

59537

CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION  
AGROPECUARIA  
"CORPOICA"  
REGIONAL NUEVE

NUTRICION DE RUMIANTES Y MONOGASTRICOS EN EL TROPICO,  
EN BASE A PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS DE LA CAÑA DE AZUCAR

M.V.Z. JAIME QUICENO ARIAS  
Investigador Asistente

Manizales, agosto de 1994

## INTRODUCCION

Comparando las tasas productivas de los países industrializados con los países del tercer mundo, se nota mayor índice de productividad por unidad (de ganado, de superficie, por persona, por población total) en los primeros ¿valdría la pena alcanzar esos niveles?

Preguntémonos: si se necesita ganado más productivo o se deben utilizar mejor los recursos que se tienen en el medio a través de sistemas integrales complementarios, buscando que los objetivos de nuestro desarrollo sean dirigidos a los productores de las zonas rurales?

Al sofisticar la tecnología, necesariamente se deben tener mejores genotipos para una respuesta real y satisfactoria.

La producción agropecuaria en nuestro medio se tiene que hacer cada vez dependiendo menos del recurso externo buscando la filosofía de producir lo que se necesita en la explotación, convirtiéndola en un sistema sostenible.

Para factores como insumos, costos, disponibilidad de combustibles, hay que buscar alternativas. El problema de la disminución de la población rural, no es solo un problema de suelo, sino de naturaleza del trabajo. Si la condición no mejora el trabajador del campo va a desaparecer.

Hay que partir de un concepto diferente y ajustar los sistemas pecuarios a los recursos que se tienen en el trópico, en un país en vía de desarrollo.

Inicialmente se tendrá que identificar qué se tiene, qué se produce, antes de pensar en un sistema.

Se poseen diversos recursos, desde pastos y forrajes en grandes áreas con bajos niveles de nitrógeno y baja digestibilidad, hasta residuos de cosecha no utilizados. Ganados adaptados a las regiones y mano de obra capaz experimentada, pero no tecnificada, en espera de tecnologías sencillas. O sea que la "Riqueza tropical es cantidad y no calidad".

El sistema doble propósito fomentado por los ganaderos no por los técnicos (interesados en los últimos años) es ejemplo del ajuste de recursos que utiliza.

- Pastos, residuos de cosecha y subproductos
- Ganado mestizo
- Mano de obra poco tecnificada
- Poca mecanización

Por lo tanto, hay que empezar buscando plantas con alta capacidad de captación de energía solar y que conviertan en biomasa que pueda cosecharse y ser utilizada con eficiencia como alimento o

combustible. Igualmente se debe reciclar el estiércol y utilizar leguminosas como economía de fertilizante, apartándonos de los devastadores conceptos de la revolución verde.

Cultivos como: Caña de azúcar, ricos en carbohidratos y las leguminosas arbóreas, fuente de proteína, deben ser base para el desarrollo, por su capacidad de captación de energía solar.

Dentro de los recursos disponibles, la caña de azúcar tiene gran valor por su capacidad de fraccionamiento en jugo, follaje y parte fibrosa, con resultados satisfactorios obtenidos en diversos países incluido Colombia utilizándola en la alimentación de ganado, pudiendo comparar el potencial de crecimiento frente a dietas a base a granos de cereales.

Pero donde muestra mayor aplicación es en porcinos donde se permite sustituir el 100% los granos de cereales, y disminuir el porcentaje de proteína hasta un 5% en raciones de finalización de cerdos y obtener niveles productivos aceptables (estos niveles son inferiores a los requerimientos nutricionales de los animales), pero el interés es de tipo económico.

TABLA 1. Niveles de proteína para cerdos en finalización

	% de proteína		
	11	8	5
Aumento de peso (g/d)	850	820	800
Consumo (kg/d)			
Jugo	10	12	14
Suplemento (40%)	1	0.75	0.5
Conversión	3.5	3.8	4.4

## FORMAS DE UTILIZAR LOS RECURSOS ALIMENTICIOS

Los forrajes templados, son diferentes a los tropicales, en su más alto nivel protéico y digestibilidad.

Nuestros alimentos son ricos en pared celular, gracias a las altas temperaturas y precipitación estacional con periodos secos y húmedos alternos, que hacen que nuestras pasturas crezcan rápidamente; de ahí su alto contenido de lignina y bajo de proteína.

El contenido de proteína y almidón de nuestros recursos alimenticios es crítico e implica que su utilización sea a través de fermentación, la que debemos hacer eficiente.

Las vacas americanas casi no requieren de rumen cuando consumen el 60% de su ración en forma de grano, su digestión puede hacerse en

el rumen o en el intestino. Pero cuando tenemos melaza, caña, tamo de arroz, etc., se tienen que utilizar a través de la fermentación, convirtiéndose el rumen en un perfecto laboratorio.

Los animales dependiendo del propósito, función o estado fisiológico tienen necesidades diferentes. El animal que realiza un trabajo muscular requiere mayor energía si el trabajo es fuerte, y son menores sus necesidades si el trabajo es lento.

Por tanto es de gran importancia conocer cuales son los nutrientes que el animal requiere para sus diferentes propósitos y asignar número a las cantidades de los diferentes nutrientes para las distintas funciones, sólo se pueden indicar tendencias respecto a las necesidades de nutrientes más difíciles de conseguir como: aminoácidos, glucosa y ácidos grasos de cadena larga los cuales además son costosos.

Para un animal que está trabajando, se buscan fuentes de carbohidratos que produzcan acetatos a través de la fermentación. El que está en mantenimiento requiere reemplazar tejidos, aumentando las necesidades de aminoácidos y en la preñez y lactancia necesitan más de glucosa y aminoácidos.

Sería largo de explicar y quizás no se entendería el funcionamiento digestivo total del animal con respecto a las fuentes alimenticias,

pero, lo que debe quedar completamente claro, es hablar de balance, no de cantidad específica de energía o de proteína bruta.

El desafío de la investigación es poder manipular la digestión y las dietas para eliminar protozoarios, aumentar la tasa de degradación de fibra, incrementar la eficiencia de la fermentación mediante el aumento de ácido propiónico y el suministro de nutrientes sobrepasantes que escapan a la digestión ruminal.

#### LIMITACIONES METABOLICAS EN LA UTILIZACION DE LA CAÑA DE AZUCAR Y SUS DERIVADOS.

La caña posee fibra altamente lignificada, en asocio con azúcares principalmente sacarosa, altamente soluble y digestible, sin embargo las concentraciones en proteína y algunos minerales son bajos, la relación azúcar - fibra varía según la etapa de su crecimiento y las condiciones ambientales.

La limitante principal del uso de la caña en dietas para animales monogástricos ha sido su contenido de fibra, pero a su vez, es la razón para el desarrollo de procesos de fraccionamiento, obteniendo jugo como alimento de cerdos, quedando la fibra como subproducto. Actualmente el jugo de caña se utiliza comercialmente como dieta básica de cerdos.

El alimento más económico para bovinos sería la planta integral picada, siempre y cuando se proporcionen los nutrientes eficientes, sin embargo a veces los bovinos con dietas en base a caña han crecido lentamente en forma antieconómica.

#### LA CAÑA DE AZÚCAR Y SUS DERIVADOS EN ALIMENTACION BOVINA

Las formas principales de caña de azúcar o sus derivados que pueden utilizarse como base de dieta de los rumiantes incluyen: Caña integral picada, tallo picado, cogollo picado, médula de la caña luego de separar la corteza, la miel final, cachaza y melote. Todos los derivados de la caña son pobres en nitrógeno y en proteína.

El bagazo tiene muy baja digestibilidad (30%) y es más apropiado utilizarlo como combustible que como alimento, salvo en situaciones donde el tratamiento con vapor de alta presión pueda aplicarse económicamente para mejorar su digestibilidad.

El objetivo de diseñar dietas basadas en caña o sus derivados debe ser optimizar la productividad animal, más bien que satisfacer los requerimientos para altos niveles de producción, teniendo como criterios:

- Establecer fermentación eficiente en el rumen optimizando el crecimiento y la producción de proteína microbial.

- Mejorar la digestibilidad de la fibra dentro del rumen
- Equilibrar los nutrientes producidos por la fermentación ruminal mediante suplementación con nutrientes dietéticos sobrepasantes (proteína: Para aminoácidos esenciales, almidón: Para glucosa adicional, grasa: Para ácidos grasos de cadena larga, para síntesis de tejidos corporales, y grasa de la leche).

El bajo contenido de nitrógeno en la caña de azúcar y sus derivados, indica la necesidad de suministrar suplementos para aumentar los niveles de amoniaco en el rumen, el cual normalmente se hace con úrea, pero pueden utilizarse otras fuentes tales como: gallinaza o forrajes de alto contenido de proteína soluble. Es importante conocer que después de 4-6 horas de suministrar la caña de azúcar estarán muy bajos los niveles de azúcares solubles y de amoniaco en el contenido ruminal, momento en que empieza la degradación de la fibra y por tanto la disponibilidad de amoniaco puede restringir la tasa y el crecimiento de los microorganismos que utilizan como sustrato los carbohidratos fibrosos.

Krebs, y Leng. (1984), Bonitam et al (1986) han demostrado que para alcanzar el máximo consumo alimenticio en dietas en base a forraje, se debe contar con niveles amoniacales en el rumen del orden de 200 mg/litro. Por lo tanto, el momento de suministrar la úrea y la cantidad que se proporciona en una dieta en base a caña de azúcar es factor crítico para optimizar la digestibilidad

de la fibra. Al rociar la úrea sobre la caña puede producir alta concentración amoniaca en el rumen, al iniciar a comer el animal, lo cual a la vez genera alta tasa de crecimiento microbial y alta utilización de la sacarosa.

Sin embargo el amoniaco posiblemente no esté en cantidades suficientes en el momento de fermentación del componente fibroso, problema que se soluciona al permitir acceso libre a un bloque multinutricional, o una mezcla líquida de miel - úrea (10-20% de úrea) que sea consumida durante las 24 horas del día; o incluir la úrea en un suplemento palatable cuatro horas después de la caña picada.

Preston y Willis (1974) en dietas basadas en miel para ganado bovino, recomiendan incluir una cantidad mínima de forraje de alta calidad (8 gr en base seca/k pv) interpretándose la calidad en términos de fibra larga que activa las contracciones ruminales y se degrada lentamente en el rumen. La fibra de caña, la cual se quiebra rápidamente en partículas pequeñas, no es fuente apropiada en dieta a base de miel. El cogollo tiene fibras más largas puede ser mejor, pero no como el tamo de cereales, o el heno de las gramíneas, para mantener un alto consumo de miel cuando ésta se ofrece a discreción.

Eliminar el forraje en dieta en base a melaza puede establecer una fermentación típica de la de un biodigestor (Rowe et al 1979).

Suministrar un forraje fuerte de fibra larga que proporcione nitrógeno fermentable, proteína sobrepasante y lípidos, como en el caso de leguminosas arbóreas es una estrategia de manejo animal.

Las dietas que proporcionan un alto contenido de azúcar, soportan poblaciones altas de protozoarios (Hentodiniomorfos ciliados) y si es caña son ciliados más grandes (Holotricitos) los predominantes. Estos por su capacidad de asimilar azúcares solubles, obtienen ventajas comparativas frente a las bacterias. Una alta población de protozoarios en el rumen disminuye la proteína microbial disponible, para ser digerida por el intestino aumentando la necesidad de proteína dietética sobrepasante.

Bird y Leng (1978) confirman que eliminando o reduciendo los protozoarios del rumen se reduce el requerimiento de proteína dietética sobrepasante.

Podrían utilizarse materiales tóxicos para los protozoarios: aceite de algodón, o la semilla integral que contiene 20% de aceite. Un punto sobre el que se debe enfatizar es en dietas ricas en azúcares y no son suplementadas, la utilización ineficiente de los nutrientes resultará en aumento en la producción de calor.

En un clima cálido o húmedo, se dificulta la disipación de calor, el aumento de la temperatura corporal incrementará el metabolismo

básico reduciendo el consumo voluntario, como único mecanismo para controlar la temperatura corporal.

Experiencias preliminares en la India, indican que se pueden someter vacas Holstein a temperaturas ambientales de 40 - 45°C sin provocar disminución importante en el consumo voluntario, siempre y cuando se suplementen los animales con proteína sobrepasante.

La caña de azúcar y sus derivados, especialmente la melaza son muy pobres en grasa y esto puede ser la barrera principal en la producción de leche. Por lo tanto los suplementos ricos en aceite pueden ser importantes para soportar niveles adecuados en la producción de leche en dietas ricas en azúcar. En este sentido la semilla integral de algodón es excelente.

Sistemas de engorde de ganado bovino con base en melaza, o caña de azúcar, suplementada con proteína sobrepasante, sostienen niveles de crecimiento comparables con aquellos que se logran en dietas basadas en granos de cereales (Preston et al 1967).

Si embargo los animales alimentados con melaza demostraron una eficiencia alimenticia inferior y menor contenido de grasa en la canal (Preston y Willis 1974), pero en cambio fue imposible sostener moderados niveles de producción de leche con una dieta en base a melaza.

La pulidura de arroz con gran proporción de granos quebrados y rica en aceite (12%) era mejor suplemento, que la harina de yuca para crecimiento bovino en dietas basadas en caña de azúcar (Preston Long 1980), al parecer casi todo el almidón de la pulidora escapa a la fermentación ruminal (Elliott et al 1978), esto mejoró la tasa de entrada de glucosa (Lanelo 1978). La pulidura de arroz además proporcionó niveles considerables de lípidos, proteína sobrepasante, y almidón sobrepasante (Elliott 1978), hay evidencias que la pulidura de arroz reduce población de protozoarios por el aceite que puede ser tóxico para ellos.

#### DERIVADOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR DE BAJO CONTENIDO

El bagazo y el cogollo (incluida la palma y hojas verdes al corte, lo más joven de la planta de 4,5 meses) tienen bajo contenido de azúcares, pero alto en fibra, son pobres en grasa y cuando se fermentan en el rumen el perfil de ácidos grasos volátiles es muy bajo en ácido propiónico, su utilización en dietas para rumiantes ha sido poco exitoso.

El cogollo de la caña ha sido utilizado especialmente como alimento de los animales de trabajo (bueyes, mulares, caballares) y en este propósito aparentemente ha funcionado.

La producción de cogollo en el campo de cosecha puede estimarse en 23 toneladas por hectárea año.

La disponibilidad es estacionaria de acuerdo a las cosechas, exigiendo que este recurso se preserve para poder servir como alimento durante todo el año.

Existe la posibilidad de aumentar la digestibilidad del cogollo de caña mediante el tratamiento con álcali, o también con urea, melaza, o melote y someterlo a un proceso de ensilaje, la materia seca sin tratar tiene 3% de proteína, 31% de digestibilidad, al tratarlos sus contenidos aumentan a 7 y 50% respectivamente, comparable a una gramínea de buena calidad.

Al ensilar el cogollo con suplementos de melaza puede ser exitosa bajando rápidamente el pH, sin embargo la naturaleza voluminosa del cogollo dificulta la consolidación del material y la exclusión del aire. Además en el proceso de ensilaje se fermentan todos los azúcares, que trae como consecuencia disminución en el crecimiento de la flora microbiana del rumen de los animales alimentados con este producto, conllevando a un aumento en el requerimiento de proteína sobrepasante.

El uso de amoníaco gaseoso para preservar el cogollo podría darse, aumentándose la digestibilidad y preservando los azúcares como fuente principal de carbohidratos fermentables. Sin embargo, si se aumenta la temperatura del material, pueden formarse compuestos tóxicos que dan lugar al trastorno como histeria bovina (Perdok y Leng 1985).

Si el material se toma del campo de corte se pica (para consumo fresco o para ensilaje) y se dá junto a una fuente de proteína sobrepasante (leguminosa arbórea) en relación 70: 30 para ser utilizada en bovinos ceba.

Los equinos de trabajo pueden recibir entre 25 y 30 kilos diarios acompañados de 15 a 20 litros de cachaza fresca.

Para ensilar el cogollo, se debe tener una humedad aproximada del 65% con adición del 4 al 6% de miel o melote y 2% de úrea.

TABLA 2. Composición de la palma y cogollo de la caña de azúcar (base fresca).

Componentes	Hojas - Cogollo
Materia seca	28.03%
Proteína bruta (N. 6.25)	1.35%
Fibra cruda	14.60%
Ceniza	1.56%
Extracto etéreo	0.77%
ENN	9.66%
TDN	28.43%
FD (Mcal/kg)	1.25-

CIMPA: 1991

#### EL BAGAZO

Se compone principalmente de fibras lignificadas (52% células, 29% hemicelulosa, 19% lignina, 8% sólidos solubles y 2% de grasas,

eras, nitrogenados y cenizas). Casi no tiene nitrógeno fermentable, ni aminoácidos de cadena larga.

Probablemente la mayor limitante en la alimentación es su pobre digestibilidad, lo que hace más apropiada su utilización como combustible.

El procesamiento del bagazo con úrea (amonificación) adicionada al 3% con base a materia seca y dejando 15 días a temperatura ambiental, o con hidrólisis o tratamientos con vapor a 17 atmósferas y 200° C de temperatura, da un aumento significativo de la digestibilidad del bagazo y algunas barreras nutricionales pueden eliminarse a través de la suplementación como lo muestra la Tabla 3.

TABLA 3. Bagazo parcialmente hidrolizado con vapor ((220° C/10 minutos) para terneros suplementados con harina de pescado y harina de maíz.

	Testigo	Harina pescado 250 g/d	Harina maíz 1000g/g	Pescado + maíz 250/1000
Consumo bagazo (kg/m/d).	4.6	4.4	4.5	4.5
Cambio de peso vivo (g/d).	-1.7	+80	+160	+330
Conversión alimentaria		34	23	12

## RESUMEN DE TRABAJOS

Cárdenas (1988) reporta que definitivamente los pastos tropicales no llenan los requerimientos de nitrógeno amoniacal bajo condiciones de pastoreo. La suplementación con hojas de matarratón (proteína 20.4%, FDN 55.5%, digestibilidad en sacco 67.3%) o Úrea-melaza, en levante de novillos pastoreando *Brachiaria decumbens* en verano, se obtuvieron ganancias de peso de 591 y 693/UA/día, y el N amoniacal en líquido ruminal a través del día alcanzó valores de 230 y 350 mg/l (Melo 1989).

TABLA 4. Caña integral para vacas doble propósito (PSxC) efectos de la suplementación.

Fulidura de arroz (kg/anim/día)	Pastoreo - Leucaena *		
	2	1	0
Producción leche kg/día	5.93	6.18	4.63
Cambio de peso vivo	+ 0.34	+ 0.32	- 0.23
Consumo (Caf) kg/día			
Caña fresca picada **	41	34	27
Leucaena		10	9
Melaza	3.1	4.0	3.0
Urea	0.31	0.40	0.30
Materia seca total	10.1	11.4	8.7

Tres horas/día. \*\* MJ-15 grados Brix 9.4. Alvarez y Preston

TABLA 5. Ceba de novillos con caña integral

---

Peso inicial	kg	230
Peso final	kg	430
Periodo días		235
Aumento de peso	kg/día	820

Insumos/animal/ciclo (kg/animal)

	M.F	% M.S
Caña integral	4.220	63
Miel final	288	12
Urea	25	1.2
Salvado de arroz	196	8.7
Gallinaza	124	5.5
Minerales	15	0.7
Gliricidia	696	8.7

Carga animal. 16 animales/ha de caña (100 ton/ha)

Hacienda Río Rita Valle

TABLA 6. Efecto de la suplementación miel-úrea (10%) sobre el crecimiento de ganado pastoreando *Braquiaria decumbens*.

---

	Pastoreo <i>B. decumbens</i>	
	Testigo	Miel-úrea (10%)
Peso inicial kg	194	204
Peso final kg	244	260
Aumento kg/día	0.58	0.75

---

ICA 1988

TABLA 7. Respuesta a los bloques multinutricionales con novillos en pastoreo de *Braquiria decumbens*. Cuatro animales por hectárea.

	Testigo	Bloque
Peso inicial	232	228
Peso final	255	267
Aumento kg/día	0.275	0.350
Consumo bloque kg/día		

Ingenio Providencia - Cipav

TABLA 8. Bloque multinutricional. Composición

Miel o melaza	50%
Salvado de maíz o trigo	20%
Cal viva	8%
Urea	10%
Fosfato dicálcico	5%
Miel	47%
Urea	10%
Salvado de maíz	20%
Sal	3%
Gallinaza	10%
Cal viva	10%

Preston. 1988. Quiceno 1987.

TABLA 9. Caña integral y suplementación, efecto sobre ganancia de peso.

Lugar	Año	n	Suplementos	Peso kg/día
Mauricio	1976	160	Miel, urea maíz-grano Harina-pescado	0.950
Guatemala	1979	800	-Semilla algodón miel-urea baja -Semilla algodón miel-urea libre	0.513 0.944
Colombia	1987	500	-Miel-urea Pulidura de arroz Follaje gliricida	0.820

Preston y Leng 1987.

#### CONCLUSIONES

La eficiencia de utilización de la caña de azúcar y de los subproductos agroindustriales, ricos en azúcares en ganado bovino, dependerá de establecer un ecosistema ruminal eficiente, mediante el aporte de los materiales necesarios para el crecimiento microbial y de equilibrar los productos de la digestión fermentativa proporcionando aminoácidos esenciales y glucosa procedente de materiales que escapen a la fermentación ruminal.

Suplementar con fuentes de ácidos grasos de cadena larga. El requerimiento de proteína sobrepasante depende de la edad, peso, infestación parasitaria, el tratamiento anterior y la característica microbial del rumen.

- En dietas basadas en azúcares con el fin de mejorar la eficiencia alimenticia, debe caracterizarse por un alto aporte de proteína sobrepasante, cierta cantidad de grasa y componentes que puedan actuar para manipular la fermentación ruminal.

En el trópico cuando se aumenta la temperatura y la humedad ambiental se deben proveer de proteína sobrepasante, grasa o glucosa para su digestión y absorción en los intestinos.

#### NUTRICION DE ANIMALES MONOGASTRICOS EN EL TROPICO

Destinar recursos alimenticios en el trópico para la nutrición de animales monogástricos, implica hacer un estudio de las cualidades nutritivas de éstos, los factores antinutricionales que pudieran contener, así como las tecnologías de conservación y distribución a los animales, los aspectos fisiológicos y bioquímicos pueden ser la herramienta útil que brinde nuevas y originales soluciones para el máximo aprovechamiento de los recursos del trópico.

Los sistemas de alimentación de los animales monogástricos a partir de la caña de azúcar constituyen opciones que aceptan con ventajas este reto.

Uno de los factores más determinantes en la nutrición de monogástricos es utilizar recursos alimenticios que no compitan con

la alimentación humana, en las tierras de la banda ecuatorial. Por lo que Khajurern (1985) a sugerido el uso de alimentos tales como: Desperdicios, subproductos y residuos, aún cuando esto implique una disminución en la productividad animal o tener especies no rumiantes como patos, gansos, peces, conejos y otros que estén bien adaptados al consumo de este tipo de alimentos. En otras especies, como el cerdo, cuya producción se ha desarrollado intensamente en las regiones templadas pudiera estar cercano al límite biológico de cosechas cerealeras y de granos que tradicionalmente se destinan a la producción porcina (Pond 1987). Este puede ser el incentivo para la búsqueda de fuentes alternas no tradicionales.

El trópico cuenta con cultivos agrícolas plátano, banano, yuca y caña de azúcar y otros menos conocidos cuyos desechos, residuos y subproductos han sido estudiados, pero no siempre utilizados, para cubrir las demandas de energía en las especies.

Otros recursos con potencial aceptable, como leguminosas arbóreas, excretas de origen animal, desperdicios procesados (Dominguez 1988) no han sido utilizados sostenidamente salvo excepciones. Estos últimos contienen fracción protéica más o menos importante.

Las especies monogástricas que se crean fuera del trópico son las gallinas y los cerdos, con métodos de mejoramiento genético hecho a partir de sistemas de alimentación basados en granos y cereales,

o sea adaptados a los sistemas, por lo tanto son más sensibles al ambiente tropical y a los cambios dietéticos.

De modo que para aproximarse al tema de la bioquímica y fisiología nutricional en producción de monogástricos, se deben tener presentes las características propias de los recursos alimenticios de este ambiente.

El cambio a dietas no convencionales, con la introducción de productos poco estudiados a nivel nutricional puede incurrir en un desbalance de nutrientes más o menos serio. Por ello es esencial conocer el rango más probable en el que se mueven los nutrientes reconocidos como tales.

Se deben identificar las diversas fracciones de nutrientes de los alimentos que poseemos, estudiándolas en detalle. Varios investigadores han tratado el tema en diversas ocasiones y han hecho un reconocimiento sobre distintos tipos de alimentos que se pueden obtener de la caña de azúcar, con miras a la producción animal.

#### FACTORES ANTINUTRICIONALES

Si se consideran factores antinutricionales todos aquellos que van desde tóxicos, hasta los que no hacen aporte al animal pueden darse varios ejemplos.

La *Leucaena Leucocephala*, (Hill 1971), o la *canavalia ensiformis* (Escobar, Viera, Dixon, Farra 1971), poseen factores antinutricionales que limitan su utilización.

Las vías para neutralizar estos factores no deben constituir obstáculo insuperable. También los tienen el frijol de soya, la semilla de algodón, siendo importante darle valor a los principios nutritivos, como a los factores antinutricionales y a las formas de neutralizarlos.

Las yucas amargas poseen glucósidos cianogénéticos (Gómez de la Cuesta, Valdivieso 1981), se eliminan con el secado o el ensilaje. Los taninos en plátano, y bananos verdes. En las mieles de caña hay la posibilidad que compuestos orgánicos no azúcares de las mieles, ejercen influencias negativas en los índices digestivos y rasgos de comportamiento en monogástrico (Figueroa, Macial, 1988). Identicamente la melaza de los procesos industriales del azúcar puede estar adicionada de sustancias que funcionan como factores antinutricionales. Al promover una dieta no convencional a nivel de trópico, debemos enfrentar el reto de identificar los factores antinutricionales, puesto que generalmente su presencia se manifiesta por la reducción del consumo voluntario de los alimentos o en los índices digestivos o en la eficiencia de conversión alimenticia.

## DIETAS LIQUIDAS

Muchas fuentes de energía tropical para alimento de animales monogástricos radican en su alto contenido de agua, obligando al diseño de tecnologías, conservación y manejo, que neutralicen cualquier efecto indeseable, antes de suministrarlo a los animales, además el sistema de suministro difiere de los métodos de manipulación de alimentos secos.

Recursos semisólidos se han manejado con ensilajes, o concentrados como es el caso de la cachaza, por medio del calor para formar melote.

Recursos alimenticios como el guarapo o jugo de caña, pueden ser tratados con benzoato de sodio, hidróxido de amoníaco como agentes que inhiben la fermentación (Mena 1987), o no requieren ser tratados como la melaza o mieles de caña.

Durante el almacenamiento de mieles, la actividad microbiana no es trascendente, pero su consumo puede determinar procesos fermentativos de intensidad variable.

La miel rica no ocasiona actividad exorbitante en el tracto intestinal de los cerdos, como ocurre con la ingestión de suero de leche en algunas razas (Kim, Benenenga, Grumer, 1978). Lo que se

puede explicar por un rápido paso digestivo de absorción muy rápida de los carbohidratos dietéticos: Glucosa, sacarosa, o fructosa.

En contraste con el cerdo, en aves alimentadas con mieles ocurren procesos fermentativos indeseables, fundamentalmente en el buche.

De los recursos alimenticios en el trópico, posiblemente los provenientes de la caña de azúcar sean los más investigados y probados a nivel experimental y de producción animal como tal (Mena 1984, 1987, Figueroa 1987, Quiceno 1987, Corzo 1988, Buitrago 1975, Birooks 1972, Portela et al 1987, etc.).

El cerdo por su naturaleza omnívora, tal vez se adapta más fácilmente a un sistema de alimentación líquida en las que el jugo, las cachazas y las mieles constituyen la fuente de energía básica.

El jugo está compuesto generalmente de azúcares solubles, esencialmente sacarosa con cantidades menores de azúcares reductores: Glucosa y fructosa. La proporción de azúcar en forma de sacarosa aumenta en la medida que la caña se acerca a su punto de madurez. La naturaleza líquida de la dieta parece que no es la que determina un factor de consumo diferente. Este factor se caracteriza por una prolongación en el tiempo de la actividad prandial, debido a su consumo continuo de sorbos de la dieta y toma de agua.

TABLA 10. Rasgos del patrón de ingestión de cerdos, cebados ad libitum, con maíz o miel final de caña.

	Harina de maíz	Miel pura
Consumo %, MS.		
Ingestión, g/cerdo	59.6	31.7
Fresco	1.956	1.110
Seca	1.765	926
Veces:		
Comiendo	2.8	13.8
Bebiendo	2.5	15.0
Actividad prandial, min.	13.3	25.8
Velocidad de ingestión g/min. base fresca.	148	44

Actividad medida durante la primera hora inmediatamente posterior al suministro de la ración. Ly y Castro (1984).

Es posible que uno de los factores que más influye en el patrón de consumo sea el reemplazo del almidón por la sacarosa, como fuente básica de los carbohidratos de la dieta. En la medida que se aumenta el trabajo con dietas no convencionales y en nuestro caso en base a productos y subproductos de la caña; es posible que aparezcan ciertas anomalías en los animales monogástricos. Como limitación en el consumo voluntario y posibles cambios metabólicos a nivel cartilago y huesos, o consecuencias sin análisis cuando se prolonga su utilización en cerdas gestantes o lactantes, cuya respuesta nos debe dar la continuación del proceso investigativo.

## RESUMEN DE INVESTIGACIONES EN PORCINOS

Los estudios que existen no brindan soluciones completas a los problemas básicos que limitan el potencial existente en el trópico, el gran volumen de alimentación de aves y cerdos se hace en base a cereales (Maíz, trigo, sorgo) mientras que productos de mayor rendimiento energético por unidad de superficie (caña de azúcar, yuca) sólo constituyen una fracción insuficiente de la ración.

El cerdo ofrece una situación favorable sobre las otras especies (rumiantes y aves) permite mayor flexibilidad para la utilización de subproductos de la caña como fuente de energía, siendo su eficiencia convertir azúcar en proteína y grasa animal mejor que la de los rumiantes.

En el proceso de producción de azúcar, la melaza y la miel han servido como base a la investigación en nutrición animal y actualmente en la producción de panela, el jugo, la cachaza, el melote y la miel. Todos estos productos son energéticos, debido a que la totalidad de su materia está representada por monosacáridos y disacáridos de alta digestibilidad en especies monogástricas, el extracto no nitrogenado constituye desde el 100% en azúcar refinado hasta el 70 - 80%, en algunos tipos de melaza el porcentaje restante en el último producto es igual a humedad, ceniza y compuestos nitrogenados.

Cuando se utilizan compuestos de la caña en la alimentación animal, se presenta alta variabilidad en su composición química. La edad, el tipo, el sistema de recolección y el procesamiento de la caña pueden modificar el contenido de nutrientes.

Los niveles de K, Na y Mg pueden variar en las melazas y depende del grado de fertilización del cultivo.

Los minerales como: Fe, Cu, Zn, Mn, varían de acuerdo al tipo de recolección, pues la caña cosechada a mano llega limpia al ingenio, la cosechada a máquina lleva suelo e impurezas que llegan a la melaza final.

#### MELAZA FINAL

##### Cerdos - Crecimiento y Acabado

Son muchos los autores que han desarrollado trabajos con melaza en la alimentación porcina Henke 1933, Burns 1902, Barnett y Godel 1923, Bianco et al 1964, Noncada y Maner 1964, Iwanaga et al 1959, Preston y Willis 1969.

Se han identificado como mayores limitantes, su bajo contenido de proteína, alto porcentaje de ceniza, ausencia de fibra y grasa.

Cantidades superiores al 30% producen efectos laxantes en cerdos de todas las edades, con mayor gravedad en cerdos en la fase inicial de crecimiento.

En la medida que se incrementa el nivel de melaza, se produce un efecto diluyente en la concentración de energía de la dieta, lo que se refleja en menores ganancias de peso, en estas circunstancias el cerdo consume más alimento para mantener un consumo constante de energía digestible por día.

Corzo et al 1968, comparó dietas de 15, 22.5 y 30% de melaza y tres niveles de proteína (13, 16 y 19%), en cerdos de 20 a 90 kilos de peso. El incremento de proteína en las dietas no mostró ventajas importantes en el rendimiento, el aumento de peso día siempre fue igual o superior en las dietas que contenían melaza al compararlas con la dieta testigo (maíz, torta de soya), niveles del 30% de melaza fueron soportados por los cerdos, con ganancia de peso similar en dietas a base de maíz y torta de soya. En términos económicos la mayor ventaja puede lograrse con niveles de melaza de 20, 30 y 13% de proteína.

Buitrago 1975, evaluó dietas isoprotéicas en base a torta de soya y de algodón, en raciones de 15 y 12% de proteína, reemplazando los granos de cereales por la combinación melaza - azúcar, en las dietas de crecimiento y acabado respectivamente.

En el experimento con torta de soya (30%) los rendimientos fueron iguales o superiores a los obtenidos con dietas convencionales a base de cereales (maiz - sorgo) tanto para crecimiento (20-50 kg) como para acabado.

Cuando se utilizó la torta de algodón al 35% en crecimiento y 28% en acabado no se observaron efectos adversos en el rendimiento con los niveles altos de torta de algodón. La eficiencia alimenticia se afectó ligeramente en la medida que se aumentó el nivel de melaza en crecimiento. En el acabado las dietas con 30% de melaza y 28% de torta de algodón sostuvieron rendimientos comparables a las dietas maiz - torta de soya en cuanto a ganancia de peso y eficiencia alimenticia.

Buitrago complementó la investigación, al cambiar suplementación en dos tratamientos con semilla integral de soya (cocida en agua en ebullición durante 15 minutos). El rendimiento en cuanto a ganancia de peso fue superior a los que contenían la combinación melaza - azúcar - torta de soya (o semilla de soya) en relación a la dieta testigo (maiz - torta de soya).

Preston y Willis 1968, han demostrado que niveles de melaza hasta de 60% pueden usarse favorablemente cuando en la mezcla se incluye 20% de azúcar cruda. La sacarosa de mejor energía metabolizable que el almidón superó en eficiencia a los cereales, por una mejor

utilización de la fracción extracto libre de nitrógeno de las dietas en relación con los cereales.

Brooks e Iwanaga, , tratando de controlar la diarrea en dietas con melaza adicionan 13% de bagazo de caña en dietas con 50% de melaza, eliminado el efecto laxante, sin embargo el aumento de peso y la eficiencia disminuyen significativamente como resultado de la reducción drástica de la concentración de energía digestible.

Estos autores en 1972 han aumentado la concentración de energía digestible en dietas con 30-50% de melaza adicionando grasa, mejorando los rendimientos de peso, y la eficiencia alimenticia de cerdos en crecimiento.

Otra limitante de la utilización de niveles altos de melaza en la dieta se presenta en la dificultad de mezclar cantidades superiores al 20%, o problemas de almacenamiento o manejo de comederos.

Combs y Wallan (1972) ofrecieron a voluntad la melaza en comederos separados del alimento seco (suplemento- proteína también a voluntad, o mezclada la melaza con diversas proporciones de agua ofreciéndola en comederos separados controlando el alimento seco (920 gr/día).

En el primer caso los cerdos consumieron un exceso de suplemento protéico; debido a la dificultad de consumir melaza en forma integral (80% MS).

En el segundo experimento en la medida que se aumentó la cantidad de agua adicionada a la melaza, mejoraron la ganancia de peso y la eficiencia de conversión alimenticia aunque el rendimiento fue siempre inferior a los testigos sin melaza.

#### JUGO DE CAÑA

El jugo de caña o guarapo tiene aproximadamente entre 15 y 20% de sólidos totales, de los cuales el 80% son azúcares solubles principalmente sacarosa, con menor cantidad de azúcares reductores glucosa y fructosa, o sea un alimento básicamente energético. La energía bruta para el jugo de caña en Brasil (21% MS y 14.8% de sacarosa) es de 15.9 MJ/kg MS con digestibilidad del 95% de la EB para cerdos en crecimiento ceba. (López Danzele et al 1986).

El hecho que el jugo de caña no sea sometido a procesos en el ingenio como ocurre con las mieles y otros derivados industriales, le confiere ventajas en la composición química como alimento para el cerdo.

El jugo conserva su composición química original, sin la aparición de compuestos químicos indeseables, en especial los polímeros no

azúcares, ésto hace que la proporción de azúcares solubles en el extracto libre de nitrógeno sea mayor para el jugo de caña, que para otros derivados como las mieles de caña.

Por otra parte en el jugo están presentes las proteínas de la planta que no es necesario flocular y extraer con la cachaza en proceso de clarificación.

El bajo nivel de materia seca predispone el jugo de caña a la descomposición por fermentación muy rápida (8-12 horas) lo que dificulta la manipulación en las instalaciones pecuarias. sin embargo se ha demostrado que la inclusión de formaldehído, hidróxido de amonio o benzoato de sodio, pueden preservar el guarapo de 3 a 7 días (Roadillo, y Preston 1951, Santana y Jiménez 1985).

El sistema alimenticio se basa en el suministro del jugo fresco en forma líquida, en cantidad de acuerdo al peso vivo del cerdo (1 litro de jugo por cada 5 kilos de peso vivo). El jugo que obviamente empieza a fermentarse rápidamente exige que la extracción se realice todos los días, las diferencias protéicas del jugo se corrigen a través del suministro de un núcleo protéico (40%) o cualquier sustrato rico en proteína (torta de soya, torta de algodón, semilla de soya, harina de pescado, etc.).

Una de las ventajas de uso de jugo como fuente de carbohidratos es que permite reducir sustancialmente el aporte de proteína total, sin disminuir la tasa de comportamiento, dietas isoprotéicas.

TABLA 11. Composición química del jugo de caña.

Detalle %	Binkley y Wolfson 1953	Almazan et al 1986	Wu-Leung y Florez 1961
Materia seca	14 - 22	21.2	15.4 - 18.3
Nitrógeno		0.05	0.07 - 0.08
Cenizas	0.3 - 0.7	0.3	1.70 - 5.15
Azúcares totales		20.5	11.8 - 14.2
Sacarosa	100 - 20		7.8 - 8.2
Glucosa	4.3 - 7.8		2.4
Fructosa			2.4
Ácidos orgánicos	1.79 - 3.48		1.17 - 3.07
Calcio			0.15 - 0.29
Fósforo			0.001 - 0.006

TABLA 12. Efecto de diferentes niveles de proteína en dietas de cerdos alimentados con jugo de caña desde 60 a 110 kg.

	Nivel de proteína (% de MS)		
	11	8	5
Aumento de peso (g/día)	850	820	800
Consumo kg/día	1		
Jugo	10	12	14
Núcleo protéico	1	0.75	0.05
Conversión (kg ms/kg aumento)	3.6	3.8	4.4

Mena 1986.

TABLA 13. Ceba de cerdos con jugo de caña o concentrados comerciales.

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

Comité de Cafeteros. Antioquia.

TABLA 14. Ceba de cerdos con jugo de caña y núcleo protéico 40% en fincas de productores.

Fincas	1	2	3	4	5
No. cerdos	1	2	10	3	3
Peso vivo kg.					
Inicial	38	43.5	143.5	65	48
Final	94	186	853.5	265	286
Aumento g/día	595	570	427	523	511
Consumo total kg.					
Jugo de caña (Lts)	1057	1657	10410	4778	3268
Núcleo protéico	50	140	770	200	200
Conversión	4.57	3.20	3.90	5.64	3.50
Índice rentabilidad	24.31	34.57	58.6	24.16	36.4

Quiceno A. J. 1989

## HEMBRAS EN REPRODUCCION CON NIVELES DE MELAZA

Durante la gestación de hembras en confinamiento (tres pariciones), se determinó la influencia en el rendimiento de la cerda y la camada al parto y al destete (35 días) de niveles altos de melaza suministrada en forma de aguamiel, en combinación con un suplemento protéico (harina de soya integral cocida a 100°C por 35 minutos) o un suplemento protéico energético (sorgo más harina de soya integral cocida) durante la gestación, utilizando una dieta convencional en el período de lactancia.

Las dietas se diseñaron en forma tal que por lo menos el 60% del consumo total cerda día fuera melaza y la suma de nutrientes llenarán los requerimientos diarios, concluyen que es posible reemplazar una dieta convencional en gestación a base de sorgo más torta de soya, por niveles altos de melaza (aguamiel) en combinación con un suplemento protéico - energético, ya que no se presenta cambio de peso en las cerdas durante la gestación y lactancia, igual que el número de lechones al nacimiento y a los siete días.

Las cerdas alimentadas con aguamiel y suplemento protéico produjeron cerdos más pesados al destete, que las cerdas alimentadas con aguamiel y suplemento protéico energético. (Roberto Portela et al CNI Palmira 1987).

Roberto Sabogal et al (1993) aconsejaron preparar un concentrado para cerdas en gestación adicionando aguamiel.

Concentrado:

Sorgo	32.0 Kilos
Torta de algodón	22.4 Kilos
Torta de soya	41.0 Kilos
Harina de hueso	3.6 Kilos
Sal yodada	0.7 Kilos
Vitaminas y minerales	0.3 Kilos

De este concentrado suministrar a cada cerda preñada 900 gramos diarios más tres kilos de aguamiel (900 gramos de melaza, más 2.1 kilos de agua) el uso de melaza reduce un 18% en el costo de alimentación por cerda.

Para la lactancia aconsejan:

Concentrado:

Sorgo	55.8 Kilos
Torta de soya	25.3 Kilos
Torta de algodón	13.7 Kilos
Harina de hueso	4.25 Kilos
Sal yodada	0.65 Kilos
Vitaminas y minerales	0.30 Kilos

Se suministra a cada cerda 3.9 kilos de este concentrado más 6.2 kilos de aguamiel (1.9 kilos de melaza más 4.3 kilos de agua).

#### AZUCAR

No es el sentido de esta conferencia promocionar el azúcar, dado que su producción y costo son limitantes para utilizarla en las dietas para animales como base, pero por información se referencia.

Cuando la base energética de la dieta es azúcar el contenido de productos protéicos debe incrementarse. El azúcar crudo puede reemplazar completamente al maíz en la ración en cerdos crecimiento y acabado, siempre y cuando el porcentaje de proteína se mantenga en el rango adecuado (Buitrago et al 1969), niveles de azúcar mayores produjeron ganancias de peso iguales o superiores a raciones controles (Maíz - soya), se observó tendencia a mejorar la eficiencia de conversión alimenticia.

El uso de azúcar refinado en la alimentación de cerdos también ha sido evaluado en las fases de crecimiento y acabado (Maner et al 1969), con respuesta lineal en el aumento de peso, y mejor eficiencia de conversión alimenticia a medida que se incrementó el nivel de azúcar hasta el 60% del total de la dieta. En la misma tendencia está el porcentaje de energía digestible cada vez mayor, la humedad es menor lo que puede explicar los resultados.

Es de resaltar que las ganancias diarias con azúcar están por encima de los 900 gramos día superior a los valores promedio de las dietas típicas (Maíz, torta de soya).

#### MELAZA ENRIQUECIDA

En Cuba la investigación con subproductos de la caña de azúcar en la alimentación de porcinos, se basa en el uso de melaza enriquecida, que corresponde al jugo de la caña parcialmente invertido para evitar cristalización de la sacarosa.

Actualmente la mayor parte de la población de cerdos en Cuba se alimenta a base de subproductos de la caña de azúcar.

Con la melaza enriquecida se ha logrado reemplazar completamente los granos de cereales en la ración sin causar trastornos digestivos. De acuerdo a información de Velásquez et al (1969) la melaza enriquecida tiene un valor de energía metabolizable de 3.75 megacalorías/kg de materia seca, comparable con el maíz. Posee 35% de sacarosa, y el resto glucosa y fructosa.

Velásquez y Preston (1971) cuando compararon niveles de proteína desde el 10% hasta el 22%, en dietas con melaza enriquecida como única fuente de energía (85.5% del total de la dieta) para cerdos en crecimiento y acabado no observaron diferencias en el aumento de peso, ni en la eficiencia de conversión de alimento.

## MELAZA INTEGRAL

También en Cuba se utiliza este producto, correspondiente al jugo concentrado de caña que ha sido sometido al proceso de clarificación con hidróxido de sodio y por lo tanto tiene ciertas impurezas (carotenos, ceras, granos, bagazo, peptonas y otros compuestos nitrogenados) que no tienen la melaza enriquecida.

## MIELES "A" - MIELES "B" Y FINAL

A nivel de ingenio para la producción de azúcar, luego de sacar el azúcar "A" se origina la miel "A" y posterior a sacar el azúcar "B" se origina la miel "B".

TABLA 15. Variación en la composición química de las mieles finales de caña cubanas.

	Valor mínimo	Valor máximo	Valor promedio
Materia seca	70.0	91.3	84.1
Nitrógeno	0.22	0.98	0.51
Cenizas	6.10	15.0	9.57
Azúcares totales	48.0	70.8	60.4
Sacarosa	24.3	42.3	35.5

Bjart et al 1982.

TABLA 16. Comportamiento de los cerdos en finalización alimentados con mieles de caña (peso inicial 30 kg).

	Maíz grano	Miel rica	Miel "B"	Miel final
Peso final kg	104	103	98	96
Ganancia g/día)	643	682	635	619
Consumo (MS/día)	2.21	2.55	2.61	2.56
Conversión (base seca)	3.19	3.72	4.11	4.14

Lan et al 1988

TABLA 17. Miel B para cerdas gestantes (cinco cerdas por tratamiento, ensayo duró 115 días.

	Cereales	Miel "B"
Consumo (kg/día)		
Alimento comercial	2	
Miel "B"		3
Núcleo protéico (36%)		0.5
Lechones vivos/camada	11.2	11.0
Peso vivo kg		
Camada	14.7	14.5
Lechón	1.3	1.3

CIPAV 1988

TABLA 18. Composición de diferentes mieles de caña

	Miel rica	Miel "A"	Miel "B"	Miel final
Materia seca	85	77.8	78.1	83.5
Nitrógeno	0.26	0.29	0.38	0.44
Cenizas	2.8	4.6	7.2	9.8
Azúcares totales	86.1	75.9	69.5	58.3
Sacarosa	28.6	63.4	57.1	40.2
Glucosa	29.3	6.4	5.2	8.9
Fluctosa	28.2	6.1	7.2	9.2
Extracto libre de nitrógeno	95.6	93.0	90.4	87.4
Sustancias orgánicas *	9.5	17.1	20.4	29.1
No identificadas.				
Energía bruta (ms/kg-ms)	15.0	14.9	14.4	13.5

Alimentación porcina no convencional. Figueroa - Ly. 1990

\* Extracto libre de nitrógeno menos azúcares totales.

## CONCLUSIONES

Este trabajo trata de demostrar, que la alimentación de animales monogástricos puede realizarse con éxito en el ambiente del trópico, siempre y cuando se utilicen los recursos alimenticios propios.

Los elevados rendimientos de la caña de azúcar en términos de carbohidratos utilizables por los animales monogástricos sitúa este producto como fuente económica de energía.

Se hace necesario el conocimiento integral de la producción animal, incluido el aspecto bioquímico y fisiológico del uso masivo de las fuentes de sacarosa provenientes de la caña, para abrir opciones que permitan el uso óptimo de los recursos alimenticios del trópico.