

EFFECTO DEL NIVEL DE PROTEINA Y BAGAZO DE CAÑA
SOBRE EL CRECIMIENTO DE TORETES ALIMENTADOS
CON MELAZA

Tesis de Grado de Magister Scientiae

Carlos Ochoa O.



INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA
Centro Tropical de Enseñanza e Investigación
Departamento de Ganadería Tropical
Turrialba, Costa Rica
Junio, 1973

EFECTO DEL NIVEL DE PROTEINA Y BAGAZO DE CAÑA
SOBRE EL CRECIMIENTO DE TORETES ALIMENTADOS
CON MELAZA

Tesis

Presentada al Consejo de la Escuela para Graduados
como requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADA:



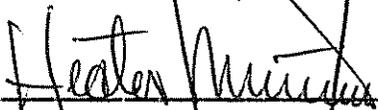
Consejero

Manuel E. Ruiz, Ph.D.



Comité

Karel Vohnout, Ph.D.



Comité

Héctor Muñoz C., Ph.D.



Comité

Rufo Bazán, Ph.D.

Junio, 1973

DEDICATORIA

A Maricell mi esposa

A mis padres

A mis hermanos

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento al Dr. Manuel E. Ruiz, Consejero Principal, por su valiosa colaboración en el desarrollo del presente trabajo y por sus enseñanzas impartidas durante mis estudios.

Al Dr. Héctor Muñoz C., Jefe del Departamento de Ganadería Tropical, por los consejos y ayuda prestada en la realización de mis estudios y de mi tesis.

Al Dr. Karel Vohnout por su constante ayuda en la realización de mis estudios.

Al Dr. Rufo Bazán, miembro de mi Comité Consejero.

Al Ing. Guillermo Fuentes, Administrador de la finca experimental por su valiosa colaboración en la elaboración del experimento.

Al IICA-CTEI por haberme permitido realizar mis estudios de postgrado.

A la Dirección Regional para la Zona Norte del IICA, por la beca ofrecida.

BIOGRAFIA

El autor nació en El Porvenir de Bachíniva, Chihuahua, México, el 17 de diciembre de 1947. Realizó sus estudios primarios en la Escuela "El Niño Artillero" del Porvenir y sus estudios secundarios en la Escuela Secundaria "Justo Sierra" de ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua.

En el año de 1966 obtuvo el título de bachiller en la Escuela Preparatoria de la Universidad Autónoma de Chihuahua y en el año 1970 el título de Ingeniero Zootecnista en la Escuela de Ganadería de la misma Universidad.

De febrero a junio de 1971 trabajó en la Escuela de Ganadería de la Universidad Autónoma de Chihuahua, como catedrático de Nutrición Animal.

El 4 de octubre de 1971 ingresó como estudiante graduado al Departamento de Ganadería Tropical del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación (IICA-CTEI), en Turrialba, Costa Rica y obtuvo el grado de Magister Scientiae en junio de 1973.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Utilización del nitrógeno por el rumiante	3
2.1.1 Solubilidad de la proteína	3
2.1.2 Importancia cualitativa de la proteína	4
2.1.3 Importancia cuantitativa de la proteína	6
2.2 Utilización del bagazo en la alimentación animal	8
2.3 La melaza como fuente energética en la alimentación del ganado	9
3. MATERIALES Y METODOS	14
3.1 Localización del estudio	14
3.2 Definición de la población y manejo de los animales	14
3.3 Diseño y análisis de la información	16
3.3.1 Análisis de los efectos de bagazo y proteína sobre la ganancia de peso y el consumo de melaza	18
3.4 Recolección de datos	18

	<u>Página</u>
4. RESULTADOS	20
4.1 Ganancia diaria	20
4.1.1 Efecto del bagazo	22
4.1.2 Efecto de la proteína	22
4.1.3 Efecto de grupos raciales	22
4.2 Consumo de melaza	23
4.3 Resultados económicos	27
5. DISCUSION	28
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	32
7. RESUMEN	33
7a. SUMMARY	35
8. LITERATURA CITADA	37
9. APENDICE	43

<u>Cuadro No.</u>		<u>Página</u>
1	Grupos raciales.	15
2	Descripción de tratamientos con los niveles de bagazo y proteína total en kilogramos materia seca/100 kg de peso vivo del animal	17
3	Promedio de ganancia de peso diario (kg)	20
4	Análisis de variancia de la ganancia diaria de peso	21
5	Prueba de Duncan para grupos raciales	22
6	Promedios de consumo de melaza kg/100 kg de peso vivo/día	23
7	Análisis de variancia para consumo de melaza.	24
8	Costo de producción de un kilogramo de ganancia de peso diario, por concepto de alimentación (\$).	27
9	Costo de alimentación/tratamiento/cabeza/día	44
10	Composición química de los ingredientes usados en las raciones	45
11	Consumo promedio de alimentos/cabeza/día.	46

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura No.</u>		Página
1	Efecto del consumo diario de proteína sobre el consumo diario de melaza (80°Brix).....	25
2	Efecto del consumo diario de bagazo sobre el consumo diario de melaza (80°Brix).....	26

1. INTRODUCCION

El pasto es el alimento más barato para el ganado, pero generalmente no cumple con los requisitos energéticos y aun los proteicos de los animales en producción. Además, debido a las fluctuaciones estacionales, la disponibilidad del forraje puede reducirse a niveles variables, incluyendo su completa ausencia durante la sequía. Tales circunstancias no permiten al animal mostrar su óptima habilidad productiva, a menos que las deficiencias nutritivas o la escasez de forraje se suplan con base en productos y subproductos complementarios o sustitutivos del pasto.

Algunas zonas ganaderas que presentan estas características son circunvecinas a zonas productoras de caña de azúcar, de cuyo procesamiento resultan varios subproductos: la melaza, el bagazo, la punta de caña y la cachaza. Estos pueden utilizarse como alimento para el rumiante, especialmente la melaza, por su alto contenido energético y aceptabilidad por el ganado. Estos subproductos son muy abundantes en Latinoamérica; México por ejemplo produce 1.350.000 toneladas por año y Costa Rica 86.500 ^{a/} de las cuales una gran proporción se exporta, se utiliza en la industria de licores o se desperdicia, y solamente una pequeña cantidad se emplea en la alimentación animal. La producción de bagazo para México es de 7,5 millones de toneladas métricas anuales y 0,48 millones para Costa Rica ^{b/}, causando serios problemas de desechamiento, debido

^{a/} Basado en una producción de 30 y 1,9 millones de toneladas métricas de caña de azúcar para México y Costa Rica, respectivamente (22) y un rendimiento de melaza de 4,5% (dato del Ingenio de Atirro, Turrialba, Costa Rica).

^{b/} Estimado con base en un rendimiento de 25% de bagazo con 55% de materia seca (información del Ingenio Cañeros Unidos, Grecia, Costa Rica).

al alto volumen en que se produce y al poco conocimiento existente sobre su posible uso en la alimentación de animales. Al presente una porción de esta producción se usa como combustible en los propios ingenios.

En la alimentación del ganado bovino el bagazo ofrece muchas posibilidades, ya que es esencialmente un producto alto en fibra, que podría reemplazar físicamente al pasto como fuente de forraje en caso de ausencia o escasez de éste, o en sistemas de engorda que puedan establecerse exclusivamente a base de desechos y subproductos de los ingenios de caña de azúcar. De esta manera tanto el bagazo como la melaza, ofrecen buenas perspectivas en la alimentación de bovinos, beneficiando además del ganadero, al industrial azucarero y al productor de caña.

Estos subproductos son potencialmente capaces de proveer las necesidades de energía y fibra del rumiante, pero ambos se caracterizan por ser extremadamente bajos en proteína, por lo que se hace imperativo añadir una fuente proteica a raciones con base a melaza y bagazo. El nivel adecuado de proteína puede ser muy diferente de los recomendados, debido a la naturaleza líquida de una ración basada en melaza.

De lo expuesto anteriormente este trabajo tuvo como objetivos:

1. Estudiar la respuesta biológica del animal en crecimiento, a diversos niveles de bagazo y proteína, bajo condiciones de consumo libre de melaza.
2. Determinar el beneficio económico que se puede lograr con raciones basadas en bagazo y melaza y una fuente proteica.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Utilización del nitrógeno por el rumiante

El rumiante a diferencia de los monogástricos, se caracteriza por la acción proteolítica y de síntesis de los microorganismos ruminales, que transforman parte de la proteína o nitrógeno de la dieta a proteína microbial. El grado de degradación de la proteína dietética en el rumen varía principalmente en función de su solubilidad. La proteína microbiana luego pasa al abomaso e intestino, donde se hidroliza por acción enzimática, descomponiéndose a compuestos más sencillos principalmente aminoácidos, los cuales son absorbidos a través de la pared intestinal (3).

2.1.1 Solubilidad de la proteína

Existen varios factores que afectan el grado de proteólisis ruminal y uno de los más importantes es el grado de solubilidad de la fuente proteica o NNP de la ración que resulta, en casos de proteínas muy solubles, en ineficiencia de utilización, dado que la velocidad de resíntesis llega a ser menor que la proteólisis (2).

En trabajos efectuados (5, 13) en que se usó la urea como la principal fuente de nitrógeno de la ración para bovinos, se encontró en el rumen una alta concentración de amoníaco dos horas después de ingerido el alimento. Cuando se usó harina de soya, la concentración máxima de amoníaco fue entre 3 y 4 horas post-alimentación (5, 26). Con ambas fuentes de nitrógeno, los animales mostraron una baja retención de nitrógeno.

En animales alimentados con fuentes proteicas poco solubles en el rumen, como la harina de pescado, se ha encontrado que del 70 al 80 por ciento aparece en el abomaso (35) y un 75 por ciento de esta proteína, luego va a ser digerida en el intestino (14). Resultados similares se pueden demostrar con la albúmina bovina (6).

Existen diferentes procesos que se aplican a la proteína de la dieta para disminuir el grado de solubilidad en el rumen. Dentro de las técnicas existentes, las que más se aplican en la proteína son el tratamiento con calor y los tratamientos químicos. En una prueba donde se trató la harina de soya, a una temperatura de 142°C por espacio de 4 horas, se logró reducir la solubilidad de 72 a 35 por ciento (26).

En ovejas alimentadas con caseína tratada con formaldehído y almidón como fuente energética, se disminuyó la degradación en el rumen en un 60 y 55 por ciento para la proteína y almidón respectivamente (20, 21). Esta situación es de mucha importancia cuando se usan fuentes proteicas de buena calidad (ver inciso 2.1.2).

2.1.2 Importancia cualitativa de la proteína

Trabajos efectuados por Little et al. (32) en que alimentaron ovejas con cuatro fuentes proteicas, gelatina, caseína, harina de soya y zeína, encontraron una menor solubilidad ($P \leq 0,01$) para la zeína y la harina de soya, pero los animales alimentados con zeína tuvieron concentraciones altas en la sangre, de leucina y bajas en treonina y lisina debido a las di-

ferencias cualitativas entre fuentes proteicas, ya que los microorganismos no fueron capaces de proporcionar los niveles de aminoácidos faltantes que el animal requiere.

Existen controversias de cuáles son los aminoácidos esenciales en la alimentación de los rumiantes (59). Virtanen (58) alimentó vacas lecheras con una dieta donde el NNP, proporcionó el nitrógeno total de la ración y encontró al compararlo con la dieta testigo, en base a heno de alfalfa y concentrado, que los animales alimentados con urea mostraron deficiencia de histidina.

Schilling et al. (53) encontraron que en ovejas alimentadas con una dieta que contenía de 17 a 28 por ciento de harina de soya, mostraron deficiencia de metionina, lo cual se corrige cuando a la dieta cuya fuente proteica es la harina de soya, se le agrega metionina encapsulada para evitar el ataque de los microorganismos del rumen (13).

Ellis et al. (17) encontraron deficiencia de triptofano y metionina, cuando alimentaron ovejas en crecimiento con torta de algodón como fuente de proteína.

La harina de pescado es una fuente proteica rica en metionina, lisina y otros aminoácidos importantes en la alimentación de rumiantes (59). También se caracteriza por tener una baja solubilidad y alta digestibilidad (38). Estas características resultan en respuestas del animal a la harina de pescado, siete veces mayor que la urea o torta de algodón (56).

Esta proteína reúne las características nutritivas esenciales para la alimentación de los bovinos, pero su uso tiene lí

mitaciones debido a su elevado costo. Sin embargo la harina de pescado puede suplementar parte de la proteína de la dieta, cuando la urea forma la mayor proporción del nitrógeno de la dieta (15, 37, 56). De esta manera los microorganismos formarían la mayor parte de la proteína verdadera presente en el abomaso a partir del nitrógeno no proteico, y la harina de pescado pasaría al abomaso, donde por acción enzimática se hidrolizaría a aminoácidos que, combinados con los de origen microbiano presentarían al animal una combinación más o menos balanceada de aminoácidos.

Como consecuencia de los tratamientos para reducir la solubilidad de las proteínas, también se logra aumentar la concentración en la sangre de los aminoácidos y mejorar la respuesta del animal (26).

2.1.3 Importancia cuantitativa de la proteína

La cantidad de proteína que los microorganismos ruminales proporcionan al animal generalmente no exceden del 60 por ciento de los requisitos (7) y esta eficiencia disminuye cuando la fuente proteica de la ración es altamente soluble (15), o cuando la cantidad de energía disponible para los microorganismos no es lo suficientemente adecuada para que les permita utilizar el amoníaco presente en el rumen en la resíntesis proteica (3). Como consecuencia de estas condiciones ocurre una menor retención del nitrógeno debido al exceso de amoníaco que es eliminado por la orina en forma de urea, previa síntesis en el hígado (2). El efecto del componente energético sobre la cantidad de proteína utilizable por el animal se demostró en una prueba

donde se alimentó a novillos con grano de maíz, usando como suplemento proteico la urea y la harina de soya. La cantidad de nitrógeno presente en el abomaso que provenía de la urea, era un 25 por ciento menor al compararlo con el que proporcionó la harina de soya, pero al agregar un 2,5 por ciento de melaza a la dieta de urea, la diferencia fue solamente de 8 por ciento (43). Este efecto se debió a la energía que proporcionó la melaza para la síntesis de proteína bacterial.

El medio ambiente es otro factor que afecta el nivel de proteína requerida para el crecimiento o la producción (19). Existen evidencias (41, 56) que bajo condiciones tropicales, las necesidades de proteína podrían ser mayores que los niveles recomendados por el NRC (39), éstos últimos desarrollados en zonas templadas.

En un trabajo con ovejas sometidas a temperaturas bajas, se encontró un mayor catabolismo de las grasas, que en las sometidas a temperaturas altas, mientras que el catabolismo proteico aumentó en temperaturas altas, probablemente para suplir la energía necesaria en la regulación de la temperatura corporal (36).

En Turrialba (56) becerros de 8 meses de edad, mostraron una tendencia lineal positiva en ganancia de peso, al aumentar los niveles de proteína en la dieta. Los requisitos proteicos fueron un 13 por ciento mayores a los recomendados por el NRC (39). Resultados similares han reportado Aguiar et al. (1) y Hudson (25).

2.2 Utilización del bagazo en la alimentación animal

Son variados y múltiples los estudios que se han efectuado para determinar el valor nutritivo del bagazo en la alimentación de bovinos (29, 30), y la conclusión inferida en esas investigaciones converge en que al bagazo más que considerársele como a un alimento propiamente dicho, se le debe incluir en las dietas como una fuente de volumen o como vehículo de los otros ingredientes, sobre todo en aquellas dietas líquidas o semilíquidas, tendientes a tener una alta velocidad de paso a través del tracto gastrointestinal, como sucede con la melaza de la caña, como sugerirían los datos de Beames (4), Eremeef y Lennox (21) y Lamb (31).

Una de las principales causas por las que el bagazo tiene un bajo valor nutritivo, es la de su elevado contenido de FDN, el cual es de 81 por ciento (Cuadro 10, apéndice). La digestibilidad de la fibra cruda (método proximal) es de 36 por ciento (48).

Una prueba in vitro (19) en la que se comparó la digestibilidad de la celulosa del bagazo con la torta de algodón, se encontró un 25 y 80 por ciento para bagazo y harinolina respectivamente. Sin embargo, es posible mejorar la digestibilidad del bagazo hasta en un 20 por ciento, mediante tratamiento con una solución acuosa de 2,5 por ciento de hidróxido de sodio (51, 52). Esta práctica lamentablemente, no resulta económica por el alto costo del hidróxido de sodio.

El bagazo se ha utilizado como sustituto del forraje en dietas para ganado lechero. Se ha encontrado que por ejemplo la producción no se afecta al comparar una dieta convencional de pasto y concentrado, con otra en la que el bagazo formaba hasta un 25 por ciento de la ración

(19, 49, 50).

Trabajos efectuados en ganado de carne indican que es factible el uso de bagazo como ingrediente de la ración, siempre que ésta vaya acompañada de una buena fuente energética. Kirk y colaboradores (29) alimentaron novillos y vaquillas con una dieta que contenía 35 por ciento de bagazo y 40 por ciento de grano, encontraron ganancias de 1,1 kg diario. En otro estudio (30) estos mismos investigadores, alimentaron el ganado con una mezcla de 30 por ciento de bagazo y 50 por ciento de melaza, y compararon dos fuentes proteicas, una en base a torta de algodón y en la otra la urea reemplazó un 25 por ciento del total del nitrógeno de la dieta, encontrándose un promedio de ganancia diaria de 1,2 kg para la harinolina pura y 1,1 para la urea.

Butterworth et al. (9) probaron tres niveles de bagazo (0, 27,5 y 55 por ciento) en la dieta para ganado de engorda y encontraron una mejor ganancia ($P \leq 0,05$) en aquellos animales que recibieron los dos niveles bajos de bagazo. También en otra prueba (18), donde se compararon tres niveles de bagazo 27, 30 y 38 por ciento con 61, 58 y 51 por ciento de melaza respectivamente, y 12 por ciento de harina de soya, no se obtuvo diferencia en la ganancia de peso, la cual fue de 1,3 kg promedio.

2.3 La melaza como fuente energética en la alimentación del ganado

La melaza de la caña como ingrediente de la dieta para bovinos de engorde, data desde hace varios años, tal y como lo indican los trabajos efectuados en 1928 (18, 31).

Los niveles de la melaza en la dieta generalmente han sido del

orden de 10 a 15 por ciento. Se han usado principalmente con el objetivo de aumentar la gustosidad de la ración (28). El uso de esos niveles limitantes son consecuencia de trabajos efectuados principalmente en Estados Unidos, que reportan que en dietas que contienen melaza de caña arriba del 20 por ciento disminuye la retención de nitrógeno (8, 27), así como el contenido de energía digestible de la dieta (27, 33) y también debido a sus propiedades laxativas, así como por su tendencia a causar necrosis cerebral en los animales que reciben altos niveles de melaza (23). Pero en esas zonas, y otras también de clima templado donde existen granos de cereales en abundancia, son éstos los que se usan como principal fuente energética en las dietas para engordas (34, 60), sin establecer competencia con la alimentación humana, dado que el excedente de granos para consumo humano es el que se utiliza en la alimentación animal.

El engordador latinoamericano ha tenido la tendencia a aplicar los sistemas desarrollados en lugares donde se usa el grano como principal fuente energética para el ganado, e inclusive llega a importar de esas zonas, los ingredientes como los granos de maíz y de sorgo, lo cual motiva un fracaso económico, dado que el costo de los granos es tan alto y, además el precio de venta del ganado es bastante menor.

Ante estas circunstancias es necesario desarrollar un sistema propio de alimentación, basado en la utilización del pastoreo y con el uso intensivo de subproductos agroindustriales, entre los cuales la melaza es uno muy abundante en nuestro medio y su valor energético puede servir para reemplazar al de los granos de cereales, o bien suplemen

tar la deficiencia de energía de los pastos tropicales, que generalmente no llenan los requisitos para el ganado de alta producción de carne (54), o leche (24). También es de mucha importancia su uso acompañado con pequeñas cantidades de concentrados, en aquellos lugares donde existe estacionalidad de producción en los pastos, para suplir cuando menos los requisitos de mantenimiento (11).

Con el objetivo de desarrollar sistemas de engorde de novillos usando altos niveles de melaza, Preston y colaboradores (44, 45, 46, 47) han efectuado en Cuba, pruebas de alimentación con mezclas de melaza-urea ad libitum, en raciones basadas en grano y la compararon con otra dieta basada en forraje y se obtuvo una ganancia de 0,96 kg y 0,59 kg por día respectivamente, pero en el primer caso, la melaza sólo contribuyó con el 9 por ciento de la energía metabolizable, y en la dieta con pasto, proporcionó el 16 por ciento (44). Con estos resultados concluyeron que para obtener resultados satisfactorios, en cuanto a la cantidad de energía proporcionada por la melaza, era necesario restringir el consumo de pasto y de concentrado.

En otra prueba en que se restringió el consumo de concentrado a 2 kg/cabeza/día, con libre consumo de melaza-urea, se presentó una alta incidencia de toxicidad, que según los investigadores, fue debida a una falta de forraje (38).

En trabajos posteriores (16, 45, 57), donde probaron diferentes niveles de forraje, encontraron que la ganancia de peso no se afecta cuando el animal consume solamente 1,5 kg de pasto/100 kg de peso vivo/día y la melaza llega a contribuir con más del 70 por ciento de la ma-

teria seca total consumida y la urea con más del 50 por ciento del nitrógeno total de la dieta. Esto está condicionado a que la dieta vaya acompañada de una pequeña cantidad de proteína preformada, principalmente si es de baja solubilidad y alta digestibilidad, como la harina de pescado (38).

En Hawaii (18) se hizo una prueba con ganado de engorda, alimentado con una dieta que contenía 16 por ciento de harina de soya, 33 por ciento de forraje y 51 por ciento de melaza, y se obtuvieron ganancias de peso de 1,2 kg diarios. Posteriormente el nivel de melaza se elevó a 61 por ciento y el de harina de soya se bajó a 13 por ciento y no se afectaron las ganancias de peso (31). Citan los investigadores de estos trabajos que se presentó una alta incidencia de timpanismo, el cual se corrigió cuando se suspendió temporalmente el consumo de melaza.

En una prueba efectuada en Turrialba (41), en que se suplementaron en pastoreo vaquillas lecheras para reemplazo, con una dieta que contenía 19, 22 y 57 por ciento de maíz molido, torta de algodón y melaza respectivamente, se encontraron ganancias diarias de 716 gramos. No se presentaron problemas de toxicidad, aun cuando hubieron animales que consumieron un 30 por ciento de la materia seca con base en la melaza.

Estas son las principales ventajas favorables que ofrece el uso intensivo de la melaza como fuente energética en la producción animal, pero existe un elemento negativo relacionado con el uso muy intensivo de este subproducto, o sea la toxicidad que produce en los animales que

la consumen en altas cantidades, fermentada previamente al consumo o bien cuando no se acompaña aunque sea con pequeñas cantidades de forraje (23). La sintomatología de esta toxicidad parece tener algo en común con la enfermedad nerviosa denominada en Europa necrosis cerebrocortical y en Estados Unidos, poliencfalomalacia, por presentarse el mismo tipo de lesiones cerebrales, debido a irregularidades en el suministro de tiamina, de mucha importancia en el sistema enzimático que proporciona energía al cerebro, a partir de la glucosa (47).^{NC}

En situaciones donde se alimenta con grandes dosis de melaza, ésta se fermenta en el rumen y se produce AGV, principalmente butírico y en mucha menor proporción el propiónico, siendo este último el principal precursor de la glucosa (47). Es por esta circunstancia que se hace necesario, al hacer uso intensivo de la melaza, acompañar la dieta con una pequeña cantidad de concentrado que sea capaz de proporcionar el ácido propiónico necesario para sintetizar la glucosa que se usa como fuente energética para el cerebro.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del estudio

Este experimento se llevó a cabo en la finca experimental del Departamento de Ganadería Tropical, del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación (IICA-CTEI), Turrialba, Costa Rica. La finca experimental está localizada en una zona tropical húmeda, con una altura de 600 metros sobre el nivel del mar; la temperatura promedio anual es de 22°C. La precipitación pluviométrica anual promedio es de 2.800 mm y la humedad relativa promedio es de 90 por ciento.

3.2 Definición de la población y manejo de los animales

Se trabajó con 78 toretés, con un peso promedio de 170 kg y de 7 meses de edad, de las razas y cruzas: Brahman x Criollo, Romo Sinuano x Aberdeen Angus, Brahman x Santa Gertrudis, Charolais x Brahman x Criollo, Brahman, Romo x Criollo x Santa Gertrudis, Romo x Charolais x Brahman, y Holstein Rojo x Romo, con los cuales se formaron seis grupos raciales (Cuadro 1). Se mantuvieron en confinamiento en 9 corrales, donde recibieron alimentación diaria, por grupo, de acuerdo a los tratamientos a que se sometieron. Además, tuvieron libre acceso a comederos con melaza.

En la mezcla de bagazo, concentrado proteico (formado por 80 por ciento de harina de soya y 20 por ciento de harina de pescado)^{a/} y melaza, se incluyó Vitamina A, en concentraciones que suplieron 11.000 U.I/animal/día.

a/ En base húmeda

Cuadro 1. Grupos Raciales

Grupo	Composición Racial ^{a/}	No. Animales
1	B x C	13
2	R x A	10
	RD x R	3
3	B x G	6
	3/4 B x 1/4 G	7
4	CH x (C x B)	9
	HR x R	4
5	B x B	4
	C x C	9
6	R x (CH x B)	3
	R x (C x G)	4
	? x B	3
	C x B	1
	HR x R	1
	B x G	1

a/ B = Brahman
 C = Criollo
 R = Romo
 G = Santa Gertrudis
 RD = Rojo Danés
 CH = Charolais
 HR = Holstein Rojo
 ? = Padre desconocido
 A = Aberdeen Angus

El trabajo tuvo una duración de 154 días, siendo 42 días para adaptación al manejo y raciones, 14 días como fase preliminar y 98 días de fase experimental.

Antes de la fase experimental, los animales fueron desparasitados externa e internamente, con asuntol a/ y ripercol b/ respectivamente, y durante la fase experimental las aplicaciones se efectuaron cada 30 días, alternando la desparasitación interna con ripercol y certuna a/.

Los animales se pesaron al inicio de la fase de adaptación y posteriormente las pesadas fueron cada 14 días.

3.3 Diseño y Análisis de la Información

Se utilizó un diseño rotatable de composición central (61) con dos variables y cinco niveles. Las dos variables c/ fueron kilogramos de bagazo y kilogramos de proteína total, por cada 100 kilogramos de peso vivo, siendo los niveles máximos los obtenidos durante una prueba preliminar de consumo libre de ambos ingredientes.

El experimento constó de trece tratamientos, con seis repeticiones (animales) cada uno. Cinco de estos tratamientos (tratamientos centrales) fueron iguales y por lo tanto existieron nueve tratamientos diferentes (Cuadro 2).

La distribución de los tratamientos a los animales fue aleatoria.

a/ Fabricados por Bayer

b/ Fabricado por Cyanamid

c/ Ambas variables expresadas en base seca al vacío

Cuadro 2. Descripción de tratamientos con los niveles de bagazo y proteína total en kilogramos materia seca/100 kg de peso vivo del animal

Tratamientos	Bagazo	P.T.
Y ₁ =	0,232	0,288
Y ₂ =	0,232	0,712
Y ₃ =	0,868	0,288
Y ₄ =	0,868	0,712
Y ₅ =	1,000 (0,100)	0,500
Y ₆ =	1,000	0,500
Y ₇ =	0,550	0,200
Y ₈ =	0,550	0,800
Y ₉ =	0,550	0,500

3.3.1 Análisis de los efectos de bagazo y proteína sobre la ganancia de peso y el consumo de melaza

Para estimar el incremento de peso diario/cabeza y el consumo de melaza diario/cabeza, se usó el siguiente modelo de superficie de respuesta:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{12}X_1X_2 \quad [1]$$

donde:

Y = Ganancia de peso (kg)/día/cabeza (o consumo de melaza (kg)/día/cabeza)

X₁ = kilogramos de bagazo/100 kg de peso vivo

X₂ = kilogramos de proteína total/100 kg de peso vivo

b_{ij} = coeficientes de regresión parcial

3.4 Recolección de datos

La tasa de ganancia diaria de peso se obtuvo por regresión lineal, entre los pesos cada dos semanas y el tiempo transcurrido en el experimento. Esta se ajustó por covariancia, tomando como covariables la ganancia diaria de peso desde el nacimiento hasta el destete, la ganancia desde el nacimiento hasta el peso inicial, y el peso inicial.

La estimación de los valores perdidos, se hizo usando la fórmula citada por Cochran y Cox (61).

Se llevó un registro de los consumos diarios de ingredientes por tratamiento. Los consumos de bagazo y proteína fueron los niveles ofrecidos de acuerdo con el diseño.

El consumo individual de melaza se estimó a partir del consumo

diario total por tratamiento y distribuyendo este consumo entre los animales de un tratamiento dado, en función del peso promedio del animal. La distribución se hizo asumiendo un consumo relativo con relación al peso igual para todos los animales dentro de cada tratamiento.

Otros datos que se obtuvieron fueron análisis químicos de todos los ingredientes. También se realizó un análisis somero de costos de alimentación, de la combinación observada de bagazo, proteína y melaza que dio la mejor respuesta económica, teniendo en cuenta el precio de venta de un kilogramo de peso.

4. RESULTADOS

4.1 Ganancia diaria

En la estimación de la ganancia diaria, se incluyen cálculos de dos valores perdidos por muerte de dos animales^{a/}. Los promedios de ganancia diaria para los niveles de bagazo y proteína se presentan en el Cuadro 3. El promedio general de ganancia diaria fue de 1,073 kg, siendo el rango de 0,904 a 1,220 kg.

Cuadro 3. Promedio de ganancia de peso diario (kg)

		B a g a z o k g / 100 k g p e s o					
		0,100	0,232	0,550	0,868	1,000	\bar{Y}
Proteína kg/100 kg peso	0,200			0,913			0,913
	0,288		1,014		1,220		1,117
	0,500	1,140		1,159		1,099	1,148
	0,712		0,904		1,153		1,028
	0,800			1,050			1,050
	\bar{Y}	1,140	0,959	1,108	1,186	1,099	1,073

El análisis de variancia se presenta en el Cuadro 4. Se puede apreciar que el total de grados de libertad es de 75 en lugar de 77, a consecuencia de dos animales perdidos por muerte.

a/ Ocurrió una muerte en el tratamiento 1 y otra en el tratamiento central (descritos en el Cuadro 2). El diagnóstico de ambos fue muerte por rinotraqueitis, enfermedad descrita por Blood y Henderson (6a). Consecuentemente, todos los animales fueron vacunados con serogen L.A. (producto de laboratorios Diamond desapareciendo la incidencia de esta enfermedad.)

El efecto conjunto de las dos variables sobre la ganancia de peso se determinó por la ecuación [2] y dio una confiabilidad de ($R^2 = 0,58$).

$$Y = 1,16006 + 0,04954X_1 + 0,00218X_2 - 0,01458X_1^2 - 0,08326X_2^2 + 0,01095X_1X_2 \quad [2]$$

donde X_1 y X_2 son los niveles de las variables bagazo y proteína respectivamente, en kilos/100 kilogramos de peso vivo/día.

Cuadro 4. Análisis de variancia de la ganancia diaria de peso

Fuentes de variación	GL	CM
Grupos raciales	5	0,184000*
Efecto lineal	2	0,059010
" " de bagazo	1	0,11800
" " de proteína	1	0,00002
" cuadrático	2	0,14493
" " de bagazo	1	0,00223
" " de proteína	1	0,28763*
" mixto	1	0,00288
Desviación de modelo	3	0,09941
Error de repetición de tratamiento central	4	0,04200
Razas x tratamientos	39	0,00025
Error puro de repetición	19	0,06222
T O T A L	75	

* ($P \leq 0,05$)

4.1.1 Efecto de bagazo

El nivel de bagazo no tuvo efecto sobre la ganancia de peso, tal y como puede apreciarse en el Cuadro 4 del análisis de varianciay en el Cuadro 3, donde no se observa una tendencia definida del incremento de peso en relación a los niveles de bagazo.

4.1.2 Efecto de proteína

Únicamente el efecto cuadrático de los niveles de proteína sobre la ganancia de peso fue significativo ($P \leq 0,05$, Cuadro 4). La ganancia diaria aumentó hasta el nivel central de proteína, a partir del cual tiende a permanecer constante (Cuadro 3). Sin embargo, la ganancia obtenida al nivel central de proteína difiere poco de la obtenida con 0,288 kg de proteína/100 kg peso, o de la predecida por el NRC (39) con un consumo de 0,305 kg de proteína/100 kg de peso vivo.

4.1.3 Efecto de grupos raciales

En el análisis de variancia (cuadro 4) se encontró un efecto significativo de razas ($P \leq 0,05$), razón por la cual se realizó una prueba de Duncan para comparar grupos raciales (cuadro 5). Se encontró que el grupo Romo x Angus y el de cru- zas Heterogéneos tuvieron menores ganancias diarias que los otros grupos ($P \leq 0,05$).

Cuadro 5. Prueba de Duncan para grupos raciales^{a/}

Grupo Racial	Ganancia diaria (kg)	D. S.
B x C	1,200	± 0,27
CH x (C x B)	1,170	± 0,23
B x G	1,160	± 0,19
(C x C) y (B x B)	1,020	± 0,16
R x A	0,950	± 0,29
Heterogéneo	0,910	± 0,35

a/ Los promedios comprendidos dentro de la misma raya no difieren significativamente

4.2 Consumo de melaza

Los promedios para consumo de melaza/100 kg de peso vivo/día, se indican en el Cuadro 6. El consumo promedio general fue de 2,728 kg/100 kg de peso vivo/día, y el rango varió de 2,348 a 3,178 kg/100 kg de peso, ambos datos observados en el nivel medio de proteína.

Cuadro 6. Promedios de consumo de melaza^{a/} kg/100 kg peso vivo/día

Proteína kg MSV/100 kg peso	B a g a z o kg MSV/100 kg p e s o					\bar{y}
	0,100	0,232	0,550	0,868	1,000	
0,200			2,653			2,653
0,288		2,450		2,747		2,599
0,500	2,618		2,348		3,178	2,714
0,712		2,620		2,942		2,781
0,800			2,845			2,845
\bar{y}	2,618	2,535	2,615	2,844	3,178	2,738

a/ En base fresca, 78 por ciento de M.S., 80°Brix.

Se encontró diferencia significativa ($P \leq 0,01$) entre tratamientos y para los efectos lineal y cuadrático del bagazo sobre el consumo de melaza (Cuadro 7).

La función:

$$Y = 8,83353 - 6,799089X_1 - 8,972961X_2 + 5,613174X_1^2 + 7,006604X_2^2 + 5,475500X_1X_2 \quad [3]$$

describe el efecto de la proteína (X_1) y bagazo (X_2), ambas en kg/100 kg peso, sobre el consumo de melaza (kg/cabeza/día). Esta función tiene un valor de $R^2 = 0,90$. Sin embargo, se emplearon funciones exponenciales para describir el efecto de cada una de las dos variables sobre el consumo y con mejores ajustes que la función [3]. Estas funciones se ilustran en las Figuras 1 y 2.

Cuadro 7. Análisis de variancia para consumo de melaza por animal/día

Fuentes de variación	GL	CM
Grupos raciales	5	1,3268
Tratamientos	8	6,0040**
Efecto lineal	2	12,0273**
" " de bagazo	1	21,69180**
" " de proteína	1	2,36276
cuadrático	2	7,9653**
" " de bagazo	1	12,71130**
" " de proteína	1	3,21942
" mixto	1	3,27078
Desviación de modelo	3	1,59200
Error de repetición de tratamiento central	4	1,71700
Razas x tratamientos	39	1,96680
Error puro de repetición	19	0,75630
T O T A L	75	

** ($P \leq 0,01$)

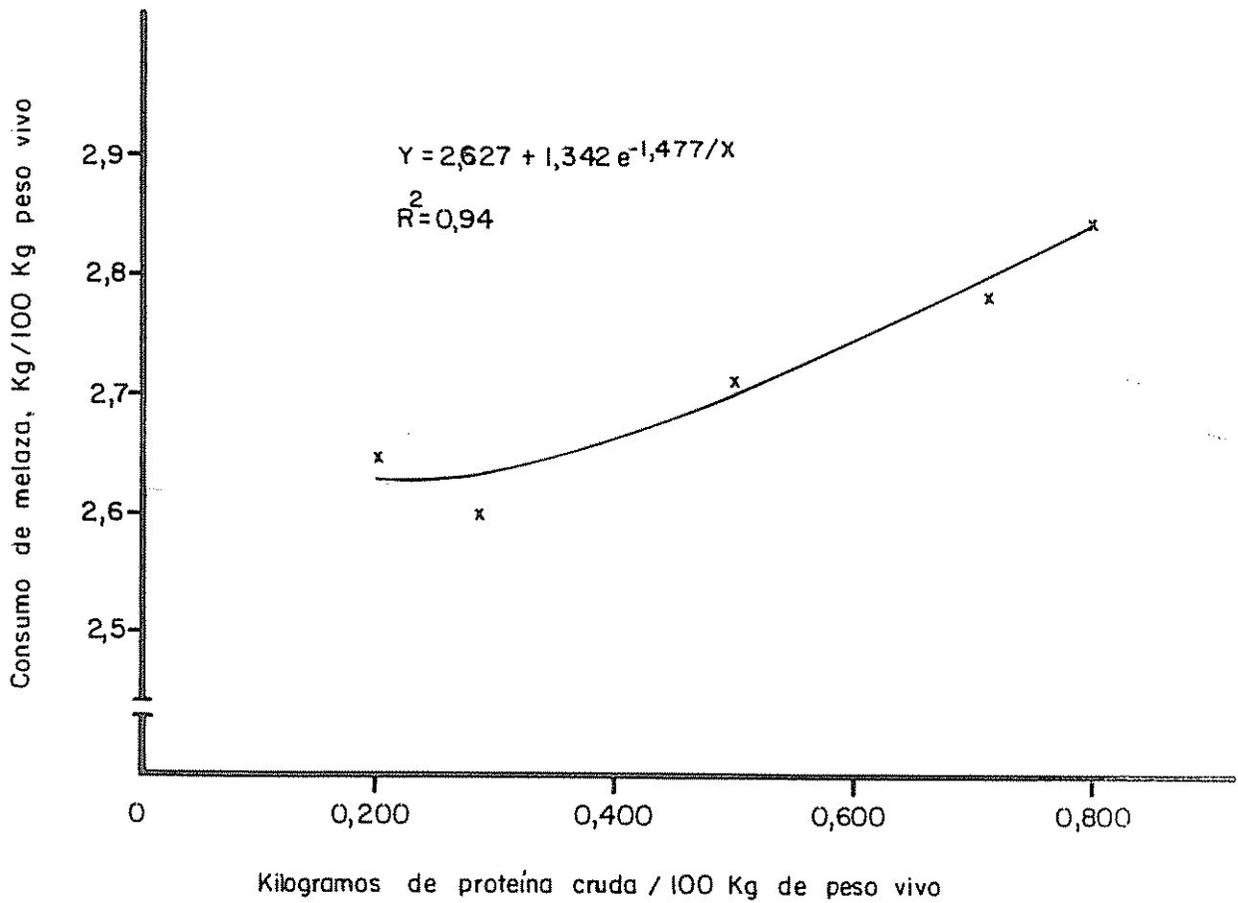


Fig. 1 Efecto del consumo diario de proteína sobre el consumo diario de melaza (80° Brix)

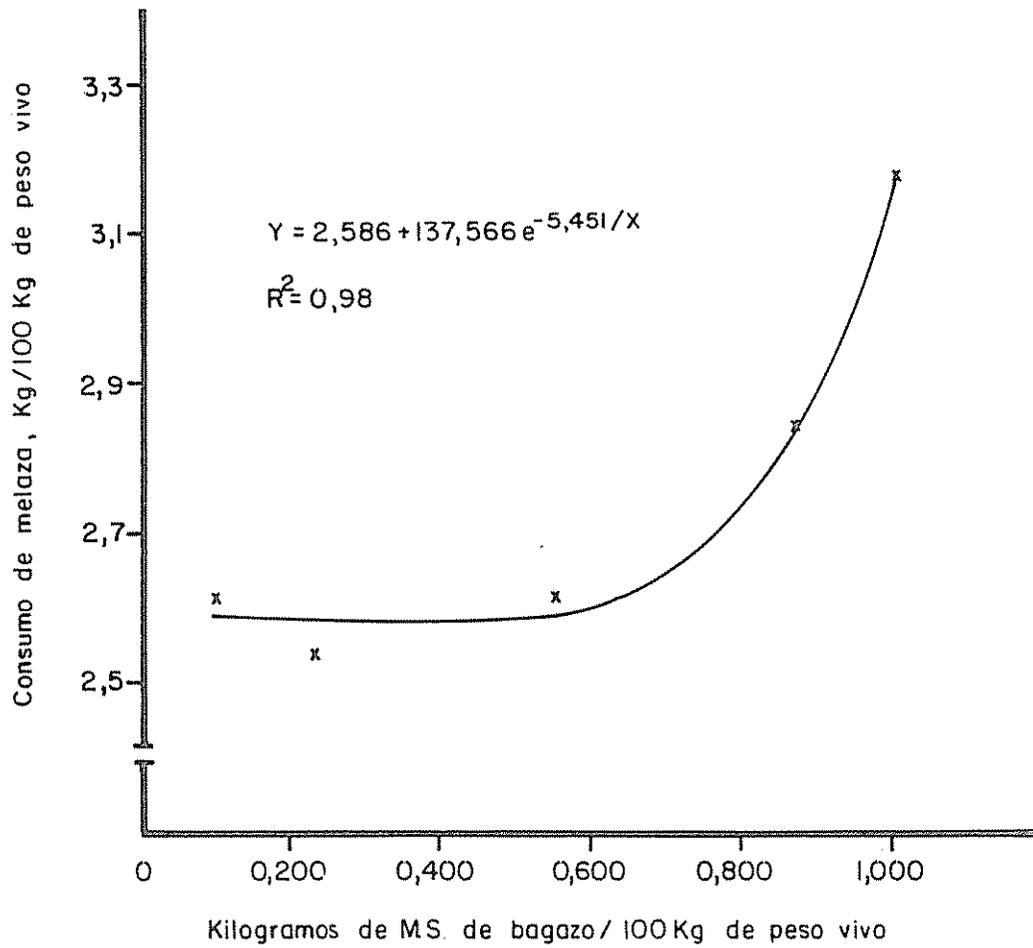


Fig. 2 Efecto del consumo diario de bagazo sobre el consumo diario de melaza (80° Brix)

4.3 Resultados económicos

Los costos de producción de un kilogramo de ganancia/cabeza/día, por concepto de alimentación, se indican en el Cuadro 8. El costo promedio general fue de \$0,43/kg de ganancia. Estos costos se estimaron a partir de los costos observados por concepto de alimentación/cabeza/día, que se indican en el Cuadro 11 del apéndice.

En el Cuadro 8 se puede observar la tendencia de aumentar los costos de producción al aumentar los niveles de proteína, en tanto que para los niveles de bagazo no existe tendencia definida.

Cuadro 8. Costo de producción de un kilogramo de ganancia de peso diario, por concepto de alimentación (\$) ^{a/}

		B a g a z o (kg de MSV/100 kg peso)					
		0,100	0,232	0,550	0,868	1,000	\bar{Y}
Proteína kg MSV/ 100 kg peso	0,200			0,24 ²			0,24
	0,288		0,27 ³		0,26 ³		0,26
	0,500	0,39 ⁵		0,48 ⁴		0,42 ¹	0,43
	0,712		0,57 ²		0,62 ⁴		0,59
	0,800			0,61 ²			0,61
	\bar{Y}	0,39	0,42	0,44	0,44	0,42	0,43

^{a/} Valor de cambio a \$8,55

5. DISCUSION

Uno de los aspectos más importantes de este trabajo, fue la respuesta en ganancia diaria de todos los animales (promedio 1,073 kg/día) que no se diferencia de las ganancias de peso que se pueden obtener con alimentos más tradicionales como el maíz y la soya (34, 60).

Estos resultados confirman que el híbrido obtiene mejores ganancias de peso que el puro, también confirman que el Romo Sinuano gana menos peso.

Según se puede apreciar en el Cuadro 3, se notó un efecto positivo de los niveles de proteína sobre la ganancia de peso, hasta el nivel de 288 g/100 kg de peso vivo resultando en una ganancia diaria de 1,1 kg. Esta relación indica que los requisitos proteicos en este trabajo fueron similares a los 0,610 kg de proteína total/día que recomienda el NRC (39) para que un becerro de 200 kg de peso obtenga una ganancia de 1 kg diario. A juzgar por el valor de $R^2 = 0,58$, que se obtuvo en la función predictiva de ganancia de peso, es poco confiable la tendencia de la curva a disminuir con niveles de proteína superiores a 500 g/100 kg de peso. Además, no se han encontrado evidencias claras en la literatura, que indiquen un decremento de la ganancia de peso con niveles altos de proteína.

En una prueba anterior (56) a este trabajo, desarrollada bajo condiciones similares en cuanto al ambiente y alimentados con una dieta cuya proteína estaba formada por harina de pescado, torta de algodón y urea, se encontró que los requisitos de proteína fueron un 13 por ciento

mayores a los recomendados por el NRC (39) y a los obtenidos en el presente trabajo, pero posiblemente se haya debido a que en aquella dieta se restringió el consumo de melaza y además es probable que la calidad de la proteína haya sido menor a la usada en el presente trabajo, ya que en aquella dieta, la urea formó un 33 por ciento del nitrógeno total de la ración. También es probable que en esa prueba los animales hayan tenido deficiencia de Vitamina A.

No se encontró efecto significativo de los niveles de bagazo sobre la ganancia de peso y estos resultados están de acuerdo a los reportados por Elías et al. (16), cuando probaron cuatro niveles de forraje con animales alimentados con libre consumo de melaza-urea; resultados similares son reportados por Preston et al. (45). Estos resultados son de importancia práctica ya que no se hace necesario transportar grandes cantidades de forrajes a animales en engorda.

El efecto positivo del bagazo sobre el consumo de melaza no tiene importancia desde el punto de vista nutritivo, debido a que el nivel de melaza no estuvo relacionado con las ganancias de peso, pero desde el punto de vista económico sí es importante, dado que a mayor nivel de consumo de melaza aumenta el costo de producción. La selección del nivel de forraje va de acuerdo al consumo de melaza. Sin embargo, decidir por el nivel mínimo de forraje aumentan las posibilidades de pérdidas de animales por timpanismo, ya que en el presente trabajo, 4 toretes que recibieron los niveles bajos de bagazo, presentaron timpanismo más o menos constante, pero no llegó a producirles la muerte. Es probable que se requiera una determinada cantidad de forraje que sea capaz de estimu

lar la producción de saliva, la cual según Hungate, citado por Church (12), tiene un efecto antiespumante y de esta manera elimina la espuma que se forma en el rumen, facilitando la eliminación por medio del eructo de los gases formados en el rumen. Es más factible decidir por el nivel central de bagazo, ya que a ese nivel no se observó en los toros problemas de timpanismo y no fue significativa la diferencia en consumo de melaza, comparado con el consumo de melaza a nivel mínimo de bagazo. Los costos de producción aumentaron en proporción directa a los niveles de bagazo y de proteína en la dieta. El bagazo tuvo poca importancia, pero la proteína influyó en casi un 90 por ciento de los costos de alimentación, seguido por la melaza.

Sería recomendable probar una dieta en ganado de engorda donde se reemplaza parte del nitrógeno total de la ración base a una fuente de nitrógeno barata como la urea, que probablemente resulte en un mejor beneficio económico, si es que no se afectan significativamente las ganancias de peso. Existe también la posibilidad de agregar a dietas de este tipo ciertos aminoácidos, como la metionina encapsulada, que en la actualidad se encuentra disponible en el mercado.

Con el tipo de ingredientes usados en este trabajo, es factible que personas de escasos recursos, situados en lugares cercanos a ingenios, pueden alimentar pequeñas cantidades de ganado, constituyéndose de esta manera en empleados de su propia empresa. También los propietarios de ingenios pueden intensificar la producción de carne, con dietas basadas en estos subproductos.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones de ambiente y manejo en que se llevó a cabo el presente trabajo se puede concluir:

1. Es posible llevar a cabo un sistema de engorda con ganancias de peso comparables a las que se obtienen con raciones a base de granos, con una ración basada en ingredientes baratos, como son la melaza y el bagazo de caña.
2. La proteína incrementa la ganancia de peso hasta el nivel recomendado por las normas de alimentación convencionales.
3. Dentro de los niveles experimentales, el bagazo no afecta la ganancia de peso, pero sí incrementa el consumo de melaza.
4. El menor costo de alimentación se logra con una dieta que contenga los niveles bajos de bagazo, pero en la práctica es más conveniente emplear el nivel medio de bagazo para evitar problemas de timpanismo.
5. Se recomienda investigar la utilización de fuentes de nitrógeno más baratas a las utilizadas en el presente estudio para reducir más el costo de alimentación.

7. RESUMEN

El presente estudio fue realizado en la Estación Experimental del Departamento de Ganadería Tropical, del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación (IICA-CTEI), en Turrialba, Costa Rica.

El objetivo principal fue el de determinar la máxima respuesta biológica de animales en crecimiento, alimentados con diferentes niveles de bagazo y proteína, bajo condiciones de consumo libre de melaza. Se usó un diseño rotatable de composición central, con cinco niveles cada una de las dos variables. Los niveles de proteína total fueron 0,200, 0,288, 0,500, 0,712 y 0,800 kg/100 kg de peso vivo/día y los del bagazo 0,100, 0,232, 0,550, 0,868 y 1,000 kg/100 kg de peso vivo/día. El segundo objetivo fue el de evaluar los costos de alimentación basada en combinaciones de bagazo, proteína y melaza, que sean biológicamente prácticas, en relación al precio de venta del producto en pie.

Se trabajó con 78 ~~torres~~ de las razas y cruzas: Brahman, Romo Sinuano, Criollo y varias cruzas, con un peso promedio inicial de 170 kg y 7 meses de edad.

El promedio general de ganancia diaria fue de 1,073 kg. Las diferencias para ganancia de peso, fueron significativas ($P \leq 0,05$) entre grupos raciales, siendo mejores las ganancias de los grupos híbridos de Brahman. Se observó un efecto cuadrático significativo ($P \leq 0,05$) de la proteína sobre la ganancia de peso. Los niveles de bagazo no tuvieron efecto sobre la ganancia de peso, pero sí un efecto positivo ($P \leq 0,01$) sobre el consumo de melaza.

Se observó una relación inversa entre los niveles de bagazo y de proteína y los costos. Considerando los aspectos económicos y los biológicos, se recomendó un nivel de proteína no menor a 0,288 kg/100 kg de peso y un nivel de bagazo de 0,500 kg/100 kg de peso vivo. Con los niveles citados, la ganancia de peso del animal serán de alrededor de 1,1 kg/día con un consumo de melaza libre de 2,6 kg/100 kg de peso/día, bajo condiciones similares a las experimentales.

7a. SUMMARY

The present study was carried out at the Experiment Station of the Tropical Animal Husbandry Department of the Tropical Training and Research Center (IICA-CTEI) in Turrialba, Costa Rica.

The primary objective was to determine the maximum biological growth response in young bulls fed different levels of bagasse and protein, under conditions of free-choice availability of molasses. A central composite rotatable design was employed with five levels each of bagasse and protein. The daily levels of total protein were 0.200, 0.288, 0.500, 0.712 y 0.800 kg/100 kg of liveweight; the daily levels of bagasse were 0.100, 0.232, 0.550, 0.868, and 1.000 kg/100 kg of liveweight. A second objective was to evaluate the feed costs, based on combinations of bagasse, protein, and molasses, that were biologically feasible: in relation to the sales price of live animal product.

Seventy-eight young bulls were used which included the following breeds and their crosses: Brahman, Romo Sinuano, and Criollo. The average initial weight was 170 kg and the average starting age was seven months.

The general average of daily weight gain was 1.073 kg. The weight gain differences were significant ($P \leq 0.05$) between breed groups; the crossbreds involving Brahman demonstrating the fastest gains. In respect to weight gains, a significant ($F \leq 0.05$) quadratic effect of protein level was observed. Bagasse levels did not show significant effects upon weight gains but did demonstrate a highly significant

($P \leq 0.01$) positive effect on molasses consumption.

An inverse relation was observed between bagasse and protein level and economic returns. However, by simultaneously considering the economical and biological results, it was recommended a protein consumption of 0,288 kg and a level of bagasse of 0.550 kg both per 100 kg liveweight. This combination will produce a daily weight gain of around 1.1 kg and a free-choice molasses consumption of 2.6 kg/100 kg liveweight/day, under conditions similar to those used experimentally.

8. LITERATURA CITADA

1. AGUIAR DE MATOS, J. C. et al. Contribução para o estudo da alimentação de bovinos durante o período de seca. Boletim de Industria Animal (Brasil) 24:17-26. 1967.
2. ANNISON, E. F. Nitrogen metabolism in the sheep. Biochemical Journal 64:705-714. 1956.
3. _____ . y LEWIS, D. El metabolismo en el rumen. Trad. de la 1a. ed. por Manuel Chavarría. México, D.F., Hispanoamericana, 1966. pp. 90-124.
4. BEAMES, R. M. Bagamolasses as the basis of a fattening ration for cattle. Queensland Journal of Agricultural Science 18(1):425-436. 1961.
5. BELI, M. C., GALLUP, W. D. y WHITEHAIR, C. K. Value of urea nitrogen in rations containing different carbohydrate foods. Journal of Animal Science 12(4):787-797. 1953.
6. BLAXTER, K. L. The energy metabolism of ruminants. London, Hutchinson Scientific and Technical, 1962. 329 p.
- 6a. BLOOD, D. C. y HENDERSON, J. A. Medicina Veterinaria. Trad. de la 2a. ed. por Jaime Roig. México, D.F., Centro Regional de Ayuda Técnica (AID). 1963. 563 p.
7. BLOOMFIELD, R. E. et al. Influence of energy levels on urea utilization. Journal of Animal Science 23(1):868. 1964.
8. BROWN, G. H., OVERFIELD, J. R., BRADLEY y LITTLE, C. O. Source of nitrogen for supplementing ground corn rations for feedlot cattle. Kentucky Agricultural Experiment Station. Progress Report 170. 1967. pp. 8-10.
9. BUTTERWORTH, M. H., RIVAS, C. J. y AGUIRRE, E. L. Ceba en confinamiento con raciones altas en fibra. ALPA Memoria (México) 5: 27-34. 1970.
10. CAMPLING, C. R., FREER, M. y BALCH, C. C. Factors affecting the voluntary intake of food by cows. British Journal of Nutrition 15(3):531-540. 1961.
11. CHAPMAN, H. L. et al. Blackstrap molasses for beef cows. Florida Agricultural Experimental Station. Bulletin no. 701. 1965 53 p.

12. CHURCH, D. C. Digestive physiology and nutrition of ruminants. Digestive physiology. Oregon State University Corvallis 1: 281-306. 1971.
13. COPPOCK, C. E. y SLACK, S. T. The use of urea in dairy cattle feeding. New York State College, Cornell University, Bulletin no. 12. 1970. 16 p.
14. DE ALBA, J. Alimentación del ganado en América Latina. 2a. ed. México, D.F., La Prensa Médica Mexicana, 1971. 475 p.
15. DUNCAN, C. W. et al. A quantitative study of rumen synthesis in the bovine on natural and purified rations. II. Aminoacid content of mixed rumen proteins. Journal of Nutrition 49(1): 41-49. 1953.
16. ELIAS, A. et al. Subproductos de la caña y producción intensiva de carne. VIII. El efecto de la inoculación ruminal y de distintas cantidades de forraje, sobre el comportamiento de toros cebú cebados con altos niveles de Miel-Urea. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 3(1):19-23. 1969.
17. ELLIS, W. C. et al. Effect of ration on the nutritive quality of rumen microbial protein. Federation Proceeding 18(1):9-12. 1959.
18. EREMEEF, V. y LENNOX, C. G. Steer "Dry lot". Fattening Experiment Hawaiian Planters. Record 35. 1931. pp. 341-343.
19. EVANS, J. L. y DAVIS, G. K. Influence of sulfur molybdenum, phosphorus and cooper interrelationships in cattle upon cellulose digestion in vivo and in vitro. Journal of Animal Science 25(6):1014-1018. 1966.
20. FAICHNEY, G. J. The effect of formal-dehyde-treated casein on the growth of ruminant lamb. Australian Journal of Agriculture Research 22(3):453-460. 1971.
21. _____ y WESTON, R. H. Digestion by ruminant formal-dehyde-treated casein. Australian Journal of Agricultural Research 22(3):461-468. 1971.
22. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Roma (24):89. 1970.
23. GEERKEN, C. M. y FIGUEROA, V. Necrosis cerebro-cortical (borrachera de miel) en ganado de carne. Algunos parámetros bioquímicos preliminares. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 5(2):205-209. 1971.

24. GUARROCHENA, R. Efectos de la estabulación y el alimento concentrado en el consumo de pasto para vacas lecheras en pastoreo. Tesis Mag. Sci., Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, 1969. 42 p.
25. HUDSON, L. W. Effects of level and solubility on protein utilization of young lambs. Dissertation Abstracts International (B) 30(5):1970-1971. 1969.
26. _____ . et al. Ruminant and postruminal nitrogen utilization by lambs feed heated soybean meal. Journal of Animal Science 30(4):609-613. 1970.
27. KING, W. A., O'DELL, G. D. y RODERICK, D. B. Comparison of cottonseed meal, molasses containing urea, and ammoniated molasses as protein supplement for dairy heifers. Journal of Dairy Science 38(6):624. 1955.
28. _____ ., O'DELL, G. D. y RODERICK, D. B. Utilization of blackstrap molasses, urea in molasses and ammoniated molasses by dairy heifers. Journal of Dairy Science 40(7):810-817. 1957.
29. KIRK, W. G., PEACOCK, F. M., HODGES, E. M. y McCALEB, J. E. Sugar-cane bagasse in fattening rations. Florida Agricultural Experiment Station. Annual Report, 1961. pp. 344-345.
30. _____ . et al. Utilizing bagasse in cattle fattening rations. University of Florida. Agricultural Experiment Station. Bulletin 641. 1962.
31. LAMB, R. A. Utilization of molasses. II. Penfattening of beef cattle on molasses and other by-product feed. Hawaiian Planters. Record 42. 1938. pp. 77-88.
32. LITTLE, C. O., MITCHELL JUNIOR, G. E. y POTTER, G. D. Nitrogen in the abomaso of withers fed different protein sources. Journal of Animal Science 27(6):1722-1725. 1968.
33. MARTIN JUNIOR, R. J. y WING, J. M. Effect of molasses level on digestibility at a high concentrate ration and on molar proportion of volatile fatty acids produced in the rumen of dairy steers. Journal of Dairy Science 49(7):846-849. 1966.
34. McCARTOR, M. M., ENGLAND, M. W. y HEFLEY, H. M. Effect of various roughages in high concentrate beef cattle diets on animal performance and carcass characteristics. Journal of Animal Science 34(1):142-145. 1972.
35. McDONALD, I. W. The extent of conversion of food protein to microbial protein in the rumen of the sheep. Biochemical Journal 56(1):120-126. 1954.

36. McGRAHAM, N. et al. Environmental temperature, energy metabolism on heat regulation in sheep. *Journal of Agricultural Science* 52(1):13-24. 1959.
37. MUÑOZ, F. et al. Ceba comercial de toros con miel-urea, harina de pescado y forraje restringido en condiciones de cebadero. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 4(2):99-103. 1970.
38. _____, et al. El comportamiento de toros de diferentes razas, cebados con miel-urea ad libitum, harina de pescado y pastoreo restringido. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 4(2):169-173. 1970.
39. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. Nutrient requirements of beef cattle. 4a. ed. Washington, D.C., 1970. 55 p.
40. NEUDOERFFER, T. J., DUNCAN, D. B. y HORNEY, F. D. The extent of realease of incapsulated methionine in the intestine of cattle. *British Journal of Nutrition* 25(2):333-341. 1971.
41. OCHOA, C. Suplementación energética en pastoreo a vaquillas lecheras para reemplazo. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, 1973. 15 p. (Mimeografiado).
42. ORSKOV, E. R., FRASER, C. y CORSE, E. L. The effect on protein utilization of feeding different protein supplements via the rumen or via the abomasum in young growing sheep. *British Journal of Nutrition* 24(1):803-809. 1970.
43. POTTER, G. D. et al. Abomasal nitrogen in steers fed soybean meal, urea plus two levels of molasses. *Journal of Animal Science* 32(3):531-533. 1971.
44. PRESTON, T. R., WILLIS, M. B. y ELIAS, A. Subproductos de la caña y producción intensiva de la carne. Efectos de diferentes niveles de urea en la miel final suministrada ad libitum a toros en ceba como suplemento del grano. *Revista Cubana de Ciencia Animal* 1(1):33-40. 1967.
45. _____, ELIAS, A. y WILLIS, M. B. Subproductos de caña y producción intensiva de carne. VII. El comportamiento de toros alimentados con altos niveles de miel-urea a distintas concentraciones. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 2(3):263-268. 1968.
46. _____, et al. Subproductos de la caña y producción intensiva de carne. XII. Comparación de la miel final e integral, harina de pescado y levadura torula. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 5(2):167-170. 1971.

47. PRESTON, T. R. y WILLIS, M. B. Intensive beef production. 1a. ed. Pergamon Press, 1970. 544 p.
48. PRIETO, E. y RANDEL, P. F. The digestibility of a bagasse complete ration in comparison with a conventional ration for dairy cows. *The Journal of Agricultural of the University of Puerto Rico* 54(3):439-447. 1970.
49. RANDEL, P. F. Feeding lactating dairy cows concentrates and sugarcane bagasse as compared with a conventional ration. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 50(3): 255-263. 1966.
50. _____, CARRERO, R. y VALENCIA, I. Estudio preliminar sobre el uso de bagazo tratado químicamente en raciones completas para vacas lecheras. *Estación Experimental de la Universidad de Puerto Rico. Publicación Miscelánea* 1970. 70 p.
51. _____. A comparison of the digestibility of two complete rations containing either raw or alkali-treated sugarcane bagasse. *Journal of Agricultural of the University of Puerto Rico* 56(1): 18-26. 1972.
52. _____. et al. Alkali-treated and raw sugarcane bagasse as roughages in complete rations for lactating cows. *Journal of Dairy Science* 55(10):1492-1495. 1972.
53. SCHLLING, G. T., HINDS, F. C. y HATFIELD, E. E. Effect of dietary protein levels, aminoacid supplementation on nitrogen source upon the plasma free aminoacid concentrations in growing lambs. *Journal of Nutrition* 92(2):339-347. 1967.
54. SHULTZ, E., et al. Urea-melaza y pulidora de arroz como suplementos para bovinos. *ALPA Memoria (México)* 1970.
55. STEEL, R. y TORRIE, J. *Principles and procedures of statistics.* New York, McGraw-Hill, 1960. p. 72.
56. VALENTE, C. S. Efeito de tres fontes nitrogenadas na crescimento e engorda de bovinos de coste a base de melação. *Tese Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA*, 1972. 59 p.
57. VEITIA, J. L., ESQUIVEL, C. y SIMON, L. Hierba elefante y paja de arroz como fuentes de forraje para ganado de carne cebado con dietas basadas en miel. I. Crecimiento y conversión. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 5(2):171-174. 1971.
58. VIRTANEN, A. I. Milk production of cow on protein base feed. *Science* 153:1603-1614. 1966.

59. WAKELING, A. E., ANNISON, E. F. y LEWIS, D. The aminoacid requirements of ruminants. Nutrition Society (London), 1970.
60. WISE, M. B., et al. Finishing beef cattle on all-concentrate rations. Journal of Animal Science 27(4):1449-1453. 1968.
61. COCHRAN, W. G. y COX, G. M. Diseños experimentales. Trad. de la 2a. ed. inglesa. México, D.F., Trillas, 1965. 661 p.

A P E N D I C E

Cuadro 9. Costo de alimentación/tratamiento/cabeza/día

Tratamiento	Ganancia kg/día	Costo \$ <u>a/</u>
1	1,014	0,27
2	0,904	0,52
3	1,220	0,33
4	1,153	0,72
5	1,140	0,45
6	1,099	0,46
7	0,913	0,22
8	1,050	0,65
9	1,159	0,56

a/ Valor de cambio a $\text{Ø}8,55$

Cuadro 10. Composición química de los ingredientes usados en las raciones ^{a/}

Alimento	Número de análisis	MS		PB		FC		PC		FDN	
		aire	vacio	aire	vacio	aire	vacio	aire	vacio	aire	vacio
Bagazo (Atirro)	4	49,3	91,8	2,34	2,55	46,52	50,68	82,72	80,11	80,98	88,21
Bagazo (Florencia)	2	58,4	89,7	1,26	1,49	47,17	50,79	83,16	91,41	81,12	89,07
Bagazo (Aragón)	3	59,7	91,0	1,33	1,46	47,17	51,84	--	--	--	--
Bagazo (La Argentina)	1	55,0	90,0	1,64	1,85	46,45	49,16	--	--	--	--
Melaza (Atirro)	6	--	78,1	2,21	2,83	--	--	--	--	--	--
Melaza (Florencia)	2	--	78,8	1,97	2,11	--	--	--	--	--	--
Pes-soya	9	--	89,57	47,32	55,57	--	--	--	--	--	--

MS = Materia seca
 PB = Proteína bruta
 FC = Fibra cruda
 PC = Pared celular
 FDN = Fibra detergente neutro

^{a/} Análisis efectuados en los laboratorios del Departamento de Ganadería Tropical del IICA-CTEI, Turrialba, Costa Rica

Cuadro 11. Consumo ^{a/} promedio de alimentos por cabeza/día

Tratamiento	Bagazo	Pes-soya	Melaza	Ganancia/día
	k i l o g r a m o s			
1	0,585	1,297	5,562	1,014
2	0,523	2,875	5,319	0,904
3	2,392	1,417	6,813	1,220
4	2,633	3,857	8,032	1,153
5	0,264	2,369	6,231	1,140
6	2,522	2,251	7,214	1,099
7	1,363	0,884	5,916	0,913
8	1,375	3,581	6,401	1,050
9	1,449	3,144	5,565	1,159

^{a/} Base húmeda