

ENGORDA DE VACAS DE DESECHO CON SUBPRODUCTOS DE LA CAÑA
Y DIVERSOS NIVELES DE ALMIDON DE BANANO.

Tesis de Grado Magister Scientiae

Esportinio E. Herrera Arias



INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA
Centro Tropical de Enseñanza e Investigación
Departamento de Ganadería Tropical
Turrialba, Costa Rica
Setiembre, 1974

ENGORDA DE VACAS DE DESECHO CON SUBPRODUCTOS DE LA
CAÑA Y DIVERSOS NIVELES DE ALMIDON DE BANANO

Tesis

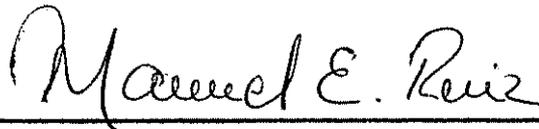
Presentada al Consejo de la Escuela para Graduados
como requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

en el

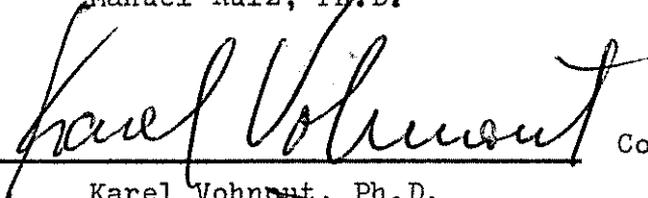
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADA:



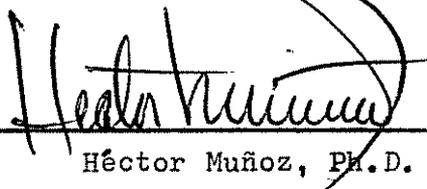
Consejero

Manuel Ruiz, Ph.D.



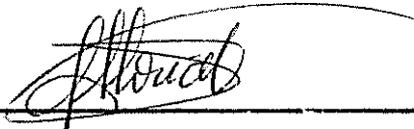
Comité

Karel Vohnout, Ph.D.



Comité

Héctor Muñoz, Ph.D.



Comité

Jorge Soria, Ph.D.

Setiembre, 1974

DEDICATORIA

A Clodomiro y Enoencia, mis padres

A Sonia Lilliana

A mis hermanos

AGRADECIMIENTO

El autor expresa su sincero agradecimiento:

Al Dr. Manuel E. Rufiz, Consejero Principal, por su valiosa colaboración en el desarrollo de este trabajo y en su formación académica.

A los Doctores Karel Vohnout, Héctor Muñoz y Jorge Soria, miembros del Comité Consejero, por sus atinadas sugerencias y ayuda.

Al Decano de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña de Santo Domingo, Dr. Héctor Luis Rodríguez, por su intervención en la realización de sus estudios de postgrado.

A la Organización de Estados Americanos (OEA), por haber auspiciado sus estudios en la Escuela para Graduados del IICA.

Al personal técnico, auxiliar y obrero del Departamento de Ganadería Tropical.

A todas las personas que en una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo de tesis.

BIOGRAFIA

El autor nació en San Juan de la Maguana, República Dominicana, el 11 de agosto de 1946. Realizó sus estudios primarios y secundarios en el Liceo Pedro Henríquez Ureña de aquella ciudad.

Cursó sus estudios universitarios en la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, donde obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo en octubre de 1971. En esa misma fecha fue nombrado Director Regional del Instituto Agrario Dominicano (IAD).

En setiembre de 1972 ingresó como estudiante graduado del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, en Turrialba, Costa Rica, para realizar estudios de postgrado en el Departamento de Ganadería Tropical, egresando en setiembre de 1974.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 El uso de la urea en la alimentación de rumiantes	4
2.2 Influencia de la naturaleza de la fuente de carbohidrato sobre la utilización de la urea	7
3. MATERIALES Y METODOS	10
3.1 Localización del estudio	10
3.2 Definición de la población y manejo de los animales	10
3.3 Diseño y tratamientos	11
3.4 Recolección de datos	12
3.4.1 Consumo	12
3.4.2 Ganancia de peso	12
3.4.3 Rendimiento en canal	13
3.4.4 Análisis estadístico	13
3.4.5 Análisis económico	15
4. RESULTADOS	16
4.1 Incremento de peso por día	16
4.2 Eficiencia de conversión de alimentos	17
4.3 Rendimiento en canal	20
4.4 Análisis económico	22
5. DISCUSION	24
5.1 Ganancia de peso	24
5.2 Conversión de alimento	28
5.3 Composición corporal	28
5.4 Aspectos económicos	30

	<u>Página</u>
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	32
7. RESUMEN	33
7a. SUMMARY	35
8. LITERATURA CITADA	37
9. APENDICE	42

LISTA DE CUADROS

TEXTO

<u>Cuadro N^o</u>		<u>Página</u>
1	Descripción de los tratamientos	12
2	Promedios de aumentos de peso por tratamiento	16
3	Características de la canal promedio de vacas de desecho antes y después de un período de engorda	21

APENDICE

1A	Consumo de materia seca (MS) y costo de alimentación por animal por día	43
2A	Características de las canales por tratamientos	44
3A	Composición química de los ingredientes usados en la ración	45
4A	Análisis de variancia para incrementos de peso diario	46

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura Nº</u>		<u>Página</u>
1	Incremento de peso diario en función del nivel de reemplazo de la energía de la melaza por banano	18
2	Eficiencia de conversión de alimentos en función del nivel de reemplazo de la energía de la melaza por banano	19
3	Cambios del ingreso bruto y costos, en función del nivel de reemplazo de la energía	23

1. INTRODUCCION

La demanda de productos de alto valor proteico es mayor cada día en los países tropicales del área Centroamericana y del Caribe como consecuencia de su elevada tasa de crecimiento poblacional. Para satisfacer estas crecientes necesidades de consumo humano se re-quiere un uso más eficiente de los recursos disponibles en dichas áreas y el desarrollo de sistemas de alimentación animal más eficientes que permitan aumentar la producción de alimentos de alto valor nutritivo como la carne y la leche.

En las regiones tropicales la tasa de crecimiento del ganado bovino es lenta. Esto se debe a que en los países tropicales el pasto, el cual constituye la fuente principal de alimentación del ganado bovino, es generalmente de baja calidad y de disponibilidad variable, por lo que los animales no pueden mostrar un contínuo cre-cimiento y su habilidad productiva se ve interrumpida.

Existe un potencial animal que generalmente no se considera en los planes de incremento de la producción de proteína de origen animal, el cual está representado por las vacas de desecho. Estos animales se eliminan del hato por razones de fallas reproductivas o por edad avanzada, constituyendo entre el 15 y 20 por ciento de las vacas de un hato. En Costa Rica, de acuerdo con datos suministrados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, en 1973 se destinaron 63.000 vacas para el sacrificio en los grandes mataderos. Considerando que la población bovina en Costa Rica es de alrededor de 1.800.000 cabezas, se estima que la disponibilidad de vacas de desecho debe haber sido de 120.000 en 1973.

La vaca de desecho es separada del hato regularmente al inicio de la estación seca a fin de disminuir la competencia por forraje con los animales en producción o en crecimiento. El grado de desnutrición de estos animales es alto, por lo que el precio por animal es bajo. Frecuentemente la carne puede ser decomisada por no cumplir con los requisitos de salud establecidos.

En la mayor parte de estas regiones tropicales existe un alto potencial energético procedente de los subproductos de la caña de azúcar y de las explotaciones bananeras, como son la melaza y el banano de rechazo. Sin embargo, no se dispone de información sobre la capacidad de estos animales de desecho, de una edad promedio de ocho años, para responder a una ración para engorda.

En la alimentación basada en subproductos de la caña o del banano es necesario añadir grandes cantidades de proteínas por ser dichos subproductos extremadamente bajos en nitrógeno, por tal razón se hace necesario el uso de altas cantidades de urea u otras fuentes nitrogenadas no proteicas a fin de mantener los costos de alimentación a un nivel bajo. Al ser la eficiencia de utilización de la urea baja en rumiantes (50-65%), es necesario investigar los medios que permitan el uso más eficiente de la urea por el animal. Uno de estos posibles medios podría ser la diversificación de las fuentes energéticas en la ración, que permitan un flujo constante de energía a los microorganismos del rumen y esqueletos carbónicos que permitan alcanzar una mayor eficiencia en la síntesis de proteína microbiana a partir de la urea.

En consecuencia, el presente trabajo tiene como objetivos:

1. Estudiar la respuesta biológica (ganancia de peso y cambio en composición corporal) y rendimiento económico del uso de raciones a base de melaza, bagazo y urea en vacas de desecho.
2. Estudiar el efecto de varios niveles de sustitución calórica de melaza por banano verde de rechazo (fuente de almidón) sobre las ganancias de peso.

2. REVISION DE LITERATURA

La energía es el factor principal en una dieta para engorde, aunque deben ser considerados otros ingredientes que son esenciales para el normal funcionamiento del animal. Todos estos componentes (proteína, minerales, vitaminas) son más costosos por unidad de peso que la fuente energética básica. Debido a que la mayoría de éstos actúan directamente sobre las ganancias de peso vivo y sobre la conversión alimenticia, el objetivo es proporcionar las cantidades mínimas compatibles para el logro de una tasa de incremento de peso que resulte ser rentable.

De los nutrientes necesarios como suplemento a la energía, la proteína es la que produce los mayores efectos en la respuesta biológica (29, 46, 47, 49). En estudios con raciones a base de melaza, en las que el nivel proteico ha sido de 0,288 kg de proteína por cada 100 kg de peso vivo, se han logrado ganancias de 1,10 kg/animal/día en becerros de 170 kg de peso promedio (41), lo que coincide con lo recomendado por el NRC (40) para sistemas alimenticios a base de cereales. Aumentos en los niveles de proteína entre 0,150 a 0,800 kg/100 kg peso vivo han resultado en aumentos en el consumo de materia seca (24, 41) y también en las ganancias de peso vivo (24, 29, 41, 49).

2.1 El uso de la urea en la alimentación de rumiantes

Desde el punto de vista económico, la suplementación proteica puede representar hasta un 70 por ciento de los costos de alimentación (41). Este aspecto es el más limitante en la alimentación intensiva

del bovino en el trópico ya sea a base de los forrajes tropicales deficientes en proteína o a base de subproductos energéticos. Por otro lado, el rumiante es capaz de utilizar el nitrógeno no proteico (NNP) como sustituto de la proteína nativa (46). Esto es debido a la habilidad de las bacterias ruminales de sintetizar proteína a partir de NNP; por ejemplo, Bryant (4) encontró que de 44 cepas de bacterias ruminales el 80 por ciento podían desarrollarse en presencia de amonio como única fuente de nitrógeno, mientras que el 20 por ciento no se desarrollaba sin la presencia de amonio. En base a esto, se han realizado investigaciones utilizando urea como fuente de NNP, en la que se ha llegado a reemplazar hasta el 100 por ciento de los requerimientos proteicos en raciones para engorda y producción de leche (42, 53).

En los estudios de alimentación con urea se ha demostrado que el valor biológico de la urea disminuye conforme se eleva su nivel en la ración (27) y que en raciones en que la proteína natural es de buena calidad la cantidad de urea que se convierte en proteína microbial disminuye (5, 27). Como consecuencia, se espera que, al reemplazar la proteína de la ración por urea, las ganancias de peso disminuyen (14, 49). Sin embargo, el beneficio económico aumenta de bido al bajo costo de la urea por unidad de nitrógeno en relación al costo de la unidad de nitrógeno proveniente de un suplemento proteico.

Específicamente, la inferioridad de las raciones con urea, en comparación a raciones con proteína natural, se ha atribuido a la menor tasa de síntesis de la proteína microbial en comparación

con la tasa de hidrólisis de la urea (12, 47). Además, la urea no produce los ácidos grasos de cadena ramificada y peptidos que sí provienen de las proteínas naturales y que son necesarios para los microorganismos para la síntesis eficiente de proteínas (28). Por tanto, se ha inferido que se debe poner mucho énfasis en el desarrollo de métodos para reducir la tasa de producción de amonio en el rumen (12). Sin embargo, no se han encontrado resultados convincentes; por ejemplo, el revestimiento de la urea con cera y otros compuestos grasos no resulta en una mejor utilización de la urea (27, 31). El uso de urea-fosfato, compuesto formado al combinar cantidades equimolares de urea y ácido fosfórico, reduce considerablemente la tasa de producción de amonio, pero la retención de nitrógeno es significativamente menor que con urea común (45).

Recientemente se ha investigado un producto de condensación de almidón con urea, llamado Starea, cuyo empleo resulta en menores riesgos de toxicidad y mayor aceptabilidad que la urea común (26). Sin embargo, Elías et al. (20) han encontrado que las concentraciones de amonio en el rumen de animales alimentados con Starea (30 a 45 mg de NH_3 /100 ml de contenido ruminal) fueron dos veces mayores que el nivel que comúnmente se encuentra bajo una alimentación consistente en urea y grano ofrecido ad libitum.

El manejo de la urea es otro factor que posiblemente influya en la eficiencia de su utilización, así, McLaren et al. (37) han reportado que la utilización de la urea aumenta cuanto más tiempo tengan los animales de haber sido adaptados a los niveles experimentales.

Sin embargo, Caffrey et al. (10) encontraron que la utilización de la urea fue la misma independientemente de que los animales hubieran recibido o no urea en la dieta.

De todo lo observado, se ha sugerido que quizás las respuestas biológicas observadas a la adaptación de dietas con urea, sean resultado de los cambios producidos en la población ruminal por los componentes energéticos, más que lo atribuible a la naturaleza de la fracción del nitrógeno per se (20).

2.2 Influencia de la naturaleza de la fuente de carbohidrato sobre la utilización de la urea

Experimentos in vitro han demostrado que el almidón es la fuente de carbohidratos que más eficientemente promueve la utilización de la urea en la síntesis de proteína microbial (6, 7, 8, 27, 33, 36, 38, 39, 44). Se ha argumentado que esta acción es debida a una hidrólisis más prolongada del almidón en relación con los azúcares solubles, permitiendo así una disponibilidad más continua de energía y estructuras carbónicas a los microorganismos utilizadores de urea (11). En apoyo de esta idea se ha encontrado que en raciones a base de almidón la digestibilidad de la materia seca y la retención de nitrógeno es mejorada considerablemente (13, 51). Según Helmer (27), la retención de nitrógeno aumenta linealmente hasta que la relación del carbohidrato procedente de almidón y el nitrógeno sea de 28:1, después de la cual no se verifican aumentos significativos. Como consecuencia, se ha logrado mejorar el crecimiento y las ganancias de peso significativamente con la adición de almidón a raciones

a base de melaza y urea, o en sustitución de parte de la melaza por su equivalente energético procedente del almidón (38, 39).

En raciones basadas en granos, como fuente de almidón, aparentemente no es necesario tratar la fuente de NNP para que sea hidrolizada más lentamente. Esto se debe a que el pH óptimo para la actividad de la ureasa está entre 6,4 a 6,8 (15, 47) y las raciones a base de almidón bajan el pH del rumen aproximadamente a 5. Esto permite una hidrólisis más lenta de la urea por una menor actividad de la ureasa (50, 54). Las raciones a base de melaza también disminuyen notablemente el pH del rumen (35) y puede ser parte de la explicación de las altas ganancias de peso (\triangleright 800 g/día) que se han obtenido con una alimentación a base de melaza y urea (49).

La disminución en el pH del rumen a causa de la presencia de almidón en la ración, produce cambios en las razones molares de los ácidos grasos volátiles (AGV), elevando la proporción de propionico (18, 32, 34, 43). Esto es diferente de lo que ocurre con raciones a base de melaza en que la concentración de ácido propionico permanece más o menos normal, pero el de ácido butírico aumenta notablemente (34, 35). Aunque no se sabe que significancia tiene este efecto, sí se ha encontrado una correlación positiva entre animales en el nivel de ácido propionico y la eficiencia energética en la producción de carne (35). Además, con raciones a base de almidón la producción de metano disminuye (35), lo que significa una mayor eficiencia de utilización de la energía de la ración, ya que el 10 por ciento de ésta puede perderse como metano. Todo esto podría

indicar que la energía proveniente del almidón es más eficientemente utilizada que la energía de fuentes más rápidamente fermentables.

No se conoce si la relación amilosa:amilopectina tiene alguna importancia sobre la eficiencia de utilización de la urea. La mayoría de los productos ricos en almidón son similares en su contenido de amilosa, así, se pueden citar el arroz (17%), maíz (21%), papa (22%) y yuca (17%), de acuerdo a análisis realizados por Bates et al. (3).

El banano verde contiene 63 por ciento de almidón total, del cual el 32 por ciento es amilosa^{a/}. Es posible que estas diferencias no sean de importancia práctica. Por ejemplo, existen trabajos (21, 23) en los que el reemplazo de 100 por ciento del maíz por harina de banano no alteró las ganancias de peso en terneros de lechería, aunque en éstos no se empleó urea.

^{a/} Análisis realizados en los laboratorios del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, INCAP, Guatemala, julio, 1974. Las muestras fueron obtenidas del material empleado en el presente trabajo.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del estudio

El presente estudio se llevó a cabo en la finca experimental del Departamento de Ganadería Tropical del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación (IICA-CTEI), en 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 con una humedad relativa promedio anual de 90 por ciento.

3.2 Definición de la población y manejo de los animales

Se trabajó con 58 vacas desechadas de un hato de carne de aproximadamente ocho años de edad, con un peso promedio de 300 kg, provenientes en su mayoría de la región de Orotina, en la vertiente del Pacífico de Costa Rica. La mayoría eran encastadas de cebú en grado indefinido y padecían de mastitis total o problemas reproductivos de carácter desconocido. En un muestreo al azar de este lote para evaluar rendimiento en canal se encontró que el 67 por ciento tenían infecciones múltiples, lo que justificó decomiso de las canales.

Previo a la iniciación de los tratamientos experimentales las vacas fueron sometidas a un proceso de adaptación uniforme para todos los animales, tanto en el manejo como en la alimentación. El período de adaptación duró 30 días y consistió en aumentos graduales en el consumo de melaza, bagazo y urea hasta los niveles de

2,72 kg, 0,4 kg y 73 g en base fresca, respectivamente, por cada 100 kg de peso vivo. Durante este período los animales ganaron 0,58 kg/día. Este procedimiento fue seguido por la asignación de las raciones experimentales.

Los animales fueron tratados parcialmente con un antibiótico^{a/} de amplio espectro y desparasitados externa e internamente con Asuntol^{b/} y Ripercol^{c/}, respectivamente, al inicio y mediados del período experimental. También fueron descornados parcialmente.

3.3 Diseño y tratamientos

Se usó un diseño irrestrictamente al azar con cinco tratamientos, los que se encuentran representados en el Cuadro 1. La variable fue la composición del componente energético, el cual consistió de diferentes niveles de sustitución de la melaza por su equivalente energético procedente de banano verde variedad Cavendish. El nivel de alimentación fue calculado para que proveyera 6 Mcal de energía metabolizable/100 kg de peso vivo y 350 g de proteína cruda/100 kg de peso vivo, diariamente. La proteína fue proveída por urea (60% de la proteína total) y tankage (40% del total). El tankage es el nombre común en Costa Rica para la harina de carne y hueso.

Los animales fueron distribuidos al azar a los diferentes tratamientos. Las unidades experimentales perdidas (por muerte o parición) no se recalcularon quedando así números desiguales de animales a través de los tratamientos.

^{a/} Emicina, fabricado por Pfizer.

^{b/} Fabricado por Bayer.

^{c/} Fabricado por Cynamid.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos.

Energía metabolizable proveniente de		Alimentos utilizados				
Melaza %	Banano %	Melaza ----- kg/100	Banano kg	Tankage de peso	Bagazo vivo/día	Urea -----
100,00	0,00	2,71	0,000	0,318	0,400	0,073
93,75	6,25	2,53	0,625	0,318	0,400	0,073
87,50	12,50	2,37	1,250	0,318	0,400	0,073
75,00	25,00	2,03	2,500	0,318	0,400	0,073
50,00	50,00	1,36	5,000	0,318	0,400	0,073

3.4 Recolección de datos

3.4.1 Consumo

Todos los componentes de la ración experimental indicados en el Cuadro 1 fueron ofrecidos para ser consumidos totalmente en cada tratamiento. Sin embargo, a partir de la mitad del período experimental los animales comenzaron a dejar sobrantes de la ración. Por tal razón, fue necesario estimar el consumo neto en base a la diferencia entre ofrecido y rechazado.

3.4.2 Ganancia de peso

Los animales fueron pesados al inicio y luego cada 14 días hasta el final del experimento, el cual tuvo una duración de 84 días. Estos datos fueron usados para estimar la ganancia diaria por regresión lineal simple. Además, los pesos absolutos

sirvieron para realizar los ajustes necesarios en cuanto a las cantidades de los componentes de la ración en cada tratamiento por cada 100 kg de peso vivo, para los períodos de 14 días entre pesadas.

Durante el experimento murieron dos vacas, lo que se le atribuyó a extrema emaciación por un estado de salud crítico, todo ésto acentuado por partos y por el mismo proceso de adaptación al sistema de alimentación.

Para el cálculo de las ganancias de peso no se tomaron en cuenta once vacas por haber parido durante el experimento.

3.4.3 Rendimiento en canal

El promedio de edad de los animales era de ocho años. En consecuencia, cualquier ganancia de peso podría haberse debido a una acumulación de grasa en su mayor parte y no a un aumento en la cantidad de carne. Para elucidar tal situación se sacrificaron seis vacas al inicio de la prueba y 15 vacas al final de la prueba (tres vacas por tratamiento) en la que se determinaron los porcentajes de carne magra, hueso, grasa y rendimiento total, para lo cual se tomaron datos de peso en ayuna antes del sacrificio, peso de la canal fría y luego disección de las canales para separar los componentes. Estos datos sirvieron para comparar la cantidad y composición de la canal entre los animales al inicio de la prueba vs. los que se sacrificaron al final de la misma.

3.4.4 Análisis estadístico

Con el total de 45 vacas se realizó el análisis de respuesta en ganancias de peso a los diferentes niveles de sustitución

de azúcar (melaza) por almidón (banano). El análisis de variancia se realizó de acuerdo al siguiente modelo matemático de un diseño irrestrictamente al azar:

$$Y_{ij} = u + T_i + E_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, 3, 4, 5 \\ j = 1, 2, \dots, 45 \end{array}$$

donde: Y_{ij} = ganancias de peso

u = media general

T_i = efecto de los niveles de melaza y banano

E_{ij} = error experimental

Además, se realizó estudios de relación entre el nivel de sustitución de energía de melaza por energía de banano y las ganancias de peso. La función empleada fue la siguiente:

$$Y = a + b e^{-cX}$$

donde: Y = ganancia de peso, kg/día

X = proporción $\frac{\text{energía metabolizable proveniente del banano}}{\text{energía metabolizable proveniente de la melaza}}$

a = ganancia de peso cuando $X \rightarrow \infty$

b = diferencia entre el valor asintótico a y la intersección (cuando $X = 0$)

c = coeficiente de regresión

El modelo exponencial también se empleó para relacionar la eficiencia de conversión de alimentos a ganancias, en función de la proporción melaza:banano. La función usada fue:

$$Y = \frac{1}{a + b e^{-cX}}$$

donde: Y = conversión de alimentos (kg de alimento/kg de ganancia)

X = proporción $\frac{\text{energía metabolizable proveniente del banano}}{\text{energía metabolizable proveniente de la melaza}}$

$\frac{1}{a}$ = mínimo valor de conversión cuando $X \rightarrow \infty$

$\frac{1}{a + b}$ = valor de conversión cuando $X = 0$ (100% de energía proveniente de melaza)

3.4.5 Análisis económico

Para el análisis económico el ingreso diario se calculó multiplicando el valor del producto en pie por kg por la ganancia diaria. Los costos diarios se calcularon de acuerdo con los insumos por animal por día en cada tratamiento. Los costos fijos se calcularon tomando en cuenta amortizaciones, intereses sobre el capital, mano de obra y otros. La diferencia entre los ingresos y los costos determinó el beneficio económico.

4. RESULTADOS

4.1 Incremento de peso por día

Los incrementos diarios de peso por tratamiento se muestran en el Cuadro 2. La ganancia de peso promedio por día fue de 0,855 kg por animal, observándose que a medida que la proporción de almidón aumentaba, la ganancia de peso también aumentaba.

Cuadro 2. Promedios de aumentos de peso por tratamiento.

Tratamientos		Número de animales	Incremento en peso kg/animal/día
Energía de melaza %	Energía de banano %		
100,00	0,00	10	0,733
93,75	6,25	10	0,802
87,50	12,50	6	0,842
75,00	25,00	7	0,949
50,00	50,00	12	0,949
Promedio general			0,855

El análisis de variancia para los incrementos de peso no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de reemplazo de la energía de la melaza por la del banano. Esto fue debido a la alta variabilidad encontrada en los animales, lo

que haría necesario el uso de un elevado número de éstos en experimentos en que se deseen detectar diferencias significativas entre tratamientos. El cuadro de análisis de variancia se presenta en el Apéndice (Cuadro 4A).

De acuerdo con los objetivos, se consideró de más importancia estudiar las tendencias en ganancia de peso a medida que aumentaba el nivel de almidón en la ración. Los promedios observados siguieron una tendencia descriptible con la función siguiente:

$$Y = 0,960 - 0,231 e^{-5,79X}, \quad R^2 = 0,97 \text{ (significativo, } P \leq 0,01)$$

donde: Y = ganancia diaria, kg/día

X = energía banano/energía melaza

Lo cual indica que a medida que aumenta la proporción de energía proveniente de banano la ganancia también aumenta hasta un punto en que se hace asintótica (Figura 1).

4.2 Eficiencia de conversión de alimentos

A los datos de eficiencia de conversión, representada por la relación entre consumo de materia seca (MS) por animal por día y ganancias de peso diaria, se le aplicó un modelo exponencial invertido. El resultado se presenta en la siguiente ecuación y desarrollada en la Figura 2:

$$Y = \frac{1}{0,098 - 0,013e^{-23,66X}}, \quad R^2 = 0,99 \text{ (significativo, } P \leq 0,01)$$

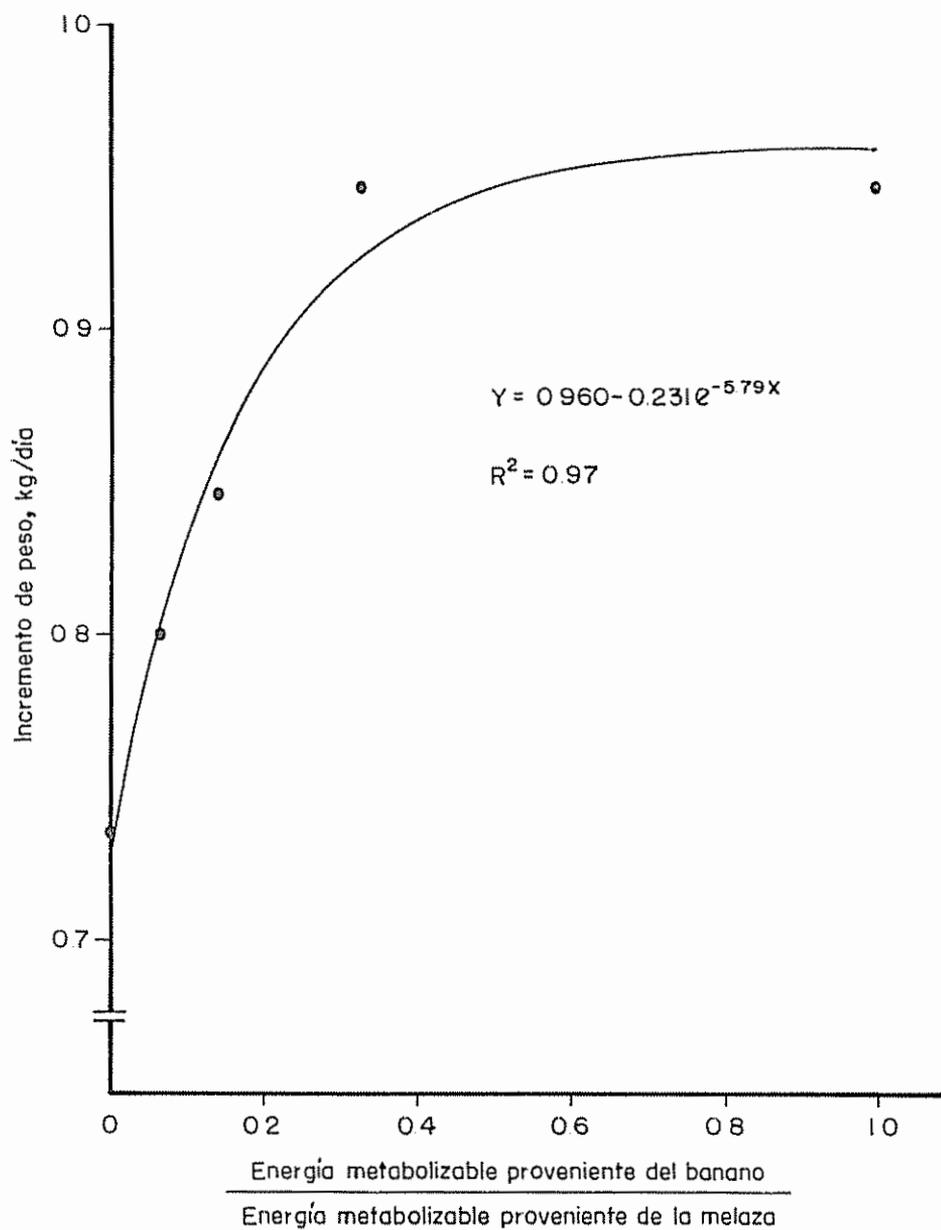


Fig 1 Efecto de la sustitución de la energía metabolizable de la melaza por la del banano sobre la ganancia de peso.

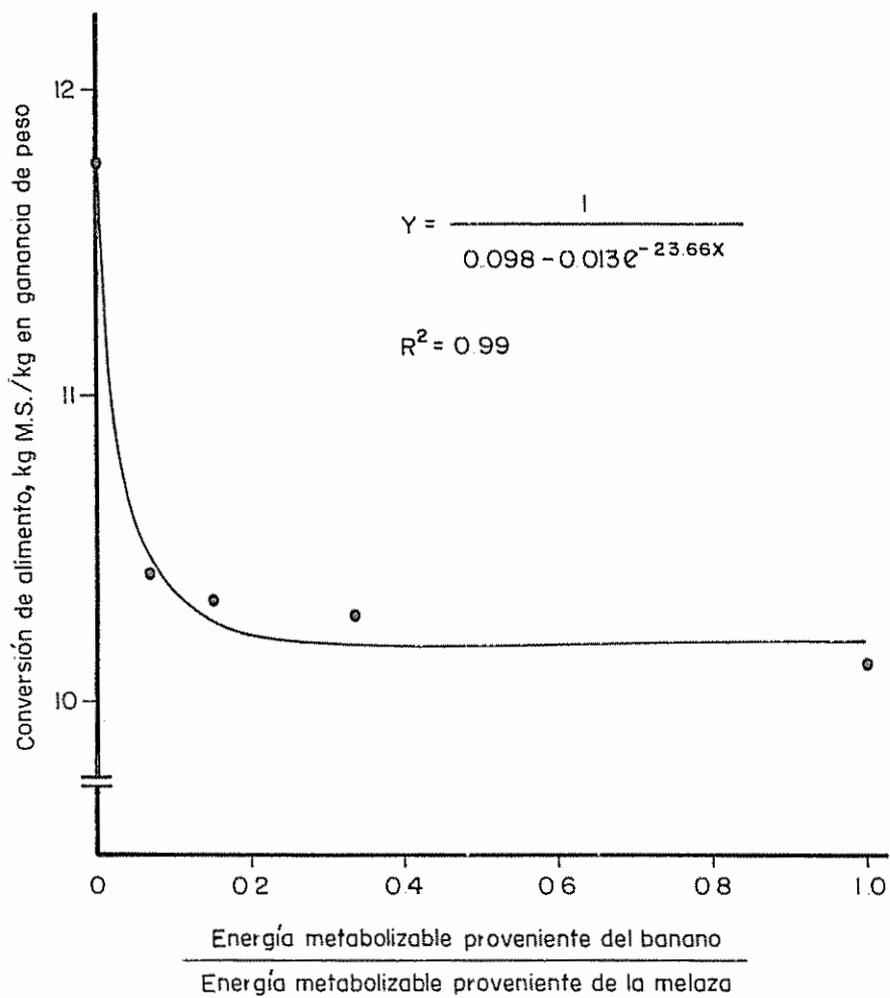


Fig. 2 Efecto de la sustitución de la energía metabolizable de la melaza por la del banano sobre la eficiencia en conversión de alimento

donde: Y = conversión de alimento, kg de alimento/kg de ganancia de peso

X = proporción de energía de banano/energía de melaza

Es evidente que esta función se ajustó en un alto grado a los valores promedios obtenidos. Estos valores (Fig. 2) disminuyeron rápidamente a medida que se incrementaba la proporción de almidón en la ración y alcanzaron los niveles mínimos con una proporción de 12,5 por ciento de la energía total proveniente del banano.

4.3 Rendimiento en canal

En el Cuadro 3 se compara la composición de la canal de dos grupos de animales, uno sacrificado antes de iniciar los tratamientos y el otro al final del experimento.

En el grupo sacrificado al final del experimento se incluyeron tres animales de cada tratamiento (15 animales en total), y se obtuvieron datos individuales para ver si había algún efecto del nivel de reemplazo de la energía de la melaza por la del banano en cuanto a las características de la canal (Cuadro 2A del Apéndice). Al no haber ninguna tendencia definida se consideraron en conjunto.

Del primer lote se decomisaron cuatro vacas por presentar signos de infecciones múltiples y una calidad de la canal inaceptable, pero no obstante, fueron consideradas para determinar el rendimiento en la canal del grupo.

Del segundo grupo fueron decomisadas dos vacas por infecciones múltiples, las cuales fueron eliminadas de inmediato y, por lo

Cuadro 3. Características de la canal promedio de vacas de desecho antes y después de un período de engorda.

	Al inicio del experimento	Al final del experimento	Cambios observados kg/vaca
Número de vacas	6	13	--
Peso vivo, kg	259,8	359,2	+ 99,4
Peso canal, kg	129,1	197,2	+ 68,1
Rendimiento, %	49,7	54,9	--
Carne magra, %	71,0	75,2	+ 56,6
Grasa de cobertura, %	0	7,2	+ 14,2
Hueso, %	29,0	16,3	- 5,3
Recortes, %	0	0,8	+ 1,6

tanto, no se obtuvieron datos de rendimiento o composición de la canal. Esto explica por qué sólo aparecen 13 vacas en el grupo sacrificado al final del experimento.

Según el Cuadro 3, ocurrieron aumentos considerables en el volumen de carne magra como consecuencia del período de engorda. También se produjo grasa en contraste con la deficiencia total de grasa de cobertura que se evidenció en las vacas antes de ingresar al corral de engorda. La aparente "pérdida" en hueso es probablemente consecuencia de errores en la separación del hueso de la canal

y a que obviamente, los animales sacrificados al final no fueron los mismos sacrificados al inicio.

4.4 Análisis económico

Para realizar el análisis económico se tomaron en consideración los costos por alimentación y mano de obra, los que representan los costos variables, así como los costos fijos, o sea, los atribuibles a equipo e instalaciones, los cuales, bajo las condiciones de este experimento, fueron fijados en US\$0.10/animal/día.

Tanto los costos fijos como las variables fueron constantes para cada nivel de reemplazo de la energía de la melaza por la del banano, debido a la similaridad en los costos de unidad energética de la melaza y el banano.

Los ingresos brutos fueron obtenidos multiplicando la función de producción por el precio del producto (US\$0.59/kg en pie) cuyo resultado se describe en la siguiente ecuación:

$$Y = 0,59 (0,960 - 0,231 e^{-5,79X})$$

Los resultados del análisis económico pueden verse en la Figura 3. Esta demuestra que hubo pérdida a cualquier nivel de reemplazo de la melaza por banano, aunque las pérdidas disminuyen a medida que aumenta el nivel de banano. Con el máximo nivel de banano prácticamente los costos totales igualan los ingresos brutos.

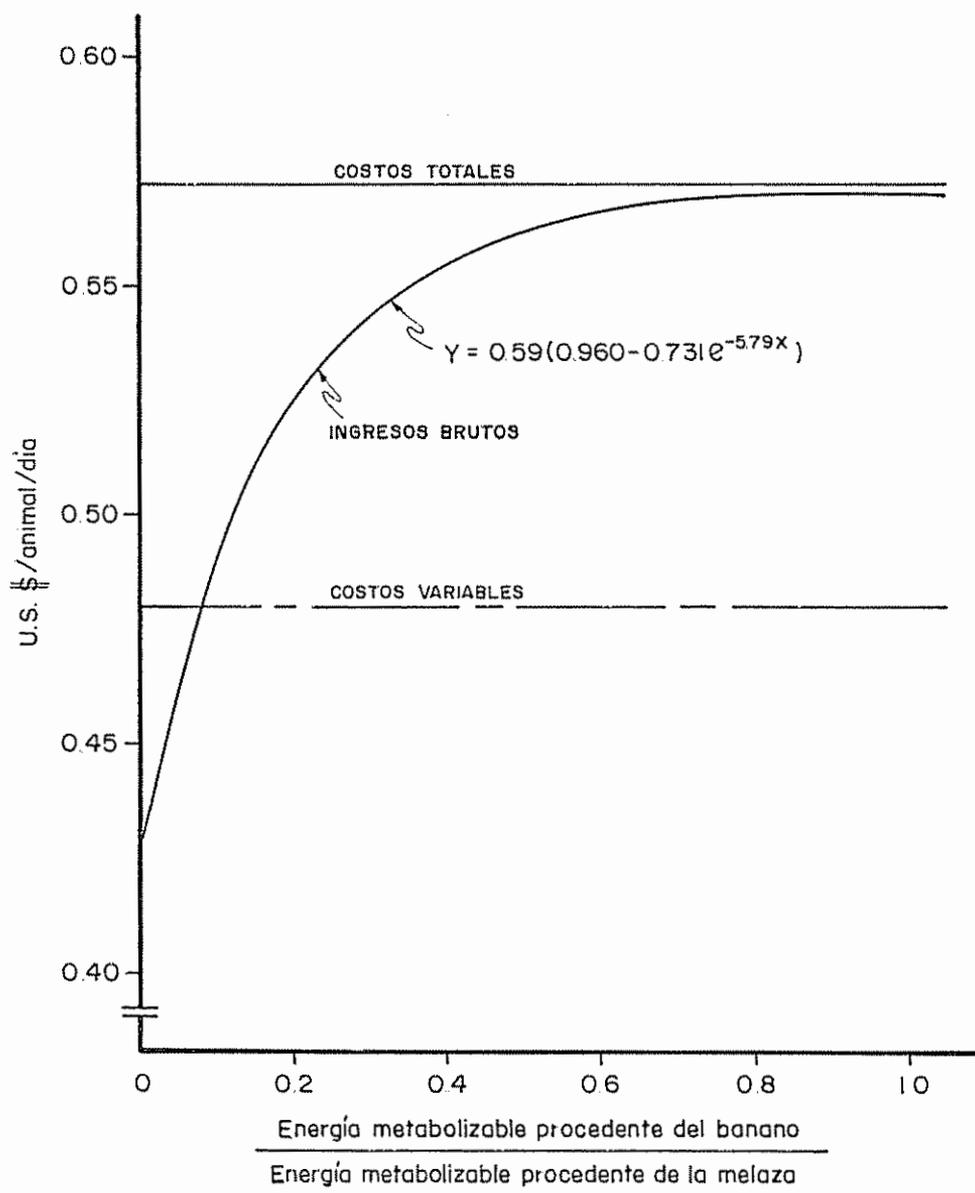


Fig. 3 Cambios del ingreso bruto y costos en función del nivel de sustitución de la fuente energética.

5. DISCUSION

5.1 Ganancia de peso

De acuerdo con la Figura 1, y la función que la describe, existe una tendencia definida a aumentar la ganancia de peso, a medida que se incrementan en la ración las proporciones de energía proveniente del banano. En vista de que la única medida que se empleó para estudiar la influencia del banano fue el incremento en peso vivo, no es posible establecer concretamente cuáles fueron las causas del beneficio observado en el animal. Sin embargo, se conoce que la tasa de fermentación del almidón es más lenta que la de la melaza (1, 35), lo que permitiría un flujo más continuo de energía y estructuras de carbono a los microorganismos utilizadores de urea. Esto induciría a una mayor síntesis de proteína microbial al emplear almidón. En apoyo a esta hipótesis se pueden citar los resultados de Mills et al. (39), quienes encontraron que la concentración de proteína microbial en el contenido ruminal era 1,5 por ciento mayor cuando el almidón reemplazaba el 50 por ciento de la melaza en una ración conteniendo urea.

Por otra parte, se ha encontrado que el almidón eleva la digestibilidad de la materia seca y la retención de nitrógeno, mientras que a medida que se elevan los niveles de melaza en la ración, se reduce la digestibilidad de la fibra cruda (9, 25), proteína cruda (9, 16) y extracto etéreo (25). Esto significa que tanto la energía metabolizable como los demás componentes de la ración, son más eficientemente utilizados en raciones a base de almidón, que en raciones a base de melaza.

En la consideración de causas posibles del aumento de peso, a consecuencia de aumentos en el nivel de almidón en la ración, no se puede ignorar la posibilidad de haber subestimado el valor energético del banano. Si tal situación ocurrió, entonces por lo menos parte del incremento en ganancias de peso podían haberse debido a un mayor consumo de energía. Tal como se indicó en la sección de Materiales y Métodos, los valores energéticos asignados a la melaza (3,47 Mcal E.M./kg M.S.) y al banano (3,00 Mcal E.M./kg M.S.) fueron obtenidos de de Alba (17). En el caso del banano, de Alba cita sólo un trabajo de digestibilidad.

La tendencia en la alimentación intensiva de bovinos en el trópico es aumentar el uso de urea como fuente de proteína. Esto presupone una reducción en respuesta biológica en comparación con regímenes de alimentación que incluyan proteínas naturales (42, 49). En vista de los resultados obtenidos, el almidón resultó ser un 30 por ciento más eficiente que los azúcares (en cantidades supuestamente isoenergéticas) en la producción de carne (Fig. 1). Previamente se ha argumentado que este efecto puede deberse principalmente a una mejor utilización de la urea. Esto implica que es factible mejorar los sistemas de alimentación en confinamiento a base de melaza desarrollados recientemente (13, 19, 49) mediante el uso de almidón en reemplazo de por lo menos el 25 por ciento de la energía de la melaza. Si en efecto se promueve una mayor eficiencia en la utilización de la urea, también es factible proyectar el uso de mayores cantidades de urea en la alimentación y mayores niveles de reemplazo de

proteína natural por urea que los recientemente investigados por Ruíz et al. (49) y Clavo (14); todo ésto tendiendo al desarrollo de sistemas de alimentación más económicos. Sin embargo, es necesario anotar que la aplicación de estos resultados estaría restringida a aquellas áreas que cuenten con fuentes baratas y abundantes de almidón, tal como las regiones bananeras, a menos que se desarrollen métodos de producción de fuentes ricas en almidón, cuyo costo no exceda el 130 por ciento del costo de la melaza, en base isocalórica.

Además de la alimentación de engorda, se pueden considerar otros casos en que la información producida en el presente trabajo, pueda ser empleada en la práctica. Por ejemplo, la alimentación de terneros de lechería para la producción de carne y las vacas lecheras de mediana y alta producción tienen requisitos proteicos altos que pueden ser suplidos con el uso de urea. En este respecto, Rodríguez y Preston (48) han encontrado que la producción de leche fue un 20 por ciento menor, con una alimentación a base de almidón, que cuando se usaron azúcares en raciones conteniendo 3 por ciento de urea.

La ganancia de peso lograda con estas vacas de ocho a nueve años de edad son comparables a las logradas con novillos Brahman y Brahman x Holstein (0,72 kg/día) por Elías et al. (19) y la encontrada por Ruíz et al. (49), con toretes de varias cruzas (0,98 kg/día). Estos investigadores trabajaron con animales de 1 1/2 a 2 años de edad sometidos a una ración en que el 60 por ciento del

nitrógeno provenía de la urea y con altos niveles de melaza como fuente de energía. No ha sido posible encontrar información sobre la ganancia de peso esperada en animales de esta edad avanzada y para condiciones tropicales, excepto el trabajo de Bailón (2). Sin embargo, este autor sólo incluye observaciones hasta los tres años de edad. En base a estos resultados, se espera -en todo caso- que animales de más de 1 1/2 años de edad van decayendo en la velocidad de ganancia de peso. Por otro lado, aún con datos de ganancia esperada, sería extremadamente difícil establecer alguna explicación de la ganancia observada ya que los animales experimentales fueron sometidos a una serie de períodos de restricción nutricional y sanitaria que comúnmente se producen en el trópico húmedo/seco. Por lo tanto, la alta ganancia de peso en estos animales (0,730 a 0,950 kg/día) debe ser principalmente efecto de un fenómeno que se podría llamar "hipertrófia muscular compensatoria", a fin de no usar el término "crecimiento compensatorio" para animales que posiblemente hayan alcanzado su desarrollo de madurez. La "hipertrófia muscular compensatoria" sería la recuperación de reservas musculares, que el animal pierde bajo condiciones de penuria nutricional, en presencia de un régimen alimenticio altamente nutritivo. Esta propuesta se fundamenta en la ganancia neta de masa muscular de 56,6 kg/animal que se evidenció en todos los tratamientos. El contenido de grasa sólo aumentó 14,2 kg aunque posiblemente esto indique que los animales estaban realizando más síntesis de grasa hacia el final del experimento en contraste con la síntesis de músculo.

Finalmente, se puede considerar como un componente de la ganancia de peso el crecimiento normal de los animales aún a la edad de ocho a nueve años. Esta suposición se basa en los resultados que Joandet (30) encontró en que animales europeos bajo penuria nutricional en diferentes etapas de su vida alcanzaron el peso de la madurez a una edad entre los 11 a 12 años. Obviamente, si ocurrió crecimiento normal, este componente no fue importante considerando que la duración del experimento fue de 84 días.

5.2 Conversión de alimento

La eficiencia de conversión está relacionada positivamente con la ganancia de peso. A pesar del mejoramiento observado en la conversión de alimento (Fig. 2), no se debe atribuir exclusivamente a una mayor utilización de la urea en la síntesis de proteína microbial. Puede atribuirse también a que los niveles de almidón mejoraron la utilización de los demás componentes de la ración. No obstante, los valores de conversión son, en general, un 40 por ciento más altos en relación a observaciones hechas con novillos o toretes de 1 1/2 a 2 años de edad, sometidos a una ración para engorda similar (14, 49). Esto indica que el proceso de síntesis de carne en vacas viejas es 40 por ciento menos eficiente en relación al de animales jóvenes, constituyéndose así el principal factor limitante en el empleo de estos animales para la producción eficiente de carne.

5.3 Composición corporal

A juzgar por la edad de los animales y a la aserción por

Verde (52), que cualquier aumento de peso en animales que habían alcanzado madurez, es debido a acumulación de grasa, se esperaba que la proporción de grasa aumentara en estos animales sin ocurrir grandes cambios en peso o porcentaje de carne. Sin embargo, las ganancias de peso fueron tales que difícilmente podrían haberse explicado por un proceso de lipogénesis. Es más, el principal componente de la ganancia de peso total fue la ganancia de masa muscular tanto absoluta como en proporción a la canal. El porcentaje de carne desgrasada aumentó cinco puntos desde el inicio hasta el final de la prueba, resultando en una ganancia neta de 56,6 kg de carne magra. En contraste, el aumento neto de grasa fue de sólo 14,2 kg. El contenido de grasa (0% al inicio) alcanzó un nivel (7%) que se considera como adecuado para impartir a la canal características deseables de presentación y gustosidad de la carne (47). El rendimiento de las canales subió de 49,7 a 54,9, o sea, un porcentaje similar a los rendimientos en novillos Brahman (56%) y toretes híbridos (56%) de acuerdo con datos de Elías et al (19) y Herrera^{a/}, respectivamente.

A pesar de la tendencia observada en cuanto a las ganancias de peso, al aumentar la proporción de banano en la ración, no se detectaron diferencias entre rendimientos en canal o componentes de la canal, entre los diferentes tratamientos. Esto fue posiblemente debido a la escasa variación en peso final de los animales sacrificados

^{a/} Herrera, E. E. Datos de Problema Especial. 1974.

(338 a 368 kg). En otros trabajos se han detectado diferencias en rendimiento de la canal solamente cuando se han comparado animales desde 91 hasta 589 kg de peso vivo (22), estando estos dos parámetros positivamente correlacionados.

5.4 Aspectos económicos

En ningún caso se obtuvieron ganancias económicas, debido al bajo precio que se paga por la carne en la actualidad y especialmente el que corresponde a carne de vaca. Este es un 15 por ciento inferior al que se paga por novillos. Además, los costos de producción fueron más elevados que los que se logran con novillos o toretes, por causa de los altos consumos de alimento que redundan en una baja eficiencia de conversión de alimentos. Sin embargo, en cierto sentido es posible aseverar que se mejoró el aspecto socio-económico de la comercialización de este tipo de animales. Es decir, animales como los utilizados en este experimento se venden a precios extremadamente bajos probablemente por la alta incidencia del decomiso (67%) por razones de salubridad. En los animales que se vendieron al final de la prueba de engorda sólo se decomisó el 12 por ciento. Además, el precio por unidad de peso, aunque bajo, fue probablemente mejor que el que se ofrece por animales desechados sin engorda. Por lo tanto, las pérdidas que sufre el ganadero que vende sus vacas flacas de desecho son probablemente mayores que las que se obtuvieron en este ensayo.

A consecuencia de un estudio de evaluación de la calidad de la carne de vaca engordada, es posible que se logre establecer un

precio más justo al mejoramiento cualitativo, incluyendo el aspecto sanitario, de las canales. Esto redundaría en una mejor evaluación económica del producto.

En vista de los resultados biológicos obtenidos, es factible obtener las mismas tendencias en novillos, o toretes jóvenes, animales que tienen mejor conversión de alimentos (40% menos alimento para producir 1 kg de peso) y mejor precio de la carne (15% más que el pagado por vacas). Si los resultados son reproducibles entonces con novillos o toretes se hubiera esperado una ganancia neta de US\$0.28/animal/día o una eficiencia neta de la inversión total de 74 por ciento.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en que se desarrolló este trabajo y con el tipo de animales empleados, se pueden hacer las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1. Al reemplazar parte de los azúcares por almidón en dietas con alto contenido de NNP, se promueve una mayor ganancia de peso.
2. La eficiencia de conversión de alimentos aumenta al aumentar el nivel de reemplazo de los azúcares por almidón de banano.
3. La engorda de vacas de ocho a nueve años de edad resulta en aumentos en el rendimiento en canal, en la proporción de carne magra en ésta y en una disminución en el porcentaje de canales decomisados.
4. Desde el punto de vista económico, la engorda en confinamiento de vacas de desecho no es beneficiosa debido a la baja eficiencia de conversión de alimentos y el bajo precio de venta del producto en pie.
5. Se recomienda repetir la experiencia con novillos o toretes jóvenes, estimando a su vez el grado de utilización de la urea, para comprobar la influencia de la naturaleza de la fuente energética.
6. Se recomienda realizar determinaciones de la energía digestible, o metabolizable, de la melaza y el banano verde de rechazo, a fin de lograr mayor precisión en la evaluación de estas fuentes energéticas en la utilización de la urea.

7. RESUMEN

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

El objetivo principal fue el estudiar el efecto sobre las ganancias de peso y beneficio económico de vacas de desecho en engorda, variando el nivel de sustitución de melaza por cantidades energéticas equivalentes de banano de rechazo, como fuente de almidón, en raciones con alta concentración de urea.

Se usaron 58 vacas de desecho encastadas de cebú en grado indefinido, de ocho años de edad, y de un peso promedio de 300 kg. Se usó un diseño irrestrictamente al azar con una variable y cinco niveles. Los niveles energéticos procedente del banano fueron: 0; 6,25; 12,50; 25,00 y 50,00 por ciento de la energía metabolizable total. El resto de la energía provenía de la melaza. El consumo energético, en todos los tratamientos fue igual: 6 Mcal de E.M./100 kg de peso vivo. El nivel de proteína total fue de 350 g/100 kg de peso vivo, del cual 60 por ciento provenía de la urea.

El promedio de ganancia diaria fue de 0,855 kg/animal/día. Se observó un efecto positivo del almidón sobre la ganancia de peso, descrito por la función $Y = 0,960 - 0,231 e^{-5,79X}$ ($r^2 = 0,97$, $P < 0,01$) en que $Y = \text{kg/día}$, y $X = \text{proporción de energía proveniente del banano sobre la energía proveniente de la melaza}$. Incrementos en el nivel de banano superiores al 25 por ciento de energía total no resultaron en cambios notables en la ganancia diaria, según

la curva producida por la función exponencial.

La eficiencia de utilización de alimentos, medida como kg de M.S. por kg de ganancia de peso, aumentó a medida que aumentaba el nivel de banano, hasta el nivel de 25 por ciento de la energía total, después del cual la eficiencia de conversión tiende a permanecer constante. Sin embargo, los valores generales de conversión de alimentos fueron altos (10,25 a 11,75 kg M.S./kg de peso).

No se encontraron diferencias, ni tendencias definidas entre tratamientos, con respecto a rendimiento en canal o composición de ésta. El promedio general del rendimiento en canal fue de 55 por ciento, con una composición de grasa y carne comestible de 7,6 y 75 por ciento, respectivamente. El proceso de engorda significó un aumento neto por animal de 56,6 kg de carne magra y 14,2 kg de grasa.

A cualquier nivel de reemplazo de la fuente energética se obtuvieron pérdidas económicas lo que se le atribuyó al bajo precio de la carne de vaca y a la ineficiencia en conversión de alimentos.

Bajo las condiciones en que se desarrolló este experimento, se concluye que con raciones en que gran parte (60%) de la proteína proveniente de la urea, es recomendable incluir por lo menos un 35 por ciento de la energía en forma de almidón. Quedó demostrado que con animales de desecho se pueden lograr ganancias de peso alrededor de 1 kg diario en operaciones de engorda en corral, con rendimiento adecuados de las canales y alto porcentaje de carne magra. Quizás el aspecto más negativo en la utilización de vacas de desecho sea su baja eficiencia de conversión alimenticia, lo que juntos con los precios inferiores para carne de vaca resultan en pérdidas económicas.

7a. SUMMARY

The study reported herein was conducted at the Experiment Farm of the Tropical Animal Husbandry Department, Tropical Training and Research Center (IICA-CTEI), Turrialba, Costa Rica.

The main objective was to evaluate the rate of weight gain and the economic benefits, obtained from culled beef cows, as affected by the starch concentration in isocaloric rations based on sugarcane molasses and a high level of urea.

Fifty-eight culled beef cows, of undefined proportions of Zebu blood, were used. The average age was eight years and the average initial weight was 300 kg. A completely randomized design was used with five levels: 0; 6.25; 12.50; 25.00 and 50.00 per cent of the total metabolizable energy (M.E.) derived from green commercial bananas which were used as a source of starch. The remainder of the dietary energy was provided by the molasses. The total energy intake was 6 Mcal M.E./100 kg bodyweight. The crude protein intake was also held constant at 350 g/100 kg bodyweight, of which 60 per cent was provided in the form of urea.

The average rate of gain was 0.855 kg/head/day. A positive effect of starch on weight gain was observed and is described by the function $Y = 0.960 - 0.231e^{-5.79X}$ ($r^2 = 0.97$, $P \leq 0.01$), where $Y =$ kg/head/day and $X =$ ratio of energy derived from banana to energy derived from molasses. Increasing the level of banana energy above 25 per cent of the total energy did not noticeably change the daily weight gain, according to the curve depicted by the exponential function.

The efficiency of feed utilization, expressed by the amount in kg of dry matter per kg of gain, was improved as the level of starch from banana increased, up to a level of 25 per cent of the total M.E. Beyond this level, feed conversion tended to remain constant. However, in general, feed conversion values were high, the range being from 10.25 to 11.75.

No significant differences nor definite tendencies were found among treatments with regard to carcass yield or carcass composition. The overall average carcass yield was 55 per cent having a fat and lean meat content of 7.6 and 75 per cent, respectively. The fattening process signified a net increase per animal of 56.6 kg of lean meat and 14.2 kg of fat.

Net economic losses were obtained at all levels of energy supplied by green bananas. This result was attributed to low current prices for cow meat and the inefficiency of these animals to convert food to body weight.

Under the conditions with which this experiment was conducted, it may be concluded that in rations in which a large proportion of the total protein (60%) is provided by urea, it is recommended to include at least 35 per cent of the total M.E. in the form of starch. It was shown that old culled cows fed finishing rations can make gains of 1 kg/day, producing carcasses with adequate yields and a high percentage of lean meat. Perhaps the most negative aspect in the utilization of old culled cows to increase beef production, is their low efficiency in feed conversion which, coupled with existing low prices for beef, result in economic losses for the fattening enterprise.

8. LITERATURA CITADA

1. ARIAS, C. et al. The influence of different amounts and sources of energy in vitro urea utilization by rumen microorganisms. Journal of Animal Science 10:683-691. 1951.
2. BAILON, G. J. Aspectos genéticos-fisiológicos del crecimiento en ganado de carne en el trópico. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974. 48 p.
3. BATES, L. F., FRENCH, O. y RUNDLE, R. F. Amylose and amylopectin content of starches determined by their iodine complex formation. Journal of the American Chemical Society 65:142-146. 1943.
4. BRYANT, M. P. The nitrogen metabolism of pure cultures of ruminal bacteria. USDA-ARS. 44-92. 1961.
5. BELASCO, I. J. Comparison of urea and protein meals as nitrogen sources for rumen microorganisms urea utilization and cellulose digestion. Journal of Animal Science 13: 739-747. 1954.
6. _____. New nitrogen feed compounds for ruminants; laboratory evaluation. Journal of Animal Science 13: 601-610. 1954.
7. BELL, M. C., GALLUP, W. D. y WHITEHAIR, C. K. Value of urea nitrogen in rations containing different carbohydrate feeds. Journal of Animal Science 12:787-797. 1953.
8. BLOOMFIELD, R. H., MUHRER, M. E. y PFANDER, W. H. Relation of energy source to urea utilization by rumen microorganisms. Journal of Animal Science 17(4):1189-1190. 1958.
9. BOHMAN, V. R. et al. The utilization of molasses and urea in the rations of growing dairy cattle. Journal of Dairy Science 37:284-293. 1954.
10. CAFFREY, P. J., HATFIELD, E. E., NORTON, H. W. y GARRIGUE, U. S. Nitrogen metabolism in the ovine. I. Adjustment to a urea-rich diet. Journal of Animal Science 26:595. 1967.

11. CHALUPA, W. V., EVANS, J. L. y STILLIONS, M. C. Utilization of urea and corn gluten meal nitrogen. *Journal of Dairy Science* 46(12):640. 1963.
12. _____. Problems in feeding urea to ruminants. *Journal of Animal Science* 27:207. 1968.
13. CHENOST, M. y GEOFFRAY, F. Valeur alimentaire de rations a base de pangola et de bananes pour le ruminant. I.N.R.A., C.R.A.A.G. Station de Zootechnie, Guadelop. *Bulletin Technique des Productions Animales* no. 1:1-4. 1973.
14. CLAVO, N. Respuesta a diferentes niveles de urea por novillos alimentados con melaza y bagazo de caña de azúcar. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974. 45 p.
15. CLIFFORD, A. J., BOURDETTE, J. R. y TILLMAN, A. D. Studies on ruminal urease activity. *Journal of Animal Science* 26:219. 1967.
16. COLOBOS, N. F. et al. The nutritive value of wood molasses as compared with cane molasses. *Journal of Dairy Science* 32:907-913. 1949.
17. DE ALBA, J. Alimentación del ganado en América Latina. México, D.F., Prensa Médica Mexicana, 1971. 313 p.
18. ELIAS, A., PRESTON, T. R. y WILLIS, M. B. Subproductos de la caña y producción intensiva de carne. III. Algunas características del contenido del rumen de toros alimentados con miel final o miel rica como suplemento de forrajes o concentrados. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 1(1):49-53. 1967.
19. _____. et al. Subproductos de la caña y producción intensiva de carne. IV. La ceiba de toros con miel urea en sustitución del grano en dietas de poca fibra. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 2:59-65. 1968.
20. _____ y PRESTON, T. R. A note on some aspects of rumen fermentation in Holstein calves changes from a high concentrate diet to high levels of molasses/urea and forraje. *Animal Production* 11(4):565-568. 1969.
21. ESPINOSA, B. et al. Sustitución del maíz por harina de banana en concentrados para terneros. Reunión Latinoamericana de Producción Animal, Colombia. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario. 1971. 57 p.

22. FIELD, R. A. y SCHOONOVEN, C. O. Equations for comparing longissimus dorsi areas in bulls of different weights. *Journal of Animal Science* 26:709. 1967.
23. FLYOCK, W. D. y KNOTT, C. B. Use of dehydrated banana meal in the rations of dairy calves. *Journal of Dairy Science* 32:361-366. 1949.
24. FLORES R., F. Respuesta bio-económica de novillos en engorda alimentados con diferentes niveles de pulpa de café ensilada y proteína. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1973. 61 p.
25. GARZA, R. T. Efectos de diferentes niveles de melaza en la ceba de novillos. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1960. 50 p.
26. HELMER, L. G. et al. Feed processing. V. Effect of an expansion processed mixture of grain and urea (Starea) on nitrogen utilization in vitro. *Journal of Dairy Science* 53:330. 1970.
27. _____ y BARTLEY, E. E. Progress in the utilization of urea as a protein replacer for ruminants. *Journal of Dairy Science* 54:25-51. 1971.
28. HEMSLEY, J. A. y MOIR, R. J. The influence of higher volatile fatty acids on the intake of urea supplemental low quality cereal hay by sheep. *Australian Journal of Agricultural Research* 14:509. 1963.
29. ISIDOR, G., M. Efecto de diferentes niveles de proteína, pasto y raquis de banano sobre el crecimiento de novillos con insumo ad libitum de banano. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1973. 50 p.
30. JOANDET, G. E. y GARTWRIGHT, T. G. Estimation of efficiency of beef production. *Journal of Animal Science* 29: 862-867. 1969.
31. JOHNSON, R. R., BENTLEY, O. G. y HERSHBERGER, T. V. The effectiveness of coated urea prills and copper treated urea prills as nitrogen sources for rumen microorganisms. Ohio Agricultural Experimental Station. Research Bulletin no. 937. 1962.
32. KELLOG, D. W. y OWENT, F. G. Relation of ratio sucrose level and grain content to lactation performance and rumen fermentation. *Journal of Dairy Science* 32:657-661. 1969.

33. LOOSLI, J. K. y McDONALD, I. W. Non protein nitrogen in the nutrition of ruminants. FAO Agricultural Studies no. 75. 1968. 94 p.
34. MARTY, R. J. y PRESTON, T. R. Proporciones molares de los ácidos grasos volátiles de cadena corta (AGV) producidos en el rumen del ganado vacuno alimentado con dietas altas en miel. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 4: 189. 1970.
35. _____. Manipulación de la fermentación ruminal. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 6:163-175. 1972.
36. McDONALD, I. W. The role of ammonia in ruminal digestion of protein. Biochemical Journal 51(1):86-90. 1952.
37. McLAREN, G. A., ANDERSON, G. C. y BARTH, K. M. Influence of folic acid, vitamin B12 and creatine on nitrogen utilization by lambs fed high levels of non-protein nitrogen. Journal of Animal Science 24:329. 1965.
38. MILLS, R. C. et al. The utilization of urea by ruminants as influenced by the presence of starch in the ration. Journal of Dairy Science 25:925-929. 1942.
39. _____ et al. Utilization of urea and growth of heifer calves with corn molasses as the only readily available carbohydrate in the ration. Journal of Dairy Science 27:571-579. 1944.
40. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. Nutrient requirements of beef cattle. 4a. ed. Washington, D.C., 1970. 55 p.
41. OCHOA, C. Efecto del nivel de proteína y bagazo de caña de azúcar sobre el crecimiento de toretes alimentados con melaza. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1973. 45 p.
42. OLTJEN, R. R. y BOND, J. Reproduction of cows raised on a protein free diet (Sumario). Journal of Animal Science 26:225. 1967.
43. OWEN, F. G., KELLOG, D. W. y HOWARD, W. T. Effect of molasses in normal and high-grain rations on utilization of nutrients for lactation. Journal of Dairy Science 50(7):1120-1125. 1967.

44. PEARSON, R. M. y SMITH, J. H. B. The utilization of urea in the bovine rumen. III. The synthesis and breakdown of protein in rumen ingesta. *Biochemical Journal* 37: 153-164. 1943.
45. PEREZ, C. B., WARNER, R. G. y LOOSLI, J. K. Evaluation of urea-phosphate as a source of nitrogen and phosphorus for ruminants. *Journal of Animal Science* 26:810. 1967.
46. PIETERSEN, P. J. S. Urea in winter rations for cattle. In Briggs, M. H., ed. Urea as a protein supplement. London, Pergamon Press, 1967. pp. 223-238.
47. PRESTON, T. R. y WILLIS, M. B. Producción intensiva de carne. La Habana, Instituto del Libro, 1970. pp. 240-272; 442-445.
48. RODRIGUEZ, V. y PRESTON, T. R. El valor nutritivo de la miel final y el maíz con proteína verdadera o NNP para producción de leche. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 3:155-163. 1969.
49. RUIZ, M. E. Sistemas de alimentación intensiva en corrales de engorda a base de subproductos del trópico. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1974. p. 24.
50. SCHWARTZ, H. M. The rumen metabolism of non protein nitrogen. In Briggs, M. H., ed. Urea as a protein supplement. Oxford, Pergamon, 1967. p. 65.
51. SINGH, U. B. y SAWHNEY, P. C. Influence of different carbohydrates on growth and nutrient digestibility of rations containing urea in growing calves. *Indian Veterinary Journal* 44:236-241. 1967.
52. VERDE, L. S. Crecimiento compensatorio. Factores que determinan su manifestación e intensidad. Balcarce, Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Materiales Didácticos no. 1. 1972. p. 38.
53. VIRTANEN, A. I. Milk production of cows on protein-free feed. *Sciencia* 153:1603. 1966.
54. VISEK, W. Effects of urea hydrolysis on cell life-span and metabolism. *Federation Proceedings* 31:1178-1193. 1972.

9. A P E N D I C E

Cuadro 1A. Consumo de materia seca (MS) y costo de alimentación por animal por día.

	Tratamientos (energía de melaza:energía de banano)				
	100:0	93,75:6,25	87,5:12,5	75:25	50:50
Consumo diario por animal, kg	8,61	8,40	8,70	9,74	9,60
Consumo diario/100 kg de peso vivo, kg	2,33	2,38	2,66	2,51	2,64
Costo diario por animal, CR¢	4,09	3,96	4,02	4,35	4,07
Costo diario/100 kg de peso vivo, CR¢	1,11	1,13	1,10	1,11	1,12

Cuadro 2A. Características de las canales por tratamientos.

	Tratamientos (energía de melaza:energía de banano)				
	100:0	93,75:6,25	87,5:12,5	75:25	50:50
Número de vacas	3	2	3	2	3
Peso vivo, kg	359,0	346,0	352,0	376,0	354,0
Peso canal, kg	203,6	188,0	198,6	205,5	190,0
Rendimiento ^{a/} , %	56,7	54,3	54,9	54,7	53,7
Carne magra, %	75,7	70,7	72,0	75,0	75,7
Cobertura de grasa, %	6,4	11,9	9,5	8,1	6,2
Hueso, %	17,3	16,5	17,1	16,4	17,1
Recortes, %	0,6	1,5	1,4	0,5	1,0

a/ Canal fría sobre peso en ayunas.

Cuadro 3A. Composición química de los ingredientes usados en las raciones.

	MS vacío %	P.C. %	EM ^a / Mcal/kg	Ca %	P %	K %	Mg %	Amilosa ^b / %	Amilopectina ^b / %
Melaza	64,0	3,5	3,47	1,7	0,3	3,2	0,3	--	--
Banano	21,2	4,5	3,00	1,6	0,3	2,9	0,3	33,7	30,1
Harina de carne	91,0	44,0	--	--	--	--	--	--	--
Bagazo	78,0	1,8	--	--	--	--	--	--	--

MS = materia seca

P.C. = proteína cruda

^a/ De Alba, J. (17).

^b/ Muestra de banano verde enviada al INCAP, Guatemala, junio 1974.

Cuadro 4A. Análisis de variancia para incremento de peso diario.

Fuente de variación	G.L.	C.M.
Tratamientos	4	0,0864 (NS)
Regresión exponencial	3	0,1122 (NS)
Desviación del modelo	1	0,0090
Error Experimental	40	0,0518
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>		
Total	44	