

VALOR NUTRITIVO Y UTILIZACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR Y SUS SUBPRODUCTOS EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Oscar Sierra P *

1 INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar ha sido utilizada en la alimentación del ganado desde hace muchos años, pero en la mayoría de los casos, su uso se ha hecho como un suplemento de emergencia durante la escasez de forrajes.

Es inmenso el potencial de la caña de azúcar y de sus subproductos industriales derivados de la elaboración de azúcar y panela: melaza, bagazo, cogollo o puntas de caña en alimentación animal en las zonas tropicales y subtropicales, esto, debido al alto nivel tecnológico existente en su cultivo y consecuentemente su alto rendimiento. Ningún otro cultivo se acerca a su capacidad para rendir hasta 20 toneladas por hectárea de nutrientes digeribles totales, y se estima que una hectárea de caña es suficiente para sostener 30 cabezas de ganado adulto (22).

Rendimientos comparables por hectárea pueden ser obtenidos con otros pastos, pero esto siempre se consigue a expensas de un menor valor alimenticio a causa de un estado avanzado de madurez del forraje, siendo de digestibilidad moderada.

Además, se considera que la caña de azúcar tiene un valor nutritivo intermedio entre el ensilaje de maíz y el grano de maíz (24). Este valor nutritivo no se disminuye con la edad del cultivo; al contrario, se incrementa su valor energético al aumentar la concentración de azúcares especialmente durante las épocas secas donde se mantiene su máximo valor nutritivo. Esto posiblemente se debe a un factor enzimático adicional que le permite captar una gran cantidad de energía química, especialmente en forma de carbohidratos.

2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CAÑA

En la Tabla 1, se presenta el análisis proximal de la materia seca de la caña entera en estado de madurez. Se puede observar cómo la caña presenta un alto valor para la materia seca. Su contenido de proteína cruda es muy bajo, lo cual constituye un limitante para su utilización en alimentación animal como ingrediente único. El contenido de extracto no nitrogenado (62,37 %) está básicamente constituido por carbohidratos estructurales y por azúcares rápidamente fermentables a nivel de rumen. Su contenido de minerales es variable y depende en gran parte de la fertilidad del suelo.

A medida que la caña de azúcar madura durante los 12 a 18 meses de edad, ocurren los siguientes cambios: un aumento en la proporción del tallo con respecto a las hojas; un aumento en la concentración de azúcares totales en el jugo; conversión de azúcares reductores a sacarosa; y lignificación creciente de los carbohidratos estructurales de la pared celular (22).

TABLA 1. Composición química (base seca) de la caña entera en estado de madurez

<u>Í t e m</u>	<u>%</u>
Materia seca	28,69
Proteína cruda	3,68
Extracto etéreo	1,02
Fibra cruda	27,77
Ceniza	5,16
Extracto etéreo	62.37

Fuente: BEANDSLEY Y KRETSCMMEN J., citados por BREGGER Y KIDDER, 1971 (3).

La caña de azúcar, como sus subproductos, está compuesta casi enteramente por azúcares y carbohidratos estructurales, los cuales en alimentación animal son fuente importante de energía. Estos compuestos son también sustratos ideales para la utilización de nitrógeno no proteico a través de los microorganismos en el tracto digestivo de los rumiantes, para la síntesis de proteína a partir de nitrógeno químico.

El sistema integrado por el animal y sus microorganismos ruminales puede existir sin competir con la población humana, ya que ni el rumiante ni los microorganismos compiten de esta manera por materias primas como granos de cereal y proteínas de origen animal y vegetal, que constituyen la base de la dieta humana, las cuales en las regiones tropicales son generalmente de baja disponibilidad (24).

3. VALOR NUTRITIVO

A diferencia con las otras gramíneas, la digestibilidad de la caña de azúcar integra no disminuye con la madurez. Hay tendencia hacia un pequeño incremento en la digestibilidad, ya que la acumulación del contenido soluble de la célula (azúcares) es alta y compensa la reducción en la digestibilidad de la pared celular; por lo tanto, el valor nutritivo de la caña (expresado en términos de su digestibilidad y eficiencia de la utilización de la energía digerida) aumenta con el grado de madurez, y para todos los fines prácticos se puede relacionar linealmente con el contenido de azúcar en el jugo (13, 22).

Para utilizar eficientemente la energía contenida en la caña entera, melaza, bagazo y puntas de caña (cogollo), a través de la alimentación animal, es necesario balancear cada uno de estos ingredientes con proteína, grasa, minerales y vitaminas ya que cuando estos materiales se proporcionan sin suplementación, el comportamiento del animal es mediocre (9).

Se ha observado que con dietas altas en su contenido de melaza y bajas en forraje, se presenta un patrón de fermentación ruminal que es característico para raciones altas en su tenor de azúcares. Normalmente hay presencia de altas proporciones de ácido butírico a expensas de disminuciones del ácido acético (18). También se ha encontrado deficiencia de glucosa en el animal, lo que ocasiona una fermentación atípica en el rumen, lo cual conduce a niveles bajos de ácido propiónico (14), siendo éste el precursor principal de la glucosa en rumiantes. Igualmente, al dar melaza más urea sin forraje se ha encontrado un aumento de pH ruminal y con frecuencia los animales muestran altos valores promedios de cuerpos cetónicos en la sangre (14,29).

La absorción de energía como glucosa, en vez de ácidos grasos volátiles, es más ventajosa para la economía energética del animal, ya que su utilización es superior a cualquiera de los productos energéticos de fermentación ruminal (27).

Se argumenta que la menor tasa de hidrólisis del almidón en comparación con la melaza, asegura una disponibilidad de energía más constante y acorde con la capacidad sintética de las bacterias del rumen. Por otro lado, el escape del tracto digestivo (almidón sobrepasante) permitiría la absorción de glucosa y contribuiría a satisfacer así las necesidades de este metabolito en el rumiante (27).

En el caso de la melaza y de la caña (que se fermentan totalmente en el rumen) o de forrajes muy fibrosos, el rumiante puede estar en estado de deficiencia de glucosa, reduciéndose así su nivel productivo, ya que cuando son altos los requerimientos para aminoácidos, por ejemplo, en animales de crecimiento rápido o en hembras lactantes, entonces hay un requerimiento alto para la glucosa. Se sabe que en dietas basadas en melaza, la cantidad de glucosa que sale del rumen es casi cero, y es de esperarse que suceda lo mismo en dietas basadas en caña de azúcar (2,7).

Se ha encontrado que las ganancias de peso en vacas de deshecho con raciones isoenergéticas e isoprotéicas eran mayores cuando la ración contenía almidón en comparación con aquellas que contenían melaza únicamente (28).

De acuerdo con Presten (22), los precursores de glucosa (gluconeogénicos) se derivan de dos componentes en el alimento. El más importante es el almidón que puede dar origen directamente a la glucosa, al escaparse de la fermentación ruminal pasando directamente como tal al duodeno. Una fuente indirecta de glucosa es el ácido propiónico, el cual se produce generalmente en cantidades mayores al fermentarse en el rumen alimentos ricos en almidón. La glucosa también puede producirse mediante la degradación de ciertos aminoácidos cuando ellos se encuentran por encima de los requerimientos.

Es obvio que dietas basadas en caña de *azúcar* son pobres en precursores de glucosa. Esto, en primero lugar porque no se encuentra almidón en la caña; segundo, el suministro de proteína casi siempre se encuentra limitado; tercero, el nivel normal de producción de ácido propiónico es mediano en términos de las proporciones de los ácidos grasos volátiles totales y bajo debido a la tasa de recambio al no proporcionarse una suplementación adecuada (22).

Por lo tanto, desde el punto de vista de la fermentación ruminal, es indiscutible que la adición de sustancias que cambien el patrón hacia una mayor producción de ácido propiónico, es el paso más importante (29), para el logro de altos rendimientos en producción animal al utilizar la caña y sus subproductos como base de la dieta.

El mayor problema de la deaminación en el rumen de las proteínas de alta calidad, es que éstas son transformadas a amoníaco, al igual que cualquier otra fuente de proteína, inclusive el nitrógeno no proteico. Es en esta forma como es aprovechada la proteína por las bacterias del rumen, cuyos cuerpos son posteriormente hidrolizados y es así como es aprovechada por el animal a través de proteína microbial, ya que el rumiante no tiene ningún mecanismo propio de síntesis de proteína. La magnitud de esa degradación de proteína natural a nivel de rumen varía entre 40 y 80 %», lo cual es definitivamente un desperdicio importante en el caso de proteínas naturales de buena calidad.

Por lo tanto, se ha señalado que una ración ideal desde el punto de vista de la utilización del nitrógeno en rumiantes es aquella en la cual una porción significativa de la proteína de buena calidad pasa hasta el abomaso (proteína sobrepasante) sin ser degradada a nivel de rumen. En el caso de caña de azúcar, su contenido de proteína es muy bajo y es muy probable que sea altamente soluble ya que la mayor parte se encuentra concentrada en los puntos de crecimiento de la caña y en las hojas. Por lo tanto, se puede asumir que la caña de azúcar no contiene proteína sobrepasante (22).

Es de esperarse que el ganado bovino alimentado con dietas basadas en caña de azúcar probablemente responderá a los suplementos que proporcionen tanto la proteína sobrepasante como los precursores de gluconeogénesis.

Las indicaciones generales son de que el orden de importancia para la suplementación de dietas de caña de azúcar y urea es: en primer lugar los precursores gluconeogénicos, y segundo por la proteína sobrepasante; para esto ha dado muy buen resultado la pulidura de arroz, la cual es fuente probada de proteína sobrepasante y precursores de la glucosa.

Hay indicaciones de que la proteína de origen vegetal sea superior a la proteína de origen animal como suplemento a la caña de azúcar por el grado de factibilidad económico de la respuesta, debido a que casi siempre los suplementos de origen vegetal contienen tanto almidón como proteína sobrepasante (22).

Para obtener índices de rendimiento animal de medianos a altos, particularmente en producción de leche, es necesario añadir proteína sobrepasante y precursores de la glucosa (13). Cuando las tasas de producción son bajas, como por ejemplo mantenimiento, crecimiento lento, preñez temprana y lactancia tardía, se necesita poca o ninguna cantidad de proteína que escape a la fermentación ruminal y alcance el omaso como tal; las necesidades de glucosa son también mínimas y probablemente pueden satisfacerse a través de los productos finales de la fermentación ruminal. Sin embargo, en tasas de producción altas tales como son el crecimiento precoz, preñez tardía y la primera etapa de lactancia, existe un requerimiento dietético importante tanto para la proteína sobrepasante como para los precursores de glucosa, principalmente el almidón que Mega a nivel de deudeno sin fermentarse.

El hecho de que la caña de azúcar no contiene proteína sobrepasante, ni tampoco almidón, es bien obvio porque los resultados al suministrarla a los rumiantes sean determinados por la naturaleza de los subproductos acompañantes más que por cualquiera otro factor intrínseco, como por ejemplo su digestibilidad relativa (22).

Es axiomático que se deban añadir suplementos minerales a la caña de azúcar, particularmente fósforo y sodio y entre los elementos menores el cobalto. Los suplementos vitamínicos pueden ser innecesarios (13).

Investigaciones recientes sobre el papel de los protozoos en la función del rumen de bovinos alimentados con dietas a base de caña de azúcar, indican que con frecuencia los protozoarios estaban presentes en gran número, formando una gran biomasa. La modalidad de la modificación del número de protozoos en muestras tomadas en el centro del rumen sugiere una actividad cíclica y una manifiesta salida de los protozoos por sedimentación. Estudios efectuados en animales sacrificados, señalaron la falta de desplazamiento de los protozoos hacia afuera del rumen, confirmando los resultados obtenidos en ovinos. Esto suscita la cuestión de su papel en la fermentación ruminal.

Recientes estudios con reses a las que se les había eliminado la fauna, sujetas a dietas con base en mezclas pobres en proteínas (que también mantienen grandes poblaciones de protozoos en el rumen), mostraron un aumento importante de la productividad de estas reses en comparación con las que no lo fueron. El porcentaje de crecimiento aumentó en 43%; y la eficiencia de utilización del pienso en el 39%. Estas conclusiones, de ser aplicables a las dietas de caña de azúcar, pueden traducirse en grandes aumentos de la productividad o bien en una disminución de las necesidades de nutrientes sobrepasantes (que constituyen los componentes limitadores, desde el punto de vista económico en las dietas basadas en caña de azúcar) siempre que puedan encontrarse medios viables para eliminar los protozoos.

4. PROCESADO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

De acuerdo con Preston (22), inicialmente, con el concepto de que la digestibilidad y el consumo voluntario de la caña de azúcar se mejorarían al eliminar la corteza que es altamente lignificada, se realizaron importantes trabajos con caña descortezada. Si bien se encontró una mejora en la digestibilidad, también se halló una disminución en el consumo voluntario. Entonces se pensó en incluir las puntas de caña a la ración a base de caña descortezada y se encontró que la corteza en sí tiene la misma digestibilidad que las puntas de caña; sin embargo, soporta un consumo voluntario mucho más reducido, indicando la ventaja específica asociada con las fibras largas presentes en las hojas de la punta. El efecto al suplementar forrajes u hojas de puntas de caña que contengan fibras largas sobre una mayor ingestión voluntaria, se consigue más fácilmente cuando el picado del forraje no es demasiado fino, ya que su efecto estimulante del ritmo de reposición del líquido ruminal se reduce con partículas muy finas.

El efecto final del procesamiento sobre el comportamiento animal se podría atribuir casi en su totalidad al efecto sobre el consumo voluntario. Por esto, la caña descortezada dio resultados similares que la caña integral picada con grados de suplementación moderada.

El grado de picado de la caña integral no tuvo efecto sobre el comportamiento animal. Ni la digestibilidad ni el consumo voluntario varió sobre un rango de tamaño de las partículas bastante amplio, desde 20-30 mm (picándose a machete) hasta 2-3 mm (molido fino a máquina) (13,22).

5. UTILIZACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN ALIMENTACIÓN ANIMAL

La utilización de la caña de azúcar en alimentación animal se facilita durante la época de sequía, cuando su valor nutritivo es más elevado y los forrajes se hacen menos disponibles. Durante la época de lluvias, el empleo de la caña en alimentación animal presenta serias dificultades en corte, acarreo y fermentación rápida después del picado.

Para utilizar caña durante la época de lluvias, lo más conveniente es ensilarla durante la época seca cuando las condiciones ambientales son propicias. Se debe tener en cuenta que la caña cuando se ensila sola produce una fermentación de tipo alcohólico indeseable por su alto contenido de azúcares.

La utilización de la caña para alimentación animal debe ser en lo posible complementaria al pastoreo de baja disponibilidad de pastos, ya que en época de lluvias es posible producir carne y leche a más bajo costo a base de pastos. Por lo tanto, el uso de la caña en alimentación animal no debe ser competitivo con la industria azucarera, sino más bien complementario a esta actividad. En las zonas de abastecimiento de insumos, quedan con frecuencia algunos lotes sin cortar por diferentes causas, pudiéndose emplear esta caña que no reúne las condiciones deseables para la industria azucarera en alimentación animal en forma fresca e ensilada, evitándose así desperdicios,

Por otra parte, debido a la misma rusticidad de la caña, es factible establecerla en pequeñas áreas de la finca para utilizarla como complemento al pasto en la época seca.

Según Cuevas (9), la caña se deberá proporcionar madura, con edad menor de 10 meses, buscando que su contenido total de azúcares sea mayor al 16%. Indica además este autor, que debe cortarse entre 24 y 48 horas antes de picarla; ya picada, se proporciona a libre acceso a los animales en dos comidas, una por la mañana y otra por la tarde. El picado de ser hecho con picadora de cuchillas o más de 3.000 revoluciones por minuto para evitar la pérdida de jugo.

El consumo de los animales se debe calcular buscando que las pérdidas por rechazo no superen a un Kg. por animal y por día, que es el límite permitido para que el sistema sea eficiente. En estas condiciones, se esperan consumos por animal por día de 12 a 25 Kg. de caña integral picada.

Presión (22), señala que la caña de azúcar se puede utilizar en explotaciones de ganado de cría durante la sequía cuando los pastos y forrajes en gran parte no están disponibles; en el engorde de toros y novillos bajo sistemas intensivos o semiintensivos y en la alimentación de vacas lactantes de doble propósito y sus terneros durante la época seca. Para esto, la caña se debe establecer en un lote compacto, cosechándola anualmente o por lo menos cada dos años. Se estima que en estas condiciones el cultivo tendría una vida útil de unos 8 a 10 años,

En escasez completa de pasto, la caña picada puede ser suministrada como única fuente de forraje para los animales, suplementada con sal y fósforo. Pero mejores resultados se pueden obtener al añadir urea a la caña y además, como medida de seguridad, agregar sulfato de amonio.

Es preferible suministrar la caña picada en comederos para evitar desperdicios, permitiéndole a los animales pastorear unas tres horas diarias, ojalá en *Leucaena leucocephala* donde esto sea posible; además, incluir el suministro de una pequeña cantidad de pulidura de arroz (250-500 g/animal/día).

Se ha utilizado con buenos resultados la urea para suplementar el 70% de la proteína en la ración basada en caña integral molida o picada. Para suministrar la urea es conveniente usar una pequeña cantidad de melaza, aun cuando no sea necesaria en la dieta, ya que es uno de los vehículos para disolver la urea y evitar problemas de toxicidad. También se puede adicionar en solución acuosa, rodándola sobre la caña picada en el comedero.

Es aconsejable adicionar además azufre, requerido por los microorganismos del rumen; la manera más indicada es suministrar una décima parte del nitrógeno inorgánico en forma de sulfato de amonio

5.1. MELAZA

Es un subproducto de la industrialización de la caña para la obtención de azúcar. La melaza representa de 25 a 34 Kg. por cada 1,000 Kg. de caña que entran al ingenio (19, 25)

La melaza ha sido suministrada al ganado de carne por muchos años, principalmente como aditivo para incrementar la gustosidad o para facilitar la reducción a comprimidos de las raciones convencionales mezcladas en seco.

También ha sido usada como vehículo en varios tipos de alimentos líquidos; como suplemento para el ganado en pastoreo solo o adicionado con otros componentes como urea y ácido fosfórico y ocasionalmente otros minerales y vitaminas (24).

Igualmente, ha sido común como ingrediente alimenticio para pollos, donde solo se recomienda utilizarla en niveles de 2-2,5% dado el efecto laxante que presentan niveles superiores que traerán como consecuencia camas húmedas y otros problemas de manejo. Sin embargo, se han empleado niveles mayores sin causar reducción de la tasa de crecimiento (15).

En cerdos, la melaza constituye un subproducto de primer orden para su alimentación, ya que puede ser utilizada en niveles hasta de 40%, logrando comportamientos adecuados de los animales (8).

5.1.1. Composición química

Las características más sobresalientes de la melaza son la ausencia de grasa y fibra, el bajo contenido de proteína cruda y el alto contenido de ceniza. Los componentes más variables parecen ser el potasio y el sodio (Tabla 2).

TABLA 2 Análisis químico proximal de melaza en porcentaje

í t e m	Porcentaje
Humedad	22,81
Proteína	1.56
Fibra	0.00
Grasa	0.10
Cenizas	6.75
E.N.N.	68,78

Fuente: LABORATORIO DE NUTRICIÓN ANIMAL ICA, 1969.

Los mejores análisis químicos de la melaza están dados por su método de preparación, presentando a menudo baja proteína, mayor cantidad de azúcar reducido y muy bajo contenido de minerales, particularmente potasio. Esta parece ser la razón del por qué la melaza no debe formar la base de empresas pecuarias intensivas en la misma forma como lo son los cereales en las zonas templadas.

Para monogástricos, el bajo contenido de proteínas es una desventaja obvia, pero en rumiantes esto es menos serio a causa de su habilidad para usar nitrógeno no proteico.

5.1.2. Valor nutritivo

La melaza es aportadora de energía de fácil aprovechamiento por el animal, la cual representa de 70 - 75% del valor energético del maíz.

En la Tabla 3 se puede observar cómo la melaza de remolacha tiene mayor contenido de energía para el ganado bovino de carne y cerdos que la melaza de caña; sin embargo, la melaza de caña de azúcar supera a la de remolacha en el ganado bovino de leche. En el caso de las aves los valores son similar

TABLA 3. Valor energético de la melaza - Energía digestiva en Mcal/TM

Especie	M. caña	M. remolacha
Ganado de carne	2376	2684
Cerdos	2464	2992
Ganado de leche	2954	2690
Aves*	1958	1958

* E, metabolizable (Mcal/ton).

Fuente: BUTTERWORTH, M. H y ZAVALA, M., 1970(4).

5.1.3. Niveles de melaza

Casi todos los reportes relacionados con el uso de melaza en raciones para rumiantes hablan de niveles de menos de 15%. El nivel máximo de melaza en raciones para aves sin que ocasione problemas de heces demasiado húmedas, depende de su contenido de cenizas, con especial referencia a su tenor de potasio. Aparentemente el sodio contribuye a agravar dicho problema. De ahí los diferentes niveles encontrados por algunos autores así:

Ewing aconseja 2,5 %

Morrison aconseja 5 /°

Stuewe aconseja 15% límite sin aparecer problemas de diarreas.

Las heces demasiado húmedas (diarrea) son un indicativo fisiológico de que las aves no estarían aprovechando completamente el alimento. De ser esto cierto, se debe esperar una mayor ganancia de peso o igual ganancia pero a costo de un mayor consumo de alimento, lo que ciaría como resultado una menor eficiencia de conversión (25).

Varios autores citados por Butterworth y Zabala (4), señalan niveles generales de melaza para varias especies de animales, así:

Ganado de carne	15
Cerdos	20
Aves	5

5.1.4. Melaza- Urea

Se conoce desde hace un siglo que los rumiantes pueden convertir el nitrógeno no proteico a proteína. Igualmente, se sabe que la urea y las sales de amonio son usadas como fuente de nitrógeno no proteico y que su grado de utilización es incrementado por la presencia de carbohidratos solubles como los hallados en la caña y la melaza.

La melaza es deficiente en el contenido de proteína cruda, por lo que debe suplementarse con nitrógeno no proteico (urea), ya que se disuelve uniformemente en melaza líquida (21).

Coombe y Tribe, citados por Delgado y colaboradores (10), indican que la mezcla de melaza y urea aumenta el consumo de forraje de baja calidad, la degradación de celulosa en el rumen y la velocidad de pasaje de los alimentos a través del rumen, mejorándose así la utilización de estos pastos.

Veitia y Márquez, citados por los mismos autores, hallaron una relación lineal entre el contenido de proteína bruta del pasto y su digestibilidad durante la época seca, indicando la necesidad de suplementar nitrógeno durante esta época. Además, se conoce que el consumo voluntario es disminuido cuando la proteína cruda del pasto está por debajo del 7%. Esto podría estar reflejando una depresión de la actividad de la microflora ruminal como consecuencia de una baja disponibilidad de nitrógeno para los microorganismos (10).

La mayoría de los trabajos concuerdan en recomendar hasta 60% del nitrógeno total de la dieta en urea, lo que significa utilizar de 2 a 37% de urea en la mezcla. El 40% del nitrógeno restante deberá ser proporcionado en base a proteína verdadera, de preferencia de poca solubilidad.

En el engorde con niveles altos de melaza, además del riesgo de timpanismo, se presenta toxicidad por melaza, la cual produce como síntomas : visión defectuosa, falta de coordinación muscular, postración con cabeza contraída, ocurriendo la muerte dentro de los siete días después de aparecer los síntomas . Se ha encontrado que la toxicidad por melaza es provocada por una deficiencia de glucosa en el cerebro, encontrándose lesiones en el cerebro y en las glándulas adrenales. Igualmente, hay evidencias de que la intoxicación resulta de un alto consumo de potasio (24).

Una forma de evitar el sobreconsumo de melaza o de urea es haciendo dilución de la mezcla (14, 24),

Existen muchos trabajos sobre la utilización de la melaza en alimentación animal. Igualmente, son muy variadas las respuestas obtenidas. Carrera y colaboradores (7), en México obtuvieron aumentos de peso diario que variaron entre 1,025 y 1,125 Kg./animal al utilizar melaza y urea en niveles que variaron de uno a cuatro Kg./animal, Al dar 0,730 Kg./día de melaza en época de lluvias y 1,007 Kg./día en época seca en pasto guinea, se consiguieron ganancias de peso que fluctuaron entre 0,397 y 0,900 Kg., encontrándose que en época seca la suplementación con melaza hizo que

los animales aumentarían 82% más sobre los testigos (6). Resultados obtenidos por Vargas y Raun (33) al utilizar niveles de melaza en la ración de 10, 25 y 40% en alimentación de borregos, indican que las mejores eficiencias alimenticias fueron para los niveles de 10 y 25 %, mostrando que la eficiencia de utilización de la energía de la melaza es buena hasta un 30% de melaza en raciones con alto contenido de forraje.

5.2. BAGAZO

Es un subproducto que queda al extraer el jugo de la caña. Está formado por dos tipos de tejidos: uno de formación más compacta llamado tejido fibroso y otro de constitución menos densa proveniente del parénquima vegetal, llamado meollo o bagacillo.

5.2.1. Composición química del bagazo

La Tabla 4 muestra la composición del bagazo fresco. El componente más importante del bagazo es la fibra cruda, la cual está básicamente constituida por lignocelulosa.

TABLA 4. Composición química del bagazo

Item	%
Materia seca	55,0
Proteína bruta	1,3
Fibra bruta	40,0
Extracto etéreo	0,76
Extracto no nitrogenado	3,20
Cenizas	1,00

Fuente: PACOLA, et al 1977(20).

La lignocelulosa es el complejo formado por lignina, celulosa y hemicelulosa que existe en una estrecha asociación física y química en las células vegetales. La digestión de este complejo es tal vez una de las funciones más importantes de la población microbiana, ya que los rumiantes carecen de un sistema secretor de celulosa.

Al ser atacadas la celulosa y hemicelulosa de la ración por los microorganismos en el rumen, grandes cantidades de carbohidratos son liberadas de la estructura y convertidos en ácidos grasos volátiles. Estos ácidos grasos de cadena corta pueden proveer hasta un 70% del consumo diario de energía del animal.

La lignina no es degradada en el rumen debido a que esta degradación es un proceso oxidativo. Por tal razón, la digestibilidad de un forraje depende de su grado de lignificación. Por esto, durante la digestión microbiana en el rumen, los rumiantes pueden extraer rápida y eficientemente más energía del complejo lignocelulósico de los forrajes jóvenes que de los maduros.

Se ha podido establecer en trabajos realizados con materiales fibrosos, que con tratamientos alcalinos y con vapor a presiones moderadas se logra un hinchamiento de la fibra que mejora notablemente su degradabilidad biológica a nivel del rumen. También se ha sugerido que los tratamientos químicos pueden tener un efecto delignificador (17), o tener un efecto sobre los enlaces lignina-carbohidratos estructurales (16),

De acuerdo con Cabello y colaboradores (5), los tratamientos con NaOH a bajas concentraciones tienen un efecto significativo en el aumento de la biodegradabilidad y digestibilidad del bagazo. Igualmente, indican los mismos autores que no se deben usar niveles superiores al 6% por razones económicas y de balance de minerales en la ración. Para un mismo tratamiento se logran resultados más altos en bagacillo que en bagazo. El tratamiento a 6% peso/peso de NaOH y dos atmósferas es el que ofrece mayores ventajas sin mostrar efectos tóxicos.

Hasta la fecha, se han llevado a cabo varios trabajos sobre la utilización de bagazo en la alimentación animal, incluyéndolo como única fuente de fibra o como suplemento a deficientes raciones. En Cuba en una prueba de observación, se mantuvieron algunos animales durante tres meses en una dieta completa de bagazo tratado, lográndose un buen consumo del mismo. La ganancia de peso osciló entre 0,55 y 1,02 Kg. /día (5).

En Australia se hicieron ensayos con raciones para ganado, utilizándose el 15% de bagazo y 35% de melaza (50% de la ración) habiéndose logrado aumentos de peso con promedio de 1,04 Kg./animal/día (30).

5.3. PUNTAS DE CAÑA

Las puntas de caña son un subproducto que rara vez se utiliza. Generalmente se dejan tiradas en el campo y luego se queman para facilitar las labores de cultivo.

Los datos relativos a la proporción entre la caña y las puntas de caña son contradictorios y varían según la forma de cortar la caña, la variedad de la misma, el tiempo que tiene el cultivo, etc.

Teunissen y Villarreal (31) en México, encontraron un promedio de 9,45 por ciento de puntas/caña; sin embargo, otros investigadores citados por los mismos autores, han hallado promedios entre 15 a 20 %, lo que da una idea del volumen obtenido de este subproducto y de su enorme potencial para ser utilizado en alimentación animal.

La composición química de las puntas de caña es comparable a la del maíz para ensilar a excepción de su contenido de proteína que es muy bajo (Tabla 5). Además, la punta de caña tiene la ventaja de ser un subproducto; en cambio la planta de maíz es un producto.

TABLA 5. *Composición química de algunos forrajes comparados con la punta de caña*

Proteína	Cruda Forraje	Fibra Cruda %	Ext. E %	Cenizas %	ELN %
Maíz para ensilar	8,0	25,6	2,5	5,5	58,4
Rastrojo de maíz	5,9	30,8	1,2	5,5	40,7
Puntas de caña	3,9	28,9	1,5	10,2	55,4

La punta de caña tiene una ventaja sobre el rastrojo de maíz; es la de que se puede ensilar.

6, REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ÁLVAREZ, J, WILSON, A,, PRESTON, T.R. Digestibilidad y consumo voluntario de raciones basadas en caña de azúcar, *Leucaena leucocephala* y pulidura de arroz. Producción Animal Tropical (México) No. 3: 132-135, 1978.
2. ÁNGEL, G. H. Comparación entre maíz, caña de azúcar y cachaza en el engorde de cerdos. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía, 1963. 36 p, (Tesis Ing. Ag.).
3. BREGGER, T. y KIDDER, R. W. La caña de azúcar es excelente forrajera para vacunos. La Hacienda, 66(3): 16-19, Marzo, 1971.
4. BUTTERWORTH, M.H., ZABALA, M. El uso óptimo de la melaza en la nutrición animal. Agronomía, Monterrey, México, Escuela de Agricultura y ganadería. No. 133: 42-47. 1970.
5. CABELLO, A, ALBAZANO, MARTÍN, P C, El aumento de la digestibilidad del bagazo para forraje. ATAC (La Habana) 33 (4, 5,6): 28-37, jul-Dic. 1974.
6. CARRERA, C, MUÑOZ, H; SOLARES, L. Melaza de caña como suplemento en el engorde de bovinos en zacate guinea (*Panicum máximum*). Técnica Pecuaria en México. No. 1: 34-37, Enero, 1963

7. _____; RODRÍGUEZ, F.; SOLARES, T. Engorde de novillos en corrales usando urea, melaza de caña y olote de maíz. *Técnica Pecuaria en México*, No. 1: 15-20, Enero, 1963.
8. CASTRO, M.; ELÍAS, R; BONFANTE, R.; SARDINAS, O Distintos niveles de polvo de arroz en dietas de miel final para cerdos en crecimiento y ceba, *Revista Cubana de Ciencia Agrícola (La Habana)* Tomo 13 (2): 141 - 147, Julio. 1979,
9. CUEVAS, S Alimentación con caña de azúcar y subproductos en la producción de leche y carne de ganado bovino en los trópicos FIRA (México). 1963. 36 p. (Fotocopia).
10. DELGADO, A et al. El uso del pasto para las producciones de carne. Tres diferentes fuentes de proteína en la suplementación con miel/urea a toros durante la temporada de seca *Revista Cubana de Ciencia Agrícola (La Habana)*, Tomo 9 (3): 265-272, Noviembre. 1975
11. DÍAZ, H. et al. Ensayo de alimentación de novillos para engorde a base de caña de azúcar, heno de alfalfa v urea *Revista Agronomía del Suroeste Argentina* 8(3,4): 295-315 1970.
12. JARAMILLO, J.; CORTES, H Utilización de la caña de azúcar en la alimentación de ruminantes en el trópico. Medellín, Universidad Nacional, Seccional de Medellín, Facultad de Agronomía. Seminario 1979 49 p
13. LA CAÑA de azúcar como alimento para los bovinos; limitaciones nutricionales y perspectivas. *Carta Ganadera*. (Bogotá), 16 (4): 17 - 23, Abril. 1979
14. LOSADA, H.; PRESTON, T. R Efecto de la miel final y miel rica en la intoxicación por mieles. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola (La Habana)*, Tomo 8 (1): 11-21, Marzo. 1974.
15. LYNDON, BC.; CARDONA, G. Estudio sobre el uso de la melaza y otros subproductos del azúcar en nutrición de pollos. *Revista ICA (Colombia)* 2 (2): 79-92, Junio. 1967,
16. MARTÍN, P, C; CRIBEIRO, T, C.; CABELLO, A; ELÍAS, A. Efecto del hidróxido de sodio y la presión sobre la digestibilidad de la materia seca del bagazo y bagacillo de caña. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola (La Habana)*. Tomo 8 (1): 23-31, Marzo. 1974.
17. _____; CABELLO, A; ELÍAS, A. Utilización de subproductos fibrosos de la caña de azúcar por los ruminantes. 2. Efecto de la combinación NaOH - Presión sobre la digestibilidad y composición química del bagazo y bagacillo. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola (La Habana)* Tomo 10 (1): 21-30, Marzo 1976.
18. MARTA, R J Manipulación de la fermentación ruminal *Revista Cubana de Ciencia Agrícola (La Habana)* No. 6: 163-175, 1972
19. OBANDO, H; CORZO, M A; MONCADA, A; MANER, Estudios del valor nutritivo de la melaza para cerdos *Revista ICA (Colombia)*, 4 (2) 3-30, Junio. 1969.
20. PAGODA, L; RAZOOK, A; PEREIRA, F. Aprovechamiento do bagazo de caña de azúcar y engorda de bovinos confinados. *Boletín de Industria Animal (Brasil)* 34(1): 25-28, Enero-Junio. 1977,
21. PRESIÓN, T. R Fattening beef cattle on molasses *World Animal Review*. No. 1: 24-29 1972

22. _____ El valor nutritivo de la caña de azúcar para el rumiante. *Producción Animal Tropical (México)*. No. 2: 129 - 145. 1977.
23. _____; WILLIS, MB Sugar cañe as an energy source for the production of meat, *Outejooock on agriculture*, 6 (1): 29 - 35 1969
24. _____Producción intensiva de carne. Trad. T R. Presten. México, D,F., Ed Diana, 1970 7 p
25. RICCI, H.; PAILHE, L.; TORANZOS, M; POPOLIZIO, E Melaza de caña de azúcar en raciones de terminación de parrilleras. San Miguel de Tucumán Universidad Nacional de Tucumán 1980 15 p (Publicación Miscelánea No, 28)
26. ROBLES, A, et al. Ensílale de caña de azúcar o de maíz como fuente de forraje para vaquillas lecheras. *Veterinaria México*. 10(4): 235 - 237, Oc.-Dic, 1979
27. Ruiz, A.; RUIZ, M. E Utilización de la gallinaza en la alimentación de bovinos: III: Producción de carne en función de diversos niveles de gallinaza y almidón. *Turrialba* 28(3): 215-223