

UTILIZACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA ALIMENTACIÓN BOVINA, EL DESARROLLO DE SUS TECNOLOGÍAS Y LA ALTERNATIVA PARA LOS PERIODOS DE SEQUÍA

Autor/es: E. M. Aranda I. a¹, J. A. Ramos J. a , G. D. Mendoza M. b, S. Salgado G. a, I. C. S.Bueno c a Campus Tabasco Colegio de Postgraduados, Cárdenas, Tabasco, México bUniversidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, México, D. F. c Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Nova Odessa, São Paulo, Brasil

INTRODUCCIÓN

La alimentación de la ganadería en las regiones tropicales ha estado basada en la utilización de los pastos, pero la productividad de estos presenta gran variabilidad, relacionada con la fertilidad de los suelos, época del año, temperatura, precipitación y radiación (Suarez y Herrera, 1979).

García-Trujillo (1980) señaló que los potenciales de producción de carne en los trópicos están relacionados con la producción forrajera y esta, con la fertilidad del suelo, la precipitación, así como, el desarrollo tecnológico que se realice. En suelos de baja y mediana fertilidad con pastos naturales, la carga animal puede ser de 0.2 a 2.0 animales/hectárea, sin embargo, las gramíneas introducidas permiten cargas de 1 a 2 animales/hectárea, pero cuando estas son fertilizadas, pueden sostener de 2 a 6 animales/hectárea y con altas fertilizaciones y riego se pueden mantener de 4 a 8 animales/hectárea. En este rango de potencial, se produce de 15 a 800 kg de peso vivo/hectárea/año (tabla 1). En Tabasco la producción de leche en el sistema de doble propósito es de 430 a 1000 l/vaca/lactancia, con un promedio de 800 l/vaca/lactancia (Ortiz Lanz, 1982).

La producción de carne en pastoreo en las zonas tropicales es variable, pero para el Estado de Tabasco, es de 300 a 500 kg/ha/año (Moreno; 1980), aunque Conrad et al. (1990) plantea producciones de carne de 2000 kg con el uso de la caña de azúcar, lo cual nos indica que hay un gran margen para ampliar los sistemas de producción, cuando se aplica tecnología. En 1973 la agencia internacional Canadiense para el desarrollo (CIDA) desarrolló un

proyecto en Barbados, utilizando la caña descortezada como base de un sistema de alimentación del ganado bovino en el trópico. En este periodo también se inician una serie de investigaciones en México, República Dominicana y otros países de América tropical.

Sistema	Carga permitida (animal/ha)	Potencial de producción.(kg)	
		Animal/ha	ha/año
1. Pastos naturales Suelos de baja fertilidad Suelos de mediana fertilidad	0.2-0.5 0.8-2.0	0.100 - 0.260 0.250-0.280	15-40 90-190
2. Asociaciones de gramíneas y leguminosas	3-5	0.270-0.400	450-600
3. Gramíneas no fertilizadas	1-2	0.450-0.580	200-400
4. Gramíneas fertilizadas 100-300 kg N/ha/año	2-6	0.300-0.650	400-800
5. Gramíneas altamente fertilizadas con riego 400-800 kg N/ha/año	4-8	0.400-0.600	800-1800

Hay que mencionar que las investigaciones en el cultivo de la caña de azúcar en nuestro país, se ha enfocado al mejoramiento del cultivo para la producción de azúcar, pero debido a las crisis que ha tenido el sector cañero, se ha planteado en repetidas veces, la necesidad de diversificar el uso de la caña de azúcar, de esta manera consideramos que este cultivo puede ser estratégico para impulsar la ganadería y amortiguar los periodos de estiaje que año con año enfrenta la ganadería en nuestro país y en otras regiones tropicales, así como impulsar el desarrollo de una ganadería más intensiva ya que este cultivo permite, en conjunto con el pasto, incrementar la disponibilidad de alimento.

CARACTERÍSTICAS Y POTENCIAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR

La caña de azúcar es una planta que tiene las características de metabolizar mayor cantidad de carbono ya que posee el ciclo del carbono C4 en comparación a plantas de ciclo C3 (Lenhinger, 1998), esta ventaja hace que la producción de biomasa sea superior a la de otros cultivos, el rendimientos promedio en diferentes países se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Productos seleccionados de caña de azúcar (FAO, 1989).

País	Área plantada 1000 ha	Rendimiento, Tallos de caña/ha	Producción de Azúcar 1000 t
Mundo	76723	60.4	105639
Cuba	1350	54.4	8188
México	450	88.8	3678
USA	349	78.9	6464
Brasil*	7000	64.8	30000
China	1046	52.9	5634
India	3500	56.6	10200

Tallos molidos para la fabricación de azúcar * APTA, 2008

En la alimentación animal se puede utilizar la planta completa (caña de azúcar integral), las puntas de caña, pajas (residuos de cosecha en campo) y los subproductos de fabrica (miel final, bagazo, bagacillo, cachaza o torta de filtro y vinaza) ó alimentos derivados de la caña o coproductos (tabla 3). La caña de azúcar es un cultivo perenne, su persistencia está asociada, al igual que la de otras especies, al manejo que se haga de esta. Es posible mantenerla hasta por 10 años. Para los ganaderos que utilizan este cultivo, les debe quedar bien claro que la primera premisa económica debe ser establecer y mantener la caña, de manera que se pueda explotar de forma ventajosa por un mayor número de años (Martin, 2004).

Tabla 3. Distribución de residuos y subproductos de la caña de azúcar (Cabello, 1980).

Subproductos	Lugar de obtención	Cantidad obtenida en % de caña verde procesada	
		Natural	Base seca
Cogollo y hojas	Campo	9 - 13	2 - 3
Bagazo	Industria	23 - 27	11 - 13
Miel final	Industria	2.6 - 3.0	2.3 - 2.7
Cachaza	Industria	3.0 - 3.8	0.8 - 1.0
Total		37.6 - 46.8	16.3 - 19.7
Industria*	Vinaza	156 litros/t caña	
Azúcar - alcoholera	Bagazo	250 kg/t caña	
	Cenizas	6 kg/t caña	
Alcoholera	Vinaza	1040 litros/t caña	

Edna Bertoncini APTA Polo Sur. Sao Paulo Brasil (2008).

Tabla 4. Kilogramos de caña de azúcar fresca con urea al 1 % ofrecida a bovinos en pastoreo en función de la disponibilidad de pasto y el peso de los animales.

Características de la pradera	Peso de los animales, (kg)			% de caña suplementada
	200	300	400	
Escasez ligera de pasto	4	6	8	20
Escasez regular de pasto	8	12	16	41
Escasez intensa de pasto	12	18	24	62
Escasez drástica de pasto	16 + 6 g de concentrado/ kg peso vivo BS ¹	24 + 6 g de concentrado/ kg peso vivo BS ¹	32 + 6 g de concentrado/kg peso vivo BS ¹	75

¹BS : Base seca. * Suplementar 1.6 gramos de sulfato de amonio por cada 10 gramos de urea.

En los periodos de escasez de forraje, la caña de azúcar integral, los subproductos en campo o en fábrica y los coproductos de la caña, son una alternativa para corregir la escasez de forraje. En el caso de la caña integral, la cantidad a utilizar generalmente depende de la disponibilidad de pasto y del tamaño de los animales (tabla 4). El potencial del uso de caña de azúcar estará en función del largo de la época o del tiempo en que se presente el periodo de escasez del forraje, por lo que la necesidad de caña de azúcar, está relacionado a esta demanda (tabla 5), de esta forma se podrá planificar las necesidades de caña de azúcar en una empresa ganadera o en un rancho.

López et al. (2003) cuantificó la composición morfológica de diferentes variedades de caña de azúcar (tabla 6), el tallo representó del 62 al 77%, el cogollo del 10 al 20% y la paja del 9 al 20%, según estos datos, la cantidad de subproductos que quedan en el campo a la hora de la cosecha, si consideramos el rendimiento promedio de 65 t/ha del cultivar Mex69-290 que más se siembra en Tabasco, quedarían en el campo 10.6 t/ha de cogollo y 10.5 t/ha de paja, material factible de utilizar en la alimentación de rumiantes en los periodos de sequía.

Tabla 5. Potencial de la caña de azúcar como alimento para el ganado bovino.

Concepto	Época de secas	Época de nortes	Todo el año
Cantidad de animales que se pueden alimentar con una hectárea de caña de azúcar teniendo una producción de:			
Rendimiento	Cantidad de animales que se pueden alimentar		
65 ton/ha	36	27	9
158 ton/ha	88	66	22
Necesidades de caña para alimentar a un bovino por época			
	1.8 ton	2.4 ton	7.3 ton

La caña de azúcar puede cultivarse con el propósito fundamental de usarla en la alimentación ganadera, pero también se puede utilizar la caña que por alguna circunstancia no es molida por el Ingenio, ya sea en forma de caña cruda o caña quemada, (cañas quedadas, o caña accidentadas). En las cañas cultivadas para la ganadería, generalmente el corte se realiza en forma escalonada en función de la cantidad de ganado que hay que alimentar, esta forma puede limitar el manejo de las labores del cultivo. Las cañas quedadas y las cañas accidentadas tienen que cortarse para dar paso al cultivo del próximo ciclo, esta situación ha planteado la pregunta de cuánto tiempo puede conservarse la caña en forma entera y ser utilizada con características idóneas en la alimentación animal.

Los resultados Figura 1 indican que el contenido de sacarosa disminuye en función del tiempo, pero a los 10 días de cortada, esta cae drásticamente, así mismo, la materia seca se incrementa en función del tiempo de haber sido cortada, pero a los 10 días de cortada, el incremento es significativo.

Tabla 6. Composición morfológica de diferentes variedades de caña de azúcar.

Variedades	Tallo,%	Cogollo,%	Paja,%
MEX 83-510	77.51 ^a	12.83 ^b	9.68 ^c
Q 107	72.78 ^{ab}	13.97 ^b	13.18 ^{bc}
B 70-405	71.65 ^{ab}	12.87 ^b	15.71 ^{bc}
RD 75-11	69.67 ^{ab}	14.12 ^b	16.11 ^{bc}
MEX 69-290	67.57 ^{ab}	16.35 ^{ab}	16.10 ^{bc}
CP 75-1632	62.55 ^b	10.54 ^b	26.75 ^a
MEX 83-482	62.50 ^b	20.16 ^a	17.40 ^b
Co 1230	62.32 ^b	15.96 ^{ab}	20.02 ^{ab}
EE ±	0.78	0.41	0.5

^{ab} Medias con distinta literal dentro de cada columna son diferentes a P < 0.05, (Tukey, 1953).

VALOR NUTRITIVO Y CONSUMO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Los componentes de la caña varían con edad de la planta, a mayor edad se incrementan los tallos con respecto a las hojas, se incrementa la concentración de azúcares totales en el jugo, hay una mayor conversión de los reductores en sacarosa y lignificación creciente de los carbohidratos estructurales de la pared celular. En otras gramíneas, a medida que aumenta la edad de la planta, disminuye la digestibilidad de la materia orgánica (DMO), sin embargo, en la caña, a medida que aumenta la edad se incrementa la DMO (figura 2).

Figura 1. Efecto de la forma de cosecha de dos variedades de caña de azúcar sobre el contenido de sacarosa.

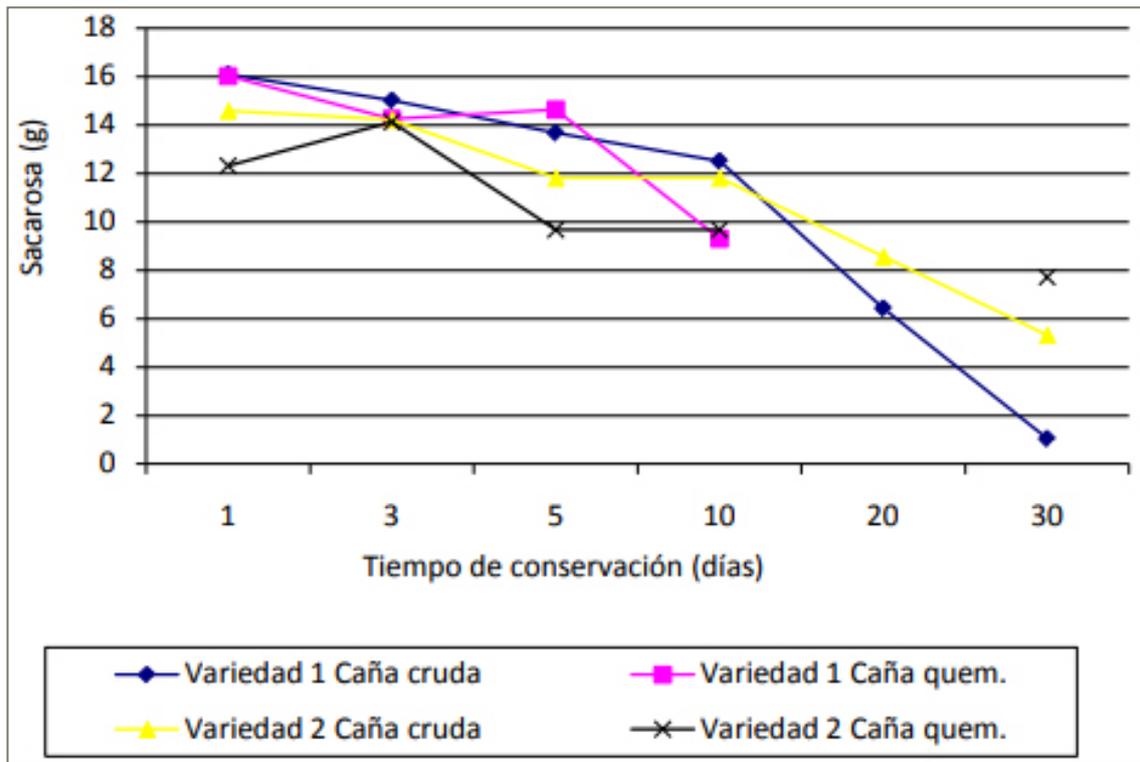
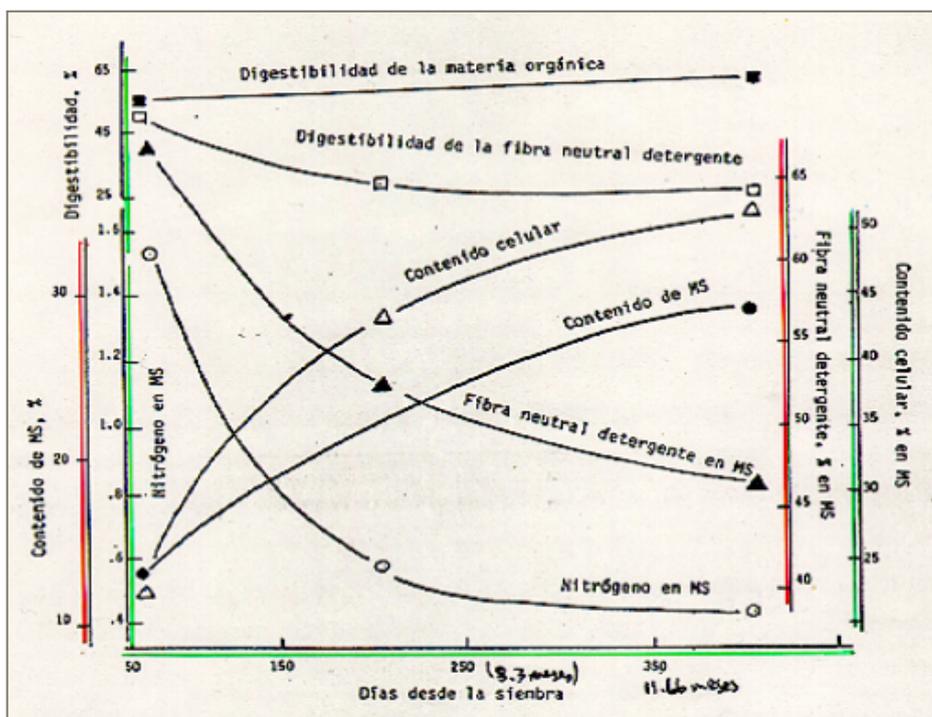


Figura 2. Cambios de los componentes de la caña de azúcar en relación a la edad (Gooding, 1982).



La composición química de las diferentes fracciones de la caña de azúcar se presenta en la tabla 7 y tabla 8. Se observa que en las diferentes fracciones y en la caña integral, el contenido de proteína es bajo. En la caña descortezada e integral, los valores de digestibilidad son más altos en relación a las otras fracciones. El contenido de extracto etéreo es bajo y el contenido de cenizas es mayor para la corteza, las puntas y el cogollo.

Factor	Caña descortezada	Corteza	Puntas	Cogollo + hojas	Integral
Materia seca %	22,2	39.1	26.9	27.0	31.4
Proteína cruda %	1.4	3.18	2.68	4.96	1.9-3.0
Extracto etéreo %	0.19	1.04	0.84	1.74	1.22
Cenizas %	3.1	7.87	5.28	5.9	3.1
Fibra cruda %	17.0	22.0	39.0	40.0	29.0
Digestibilidad %	61.0	44.0	35.0	39.0	59.0

Componentes %	Planta Integral	Tallo	Cogollo	Paja	Vaina
Peso fresco	100,0	71,8	19,6	4,8	3,8
Materia seca	29,4	24,4	34,3	67,5	74,6
Fibra bruta	30,4	25,7	34,1	36,8	38,4
Celulosa	26,9	21,9	31,8	34,1	34,8
Hemicelulosa	14,4	10,2	31,2	27,8	25,6
Lignina	4,9	4,5	6,2	7,4	8,8
Pared celular	47,6	35,3	62,9	77,6	32,1
Contenido celular	52,4	64,3	27,1	28,1	16,8
N x 6,25	2,4	2,0	4,2	1,8	1,1
Extracto etéreo	0,7	0,8	1,3	0,5	0,3
Cenizas	4,2	2,2	3,6	9,6	7,2
Calcio	0,24	0,12	0,31	0,50	0,26
Fósforo	0,10	0,08	0,08	0,05	0,04
Sílice	2,04	0,06	2,34	4,3	5,85

Aranda (2000), comparó la caña de azúcar con el pasto estrella, el contenido de proteína cruda (PC) y paredes celulares es menor en la caña de azúcar, sin embargo, el contenido celular es mayor (tabla 9).

Aranda (2000), comparó bromatológicamente diferentes variedades de caña, el contenido de proteína fue bajo en todas las variedades estudiadas y hubo

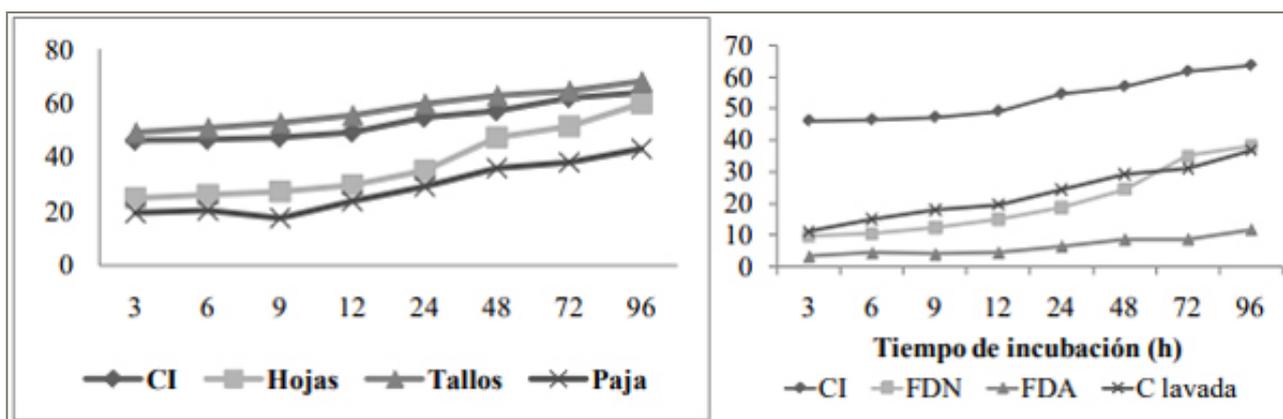
diferencias entre ellas en relación al contenido de paredes celulares (tabla 10).

Componente	Caña de azúcar	Pasto estrella
Materia seca, %	32.0	29.2
Proteína cruda, %	2.18	8.08
Fibra detergente neutro, %	48.11	81.83
Contenido celular, %	51.9	18.2
Hemicelulosa, %	15.62	31.27
Fibra detergente ácido, %	32.49	50.56
Azúcares, ° Brix	16.6-21.0	

Composición	Q-107	Mex 69-290	Mex83-481	EE±
Materia seca, %	32.0	31.9	32.6	0.81
Proteína, %	1.93	2.53	1.94	0.20
Contenido celular %	46.30 ^c	39.50 ^b	47.29 ^a	3.60
Fibra detergente neutro, %	53.51 ^b	60.50 ^a	52.55 ^b	3.58
Hemicelulosa, %	14.45	15.64	15.05	3.58
Fibra detergente ácida, %	39.06 ^b	44.86 ^a	37.50 ^c	1.20
Lignina, %	7.30	6.72	7.78	0.48
°Brix	18.9 ^c	16.4 ^b	19.6 ^a	1.78

^{abc} Medias con distinta literal entre hileras son diferentes a $P < 0.05$, (Tukey, 1953).

Figura 3. Digestibilidad de las diferentes componentes y fracciones de caña de azúcar.



La digestibilidad de la materia seca (DMS) de la caña de azúcar es alta, esta es mayor a la DMS del pasto estrella africana (tabla 11), sin embargo, la digestibilidad de la FDN del pasto es mayor que la de la caña de azúcar, lo cual nos indica que los altos valores de DMS de la caña de azúcar se debe a la digestibilidad de los azúcares, la digestibilidad de la fibra de la caña es

más difícil de digerir que la fibra del pasto, aspectos que han sido señalado por Leng y Preston (1989).

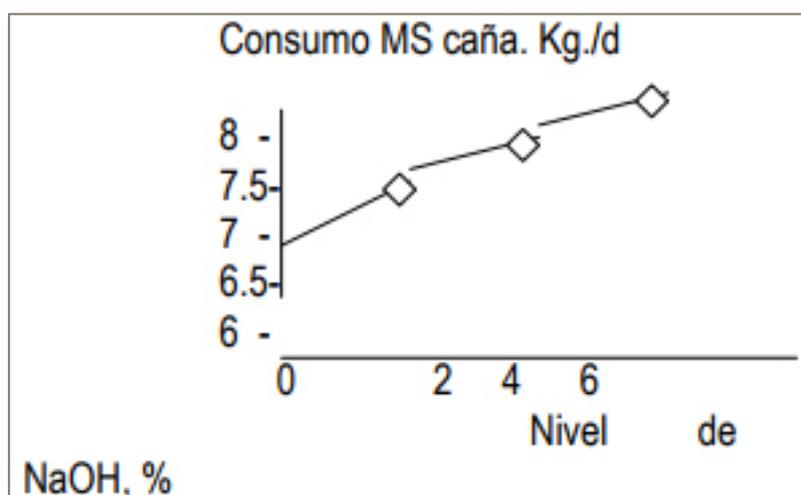
Aranda (2000), separo las fracciones fibrosas de la caña de azúcar, con la metodología de Van Soest, aplicando detergentes y las incubó junto a la caña integral en el rumen de animales fistulados consumiendo forraje y suplementados con 0 a 3% del peso vivo de caña. Encontró que la FDA se digiere muy lentamente y que los valores de DMS de la caña integral son altos (figura 3).

Por lo anterior, se puede concluir que los azúcares de la caña son altamente digestibles y que la fibra es la principal limitante de la digestión. La digestión de la fibra se ha planteado como una limitante en el consumo voluntario de la caña, ha sido señalado por Martin (2004), que el consumo de caña está regulado por los mismos factores que regulan el consumo de las gramíneas de corte, y que la influencia de cada factor individual es también cuantitativamente similar, hasta un límite de consumo de 2.2 – 2.5% del peso vivo base seca.

Se ha indicado que el consumo de caña se puede incrementar suplementando proteína natural y nitrógeno no proteico (NNP). Al respecto, Aranda (1979), trabajó con dietas de caña de azúcar en ovinos machos con peso vivo promedio de 18.5 kg, encontró consumos de 0.425, 0.781 y 0.954 kg/animal/día, para dietas de caña integral, caña integral + urea y caña integral + urea + pulido de arroz, respectivamente.

Losada et al. (1979), trataron a la caña de azúcar con hidróxido de sodio (NaOH), desde 0 hasta 6%, para incrementar el consumo voluntario, encontraron que al aumentar el nivel de NaOH se incrementó linealmente el consumo de caña (figura 4). En este experimento, los consumos voluntarios de caña fueron altos, con 6% de NaOH se obtuvo el mayor valor.

Figura 4. Efecto del hidróxido de sodio En el consumo de caña.



De manera general, los diversos trabajos realizados en México, República Dominicana, Islas Mauricio, Jamaica y otros países, indican que el consumo de materia seca de caña varía entre 3.5 y 7.0 kg. En toros en crecimientos y ceba, entre 7.5 y 11.6 kg, respectivamente.

Se ha planteado que los animales que consumen dietas de caña de azúcar rumian más que los que consumen dietas de pasto, al respecto, Torres (2001), encontró que animales en pastoreo rumiaron 362.8 minutos lo cual representó el 25% del día y los animales alimentados con caña de azúcar rumiaron 517 minutos lo cual representó el 35.9 % del día.

Tabla 11. Efecto del nivel de caña de azúcar en la digestibilidad <i>in situ</i> de la MS y FDN.					
Tiempo de Incubación, h	Caña de azúcar ofrecida (% PV)				EE
	0	1	2	3	
Digestibilidad <i>in situ</i> de la MS de la caña de azúcar, %					
Tiempo de Incubación, h					
12	44.9	45.1	43.4	46.5	1.4
24	47.3	47.4	49.5	49.5	2.0
48	46.7	50.8	48.8	50.4	2.0
72	50.6	52.6	50.9	48.8	1.6
kd (h ⁻¹)	-0.002	-0.015	-0.018	-0.013	0.009
Digestibilidad <i>in situ</i> de la MS del pasto estrella, %					
Tiempo de Incubación, h					
12	16.0	17.6	17.8	17.5	1.75
24	22.8	25.9	25.9	27.3	1.82
48	28.5	32.1	30.4	31.5	1.29
72	34.1	34.8	33.0	34.8	1.48
kd (h ⁻¹)	-0.031	-0.027	-0.028	-0.023	0.01
Digestibilidad <i>in situ</i> de la FDN de la caña de azúcar, %					
Tiempo de Incubación, h					
12	8.68	9.53	9.54	11.47	3.50
24	13.9	15.2	19.3	18.2	4.41
48	16.6	21.2	23.2	22.1	4.83
72	24.5	25.6	26.4	20.6	5.34
kd (h ⁻¹)	-0.011	-0.022	-0.022	-0.017	0.013
Digestibilidad <i>in situ</i> de la FDN del pasto estrella, %					
Tiempo de Incubación, h					
12	19.4	19.7	23.0	20.3	3.62
24	28.4	29.0	30.7	31.0	4.82
48	37.6	38.8	38.9	37.6	3.87
72	42.0	43.8	41.2	41.2	4.03
kd (h ⁻¹)	-0.039	-0.031	-0.029	-0.034	0.015

EE: Error estándar Kd : tasa de digestión (%/h).

TECNOLOGÍAS DESARROLLADAS EN LA UTILIZACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO ALIMENTO PARA ANIMALES RUMIANTES

1) Caña fresca con urea y suplemento proteínico.

Molina (1990), señaló que la caña de azúcar tiene algunas características que demandan un adecuado manejo de la dieta de los animales para alcanzar el resultado productivo de su potencial energético. De acuerdo con los resultados obtenidos por Muñoz y González (1989), a las dos semanas de suministrar continuamente caña madura y molida integralmente, como

único alimento a voluntad, sin suplementar, los rumiantes presentaron: Inapetencia.

- Bajo contenido de digesta en el rumen.
- Alto grado de constipación.
- Reducción del bolo fecal.
- Heces excesivamente sólidas y con alta proporción de partículas superiores a 1 mm.
- Pérdida severa del peso vivo.

Estos problemas se solucionaron cuando se suplementaron pequeñas cantidades de proteína natural, NNP, minerales, vitaminas y una pequeña proporción de forraje verde. Se observó una mejora ulterior, incluyendo aumento de peso vivo. Estos trabajos evidencian la necesidad de prestar atención particular al adecuado balance de las raciones basadas en caña de azúcar.

Según Leng y Preston (1988), al balancear las dietas basadas en caña de azúcar se busca:

1.- Establecer un ecosistema ruminal eficiente para:

a) Optimizar el crecimiento microbiano para obtener la mayor cantidad de proteína microbiana, relativa a la energía de los productos finales de la fermentación ruminal.

b) Maximizar digestibilidad de la fibra, debido a su alto nivel de proporción en estas dietas.

2.- Balancear los nutrientes dietéticos y los adsorbidos para cubrir los requerimientos del animal. Esto requiere suplementación con:

a) Proteína sobre pasante para suministrar aminoácidos esenciales. Almidón como sobre pasante como fuente glucogénica extra.

b) Grasa para suministrar ácidos grasos de cadena larga para síntesis de tejido y de grasa de la leche.

Basado en estos principios, Preston (1988), sugiere que en la alimentación del ganado basado en la caña, se debe utilizar caña madura (jugo con no menos de 12 a 16 grados Brix) y picarla en partículas no mayores de 10 a 20

mm, además, de suplementarla con urea y minerales. Indica que la pulidora de arroz ha mostrado ser una de las mejores fuentes de aminoácidos, almidón y grasa sobre pasante.

El consumo voluntario de las dietas basadas en la caña es otro aspecto que requiere atención ya que de acuerdo a la información disponible, el índice de

consumo muy poca veces sobrepasa a los 2 Kg de MS por cada 100 Kg de PV, a pesar de que se incluyan suplementos proteínicos y minerales.

Martin (2004), recopiló información de experimentos sobre ganancia diaria de peso (GDP) de animales bovinos alimentados con caña de azúcar (tablas 12 y 13). Encontró gran variación en la GDP de los animales, desde pérdidas de peso de 61 g al ofrecer sólo caña a novillas (Rodríguez et al., 1980), hasta GDP de 1.310 kg/d cuando el forraje de caña aportó el 60% en un ración complementada con maíz, pulpa de crítico y harina de semilla de algodón (Pate, 1981).

Según Martin (2004), la GDP esta muy relacionada con la ingestión de proteína. El coeficiente de determinación de la GDP por la ingestión de proteína natural fue de 0.84, lo cual indica que éste es el factor principal que afecta el comportamiento de los animales en crecimiento-ceba que consumen

Tabla 12. Ganancia diaria de peso vivo y consumo de caña en animales en crecimiento-ceba.

Peso vivo, kg.	Ganancia PV, g/d	Consumo de caña, kg. de MS/d	Otros alimentos	Fuente
152	610	3.57	Harina de carne	Sievert <i>et al.</i> 1976
152	610	2.13	Leucaena	Sievert <i>et al.</i> 1976
261	532	2.35	Polvo de arroz	Preston <i>et al.</i> 1976
268	638	3.87	Polvo de arroz	Preston <i>et al.</i> 1976
273	722	4.15	Polvo de arroz	Preston <i>et al.</i> 1976
277	764	4.13	Polvo de arroz	Preston <i>et al.</i> 1976
278	794	4.28	Polvo de arroz	Preston <i>et al.</i> 1976
152	430	3.31	Urea y sulfato	López y Preston 1977
253	230	4.20	Harina de sangre	López y Preston 1977
272	240	4.60	Harina de sangre + polvo de arroz	López y Preston 1977
295	390	4.60	Harina de sangre + polvo de arroz	López y Preston 1977
285	380	4.90	Harina de sangre + polvo de arroz	López y Preston 1977
302	550	5.30	Harina de sangre + polvo de arroz	López y Preston 1977
299	580	5.10	Harina de sangre + polvo de arroz	López y Preston 1977
277	940	5.99	Cogollo, suplemento proteico	Dixon 1978
271	890	5.46	Heno, suplemento proteico	Dixon 1978
276	950	4.85	Suplemento proteico	Dixon 1978
278	1000	4.89	Suplemento proteico	Dixon 1978
277	920	5.43	Suplemento proteico	Dixon 1978
275	930	6.03	Suplemento proteico	Dixon 1978
276	950	3.80	Suplemento proteico	Dixon 1978
286	1110	4.70	Suplemento proteico	Dixon 1978
348	964	4.68	Concentrado	Ortiz <i>et al.</i> 1978
338	945	4.41	Concentrado	Ortiz <i>et al.</i> 1978
301	(61)	-	-	Rodríguez <i>et al.</i> 1978
272	9	-	Urea	Rodríguez <i>et al.</i> 1978
277	18	-	Urea	Rodríguez <i>et al.</i> 1978
269	46	-	Urea	Rodríguez <i>et al.</i> 1978
270	785	5.36	Polvo de arroz	Álvarez <i>et al.</i> 1979
268	658	4.91	Polvo de arroz	Álvarez <i>et al.</i> 1979
283	270	-	-	Rodríguez <i>et al.</i> 1978
281	480	-	Harina de girasol	Rodríguez <i>et al.</i> 1978
281	490	-	Harina de soya	Rodríguez <i>et al.</i> 1978
78	64	1.53	Leucaena	Hulman y Preston 1981
73	105	1.52	Leucaena	Hulman y Preston 1981
76	197	1.77	Leucaena	Hulman y Preston 1981
407	1310	5.61	Maíz, harina de algodón	Pate 1981
390	660	5.65	Melaza, harina, carne	Wadsworth 1984
198	440	2.87	Urea, polvo de arroz	Wadsworth 1984
-	800	6.46	20% de concentrado	Ferreira <i>et al.</i> 1989
289	730	-	30% de caña ensilada	García <i>et al.</i> 1990
282	770	-	30% de caña fresca	García <i>et al.</i> 1990
288	730	-	50% de caña ensilada	García <i>et al.</i> 1990
280	540	-	50% de caña ensilada	García <i>et al.</i> 1990
194	570	3.85	Melaza, urea	Molina 1993*
176	611	4.02	Melaza, urea	Molina 1993*
222	216	4.20	Melaza fermentada	Molina 1993*
283	538	5.40	Melaza, urea	Molina 1993*
160	167	2.72	-	Molina 1993b
267	434	5.83	-	Molina 1993*
281	873	5.42	Subp. Proteico	Palma 2001
283	901	4.42	Subp. Proteico	Palma 2001
286	1028	3.62	Subp. Proteico	Palma 2001
240	933	6.03	Rastrojo de subp. Proteico	Rodríguez y Palma 2002
308	1172	7.81	Dieta integral	Martin <i>et al.</i> 2002
313	1464	7.97	Dieta integral	Martin <i>et al.</i> 2002
305	1076	8.13	Dieta integral	Martin <i>et al.</i> 2002

raciones basadas en caña de azúcar. La proteína bruta total consumida por el animal tiene un coeficiente de determinación en la GDP de 0.75. Se puede esperar, en promedio, que por cada gramo de proteína natural que se suplemente en dietas de caña, se obtenga una GDP 1.89 g.

El NNP (urea), influye también en la GDP y esta puede ser lineal hasta cierto nivel (Álvarez y Preston, 1976 y Rodríguez et al., 1980), sobre todo en dietas en las que los otros alimentos que se ofrecen son bajos en nitrógeno. Por cada 1% de proteína natural que se suministre del total de proteína, se obtendrá como respuesta 12 g de ganancia diaria.



Es importante recalcar que si se ofrece caña sola, sin urea, conduce a un mal comportamiento y que en dietas de forraje de caña para crecimiento-ceba, el suministro de proteína natural tiene un efecto positivo para que los animales aumenten de peso.

De manera general, se puede concluir que en sistemas de alimentación con caña de azúcar con urea y un suplemento proteico, la GDP potencial es del orden de 500 a 700 g/animal/día y en dietas integrales, con 50 a 60% de caña de azúcar, las GDP puede ser de 1200 a 1400 g/animal/día.

2) Uso del Ensilaje de caña de azúcar.

El objetivo de ensilar es, preservar recursos forrajeros para la estación seca (países cálidos) o para el invierno (países templados) con el fin de asegurar la alimentación del ganado, bien sea para sostener el crecimiento, el engorde o la producción de leche, o para continuar la producción en períodos difíciles cuando los precios del mercado son más altos.

El forraje de caña de azúcar tradicionalmente se utiliza en forma fresca como sustituto de pastos y forrajes que faltan durante la estación seca, ya que

durante este periodo, la caña tiene su mayor rendimiento y su mayor concentración de azúcares, además, de la facilidad en su cosecha por las condiciones ambientales. Sin embargo, en las zonas bajas, puede presentarse déficit de forrajes en la época de lluvias, pero debido al exceso de humedad en el suelo, se dificulta la cosecha de la caña. En estas condiciones se pueden diseñar sistemas de alimentación basados en el uso de la caña de azúcar durante todo el año, como forraje de caña en la estación seca y ensilado de caña en la época de lluvias.

La fabricación de ensilado es un proceso de fermentación anaeróbica, enfocado a la preservación del forraje en su condición húmeda. Se busca perder el mínimo de materia seca y del valor nutritivo y evitar la creación de productos tóxicos para el animal. Para obtener un buen ensilado, es necesario usar silos herméticos (anaerobiosis total). Es esencial cosechar el forraje en la mejor época del año, desde el punto de vista de la calidad nutritiva, de la cantidad disponible y de las condiciones climáticas y luego almacenarlo apropiadamente para reducir las pérdidas. El proceso del ensilado se basa en una fermentación que consume azúcares y produce ácidos, por lo cual, la acidez del forraje aumenta progresivamente desde el pH original cerca de 6.0 hasta 3.8 – 4.5. El exceso de ácidos limita progresivamente el crecimiento de los microorganismos y la fermentación se detiene, logrando la conservación de forraje. El proceso tiene diferentes etapas: respiración, fermentación, estabilización y deterioro aeróbico.

Algunos aspectos que influyen en la calidad del ensilado son: la materia prima, su contenido de materia seca, carbohidratos solubles, capacidad tampón, ambiente o época del año (temperatura, humedad), factores en la elaboración como las prácticas de manejo, tipo de silo y uso de maquinarias. Para mejorar las características de los ensilados, se han usado aditivos que tienen el objetivo de mejorar la fermentación, reducir las pérdidas y mejorar la producción animal. Estos aditivos son útiles en forrajes que presentan algún problema durante el ensilado, en forrajes que tienen bajo contenido de materia seca, baja concentración de carbohidratos ó alta capacidad alcalinizante. Los aditivos se clasifican en: 1) Estimulantes (sustratos inoculantes enzimas), 2) Inhibidores (bacterias acidificantes, protectores de sustratos y trampas de oxígeno), 3) Absorbentes y 4) Otros (Saborizantes).

Se han evaluado diversas alternativas para conservar y mejorar el valor nutritivo del ensilado de caña de azúcar, utilizando diferentes aditivos como el hidróxido de sodio (Losada et al., 1982 y Alcántara, et al., 1989), benzoato de sodio, cal, urea, amoníaco anhidro, zeolitas y cultivos microbianos (Schmidt, 2006).

Molina (1997), propuso una tecnología del ensilaje de caña de azúcar con urea y zeolitas para incrementar el contenido proteínico, con una densidad de 450 kg/m³. Se mejoró la síntesis de proteína con la inclusión de zeolitas. (Tabla 14).

Tabla 14. Efecto de la inclusión de aditivos (urea y zeolitas) sobre indicadores de calidad del ensilaje de caña de azúcar.

Indicadores	Aditivos, % en peso fresco				ES±
	Urea 1:1	Urea 1:1 0.5 Minerales	Urea 1:1 0.5 Minerales 0.5 Zeolitas	Urea 1:1 0.5 Minerales 1.0 Zeolitas	
Temperatura °C	37.6	36.8	36.1	35.6	0.6
Ph	4.6 ^a	4.3 ^b	3.8 ^c	3.8 ^c	0.1 **
Materia seca %	19.4	20.7	21.3	21.6	1.2
N x 6.25 % en MS	5.4	7.5	10.3	9.1	0.2**
N proteico, % del total	37.7	63.4	86.1	75.5	
AGV totales %	0.98	1.58	2.12	2.04	
Acido láctico %	.34	0.87	1.34	1.06	

Schmidt (2006), adicionó lactobacilos buchneri al ensilado de caña y mejoró el consumo voluntario, la tasa de ganancia y la conversión alimenticia (Tabla 15).

Tabla 15. Ingestión, ganancia de peso y conversión alimenticia de bovinos alimentados con ensilado de caña de azúcar y aditivos microbianos.

Indicador	Tratamientos				Media	EE±
	Control	BLB	ALB	ALB+E		
Ingestión, MS kg/día	7.78	8.84	8.99	8.70	8.58	0.37
Ingestión, MS %PV	1.58	1.71	1.75	1.69	1.68	0.05
Ganancia de peso, kg/día	0.82 ^b	1.03 ^a	0.98 ^{ab}	1.00 ^a	0.96	0.06
Conversión alimenticia	9.71 ^a	8.66 ^b	9.32 ^{ab}	8.80 ^b	9.12	0.74

Tratamientos : Control sin aditivo; BLB ensilado + L. buchneri (5 x 10⁴ UFC/g MV); ALB : ensilado + L. buchneri (1 x 10⁵ UFC/g MV); ALB+E 1 x 10⁵ UFC/g MV) + enzima fibrolítica.
Media con letra diferente en la hilera difieren a P<0.05 (Tukey, 1953).

Tabla 16. Valor estándar del color de la grasa en el canal, medido por colorimetría, expresado en porcentaje de bovinos con diferente alimentación.

<i>Tipo de Muestra</i>	<i>Colorímetro, b*</i>	<i>Pigmentación %</i>	<i>Color de la grasa</i>
Caña (90 días)+ Pastoreo (3 años)	5.536	23.610	
Concentrado (70 días) + Pastoreo (3 años)	8.563	36.520	
Pastoreo (3 años)	12.881	54.936	
Pastoreo (4 años)	18.039	76.935	
Pastoreo (> 5 años)	23.447	100	

b*= Amarillo-azul, donde: los valores positivos son amarillos, los valores negativos son azules y 0 es el neutro.

Caro (2007), suplemento ensilaje de caña de azúcar a toretes en pastoreo con pasto Estrella Africana con el objetivo de evaluar el color de la grasa del tejido adiposo de canales bovinas (Tabla 16). Se disminuyó significativamente en el color amarillo de la grasa; los animales tuvieron tasas de ganancia de peso de 400 g/a/día en los animales que consumieron solo pasto y de 700 g/a/día en los animales en pastoreo suplementados con ensilado de caña de azúcar.

3) Saccharina o caña enriquecida.

La Saccharina (Elías et al., 1990) es un alimento obtenido por la fermentación en estado sólido (FES) de los tallos de caña molida (sin hojas y sin cogollo). El objetivo de este proceso es mejorar el valor nutritivo de la caña de azúcar con la adición de NNP en forma de urea, sulfato de amonio y minerales. Los microorganismos (bacterias y levaduras) que se encuentran en forma natural en la caña, la fermentan, utilizando los azúcares como fuente de energía e incrementan el valor proteínico. Los metabolitos finales de la actividad microbiana como vitaminas, aminoácidos, ácidos grasos volátiles, enzimas y otras sustancias enriquecen el producto Figura 5.

La Saccharina tradicional (Elías et al., 1990) fue usada con éxito en rumiantes, sin embargo, tenía altos niveles de fibra. Con el objetivo de disminuir el contenido de fibra en el producto final e incrementar el contenido de energía, Ramos et al. (2006), adicionó 20% de grano (sorgo molido, maíz molido, pulidura de arroz ó pulpa de cítrico deshidratada), obtuvo valores PC y proteína verdadera (PV) de 18.8 y 12.8%, respectivamente, DMO de 83.2% y FDA de 17.8% (tabla 17).

Tabla 17. Producción de alimento por Fermentación en estado Sólido a partir de la caña de azúcar (Ramos, 2005).

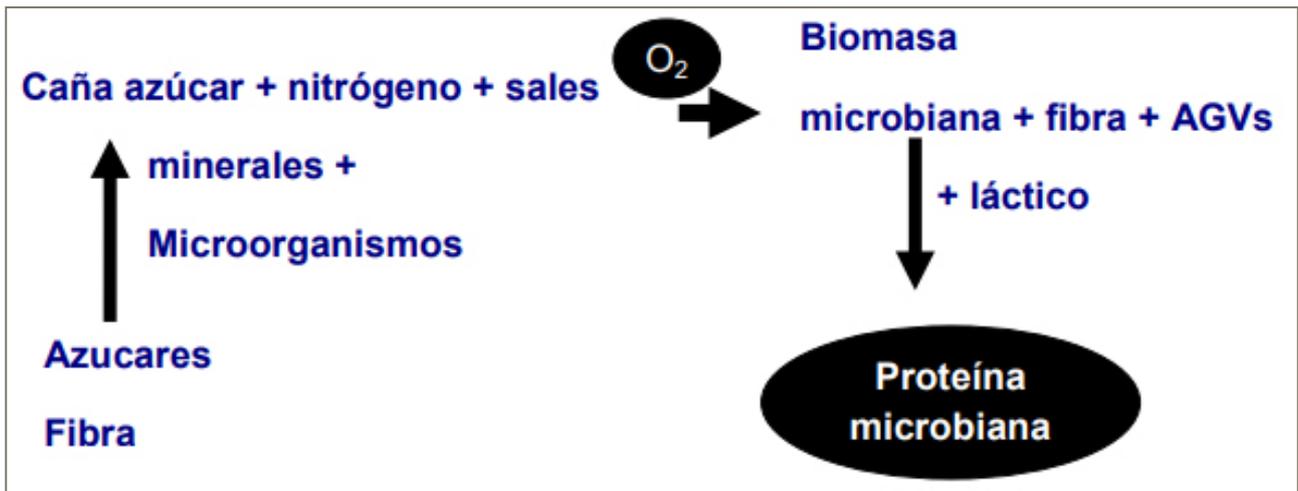
Factor	PC	PV	DMO	FDA
Sacchamaíz	18.13 ^a	12.65 ^b	83.20 ^c	17.83 ^a
Sacchasorgo	18.86 ^{ab}	12.80 ^b	82.69 ^c	19.42 ^b
Sacchacitríco	14.13 ^b	10.62 ^a	72-63 ^a	25.82 ^c
Sacchapulido	14.70 ^b	13.27 ^b	77.67 ^b	21.47 ^b
Saccharina	11.1-16.0	8.9-13.9		
EE±	0.29	0.48	0.40	1.07

La Saccharina tradicional es elaborada con tallos limpios de caña (sin hojas y sin cogollo), sin embargo, cuando la cosecha se realiza de forma mecanizada, la separación de las puntas de los tallos no es posible. Por otro lado, las cañas quemadas que quedan en el campo, o que son producto de quemas accidentales y que no ingresan al Ingenio azucarero, representan cantidades importantes para la fabricación de alimento, a través de proceso de FES (tabla 18).

Tabla 18. Producción de alimentos por fermentación en estado sólido a partir de la caña de azúcar.

Factor	PC	PV	DMS
Caña quemada (Guzmán, 2004)	19.29	13.59	
Caña integral (Guzmán, 2004)	16.74	10.57	
Bagacillo de retorno (pacchaquil) (Álvarez, 2004)	16.2-20.5	8.9-14.7	49.3-65.4

Figura 5. Proceso de producción de Saccharina o caña enriquecida.



El alimento de caña de azúcar elaborado por FES, puede ser utilizado como suplemento para rumiantes a las 24 h de fermentación, pero también se puede almacenar y conservar en bolsas de nylon hasta por un periodo de 70 días (tabla 19).

Tabla 19. Conservación de la caña fermentada.

Días ensilaje	PC	PV	FDA
1	13.10 ^b	9.35 ^b	14.79 ^b
10	14.98 ^a	11.56 ^a	13.64 ^b
20	15.34 ^a	10.94 ^{ab}	14.08 ^a
30	14.81 ^a	10.25 ^{ab}	20.97 ^a
70	14.57 ^b	9.56 ^b	21.58 ^a

Ramos (2005) obtuvo ganancias diarias de peso (GDP) de 730 g/a/día y rendimientos en canal superiores a los animales alimentado solo con pasto, cuando utilizó como suplementos a los alimentos de caña de azúcar obtenidos por FES en toretes en pastoreo (tabla 20).

Tabla 20. Consumo, ganancia de peso y rendimiento en canal de bovinos en pastoreo suplementados con caña de azúcar fermentada.

Tipos de suplementos	Consumo de suplemento, kg/ms/día	Consumo de pasto, kg/ms/día	Consumo total MS, % del PV	Ganancia diaria de peso, Kg/a/d	Rendimiento de la canal en frío, %
Sacchasorgo	1.59 ^a	4.69 ^a	2.22 ^b	0.73 ^b	54.2 ^a
Sacchapulido	1.71 ^{ab}	5.41 ^{ab}	2.37 ^b	0.70 ^b	
Sacchapulido bajo en urea	1.77 ^{ab}	5.09 ^a	2.41 ^b	0.72 ^b	
Comercial	1.89 ^b	5.01 ^a	2.24 ^b	1.0 ^c	55.1 ^a
Solo pasto		6.11 ^b	1.96 ^a	0.44 ^a	51.24 ^b

Según el autor, en estos alimentos a base de caña obtenidos por FES, el contenido de energía metabolizable puede ser una limitante para GDP de 1000 g/animal/d, por lo que un aspecto importante es estudiar cómo se puede mejorar esta limitante.

4) Dietas integrales de caña de azúcar.

Rodríguez, et al. (2005) en Instituto de Ciencia Animal, Habana Cuba, trabajo con diferentes proporciones de harina de caña en raciones integrales para finalizar toros cebú, Para la preparación de la harina de caña entera, la caña fue cortada con todos sus componentes fenológicos (tallo, hojas y puntas), troceada en una forrajera de 5000 rpm. El producto resultante con un tamaño de partícula de 2-3 cm, fue expuesto al sol y tuvo una materia seca de 87%. Este proceso se completó a las 48 horas. El material así desecado, se molió en molinos de martillo para reducirlo a harina. Esta harina fue mezclada con los ingredientes en un mezclador horizontal convencional (tabla 21).

Tabla 21. Formulación de dietas integrales de caña de azúcar.

Ingrediente	55 % de H. de caña	60 % de H. de caña	65 % de H. de caña
H. de Caña	55.0	60.0	65.0
H. de Soya	4.0	4.0	4.0
H. de Algodón	4.0	4.0	4.0
H. de Maíz	6.5	4.0	2.0
H. de Trigo	6.5	4.0	2.0
Polvo de Arroz	6.5	6.5	6.5
Melaza con 2 % urea	14.5	14.5	13.5
Zeolita	1.0	1.0	1.0
Premezcla Mineral	0.5	0.5	0.5
Sal común	0.5	0.5	0.5
Sulfato de Magnesio	0.5	0.5	0.5
Fosfato Dicálcico	0.5	0.5	0.5

Tabla 22. Comportamiento de toros Cebú finalizados con dietas integrales de harina de caña

Indicador	55 % de H. de caña	60 % de H. de caña	65 % de H. de caña
Peso inicial, kg	377	377	381
Peso final, kg	455	453	458
Ganancia diaria, kg/día	1.430	1.397	1.40
Consumo diario BH,kg	10.35	11.15	10.68
Consumo diario BS,kj	9.32	10.03	9.61
Conversión BH	7.30	8.11	7.73
Conversión BS	6.57	7.30	6.96

Los resultados mostraron un comportamiento en GDP excelente, con conversiones alimenticias buenas (tabla 22). El autor señala que los animales tuvieron un patrón de consumo variable, el cual recomiendo seguir estudiando.

CONCLUSIÓN

El cultivo de la caña de azúcar es un recurso de las regiones tropicales con un gran potencial como fuente de alimento para los rumiantes, en el periodo de sequía representa una alternativa viable para resolver la escasez de forrajes, aunque las limitantes fisiológicas-nutritivas fundamentales son bajo contenido de proteína, lenta degradación de la fibra, mayor tiempo de rumia, lenta velocidad de pasaje. La aplicación de las diversas tecnologías en función de la disponibilidad de recursos, capacitación, asesoría técnica, adaptación a los sistemas de producción regionales, permitirá las mejoras en la productividad y la rentabilidad en la producción de carne y leche de las regiones tropicales en nuestro país.

LITERATURA CITADA

Fuente.

<https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/utilizacion-cana-azucar-alimentacion-t41526.htm>

[Clic Fuente](#)



MÁS ARTÍCULOS