

BAC

MODULO DIGITAL



El documento fuente se encuentra en
La Biblioteca Agropecuaria de Colombia

ELEMENTOS BIBLIOGRAFICOS

AUTOR (ES): Preston, T.R.

TITULO: La caña de azúcar como base de la producción pecuaria en el trópico

FUENTE: Convenio Interinstitucional para la Producción Agropecuaria del Valle del Río Cauca, Cali (Colombia). Seminario Taller Sistemas Intensivos para la Producción Animal y de Energía Renovable con Recursos Tropicales, Cali (Colombia), 26-30 Jul 1988. Memorias. Cali (Colombia), CIPAV, 1988. p. 31-50

LA CAÑA DE AZUCAR COMO BASE DE LA PRODUCCION PECUARIA EN EL TROPICO

T R Preston

*Convenio Interinstitucional para la Producción Agropecuaria
en el Valle del río Cauca (CIPAV), Apartado Aéreo 7482
Cali, COLOMBIA*

RESUMEN

Existen ya las bases biológicas para poder confiar en la caña de azúcar como reemplazo de los cereales en sistemas intensivos para las principales especies animales, lo que permitiría liberar grandes volúmenes de alimentos a la población humana.

La utilización de la caña en sistemas mixtos de producción pecuaria ofrece una alternativa viable a su conversión en azúcar para consumo humano.

Los resultados obtenidos con el uso del jugo en alimentación de cerdos, gallinas ponedoras y bovinos son iguales, desde el punto de vista biológico, que aquellos obtenidos con dietas en base a granos de cereales. La fibra residual (el bagazo) después de ser pre-digerida con hidróxido de sodio, soporta niveles de comportamiento en rumiantes que son iguales a aquellos logrados con tamos de cereales, sometidos a sistemas de pre-digestión similares.

Con un nivel medio de producción de caña (80 toneladas de tallos/ha/año), se puede engordar anualmente en una hectarea 40 cerdos (desde 30 hasta 90 kg de peso vivo) y 10 novillos (desde 200 hasta 450 kg de peso vivo). Este nivel de producción animal, por unidad de superficie y tiempo, está muy por encima de lo que se logra en los países industrializados con el uso de los cereales.

Es de esperarse que, al intensificar las investigaciones en este medio, las oportunidades para el uso de la caña en la alimentación animal se aumentarían. Las posibilidades para reducir los costos son especialmente alentadoras, al poder desarrollar fuentes proteicas que también se podrían producir a nivel de finca.

La caña, como planta perenne, especialmente al ser sembrada intercalada con leguminosas arbóreas, actúa para proteger el ambiente y mantener la fertilidad de los suelos. El cultivo de la caña, su cosecha, procesamiento y utilización en la alimentación animal, no exigen el uso de maquinaria sofisticada y aumentan las oportunidades de empleo a nivel familiar.

INTRODUCCION

En los países industrializados altamente poblados, específicamente Europa y los Estados Unidos, la producción pecuaria ha alcanzado niveles altísimos de productividad y eficiencia biológica, gracias en gran parte al uso de los cereales.

Estos cultivos son bien adaptados a las condiciones climáticas de los países templados y son fácilmente separados en componentes de alto valor nutritivo (los granos), adecuados para la nutrición de animales monogástricos incluyendo el ser humano, y residuos fibrosos (las pajas)

que actualmente se están transformando en recursos útiles que pudieran servir como base de la nutrición de los rumiantes, y/o como combustibles renovables.

Al pretender desarrollar un sistema pecuario para los trópicos, se debería pensar en los puntos sobresalientes del sistema arriba señalado. Estos son:

- * Basar el sistema alimenticio en un cultivo que se adapte bien al medio.
- * El cultivo al final de su ciclo vegetativo debería concentrar gran parte de sus reservas en un carbohidrato de fácil aprovechamiento por los animales monogástricos (es decir que tenga bajo contenido de fibra).
- * La arquitectura de la planta debería ser tal que facilite la extracción del elemento de alto valor nutritivo.

Al tomar en cuenta los factores arriba mencionados, no es difícil justificar el uso de la caña de azúcar como el cultivo pivote en la nueva estrategia.

- * Es la planta que más eficientemente transforma en biomasa los elementos naturales del trópico, con rendimientos de biomasa por unidad de tiempo y de superficie que superan cualquier otro cultivo del mundo.
- * Es perenne; su cultivo, cosecha y aprovechamiento se han perfeccionado trabajando con ellos durante muchos años en los países tropicales.
- * Al llegar a la madurez, contiene la mitad de su biomasa en forma de azúcares solubles (así es la proporción de almidón en los cereales).
- * El procesamiento de la caña para poder extraer los azúcares es una tecnología antigua, que se ha perfeccionado durante los siglos, y que varía desde la más sofisticada (como en los ingenios azucareros) hasta la más artesanal (los trapiches de los paneleros).

Por lo tanto, la hipótesis que se plantea en este trabajo es que:

"EN EL TROPICO, LA CAÑA DE AZUCAR PUEDE DESEMPEÑAR EL MISMO PAPEL QUE JUEGAN LOS GRANOS DE CERALES EN LAS REGIONES TEMPLADAS, EN LO QUE SE REFIERE A LA BASE ALIMENTICIA PARA LA PRODUCCION ANIMAL INTENSIVA"

LOS MODELOS DE PRODUCCION

Los tres modelos según los cuales la caña de azúcar entrará como renglón básico de la producción pecuaria se derivan de actividades a nivel de:

- * Ingenio azucarero.
- * Trapiche panelero.
- * Trapiche agropecuario.

El ingenio azucarero

El proceso de extracción del azúcar a nivel del ingenio se presenta en la Figura 1. La extracción de azúcar para consumo humano es la actividad primaria, y son los subproductos (la miel final o la miel "B") y el excedente de bagazo -- que podrían usarse en la alimentación animal. Las principales opciones para el uso de los subproductos en la alimentación animal son las siguientes:

- * Miel final:
 - Bloques multinutricionales con base en urea (alimentación de rumiantes).
 - Mezclas líquidas con base en urea (rumiantes).
- * Miel "B", miel "A", miel rica (alimentación de cerdos).
- * Bagazo (excedente) hidrolizado con vapor, NaOH o NH₃ (rumiantes).
- * Bagacillo hidrolizado con vapor, NaOH o NH₃ (rumiantes).

Son muchos los trabajos realizados con la miel final como base del engorde intensivo de novillos (ver Preston y Leng 1987). Sin embargo, hoy en día el precio de oportunidad de la miel final (para producción de alcohol potable y/o para exportación), aún menor que el precio de los granos de cereales, no permite su utilización en una forma rentable en cantidades por encima de 20-30% de la dieta. Por lo tanto, se considera que el uso estratégico de la miel debería ser como vehículo para la urea y otros micronutrientes requeridos por los microorganismos que hacen la labor principal de digestión en los rumiantes.

En la práctica se han promovido dos tipos de suplementos: las mezclas líquidas con proporciones de urea que oscilan entre 10 y 15%; y los bloques sólidos con niveles de urea normalmente al 10%. Las fórmulas, tanto de los bloques como de las mezclas líquidas que más se han usado se muestran en el Cuadro 1.

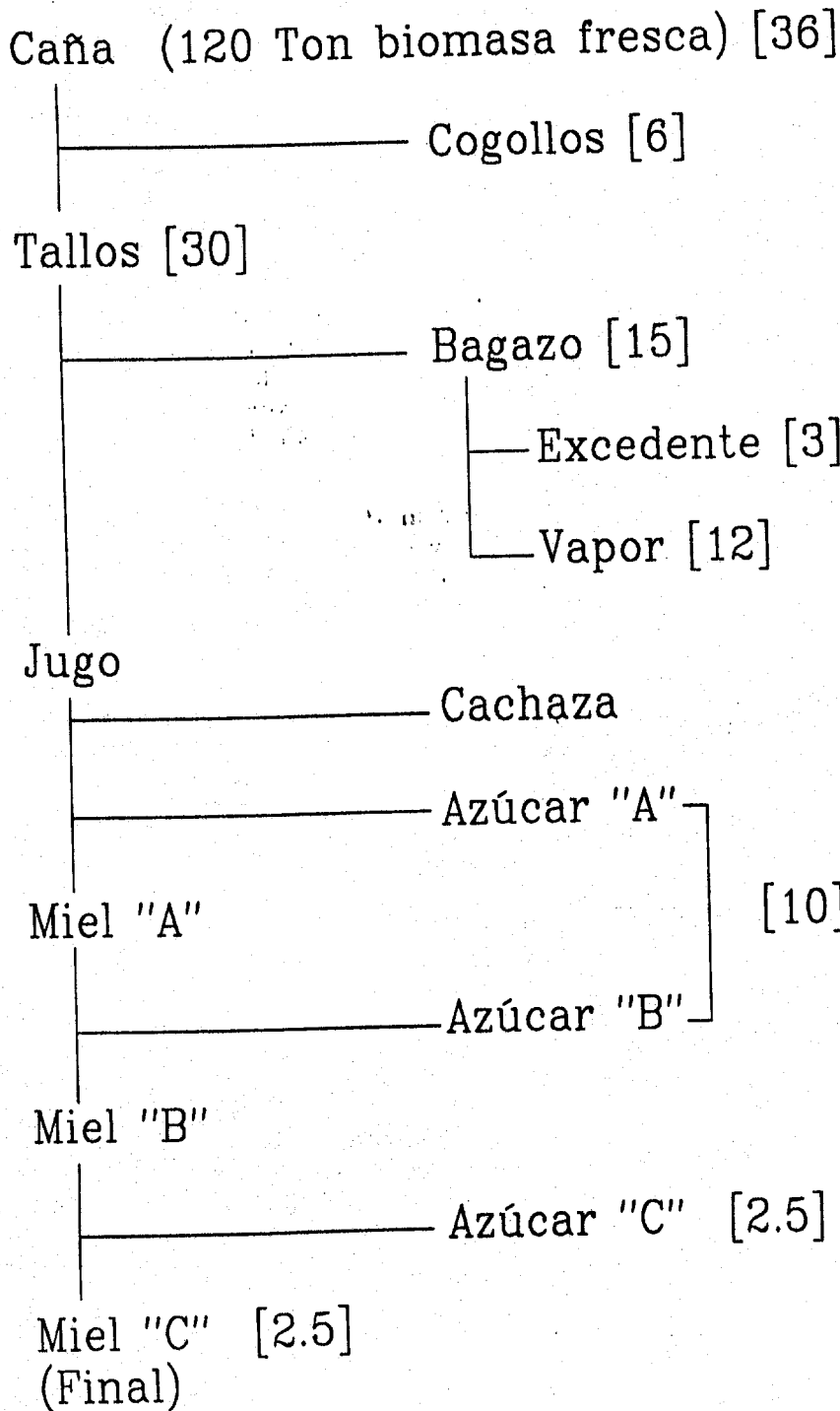
Cuadro 1: La composición típica de los bloques multinutricionales y las mezclas líquidas (kg/1

	Bloques multi-nutricionales	Mezclas líquidas
Urea	10	10-15
Sal	3	2.5
Fosfato dicálcico	5	2.5
Cal viva	8	
Miel final	50	85-80
Salvado de trigo	20	

Las mezclas líquidas: En la preparación de las mezclas líquidas es importantísimo que la miel sea de altos grados Brix (no menos que 85), y que la urea se incorpore sin adicionar agua. Es conveniente incluir una fuente de fósforo y también la sal marina, cubriendo así las necesidades de todos los macro y micro minerales.

Las mezclas pueden hacerse con mezcladores horizontales ajustados con paletas o simplemente en tanques o canecas utilizando el aire comprimido para crear la turbulencia que permite la solubilización y/o suspensión de la urea y minerales en una forma uniforme dentro de la mezcla.

Figura 1: El fraccionamiento de la caña de azúcar a nivel del ingenio. Para poder aumentar la proporción de la biomasa de la caña que sale del ingenio en forma de alimento animal - con reducción consecuente en la producción de azúcar - el proceso de separación debería pararse después de la penúltima centrifugación siendo los productos finales los azúcares "A" y "B" y la miel "B". Los números en paréntesis () son toneladas en base seca.



Resultados típicos con el uso de una mezcla líquida para suplementar novillos pastoreando en Brachiaria decumbens se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2: Efecto de la suplementación con miel/urea (10%) sobre el crecimiento de ganado en pastoreo de Brachiaria decumbens

	Pastoreo en B decumbens	
	Testigo	Miel/urea
Peso vivo (kg)		
Inicial	194	204
Final	244	260
Aumento diario (kg/d)	0,58	0.75

(Fuente: ICA, La Libertad 1988)

Los bloques multinutricionales: En el caso de los bloques multinutricionales la base de la tecnología es la reacción entre la cal viva (o el cemento) y los ácidos orgánicos de la miel, la cual en la presencia de una fuente de fibra de baja densidad (alta área de superficie) facilita el proceso de solidificación. Los bloques pueden hacerse a cualquier nivel tecnológico desde el mezclado a mano, el uso de una mezcladora de concreto, o una mezcladora horizontal ajustada con paletas.

Los puntos claves son la selección de la fuente de fibra. Los mejores resultados se han obtenido con el salvado de trigo y maíz, el cisco de café y el bagacillo de caña. Como fuente de pegamiento, se prefiere la cal viva molida, la cual puede ser apagada parcialmente antes de preparar el mezclado. En situaciones donde se dificulta conseguir la cal viva, puede utilizarse el cemento.

El endurecimiento de los bloques normalmente requiere de 3 a 7 días cuando la mezcla se deja en moldes. Para acelerar el proceso a nivel industrial, se están utilizando prensas hidráulicas y en tal caso es conveniente dejar la reacción durante 30 minutos después del mezclado antes de introducir el material dentro de la prensa.

Las ventajas de los bloques multinutricionales son su fácil manejo en el transporte, almacenamiento y suministro a los animales. Además, casi no existe riesgo en su utilización siendo el único peligro el proporcionar bloques que no han endurecido suficientemente. Resultados típicos de su uso como suplemento en la dieta de novillos se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3: Respuesta a los bloques multinutricionales (novillos pastoreando en Brachiaria decumbens; 4 animales/ha)

Peso vivo (kg)		
Inicial	232	228
Final	255	267
Aumento diario (g/d)	275	460
Consumo del bloque (g/d)		350

Fuente: Ingenio Providencia; CIPAV)

Las mieles de la caña en la alimentación de cerdos

Desde hace 20 años se iniciaron en Cuba los ensayos sobre el uso de las mieles de la caña de azúcar para reemplazar los granos de cereales en la alimentación de cerdos (Preston et al 1968). Estos esfuerzos fueron muy exitosos y actualmente la mayor parte de la población porcina en Cuba se alimenta con base en los subproductos de la caña de azúcar. Principalmente se ha utilizado la miel final aunque ya se está haciendo una transformación hacia el uso de la miel "B" (Perez 1988).

Los datos en los Cuadros 4 y 5 resumen los resultados típicos en la etapa de finalización al usarse miel rica, miel "B" o miel final como la única fuente de carbohidratos siendo la suplementación proteica con base en la levadura torula. Datos obtenidos de los ensayos en el Ingenio del Cauca, para miel final y miel "B" se presentan en el Cuadro 6.

Los resultados de un ensayo en el cual se suministró miel "B" a las cerdas durante las fase de preñez se demuestran en el Cuadro 7. El comportamiento de los animales alimentados con miel "B" fue similar que en el caso de los animales testigo.

Cuadro 4: Comportamiento de los cerdos en finalización alimentados con mieles de caña (peso inicial 30kg)

	Maíz grano	Miel rica	Miel "B"	Miel final
Peso final (kg)	104	103	98	96
Ganancia (g/d)	643	682	635	619
Consumo (kg MS/d)	2.21	2.55	2.61	2.56
Conversión (base seca)	3.19	3.74	4.11	4.14

Fuente : Lan et al 1988

Cuadro 5: Comportamiento de los cerdos alimentados en fase de finalización con maíz o miel rica

	Restringido		Libre acceso	
	Maíz	Miel rica	Maíz	Miel rica
Ganancia (g/d)	675 ^b	669 ^b	738 ^b	786 ^a
Consumo MS (kg/d)	2.21 ^d	2.41	3.04 ^b	3.21 ^a
Conversión (MS)	3.21 ^c	3.55 ^{bc}	3.80 ^{ab}	4.03 ^a
Grasa en la canal (%)	24.4	25.2	27.6	23.8

Fuente : Figueroa 1987

Cuadro 6: La miel final o miel "B" para el levante/engorde de cerdos

	Proteína (g/día)			
	270		200	
	Miel final	Miel "B"	Miel final	Miel "B"
Peso vivo (kg)				
Inicial	26	27	31	34
Final	84	92	80	92
Aumento (g/d)	440	520	390	470
Consumo (kg/día)				
Miel	2,21	2,63	2,31	2,87
Núcleo proteico (36%)	0,74	0,74	0,55	0,55
Proteína (% base seca)	9,9	9,6	8,4	7,1

Fuente: Ingenio del Cauca 1988; CIPAV 1988

Cuadro 7: Miel "B" para cerdas gestantes (5 cerdas/tratamiento; ensayo de 115 días)

	Cereales	Miel "B"
Consumo (kg/d)		
Alimento comercial	2	-
Miel "B"	-	3
Núcleo proteico (36% proteína)	-	0,5
Lechones vivos/camada	11,2	11,0
Peso vivo (kg)		
Camada	14,7	14,5
Lechón	1,3	1,3

Fuente: CIPAV 1988

Las conclusiones que se derivan de estos resultados son los siguientes:

- * Puede lograrse el mismo nivel de comportamiento en ganancia de peso con dietas basadas en miel rica (el jugo concentrado y parcialmente invertido) que con cereales (grano de maíz).
- * El comportamiento con la miel B es ligeramente inferior que con la miel rica, pero superior el comportamiento con la miel final.
- * Siempre el consumo de materia seca es mayor al proporcionar mieles en una dieta compuesta de éstas, comparada con una de cereales. Por lo tanto, la conversión alimenticia siempre es inferior con dietas de mieles.
- * El rendimiento en canales de los cerdos alimentados con miel es más alto que cuando la dieta se compone de granos de cereales.
- * Las canales de cerdos engordados con miel rica tienen menos grasa y mayor desarrollo muscular que las de los alimentados con granos. La apariencia física de los cerdos alimentados con mieles se ve más redonda que en el caso de los animales alimentados con cereales, y se considera que este cambio se debe probablemente a una hipertrofia muscular causada por cambios hormonales en cerdos alimentados con azúcares.

El bagazo pre-digerido como base de la dieta de los rumiantes

Los primeros trabajos dirigidos al mejoramiento del valor nutritivo del bagazo se realizaron en Mauricio (Wong et al 1974), donde se demostró un mejoramiento dramático en la digestibilidad del bagazo al someterlo a un tratamiento con vapor de presión a una temperatura de 200 C (Cuadro 8).

Cuadro 8: Efecto de tratar el bagazo con vapor a diferentes temperaturas y tiempos sobre la tasa de degradabilidad de la materia seca en bolsas de nylon en el rumen

Tiempo (minutos)	Temperatura C		
	130	175	198
	Degradabilidad de la MS (%)		
15	23	46	68
30	28	45	65
60	25	55	67

Fuente: Wong et al 1974

Este proceso ya se ha comercializado tanto en Brasil como en Colombia, a nivel de ingenio. Resultados típicos al usar el bagazo pre-digerido como dieta básica de novillos de engorde se resumen en el Cuadro 9.

Cuadro 9: El engorde de novillos con bagazo predigerido con vapor, complementado con follaje de matarratón (*Gliricidia sepium*), gallinaza y harina de arroz

Peso vivo (kg)		
Inicial	265	
Final	310	
Aumento diario (g)	810	
Consumo :	kg/día	(% base seca)
Bagazo predigerido.	10	56
Miel final (10 % urea)	1,5	16
Follaje matarratón	5,7	15
Gallinaza	0,6	7
Harina de arroz	0,6	7

Fuente : Ingenio del Cauca; CIPAV 1987)

El bagacillo es la parte del bagazo que queda después de extraer las fibras largas, lo que sucede cuando se usa ese material para la fabricación de papel y tablas conglomeradas. En Cuba, millones de toneladas de bagacillo se han pre-digerido con hidróxido de sodio para incorporarlo en raciones de ganado (Mártin 1986). Sin embargo, la tendencia ahora es cambiar esta tecnología para usar vapor en lugar del hidróxido (Pérez 1987).

La industria panelera

En la industria panelera (Figura 2), el jugo se extrae con un trapiche sencillo, dotado con 2, y hasta 5 masas (rodillos), aunque el más usado es de tres. El tallo de la caña se pasa una o dos veces por las masas, alcanzando así una tasa de extracción que oscila desde 40 a 55% (kg de jugo por 100 kg de tallo). Por supuesto, la tasa de extracción se incrementa con mayor número de masas y pasando el tallo dos veces en lugar de una. En la producción de panela, el jugo se clarifica agregando extractos de la corteza de árboles, llamándose "cachaza" el material que se

elimina en este proceso. Posteriormente, el jugo se concentra en ollas abiertas calentadas con el residuo fibroso (el bagazo), el cual en contraste con el bagazo del ingenio, todavía contiene cantidades significativas de azúcares.

Las posibilidades de diversificación en un trapiche panelero incluyen el uso de los subproductos -la cachaza fresca o después de concentrarse a un nivel de sólidos (alrededor de 50%) que permitiría almacenarse en forma estable sin fermentarse. El producto de la concentración de la cachaza se conoce en Colombia como "melote" (Figura 2). Además, existe toda la infraestructura para usar directamente el jugo fresco.

Los resultados de ensayos en los cuales se ha utilizado el melote en la dieta de cerdos se resumen en los Cuadros 10 y 11. El melote ha soportado un alto nivel de comportamiento en novillos de engorde (CIPAV 1987); sin embargo, es más rentable su uso en la alimentación de cerdos.

Cuadro 10: Finalización de cerdos con melote o con jugo de caña (n=28)

	Jugo	Melote
Aumento de peso (g/d)	630	770
Consumo (kg/día)		
Melote/jugo	9.96	4.00
Núcleo proteico (40% proteína)	0.5	0.5
Conversión (base seca)	3.83	3.67
Proteína en la ración (% en MS)	8.15	6.23

Fuente: Hda "El Paraiso" Santander; Asocaña y CIPAV 1987

Cuadro 11: Levante y ceba de cerdos con melote*

Etapa (días):	0	34	84	124	Medio
Peso inicial (kg)	15	30	57	93	
Aumento de peso (g/d)		440	530	900	629
Consumo (kg/d)					
Melote		2,55	3,62	4,79	3,84
Núcleo (40% prot)		0,60	0,56	0,56	0,58
Conversión (MS)		4,1	4,4	3,22	3,80

Fuente: Asocaña, Santander; CIPAV 1987

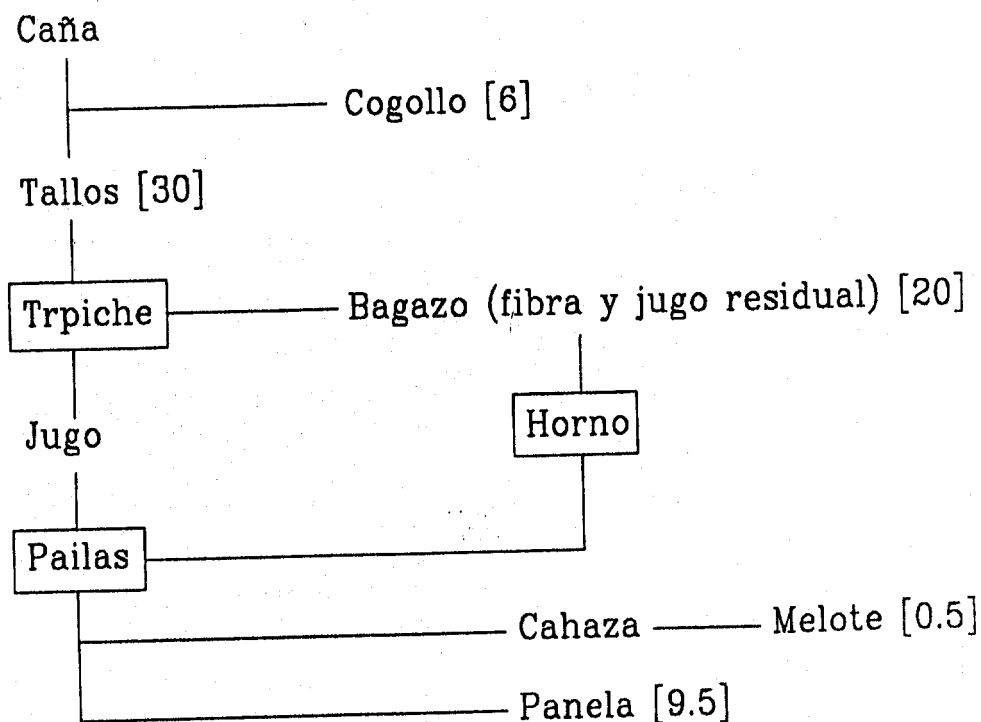
* Azúcares totales (como reductores) 43,1; N = 0,7% de MS; P = 0,44 % de MS; Ca = 1,7% de MS

Casi no hay posibilidades para el uso del bagazo como alimento, ya que debido al sistema de calentamiento de las hornillas, todo el bagazo se necesita como combustible. De hecho, si el melote (o la cachaza) se complementa con jugo, producto de la molienda de caña cosechada para este propósito, el bagazo adicional permitiría un ahorro en las otras fuentes de combustible (ej: llantas y leña) que normalmente se gastan en la evaporación del jugo.

El Trapiche Panelero

Hay dos opciones para poder aprovechar la caña en su forma integral, en la alimentación animal, sin extraer azúcar o panela. Una es el uso de la caña integral picada como alimento para los rumiantes; la otra opción es el fraccionar la caña en jugo y bagazo con el fin de contar con fuentes de carbohidratos adecuadas para alimentar animales monogástricos y rumiantes.

Figura 2: Productos y Subproductos del trapiche panelero (por cada 100 toneladas de tallo). Los números en paréntesis [] son toneladas en base seca



Las bases del sistema de utilización de la caña integral picada para engordar rumiantes se desarrollaron en México hace unos 12 años (Preston et al 1976).

Datos procedentes de la Hacienda Rio Rita, donde actualmente se está empleando esta tecnología, se resumen en el Cuadro 12.

Cuadro 12: Engorde de novillos con caña integral picada; se presentan datos del período antes de introducir la caña cuando la dieta se basaba en ensilaje de maíz.

No. novillos	117	79
Peso vivo, kg		
Inicial	294	249
Final	432	432
Aumento/día	0,675	0,783
Ración, kg/día		
Ensilaje maíz, king grass	17	
Caña de azúcar Integral		18
Follaje leguminosas	5-7	3
Miel-urea (10%)	1	1
Harina de arroz	0,5	0,83
Gallinaza	0,5	0,53
Sales	0,05	0,05

Fuente: Hacienda Rio Rita; CIPAV 1988

Cuadro 13: Engorde de novillos con caña integral; datos económicos

Insumos para engordar un novillo (249 → 430 kg)			
Alimentos	Kg	\$/kg	\$
Caña integral	4.220	1.98	8.339
Miel	228	18.03	4.112
Urea	25	36.00	911
Harina arroz	196	51.00	9.966
Gallinaza	124	9.00	1.118
Matarratón	696	6.00	4.173
Sales	14.9	74.00	1.101
Otros costos			29.832
Total costos			1.529
Valor de la ganancia (235d x 0,82 x \$275)			31.361
			52.992

Fuente: Hacienda Rio Rita; CIPAV 1988

Cuadro 14: Datos económicos sobre el uso de la caña integral para el engorde de novillos

Un novillo : 249 --- 430 kg
Valor agregado (235d x 0,82 kg x \$275/kg) = \$52.992
Total de costos (excluyendo caña) \$23.017
Total de caña (tallos) 3,38 toneladas
* Valor venta ingenio [3,38 x \$5.104] = \$17.251
* Valor venta "carne" [\$52.992 - \$23.017]/3,38 = \$8.868/tonelada
Inversión por animal y su instalación en el corral = \$70.000

Fuente: Hacienda Rio Rita; CIPAV 1988

El trapiche pecuario - base de la alimentación intensiva de todas las clases de animales

La tecnología de la industria panelera se adapta bien a las condiciones que exige un sistema alimenticio de auto-independencia, sea al nivel de la granja pequeña (con superficie desde 1 a 3 ha) o grande. El diseño de los trapiches es lo mismo que se utiliza para la producción de panela, variando sólo el tamaño (capacidad de molienda) y el tipo de tracción que se aplica -- desde la fuerza humana o animal hasta el uso de motores movidos por energía eléctrica o aceite combustible (ACPM).

Las proporciones de los distintos productos finales, que resultan al fraccionar la caña a través de un trapiche panelero, y su destino como alimento para las distintas clases de animales, o como combustible, se ilustran en la Figura 3.

El valor nutritivo de las distintas fracciones de la caña

El análisis químico de las fracciones que resultan al procesar la caña en un trapiche se resumen en el Cuadro 15.

Cuadro 15: Composición química de los productos del fraccionamiento de la caña integral en un trapiche pecuario

Alimento	Materia Seca	% en la MS				
		N	Lípidos	Azúcares solubles	Pared celular	Ceniza
Jugo	20	0.15	0,1	94	-	3.5
Cogollo	30	1.0	0.5	10	78	5
Bagazo	38	-	-	22	74	3

Las concentraciones de nitrógeno y lípidos son insignificantes en todas las fracciones. El jugo difiere del cogollo y del bagazo en ser compuesto totalmente de azúcares solubles, principalmente sacarosa con cantidades menores de azúcares reductores (glucosa y fructosa). Las proporciones de azúcares en forma de sacarosa aumentan a medida que la caña se acerca a su punto de madurez.

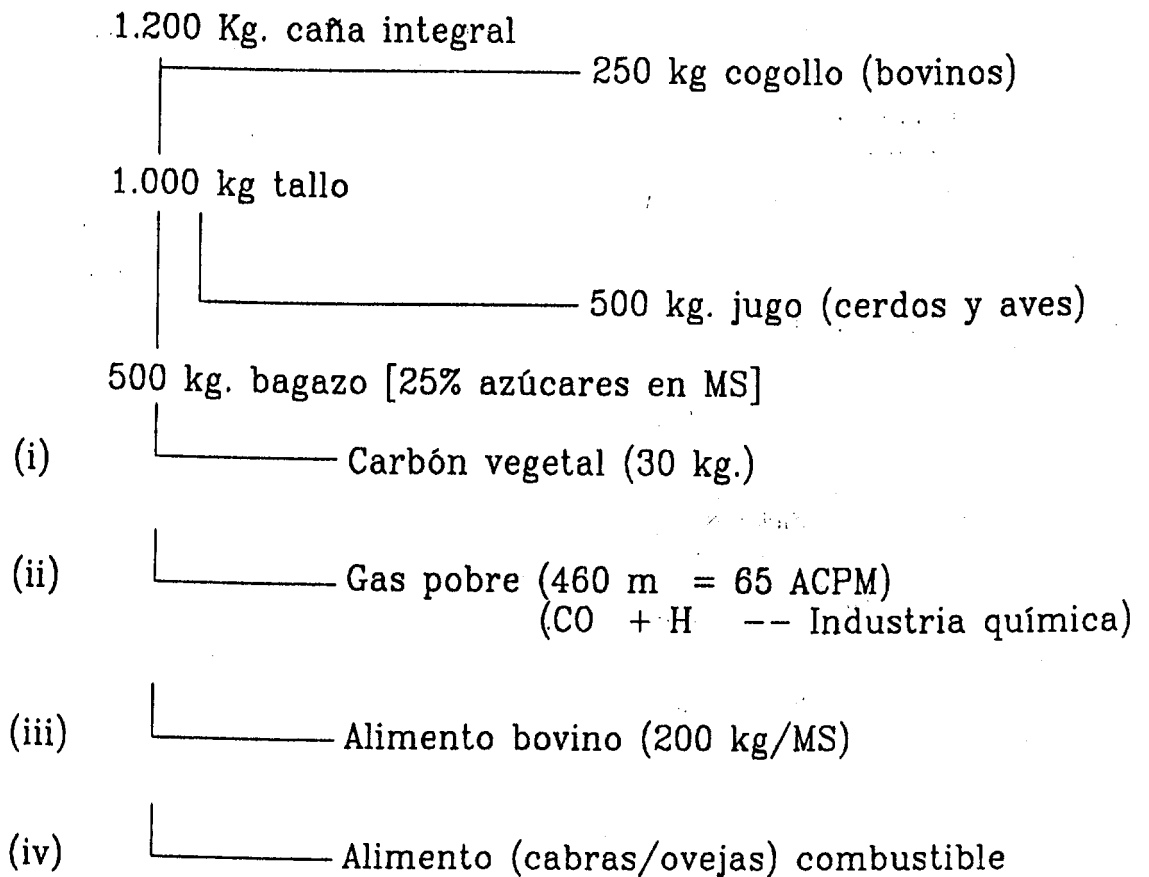
Las fibra residual, libre de azúcares se compone de celulosa, hemicelulosa y lignina. En la forma como sale del trapiche podría contener entre 20 y 30% de azúcares solubles (base seca) de acuerdo con la eficiencia del trapiche para extraer el jugo.

El cogollo se compone principalmente de carbohidratos estructurales, pero también se encuentran azúcares solubles, en proporciones que dependen en el punto donde se separa el cogollo del tallo.

El desarrollo de sistemas alimenticios con base en la caña de azúcar fraccionada en un trapiche

Según la hipótesis que se pretende plantear en este trabajo, el desafío primordial es poder desarrollar sistemas de producción los cuales permitirían reemplazar totalmente los cereales por la caña de azúcar en la alimentación de todas las clases de animales.

Figura 3: Fraccionamiento de la caña de azúcar para propósitos no-azúcares.



Todavía no se han podido superar completamente estas metas, y falta hacer mucho trabajo para comprobar la eficacia de la tecnología en todas las situaciones donde anteriormente se ha dependido del uso de los cereales. Sin embargo, los principales barreras ya se han superado, y los principios que se han establecido ofrecen distintas posibilidades para lograr los objetivos finales de poder desarrollar un sistema alimenticio basado en la caña de azúcar, para cualquier clase de animal.

En términos generales se plantea una estrategia, según la cual el jugo se destinará a los monogástricos, mientras que el bagazo y el cogollo formarán la base de la dieta de los ruminantes.

El jugo como sustituto de granos de cereales en la dieta de los monogástricos

Los cerdos: El sistema alimenticio se basa en el suministro del jugo fresco en forma líquida, a libre disposición de los animales. El jugo, que obviamente empieza a fermentarse rápidamente, exige que la extracción se efectúe todos los días. Las deficiencias proteicas del jugo se corrigen a través del suministro de un núcleo proteico, en base a torta de soya, torta de algodón, harina de pescado y aminoácidos sintéticos (lisina y metionina), formulado para proporcionar el equilibrio de aminoácidos que requiere el cerdo en levante/engorde.

Una de las ventajas del uso del jugo como fuente de carbohidratos asimilables es que aparentemente permita reducir sustancialmente el aporte de proteína total, sin disminuir la tasa de comportamiento (Cuadro 16).

Cuadro 16: Efectos de diferentes niveles de proteína en dietas de cerdos alimentados con jugo de caña desde 60 a 110 kg)

	Nivel de proteína (% de la MS)		
	11	8	5
Aumento de peso (g/día)	850	820	800
Consumo (kg/día):			
Jugo	10	12	14
Núcleo proteico	1	0.75	0.5
Conversión (kg MS/kg aumento)	3.6	3.8	4.4

Fuente: Mena 1986

Estos resultados se están aplicando ya en el programa comercial que se lleva a cabo en Colombia, en el cual se suministra una cantidad fija de 200 g diarios de proteína durante todo el período de levante/engorde desde 20 a 100 kg de peso vivo. Resultados obtenidos en granjas comerciales se presentan en los Cuadros 17 y 18.

Cuadro 17: Ceba de cerdos con jugo de caña o con concentrados comerciales

	Concentrados	Jugo de caña	
		Núcleo 28	Núcleo 40
Peso vivo (kg)			
Inicial	40	37	39
Final	102	101	95
Aumento (g/d)	748	773	674
Consumo total (kg)			
Concentrados	261		
Núcleo proteico		174	74
Jugo de caña (kg)	274	736	
Conversión (MS)	3.83	3.33	3.87
Beneficio/costos	0.12	0.27	0.29

Fuente: Comité Cafeteros: Antioquia

Cuadro 18: Costos por cerdo en finalización y utilidades de la producción con base en cereales o jugo de caña en granjas comerciales

Dieta	Marzo 87		Octubre 87		Febrero 88	
	Costos	% Util.	Costos	% Util.	Costos	% Util.
Cereales	25.900	13.7	31.600	1.3	?	?
Jugo de caña						
Prot. alta	22.800	18.4	27.000	9.5	?	?
Prot. baja					21.500	26.8

Fuente: Federación Nacional de Cafeteros

Se ha empezado ya a nivel comercial suministrar el jugo en las dietas de las cerdas gestantes y lactantes. Las observaciones preliminares indican que además de las ventajas económicas de poder reemplazar los granos de cereales en todas las fases de producción, los lechones nacen con mayor vigor cuando sus madres se alimentan durante la preñez en base al jugo.

La utilización del jugo de la caña en la alimentación de los pollos y las gallinas se describe en el trabajo de Posso (1988).

El bagazo como dieta básica de los rumiantes

El bagazo del trapiche puede contener hasta un 25% de azúcares (base seca) y por supuesto debería tener por lo tanto un potencial muy por encima del bagazo procedente de un ingenio. Sin embargo, el tratamiento con vapor, que ha probado ser eficaz para el bagazo del ingenio, no puede aplicarse a nivel de granja. En cambio, el hidróxido de sodio sí puede usarse a ese nivel, siempre que se tengan las precauciones necesarias, en vista de su naturaleza corrosiva y contaminante.

El sistema que se considera podría ser la base de un programa comercial que consistiría en los siguientes pasos: después de moler la caña en el trapiche, el bagazo se reparte sobre el suelo en una capa de 5-10 cm de profundidad. Posteriormente, se rocía sobre éste una solución acuosa de hidróxido de sodio (10 g de sustancia reactiva en un litro de agua) a nivel de 10 litros sobre 100 kg de bagazo fresco. El material se deja amontonado en una pila abierta. Al día siguiente el bagazo pre-digerido se pasa por una máquina picapasto, junto con el cogollo (que corresponde a los tallos que se molieron) y el follaje del matarratón (*Gliricidia sepium*), del pízamo (*Erythrina glauca*) o de cualquier otro árbol forrajero con conocido valor nutricional como suplemento rico en proteína sobrepasante. Las proporciones aproximadas (% en base fresca) de los tres forrajes deberían ser: bagazo 60, cogollo 20 y follaje arbóreo 20.

Esta mezcla se proporciona a los animales a libre disposición. Deberían recibir además un suplemento rico en proteína y en ácidos grasos de cadena larga (a nivel de 0.2% del peso vivo) y tener acceso libre a una solución de miel final enriquecida con 10% de urea y minerales.

Novillos de engorde de la raza Cebú, alimentados en base a esta dieta en Colombia durante un período de 5 meses (CIPAV 1988), han estado ganando peso a razón de 700 g diarios en promedio (CIPAV 1988).

LAS PERSPECTIVAS

En la Figura 4, se ha estimado la producción de carne a partir de una hectárea sembrada con caña de azúcar, suponiendo que:

- * El rendimiento en tallos es de 80 toneladas (hay 20 toneladas de cogollo)
- * Los tallos se separan en:
 - Jugo para engorde de cerdos
 - Bagazo (se junta con el cogollo) para el engorde de novillos.

Cuadro 19: Trapiche pecuario; datos técnicos

	Cerdos		Novillos		
	kg/d	\$	kg/d	\$	
Jugo	10	24.7	Bagazo	12	29.6
Suplemento prot.	0.55	62.7	Cogollo	6	-
Otros costos		34.7	Matarratón	5	40.0
			Miel-urea (10%)	1	26.0
			Harina arroz	0.5	31.0
			Otros costos		16.5
Costo (\$/animal/d)		122.1			136.1
Aumento peso g/d		500			650
Valor animal agregado \$/d		150			172
Beneficio, \$/animal/día		28.3			36.1

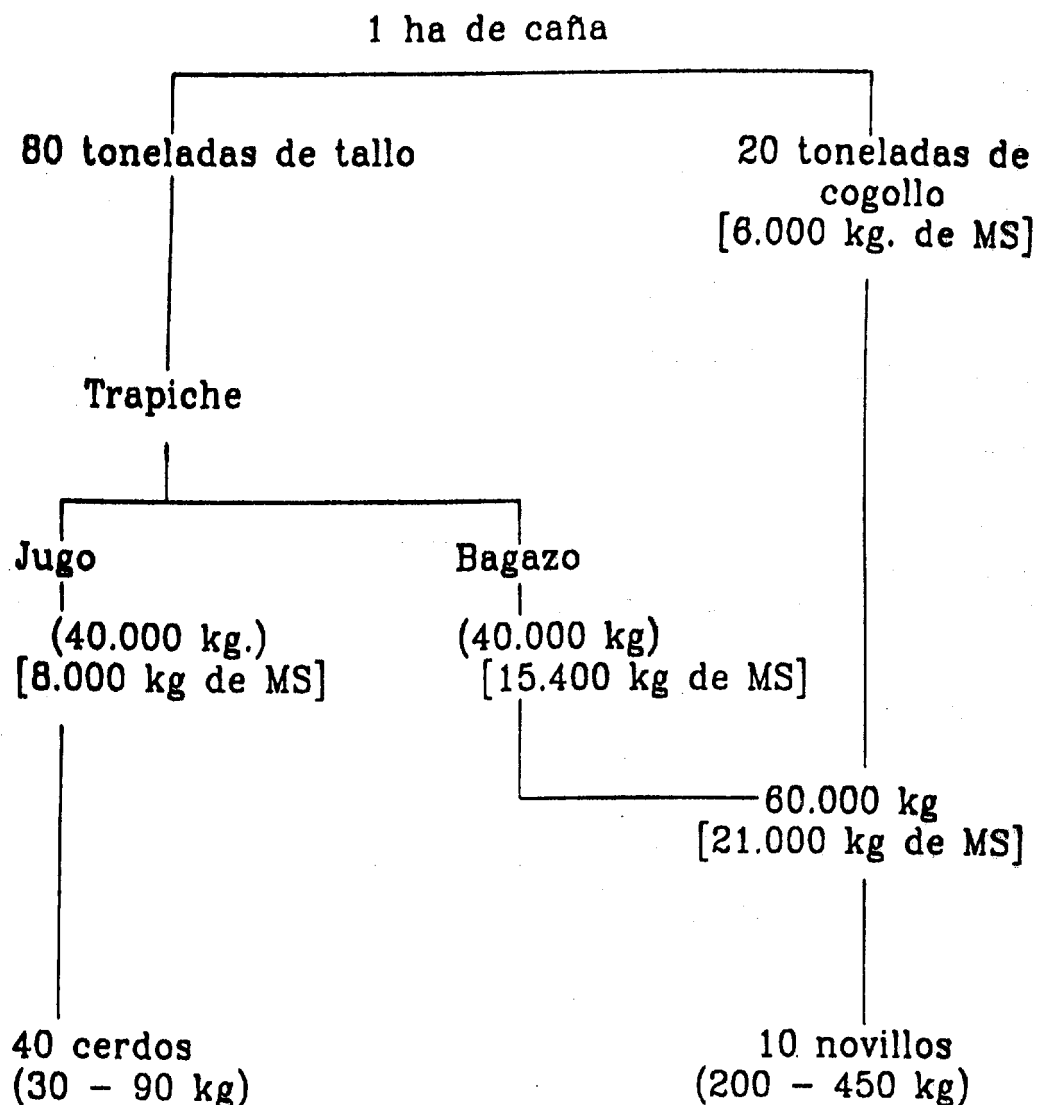
Fuente : Hacienda La Italia; CIPAV 1988

Cuadro 20: Trapiche pecuario; datos económicos

Caña azúcar : 1 ha	80 t tallos / año		Venta:	
	Utilización : Cerdos	Novillos	Total	Ingenio
Ingresos:	606.000	575.000	1'181.000	336.000*
Costos:				
Caña	98.800	98.800	197.600 ²	297.600*
Otros	386.000	354.000	740.000	—
Totales	484.800	452.800	937.600	197.600
Margen:	121.250	122.000	243.450	138.400

* \$4.200/ton en pie * Costo producción \$ 2.470/ton
[Precios vigentes en Mayo 1988 (US\$1.00 = S247)]

Figura 4: El fraccionamiento de la caña para propósito de producción animal.



Hay que importar (comprar): 1.720 kg de núcleo proteico (40% de proteína), 4.640 kg de miel multi-nutricional (10% de urea), 11.600 kg de follaje de matarratón (o de otro árbol forrajero), 2.320 kg de pulidura de arroz, 120 kg de hidróxido de sodio. Estas cantidades representan un 18% de la materia seca de la ración de los cerdos y el 30% de la de los novillos.

Los consumos de los productos de la caña, y los suplementos adicionales, se presentan en el Cuadro 19. Con una tasa de extracción de jugo del 50%, el rendimiento anual es de 40.000 kg, suficientes para engordar 40 cerdos desde 30 a 90 kg de peso. El bagazo residual pre-digerido con hidróxido de sodio (0.2% del peso fresco del bagazo), junto con el cogollo (60.000 kg al año), proporcionarían la dieta básica de 10 novillos engordados desde 200 a 450 kg de peso vivo.

Hay que comprar:

50 kg de núcleo proteico (40% de proteína; US\$0.48/kg) por cada uno de los 40 cerdos

464 kg de miel multi-nutricional (10% de urea más minerales; US\$0.112/kg), 2.373 kg de follaje de matarratón (US\$0.024/kg), 232 kg de pulidura de arroz (US\$0.26/kg) y 12 kg de hidróxido de sodio (ingrediente activo; US\$0.40/kg) para cada uno de los 10 novillos.

Se supone que el costo de producción de la caña es de US\$10,00 por tonelada de tallos.

El costo total de los insumos por lo tanto es de US\$3.443,00

El valor agregado sobre los cerdos se estima en $40 \times 60 \text{ kg}$ (US\$1,16/kg) = US\$2.784; y sobre los novillos de $10 \times 250 \text{ kg}$ (US\$0,90/kg) = US\$2.250.

El valor total de los ingresos es de US\$5.034, dejando un saldo de US\$1.591/ha del cual hay que restar los costos administrativos y financieros.

En cambio, el precio de oportunidad para la caña en el Valle del Cauca para propósitos de elaboración de azúcar es de US\$16.00/tonelada de tallos (incluyendo corte y alza) X 80 toneladas = US\$1.280. Al restar el costo de producción de US\$10.00/tonelada, el margen neto es de US\$480/ha.

En el Cuadro 21 se presentan los niveles de comportamiento animal que se han logrado con los productos y subproductos de la caña de azúcar. Los sistemas tradicionales se consideran que son con base en los granos (pada compararse con el jugo) y las pajas (predigeridos) y los pastos.

Cuadro 21: Sistemas alimenticios con base en los productos y subproductos de la caña.

Especie	Sistema	Alimento	Nivel de producción respecto granos/pajas o pastos
Bovino	Engorde	Jugo	1,0 grano
"	"	Miel final	0,8 "
"	"	Melote	0,8 "
"	"	Caña integral	0,8 "
"	"	Bagazo predi.	1,0 Paja pred/pasto
"	Doble fin	Caña integral	1,0 Pasto
Cerdos	Todos	Jugo/melote	1,0 grano
"	"	Miel "B"	0,85 "
"	"	Miel final	0,7 "
Pollos	Engorde	Jugo	0,75 "
Patos	Todas	Mieles	1,0 "

CONCLUSIONES

Se pueden llegar a las siguientes conclusiones:

- * Existen ya las bases biológicas para poder confiar en la caña de azúcar como reemplazo de los cereales en sistemas intensivos para las principales especies animales, lo que permitiría liberar grandes volúmenes de alimentos a la población humana.
- * La utilización de la caña en sistemas mixtos de producción pecuaria ofrece una alternativa viable a su conversión en azúcar para consumo humano.
- * Los resultados obtenidos con el uso del jugo en alimentación de cerdos, de gallinas ponedoras y de bovinos son iguales, desde el punto de vista biológico, que aquellos obtenidos con dietas en base a granos de cereales. La fibra residual (el bagazo) después de ser pre-digerida con hidróxido de sodio soporta niveles de comportamiento en rumiantes que son similares a aquellos logrados con tamos de cereales, sometidos al mismo sistema de pre-digestión.
- * Con un nivel medio de producción de caña (80 toneladas de tallos/ha/año), se puede engordar anualmente en una hectárea 40 cerdos (desde 30 hasta 90 kg de peso vivo) y 10 novillos (desde 200 hasta 450 kg de peso vivo). Este nivel de producción animal, por unidad de superficie y de tiempo, está muy por encima de lo que se logra en los países industrializados con el uso de los cereales.

Es de esperarse que, al intensificar las investigaciones en este medio, las oportunidades para el uso de la caña en la alimentación animal se aumentarían. Las posibilidades para reducir los costos son especialmente alentadoras, al poder desarrollar fuentes proteicas que también se podrían producir a nivel de finca. En este sentido, el reciclaje de los excrementos de los animales para fertilizar/alimentar los estanques (producción de plantas acuáticas y pescado) y los residuos fibrosos (producción de lombrices), prometería ser una área importante para futuros desarrollos.

- * La caña, como planta perenne, especialmente al ser sembrada intercalada con leguminosas arbóreas, actúa para proteger el ambiente y mantener la fertilidad de los suelos.
- * El cultivo de la caña, su cosecha, procesamiento y utilización en la alimentación animal, no exigen el uso de maquinaria sofisticada y aumentan las oportunidades de empleo a nivel familiar.

REFERENCIAS

- CIPAV 1987 Ajuste de los sistemas pecuarios a los recursos tropicales Suplemento Ganadero (Bogotá, Colombia) 7:1-72
- CIPAV 1988 Ajuste de los sistemas pecuarios a los recursos tropicales (Datos no-publicados)
- Duarte F Elliott R and Preston T R 1982 Fattening cattle with sugar cane juice: effect of the conservation of the juice with ammonia and the use of *Leucaena leucocephala* as a source of protein and forage *Tropical Animal Production* 7:169-173
- Fermin D Fermin R Pina A and Mena A 1984 Sugar cane juice as a substitute for maize and molasses in diets for fattening pigs *Tropical Animal Production* 9:271-274
- Ffoulkes D and Preston T R 1978 Cassava or sweet potato forage as combined sources of protein and roughage in molasses based diets: effect of supplementation with soybean meal *Tropical Animal Production* 3:186-192

- Figueroa V 1987 Experiencias sobre la utilizacion de mieles de caña para la ceba porcina en Cuba In: La melaza como recurso alimenticio para la producción animal (IFS Workshop) IFS: Stockholm
- Mena A 1986 Sugar cane juice for all types of livestock In: FAO Expert Consultation on Sugarcane as Feed (Editors: R Sansoucy G Aarts and T R Preston) FAO:Rome
- Meyreles L Pound B and Preston T R 1982 The use of *Leucaena leucocephala* or sugar cane tops as sources of forage in cattle diets based on molasses/urea, supplemented with chicken litter and/or wheat bran Tropical Animal Production 7:92-97
- Morciego S Muñoz F and Preston T R 1970 Commercial fattening of bulls with molasses/urea and restricted grazing Revista Cubana de Ciencia Agricola (English edition) 4:97-101
- Posso L 1988 Desarrollo de sistemas alimenticios para pollos de engorde basados en el jugo de la caña de azúcar In: Melaza como recurso alimenticio para la producción animal (Editor: T R Preston) GEPLACEA: México (in press)
- Preston T R and Leng R A 1987 Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and sub-tropics Penambul Press: Armidale
- Preston T R Carcano C Alvarez F J and Gutiérrez D G 1976 Rice polishings as a supplement in a sugar cane diet: effect of level of rice polishings and processing the sugar cane by derinding or chopping Tropical Animal Production 1:150-163
- Preston T R Elias A Willis M B and Sutherland T M 1967 Intensive beef production from molasses and urea Nature 216:721
- Sánchez M and Preston T R 1980 Sugar cane juice as cattle feed: comparisons with molasses in the absence or presence of protein supplement Tropical Animal Production 5:117-124
- Wong You Cheong Y d'Espaignet J T Deville P J Sansoucy R and Preston T R 1974 The effect of steam treatment on cane bagasse in relation to its digestibility and furfural production Proceedings of the 15th Congress of ISSCT (South Africa) Hayne and Gibson: Durban

INSTITUTO AGROPECUARIO
 DE COLOMBIA