugar cane varieties used as bovine forage resource at Piedemonte Llanero (Meta, Colombia)**

A complete random block experimental design was applied to planting and evaluating the following sugar cane varieties with three replications: República Dominicana 7511, Puerto Rico 1141, Cenicaña 8475, Mayari 5465, Africana 76F1556, Canal Point 821328, Ragnar, Janorú 6419, Sao Pablo 701284 and S-68. Cenicaña was the variety having the highest average growth over two years, during the four dry months (December, January, February and March), with 4.15 m during the first year and 3.03 m in the second year. The quantity of stems in 10 lineal m was biggest ( $P < 0.05$ ) in the Janorú 6419 variety, having 114 and 110 stems during the first and second years, respectively. The highest stem production ( $P < 0.05$ ) was obtained in the Cenicaña 8475 variety during the first year (66.7  $t \cdot ha^{-1}$ ). The Cenicaña 8475 and the Janorú 6419 varieties had the most yield during the second year of evaluation with 60.7 and 61.7  $t \cdot ha^{-1}$  stems, respectively. Leaf production was also significantly superior in the Cenicaña 8475 and Janorú 6419 varieties (an average of 15  $t \cdot ha^{-1}$  during the first year and 23  $t \cdot ha^{-1}$  in the second year for these two varieties). The varieties with the best sugar contents were Ragnar, Sao Pablo 701284 and Mayari 5465; however, the varieties having most biomass production (Cenicaña 8475 and Janorú 6419) also presented good sugar content when 18° and 19° Brix were applied, respectively. The nutritive quality of the leaves was similar for all varieties; raw protein varied between 5% and 8%, the highest value being obtained in the Janorú 6419 variety. Fibre was between 72% and 78% and 47% to 51% degradability.

**Key words:** sugar cane, biomass, Brix scale, nutritive quality.

Recibido: noviembre 20 de 2004.  
Aceptado: mayo 2 de 2005.

1. I.A., investigador, Programa de Fisiología y Nutrición Animal, CORPOICA, C.I. La Libertad. Apartado Aéreo 051, Villavicencio, Meta. e-mail: arincon@corpoica.org.co.

# Evaluación agronómica y nutricional de variedades de caña de azúcar con potencial forrajero en el Piedemonte Llanero

## RESUMEN

Las variedades de caña de azúcar República Dominicana 7511, Puerto Rico 1141, Cenicaña 8475, Mayari 5465, Africana 76F1556, Canal Point 821328, Ragnar, Janorú 6419, Sao Pablo 701284 y S-68, se establecieron y evaluaron en un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. Como promedio de las evaluaciones realizadas durante dos años, en los cuatro meses secos (diciembre, enero, febrero y marzo), la variedad con mayor altura fue la Cenicaña con 4.15 m en el primer año y 3.03 m en el segundo año. La cantidad de tallos en 10 m lineales fue más alto ( $P < 0.05$ ) en la variedad Janorú 6419 con 114 y 110 tallos en el año 1 y 2, respectivamente. La más alta producción de tallos ( $P < 0.05$ ) se obtuvo en la variedad Cenicaña 8475 en el primer año con 66.7  $t \cdot ha^{-1}$ . En el segundo año de evaluación, las variedades de mayor rendimiento fueron Cenicaña 8475 y Janorú 6419 con 60.7 y 61.7  $t \cdot ha^{-1}$  de tallos, respectivamente. La producción de hojas también fue superior significativamente en las variedades Cenicaña 8475 y Janorú 6419. Como promedio de estas dos variedades en el primer año produjeron 15  $t \cdot ha^{-1}$  y en el segundo año 23  $t \cdot ha^{-1}$ . Las variedades con mejores contenidos de azúcares fueron Ragnar, Sao Pablo 701284 y Mayari 5465; sin embargo las variedades de mayor producción de biomasa (Cenicaña 8475 y Janorú 6419) también presentan buen contenido de azúcares con 18° and 19° Brix, respectivamente. La calidad nutritiva de las hojas en términos de FDN, digestibilidad de la materia seca, fósforo y potasio es similar para todas las variedades; la proteína cruda varió entre 5 y 8% ( $P < 0.05$ ) obteniéndose el valor más alto en la variedad Janorú 6419. La fibra estuvo entre 72 y 78% y la degradabilidad entre 47 y 51%.

**Palabras clave:** caña de azúcar, biomasa, grados Brix, calidad nutritiva.

## INTRODUCCIÓN

EN LOS LLANOS ORIENTALES de Colombia la principal actividad agropecuaria es la ganadería, con mayor desarrollo de la ceba y el doble propósito en el Piedemonte de la cordillera oriental y la cría en la Altillanura y el Llano inundable. La distribución de las lluvias en esta región determina la estacionalidad en la producción, con problemas de baja disponibilidad y calidad de forraje en la época seca que va desde diciembre hasta marzo. Durante estos meses secos, la precipitación es de 243 mm en el Piedemonte y de 174 mm en la Altillanura. Este déficit hídrico hace que la productividad de las praderas se vea reducida, lo que tiene efectos negativos en los parámetros productivos del ganado.

En condiciones normales, los novillos de ceba tienen una ganancia de peso entre 400 y 500 g/animal/día, pero en la época seca estas ganancias se pueden reducir en más de un 50% afectando la rentabilidad de la actividad ganadera, especialmente por el mayor tiempo utili-

zado en la ceba de los animales. Por otra parte, dado el elevado costo de la tierra, especialmente en el Piedemonte Llanero y por el tamaño pequeño de las fincas como sucede en las de doble propósito, surge la necesidad de ofrecer a los productores alternativas de alimentación para los bovinos que permitan intensificar los sistemas de producción sin detrimento de los recursos naturales.

La utilización de cultivos forrajeros de alto rendimiento, ricos en energía y/o proteína constituye una alternativa viable de fácil aplicación para alimentar los animales durante la época seca, aumentar la capacidad de carga de la finca durante todo el año y complementar el forraje suministrado por las praderas. Uno de estos cultivos con grandes posibilidades para ser usado por los productores de la región es la caña de azúcar.

La caña de azúcar es una planta perenne con alta producción de hojas y de tallos que en su madurez tiene la

mitad de su biomasa en forma de azúcares (Preston, 1993). Esta planta es el más eficiente colector de energía solar que es almacenada en grandes cantidades de biomasa en forma de fibra y azúcares (Ordóñez, 1996). Debido a su amplia distribución en el trópico, su alta productividad, resistencia a la sequía y a las plagas, tiene gran potencial para la alimentación de monogastricos y rumiantes (Vieira, 1997).

Al mejorar el potencial productivo del ganado Cebú comercial por medio del cruzamiento con razas cárnica especializadas, para ofrecer un producto más competitivo en los mercados nacionales e internacionales, se crea la necesidad de aumentar la capacidad de carga, mejorar la calidad y reducir el tiempo y costo de la fase de ceba de los animales. En la mayoría de los casos no es posible lograr estas metas bajo las condiciones actuales de las praderas en los Llanos Orientales de Colombia, que con buen manejo soportan una carga promedia en el año de 1.5 animales/ha y tienen una productividad en carne de 250 kg·ha<sup>-2</sup> por año. La caña de azúcar en forma integral, junto con una leguminosa forrajera, se constituyen como una alternativa importante para mejorar dichos parámetros productivos en los diferentes sistemas ganaderos de la región.

Evaluaciones realizadas con el cultivo de la caña de azúcar en la alimentación animal han concluido que este es el cultivo tropical que ofrece las mejores perspectivas para la ceba intensiva de bovinos (Botero y Preston, 1989) debido a su alta producción de biomasa (200 t·ha<sup>-1</sup> de forraje verde en el Valle del Cauca), fácil fraccionamiento en jugo, bagazo y cogollo; siendo el primero, un alimento con potencial energético similar al grano de cereales y el forraje fresco residual (bagazo y cogollo) comparable a las gramíneas utilizadas para corte como pasto King Grass, Elefante o Imperial. Otra posibilidad es utilizarla como caña integral (tallos y hojas) alcanzando consumos por el animal de hasta 7 kg de forraje verde por cada 100 kg de peso vivo por día (Botero, 1993).

El cogollo de la caña es un subproducto de la elaboración de la panela o de mieles, que puede ser utilizado en la alimentación de bovinos suministrándolo fresco o ensilado, al cual debe adicionársele otros suplementos que aporten los nutrientes para obtener dietas balanceadas que llenen los requerimientos nutricionales de los animales y permitan

tener ganancias de peso a un costo razonable (Sánchez *et al.*, 1997).

En cebas intensivas o semi-intensivas de novillos, y en producción de leche en ganado de doble propósito, la suplementación con caña junto con una leguminosa como *Cratylia argentea*, han permitido incrementos significativos de producción (Argel y Lascano, 1998), y en algunos países de Centro América como Costa Rica y Nicaragua, han reemplazado a los concentrados en la época seca.

Con el propósito de ofrecer al productor alternativas rentables de alimentación complementaria al ganado bovino con cultivos forrajeros, se estableció un experimento en el C.I. La Libertad para evaluar diez variedades de caña de azúcar y seleccionar las que muestren características agronómicas sobresalientes en condiciones del Piedemonte Llanero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

El experimento se estableció en Centro de Investigación La Libertad, de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -CORPOICA-, ubicado en el municipio de Villavicencio (Meta) a 9°6' de latitud norte y 73°34' de longitud oeste; a una altura de 330 msnm., con una precipitación anual de 2.800 mm, temperatura promedia de 26°C y una humedad relativa de 85% en la época lluviosa y 65% en la época seca. Los suelos son de terraza alta y se caracterizan por ser oxisoles, con bajos contenidos de nutrientes especialmente fósforo, calcio, magnesio, potasio, y zinc (Tabla 1).

### Variedades de caña evaluadas

Las variedades incluidas en el experimento fueron: República Dominicana 7511, Puerto Rico 1141, Cenicaña 8475, Mayarí 5465, Africana 76F1556, Canal Point 821328, Ragnar, Janorú 6419, Sao Pablo 701284 y S-68.

### Diseño experimental

El experimento se estableció en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. El área de cada unidad experimental fue de 120 m<sup>2</sup> (10 X 12 m). En cada parcela se establecieron 12 surcos con una longitud de 10 m.

### Establecimiento

La preparación de los suelos se hizo con un pase de cincel vibratorio y dos pases de rastra. La siembra se realizó al

**Tabla 1.** Características químicas del suelo de terraza alta en donde se estableció el experimento. C.I. La Libertad, Villavicencio, Meta.

Parámetro	Valor
Textura	FArA
pH	4.7
Materia Orgánica (%)	2.3
Fósforo (ppm)	3.0
Aluminio (me/100 g)	2.4
Calcio (me/100 g)	0.55
Magnesio (me/100 g)	0.17
Potasio (me/100 g)	0.06
Hierro (ppm)	24.0
Boro (ppm)	0.20
Cobre (ppm)	0.40
Manganese (ppm)	5.0
Zinc (ppm)	0.4
Saturación de bases (%)	24
Saturación de aluminio (%)	71

chorrillo continuo en surcos separados a un metro. El material de siembra utilizado fue trozos de caña con tres yemas, el cual recibió un tratamiento de desinfección con 50 g de Mancozeb y 50 cc de Furadan 50, disueltos en 20 litros de agua (Rodríguez, 1997). Para la siembra del experimento se utilizaron 2.5 toneladas de trozos caña, los cuales fueron sumergidos en una caneca que contenía 100 litros de la solución mencionada, por un período de 5 minutos y luego se distribuyeron en el surco de siembra.

### Fertilización

En el momento de la siembra se aplicó en el fondo del surco 250 kg·ha<sup>-1</sup> de cal dolomítica y 250 kg·ha<sup>-1</sup> de roca fosfórica. Estos fertilizantes aportaron 50 kg·ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 25 kg·ha<sup>-1</sup> de Mg y 150 kg·ha<sup>-1</sup> de Ca. Al mes de realizada la siembra, se aplicó en banda 100 kg·ha<sup>-1</sup> de superfosfato triple (45 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 100 kg·ha<sup>-1</sup> de cloruro de potasio (60 kg de K<sub>2</sub>O) y 100 kg·ha<sup>-1</sup> de urea (46 kg de N). Cuando el cultivo tenía cuatro meses de edad se hizo otra aplicación con las mismas cantidades de urea y cloruro de potasio que se emplearon en la primera aplicación.

En el primer mes de establecimiento se realizó control manual de malezas. En ningún momento se hizo control de plagas ni enfermedades. Al mes de realizado el corte, se aplicó en banda la fertilización de mantenimiento con 50 kg de

**Tabla 2.** Parámetros de desarrollo agronómico de 10 variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, durante los cuatro meses secos del primer año, en condiciones de terraza alta del Piedemonte Llanero.

Variedad	Altura de planta (m)	Cantidad de tallos (No./10 m)	Longitud del tallo (m)	Longitud del entrenudo (cm)	Diámetro del tallo (mm)
Cenicaña 8475	4.15 a	105.5 ab	2.32 ab	14.80 a	24.3 bc
Rep. Dominicana 7511	3.63 b	62.9 ef	2.45 a	12.66 b	26.7 ab
Mayarí 5465	3.48 b	90.5 bc	1.97 b	11.60 bc	24.8 abc
Africana 76F1556	3.34 bc	84.3 cd	1.98 b	11.46 bc	25.9 abc
Ragnar	3.30 bc	80.9 cde	1.90 bc	11.60 bc	23.1 cd
Janorú 6419	3.23 bc	114.7 a	1.82 bcd	10.06 cd	24.2 bc
Pto. Rico 1141	3.22 bc	49.1 fg	2.04 b	12.46 b	24.8 abc
S-68	2.99 cd	40.0 g	2.02 b	10.86 bcd	27.8 a
Sao Pablo 701284	2.95 cd	108.9 ab	1.64 cd	9.13 de	20.8 d
Canal Point 821328	2.68 d	68.3 def	1.59 d	7.20 e	27.6 a
D.M.S	0.47	20.11	0.33	2.09	3.13
C. V (%)	12.26	21.50	12.86	15.97	10.65

Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ( $P<0.05$ ) según la prueba de Tukey.

superfosfato triple, 50 kg de cloruro de potasio y 100 kg de urea por hectárea.

### Evaluaciones

La siembra se realizó en mayo y la primera evaluación de producción fue en diciembre cuando el cultivo tenía siete meses y luego se continuó cada mes hasta marzo (octavo, noveno y décimo mes de edad), cubriendo así toda la época seca. Para esta evaluación, en cada mes se cortaron dos surcos de cada parcela, hasta completar ocho surcos cosechados dejando cuatro surcos sin cosechar (dos a cada orilla). En cada corte, las evaluaciones que se realizaron fueron las siguientes: Altura de planta (m), número de tallos (tallos/surco en 10 m), longitud de tallos (m), longitud del entrenudo (cm) diámetro de tallo (mm), producción de tallos ( $t\cdot ha^{-1}$ ), producción de hojas ( $t\cdot ha^{-1}$ ), materia seca de hojas

(%), contenido de azúcares en el tallo (Grados Brix).

Para la evaluación de la calidad nutritiva de las hojas se tuvo en cuenta la proteína cruda determinada mediante Micro-Kjeldahl, Fibra en Detergente Neutro (FDN) (Van Soest y Wine, 1967) y la digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) en bolsa de nylon utilizando animales fistulados. El contenido de fósforo y azufre se analizó mediante colorimetría, el potasio, calcio, magnesio, se determinó mediante espectrofotometría de absorción atómica.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Desarrollo agronómico

Durante el primer año del experimento, se evaluaron diez variedades de caña sobre las cuales se midieron diferentes

parámetros de desarrollo agronómico, observándose diferencias significativas entre todas las variedades evaluadas ( $P<0.05$ ) (Tabla 2).

Como promedio de los cuatro meses de evaluación en la época seca, la altura de las 10 variedades estuvo entre 2.68 y 4.15 m; la variedad más alta en el primer año fue Cenicaña 8475, con diferencias significativas ( $P<0.05$ ) sobre las restantes. A esta variedad le siguieron República Dominicana 7511 con 3.63 m y Mayarí 5465 con 3.48 m. Las variedades de menor altura fueron Canal Point 821328, Sao Pablo 701284 y S-68 con 2.68, 2.95 y 2.99 m, respectivamente.

Las variedades más altas, Cenicaña 8475 y República Dominicana 7511, presentaron el tallo de mayor longitud, con 2.32 y 2.45 m, respectivamente. Igualmente, las de menor altura, Canal Point 821328 y Sao Pablo 701284, desarrolla-

**Tabla 3.** Parámetros de desarrollo agronómico de 10 variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, durante los cuatro meses secos del segundo año, en condiciones de terraza alta del Piedemonte Llanero.

Variedad	Altura de planta (m)	Cantidad de tallos (No./10m)	Longitud del tallo (m)	Longitud del entrenudo (cm)	Diámetro del tallo (mm)
Cenicaña 8475	3.03 a	87.7 b	1.25 ab	10.50 a	24.6 ab
Rep. Dominicana 7511	2.75 ab	49.6 e	1.40 a	8.00 b	25.9 ab
Africana 76F1556	2.64 ab	49.2 e	1.00 bc	7.66 b	26.0 ab
Janorú 6419	2.58 abc	110.1 a	1.24 ab	9.58 ab	23.1 b
Sao Pablo 701284	2.50 bc	79.3 bc	0.95 bc	7.75 b	23.8 ab
Mayarí 5465	2.39 bc	67.4 cd	1.08 b	8.33 b	24.8 ab
Ragnar	2.30 bc	48.7 e	0.98 bc	8.50 b	24.4 ab
Canal Point 821328	2.10 c	56.0 cd	0.76 c	5.33 c	27.2 a
D.M.S.	0.50	14.26	0.29	2.07	3.87
C.V. (%)	15.70	16.39	21.25	19.89	12.21

Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ( $P<0.05$ ) según la prueba de Tukey.

ron el tallo más corto con 1.59 y 1.64 m. respectivamente. El mismo comportamiento se obtuvo con la longitud del entrenudo, las variedades de entrenudo más largo fueron la Cenicaña 8475 y la República Dominicana 7511 con 14.80 y 12.66 cm respectivamente, mientras que las variedades Canal Point 821328 y Sao Pablo 701284 presentaron los valores más bajos con de 7.2 y 9.1 cm.

El número de tallos en un surco de 10 metros lineales (m), presentó una gran variación entre todas las variedades porque de 114 tallos en la variedad Janorú 6419, se pasó a sólo 40 tallos en la variedad S-68 que fue la del menor número de tallos. El diámetro del tallo varió entre 20.8 y 27.8 mm. En este parámetro es importante mencionar que dos de las variedades de menor altura, la S-68 y la Canal Point 821328, fueron las del tallo más grueso.

En las evaluaciones agronómicas realizadas en la época seca del segundo año (Tabla 3) se conservó la misma tendencia del año 1: la variedad Cenicaña 8475 se destacó por su buen desarrollo en altura y longitud del entrenudo, la variedad Janorú 6419, por mayor cantidad de tallos y la variedad Canal Point 821328 por la menor longitud y mayor diámetro del tallo. Sin embargo, las variedades que en forma conjunta se destacaron en todos los parámetros de desarrollo agronómico fueron la Cenicaña 8475 y la Janorú 6419.

Al comparar los datos de los dos años de evaluación, se encontró que en el segundo año los parámetros agronómicos de todas las variedades, fueron menores con respecto al primer año. En el segundo año, los valores de la altura de la planta, el número de tallos, la longitud del tallo y la longitud del entrenudo fueron 75.8, 76.6, 55.3 y 74.2 % respectivamente, de los valores observados en el primer año. El experimento se estableció en un suelo representativo de los oxisoles de los Llanos Orientales de Colombia, en donde la alta saturación de aluminio y baja saturación de bases son fundamentales para la selección de materiales adaptados a estas condiciones limitantes. Esto pudo influir para que todas las variedades presentaran menor desarrollo agronómico con el paso del tiempo y la desaparición de las variedades Puerto Rico 1141 y la S-68. Es probable que mejorando la fertilidad del suelo con mayores aplicaciones de cal dolomítica antes de la siembra, que permita aumentar la saturación de bases

y disminuir la toxicidad de aluminio, y la aplicación de fertilizantes con niveles adecuados que compensen lo extraído por el cultivo, se logre mayor persistencia y productividad del cultivo de la caña de azúcar.

#### Producción de biomasa

En los dos años de evaluación se presentaron diferencias significativas ( $P<0.05$ ) en la producción de biomasa de todas las variedades evaluadas. En el primer año, la producción de tallos estuvo entre 26.55 y 66.70 t·ha<sup>-1</sup> y en el segundo año entre 14.66 y 61.75 t·ha<sup>-1</sup> (Tabla 4). La variedad que presentó mayor producción de tallos en el primer año fue la Cenicaña 8475 con 66.7 t·ha<sup>-1</sup>, en orden le siguieron la República Dominicana 7511, Ragnar, Mayarí 5465 y Janorú 6419, con 53.5, 50.83, 52.15 y 50.03 t·ha<sup>-1</sup>, respectivamente. En el segundo año, además de Cenicaña 8475 sobresalió la Janorú 6419, con 61.74 t·ha<sup>-1</sup>, estas dos variedades fueron superiores significativamente sobre las demás, con producciones promedias de tallos 64 y 56 t·ha<sup>-1</sup> respectivamente durante los dos años de evaluación. Las variedades menos productivas fueron la S-68 y Puerto Rico en el primer año, en el segundo año, estas no persistieron. Ragnar fue una de las variedades con mayor producción de tallos en el primer año, sin embargo, en el segundo año fue la de producción más baja con 14.66 t·ha<sup>-1</sup>.

En la producción de hojas, la variedad Cenicaña 8475 sobresalió significativamente ( $P<0.05$ ) sobre las demás con 19.8

y 25.5 t·ha<sup>-1</sup> de forraje verde durante los dos años. Otras variedades con buenas producciones de hoja fueron la Janorú 6419, Sao Pablo 701284, y Africana, con 10 a 13 t·ha<sup>-1</sup> en el primer año y entre 15 y 21 t·ha<sup>-1</sup> en el segundo año.

La materia seca de las hojas presentó la misma tendencia durante los dos años de evaluación, las variedades Janorú 6419 y Ragnar se destacaron con los valores más altos ( $p<0.05$ ) con 44 a 48%.

Las variedades más productoras de biomasa (hojas y tallos) durante el primero y segundo año, fueron Cenicaña 8475 con 86.5 y 86.2 t·ha<sup>-1</sup> y la Janorú 6419 con 60 y 83 t·ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 1). Estos resultados concuerdan con los obtenidos en banco de sabana de Arauca, en donde las variedades Cenicaña 8475 y Janorú 6419 se destacaron por sus características forrajeras, con una producción total de forraje verde de 251 y 127 t·ha<sup>-1</sup> respectivamente (Rendón, 1999).

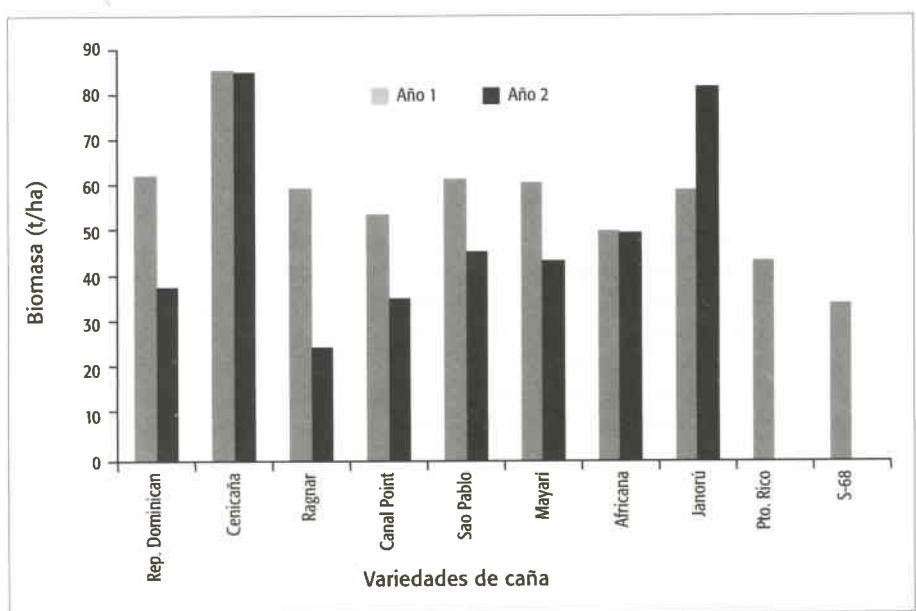
Otras variedades en las que la producción no decayó drásticamente en el segundo año fueron la Sao Pablo 701284 y la Mayarí 5465, las cuales produjeron en el primer año 62 t·ha<sup>-1</sup> y en el segundo año 45 t·ha<sup>-1</sup>.

La producción promedia de biomasa de todas las variedades en el primer año de evaluación fue más alta en febrero y marzo con 58.4 y 63.7 t·ha<sup>-1</sup> lo cual se explica por la buena disponibilidad de agua en estos meses tradicionalmente secos, la precipitación fue de 151 y 256 mm en febrero y marzo, mientras que en diciembre y enero solo fue de 4 y 10

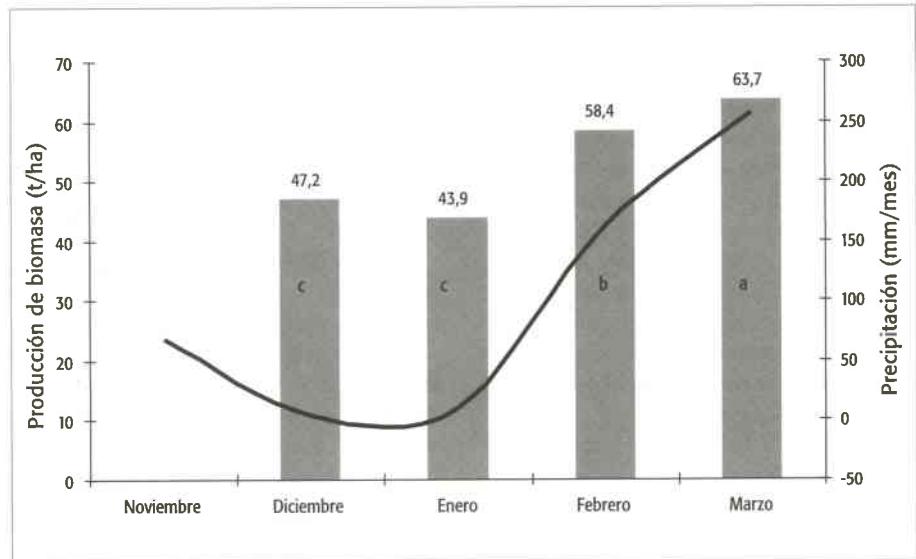
**Tabla 4.** Parámetros de producción de 10 variedades de caña de azúcar con potencial forrajero durante dos años, en condiciones de una terraza alta del Piedemonte Llanero.

Variedad	Producción de tallos (t·ha <sup>-1</sup> )		Producción de hojas (t·ha <sup>-1</sup> )		Materia Seca de hojas (%)	
	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2
Cenicaña 8475	66.7 a	60.7 a	19.8 a	25.5 a	42.3 ab	42.7 abc
Rep. Dominicana 7511	53.5 b	27.8 b	9.9 cd	10.6 c	39.4 bcd	42.5 ab
Mayarí 5465	52.1 b	33.9 b	9.8 cd	10.7 c	40.8 abcd	43.1 abc
Ragnar	50.8 b	14.6 c	9.8 cd	10.6 c	44.4 a	46.3 a
Janorú 6419	50.0 b	61.7 a	10.0 cd	21.3 ab	48.4 a	46.0 a
Sao Pablo 701284	49.1 bc	31.1 b	13.5 b	15.2 bc	41.6 abc	40.4 c
Canal Point 821328	46.6 bcd	27.8 b	8.3 cd	8.1 c	37.8 cd	41.2 c
Africana 76F1556	39.4 cd	34.8 b	11.7 bc	15.9 abc	37.5 d	42.4 abc
Pto. Rico 1141	37.2 d	-	6.9 d	-	41.0 abcd	
S-68	26.55 e	-	8.1 d	-	38.6 bcd	
D.M.S.	10.45	11.74	3.40	10.05	4.06	4.39
C. V. (%)	18.84	25.29	26.54	53.74	8.47	7.81

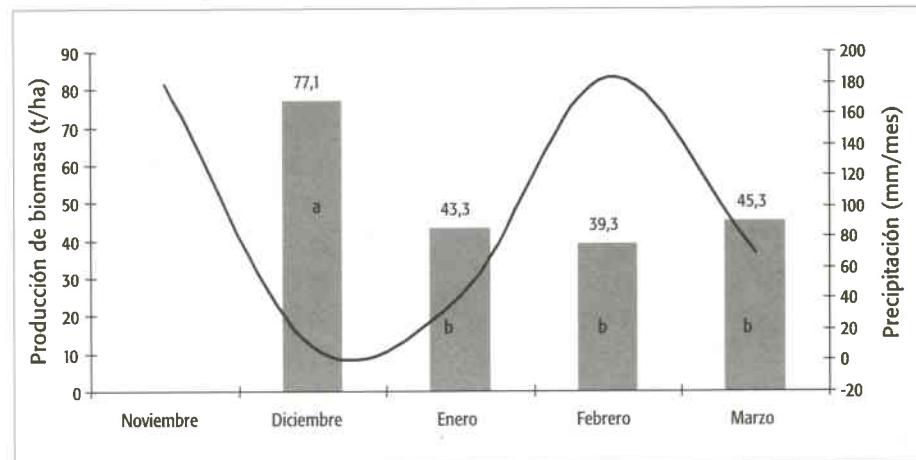
Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ( $P<0.05$ ) según la prueba de Tukey.



**Figura 1.** Producción de biomasa de diez variedades de caña de azúcar con potencial forrajero durante dos años. Piedemonte Llanero.



**Figura 2.** Relación entre producción de biomasa de variedades de caña de azúcar en los meses secos del año 1 (1998) y la precipitación mensual en el Piedemonte Llanero. Letras iguales en las barras no difieren significativamente ( $P<0.05$ ) según Tukey.



**Figura 3.** Relación entre producción de biomasa de variedades de caña de azúcar en los meses secos del año 2 (1999) y la precipitación mensual en el Piedemonte Llanero. Letras iguales en las barras no difieren significativamente ( $P<0.05$ ) según Tukey.

mm, que influyó en la menor producción de biomasa ( $P<0.05$ ) con 47.2 y 43.9 t·ha<sup>-1</sup> respectivamente (Figura 2).

En el segundo año la producción promedio de todas las variedades, fue más alta en el mes de diciembre con 77 t·ha<sup>-1</sup>, aunque en este mes sólo se presentaron 8.7 mm de precipitación, en el mes anterior las lluvias alcanzaron 180 mm, 2.5 veces más que la precipitación de noviembre del año anterior. En los tres meses siguientes la producción de biomasa se redujo casi en un 50% ( $P<0.05$ ), especialmente durante el mes de febrero (39.3 t·ha<sup>-1</sup>), a pesar de la buena disponibilidad de agua en este mes (Figura 3).

Debe considerarse que aunque la distribución de la precipitación fue diferente, la cantidad de agua lluvia en este período, fue similar en los dos años (500 mm en el año 1 y 480 en el año 2). Se observó que en el período de cosecha entre diciembre y marzo del año 1, la producción de biomasa aumentó proporcionalmente a la precipitación, mientras que en el segundo año la producción de biomasa se mantuvo en un promedio de 42 t·ha<sup>-1</sup> durante enero, febrero y marzo, sin presentarse respuesta a la disponibilidad de agua, obteniéndose una reducción en la producción de biomasa de 13 t·ha<sup>-1</sup> con respecto al año 1.

Durante todo el desarrollo vegetativo del cultivo hasta en momento de la cosecha del año 1 (junio a diciembre), el cultivo tuvo una disponibilidad de agua lluvia de 1.532 mm, un brillo solar de 1.111 horas y una temperatura de 26°C, en tanto en el año 2, la precipitación en este período fue de 1457 mm, el brillo solar de 1149 horas y la temperatura de 25.8°C, por lo tanto, las principales condiciones climáticas que pudieron influir en la producción del cultivo fueron similares. Ante estas circunstancias, es probable que la principal causa de la reducción en la producción de biomasa en el año 2 haya sido debida a problemas en la nutrición mineral del cultivo. La aplicación de 250 kg·ha<sup>-1</sup> de cal dolomítica y 250 kg·ha<sup>-1</sup> de roca fosfórica en el momento de la siembra, son bajas cantidades que se utilizaron con el fin de seleccionar variedades que se adaptaran a condiciones de alta saturación de aluminio y baja saturación de bases, lo cual se logró con las variedades Cenicaña 8475 y Janorú 6419 al obtener rendimientos superiores a 80 t·ha<sup>-1</sup> de biomasa verde a los 7 meses de edad, mientras que una gramínea de pastoreo como *Brachiaria decumbens* bien mane-

jado en cuanto a fertilización y manejo animal puede producir 28 t·ha<sup>-1</sup> en el mismo período.

Sin embargo, es necesario incrementar y mantener los rendimientos a través de los cortes del cultivo de la caña de azúcar, mejorando las condiciones de fertilidad de los suelos, para lo cual se debe determinar los niveles de fertilización que permitan obtener la mejor respuesta biológica y económica del cultivo.

En el suelo seleccionado para la realización del experimento, la saturación de bases que antes de la aplicación de las enmiendas y fertilizantes se encontraba en 24%, es baja para el desarrollo de cualquier cultivo; por consiguiente, es necesario incrementarla a valores cercanos al 50%, lo cual se logrará con la aplicación de 1 t·ha<sup>-1</sup> de cal dolomítica (con una C.I.C. del suelo de 3.3) que además de aportar calcio también contribuye a mejorar la disponibilidad de magnesio para el cultivo.

Por otra parte, el nitrógeno es el elemento más importante en la nutrición de mineral de gramíneas forrajeras, no sólo para el buen desarrollo del cultivo, sino también para mejorar el contenido de proteína en el forraje que consumirá el animal. Por lo tanto, toma gran importancia la fertilización de mantenimiento con este nutriente, especialmente en condiciones de estos suelos bajos en contenidos de materia orgánica, para nuestro caso, la materia orgánica del suelo era de 2.3% que aportó 46 kg·ha<sup>-1</sup> de N y la fertilización de mantenimiento (aplicada después del primer corte) fue de 46 kg·ha<sup>-1</sup> de la cual se asume que sólo 23 kg fue aprovechada por el cultivo (eficiencia del fertilizante urea es de 50%). Con una producción promedio de biomasa verde promedia de 51 t·ha<sup>-1</sup> durante el segundo año, la extracción de N por el cultivo fue de 160 kg·ha<sup>-1</sup> aproximadamente, en tanto el N aportado por el suelo y por el fertilizante fue de 69 t·ha<sup>-1</sup> lo cual permite concluir que para suplir el N extraído por el cultivo sería necesario incrementar al fertilización nitrogenada de mantenimiento en 90 kg·ha<sup>-1</sup> de N.

#### Contenido de azúcares

Los sólidos totales (grados Brix) presentes en el jugo de la caña, se midieron con un refractómetro de mano, en el cuarto entrenudo hacia arriba de la base del tallo y en el cuarto entrenudo hacia abajo de la parte apical del tallo. Este es un indicativo de la madurez de la caña (Rincón *et al.*, 1982). La concentración de

**Tabla 5.** Contenido de azúcares (grados Brix) en 10 variedades de caña de azúcar con potencial forrajero. Promedio de cuatro meses de la época seca de dos años en el Piedemonte Llanero.

Variedad	grados Brix Año 1			grados Brix Año 2		
	Base tallo	Ápice tallo	Relación ápice/base	Base tallo	Ápice tallo	Relación ápice/base
Ragnar	22.04 a	17.8 a	0.809	19.9 a	15.7 b	0.787
Pto Rico 1141	20.3 ab	16.9 ab	0.835	-	-	-
Mayarí 5465	20.1 ab	13.7 bc	0.682	19.6 a	13.6 b	0.692
Canal Point 821328	20.0 ab	12.1 c	0.608	20.2 a	15.1 ab	0.747
Janorú 6419	19.8 ab	11.9 cd	0.600	18.5 ab	14.1 b	0.763
Sao Psabio 701284	19.7 ab	13.2 bc	0.669	19.9 a	18.2 a	0.914
Africana 76F1556	19.5 ab	13.7 bc	0.700	19.0 ab	13.8 b	0.726
R. Dominicana 7511	17.7 b	16.2 ab	0.914	19.6 a	14.3 b	0.729
Cenicaña 8475	17.4 b	14.3 b	0.824	16.8 b	13.2 b	0.786
S-68	16.6 c	10.3 d	0.619	-	-	-
D.M.S.	2.4	1.2		2.5	3.5	
C.V (%)	12.70	10.55		20.12	18.73	

Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ( $P<0.05$ ) según la prueba de Tukey.

sacarosa comienza de abajo hacia arriba en la planta de caña.

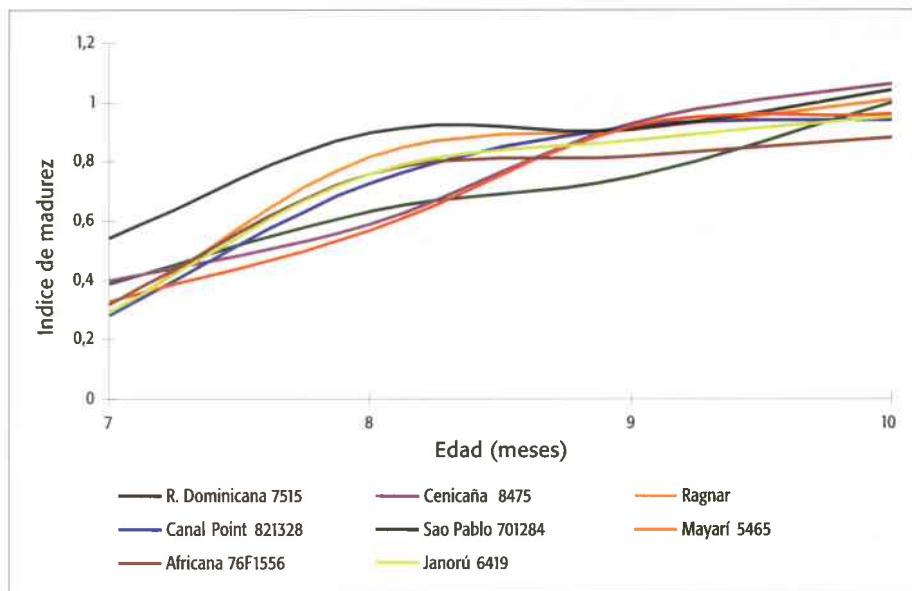
Los grados Brix de las 10 variedades de caña evaluadas en los cuatro meses secos del primer año, en la base del tallo presentaron una variación significativa ( $P<0.05$ ) entre un valor mínimo de 16.6 en la variedad S-68 y un valor alto de 22.02 correspondiente a la variedad Ragnar; sin embargo, otras variedades como Sao pablo 701284, Mayarí 5465, Janorú 6419, Puerto Rico 1141, Canal point 821328 y Africana 76F1556 presentaron valores superiores a los 19 grados Brix. En la parte apical del tallo los valores de grados Brix conservaron la misma tendencia presentada en la base del tallo y estuvieron entre 10.28 y 17.84 correspondientes a las variedades S-68 y Ragnar, respectivamente (Tabla 5).

En la época seca del segundo año se presentó el mismo comportamiento en el contenido de azúcar en las variedades evaluadas. En la base del tallo se presentaron diferencias significativas entre la variedad Cenicaña 8475 (16.8 grados Brix) y las otras variedades (19.5 grados Brix en promedio), en tanto que en el ápice del tallo la variedad Sao Pablo 701284 fue superior a las demás variedades con 18.2 grados Brix. La variedad con más contenido de azúcares, tanto en la base como en la parte apical, fue Sao Pablo 701284 y la variedad con menor contenido de azúcares fue Cenicaña 8475.

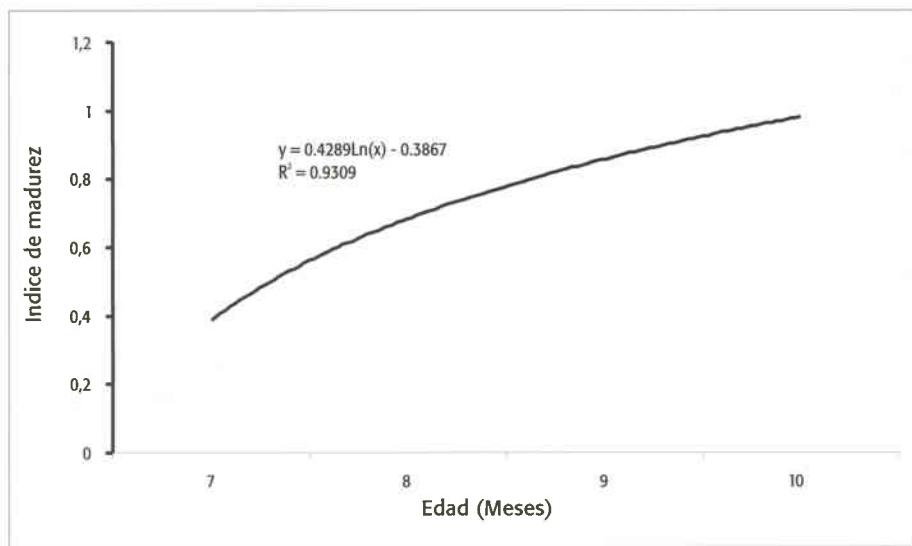
El índice de madurez se obtiene relacionando los grados Brix de la parte apical con los grados Brix de la base del

tallo; sirve para determinar cuándo una caña está en condiciones óptimas de madurez para ser cortada, para lo cual el índice de madurez debe estar en 0.95 (Rincón *et al.*, 1982). Teniendo en cuenta estas consideraciones, en la Figura 4 se puede apreciar el cambio en el índice de madurez de las variedades de caña desde la edad de siete meses hasta los 10 meses, encontrándose que este parámetro fue aumentando con el paso del tiempo. En el séptimo mes todas las variedades presentaron un índice de madurez entre 0.3 y 0.4, solamente la variedad Sao Pablo 701284 se acercó a 0.6. En el octavo mes las variedades Cenicaña 8475, Mayarí 5465 y República Dominicana 7511 presentaron un índice de madurez de 0.6 en tanto las otras variedades estuvieron entre 0.7 y 0.8. En el noveno mes la mayoría de las variedades presentaron valores cercanos a 0.8 y en el décimo mes entre 0.9 y 1.0.

Se apreció que cuando cumplieron una edad de 10 meses, el 50 % de las cañas evaluadas (Cenicaña 8475, Ragnar, República Dominicana 7511, Sao Pablo 701284) presentaron un índice de madurez de 1; por consiguiente, la caña presentó madurez uniforme encontrándose en condiciones óptimas para la cosecha, porque cuando el valor del índice de madurez es mayor que 1 comienza el proceso de inversión de la sacarosa, transformándose en levulosa y dextrosa (azúcares reductores) bajando la calidad de los jugos (Rincón *et al.*, 1982). El otro 50% (Canal Point 821328, Mayari 5465, Janorú 6419, Africana 76F1556) presentó



**Figura 4.** Variación del índice de madurez de variedades de caña de azúcar desde los 7 hasta los 10 meses de edad. Piedemonte Llanero.



**Figura 5.** Relación entre edad e índice de madurez de la caña de azúcar en el Piedemonte Llanero.

**Tabla 6.** Calidad nutritiva de las hojas de 10 variedades de caña con potencial forrajero en el Piedemonte Llanero.

Variedad	PC	FDN	DISMS	P	K	Ca	Mg	S
Janorú 6419	8.3 a	71.8 a	51.2 a	0.19 a	0.84 a	1.47 ab	0.10 ab	0.09 ab
S-68	7.7 ab	77.4 a	47.8 a	0.17 a	1.05 a	2.36 a	0.14 a	0.08 ab
Canal Point	7.3 b	75.2 a	49.5 a	0.16 a	0.98 a	0.59 bc	0.07 ab	0.07 ab
Rep. Dominicana 7511	7.1 b	76.4 a	47.7 a	0.13 a	0.92 a	0.48 bc	0.10 ab	0.06 ab
Cenicaña 8475	6.6 c	77.8 a	48.5 a	0.19 a	0.85 a	0.55 bc	0.09 ab	0.11 a
Ragnar	6.6 c	75.4 a	47.5 a	0.15 a	0.79 a	0.55 bc	0.11 ab	0.07 ab
Sao Pablo 701284	6.0 cd	75.6 a	50.2 a	0.19 a	1.07 a	1.84 a	0.10 ab	0.06 ab
Pto. Rico1141	5.7 d	76.6 a	48.9 a	0.12 a	0.94 a	2.16 a	0.10 ab	0.05 ab
Africana	5.6 d	75.4 a	48.3 a	0.12 a	0.68 a	1.52 ab	0.10 ab	0.07 ab
Mayari 5465	5.0 e	73.4 a	49.4 a	0.11 a	0.90 a	0.32 c	0.06 b	0.05 b
Requerimientos*				0.23	0.65	0.30	0.10	0.10
D.M.S.	1.2	6.3	10.1	0.08	0.5	1.14	0.07	0.05
C.V. (%)	7.1	8.3	5.1	13.8	13.6	23.7	17.8	19.5

\*Adaptado de McDowell, 1983 (son los requerimientos de ganado de ceba según el National Research Council de los EUA). FDN: Fibra en Detergente Neutro. DISMS: Digestibilidad *in situ* de la Materia Seca. Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ( $P<0.05$ ) según la prueba de Tukey.

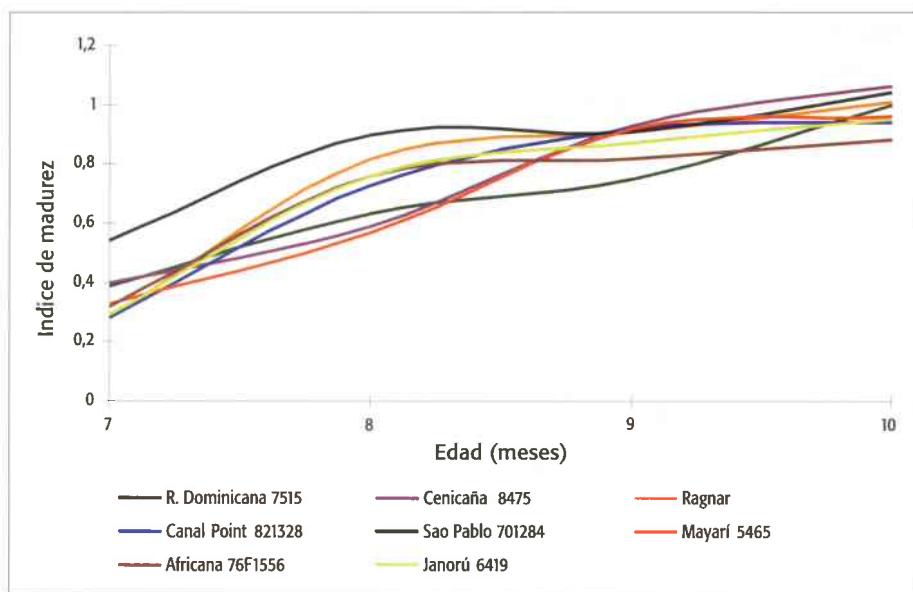
un índice de madurez entre 0.88 y 0.95, lo cual significa que estas variedades pueden demorar un tiempo más para ser cortadas sin llegar a presentarse inversión de la sacarosa.

La variación del contenido de azúcar a través del tiempo, representado en el índice de madurez de las diez variedades de caña de azúcar evaluadas durante los cuatro meses de la época seca, fue de 0.34, 0.76, 0.90 y 0.91 en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo respectivamente, presentándose alta correlación entre edad y contenido de azúcares ( $R^2=0.93$ ) (Figura 5).

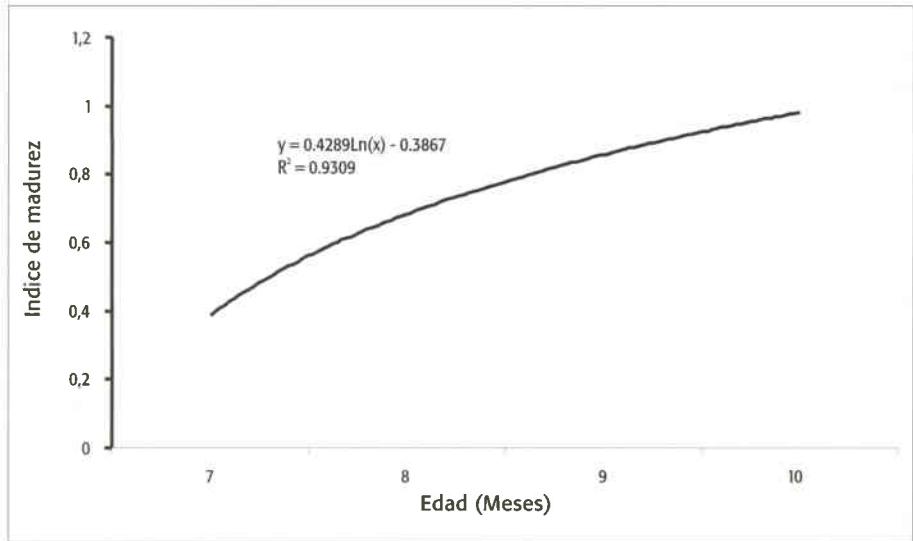
#### Calidad nutritiva de las hojas

Cuando las variedades de caña tenían una edad de ocho meses se realizó un muestreo de hojas para cuantificar el contenido de proteína cruda, fibra en detergente neutro (FDN), digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) y algunos minerales. El contenido de proteína cruda, como cualquier gramínea tropical, es bajo (Hopkinson y Miller, 2000). Este valor varió entre 5.0 y 8.3 ( $P<0.05$ ), correspondiendo el más alto a la variedad Janorú 6419 y el más bajo a la variedad Mayari 5465 (Tabla 6). Los contenidos de FDN estuvieron entre 72 y 78% y la digestibilidad entre 47.5 y 51% sin presentar diferencias significativas entre las variedades.

El contenido de fósforo es bajo en todas las variedades de caña evaluadas. Las variedades Cenicaña 8475, Janorú 6419 y Sao Pablo 701284 presentaron el mayor contenido de fósforo con 0.19%; sin embargo, las diferencias presentadas no fueron significativas. El fósforo



**Figura 4.** Variación del índice de madurez de variedades de caña de azúcar desde los 7 hasta los 10 meses de edad. Piedemonte Llanero.



**Figura 5.** Relación entre edad e índice de madurez de la caña de azúcar en el Piedemonte Llanero.

**Tabla 6.** Calidad nutritiva de las hojas de 10 variedades de caña con potencial forrajero en el Piedemonte Llanero.

Variedad	PC	FDN	DISMS	P	K	Ca	Mg	S
Janorú 6419	8.3 a	71.8 a	51.2 a	0.19 a	0.84 a	1.47 ab	0.10 ab	0.09 ab
S-68	7.7 ab	77.4 a	47.8 a	0.17 a	1.05 a	2.36 a	0.14 a	0.08 ab
Canal Point	7.3 b	75.2 a	49.5 a	0.16 a	0.98 a	0.59 bc	0.07 ab	0.07 ab
Rep. Dominicana 7511	7.1 b	76.4 a	47.7 a	0.13 a	0.92 a	0.48 bc	0.10 ab	0.06 ab
Cenicaña 8475	6.6 c	77.8 a	48.5 a	0.19 a	0.85 a	0.55 bc	0.09 ab	0.11 a
Ragnar	6.6 c	75.4 a	47.5 a	0.15 a	0.79 a	0.55 bc	0.11 ab	0.07 ab
Sao Pablo 701284	6.0 cd	75.6 a	50.2 a	0.19 a	1.07 a	1.84 a	0.10 ab	0.06 ab
Pto. Rico1141	5.7 d	76.6 a	48.9 a	0.12 a	0.94 a	2.16 a	0.10 ab	0.05 ab
Africana	5.6 d	75.4 a	48.3 a	0.12 a	0.68 a	1.52 ab	0.10 ab	0.07 ab
Mayari 5465	5.0 e	73.4 a	49.4 a	0.11 a	0.90 a	0.32 c	0.06 b	0.05 b
Requerimientos*				0.23	0.65	0.30	0.10	0.10
D.M.S.	1.2	6.3	10.1	0.08	0.5	1.14	0.07	0.05
C.V. (%)	7.1	8.3	5.1	13.8	13.6	23.7	17.8	19.5

\*Adaptado de McDowell, 1983 (son los requerimientos de ganado de ceba según el National Research Council de los EUA). FDN: Fibra en Detergente Neutro. DISMS: Digestibilidad *in situ* de la Materia Seca. Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ( $P<0.05$ ) según la prueba de Tukey.

un índice de madurez entre 0.88 y 0.95, lo cual significa que estas variedades pueden demorar un tiempo más para ser cortadas sin llegar a presentarse inversión de la sacarosa.

La variación del contenido de azúcar a través del tiempo, representado en el índice de madurez de las diez variedades de caña de azúcar evaluadas durante los cuatro meses de la época seca, fue de 0.34, 0.76, 0.90 y 0.91 en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo respectivamente, presentándose alta correlación entre edad y contenido de azúcares ( $R^2=0.93$ ) (Figura 5).

#### Calidad nutritiva de las hojas

Cuando las variedades de caña tenían una edad de ocho meses se realizó un muestreo de hojas para cuantificar el contenido de proteína cruda, fibra en detergente neutro (FDN), digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) y algunos minerales. El contenido de proteína cruda, como cualquier gramínea tropical, es bajo (Hopkinson y Miller, 2000). Este valor varió entre 5.0 y 8.3 ( $P<0.05$ ), correspondiendo el más alto a la variedad Janorú 6419 y el más bajo a la variedad Mayari 5465 (Tabla 6). Los contenidos de FDN estuvieron entre 72 y 78% y la digestibilidad entre 47.5 y 51% sin presentar diferencias significativas entre las variedades.

El contenido de fósforo es bajo en todas las variedades de caña evaluadas. Las variedades Cenicaña 8475, Janorú 6419 y Sao Pablo 701284 presentaron el mayor contenido de fósforo con 0.19%; sin embargo, las diferencias presentadas no fueron significativas. El fósforo

encontrado no alcanza a cumplir con los requerimientos mínimos del ganado bovino de ceba que es 0.23% (McDowell *et al.*, 1983).

El potasio en las hojas varió entre 0.68 y 1.07% sin presentar diferencias significativas. Este mineral junto con el calcio si llena los requerimientos de ganado de ceba que son de 0.65 y 0.30 % respectivamente (McDowell y otros, 1983). Las variedades que presentaron mayor contenido de calcio ( $P<0.05$ ) fueron la Puerto Rico 1141 con 2.16% y la S-68 con 2.36%. La mitad de las variedades evaluadas presentaron valores de magnesio de 0.10% mientras que Mayarí 5465 presentó un contenido de 0.06% y la S-68 de 0.14% superior significativamente ( $P<0.05$ ) a las demás variedades.

Con excepción de la variedad Cenicaña 8475 que presentó 0.11% de azufre ( $P<0.05$ ), las demás variedades expresaron valores inferiores a 0.10%, resultando deficiente el azufre para la nutrición animal (McDowell *et al.*, 1983).

#### Alternativas de uso de la caña de azúcar en la alimentación de bovinos

La producción de biomasa y el contenido de azúcar obtenidos en este experimento demuestran que la caña de azúcar puede llegar a ser una buena alternativa para la alimentación de bovinos, como fuente de energía en las condiciones de suelos ácidos en los Llanos Orientales. Para dar solución a la deficiencia de proteína y algunos minerales en la caña de azúcar se han probado diferentes alternativas en otros escenarios que deben ser validadas en nuestro medio y generar soluciones propias que permitan obtener un alimento de bajo costo que llene los requerimientos nutricionales de los animales. Una de estas alternativas son las fuentes no proteicas como la urea (NNP) que es convertida a proteína bacteriana utilizando la energía de la caña de azúcar por las bacterias del rumen de los bovinos. Además de la urea que es la fuente NNP más usada, también se tiene al sulfato de amonio y al sulfato de calcio que además aportan azufre, uno de los elementos deficientes en la caña de azúcar (EMBRAPA, 1999).

Preston (1977) menciona tres aspectos esenciales que debe tener la caña de azúcar para la alimentación animal: no tener menos de 12 grados Brix, picar toda la caña en partículas entre 10 y 20 mm y suplementar con urea (10 g de urea por cada kg de caña fresca picada). Tan pronto como la caña de azúcar se

pica, empieza a fermentar y los azúcares se convierten en alcohol y ácidos orgánicos, los cuales tienden a ejercer un efecto negativo sobre la fisiología ruminal. Por lo tanto, es importante que los animales consuman la caña picada lo más pronto posible. Una de las ventajas más importantes de la caña de azúcar en comparación con otros cultivos forrajeros, es que se puede dejar crecer en el campo hasta que sea necesaria su utilización sin perder el valor nutritivo; por consiguiente el ensilado no es necesario como sucede con otros forrajes. Sin embargo, la fermentación alcohólica puede regularse añadiendo amoniaco acuoso o hidróxido de sodio (Alcántara *et al.*, 1989).

En el Piedemonte Llanero la caña de azúcar se ha suministrado en mezcla con la leguminosa arbustiva *Cratylia argentea* a los bovinos de ceba bajo pastoreo en *Brachiaria decumbens* con fertilización, obteniéndose un aumento de la carga animal a 5 animales/ha y una productividad de carne anual de 1.200 kg/ha<sup>2</sup>, superior a la productividad animal en *B. decumbens* con el manejo tradicional en la región, que es de 200 kg/ha<sup>2</sup> pr año (CORPOICA, 2001, 2002).

En este sistema de suplementación a novillos en pastoreo de *B. decumbens*, se analizó el beneficio económico que podría tener el productor. Los costos directos ocasionados en el establecimiento del cultivo de caña de azúcar, fueron de \$1.900.000/ha. Teniendo en cuenta este valor y una producción de 70 t·ha<sup>-1</sup>, el costo de 1 kg de caña en el terreno fue de \$27. El costo de acarreo, picado y suministro a los animales se calculó en \$30/kg; de esta forma, el valor total de un kilo de caña picada a los animales en el primer año fue de \$57. En el segundo y posteriores años, el manejo del cultivo se redujo a la fertilización de mantenimiento por un valor aproximado de \$518.000/ha (\$7.5/kg). Sumando los costos de corte y acarreo se tiene que el valor de un kilo de caña picada fue de \$37.5.

La *Cratylia argentea* presentó unos costos de establecimiento y de manejo similares a la caña, con la diferencia que, en el segundo año y posteriores, esta leguminosa mostró una producción de forraje verde que aumentó a más de 100 kg·ha<sup>-1</sup>; por lo tanto, el costo de 1 kg de *C. argentea* en el primer año fue de \$52 mientras que en el segundo año y posteriores fue de \$33.50.

El costo diario del suplemento (5 kg/animal de caña y 3 kg/animal de *C. argentea*) a cinco novillos que pastoreaban

en una hectárea de *B. decumbens* fue de \$1.440 y el costo diario de la fertilización a las praderas fue de \$860/ha; por lo tanto, los costos totales ascendieron a \$2.300/ha/día. Con una ganancia diaria de 650 g/animal, los cinco animales produjeron 3.250 g·ha<sup>-1</sup> por día que tienen un valor de \$8.320. De acuerdo a esto, mediante la suplementación con caña y *C. argentea* a novillos que pastoreaban *B. decumbens* con buen manejo de fertilización, se obtuvo un ingreso neto de \$6.000/ha/día.

En las praderas con el manejo tradicional del productor, en promedio se tiene 1.0 animal/ha con una ganancia de 400 g/animal/día que representa un ingreso de \$1.040/ha/día. Al establecer una comparación entre estos dos ingresos, el suministro de caña de azúcar y *C. argentea* a animales que pastorean *B. decumbens*, le estaría reportando al productor \$4.960/ha/día adicionales.

Con la suplementación de caña de azúcar y una leguminosa forrajera como *C. argentea*, acompañado con un manejo adecuado de praderas, el período de ceba de los novillos se reduce de 2 años, tiempo que el productor tradicional demora para llevar un animal de 220 a 450 kg, a sólo 1 año. Es decir, que se estarían sacando al mercado animales jóvenes con una edad promedio a dos años y entregando al consumidor una carne de mejor calidad.

La suplementación con estos cultivos permiten intensificar los sistemas de producción ganaderos. Con la mayor disponibilidad de forraje se puede aumentar la carga animal concentrando más animales en menor área. De esta manera se reduce la presión sobre nuevas áreas de bosques o de cultivos para ser utilizados en ganadería.

Estos sistemas intensivos requieren de la utilización de mano de obra adicional, traduciéndose en una importante fuente de empleo rural. En el cálculo de costos de un kg de caña, más del 50% corresponde a la mano de obra. Una hectárea de caña de azúcar y una hectárea de *C. argentea* es suficiente para suplementar 58 novillos en pastoreo con un suministro diario de 5 kg/animal de caña y 3 kg/animal de *C. argentea* durante un año, para lo cual es necesario utilizar 183 jornales/ha/año.

#### CONCLUSIONES

De las diez variedades de caña evaluadas en condiciones del Piedemonte Llanero (terrazas altas) sobresalieron por

su mejor desarrollo agronómico, producción de biomasa y persistencia, las variedades Cenicaña 8475 y Janorú 6419. En su orden, le siguieron Sao Pablo 701284 y Mayari 5465.

Al realizar la cosecha de la caña de azúcar, a los siete meses después de la siembra o del último corte, el contenido de azúcares fue bajo, tanto en la base como en la parte apical del tallo; por lo tanto, el primer corte debe realizarse después de los 8 meses, pues a esta edad el índice de madurez es de 0.76.

La alta producción de biomasa (85 t/ha<sup>1</sup>) y el buen contenido de azúcares durante la época seca (19 a 23 grados Brix), hacen que las variedades Cenicaña 8475 y Janorú 6419 se constituyan como una alternativa importante para la alimentación del ganado en la región.

La proteína cruda de las hojas presentó variación significativa entre las variedades de caña evaluadas (5 a 8%); sin embargo, la FDN y la digestibilidad *in situ* de la materia seca fueron similares en estas variedades. Con respecto a los minerales, se presentaron deficiencias de fósforo y azufre, con adecuados contenidos de potasio, calcio y magnesio.

## BIBLIOGRAFÍA

**Alcántara, E.; Aguilera, A.; Elliot, R. 1989.** Fermentation and utilization by lambs of sugarcane harvest fresh and ensiled with and without NaOH. Animal feed Science and Technology 23: 323-331.

**Argel, J. y Lascano, C. 1998.** *Cratylia argentea*, una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. CIAT. Conferencia Electrónica de la FAO. 8 p.

**Botero, R. 1993.** Estrategias para la alimentación de rumiantes con forrajes tropicales en sistemas de producción sostenible. Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT. Cali, Colombia. 21 p.

**Botero, R. y Preston, T.R. 1989.** El uso de la caña de azúcar para el engorde intensivo del ganado. Carta Ganadera 26(6): 44-48.

**CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 2001.** Informe anual de actividades, Programa Regional Pecuario. C.I. La Libertad, Villavicencio, Meta.

**CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 2002.** Informe anual de actividades, Programa Regional Pecuario. C.I. La Libertad, Villavicencio, Meta.

**EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 1999.** Cana de

açúcar mais uréia para bovinos. Centro Nacional de pesquisa de gado de leite, Coronel Pacheco-MG. Plegable divulgativo. Ministerio da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agraria, Brasil.

**Hopkinson, J.M. and Miller, C.P. 2000.** Tropical pastures, the future. Tropical grasslands 34: 132-138

**McDowell, L.R.; Conrad, J. H. y Ellis, G.L. 1983.** Mineral deficiencies and their diagnosis. In: Symposium Herbivores Nutrition in Subtropics and Tropics. Problems and perspectives. Preforia. S. África.

**Ordóñez, J. 1996.** Resultados del uso de residuos agrícolas y agroindustriales en la suplementación de bovinos en pastoreo. En: Ceba intensiva y semiintensiva: alternativa rentable al año 2000. Memorias Seminario Internacional CIEPEC, Banco Ganadero. Pereira, octubre 3-5, 1996. 11 p.

**Preston, T. 1993.** La caña de azúcar como base de la producción animal intensiva y fuente de energía renovable. CIPAV (Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria). Cali, Colombia.

**Preston, T. 1977.** Nutritive value of sugar cane for rumiants. México, Trop. Anim. Prod., pp. 125-142.

**Rendón, W. de J. 1999.** Producción eficiente del cultivo de caña y obtención de productos en el departamento de Arauca. Boletín técnico No.17 CORPOICA-Pronatta. Villavicencio, Meta, Colombia. 34 p.

**Rincón, O.; Forero, J.; Moreno, O. y Maya, G. 1982.** El cultivo de la caña panelera. Temas de Orientación Agropecuaria. No.121-122. Bogotá, Colombia. pp. 75-123.

**Rodríguez, R. 1997.** Producción y Recomendaciones Tecnológicas para el Cultivo de la Caña en el Departamento del Guaviare. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - CORPOICA-SENA. Boletín Técnico No.5. 36 p.

**Sánchez, L.; García, G.O.; Romero, H. 1997.** Ensilaje de cogollo de caña: una alternativa para la ceba de bovinos. Plegable divulgativo. CORPOICA, CI Tibaitatá, Santafé de Bogotá. 20 p.

**Vieira, J.M. 1997.** Uso intensivo de pastagens. Comunicado Técnico No.54. Gado de Corte. EMBRAPA, Campo Grande, Brasil. 10 p.