



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "CUAUTITLÁN"

**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE EL USO DE LA
MELAZA EN LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO BOVINO**

T E S I S

Que para obtener el Título de
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

p r e s e n t a

GERMAN RODRIGUEZ MARTINEZ



Cuautitlán Izcalli, Estado de México

1985



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

" REVISION BIBLIOGRAFICA SOBRE EL USO DE LA MELAZA EN LA
ALIMENTACION DEL GANADO BOVINO "

	<u>INDICE</u>	<u>PAG.</u>
I.	RESUMEN	2
II.	INTRODUCCION	4
III.	OBJETIVOS	5
IV.	DESARROLLO	6
1.	<u>CAÑA DE AZUCAR</u>	7
1.1	Introducción	7
1.2	Historia	7
1.3	Clasificación botánica y características	8
1.4	Características agronómicas	9
1.4.1	Clima	9
1.4.2	Suelo	9
1.4.3	Productividad	9
1.4.3.1	Producción real	9
1.4.3.2	Producción potencial	10
1.5	Fisiología de la Caña de Azúcar	10
1.5.1	Aspectos generales	10
1.5.2	Fotosíntesis	10
2.	<u>OBTENCION DE AZUCAR Y MELAZA</u>	12
2.1	Introducción	12
2.2	Procedimiento y diagrama de flujo para la obtención	12
3.	<u>CARACTERISTICAS DE LA MELAZA</u>	16
3.1	Introducción	16
3.2	Clasificación de las melazas	16
3.3	Características físicas	17
3.4	Características químicas	18
4.	<u>UTILIZACION DE LA MELAZA COMO ALIMENTO</u>	29
4.1	Introducción	29
4.2	Utilización en la producción de leche	29
4.3	Utilización en la producción de carne	37
5.	<u>LIMITACIONES EN EL USO DE LA MELAZA</u>	49
5.1	Introducción	49
5.2	Toxicidad	49
5.3	Metabolismo de los azúcares en el rumen	55
V.	CONCLUSIONES	61
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	62

I. RESUMEN

La caña de azúcar es uno de los principales cultivos en zonas tropicales siendo de gran importancia en la economía del país que la produce. Es un vegetal de la familia de las gramíneas que se desarrolla en zonas cálidas y húmedas a temperaturas aproximadas entre 18 y 25°C con una precipitación pluvial de 1676 mm/año. (Rosenfeld, 1956).

De ella se extrae un subproducto de gran importancia a nivel mundial: El azúcar de cuyo proceso de fabricación o refinación se obtiene la melaza la cual es un líquido denso y viscoso que se separa de la masacocida final y del cual no se puede cristalizar más azúcar por los métodos usuales. (Meade, 1969).

Para extraer el azúcar de la caña se siguen varios pasos que son: La extracción del jugo por medio de la compresión de la caña en cilindros; Purificación del jugo y clarificación por medio del uso de cal; Evaporación; Cristalización, la cual se lleva a cabo agregando melaza hasta que queda saturada de azúcares. (Meade, 1969)

Dentro de la producción de alimentos, durante muchos años fué suministrada como aditivo para aumentar la palatabilidad o para facilitar la reducción a comprimidos de las raciones mezcladas en seco. (Preston, 1970).

Se ha suministrado como alimento en la producción de leche y carne encontrándose se que en el ganado lechero adicionando hasta 35% de azúcar, el rendimiento de leche no difirió significativamente del testigo (maíz). (Kellog y Owen, 1969).

En la producción de carne se encontró que desde el punto de vista económico en la ceba de ganado fué sólo ligeramente inferior a los resultados obtenidos en la alimentación a base de grano y representó un ahorro del 33% comparado con el método de forraje ad libitum. (Preston, 1969).

Se encontró también que cuando los niveles anteriormente mencionados son rebasados se presentan problemas patológicos muy importantes como lo es la NECROSIS CEREBROCORTICAL, cuya incidencia se relacionó con una baja en la proporción de ácido propiónico y un aumento en la concentración de cuerpos cetónicos derivados del ácido butírico y que trae consigo cambios en la fermentación ruminal. Tomando en cuenta que las principales fuentes de glucosa en el rumiante son el ácido propiónico y la proteína y considerando que la cantidad de Carbohidratos que pasan a la parte posterior del tracto digestivo es muy bajo (1-4%) entonces es muy posible que el animal dependa energéticamente del ácido propiónico producido en su rumen como única fuente de glucosa. El paso a seguir en un futuro es conseguir un producto que cambie el patrón de fermentación hacia una elevación en el ácido propiónico. (Losada y Preston, 1974) (Verdura y Zamora, 1970) (Kronfeld, 1971).

En caso de una intoxicación, el tratamiento a seguir es la administración de -
Glucosa por vía Intravenosa para aumentar la utilización de los cuerpos cetónicos.
(Preston y Lozada, 1973).

II. INTRODUCCION

La producción de alimentos en el mundo, no se desarrolla en forma paralela al crecimiento demográfico que se registra actualmente. Los países con mayores índices demográficos son clasificados como países "en vías de desarrollo" y la mayoría de los países latinoamericanos caen dentro de esta categoría. (López, 1979)

La situación se torna más crítica día con día, debido a que la cantidad de tierra disponible para la siembra es limitada imposibilitando con esto la producción extensiva en ciertas áreas y forzando la producción intensiva de granos y cereales en países que poseen una tecnología mucho más desarrollada como son los Estados Unidos, Canadá y los países europeos. Todos estos países se encuentran situados en zonas geográficas que permiten una producción de granos muy alta, en comparación con la producción obtenida en los países tropicales, ya sean estos húmedos ó secos. Además, la gran mayoría de los países tropicales muestran un desarrollo técnico muy pobre y una producción de alimentos que apenas llena los requisitos más indispensables. (López, 1979)

Tomando en cuenta dichos factores, se hace indispensable el incrementar la producción de alimentos en las zonas tropicales del mundo, y así alimentar a la gente que las habita, aprovechando al máximo las áreas donde se pueda producir proteína de origen vegetal. Desgraciadamente hasta hoy, hay serios impedimentos para lograr este objetivo en las zonas tropicales, uno de estos es la poca profundidad de los suelos, lo que impide convertirlos en suelos arables. Con esto es evidente la importancia de los animales productores de alimentos, especialmente los rumiantes - que pueden convertir alimentos no disponibles para el consumo humano, directamente en proteínas de alto valor biológico. (López, 1979)

Uno de los cultivos considerados con un gran potencial de producción en regiones tropicales es la caña de azúcar (Saccharum spp.) con la cual se pueden lograr nutricionalmente hablando, altos rendimientos por hectárea, principalmente de energía; se se compara con otro cultivo energético, como el maíz, podemos observar que es posible obtener una mayor producción de glúcidos en el trópico, aunque persista el problema de la deficiencia de proteína.

Además tenemos que de la industrialización de la caña de azúcar obtenemos una serie de subproductos susceptibles a ser utilizados en la alimentación de rumiantes e incluso existe la posibilidad de usar la planta completa como ingrediente alimenticio. (López, 1979)

Hasta hoy, las investigaciones con rumiantes alimentados con caña de azúcar se han centrado en los campos del metabolismo y fermentación ruminales, el comportamiento animal y en formas diversas el aumentar la calidad del alimento y su conservación sin embargo hay mucho por investigar para emplear correctamente la caña de azúcar en la alimentación animal. (López, 1979)

III. OBJETIVOS

Los objetivos del siguiente trabajo son:

Recopilar información sobre un alimento de producción nacional (melaza), que puede ser utilizado en la alimentación del ganado bovino.

Presentar la información sobre dicho alimento en forma sencilla que permita ser consultada por los alumnos que cursen las asignaturas zootécnicas de la carrera de Médico Veterinario Zootecnista.

Exponer de una forma sencilla los usos y problemas que pueden traer el uso de este alimento en la alimentación del ganado bovino, también exponer la forma en que la caña de azúcar se procesa hasta obtener la melaza (alimento central de este trabajo de tesis).

Determinar los limitantes para el uso de la caña de azúcar desde el punto de vista metabólico e intentar la manipulación de dicha fermentación para lograr una mejor utilización.

IV. DESARROLLO

1. LA CAÑA DE AZUCAR
 - 1.1 Introducción
 - 1.2 Historia
 - 1.3 Clasificación botánica y características
 - 1.4 Características agronómicas
 - 1.4.1 Clima
 - 1.4.2 Suelo
 - 1.4.3 Productividad
 - 1.4.3.1 Producción real
 - 1.4.3.2 Producción potencial
 - 1.5 Fisiología de la Caña de Azúcar
 - 1.5.1 Aspectos generales
 - 1.5.2 Fotosíntesis

2. OBTENCION DE AZUCAR Y MELAZA
 - 2.1 Introducción
 - 2.2 Diagrama de Flujo para la obtención

3. CARACTERISTICAS DE LA MELAZA
 - 3.1 Introducción
 - 3.2 Características físicas
 - 3.3 Características químicas

4. UTILIZACION DE LA MELAZA COMO ALIMENTO
 - 4.1 Introducción
 - 4.2 Utilización en la producción de leche
 - 4.3 Utilización en la producción de carne

5. LIMITACIONES EN EL USO DE LA MELAZA
 - 5.1 Introducción
 - 5.2 Toxicidad
 - 5.3 Patrón de fermentación

1. CAÑA DE AZÚCAR

1.1 INTRODUCCION

La caña de azúcar es uno de los principales cultivos en las zonas tropicales mundiales, siendo de gran importancia económica para cualquier país productor de ésta, dada la gran cantidad de subproductos que se pueden obtener de ella. El subproducto más importante y al que podríamos llamar subproducto primario, es el azúcar, el cual tiene una gran demanda internacional. Otros subproductos de importancia son: mieles, alcoholes, bagacillo, bagazo y cachaza.

1.2 HISTORIA

Según la mitología hindú la caña de azúcar fué creada por Vishna Mitra bajo un acuerdo con el Rajah I Risbank, en la época en la que todavía existía el paraíso (Deer, 1949). Esto coincide con los reportes de otros lugares que señalan que los primeros lugares donde hubo cultivos de caña de azúcar fueron en la India y al sur de China, aunque no se tiene una fecha exacta. (Earle, 1928)

Algunos historiadores han encontrado datos en una publicación China de 400 aC en la que se dice que el "KANCHE" (Kan-dulce; che-tambú) se cultivaba en la Conchinchina (Rosenfeld, 1956), y se sabe que en el año 286 dC, China recibía la caña de azúcar como tributo del Reino de Funam, y al producto de esta se la llamaba "Sal de la India". El cultivo de la caña de azúcar fué introducido a Europa por Alejandro El Grande en el año de 327 aC en su viaje de regreso del viaje expedicionario que hizo a la India (Shoenfeld, 1958); sin embargo fué hasta 700-1000 dC cuando se empezó a cultivar en forma más extensiva en Sicilia y en España bajo la dirección de los árabes (Earle, 1928), y durante el año de 1150, se reportó la siembra de Treinta mil hectáreas en España (Rosenfeld, 1956)

También se sabe que en el siglo XV, los Europeos difundieron el cultivo de la caña de azúcar a Madelra, y unos años más tarde se llevó a las Azores, Canarias y al Africa Occidental Portuguesa. (Earle, 1928)

Cristobal Colón en 1493 introdujo el cultivo al Nuevo Mundo, fué sembrado por primera vez en la Isla de Santo Domingo pero este primer intento fué un fracaso. Se intentó por segunda vez en 1506, produciéndose por primera vez el azúcar en 1509. El primer ingenio azucarero establecido en América, se situó en Puerto Rico en el año 1524. La caña de azúcar fué introducida a México por Hernán Cortés en 1520 (Sánchez, 1972) y se construyó el primer ingenio azucarero en 1535. (Earle, 1928)

Tiempo después los mismos conquistadores se encargaron de difundir el cultivo y la construcción de ingenios azucareros por todo el continente americano. Actualmente la caña de azúcar se encuentra difundida a nivel mundial. (López, 1979)

1.3 CLASIFICACION BOTANICA Y CARACTERISTICAS

La caña incluye especies salvajes y variedades cultivadas de plantas que pertenecen al género Saccharum, y como especies officinarum, la cual fué dada por Carlos Lineo en la época en la que aún no se clasificaban las especies (Linnaeus, 1753). Al parecer la nomenclatura la tomó de las palabras sánscritas Karkara ó Karkara que significaba "en arenas" (Rosenfeld, 1956)

La clasificación sistemática de la caña de azúcar es la siguiente:

Reino:	Vegetal
División:	Espermatofitas o Fanerógamas
Subdivisión:	Angiospermas
Clase:	Monocotiledóneas
Orden:	Zacates o Glumifloras
Familia:	Gramineae
Subfamilia:	Panicoideae
Tribu:	Andropogoneae
Sub-tribu:	Sacarineae
Género:	<u>Saccharum</u>
Especie:	spp.

Jewiet's (citado por Earle, 1928), identifica a dos especies Lineaceas que son S. spontaneum, que incluye todas las especies salvajes y S. officinarum, todas las débiles, tropicales o las llamadas nobles.

La caña de azúcar como casi todas las gramíneas forma cepas, y los tallos son individuales o simples, de una longitud variable, con alturas que van de dos a cinco metros dependiendo de la especie. Los tallos se presentan erguidos, reclinados y rastrosos según la clasificación de varios autores, por su grosor los tallos son clasificados como delgados (cuando tienen menos de 3 cms de diámetro), gruesos (cuando el diámetro varía de 4 a 4.5) y muy gruesos (cuando el diámetro es mayor de 4.5 cms). Las cañas son variables en cuanto al color, existiendo amarillo claro e intenso, verde claro y, en otros casos rojo, violeta, morado o púrpura.

Las hojas en la caña son alternas, colocadas más o menos en el mismo plano de adherencia al nudo. La hoja se encuentra constituida por el envés y la vaina. El lado externo de la vaina es de color verde frecuentemente cubierto por pelo. Las hojas varían en cuanto a su ancho y longitud yendo de 4 a 10 cms y de .60 a 1.20 cms respectivamente. (Sánchez, 1972)

1.4 CARACTERISTICAS AGRONOMICAS

1.4.1 CLIMA

La caña de azúcar es una planta tropical que se desarrolla en zonas cálidas y húmedas, siendo con esto, posible su cultivo en muchos países.

Según Mangelsdorf (1950), el clima ideal para la producción de caña de azúcar debe reunir las siguientes características:

- a) Una estación de desarrollo con verano largo y caliente, y con lluvia adecuada.
- b) Una estación de maduración y cosecha, que esté asoleada y libre de heladas.

Rosenfeld (1956), menciona que las mejores temperaturas para el desarrollo de la caña de azúcar deben estar en el rango de 18 a 25°C de temperatura con una precipitación pluvial de 1676 mm/año.

1.4.2 SUELO

Rosenfeld (1956), indica que la caña de azúcar puede crecer en una amplia variedad de suelos, aunque se puede decir que las tierras típicas para su crecimiento y desarrollo son de textura pesada y poseen una capacidad enorme de retención de agua. Earle (1928), indica que los mejores suelos para el cultivo de la caña de azúcar son los suelos rojos, suelos negros con subsuelo arcilloso, suelos negros con subsuelo calcáreo, suelos cafés, o mulatos francoarcillosos, suelos aluviales y suelos arenosos francos.

1.4.3 PRODUCTIVIDAD

1.4.3.1 PRODUCCION REAL

El Banco Nacional de México (1978) informó que la producción de caña de azúcar en México en los últimos años es de la siguiente manera:

PRODUCCION DE CAÑA DE AZUCAR EN MEXICO					
Año	1965	1970	1975	1976	1977
Producción *	30,956	34,651	34,366	31,380	31,500

* Miles de toneladas/año

1.4.3.2 PRODUCCION POTENCIAL

Según Barnes (1954) es posible producir la mayor cantidad de energía en el cultivo de la caña de azúcar, expresada como alimento, por unidad de superficie cultivada. Bajo los sistemas agrícolas actuales, para obtener la energía total obtenida en una unidad de superficie sembrada con caña, se requieren siete veces más área que cuando el cultivo fuese de trigo, 20 veces más si se produjese leche y 100 veces más área para producir la misma cantidad de energía (calorías) en forma de carne.

1.5 FISILOGIA DE LA CAÑA DE AZUCAR

1.5.1 ASPECTOS GENERALES

Cuando la planta está en crecimiento pasa por tres procesos celulares comunes al desarrollo de todos los vegetales, que son: división, diferenciación y alargamiento. La división celular que resulta en una continua formación de nuevas células da origen a los tejidos que son agrupados en cada órgano, de acuerdo a sus funciones.

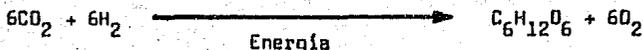
Evans (Camargo, 1976) destaca al hecho de que, no todos los órganos de la caña de azúcar crecen a la misma velocidad. Además se ha observado que bajo condiciones normales, los incrementos mensuales de materia seca de los tallos es en forma geométrica. (Camargo, 1976)

1.5.2 FOTOSINTESIS

Uno de los aspectos más importantes por los cuales se ha estudiado tanto la fisiología de la caña de azúcar, es su capacidad para producir glúcidos, principalmente azúcares reductoras, sacarosa y almidón, así como su movilización y almacenamiento dentro de la caña.

Todo esto es factible, gracias al fenómeno de la fotosíntesis, que es el proceso mediante el cual, las plantas que contienen clorofila, en presencia de la luz del sol, sintetizan compuestos orgánicos a partir del agua y el dióxido de carbono, el producto final de la fotosíntesis siempre es un GLUCIDO.

La fotosíntesis se representa en forma sencilla con la siguiente ecuación:



Basahan (Bonnet, 1962), divide a la fotosíntesis en dos fases: la fase "foto" y la fase "síntesis". La primera fase (foto), consiste en la absorción de la luz por la clorofila y en la conversión bioquímica de la energía luminosa en energía

química. La segunda fase (síntesis), incluye un período "no foto", que consiste en la utilización de la energía química para romper los ligamentos O-H del agua y para la conversión de dos cofactores que son ATP y NADP (Adenosín trifosfato y Nicotin adenin dinucleotido fosfato). En la fase síntesis, esos cofactores son usados para promover la reducción del CO_2 , así como la de nitratos, sulfatos y otros minerales.

La fase "foto" ocurre en presencia de la luz y la fase "síntesis" en la oscuridad. (López, 1979)

2. OBTENCION DE AZUCAR Y MELAZA

2.1 INTRODUCCION

Este capítulo define los términos técnicos azucareros y hace una descripción resumida del proceso de fabricación del azúcar crudo. El diagrama de flujo (fig. 2.1), muestra el proceso según se lleva a cabo en las plantas modernas. Incluye los procedimientos de uso general, pero no ciertas sutilezas y variantes que se usan en muchas partes del mundo. (Meade, 1969)

2.2 PROCEDIMIENTO Y DIAGRAMA DE FLUJO PARA OBTENCION

- a) Extracción del jugo.- El primer paso es la extracción del jugo (guarapo) mediante la compresión de la caña entre cilindros de gran tamaño llamados "mazas. Antes de esta extracción se prepara la caña para la molienda, haciéndola pasar bajo cuchillas giratorias que cortan los tallos y los convierten en astillas, entre mazas de rayado grueso que quiebran la caña y exprimen gran parte del jugo, por desfibradores en forma de molinos de martillos, que desfibran la caña sin exprimir jugo o más generalmente, a través de combinaciones de dos o tres métodos. (Meade, 1969)
- b) Purificación del jugo. Clarificación.- El jugo extraído es ácido, turbio y de color verde oscuro. En el proceso de clarificación (o defecación), ideado para eliminar tanto las impurezas solubles e insolubles, es universal el uso de la cal y el calor como clarificadores. La lechada de cal, preparada aproximadamente con una libra (450 g) de CaO por tonelada de caña, neutraliza la acidez natural del jugo, y forma sales insolubles de cal, principalmente en forma de fosfatos de calcio. La calefacción del jugo alcalino, hasta el punto, coagula la albúmina y algunas de las grasas, ceras y gomas, el precipitado que así se forma engloba tanto los sólidos en suspensión como las partículas más finas. Mediante la sedimentación, se logra la separación de los lodos del jugo claro (esto se hacía antiguamente en tanques individuales de decantación llamados "DEFECADORES", actualmente se usan clarificadores cerrados continuos de varias bandejas). Los lodos se filtran en tambores rotativos al vacío o en algunas fábricas, en filtros de láminas a presión. El jugo de los filtros-prensas retorna al proceso, o se añade directamente al jugo claro, y la torta de las prensas llamada "Cachaza" (en América Latina), se tira, o se usa como fertilizante. El jugo clarificado, de color café oscuro, retorna a los evaporadores sin sufrir tratamiento adicional. (Meade, 1969)

- c) Evaporación.- El jugo clarificado, que posee casi la misma composición que el jugo extraído a excepción de las impurezas extraídas mediante el proceso con cal, contiene aproximadamente el 85% de agua. Las dos terceras partes de esta agua se evapora en evaporadores de múltiples efectos al vacío, que consisten en una sucesión de tanques (generalmente cuatro) de celdas de ebullición al vacío, llamadas "CUERPOS", dispuestas en serie para que en cada cuerpo haya más vacío que en el inmediato anterior y de esta forma el jugo de dicho cuerpo hierva a menor temperatura. Así los vapores producidos en un cuerpo podrán calentar a ebullición el jugo que contenga el siguiente. Con este sistema, el vapor que se introduce al primer cuerpo logra producir "evaporación en múltiple efecto". El vapor que sale del último cuerpo va a un condensador. La fig. 2.1 muestra un cuádruple-efecto en el cual la introducción de una libra de vapor evapora cuatro libras de agua. El jarabe (melaza) sale continuamente del último cuerpo con un contenido aproximado de 65% de sólidos y 35% de agua. (Meade, 1969)
- d) Cristalización.- Se lleva a cabo en recipientes al vacío, de simple efecto, en los cuales se concentra la melaza hasta quedar saturada de azúcar. Al llegar a este punto, se introducen "cristales de siembra" para que sirvan de núcleos a los cristales de azúcar, y se va añadiendo más melaza a medida que se evapora el agua. Los cristales originales que fueron formados en el cristizador, "crecen" sin que se formen cristales adicionales, a medida que en ellos se va depositando azúcar procedente de la masa en ebullición. Este crecimiento de los cristales continúa hasta que al quedar lleno el recipiente han alcanzado un tamaño previamente determinado. La mezcla de cristales y melaza queda concentrada hasta formar una masa densa, "MASACOCIDA", y la "TEMPLA" o contenido del tanque se descarga a través de una válvula inferior hacia un mezclador o cristizador. (Meade, 1969)
- e) Centrifugado o purga; la recocción de melazas.- La masacocida que se llevó al mezclador se hace pasar a máquinas giratorias llamadas centrifugas. El "CANASTO" cilíndrico de la centrifuga, que está suspendido de una flecha o "HUSO" tiene sus costados perforados y forrados de tela metálica; entre el forro y el costado hay láminas de metal que contienen de 62 a 93 perforaciones por cm². Las máquinas que son impulsadas por motores eléctricos giran a velocidades de 100 a 1800 rpm. El forro perforado retiene los cristales de azúcar, que pueden ser lavados con agua si se desea. Las aguas madres, o "MELAZA" pasan a través del forro, impulsada por la fuerza centrífuga ejercida sobre ellas; cuando el azúcar queda purgada, se descarga de la centrifuga, quedando ésta, lista para recibir otra carga de masacocida. (Meade, 1969)

En el sistema de cocción triple que muestra la fig. 2.1 la primera cocción en un templo de jarabe puro rinde azúcar crudo y melaza. A ésta se retorna al tanque para ser recocida junto con una remonta de masacocida de primer grado, y formar una segunda masacocida B, que es de pureza y a su vez rinde otra cosecha de cristales. El azúcar procedente de las templos B se junta con el azúcar A para constituir la producción comercial de la fábrica. La segunda melaza B, es de pureza mucho menor, y a su vez se vuelve a cocer con nuevo jarabe para formar una templeta de grado bajo C. Estas masacocidas de grado bajo permanecen durante varios días en los cristalizadores donde se enfrían; la masa mantenida en movimiento por medio de espas giratorias. El azúcar C se mezcla con jarabe y se utiliza para "siembra" de masacocidas A y B. La melaza final es un material pesado y viscoso que contiene aproximadamente una tercera parte de sacarosa, otra tercera parte de azúcares reductores, y el resto de cenizas, no-azúcares orgánicos y agua. (Meade, 1969)

3. CARACTERISTICAS DE LA MELAZA

3.1 INTRODUCCION

La melaza es el subproducto de la fabricación o de la refinación del azúcar crudo; el líquido denso y viscoso que se separa de la masacocida final de baja calidad y del cual no se puede cristalizar más azúcar por los métodos usuales. Se suele decir que es incomedible porque no se usa para consumo humano, pero la melaza se puede comer sin resultados perjudiciales.

La Asociación Nort americana de Funcionarios de Control de la Alimentación (AAFCO), define la melaza de caña para la alimentación del ganado, como un subproducto de la fabricación de azúcar de caña, y deberá contener el 40% o más de su total de azúcares en forma de azúcar invertido. Su solución en un peso igual de agua deberá indicar no menos de 38.75° Brix (gravedad específica). Esta cifra del contenido total de azúcares se suele expresar frecuentemente (y erróneamente) como la sacarosa más los azúcares reductores. La expresión correcta es Sacarosa dividida entre 0.95 más azúcares reductores; o se puede determinar directamente los azúcares totales como total de azúcar invertido después de la inversión. (Meade, 1969)(Richardson, 1958).

3.2 CLASIFICACION DE LAS MELAZAS

En la primera clasificación es por la presencia de dos factores, es decir: azúcares totales y humedad:

- 1) MELAZAS SUPERIORES.- Las que contengan 23.4% o menos de humedad y 53.5% o más de azúcares totales.
- 2) MELAZAS.- Las que contengan 23.5% de agua y de 48.5 a 53.4% de azúcares totales.
- 3) MELAZAS "UTILITY".- (Aceptables para uso general) Las que contengan 26.5% o más de agua y de 42.5 a 48.4% de azúcares totales. (Meade, 1969)

En otra clasificación se sugiere que el Brix sea el único criterio, se recomiendan tres categorías de melazas de caña:

- 1) MELAZA.- Ha de ser producto de la refinación o fabricación del azúcar de caña, y ha de tener un Brix de 42.5°, después de su dilución con una parte igual de agua (es decir 85°Brix = 44.9° Baumé)
- 2) MELAZA DE CAÑA PARA LA ALIMENTACION DEL GANADO.- Melaza diluida con agua hasta que indique no menos de 39.75°Brix por el metodo de doble dilución (Norma de la AAFCO, sin especificar azúcares totales).

3) MELAZAS DE ALTA CALIDAD O JARABE INVERTIDO.- Se obtiene por la concentración de guarapo clarificado a un Brix aproximado de 85°, seguida por inversión con ácido o invertasa. Brix por doble dilución, no menos de 40° (= 80° Brix ó 42.4° Baumé). (Sugar J., 1959)

3.3 CARACTERISTICAS FISICAS

- 1) VISCOSIDAD.- Es de máxima importancia, ya que se ha encontrado que la fricción en tuberías aumenta en proporción aproximadamente directa a la viscosidad. La viscosidad de un líquido se suele medir en términos de los segundos que tarda un volumen líquido fijo en pasar a través de un tubo pequeño de dimensión estándar. Las viscosidades se expresan en segundos, y la abreviación SSU significa: "Segundos Saybolt Universal". (Meade, 1969)
- 2) EL BRUX Y LA VISCOSIDAD.- En la industria azucarera es común determinar la densidad de los productos y subproductos obtenidos, utilizando determinado tipo de instrumentos que entre ellos está el aerómetro, el cual se encuentra graduado en una escala llamada BRUX, siendo importante porque se acostumbra considerar que el grado Brix es el porcentaje de sólidos o el total de sólidos que hay disueltos en un líquido, de esta manera se garantiza el contenido de azúcares en el producto final. El Brix no tiene relación alguna con la viscosidad.- Esto significa que no hay relación entre el Brix de dos melazas diferentes y sus viscosidades. La viscosidad de cualquier melaza, o de cualquier licor azucarero, quedará notablemente disminuida por la dilución del líquido, es decir por el cambio de su Brix. Lo que se sabe cierto es que el Brix no es medida de viscosidad. (Shaw, 1939)(Meade, 1969) (Scriano, 1992)
- 3) EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA VISCOSIDAD.- Es bien conocido el efecto que surte la temperatura sobre la viscosidad de la melaza, pero la magnitud de este efecto es mucho mayor de lo que generalmente se supone.

Se verá que la viscosidad de la melaza C o final puede ser 10 ó 20 veces mayor a 70°F de lo que es a 100°F, y ésta relación se mantiene muy estrictamente en las demás calidades.

VISCOSIDAD, SSU

Calidad	VISCOSIDAD, SSU				
	70°F (21°C)	80°F (26°C)	90°F (37°C)	100°F (37°C)	130°F (54.4°C)
Melaza, viscosidad máxima	500000	130000	50000	25000	65000
Melaza, viscosidad mínima	15000	6000	2800	1650	5500

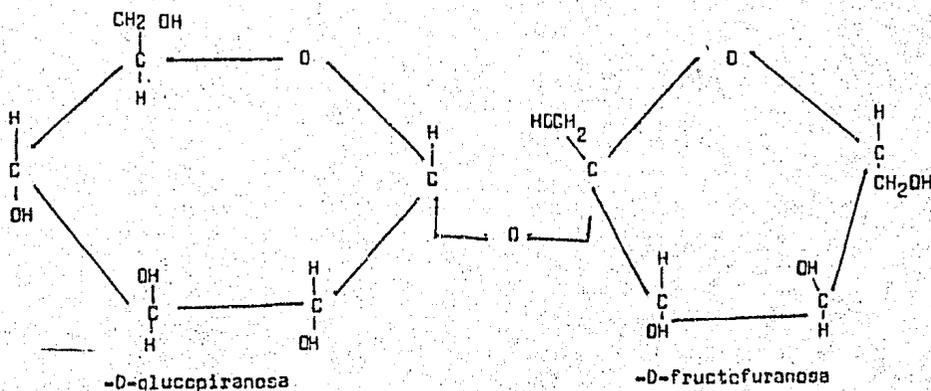
- 4) CALOR ESPECIFICO Y CONDUCTIVIDAD TERMICA DE LAS MELAZAS.- El procedimiento general consiste en utilizar los valores de las soluciones de sacarosa, siendo la densidad la variable. Se cita la ecuación $c = 1 - 0.006 B$, en la cual B es el Brix de la solución. Para una melaza de 80° Brix, esta ecuación determina un calor específico (c), de aproximadamente 0.5. La conductividad térmica de una solución de sacarosa al 60% a 50°C es 0.37 aproximadamente. Si se va a calentar la melaza para facilitar su bombeo, los serpentines de agua caliente son preferibles a los de vapor, porque no producen sobrecalentamiento. (Meade, 1969).
- 5) DETERMINACION DEL pH.- No es posible practicar determinaciones colorimétricas del pH de productos oscuros de baja calidad tales como melazas o soluciones de masacocidas. Se pueden emplear métodos electrométricos, pero en general los resultados no interesan más que para investigaciones especiales. (Meade, 1969)
- 6) DETERMINACION DE LA DENSIDAD.- El grado Brix de una solución de sacarosa es el porcentaje, por peso del azúcar puro disuelto en ella. El considerar al Brix como el porcentaje de materia sólida por peso que contenga la solución, sea azúcar o no implica que los sólidos no sacarinos poseen la misma gravedad específica que el azúcar de caña. Respecto a los carbohidratos, esto es prácticamente cierto, pero dista mucho de serlo respecto a las sales inorgánicas que están asociadas con los azúcares de masacocidas y melazas. Estas sales, cuya densidad específica es tan elevada en comparación con la de los carbohidratos, influyen en grado notable en las determinaciones de la densidad. Los no-azúcares orgánicos poseen densidades específicas mayores que las de el azúcar. Puesto que la razón de no sacarosa a sacarosa aumentará a medida que los productos atraviesen cada etapa de la fabricación, la diferencia entre el porcentaje aparente de sólidos totales que indica el aerómetro y el porcentaje verdadero que se determina al secar el material se hará cada vez mayor. (Meade, 1969)

3.4 CARACTERISTICAS QUIMICAS

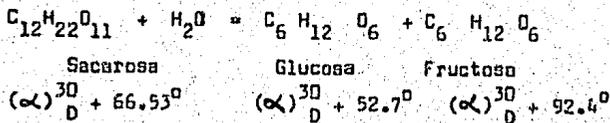
- 1) ANALISIS TIPICO.- La amplia gama de melazas que salen de las centrifugas será de 85 a 92° Brix, o sea aproximadamente 77 a 84 sólidos por desecación. La sacarosa variará entre 25 y 40% y los azúcares reductores entre 35 y 42% y, la suma de los dos (azúcares totales) será de 50% o más. (Meade, 1969)
- 2) AZUCARES.- Los azúcares principales de la melaza son la sacarosa, la dextrosa y la levulosa, de los cuales los dos últimos componen la mayor parte de los azúcares reductores reseñados en los análisis. (Meade, 1969)
- SACAROSA: Es un disacárido producido por la condensación de la glucosa y la fructosa, tiene la fórmula empírica $C_{12}H_{22}O_{11}$, peso molecular de 342.30 . Se ha determinado que su estructura y configuración estereoquímica son las de α -D-glucopiranosil- β -D-fructofuranosido. La sacarosa cristaliza de una solución

acuosa como compuesto anhidrido, en forma de prismas transparentes del sistema monoclinico que pertenecen especificamente a la clase 4; monoclinica esfenoidal; monoclinica hemimorfica.

Los cristales tienen una densidad de 1.5879 a 15°C, y muestran actividad óptica a lo largo de dos de sus tres ejes. La sacarosa pura funde a 188°C, se han reseñado valores de 160 a 180°C para éste punto de fusión, pero ello ha sido resultado del efecto notable que han surtido trazas de impurezas sobre el comportamiento de la sacarosa al ser calentada. En solución este azúcar es dextrógiro, con una rotación específica de $(\alpha)_D^{20} + 66.53^\circ$ a una concentración de 26 gramos por 100 ml de agua. Esta propiedad es de gran importancia por constituir la base de los métodos polarimétricos de análisis. La sacarosa es muy soluble en agua, como lo son casi todos los azúcares; una solución saturada a 20°C contiene el 67.09% por peso. No reduce los iones de cobre o de otros metales en soluciones alcalinas. (Moring I, 1953)



LA INVERSION: La sacarosa se hidroliza con facilidad en soluciones ácidas a velocidades que aumentan notablemente según el aumento de la temperatura y la disminución del pH, con liberación de los monosacáridos constituyentes según la reacción:



A esta reacción hidrolítica se aplica generalmente el nombre de inversión, ya que produce un cambio de la actividad óptica dextrógira propia de la sacarosa a una actividad neta levógira, equivalente a $(\alpha)_D^{20} - 39.7^\circ$, de los productos de la reacción. La mezcla equimolecular de glucosa y fructosa que se forma es conocida generalmente como azúcar invertido, por extensión de la terminología que se aplica a la reacción de hidrólisis. (King, 1933)

GLUCOSA (DEXTROSA): Monosacárido con la fórmula empírica de $C_6H_{12}O_6$ con peso molecular de 180.16 y su estructura recibe la designación química de α -D-glucopiranososa, quedando el anillo formado por el oxígeno en la posición que se muestra en la estructura de la sacarosa. Es una aldohexosa, y se puede cristalizar del agua tanto en la configuración β como en la α , y estas dos formas están en equilibrio en solución a temperaturas inferiores a $50^\circ C$, la α -D-glucosa que es la forma más estable cristaliza en forma de monohidrato, $C_6H_{12}O_6$. La glucosa anhidra forma cristales romboides que tienen un punto de fusión de $146^\circ C$, mientras que el hidrato funde a $83^\circ C$. Es menos soluble en agua que la sacarosa; las soluciones saturadas contienen 49.4% a $23^\circ C$ y 54.6% a $30^\circ C$, de azúcar anhidro, por peso.

Son fácilmente interconvertibles las formas α y β de la glucosa, y sus soluciones muestran el mismo fenómeno de mutarrotaación que muestran las de la mayoría de las hexosas y pentosas simples. Cuando se disuelve primero, la α -D-glucosa tiene una rotación específica de $(\alpha)_D^{20} + 112.2^\circ$, mientras que la de la β -D-glucosa es de $(\alpha)_D^{20} + 18.7^\circ$. Cuando se establece un equilibrio con presencia de aproximadamente 40% de la forma α y 60% de la forma β , la rotación es de $(\alpha)_D^{20} + 52.7^\circ$, y este valor es el que se usa para la determinación del azúcar en la sacarimetría. (Böttger, 1959)

FRUCTOSA (LEVULOSA): La fructosa tiene la misma fórmula empírica que la glucosa $C_6H_{12}O_6$ con peso molecular de 180.16 pero es una cetonhexosa, con el oxígeno fijado en el carbono 2 en lugar de estar en el carbono 1. Su designación corriente de levulosa surgió, de la actividad levógira de sus soluciones; pero la configuración de este monosacárido es la forma D, y en la nomenclatura química precisa este azúcar cristalizado corresponde a la forma α o la forma β -D-fructopiranososa. Es más soluble en agua que la glucosa y que la sacarosa; una solución saturada a 20° contiene un 78.9% de este azúcar, y la cristalización de formas particulares es más difícil que en el caso de la glucosa. La oxidan la mayoría de los reactivos que se utilizan para la determinación de la glucosa y de otros azúcares reductores aunque reacciona mucho más lentamente en soluciones alcalinas de yodo. (Nyrs, 1924)

La fructosa cristalina funde de 102 a 104°C. Su configuración de fructopiranososa, con un anillo de 5 átomos, uno de ellos de oxígeno, es diferente de la furanósica, con anillo de 4 átomos, que existe en la molécula de la sacarosa. La mutarrotación en soluciones acuosas es más compleja que en el caso de la glucosa, ya que se establece equilibrio entre la estructura anular furanósica y la piranósica, y también entre sus formas α y β . La levorrotación, inicialmente elevada, de $(\alpha)_D^{20} = 132.2^\circ$, disminuye a $(\alpha)_D^{20} = 92.4^\circ$, siendo este último el valor que se usa en la sacarimetría. (Meade, 1969)

- 3) PROTEINAS.- Son compuestos de peso molecular muy elevado que se forman de manera específica por la condensación ordenada de un gran número de aminoácidos a través de eslabonamientos amídicos de sus grupos característicos aminos y carboxilos. Su estructura es más compleja que la de los polímeros naturales tales como el almidón, debido a la variedad de aminoácidos existentes y a la secuencia especial en que estos ácidos se combinan para formar moléculas de proteínas. (tabla 3.6)(Roberts, 1959)
- 4) VITAMINAS.- Las vitaminas que son estables en presencia de calor y en medio alcalino quedan concentradas en las melazas, pero de ellas solo el mioinoitol existe en cantidades suficientes para satisfacer el requisito dietético mínimo. Pueden existir cantidades significativas de biotina, niacina, ácido pantoténico y riboflevina, y cantidades menores de otras vitaminas. (Meade, 1969)
- 5) CENIZAS.- Pocas melazas cuyo contenido sea inferior al 10 u 11%, y es muy frecuente encontrar el 12 ó 15%. Casi todos estos análisis muestran que la potasa compone alrededor del 40% de la ceniza total de carbonato, que la cal después, pero varía entre 10 y 20%, que los fosfatos suelen ocupar el tercer lugar, que los sales de magnesio, la sílice, los cloruros, los fosfatos y los óxidos de sodio, aluminio y de hierro componen el resto. (tabla 3.3)(Echne, 1930)

	Porcentaje	
	Mínimo	Máximo
SiO_2	1.86	6.60
K_2O	37.48	41.78
CaO	10.27	16.58
MgO	5.45	11.37
P_2O_5	1.53	8.50
SO_3	3.69	9.59

- 6) ALMIDON.- Este polisacárido es un polímero de la glucosa de elevado peso molecular, que tiene la fórmula empírica de $C_6H_{10}O_5$ n, en la cual se ha visto que n es del orden de 300 a 400 por lo menos, y puede llegar a ser hasta 100 000, en algunas cadenas ramificadas de unidades de glucosa. Está presente en todas aquellas cañas de azúcar, en las cuales se encuentran granulitos de fécula, en forma de depósitos localizados cerca de los nódulos que proporcionan alimentos de reserva para la germinación. (Martin, 1953)
- 7) ACIDOS NO NITROGENADOS.- El ácido ascórbico es por mucho el ácido más abundante existente en los productos de caña y, en las melazas se ha encontrado un contenido de hasta el 6% sobre sólidos. Las melazas contienen cantidades apreciables de ácido málico y cítrico. Los ácidos láctico y acético son producto de la acción microbiológica, y el ácido fórmico existe como producto de descomposición.
- 8) NO-AZUCARES ORGANICOS.- El nitrógeno total que contiene las melazas llega desde 0.4 hasta 1.5%. Se encontraron como aminoácidos y sustancias amídicas los ácidos aspártico y glutámico, lisina, alanina y ciertas purinas son otros compuestos nitrogenados de este grupo que han sido identificados, estos constituyentes pueden componer menos de 0.25% del total de la melaza, pero son de gran importancia debido a su efecto en reacciones con los azúcares reductores (tabla 3.5)(Crochet, 1959)
- 9) PRODUCTOS OSCURECEDORES.- Cuando los azúcares reductores, dextrosa y levulosa se someten al calor en un medio alcalino como ocurre en la defecación, y a la calefacción subiguiente que es parte del proceso, ocurren varias reacciones. De estas, la más importante es la de los aminoácidos con estos azúcares o sus productos de deshidratación. Esta se llama la "Reacción de Maillard" ó "Reacción oscurecedora", y su resultado es la formación de productos de color oscuro tales como las "melanoidinas", cuya naturaleza química exacta se desconoce. (Fromen, 1959)(Gillet, 1953)

Tabla 3.1

Composición aproximada de las melazas de caña
(Porcentaje en peso de melazas)

Constituyentes Principales	Componentes	Gama normal de porcentaje	
Agua		17 - 25	
Azúcares	Sacarosa	30 - 40	
	Glucosa (dextrosa)	4 - 9	
	Fructosa (levulosa)	5 - 12	
	Otras sustancias reductoras (como invertido)	1 - 4	
	Total de sustancias reductoras (como invertido) (Ver tabla 3.6)	10 - 25	
Otros hidratos de carbono	Gomas, almidón, pentosanos, también trazas de hexitoles; mioinositol, D-manitol y ácidos urónicos (MeO, 2.0 - 3.0) (Ver tabla 3.2)	2 - 5	
Ceniza	Como carbonatos	7 - 15	
		% de ceniza	
	Bases: H_2O	30 - 50	
	CaO	7 - 15	
	MgO	2 - 14	
	Na_2O	0.3 - 9	
	R_2O_3 (Fe)	0.4 - 2.7	
	Ácidos: SO_3	7 - 27	
	Cl	12 - 20	
	P_2O_5	0.5 - 2.5	
	SiO_2 e insolubles (Ver tablas 3.3 y 3.4)	1 - 7	
	Compuestos nitrogenados	Proteína "bruta" (N x 6.25)	2.5 - 4.5
Proteína verdadera		0.5 - 1.5	
Aminoácidos, principalmente ácidos aspártico y glutámico, incluyendo algunos ácidos pirrolidín carboxílicos (Ver tabla 3.5)		0.3 - 0.5	
Componentes nitrogenados no identificados		1.5 - 3.0	
Ácidos no nitrogenados	Ácido aconítico (1-5 %), cítrico, málico, oxálico, glicólico	1.5 - 6.0	
	Mesaconítico, succínico, fumárico, tartárico (Ver tabla 3.4)	0.5 - 1.5	
Cera, esteroides y fosfátidos		0.1 - 1.0	
Vitaminas	Vitamina A, biotina, niacina, ácido panto-ténico, riboflavina, tiamina	cantidades variables	

(Macedo, 1969)

Tabla 3.2

Composición de la caña de azúcar y de los sólidos del guarapo
Intervalos aproximados de concentración de los principales componentes
en los sólidos extraídos del guarapo

Componentes	Porcentaje	
Agua	73 - 76	
Sólidos	24 - 27	
Fibra (seca)	11 - 16	
Sólidos solubles	10 - 16	Porcentaje de
Componentes del guarapo		sólidos solubles
Azúcares	75 - 92	
Sacarosa		78 - 88
Glucosa		2 - 4
Fructosa		2 - 4
Sales	3.0 - 7.5	
De ácidos inorgánicos		1.5 - 4.5
De ácidos orgánicos		1.0 - 3.0
Ácidos orgánicos libres	0.5 - 2.5	
Ácidos carboxílicos		0.1 - 0.5
Aminoácidos		0.5 - 2.0
Otros no-azúcares orgánicos		
Proteínas		0.5 - 0.6
Almidón		0.001 - 0.050
Gomas		0.30 - 0.60
Cera, grasas fosfatidos		0.05 - 0.15
No-azúcares no identificados		3.0 - 5.0

(Meade, 1969)

Tabla 3.3

Concentraciones de componentes minerales

Contenido mineral y ceniza sulfatada de sólidos de meladuras de ingenios (Sudáfrica)

- Porcentaje de sólidos refractarios

Componente	Min.	Prom.	Máx.
Potasio (K_2O)	0.63	0.90	1.50
Calcio (CaO)	0.26	0.35	0.57
Magnesio (MgO)	0.10	0.25	0.32
Sulfato (SO_3)	0.52	0.61	0.73
Cloruro (Cl)	0.31	0.46	0.61
Sílice (SiO_2)	0.016	0.069	0.106
Fosfato (P_2O_5)	0.001	0.020	0.050
Hierro (Fe_2O_3)	0.003	0.006	0.010
Ceniza Sulfatada	2.50	3.43	4.06
Sales equivalentes (Incl. ácidos inorg.)	3.43	4.15	5.03

(Meade, 1969)

Tabla 3.4

Concentraciones de ciertos componentes minerales en los sólidos de guarapo crudo y clarificado (Luisiana)

Componente	Porcentaje de sólidos secos					
	Guarapos crudos			Guarapos clarificados		
	Mín.	Prom.	Máx.	Mín.	Prom.	Máx.
Calcio (CaO)	0.15	0.20	0.29	0.19	0.30	0.45
Magnesio (MgO)	0.22	0.28	0.38	0.11	0.16	0.22
Sulfato (SO ₃)	0.25	0.52	0.93	0.10	0.41	0.73
Cloruro (Cl)	-	-	-	0.12	0.22	0.36
Fosfato (P ₂ O ₅)	0.12	0.40	0.62	0.03	0.08	0.15
Sílice (SiO ₂)	0.34	0.71	1.07	0.10	0.14	0.18
Ceniza carbonatada (libra de sílice)	1.70	3.64	5.15	1.51	3.55	5.28

(Meade, 1969)

Tabla 3.5

Concentraciones de ácidos orgánicos en sólidos de guarapo crudo (Luisiana)

Ácidos	Porcentaje de sólidos secos		
	Prom.	Mín.	Máx.
Carboxílicos			
Aconítico	1.54	1.00	2.06
Cítrico	0.18	0.12	0.30
Málico	0.12	0.03	0.25
Oxálico	0.11	0.02	0.16
Glicólico	0.15	indicios	0.13
Mesacónico	0.04	indicios	0.08
Succínico	0.02	indicios	0.05
Fumárico	< 0.01	indicios	0.04
Siringico	indicios	indicios	< 0.01
Amidas			
Asparagina	0.71	0.30	1.36
Glutamina	0.19	0.07	0.38
Aminoácidos			
Aspártico	0.11	0.07	0.16
Glutámico	0.05	indicios	0.10
Alanina	0.06	0.01	0.18
Valina	0.03	indicios	0.07
Treonina	0.02	indicios	0.04
-Aminobutírico	0.03	indicios	0.07
Isoleucina	0.01	indicios	0.05
Glicina	< 0.01	indicios	0.03

Leucina, lisina, serina, arginina, fenilalanina, tirocina, histidina, prolina

En la mayoría de los guarapos no se encuentran más que vestigios de estos ocho aminoácidos.

(Meade, 1969)

Tabla 3.6

Concentraciones y composición de proteínas de sólidos de guarapo crudo (Luisiana)

Proteínas	Porcentaje de sólidos secos		
	Mín.	Prom.	Máx.
Proteínas, total	0.46	0.49	0.53
Aminoácidos (en ácido libre)			
Glutámico (o glutamina)	0.064	0.076	0.087
Aspártico (o asparagina)	0.055	0.061	0.071
Leucina	0.051	0.053	0.071
Alanina	0.037	0.047	0.055
Lisina	0.038	0.043	0.051
Valina	0.036	0.040	0.044
Glicina	0.034	0.039	0.047
Treonina	0.029	0.036	0.048
Serina	0.020	0.032	0.038
-Aminobutírico	0.030	0.031	0.033
Isoleucina	0.027	0.030	0.033
Arginina	0.024	0.025	0.030
Fenilalanina	0.022	0.025	0.030
Tirosina	0.016	0.021	0.021
Histidina	0.008	0.014	0.030
Prolina	0.001	0.007	0.013

(Meade, 1969)

4. UTILIZACION DE LA MELAZA COMO ALIMENTO

4.1 INTRODUCCION

La miel final ha sido dada al ganado por muchos años, principalmente como aditivo para incrementar la palatabilidad 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; en estos casos los otros componentes han sido principalmente urea y ácido fosfórico y, ocasionalmente otros minerales y vitaminas. Estas mezclas no fueron diseñadas para la engorda del ganado ya que se consideraba que el consumo de miel debería ser restringido a niveles relativamente bajos por el temor a trastornos digestivos y efectos laxantes. (Preston y Willis, 1970)

4.2 UTILIZACION EN LA PRODUCCION DE LECHE

Las mieles han tenido poco éxito como base para la producción de leche debido a: 1) Disminuciones del consumo de MS (Clark, Preston y Zamora, 1972b) y, 2) Una alta proporción de la producción de ácido butírico en el rúmen (Marty y Preston, 1970)(Clark, Preston y Zamora, 1972a); junto a una disminución de ácido propiónico y un incremento de cuerpos cetónicos en la sangre lo que podría sugerir un reducido suministro de material glucogénico. (Clark, Preston y Zamora, 1972a)

Se han realizado experimentos para valorar la sustitución del maíz por azúcar de caña, entre esos experimentos hay dos que a continuación se describen que, se enfocan precisamente a valorar la influencia de dicha sustitución sobre la producción y composición de la leche.

En el primer experimento se tiene como objetivo el estudiar diferentes niveles de azúcar de caña como sustituto del maíz en la alimentación de vacas lactantes. En el segundo experimento se muestra como objetivo el estudiar el efecto de alimentar a dos animales con altos niveles de miel y observar los cambios en la composición de la leche y sangre, mediante muestreos sucesivos desde el inicio de la alimentación con miel.

EXPERIMENTO No. 1

Kellogg y Owen (1969) suministraron azúcar de caña al ganado lechero alimentado con dietas basadas en cereales y no encontraron diferencia significativa en la producción de leche; sin embargo las cantidades de azúcar de caña que ellos suministraron fueron bajas (Hasta el 15% de la dieta). En este experimento, se usaron diferentes niveles de azúcar de caña como sustituto del maíz.

Se emplean 8 vacas Holstein colocadas en un diseño doble cuadrado latino balanceado 4 X 4 para comparar cuatro niveles de azúcar de caña (como sustituto del maíz) en dietas integrales suministradas ad libitum. El resto de la ración experimental estuvo compuesta de cáscara de arroz y levadura tórrula como fuentes de fibra y proteína respectivamente. Una cantidad limitada (5 Kg) al día de forraje fresco de sorgo (*Sorghum vulgare*) también fué suministrada a todos los animales. Las dietas se muestran en la tabla 4.1 (Jeréz y Preston, 1972)

Cada animal comenzó a los 14 días del período preliminar con la misma ración que en el período 1. Cada período experimental duró 28 días (14 para adaptación y 14 para recolectar datos).

ANIMALES.- De las 8 vacas Holstein, 3 fueron de primera lactancia y 5 de segunda. Todas fueron seleccionadas lo más uniformemente posible con respecto a la producción de leche y peso vivo. Todas comenzaron el experimento 110 días después del parto. (Jeréz y Preston, 1972)

Los animales fueron ordeñados dos veces cada día: una a las 3:00 a.m. y la otra a las 2:00 p.m., con un equipo de ordeño mecánico tipo espina de pescado.

Se determinó el peso vivo durante tres días consecutivos al principio y final de cada período experimental. La producción de leche se midió diariamente durante las dos últimas semanas de cada período experimental. Se tomaron muestras de cada ordeño tres veces a la semana para el análisis de grasa y sólidos totales. (Jeréz y Preston, 1972)

RESULTADOS Y DISCUSION

La sustitución parcial del maíz por azúcar de caña incrementó la producción de leche hasta que el nivel de azúcar alcanzó el 65%; mientras que el rendimiento disminuyó en la dieta que consistía sólo en azúcar de caña (tabla 4.2). Estos resultados favorables a la sustitución parcial del maíz por azúcar de caña no concuerdan con los de Kellogg y Owen (1969). Una reducción en la producción de leche también fué reportada por Owen, Kellogg y Howard (1967), cuando el 10% de mieles o el 6% de azúcar fué añadido a una dieta con 40% de grano, mientras que la dieta con 60% de grano no fué afectada por la adición de azúcar. Lofgreen y Otagaski (1960) y Rodríguez y Preston (1969) encontraron una reducción de leche en vacas lactantes cuando un 30 y 50% de miel respectivamente fueron usados en la dieta.

El nivel de azúcar usado en este experimento (65%) el cual tuvo una respuesta significativa a sido el nivel más alto usado por cualquier investigador en este campo.

De mane a que los diferentes hallazgos no pueden ser realmente comparados. A un nivel de 35% de azúcar de caña el rendimiento de leche no difirió significativamente del testigo (maíz).

Aunque no hubo un efecto significativo de tratamiento en el consumo de alimento estos datos muestran una tendencia similar al rendimiento de leche, por ejemplo, hubo una tendencia similar al incrementar el consumo sobre los 65% del nivel de azúcar de caña después de una disminución. (Jeréz y Preston, 1972)

La razón azúcar:maíz y el por ciento de grasa en la leche mostró una tendencia cuadrática aunque el ajuste no fué significativo, los valores mínimos han sido obtenidos con un 65% de azúcar de caña, Kellogg y Owen (1969), mostraron una disminución similar de grasa en la leche con un 3% de azúcar y un incremento de esta medida cuando el nivel de azúcar varió de 6 a 9% (Jeréz y Preston, 1972)

No se encontraron diferencias entre la cantidad de sólidos no grasos, así como en el cambio de peso vivo.

Se ha establecido que el consumo de MS y EM disminuyen cuando el grano es sustituido por mieles hasta el punto donde el último representa más del 10% de la dieta en ganado lechero (Rodríguez y Preston, 1969) (Lofgreen y Otagaki, 1960), y en ganado de carne (Preston y Willis, 1970)

El consumo fué bajo en este experimento en términos que podrían ser considerados normales de acuerdo al peso vivo de las vacas. Sin embargo también puede ser atribuido al efecto del azúcar ya que el consumo en el testigo (maíz), también bajó. (Jeréz y Preston, 1972)

No han podido explicarse las tendencias en la producción de leche en los resultados de la fermentación del rumen, los cuales generalmente no mostraron marcadas tendencias al menos respecto a las proporciones molares del principal AGV. (Marty, Jeréz y Preston, 1971)

EXPERIMENTO No. 2

Los hallazgos de Lofgreen y Otagaki (1960) referentes a las disminuciones en producción de leche y eficiencias energéticas observadas al sustituir cereales por miel en las dietas de vacas lecheras, sugieren que los altos niveles de ácido butírico encontrados en el rumen de vacas lactantes provoca disminuciones en la producción de leche y lactosa (Rodríguez y Geerken, 1972) paralelamente al desarrollo de cetosis e hipoglicemia. Estos efectos fueron estudiados al sustituir con mieles las dietas de pastos (Rodríguez y Geerken, 1972) ó de cereales (Clerk, Geerken, Preston y Zamora, 1973). En ambos casos fué confirmada la elevada concentración de ácido butírico en el rumen pero el resultado de la leche y sangre arrojó poca información poca información.

En el presente experimento se buscaba observar la composición de sangre y leche por medio de muestreos sucesivos.

Se utilizaron 2 vacas Holstein lactantes (A y B). El animal A estaba en la semana 20 de su quinta lactancia y el animal B estaba en la semana 13 de su tercera lactancia. Los animales fueron sometidos simultáneamente a tres periodos de alimentación consistentes en: 1) Heno (9.0 kg/día), Harina de maíz (5.0 kg/día) y harina de pescado (0.57 kg/día); 2) Miel a voluntad, heno y harina de maíz restringidos y harina de pescado (hasta 2.5 kg/día), y; 3) Igual al periodo 1. Cada periodo tuvo una duración de tres semanas. El periodo 1 estuvo precedido por cuatro semanas de adaptación, el 2 por tres semanas y el 3 por una semana. Los datos de la composición de los alimentos se ofrecen en la tabla 4.3. (Geerken, 1977)

PROCEDIMIENTO.-

Los animales se alojaron en cubículos de metabolismo. El heno y los concentrados fueron ofrecidos dos veces al día en las horas de ordeño (7:00 am y 3:00 pm). El consumo de alimentos y la producción de leche fueron registrados diariamente. Los animales fueron pesados semanalmente. Se ofreció agua y suplemento mineral a voluntad.

COMPOSICION DE LA LECHE.- Parece estar relacionada con los consumos de alimentos y rendimiento de leche en todo el experimento (figuras: 4.1 y 4.2), pocos cambios se observaron en el animal A alimentado con miel. Sin embargo, la concentración de lactosa disminuyó y el por ciento de grasa fué más elevado durante la alimentación con miel en el animal B. La composición de la grasa lechera varió con la alimentación con miel en ambos animales (tablas 4.8 y 4.9) con una significativa reducción en el por ciento molar del ácido esteárico. (Geerken, 1977)

COMPOSICION DE LA SANGRE.- Es comparada en ambos animales con los niveles de consumo de miel (tabla 4.5). Se observa claramente que no ocurrieron cambios en la composición sanguínea del animal que consumió poca miel (A). No obstante la glucosa sanguínea bajó y los cuerpos cetónicos, se acumularon al incrementarse los niveles de consumo de miel en el animal B. Las concentraciones de ácido 3-hidroxibutírico constituyeron el 90% de la acumulación de cuerpos cetónicos y se observó incremento en las concentraciones de la fracción acetocetato más acetona. No se encontraron cambios significativos en insulina ni en AGV. (Geerken, 1977)

DISCUSION

Los cambios en el comportamiento fueron notables en el animal B y estuvieron relacionados con una etapa más temprana de lactación, mayor producción lechera, y mayor consumo de miel que en el animal A. Esta observación concuerda con la sugerencia planteada por Rodríguez y Preston (1969) de emplear las mieles preferentemente en animales de mediano potencial lechero. Los cambios observados en el animal B fueron acompañados de cambios en la composición sanguínea y en la leche, -

estos resultados son similares a los obtenidos por Storry y Rook (1962 y 1965) cuando hicieron infusiones intrarruminales de ácido butírico en grandes cantidades. Según estos autores una disminución en la glucosa sanguínea (abajo de 40 mg por 100 ml) reduce la síntesis de lactosa en la glándula mamaria. Esto a su vez reduce la producción láctea ya que la lactosa determina la dilución de los otros componentes de la leche con agua proveniente del plasma.

Las muestras de leche fueron tomadas en dos días diferentes cada semana y analizadas para grasa, lactosa y proteína. La energía fué estimada sobre la base de la concentración de grasa, lactosa y proteína. La composición en ácidos grasos fué determinada por cromatografía gaseosa de los ésteres metílicos. Las determinaciones de grasa y lactosa fueron realizadas en muestras frescas.

Las muestras de sangre fueron tomadas de una cánula yugular a las 10:00 am, a las 12:00 pm, 2:00 pm y 4:00 pm. Los muestreos fueron realizados durante 2 días en el primer período de control, durante 4 días en la alimentación con mieles y un día en el período final de control. Las muestras se analizaron para glucosa, cuerpos cetónicos e insulina.

RESULTADOS

COMPORTAMIENTO ANIMAL.- Se muestra en las tablas 4.4, 4.5 y 4.6. El animal A consumió alrededor de 12% y 22% menos de MS y energía respectivamente en el período con miel que en los dos controles. Sin embargo, incrementó la producción de leche en 7% con la inclusión de miel.

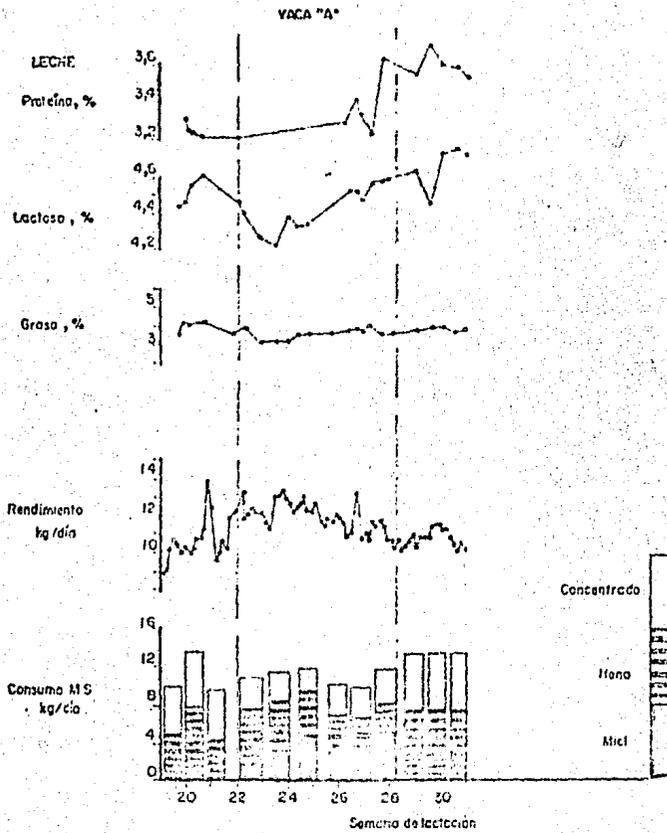
Para el animal B, los consumos de MS y energía fueron 30% superiores en el período de miel, comparados con el control. La miel contribuyó en un 51% al consumo de EM. Los rendimientos de leche y lactosa fueron 13% inferiores al período control mientras que el rendimiento de proteína bajó en un 8%. Los cambios en rendimiento de grasa y energía no fueron notables. Ambos animales perdieron peso durante el período 1 del experimento pero se recuperaron en el resto del propio experimento. Las ganancias de peso fueron superiores durante el último período de control comparadas con el período de mieles.

FERMENTACION RUMINAL.- La tabla 4.7 muestra que en la dieta con miel todos los ácidos fueron incrementados a expensas del ácido acético. Las proporciones molares de ácido butírico fueron simillarmente altas (20%), tanto en la dieta con miel como en la dieta control.

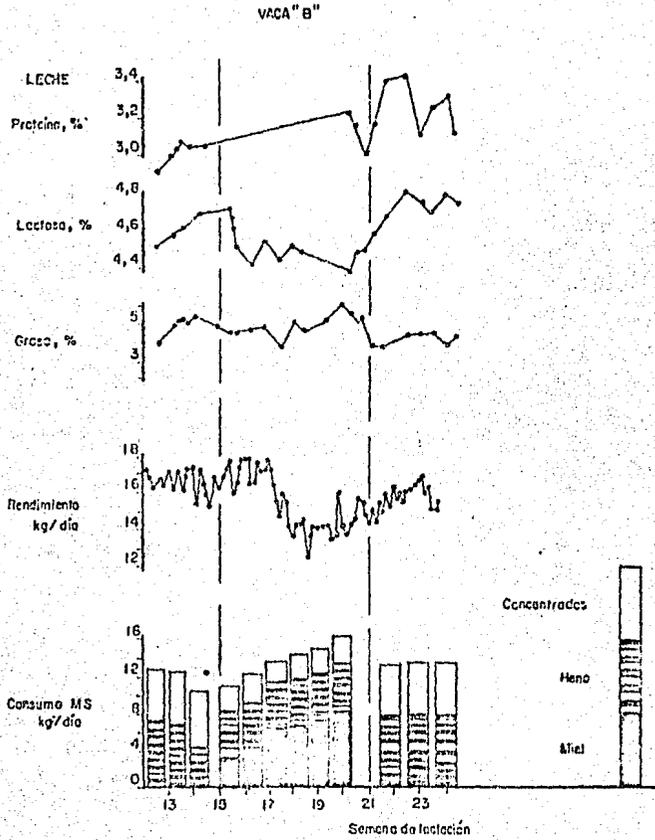
Storry y Rook (1962) sugirieron que la hipoglicemia podría estar causada por incrementos en la secreción de insulina en respuesta a niveles incrementados en cuerpos cetónicos en plasma. Los resultados del presente experimento parecen indicar que la insulina no es la responsable de los cambios observados. (Geerke, 1977)

No parece probable que los incrementos en la proporción molar de butirato en el rumen sean de por ellos mismos capaces de elevar los niveles de cuerpos cetónicos en sangre hasta cerca de 40mg/100 ml como ha sido observado en este experimento. (Geerke, 1977) Esta sugerencia se desprende de los estudios de Manahan, Schultz y Hoekstra (1966 y 1967) sobre la acción cetogénica del ácido butírico ruminal en cabras. Se mostró que la hipoglicemia era un factor condicional para la aparición de cetosis y al aparecer ésta, las elevaciones de cuerpos cetónicos en plasma. Geerke (1977), demostró que la acumulación de cuerpos cetónicos en vacas fue un proceso transitorio, desapareciendo a medida que la lactancia transcurria, a pesar de haber pocos cambios en el consumo de miel, pero trayendo a cambio una severa reducción en la producción de leche.

De los anteriores argumentos se concluye que las reducciones en producción de leche observadas en la alimentación con miel no pueden ser explicadas solamente a partir de los efectos del butirato ruminal que produce cetosis alimentaria. (Clark Geerke, Preston y Zamora, 1973).



4.1
Figura: Efecto de una dieta con alto nivel de miel sobre el consumo, los rendimientos de leche y la composición de la leche



42.
Figura 7. Efecto de una dieta con alto nivel de miel sobre el consumo, los rendimientos de leche y la composición de la leche.

4.3 UTILIZACION EN LA PRODUCCION DE CARNE

La producción de carne, como cualquier operación comercial se puede dividir en tres categorías; 1) considerar el producto final y su eficiente salida al mercado; 2) Indagación entre los potenciales consumidores para saber que producto es el adecuado a producir y; 3) Buscar el lugar de venta más ventajosa.

En lo concerniente a la salida al mercado del producto final, el criterio prevaeciente es que de todos los productos animales la carne es el que tiene la mayor posibilidad de expansión. Las materias primas son diversas, abarcando desde el pasto natural a cultivos de cereales y la caña de azúcar, la cual es una fuente potencial de energía.

La cañade azúcar satisface la mayoría de los requisitos que se han descrito - como necesarios para una operación de ceba eficiente y factible (Preston, 1969):

1) El jugo extraído de la caña de azúcar no contiene fibra y está compuesto, - casi enteramente, de carbohidratos fácilmente disponibles.

2) La relativa productividad de la caña de azúcar es considerablemente más alta que la de otros cultivos conocidos, tanto con respecto a los promedios actuales de rendimiento como a su potencial bajo el manejo más adecuado.

3) Es un cultivo ampliamente difundido en las regiones tropicales y por eso - constituye una industria establecida.

4) El jugo concentrado de la caña de azúcar (miel integral) se transporta fácilmente y es bien aceptado por los animales, condiciones que lo hacen muy adecuado para las operaciones de cebadero.

5) El azúcar no es un producto principal de la dieta humana ni es un artículo de lujo.

Estos antecedentes respaldan la decisión de tratar de explotar la caña de azúcar como fuente de energía para la operación de ceba del ganado. (Preston, 1969)

Hasta 1969 cuando Preston hizo ver las ventajas de la caña de azúcar como principal componente en la dieta del ganado, la miel final, subproducto de la producción de azúcar crudo, se había usado desde hacía muchos años, pero sólo como agente palatable y como tal sus niveles en la dieta rara vez excedieron al 5 ó 10%. - También vale la pena recordar que otros autores consideraron que la miel debía lí miárase cuando más a un 10 a 15% en la dieta por sus efectos laxantes. (Ward, 1960)

MIEL FINAL COMO SUPLEMENTO

Como la miel final es muy deficiente en proteína, también se estudiaron el efecto de dar diferentes concentraciones de urea mezclada con miel. Se observó que el aumento en el nivel de urea en la miel sobre una concentración del 3% producía

una reducción considerable en el consumo de la mezcla; y, en segundo lugar que -
sún el más alto consumo de miel fué solamente de un 18% del consumo total de ener-
gía. (Preston, 1969)

MIEL COMO BASE DE LA DIETA

Los intentos que se hicieron para dar una combinación a base de una cantidad -
limitada de grano y miel ad libitum con urea fueron singularmente desalentadores,
dando como resultado una alta incidencia de toxicidad y muerte. Pero una segunda-
prueba usando una cantidad limitada de forraje fué mucho más positiva, particular-
mente cuando se suministró una pequeña cantidad de suplemento protéico y los ani-
malestentaban libre acceso a minerales ricos en sodio y fósforo. El sistema que fi-
nalmente se adoptó, basándose en las observaciones anteriores fué uno donde se su-
ministró forraje fresco con un promedio diario de 1.5 Kg/100 Kg de peso vivo jun-
to a un suplemento con 15% de proteína al nivel de 0.4%Kg/100 Kg de peso vivo. La
miel con 3% de urea fué suministrada ad libitum. Con este sistema los distintos -
componentes de la dieta contribuyeron (como % de EM total) miel 78, forraje 12, -
suplemento de proteína 9 y minerales 1; la urea suministró un 55% del total de N.
(Preston, 1969)

Esencialmente lo que se descubrió fué que no se obtiene ventaja alguna dando -
forraje arriba del equivalente de 0.23 Kg MS/100 Kg de peso vivo y que hay una e-
vidente desventaja en términos de disminución en la eficiencia de conversión, dan-
do más de 0.75 Kg MS/ 100 Kg de peso vivo. Al parecer el tipo de forraje tiene po-
ca importancia siempre que sea de buena calidad. Mientras más concentrada sea la
solución de miel mejores resultados son obtenidos; la ganancia diaria aumenta, la
conversión mejora y más grasa se deposita en la canal con el aumento del Brix de
la miel en no menos de 75°.

Las consideraciones teóricas (Hungate, 1966) muestran en realidad, que las li-
mitaciones energéticas de la síntesis microbiana anaeróbica permiten la síntesis
de menos del 50% de los requerimientos de proteína de un animal de crecimiento rá-
pido.

Así al poner más del 50 ó 60% del N dietético en forma de proteína podría limi-
tar el comportamiento del animal, los animales mejoran marcadamente en su compor-
tamiento cuando se suministró por lo menos el 19% del total de N en forma de har-
ina de pescado.

Por lo tanto, al parecer el verdadero factor que limita el comportamiento con-
dietas basadas en miel final es la disponibilidad de proteína verdadera. Además -
tiene que ser una proteína verdadera con un buen equilibrio de aminoácidos y una

solubilidad en el líquido del rumen relativamente baja para que la mayor parte pa se casi inalterable desde el rumen para la hidrólisis enzimática en el intestino. (Preston, 1969)

Tabla 4.1

Composición de las dietas (% base seca)

Componentes	Razón azúcar:maíz			
	0:100	65:35	35:65	100:0
Maíz	0:100	65:35	35:65	100:0
Azúcar	71.5	47	25	-
Levadura de torula	-	19	37	57
Urea	6	11	14.5	20
Cáscara de arroz	1	1	1	1
Premezcla	20	20	20	20
Vitaminae	0.5	0.5	0.5	0.5
Minerales	1	1	1	1
Análisis				
M.S. %	88	87	90	92
N X 6.25 en M.S.+ %	12.30	12.27	12.15	12.57
E.M. * Mcal/Kg M.S.	2.21	2.37	2.43	2.53

+ MS (Materia Seca)

* EM (Energía metabolizable)

(Jerez y Preston, 1970)

Tabla 4.2

Efectos de la sustitución del maíz por azúcar de caña sobre la producción y composición de la leche

	Razón azúcar:maíz				ES de la dif.
	0:100	35:65	65:35	100:0	
Producción de leche, Kg/día					
Real	7.13	7.54	9.34	6.76	+ 0.43
Corregida al 4% de grasa	5.91	6.46	7.38	5.89	+ 0.35
Composición, %					
Grasa	3.21	3.40	2.99	3.36	+ 0.33
Sólidos totales	12.40	12.27	12.46	12.39	+ 0.13
Sólidos no-grasos	8.44	9.13	9.52	8.10	+ 0.36
Consumo por día					
MS, Kg	10.83	11.46	12.28	9.70	+ 0.87
EM, Mcal	23.83	27.54	29.73	24.35	+ 8.49
Conversión, Mcal/Kg *	5.52	4.43	5.33	5.40	+ 0.72
Cambio de peso vivo					
Kg/28 días	1.12	1.12	17.94	-1.06	+ 6.05

* Mcal de EM/kg de leche corregido al 4% de grasa

(Jerez y Preston, 1970)

Tabla 4.3

Análisis de los alimentos usados en el experimento

Alimento	MS %	Proteína Bruta %	Ceniza %	Fibra Bruta %	Extracto etéreo %	Extracto libre %	EM Mcal/Kg MS
Harina de Maíz	88.29	11.00	1.35	n.d.	4.65	83.0	3.2 +
Harina de pescado	89.95	72.90	20.12	n.d.	8.56	-	2.5 +
Miel	75.30	2.80	15.60	n.d.	n.d.	65.0*	2.6
Heno	89.50	10.00	7.60	28.80	2.30	51.30	2.1

n.d. No determinado

* Determinado como azúcares totales después de inversión

+ NRC

(Geerken, 1977)

Tabla 4.4

Efecto de la alimentación con miel sobre el consumo de alimentos
peso vivo, rendimiento y composición láctea de la vaca A

Medidas	Período			ES
	Control	Miel	Control	
Peso vivo, Kg	501	514	543 a	5 ++
Consumo MS, %				
heno	54	32	60	
harina de pescado	4	20	4	
harina de maíz	42	9	36	
miel	-	39	-	
Total Kg/día	12.18 ab	11.10 a	13.62 bc	0.46 +
Consumo proteína, kg/día	1.59 a	2.11 b	1.73 c	0.03 +++
Consumo energía metabo- lizable, Mcal/día	31.42	25.66 a	34.50	1.15 ++
Rendimientos de leche				
total, kg/día	10.95	11.74 a	10.85	0.20 ++
grasa, g/día	421	420	409	14
lactosa, g/día	486	515	499	12
proteína, g/día	409	376	386	24
energía, Mcal/día	8.78	7.92	7.92	0.30
Cambio peso vivo, kg/3 semanas	-8	+6	+30	

abc Valores sin letra en común en el superíndice son diferentes ($P < 0.05$)

+ $P < 0.05$ ++ $P < 0.01$ +++ $P < 0.001$

(Geerken, 1977)

Tabla 4.5

Efecto de la alimentación con miel sobre el consumo de alimentos peso vivo, rendimiento y composición láctea de la vaca B

Medidas	Período		Control	ES
	Control	Miel		
Peso vivo, Kg	422	424	435	5
Consumo MS, %				
heno	54	33	60	
harina de pescado	4	11	4	
harina de maíz	42	6	36	
miel	-	50	-	
Total, kg/día	11.86	16.75 a	13.62	0.71 ++
Consumo proteína, Kg/día	1.56	2.13 a	1.73	0.08 ++
Consumo energía metabo- lizable, Mcal/día	30.60 a	40.37 b	34.50 ab	1.55 ++
Rendimientos de leche				
total, kg/día	16.55 a	14.17 b	15.63 c	0.16 +++
grasa, g/día	850	716	696	45
lactosa, g/día	782	646 a	743	13 ++
proteína, g/día	513	469 a	507	11+
energía, Mcal/día	14.20 a	11.57	12.24	0.37 +++
Cambio peso vivo, kg/3 semanas	- 18	+9	+11	

abc Valores sin letra en común en el superíndice son diferentes ($P < 0,05$)

+ $P < 0,05$ ++ $P < 0,01$ +++ $P < 0,001$

(Geerken, 1977)

Tabla 4.6 .

Eficiencia de utilización de la miel por la vaca lactante

Vaca	Consumo de miel, % de EM	Eficiencia neta total, % <u>1</u> Dieta	
		Miel	60:40 heno:concentrado (control II)
A	40	73	76
B	51	48	71

$$\underline{1} \text{ Eficiencia neta total, \%} = \frac{\text{energía en leche} + \text{energía ganancia peso}}{\text{CONSUMO EM-requerimiento de mantenimiento}}$$

Requerimiento de
mantenimiento

$$= 2.0 + 0.02 (\text{peso vivo, kg}) \text{ (Alderman Edwards, Griffiths, Holmes, Lessells, Morgan y Raven 1973)}$$

energía de la ganancia
en peso

$$= 6.0 \text{ Mcal/kg ganancia}$$

(Geerken, 1977)

Tabla 4.7

Cambios en el patrón de fermentación ruminal en dos
vacas alimentadas con miel

Periodo	Vaca	Número Muestras	AGV moles/ 100 mm				
			Acético	Propiónico	Butírico	Isovalérico	Valérico
CONTROL	A	2	56.8 ± 0.1	20.8 ± 0.2	17.7 ± 0.2	2.1 ± 0.1	2.6 ± 0.0
	B	2	62.5 ± 1.5	19.3 ± 0.3	16.8 ± 0.0	1.5	1.3
MIEL	A	4	52.9 ± 0.5	23.0 ± 0.3	19.3 ± 0.9	1.8 ± 0.7	3.4
	B	3	55.0 ± 2.0	21.3 ± 1.0	19.8 ± 1.5	0.6	3.8 ± 0.2

(Gaerken, 1977)

Tabla 4.8

Efecto de la alimentación con altos niveles de miel sobre las proporciones molares de los ácidos grasos en la leche de la vaca A

Acido	Tratamiento			ES <u>1</u>
	Control	Miel	Control	
C4	13.29	10.90	10.75	0.98
C6	4.53	4.87	4.88	0.53
C8	1.56	2.05	1.83	0.21
C10	4.59	5.09	3.84	0.48
C12	4.20	4.90	4.06	0.43
C13	-	0.43	0.48	-
C14	12.70	13.06	11.75	0.57
C14:1	1.75 a	2.11 ab	2.41 b	0.14 +
C15	0.76 a	1.41 ab	1.77 b	0.18 ++
C16	28.66 a	26.23 ab	24.53 b	0.89 +
C16:1	3.12	4.88	4.27	0.68
C17	0.84	1.01	0.86	-
C18	6.49 ab	4.36 a	7.74 b	0.62 ++
C18:1	18.13	18.82	21.57	1.09

1 Cinco determinaciones por tratamiento

ab Medias sin letra en común en el superíndice son diferentes ($P < 0.05$)

+ $P < 0.05$

++ $P < 0.01$

(Geerken, 1977)

Tabla 4.9

Efecto de la alimentación con altos niveles de miel sobre las proporciones molares de los ácidos grasos volátiles en la leche de la vaca B

Acido	Tratamiento			ES <u>1</u>
	Control	Miel	Control	
C4	9.85	10.09	11.05	0.71
C6	3.90	3.78	4.54	0.28
C8	2.16	2.01	2.06	0.18
C10	6.32	6.35	5.66	0.43
C12	6.06 ab	7.00 a	5.31 b	0.38 +
C13	0.37	0.83	0.46	-
C14	14.84	15.23	13.61	0.44
C14:1	2.35	3.16 a	2.37	0.22 +
C15	1.24	1.59	1.13	-
C16	27.00 ab	29.40 a	26.40 b	0.70
C16:1	3.36	4.16	1.68 a	0.43 ++
C17	1.02	1.33	0.65	-
C18	8.10	4.32 a	8.75	0.50 +++
C18:1	14.15 ab	12.86 b	17.10 a	0.91 +

1 Cinco determinaciones por tratamiento

ab Medias sin letra en común en el superíndice son diferentes ($P < 0.05$)

+ $P < 0.05$

++ $P < 0.01$

+++ $P < 0.001$

(Geerken, 1977)

5. LIMITACIONES EN EL USO DE LA MELAZA

5.1 INTRODUCCION

El síndrome conocido como "intoxicación por melaza" ha sido reportado en ganado de carne sometido a cría intensiva y con dietas con alta energía basada en miel final. La aparentemente alta incidencia en ciertas estaciones del año cuando se da melaza en grandes cantidades sugiere que es una alteración metabólica; los hallazgos clínicos y patológicos encontrados pueden ser asociados con la Necrosis Cerebrocortical (como se le conoce en Europa) o Polioencefalomalacia (USA), ambas enfermedades se supone son causadas por una deficiencia tisular de Vitamina B1 ó Tiamina, ya que cuando el síndrome aparece y se suministra dicha vitamina por vía parenteral el síndrome es aliviado. (Geerken & Figueroa, 1971)(Lozada, Dixon & Preston, 1971)

Esta enfermedad fué reportada por primera vez en Cuba y es producto de un desequilibrio mineral por sobreconsumo de miel final.

Uno de los aspectos más importantes es la estrecha relación entre el consumo voluntario y la incidencia de intoxicación.

El forraje juega un papel importantísimo en la prevención de la intoxicación, se reportó un 100% de intoxicación cuando el forraje fué suspendido en la dieta. Desde el punto de vista nutritivo este aporte es insignificante pero donde juega un papel muy importante es en la acción mecánica ya que actúa sobre la pared ruminal estimulando los receptores nerviosos localizados en el retículo y saco dorsal del rumen. Esto apoya otro estudio en el cual se encontró una relación negativa entre el consumo de MS y el peso fresco del contenido retículo-rumen. Por otra parte se argumenta que un factor importante en la dieta a base de miel final es el efecto del componente forraje-fibra de la dieta sobre la motilidad ruminal, se necesitan alimentos con alta acción abrasiva para inducir a contracciones más intensas que ocasionen un menor tiempo de retención y por lo tanto mayor consumo. (Preston y Willis, 1970)

5.2 TOXICIDAD

La enfermedad descrita recientemente en la literatura y que está relacionada con una intoxicación con miel es la condición llamada NECROSIS CEREBROCORTICAL ó CCN (Inglaterra), ó POLIOENCEFALOMALASIA (USA). Esta enfermedad ha sido reportada en distintas especies de ruminantes y más específicamente los animales sujetos a sistemas de ceba intensiva. (Verdura y Zamora, 1970)

Se ha desarrollado recientemente una ceba intensiva de ganado basado en el uso

de MIEL/UREA, y cantidades restringidas de forraje. El problema más serio encontrado hasta ahora es un síndrome neurológico llamado popularmente "Borrachera de miel". (Verdura y Zamora, 1970)

De acuerdo con los datos obtenidos para la fermentación ruminal en lo que se refiere a proporciones molares de los AGV de animales intoxicados y normales, la incidencia de la enfermedad se relacionó estrechamente con una baja proporción de ác. propiónico, una elevada proporción de butirato y un aumento en la concentración de los cuerpos cetónicos. Además hubo una relación directa entre el consumo de MS y la proporción molar de ác. butírico, por lo tanto la MS es una parte importantísima para evitar la presencia de la enfermedad. (Losada y Preston, 1974) Se planteó la hipótesis de que una baja de consumo voluntario ocasionaría una baja en la cantidad de glucosa produciéndose a consecuencia de la falta de energía disponible una lesión en el cerebro.

Tomando en cuenta que las principales fuentes de glucosa en el rumiante son el ác. propiónico y la proteína y considerando que la cantidad de carbohidratos que pasan a la porción posterior del tracto digestivo en dietas basadas en miel final es insignificante (1-4%) entonces es muy posible que el animal dependa energéticamente del ác. propiónico producido en su rumen como su única fuente de glucosa. (Losada y Preston, 1974)

Hay indicaciones de que la intoxicación se presenta más fácilmente en dietas que son bajas en proteína, esto puede sugerir una reducción de la gluconeogénesis a raíz de la misma. (Verdura y Zamora, 1970)

Se encontraron también en otros estudios una alta producción de cuerpos cetónicos en sangre (hasta 123 mg/100 ml), y una baja en los niveles de glucosa en plasma (hasta 30 mg/100 ml), en un animal al que se provocó la enfermedad por administración de adrenalina parenteralmente, lo que reafirma la hipótesis de una posible cetosis. (Losada, 1974)

Se reportó una tendencia a una mayor producción de cuerpos cetónicos en animales alimentados con altos niveles de miel; esto sugiere la presencia de una cetosis subclínica como factor predisponente a la enfermedad. (Losada y Preston, 1974)

Losada y Preston (1974), llevaron a cabo un experimento en donde hubo un 100% de intoxicación por miel en tratamientos donde no se administró forraje. Se observó que en los animales que padecen toxicidad por miel se producen cambios importantes en las proporciones molares de AGV principalmente en ác. propiónico.

En este experimento uno de los factores más interesantes obtenidos fue la producción de cuerpos cetónicos en los animales intoxicados ya que coloca la condición como parte de una patología de cetosis en la que el animal necesita mover sus reservas corporales para suplir su demanda energética.

La relativamente alta producción de cuerpos cetónicos en los animales normales que recibieron forraje pudiera considerarse como una cetosis subclínica relacionada con la incapacidad de los animales para metabolizar los cuerpos cetónicos derivados del incremento del ácido butírico a medida que el nivel de miel se incrementa. (Kronfeld, 1971)

El hecho de haberse encontrado elevados niveles de cuerpos cetónicos tanto en los animales normales como intoxicados es interesante puesto que abre la posibilidad de implicar estos dentro del proceso de la necrosis. Bergman (1971) reportó la posibilidad de una adaptación gradual del cerebro y otros tejidos a los cuerpos cetónicos, sin embargo cuando se realizan cambios bruscos, los tejidos normalizan los cuerpos cetónicos y los animales muestran una sintomatología de tipo nervioso incluso pudiendo sucumbir en un período corto de tiempo.

Una de las características de la toxicidad por miel en dietas con forraje es frecuentemente, una elevada incidencia durante la fase de introducción y su declinación subsecuente en importancia con el tiempo. Desde el punto de vista fisiológico, este fenómeno se conoce como adaptación asociada con cambios radicales en la microflora del rumen, y en general, en el status metabólico del animal.

Una segunda hipótesis puede ser planteada en la cual la elevada producción de ác. butírico en el rumen produciría una inhibición en la metilicad ruminal que conduciría a una reducción ó hasta una inhibición del consumo voluntario. La cetosis se produce primeramente producto del metabolismo del ác. butírico en la pared ruminal, y después como una consecuencia de la movilización de la reserva corporal para suplir la demanda de energía, en especial para el sistema nervioso. A este respecto es muy importante señalar que los canales de animales alimentados con dietas de miel tienen la característica de tener un bajo contenido de grasa, lo cual hasta cierto punto sirve como un índice de la baja eficiencia lipogénica de la dieta. Es decir que la intoxicación se presenta como consecuencia del reducido y no excesivo consumo de la dieta. (Marty, 1971)

SIGNOS CLINICOS.- Se presentan dos fases en el desarrollo de la enfermedad, en la primera fase de la enfermedad, el animal presenta cierta desorientación durante 1 ó 2 días y luego se continúan con los típicos síntomas de intoxicación, que comprenden: aumento inicial en la sensibilidad refleja y la subsiguiente pérdida de la visión, temblores musculares, falta de coordinación (con frecuencia el animal se tambalea en círculos), tropiezo con la cabeza contra objetos, ptialismo, tendencia a caminar en círculos con ataxia, y la cabeza en posición baja mientras está de pie, la temperatura es normal. A veces ocurren estados de posttación y de coma con la cabeza en opistótono. La morbilidad es baja y los animales se recuperan gradualmente después que cambian a una dieta totalmente de forraje. No obstante la recuperación es más rápida, a veces espectacular cuando el cambio de dieta va

acompañado por terapia de Tiamina. (Verdura y Zamora, 1970)

En los casos graves los animales permanecen tumbados, hay contracción de la cara, orejas y párpados, rechimiento intermitente de los dientes, sialorrea y parálisis bulbar en algunos de ellos. Hay opistótonos, y algunos animales muestran convulsiones. En las primeras etapas del proceso los síntomas neurológicos son intermitentes, pero luego se tornan más constantes con opistótonos y nistagmus persistentes. La flaccidez es corriente, aunque puede haber períodos pasajeros de espasticidad y las convulsiones clónicas son intermitentes. La muerte se produce en coma tras un curso de uno o varios días. Estos signos son totalmente dependientes del sistema nervioso central, y no hay alteraciones en otros sistemas, salvo aquellos casos muy ocasionales en los que la hemoglobinuria masiva precede inmediatamente a la iniciación de los signos neurológicos.

LESIONES MACROSCOPICAS.- Las lesiones son cualitativamente las mismas en todos - los casos pero difieren en el grado y en la facilidad con que pueden ser descu--biertas, en dependencia de la gravedad y la duración. Los animales juvenes suelen morir más rápidamente que los viejos, y pueden mostrar solamente edema cerebral y tumefacción. (Markson, 1968)

Al abrir la cavidad craneana fluye libremente el líquido cefalorraquídeo bajo ligera presión y en cantidad considerable. Todas las meninges cerebrales tienen - una apariencia turgente, lustrosa y húmeda y pueden faltar las adherencias norma--les a las superficies de las circunvoluciones. La húmedad es evidente en la superficie del corte. Los ventrículos laterales estaban dilatados. La suave y gelatinoso consistencia de los hemisferios enfatiza el grado del edema cerebral, se puede ver una palidez laminar (0.5-1 mm de ancho) más fácilmente en las circunvoluciones que en los surcos. Su extensión varía considerablemente en cada caso, pero queda en los límites de las zonas subsidiarias de las arterias cerebral media y poste--rior, se observa una marcada hiperemia asociada. Por la distribución de estos va--sos las lesiones están muy esparcidas pero son más extensas en las zonas caudales y partes posteriores de los hemisferios con una distribución de lesiones muy simétrica. (Spence, 1961)

Los rasgos más notables en la inspección general del cerebro fueron las depresiones casi simétricas de las diferentes regiones correspondientes a circunvolu--ciones cerebrales localizadas en los lóbulos parietales y las áreas occipitales.- La zona descrita era de color amarillo sucio y tiene consistencia suave, el encé--falo aparece tumefacto y casi sin excepción se desplaza caudalmente con herniación del bulbo y del cerebelo en el foramen magnum. El dorso de los hemisferios es palpablemente más blando y la turgidez normal del encéfalo se ha perdido, en algunos casos se podía ver claramente como las meninges descansan en los planos más pro--

fundos de una zona, que debía corresponder a la materia gris, llenando de éste modo el fondo de la depresión. Cuando se examinan las superficies del cerebro obtenidas mediante el corte transversal en el plano anteroposterior, es posible detectar una pérdida de sustancia de la corteza al nivel de la depresión.

Otros lugares en que se encontraron lesiones fueron en el cuerpo estriado al nivel de la protuberancia, y en el tálamo. El tamaño del foco varió de aproximadamente 2 mm a 1 cm. El grado de desarrollo de la lesión, como era de esperar, estaba relacionada al estado de evolución de la enfermedad, variando de cambios ligeros de color a pérdidas evidentes de sustancia con producción de cavidades o quistes. (Verdura y Zamora, 1970)

En todos los casos examinados se mostraron unas coloraciones oscuras, casi negras en la mucosa ruminal con un grado difuso de pigmentación. Las papilas tendieron a adherirse y formar agrupaciones. El rumen al ser extendido, ofreció una apariencia parecida al coral. En la mayoría de los casos hubo una tendencia en las papilas a recoger una cantidad de material queratinoso que daba un aspecto parecido a un botón en las puntas de las mismas.

El corte transversal de la pared ruminal mostró una apariencia lustrosa con marcada hiperemia; la coloración oscura se limitó a las capas superficiales quedando sin pigmentación la parte central del tejido. (Verdura y Perón, 1970)

En bajo porcentaje se presentan casos de abomasitis con difusa hiperemia y acentuación focal en las zonas circulares delimitadas mostrando ulceración incipiente y un aumento del mucus. En otros casos hay enteritis crónica.

El hallazgo más relevante fuera del cerebro es, una distribución peculiar de las papilas del rumen; parecían ser más largas que las observadas normalmente con dietas convencionales y estaban agrupadas y se adherían hasta un grado en que era difícil separarlas con los dedos, al cortarlas tenían una superficie excesivamente seca implicando la falta completa de contacto con el líquido ruminal. (Verdura y Perón, 1970)

HISTOLOGIA.- La necrosis evidente se caracterizó por la distribución laminar (aumentando en desarrollo desde las capas superficiales hasta las más profundas, incluyendo la pequeña capa de células piramidales), y la sustitución progresiva de la materia gris por los tejidos muertos con la correspondiente reacción celular. El tejido muerto, incluyendo sus bordes, mostró una intensa reacción glial con una marcada proliferación de la adventicia vascular y presencia de abundantes "Glitter cells". En algunas zonas había espacios vacíos en los que descansaba la meninge con los correspondientes vasos sanguíneos y células reaccionarias. (Jubb & Kennedy, 1983)

Desde el punto de vista de los cambios neuronales, se podían ver diferentes grados de degeneración celular, empezando por los más incipientes, hasta una invasión celular y homogenización citoplasmática con un carácter acidofílico, pycnosis y disolución. La glía mostró un incremento de tamaño y número que podía describirse como una gliosis difusa predominante en las áreas afectadas. Además de los cambios mencionados hubo rasgos neuronofagia y satelitosis, asociados con los cambios neuronales más desarraigados. El edema se extendía hasta la materia blanca dándole una apariencia laxa. Hubo una evidente desmielinización en el área de la materia blanca. La microglía se torna activa y se concentra en las láminas profundas que se desintegran para separar los residuos corticales superiores de la materia blanca adyacente. (Jubb & Kennedy, 1983)

En cerebelo y zonas subcorticales se presenta degeneración aguda de las células de Purkinje con citolisis más o menos extensa en la capa granular.

En la porción digestiva (rumen) hubo vacuolización en las capas más superficiales de la mucosa debajo del estrato granuloso y una tendencia hacia la formación de microvesículas en las etapas más avanzadas de esta condición (Jubb & Kennedy, 1983)

El rasgo más significativo fué la hiperqueratosis. Las secciones coloreadas con hematoxilina-eosina mostraron un color de carmelita a negro distribuido específicamente en los estratos más externos (córneo, lúcido y granuloso) que tendieron a desintegrarse. En la lámina propia de la mucosa se observó intensa hiperemia. En solo un caso hubo infiltración de polimorfonucleares en los tejidos en la submucosa. En ninguna muestra se observan abscesos. (Verdura y Zamora, 1970)

PROFILAXIS Y TRATAMIENTO.- Se conoce que al aumentar la cantidad de forraje en la dieta, se elimina el problema, sin embargo tal medida se hace a costa de un empeoramiento en la conversión y por lo tanto repercute sobre la economía del cebadero. (Losada, 1971)

Es indiscutible que la adición de productos que cambien el patrón hacia una mayor producción de ácido propiónico constituye el paso más importante en los trabajos futuros lo cual repercutirá en un mejor comportamiento del animal. (Losada, 1971)

En lo que respecta al tratamiento, lo más importante será la administración de glucosa por vía intravenosa con lo que se incrementará la utilización de los cuerpos cetónicos por un lado y se aumentarán las posibilidades de su eliminación por la orina. Otro paso importante es suministrar un producto que cambie la fermentación ruminal. Datos recientes (Preston y Losada, 1973), indican que la administración de un producto elaborado de maíz molido (1 kg) por vía oral en intervalos de 12 horas ha probado ser un tratamiento satisfactorio.

En la literatura se reportan respuestas dramáticas positivas en animales con CCN al ser tratados con tiamina, se observaron respuestas rapidísimas después de administrar 200 mg de tiamina en forma intravenosa y una dosis similar por vía intramuscular en animales semicomatosos. Los animales empiezan a comer 4 horas después de la inyección.

Los requerimientos de tiamina en un animal de 360 kg se estiman en aproximadamente 16 mg/día, se recomienda para prevenir una deficiencia, una cantidad de 100 u 500 mg/día (Edwin, 1971) (Edwin, 1968)

5.3 METABOLISMO DE LOS AZUCARES EN EL RUMEN

En el rumen se forman azúcares en la desintegración de polisacáridos de los alimentos, tales como el almidón, las hemicelulosas y las fructosanas. Los azúcares simples son metabolizados por los protozoos y las bacterias del rumen. Se han reconocido tres procesos:

- a) Fermentación de los azúcares por reacciones catabólicas productoras de energía para el crecimiento y proliferación de los organismos.
- b) Conversión de azúcares a polisacáridos semejantes al glucógeno, probable entre amilpectina y el almacenamiento de este material.
- c) Metabolismo endógeno de los polisacáridos de reserva.

Los dos últimos procesos son más patentes en los protozoos del rumen, pero indudablemente también ocurren en el metabolismo bacteriano. Robinson (1955) halló que el polisacárido de reserva depositado por las bacterias del rumen era idéntico cuando las bacterias estaban expuestas a diferentes azúcares y que solamente se producía su acumulación cuando había presente poco más de una cantidad mínima de azúcar.

En la fermentación in vitro de la glucosa descrita por Elsdon (1945) se formaron cantidades sustanciales de ácidos grasos volátiles identificados como ácidos acético, propiónico y butírico.

Oetsch (1953) usando suspensiones lavadas estudiaron la acción de las bacterias del rumen sobre maltosa, glucosa y xilosa. Se formaron ácidos acético, propiónico y butírico, además de otros ácidos superiores no identificados. (tabla 5.1)

Heald (1952) investigó la fermentación de xilosa y ácido glucurónico por gérmenes conjuntos del rumen y además estudió la desintegración de estos azúcares y de glucosa y celobiosa, atacados por cinco cepas de bacterias coliformes aisladas de cultivos enriquecidos de microorganismos del rumen. En los productos de reacción detallados en la tabla 5.1 es curioso hacer notar que no hubo producción de ácido láctico. Posteriormente (Heald, 1952) halló que suspensiones lavadas de estas cepas

de *E. coli* tienen sistemas que se adaptan a la fermentación de los ácidos glucurónico y galacturónico y de L-arabinosa.

Aunque todas las especies de protozoos del rumen probablemente depositan polisacáridos en sus reservas cuando se incuban con ciertos azúcares simples, Oxford (1951) encontró que los ciliados holótricos almacenan grandes cantidades de gránulos de un polisacárido más tarde reconocido como amilopectina, posteriormente Oxford (1953) demostró por primera vez que estos organismos (los ciliados holótricos) tienen un metabolismo activo de los carbohidratos que funciona en ausencia de bacterias. Los siguientes azúcares fueron fermentados rápidamente con producción de ácidos grasos volátiles, dióxido de carbono e hidrógeno por los ciliados holótricos: glucosa, fructosa, sacarosa y rafinosa. La celobiosa fue atacada más lentamente probablemente debido a que como lo demostró Gutierrez (1955) solo un género de los ciliados holótricos, *Dasytricha* spp, puede utilizar este azúcar. Los productos de fermentación están en la tabla 5.1 .

La fermentación de la glucosa, fructosa y sacarosa en el rumen forma los ácidos láctico, acético, propiónico y butírico. La maltosa, lactosa y galactosa fermentan con mayor lentitud. (Phillipson y McAnally, 1942)

Substrato	Microorganismo	Referencia	Cantidad de substrato - (m-moles)	Productos de la fermentación (m-moles)				
				Formiato	Acetato	Propionato	Acidos Superiores	Acido Láctico
Celobiosa	Suspensión lavada	Doetsh y	0.155	-	0.1	0.4	0.3	0
Maltosa	de organismos	col.	0.155	-	0.87	0.99	0.57	0
Glucosa	conjuntos del	(1952)	0.155	-	0.086	0.39	0.23	0
Xilosa	rumen		0.155	-	0.45	0.34	0.35	0
Glucosa	Suspensión lavada	Lewis	0.08	-	0.023	0.023	0.015	0
	de organismos	(1951)					Butirato	
	conjuntos del							
	rumen							
Xilosa	Organismos con-	Heald	4.01	0	1.63	0.85	0.31	0
Glucuro-	juntos del	(1952)	2.1	0	2.36	0.23	0.19	-
nalactona	rumen							
Xilosa	Cultivo puro de	Heald	1.75	0.84	0.71	0	0	
Acido glu-	bacterias coli-	(1952)	1.1	0.69	0.13	0	0	
curónico	formas aisladas		2.5	1.36	0.92	0	0	0.95
Glucosa	del rumen							
Celobiosa			1.68	3.08	0.94	0	0	0.25
Glucosa	Ciliados holótricos	Heald y	2.22	0	0.22	0.056	0.142	0.53

Tabla 5.1

(Annison, 1981)

Fermentación de azúcares por microorganismos del rumen

Status	Número TOROS	pH	VFA	NH ₃	Carbohidratos solubles	Acido láctico	Bacteria
			m-equiv / litro		g/litro	mg/100ml	10 ¹⁰ /ml
Afectados	54	7.5 ± 0.08	52.3 ± 5.4	5.6 ± 0.6	0.16 ± 0.02	73.2 ± 30.9	0.46 ± 0.03
Controles	10	6.3 ± 0.18	79.2 ± 13.1	6.8 ± 1.4	0.16 ± 0.06	47.1 ± 4.1	0.44 ± 0.01

Parametros de fermentación del rumen de animales control y animales intoxicados por melaza

(Geerken y Figueroa, 1971)

Status	Número Toros	Glucosa	Acido Piruvico	Ca	Mg	P	Na	K
Afectados	54	97.5 ± 5.7	3.73 ± 0.68	9.32 ± 0.33	2.52 ± 0.08	5.21 ± 0.42	3.33 ± 0.18	20.0 ± 2.8
Controles	10	51.4 ± 1.7	1.09 ± 0.09					

Parametros sanguineos en animales normales y animales intoxicados por melaza (mg/100 ml)

(Geerken y Figueroa, 1971)

Carbohidratos solubles en diferentes partes del tracto intestinal
en 10 animales intoxicados por melaza (g/kg peso fresco)

Número Toros	Rumen	Abomaso	Intestino Delgado	Intestino Grueso
10	0.27 \pm 0.12	0.70 \pm 0.49	1.19 \pm 0.82	0.62 \pm 0.33

(Geerken y Figueroa, 1971)

V. CONCLUSIONES

Se logró recopilar información sobre la melaza que es un subproducto de la caña de azúcar y fácilmente puede producirse en nuestro país.

Se presenta la información en forma sencilla para que sea una fuente de consulta para las asignaturas zootécnicas de la carrera de Médico Veterinario Zootecnista.

Se llegó a concluir que se puede suministrar hasta 35% de este subproducto al ganado lechero sin cambios significativos a comparación del maíz, pudiéndose en ganado de carne suministrar un porcentaje poco más elevado que en ganado lechero.

Si los niveles anteriores se rebasan se presenta un problema que es la Necrosis Cerebrocortical o Encefalomalasia, ocasionada por una baja en la concentración de ácido propiónico y un aumento en la concentración de cuerpos cetónicos derivados del aumento del ácido butírico. Este padecimiento es causado por cambios en el patrón de fermentación ruminal.

El tratamiento a seguir en caso de esta intoxicación es suministrar Glucosa por vía intravenosa para aumentar la utilización de los cuerpos cetónicos.

Se reporta en la literatura una dramática respuesta a dicha intoxicación al ser suministrada Tiamina (vit. B1) a razón de 200 mg vía intravenosa y una dosis parecida por vía intramuscular.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Annison, E.F., Ph.D. & Dyfed Lewis, J.A., Ph.D.; 1981 El metabolismo en el rumen; Editorial UTEMA -
- Banco Nacional de México; 1978; México en cifras; publicado por el Banco de México; México, D.F. -
- Barnes, A.C.; 1954; Agriculture of the sugar cane. Leonard Hill; Ltd. London.
- Behne, Manley; 1930; Chemical analysis of molasses from Philippine; Sugar News; 1932; Núm. 3
- Bergman; E.N.; Hyperketonemia ketogenesis & Ketano body metabolism; J. Dairy Sci. 54; Num. 6 -
- Bonnet, J.A.; 1962; Chemical concept about sucrose formation and maturity of harvested sugar cane in Puerto Rico; Sugar J. 25:45 -
- Böttger & Steinmetzer; 1959; Chemical compounds Formed from sugar by Molds; Sugar Research Foundation Sci. ; Rept 7
- Camargo, P.N.; 1976; Fisiología de la Caña de Azúcar. Comisión Nacional de la Industria azucarera (CNIA); México, D.F. Traducción del Portugués -
- Clark, J., Preston, T.R. & Zamora, A.; 1972; Miel final como fuente de energía en dietas de poca fibra para la producción de leche. 1. Efecto de la variación del nivel de forraje.; Rev. Cubana Cienc. agric. 6:19 -
- Clark, J., Preston, T.R. & Zamora, A.; 1972; Miel final como fuente de energía en dietas de poca fibra para la producción de leche. 2. Efecto de diferentes niveles de grano.; Rev. cubana Cienc. agric. 6: 27 -
- Clark, J., Geerken, C.M., Preston, T.R. & Zamora, A.; 1973; Mielas como fuente de energía en dietas bajas en fibra para la producción de leche. 3. Efecto de variar la relación mieles:grano en una dieta basada en baja fibra.; Rev. cubana Cienc. agric. ; 7:159 -
- Crochet, H.; 1959; Chemical composition of molasses; Sugar J.; September 1959
- Deer, N.; 1969; The history of sugar; Chapman and Hall Ltd. London
- Doetsch, R.N., Robinson, R.Q., Browe, R.E. & Shaw, J.C.; 1953; J. Dairy Sci; 36, 825
- Earle, T.S.; 1928; Sugar cane and it' culture; John Wiley & sons; New York
- Edwin, E.E., Lewis, G. & Allcroft, R.; 1968; Cerebrocortical necrosis. A hypothesis for the possible role of thiaminases in inta pathogenesis.; Vet. Rec. 83:176
- Edwin, E.E. & Lewis, G.; 1971; Diseases of dairy cattle. Thiamine deficiency, with particular referenece to cerebrocortical necrosis a review & discussion; J. Dairy Sci. Res. 38:79 -

- Elsden, S.R.; 1945; J. exp. Biol. 22, 51
- Fromen y Bowland; 1959; A new feed additive for beef cattle; Sugar J.; September
- Geerken, C.M. and Figueroa, Vilda; 1971; Cerebro-cortical necrosis (molasses - toxicity) in beef cattle: some preliminary biochemical parameters.; Rev. cubana Cienc. agric. 11:295
- Gillet, T.R.; 1953; Honig I
- Hardy, Clara y Eliss, A.; 1978; En ilaje de excreta y miel final. 3. Efecto de diferentes proporciones de excreta y miel final sobre los compuestos nitrogenados.; Rev. cubana Cienc. agric. 12:79
- Heald, P.J.; 1952; Biochem. J. 52, 378
- Honig I; 1953; Cap. 1
- Hungate, R.E.; 1966; The rumen and its microbes; Academic Press; New York.
- Jeréz, Irma y Preston, T.R.; 1972; Influencia de la sustitución del maíz por azúcar de caña sobre la producción y composición de la leche.; Rev. cubana Cienc. agric. 6:357
- Jubb, K.V.F. & Kennedy, Peter C.; 1983; Patología de los animales domésticos; Ed. UPCME; Tomo II.
- Kellig, R.W. & Owen, F.G.; 1969; Alterations of in vitro rumen fermentation pattern with varying levels of sugar on cellulose; J. Dairy Sci.; 52:1498
- King & Jison; 1933; Sugar News.; January
- Kosar, J., and Dvoracek, M.; 1971; The use of sugar beet products and urea in cattle fattening.; Rev. cubana Cienc. agric. (Eng. ed.) 5:161
- Kroonfeld, D.S.; 1971; Hypoglycemia in ketotic cows.; J.Dairy Sci. 54 No. 6
- Linnaeus, K.V.; 1753; Original description of sugar cane as (Saccharum officinarum) species plantarum. (1st. edit.)
- Lofgreen, G.P. & Otagaki, K.K.; 1960; The net energy of blackstrap molasses for lactating cows.; J. Dairy Sci.; 43:220
- López, J.M.; 1979; Oportamiento de bovinos alimentados con dietas a base de caña de azúcar; Tesis de Maestría; FES-Cuautitlán
- Losada, H., Dixon, F. And Preston, T.R.; 1971; Thiamine and molasses toxicity. 1. Effects with roughage free diets.; Rev. Cubana Cienc. agric. (Eng. ed.) 5:359
- Losada, H. y Preston, T.R.; 1974; Efecto de la miel final y la miel rica en la intoxicación por mieles.; Rev. cubana Cienc. agric. 8:11
- Mangeldorf, A.J.; 1950; Sugar cane as seen from Hawaii.; Econ. Bot. 4:150

- Markson, L.M. & Terleck, S.; 1968; The etiology of cerebrocortical necrosis; Br. Vet. J.; 124:329
- Martin; 1953; Monig I; Cap. 6
- Marty, R.J. & Preston, T.R.; 1970; Proporciones molares de los ácidos grasos volátiles de cadena corta (AGV) producidos en el rumen de ganado vacuno alimentado con dietas altas en miel.; Rev. cubana Cienc. agríc. 4:169
- Marty, R.J., Jeréz, L. & Preston, T.R.; 1971; Effect of the substitution of maize by sucrose on the rumen VFA of lactating cows; 10th int. Congr. Anim. Prod.; Versailles.
- Marty, R.J.; 1971; Sucrose metabolism in the rumen.; M. Cs. Biol. Thesis.; University of Habana.
- Meade, Spencer & Peterkin, George.; 1969; Manual del azúcar de caña para fabricantes de azúcar de caña y químicos especializados.; Barcelona; Montarur & Simon.
- Menaham, L.A., Schultz, L.H. & Hockstra, W.G.; 1967; Factors affecting ketogenesis from butyric acid in the ruminant.; J. Dairy Sci. 50:1417
- Nyrs; 1924; Sucr. Belge
- Owen, F.G., Kellogg, D.W. & Howard, W.T.; 1967; Effect of molasses in normal and high grain rations on utilization of nutrients for lactation.; J. Dairy Sci. 50:1120
- Oxford, A.E.; 1951; J. gen. Microbiol. 8, 80
- Oxford, A.E.; 1955; J. Sci. Ed. agric.; 6, 614
- Peron, N.; 1971; The effect of molasses-based diets on rumen development of dairy calves.; Rev. cubana Cienc. agríc. (Eng. ed.) 5:195
- Phillipson, A.T. & McNally, R.A.; 1942; J. exp. Biol. 19, 199
- Preston, T.R.; 1969; Symposium sobre la producción de carne en los trópicos: 3. - La carne por medio de la caña de azúcar.; Rev. cubana Cienc. agríc. 3:141
- Preston, T.R. & Willis, M.B.; 1970; Producción intensiva de carne.; Ed. Diana; México, D.F.
- Preston, T.R., Martín, J.L., Willis, M.B. & García, J.; 1971; Intensive beef production from sugar cane. 12. Comparison of final and integral molasses, fish meal and torula yeast.; Rev. cubana Cienc. agríc. 5:167
- Reyes, Yeabel; 1975; Composición de la digesta en el tracto gastrointestinal de - bevacas con dietas de forraje y alto contenido de miel. 1. Utilización del forraje.; Rev. cubana Cienc. agríc. 9:347
- Richardson, L.R.; 1960; College Station; Texas
- Roberts & Martin; 1959; BCWP

- Robinson, R.Q., Doetsch, R.N., Sirotnak, F.M. & Shaw, J.C.; 1955; J. Dairy Sci.;-
38, 13
- Rodríguez, V. & Geerken, C.M.; 1972; Efecto de la suplementación con miel a vacas
en pastoreo libre o restringido en la producción de leche.; Acta II Congr. -
mundial de Alim. Anim.; Madrid, España
- Rosenfeld, A.H.; 1956; Sugar cane around the world; Printed by the University of
Chicago; Chicago, Illinois.
- Sánchez, F.; 1972; Materia Prima: caña de azúcar; Ed. Larios, S.A.; México, D.F.
- Shaw, A.J.; 1939; ATAC
- Shoenfeld, S.; 1959; El azúcar a través de los tiempos. Instituto para el mejura-
miento de la producción de azúcar en México.
- Sotiano, Jesus; 1982; Causas y Prevención de Diarreas por consumo de melaza de -
caña en aves y cerdos; Tesis para grado de Maestro en Ciencias esp. Nutrición;
FES- Cuautitlán
- Spence, J.B., Stevens, A.J., Saunders, C.N. & Harris, A.H.; 1961; Cerebrocortical
necrosis in sheep and cattle. The clinical syndrome; Vet. Rec. 73:28
- Sugar Journal; 1959; September
- Verdura, T. y Peron, N.; 1970; Hiperqueratosis en el rumen del ganado bovino ali-
mentado con miel/urea ad libitum, suplemento protéico y forraje restringido.;
Rev. cubana Cienc. agric. 4:219
- Verdura, T. y Zamora, Isabel; 1970; Necrosis cerebrocortical en Cuba en ganado de
carne alimentado con dietas basadas en niveles altos de miel.; Rev. cubana -
Cienc. agric. 4:215
- Ward, A.H.; 1960; Compound Animal Feeding Stuffs. Aguide to their formulation. -
Nat. Assoc. Corn, Agric. Merchantes; London