

RESPUESTA A DIFERENTES NIVELES DE UREA POR NOVILLOS  
ALIMENTADOS CON MELAZA Y BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR

Tesis de Grado Magister Scientiae

NELSON CLAVO FRONTADO



INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA O E A  
Centro Tropical de Enseñanza e Investigación  
Departamento de Ganadería Tropical  
Turrialba, Costa Rica  
Agosto, 1974

RESPUESTA A DIFERENTES NIVELES DE UREA POR NOVILLOS  
ALIMENTADOS CON MELAZA Y BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR

Tesis

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

Magister Scientiae

en el

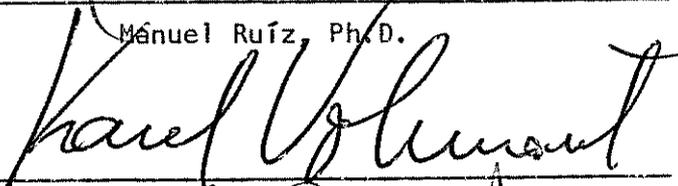
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADA:



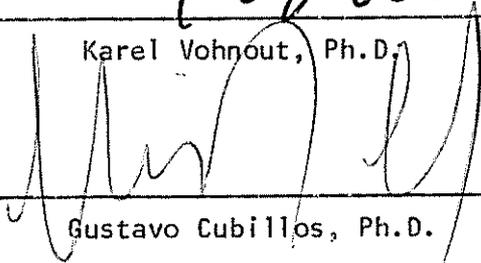
Consejero

Manuel Ruíz, Ph.D.



Comité

Karel Vohnout, Ph.D.



Comité

Gustavo Cubillos, Ph.D.



Comité

José Fargas, Ph.D.

Agosto, 1974

DEDICATORIA

A mi esposa e hijos

A mis padres

## AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su agradecimiento:

- Al Dr. Manuel E. Ruíz, Consejero Principal, por su valiosa colaboración en la elaboración del presente trabajo.
- Al Dr. Héctor Muñoz, Jefe del Departamento de Ganadería Tropical, por el estímulo y oportunidades ofrecidas.
- A todos los profesores del Departamento y del Centro que a través de la enseñanza colaboraron para mi perfeccionamiento profesional.
- A IVITA, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por haberme permitido la licencia para realizar este estudio.
- Al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Programa IICA-Trópicos, y FAO por otorgarme una beca para mis estudios de postgrado.
- A los Doctores Elmo de la Vega y Javier Barúa C., por su amistad y consejos.
- Al Ing. Orlando Rojas, propietario de la Finca Ganadera "Las Joyas", en Turrialba, Costa Rica, por brindarme las facilidades físicas para realizar este trabajo.

## BIOGRAFIA

El autor nació en Chiclín (Trujillo), Departamento de la Libertad, Perú. Realizó sus estudios primarios en la Escuela 221, Chiclayo-Lambayeque, Perú. Concluyó la escuela secundaria en el Colegio Nacional de San José en Chiclayo.

Cursó sus estudios universitarios en la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú, graduándose de Médico Veterinario en diciembre de 1962. Al ingresar al IICA ejercía el cargo de Profesor-Investigador en el Departamento de Producción Animal de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

En octubre de 1971 ingresó al Centro Tropical de Enseñanza e Investigación del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, en Turrialba, Costa Rica, para realizar estudios de postgrado en el Departamento de Ganadería Tropical, concluyendo sus estudios en agosto de 1974.

## CONTENIDO

|  | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| 1. INTRODUCCION .....  | 1             |
| 2. REVISION DE LITERATURA .....  | 3             |
| 2.1 Requerimientos de proteína .....   | 3             |
| 2.2 La melaza como fuente energética en<br>la alimentación del ganado .....          | 7             |
| 2.3 Utilización del bagazo de caña de azúcar<br>en la alimentación de novillos ..... | 8             |
| 3. MATERIALES Y METODOS .....  | 11            |
| 3.1 Localización del estudio .....   | 11            |
| 3.2 Animales, manejo y recolección de la<br>información .....                        | 11            |
| 3.3 Análisis de los alimentos .....  | 12            |
| 3.4 Diseño estadístico y análisis de la<br>información .....                         | 14            |
| 3.4.1 Ganancia diaria de peso .....  | 15            |
| 3.5 Análisis económico .....   | 15            |
| 4. RESULTADOS .....  | 17            |
| 4.1 Tasa de ganancia diaria .....  | 17            |
| 4.2 Conversión de alimentos .....  | 21            |
| 4.3 Resultados económicos .....  | 22            |
| 5. DISCUSION .....   | 26            |
| 5.1 Efecto de los niveles de urea .....  | 26            |
| 5.2 Efectos de la edad .....   | 29            |
| 5.3 Efectos de implantes .....   | 30            |
| 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....  | 32            |
| 7. RESUMEN .....   | 33            |
| 7a. SUMMARY .....  | 35            |
| 8. LITERATURA CITADA .....   | 37            |
| 9. APENDICE .....  | 43            |

## LISTA DE CUADROS

| <u>TEXTO</u>   | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| Cuadro N°  |               |
| 1 Plan de alimentación por cada 100 kg de peso vivo de acuerdo a tratamientos e ingredientes .....   | 13            |
| 2 Tasa de crecimiento, de novillos de 200 kg de peso inicial, kg/animal/día .....  | 17            |
| 3 Análisis de variancia de la ganancia de peso .....   | 18            |
| 4 Pruebas de t para efectos de implante, edad y peso inicial sobre la ganancia de peso de novillos con 54% de reemplazo de N-proteico por N-ureico ..... | 19            |
| 5 Efecto del nivel de reemplazo del N-proteico por N-ureico sobre la conversión de alimentos ..  | 21            |
| 6 Comportamiento de novillos de dos edades diferentes .....  | 22            |
| 7 Consumo promedio de materia seca/animal/día, kg .....  | 23            |
| 8 Análisis económico .....   | 23            |
| <br><u>APENDICE</u>  |               |
| 1A Análisis proximal de los ingredientes alimenticios en base seca al vacío .....  | 43            |
| 2A Datos usados para el análisis económico de una engorda a base de melaza, bagazo y diversos niveles de urea .....                                      | 44            |
| 3A Costos fijos en base a un Centro de engorde para 200 animales (Ø) .....   | 45            |

## LISTA DE FIGURAS

| Figura N° |   | <u>Página</u> |
|-----------|---|---------------|
| 1         | Efecto del implante Rai-gro sobre la ganancia de peso de novillos en engorde .....                          | 20            |
| 2         | Efecto del nivel de sustitución de proteína por urea sobre la ganancia diaria de peso y utilidad neta ..... | 25            |

## 1. INTRODUCCION

En las áreas tropicales existen varios productos agro-industriales tales como la melaza de caña de azúcar, bagazo, punta de caña, banano de rechazo y otros, que pueden ser usados adecuadamente en la alimentación de bovinos, tanto en régimen de pastoreo como en confinamiento. En muchos casos estos recursos se encuentran en abundancia, son de bajo costo, y se pierden por falta de conocimientos adecuados sobre la mejor manera de utilizarlos. Generalmente estos subproductos son potencialmente capaces de proveer los requerimientos de energía y fibra del rumiante, pero tienen el inconveniente de ser extremadamente bajos en proteína. Esto implica que, en sistemas de alimentación basados en subproductos energéticos del trópico, el problema de la suplementación proteica es de gran importancia, especialmente si se considera que las fuentes proteicas disponibles en el trópico son escasas y de precio elevado. Por tal motivo la posibilidad de reemplazar proteína suplementaria por urea es de importancia básicamente económica en la alimentación intensiva del ganado. Afortunadamente, el rumiante tiene la capacidad de utilizar nitrógeno no proteico para sintetizar proteínas microbianas que luego son usadas para la producción de leche, carne y lana. Dado que el nitrógeno no proteico es más barato que el nitrógeno proteico, el reemplazo de la proteína verdadera por un producto como la urea permitiría reducir significativamente los costos en la alimentación intensiva del ganado.

El presente trabajo tuvo los siguientes objetivos:

1. Estudiar la respuesta biológica y económica de novillos engordados a base de melaza, como consecuencia del reemplazo isonitrogenado de varios

niveles de harina de carne y hueso por urea.

2. Comparar la respuesta biológica y económica de novillos de 200 kg vs. novillos de 300 kg de peso inicial, en engorda en corral con altos niveles de melaza y urea.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Requerimientos de proteína

De los nutrientes necesarios como suplementos a la energía, la proteína es la más importante desde el punto de vista de cantidad, calidad y economía.

La cantidad de proteína que usualmente se recomienda en la alimentación del ganado se basa en los requisitos establecidos por el NRC (33). Sin embargo, existen dudas de la aplicabilidad de las recomendaciones del NRC ya que éstos se basan en ensayos de alimentación en los que se ha empleado proteínas generalmente de alta calidad y donde las ganancias de peso se han visto magnificadas en un 10 a 20 por ciento por el empleo de dietilestilbestrol. Además, los requisitos del NRC no consideran la disminución en respuesta animal que resulta cuando se incrementa el nivel de urea en reemplazo de la proteína verdadera como se ha demostrado recientemente (48). Finalmente, varios investigadores han admitido la posibilidad de que los animales que viven en las zonas cálidas tropicales necesitan niveles mayores de proteína (30, 51), a los recomendados por el NRC (33), estos últimos desarrollados en zonas templadas.

La calidad de la proteína en la nutrición de rumiantes es un aspecto que recientemente se ha comprobado que influye sobre los requisitos de nitrógeno (10, 18, 31, 51). En general, a medida que se mejora la calidad de proteína (mejor distribución de aminoácidos) la ganancia de peso mejora (24, 25). Sin embargo, es necesario que la proteína de alta calidad sea también altamente insoluble en el rumen a fin de prevenir su degradación y consecuentemente, su conversión a proteína de menor calidad (29).

Considerando los aspectos revisados, es posible encontrar explicación de algunas similitudes y divergencias en resultados de la literatura con los requisitos del NRC. Por ejemplo, Fontenot y Kelly (15) encontraron en un ensayo con terneros destetados a medida que el nivel de proteína aumentaba de 9,9 a 14,3 por ciento la ganancia de peso y la eficiencia de conversión de alimentos también aumentaba. En otro ensayo encontraron que el aumento de ganancia de peso se maximizaba a 14,7 por ciento de proteína (base seca) y luego disminuía hasta el nivel máximo de proteína estudiado que fue de 19,3 por ciento. Estos resultados muestran diferencias notables con el requisito del NRC para animales de 200 kg de peso (12,2% de proteína), para una ganancia de 1,0 kg/día. La razón puede residir en el hecho que Fontenot y Kelly emplearon una proteína de relativa baja calidad como es la harina de algodón. En ese trabajo no se presentaron los datos de ganancia de peso.

Por otro lado, Ochoa (34), trabajando con toretes de 200 kg de peso inicial, no encontró diferencias entre la necesidad mínima de proteína para lograr 1,0 kg de ganancia diaria (288 g/100 kg de peso) y los requisitos del NRC (305 g/100 kg de peso) para lograr la misma ganancia de peso. El trabajo de Ochoa fue realizado dentro de un sistema de alimentación a base de melaza y bagazo y variaciones en proteína de alta calidad (mezcla de harina de pescado y harina de soya).

Existe cierta evidencia, según observaciones realizadas en Costa Rica<sup>a/</sup>, que al reemplazar la soya y pescado en el sistema empleado en el

---

<sup>a/</sup> Rojas, O. Comunicación personal. 1974.

trabajo de Ochoa (34), por harina de carne y hueso, la ganancia de peso disminuye en un 15 por ciento.

Isidor (19) también encontró ganancias de 0,676 kg/día a un nivel de 150 g de proteína/100 kg de peso, en una engorda de novillos de 200 kg de peso inicial a base de banano verde y harina de carne y hueso. Se logró una ganancia diaria cercana al kilogramo con el nivel de 0,619 kg de proteína/100 kg de peso vivo.

Otro resultado que indica que con las proteínas más comunes del trópico no se logran obtener resultados similares a los precedidos por el NRC, consiste en el trabajo de Flores (14) quien, al usar harina de algodón encontró que la mayor respuesta en ganancia de peso se lograba con un nivel de proteína del 15 por ciento. Niveles mayores a éste no causaban aumentos adicionales.

Es de conocimiento general que en el trópico existe una gran limitación de fuentes proteicas para la alimentación no sólo de humanos sino también de los animales. Por los trabajos realizados por diferentes autores (11, 14, 19, 34, 40, 48, 51) mencionan que los subproductos energéticos tropicales como la melaza de caña, banano de desecho y otros, son extremadamente bajos en proteína (no más del 5 por ciento de proteína cruda). Este hecho complica aún más la necesidad de proteína suplementaria en un sistema de alimentación intensivo basado en los subproductos energéticos (47). Considerando el alto costo de los suplementos proteicos es obvio la necesidad de incluir altos niveles de urea, u otra fuente barata de nitrógeno no proteico, en la alimentación intensiva de bovinos.

La utilización de la urea en la alimentación del ganado fue detalladamente revisada por Reid en 1953 (44), quien llegó a la conclusión de

que ésta puede reemplazar satisfactoriamente hasta el 25 por ciento del total del nitrógeno dietético. Sin embargo, se han logrado resultados recientes que indican que el nitrógeno de la urea se puede emplear en niveles de hasta 100 por ciento de sustitución del nitrógeno de proteína (55) en vacas de lechería llegando a producir hasta 4.217 kg de leche/vaca/año.

En una revisión de Oltjen (35) se establece que en pruebas de crecimiento y engorda de novillos se debe esperar una reducción del 35 por ciento en crecimiento, eficiencia de alimentos y retención de nitrógeno como resultado de la completa sustitución de proteína por nitrógeno no proteico. Aparentemente esta reducción puede aún ser mayor en pruebas prolongadas (36).

En el trópico se cuenta con resultados obtenidos en Cuba (11) en los que se ha usado urea y sales de amonio con un promedio de 59 por ciento del nitrógeno total proveniente de estas fuentes no proteicas. En estos trabajos se incluyeron altos niveles de melaza, proporciones bajas de forraje verde y harina de pescado. Las ganancias de peso que se obtuvieron fueron de 0,72 a 0,83 kg/día.

Recientemente, Ruíz et al. (48) reemplazaron diversos niveles de harina de carne y hueso por urea (0, 12, 24, 36, 48 y 60 por ciento del N total proveniente de la urea) y encontraron que ocurría una disminución lineal de la ganancia diaria de 1,26 a 1,0 kg/día a medida que aumentaba el aporte de la urea. Sin embargo, el beneficio neto económico aumentó hasta un máximo de US\$0.16/animal/día con el nivel alto de sustitución.

## 2.2 La melaza como fuente energética en la alimentación del ganado

La melaza de caña de azúcar ha sido utilizada desde hace varios años en el alimento para animales pero más como agente dulcificante y en niveles del orden de 10 a 15 por ciento de la dieta total (22, 41). La principal deficiencia de la melaza es de proteína; sin embargo, sirve como un buen vehículo para el suministro de nitrógeno no proteico (NMP), especialmente urea (41). Las primeras pruebas usando diferentes mezclas de miel/urea como base de la alimentación de novillos en engorda fueron llevados a cabo en Cuba (11). Se lograron consumos muy altos de miel/urea suplementada con pequeñas cantidades de forraje fresco (1,5 kg/100 kg de peso vivo/día), un concentrado proteico al 30 por ciento (200 g/100 kg de peso vivo/día) y libre consumo de minerales (ricos en Na y P), siendo la ganancia diaria desde 0,72 hasta 0,83 kg y la conversión de 24 Mcal de EM/kg de ganancia. La miel/urea proporcionó 75 por ciento de la energía y 59 por ciento del total de N. Posteriormente, Martin et al. (27), en un experimento utilizando toros Brahman, obtuvieron ganancias diarias de 0,73 y 0,65 kg, con conversiones alimenticias de 22,2 y 33,3 Mcal EM/kg de ganancia para el sistema de libre consumo de melaza/urea y el método testigo alto en forraje.

En pruebas efectuadas en Turrialba por Valente (51), la melaza de caña de azúcar aportó un 65 por ciento del total de energía metabolizable estimada, siendo esta cantidad superior a la reportada por varios autores (6, 9, 32, 38, 57), y un poco inferior a la reportada por Elías et al. (11) que usaron dietas basadas en melaza con un 68 a 78 por ciento del total de la energía metabolizable.

Posteriormente, también en Turrialba, al estudiar el efecto del nivel de proteína y bagazo de caña en el crecimiento de toretes, Ochoa (34) reportó un consumo promedio de 2,7 kg de melaza/100 kg de peso vivo/día, en base fresca, constituyendo el 61 por ciento del consumo total (base seca).

En el trabajo llevado a cabo por Ruíz et al. (48), también se emplearon altos niveles de melaza (60 por ciento del consumo total), sin encontrar efectos nocivos a la salud o eficiencia de utilización de alimentos. La ganancia de peso promedio que se obtuvo fue de 1,1 kg/día y una conversión de alimentos de 7,07/kg de ganancia de peso.

Por las razones expuestas, considerando que la melaza es muy abundante en el área de América tropical y que su valor energético puede servir para reemplazar al de los granos de cereales, es muy ventajoso el uso intensivo de este subproducto agroindustrial en la producción animal, pero el consumo excesivo de miel puede provocar un síndrome de toxicidad según reportan varios autores (16, 41, 54). El síndrome nervioso se denomina necrosis cerebrocortical y ha sido reportado en ganado alimentado con niveles altos de miel y las lesiones cerebrales se deberían a un desbalance en el suministro de tiamina, de gran importancia en la actividad enzimática que proporciona energía al cerebro, a partir de la glucosa.

### 2.3 Utilización del bagazo de caña de azúcar en la alimentación de novillos

Según varios autores (3, 21, 34, 46), el bagazo sirve como fuente de fibra en la dieta de rumiantes, el animal se adapta rápidamente al consumo de este forraje tosco sin necesidad de pasto verde y se hace factible

su uso en zonas donde se ubican los complejos azucareros.

Este subproducto de la industria de la caña tiene un bajo valor nutritivo conteniendo 86 por ciento de fibra detergente neutro y solo 2,0 de proteína cruda (47). Su digestibilidad in vitro es de apenas el 22 por ciento (Cuadro 1A). Esta digestibilidad se puede mejorar hasta en un 20 por ciento tratándolo con una solución acuosa de 2,5 por ciento de hidróxido de sodio (43), pero el alto precio de este compuesto químico hace este procedimiento anti-económico.

Para el caso del bagazo, con 80 por ciento de materia seca, Ochoa (34) recomienda usar de 500 a 600 gramos/100 kg de peso vivo/día en sistemas de alimentación basados en melaza. Este investigador encontró que con altas cantidades de bagazo el animal tiende a comer más melaza sin que esto produzca mayores ganancias de peso. Por otro lado, cantidades demasiado pequeñas (menores de 200 g de MS/100 kg de peso vivo) de bagazo, o cualquier otro forraje, predisponen al animal a timpanizarse aumentando, por lo tanto, los riesgos de pérdidas por muerte (34). Elías et al. (12) y Veitía et al. (53) han encontrado que cantidades de hasta 1,5 kg de forraje verde/100 kg de peso es suficiente para permitir un buen desarrollo de novillos de engorde a base de melaza. Con estos experimentos se demuestra que en la práctica no es necesario transportar grandes cantidades de forraje a novillos que se engordan en corral.

Otros trabajos sobre la utilización de bagazo como alimento incluyen el de Kirk et al. (21) quienes usaron una ración con 50 por ciento de melaza y 30 por ciento de bagazo y torta de algodón o urea proporcionando el 25 por ciento del nitrógeno total de la dieta y produjeron ganancias

diarias de 1,1 a 1,2 kg. Eremeeff y Lennox (13) compararon tres niveles de bagazo, 27, 30 y 38 por ciento, con 61, 58 y 51 por ciento de melaza, respectivamente, y como fuente proteica la harina de soya en un 12 por ciento. No obtuvieron diferencias en las ganancias de peso, el promedio de las cuales fue de 1,3 kg/día.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización del estudio

El presente trabajo fue desarrollado en la Finca Oriente, ubicada en Atirro de Turrialba, Costa Rica, propiedad del señor Carlos Manuel Rojas Quirós. Atirro está localizado 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 pluvial anual es de 3.000 mm y la humedad relativa promedio es de 90 por ciento.

#### 3.2 Animales, manejo y recolección de la información

Se utilizaron 135 novillos Brahman encastados, compuestos de un grupo de 75 animales de un año de edad y de 200 kg de peso vivo y 60 animales de dos años de edad y 300 kg de peso vivo en promedio.

Los vacunos de un año de edad fueron confinados en cinco corrales de 15 animales cada uno donde recibieron alimentación diaria, por grupo, de acuerdo a los tratamientos a que se sometieron. Los novillos de dos años de edad permanecieron en un solo corral. Los corrales tenían piso de concreto y cercas de madera. El espacio por animal fue de 7 m<sup>2</sup>.

La adaptación de los animales al consumo miel/urea se realizó gradualmente durante un período de 42 días siguiendo las recomendaciones propuestas por Ruíz (45) con algunas modificaciones especialmente en la incorporación de la urea a la dieta.

Todos los animales fueron inicialmente desparasitados externa e internamente. También se aplicó intramuscularmente 3 cc de un complejo vitamínico<sup>a/</sup>. El programa de sanidad consistió en la vacunación de los

---

<sup>a/</sup>Contenido 1 cc: vitamina A 500.000 U.I.; vitamina D<sub>3</sub> 75.000 U.I.; vitamina E 50.000 U.I.

animales para inmunizarlos contra Pierna negra, edema maligno y septicemia hemorrágica. Además, por estar localizado el centro de engorde en una zona endémica para Antrax, se vacunó en dos oportunidades a todos los animales contra esa enfermedad.

El trabajo tuvo una duración de 171 días, siendo 42 días para adaptación al manejo y raciones y 129 días de fase experimental.

Los animales se pesaron al inicio de la fase experimental y posteriormente cada 21 días. Por no contar con la balanza desde el inicio de la fase de adaptación, no fue posible contar con el peso inicial pre-experimental. Los pesos fueron utilizados para estimar la ganancia diaria y para llevar a cabo la alimentación en una forma proporcional al peso del animal.

La composición de las raciones varió en función de los tratamientos que se describen en el Cuadro 1.

### 3.3 Análisis de los alimentos

Se efectuaron análisis proximales para los ingredientes que constituían las raciones en estudio (bagazo, melaza de caña de azúcar y harina de carne); se siguió el método de Weende (Cuadro 1A del Apéndice). La materia seca de la melaza se determinó por el método de secamiento infrarrojo. La melaza empleada tuvo 75° Brix.

La fibra detergente neutro en el bagazo de caña se analizó siguiendo la técnica de Van Soest (52).

Se determinaron los niveles de Ca, K y Mg utilizando el espectrofotómetro de absorción atómica y de P por la técnica descrita por Bateman (2).

Cuadro 1. Plan de alimentación por cada 100 kg de peso vivo de acuerdo a tratamientos e ingredientes<sup>a/</sup>.

| Tratamientos<br>Nivel de sustitución de<br>nitrógeno proteico por<br>nitrógeno ureico % | Novillos de 200 kg y 1 año de edad iniciales  |                         |              |           |              |             |
|---|---|-------------------------|--------------|-----------|--------------|-------------|
|   | Nº de<br>animales                             | Harina<br>de carne<br>g | Melaza<br>kg | Urea<br>g | Bagazo<br>kg | Azufre<br>g |
| 0   | 15  | 878                     | 2,00         | --        | 0,5          | --          |
| 18  | 15  | 720                     | 2,13         | 23        | 0,5          | 1,1         |
| 36  | 15  | 561                     | 2,25         | 45,3      | 0,5          | 2,1         |
| 54  | 15  | 405                     | 2,38         | 67,5      | 0,5          | 3,1         |
| 72  | 15  | 246                     | 2,51         | 90,0      | 0,5          | 4,1         |
| -----   |   |                         |              |           |              |             |
|   | Novillos de 300 kg y 2 años de edad iniciales |                         |              |           |              |             |
| 54<br>(sin implante)  | 33  | 405                     | 2,38         | 67,5      | 0,5          | 3,1         |
| 54<br>(con implante)  | 27  | 405                     | 2,38         | 67,5      | 0,5          | 3,1         |

<sup>a/</sup> En base a materia fresca. Los porcentajes de materia seca se presentan en el Cuadro 1A del Apéndice.

También se calculó la digestibilidad in vitro de la materia seca en el bagazo siguiendo el procedimiento de Tilley y Terry (50).

En este experimento se utilizaron 360 g de proteína cruda/100 kg de peso vivo/día en base a las recomendaciones de Ruíz et al. (48). Los niveles de melaza aumentan a medida que los niveles de harina de carne decrecen a fin de mantener uniforme el aporte energético a través de los

tratamientos. Este nivel común fue de 8,75 Mcal de energía metabolizable/100 kg de peso vivo. Comparado con los requisitos del NRC (33) el nivel energético usado en este experimento es 25 por ciento superior. Los niveles de melaza empleados son alrededor del 85 por ciento del consumo que se puede obtener en alimentación ad libitum.

### 3.4 Diseño estadístico y análisis de la información

Para el grupo de novillos de un año de edad se utilizó un diseño irrestrictamente al azar (49) con una variable y cinco niveles. La variable en estudio fue la proporción del nitrógeno total de la dieta proveniente de la urea ( $\frac{N_{urea}}{N_{total}} \times 100$ ), en reemplazo de la proteína natural. Los niveles empleados fueron de 0, 18, 36, 54 y 72 por ciento. Para lograr estos niveles todos los animales fueron adaptados a consumir el máximo nivel de urea durante los 42 días pre-experimentales y luego este nivel fue variado bruscamente a los niveles experimentales. La distribución de los tratamientos a los animales se realizó en forma aleatoria, quedando 15 animales/tratamiento. El análisis de variancia se realizó usando el siguiente modelo matemático para el diseño irrestrictamente al azar:

$$Y_{ij} = u + t_i + E_{ij}$$

donde:

$Y_{ij}$  = variable de respuesta del animal

$u$  = media general

$t_i$  = efecto del nivel de sustitución del N proteico por N ureico

$E_{ij}$  = error experimental

El segundo grupo de 60 novillos compartió un solo corral y un

solo nivel de urea (54% del N total proveniente de la urea). A los 21 días después de iniciarse la etapa experimental, se implantaron la mitad de los novillos con Ral-gro<sup>a/</sup> formándose así dos tratamientos en este grupo. Por lo tanto, estos subgrupos fueron comparados entre sí mediante una prueba de "t". Además, se tomó el subgrupo no implantado y se comparó con el cuarto tratamiento de novillos jóvenes, es decir, con el tratamiento con igual porcentaje de N ureico. El fin fue el comparar la ganancia diaria de peso realizado por novillos de 300 kg de peso inicial vs. novillos de 200 kg de peso inicial.

#### 3.4.1 Ganancia diaria de peso

Los incrementos de peso diario para cada animal durante los 129 días experimentales fueron obtenidos por regresión lineal de peso sobre edad registrándose un valor promedio de  $R^2$  0,94. Al no haberse encontrado significancia estadística ( $P < 0,05$ ) en el ajuste por covariancia con peso inicial, los análisis estadísticos posteriores para las ganancias diarias de peso se realizaron con los datos estimados por regresión.

Para fines estadísticos se calculó un valor perdido utilizando el sistema descrito por Cochran y Cox (7).

#### 3.5 Análisis económico

Para el análisis económico se registraron los costos de la harina de carne y hueso, urea, miel final, bagazo y fuentes minerales y vitaminas.

---

<sup>a/</sup> Ral-gro (Zeranol) 6-6-10-dihydroxyundecyl,  $\beta$ -resorcyclic acid- $\mu$ -lactone (R) es un producto de Commercial Solvents Corporation, Terre Haute, Ind., E.U.A. (4).

Los costos variables de producción se obtuvieron sumando los costos de alimentación por animal y por día en cada tratamiento. También se calcularon los costos fijos (alquiler, intereses del capital, administración, mano de obra, Veterinario y medicinas) que fueron iguales para todos los tratamientos. Los ingresos se determinaron multiplicando el precio de venta (US\$0.63<sup>a/</sup>/kg peso vivo) por el incremento diario de peso (kg) por animal por tratamiento. De la diferencia entre los ingresos y los costos resultó la ganancia neta/animal/día.

Esquemáticamente, la siguiente ecuación describe el procedimiento seguido en el análisis económico:

$$Bi = PYi - CVi - CF$$

donde:

Bi = Beneficios netos, US\$/animal/día, para el tratamiento i

i = 0, 18, 36, 54 y 72% del N total proveniente del N de la urea

P = Precio/kg de peso vivo, US\$

Yi = Tasa de ganancia de peso en el tratamiento i, kg/animal/día

CVi = Costos variables/animal/día, US\$

CF = Costos fijos/animal/día, US\$

---

<sup>a/</sup> Precio de venta en Turrialba para carne de consumo interno por kg de peso vivo.

## 4. RESULTADOS

## 4.1 Tasa de ganancia diaria

Las tasas de crecimiento de los novillos de 200 kg de peso inicial, para cada tratamiento, están representados en el Cuadro 2. En la estimación de la ganancia diaria se incluyen cálculos de un valor perdido por muerte de un novillo<sup>1/</sup>. El promedio general de ganancia diaria fue de 0,835 kg, siendo el rango de 0,645 a 1.000 kg.

Cuadro 2. Tasa de crecimiento, de novillos de 200 kg de peso inicial, kg/animal/día.

| Tratamientos <sup>a/</sup><br>% | Ganancias de peso<br>kg/día |
|---------------------------------|-----------------------------|
| 0                               | 0,837                       |
| 18                              | 1,000                       |
| 36                              | 0,851                       |
| 54                              | 0,645                       |
| 72                              | 0,841                       |
| Promedio                        | 0,835                       |

<sup>a/</sup> Porcentaje de sustitución del N proteico total por N ureico

<sup>1/</sup> Ocurrió una muerte en el tratamiento V. El diagnóstico Médico-Veterinario fue Antrax. Consecuentemente, a todos los animales se les vacunó con las vacunas anticarbonosa de los laboratorios Pfizer y Behring.

Observando los promedios generales se nota que el nivel de 54 por ciento de reemplazo de proteína por urea produjo la ganancia más baja de todos los tratamientos. Las razones de este caso se discute en la siguiente sección.

El análisis de variancia mostró un efecto de tratamientos sobre la ganancia de peso altamente significativo y fue explicable en gran medida por un polinomio de tercer grado ( $P \leq 0,01$ , Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis de variancia de la ganancia de peso.

| Fuentes de variación | GL | CM      |
|----------------------|----|---------|
| Tratamiento          | 4  | 0,199** |
| Efecto lineal        | 1  | 0,223** |
| Efecto cuadrático    | 1  | 0,002   |
| Efecto cúbico        | 1  | 0,571** |
| Residual             | 1  | 0,002   |
| Error                | 70 | 0,022   |
| Total                | 74 |         |

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

Con respecto al grupo de novillos de 300 kg de peso inicial y 54 por ciento de nivel de sustitución del nitrógeno total por nitrógeno de urea se obtuvo una ganancia promedio de 0,881 kg/día para el grupo de 27 novillos implantados y de 0,715 kg/día para los 33 novillos no implantados,

representando un 20 por ciento de mayor ganancia diaria para los implantados con respecto a los no implantados. Debido a que las pesadas se tomaron cada 21 días se realizaron cálculos de ganancia diaria por período de 21 días en ambos grupos y que se grafican en la Figura 1.

Los resultados de la prueba de t entre los implantados vs. no implantados y entre no implantados vs. novillos de 200 kg de peso inicial con el nivel de 54 por ciento de N-ureico, se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Pruebas de t para efectos de implante, edad y peso inicial sobre la ganancia de peso de novillos con 54% de reemplazo de N-proteico por N-ureico.

| Comparación  | Número de animales | Días de observación | Ganancia de peso, kg/día | t calculada        | t tabular |
|--|--------------------|---------------------|--------------------------|--------------------|-----------|
| Novillos implantados<br><u>vs.</u><br>Novillos no implantados  | 27<br>33           | 105<br>105          | 0,881<br>0,715           | 3,69 <sup>a/</sup> | 3,46      |
| Novillos de 300 kg y<br>dos años de edad <sup>b/</sup><br><u>vs.</u><br>Novillos de 200 kg y<br>un año de edad | 31<br>15           | 129<br>129          | 0,762<br>0,654           | 2,71 <sup>c/</sup> | 2,70      |

<sup>a/</sup> ( $P \leq 0,001$ )

<sup>b/</sup> Dos novillos del grupo no implantado fueron extraídos para la venta al 105º día.

<sup>c/</sup> ( $P \leq 0,01$ )

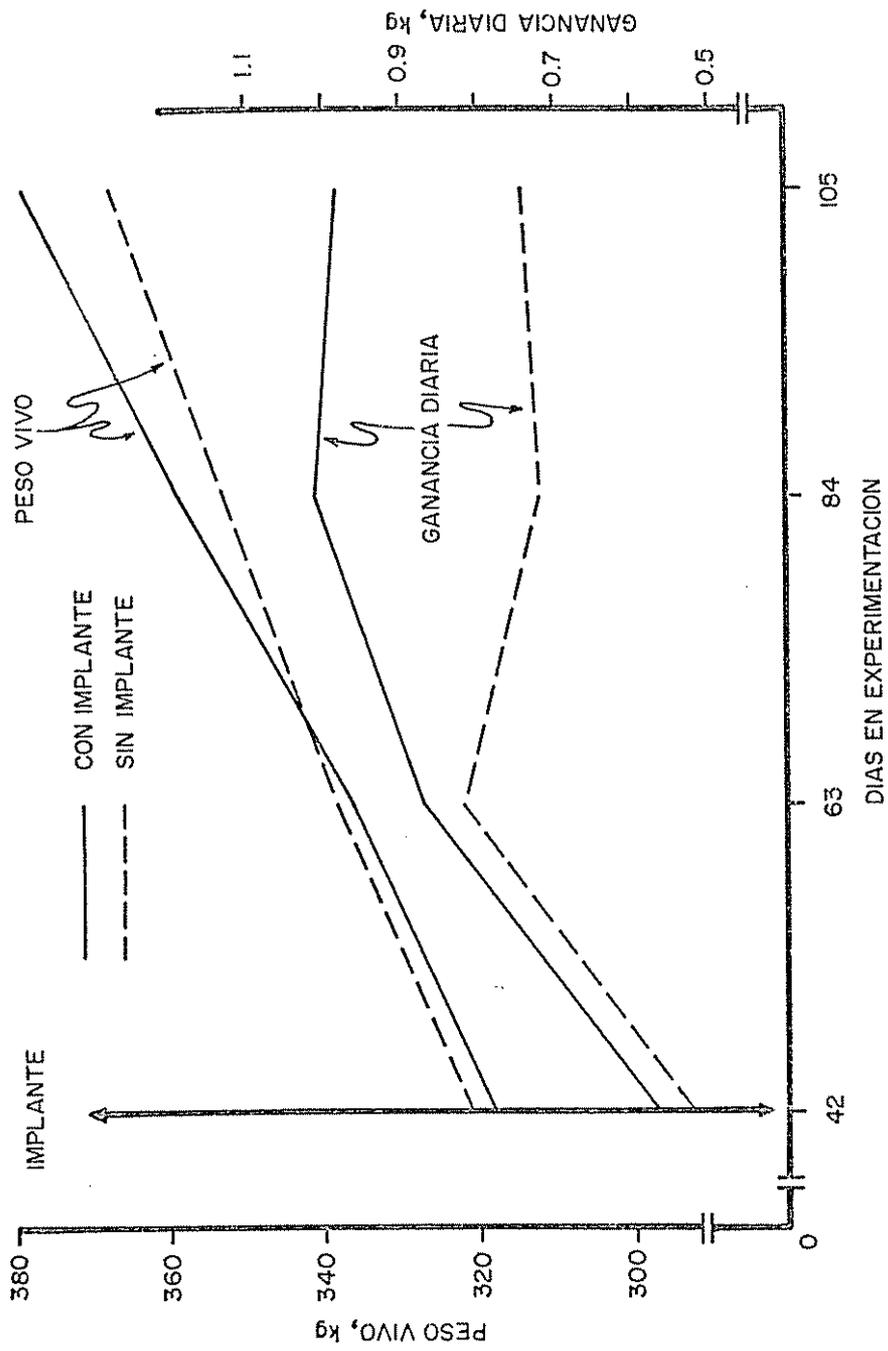


FIG. 1.- EFECTO DEL IMPLANTE RALGRO SOBRE LA GANANCIA DE PESO DE NOVILLOS EN ENGORDA g/

g/ Basado en 2.3 kg de melaza/100 kg de peso; 0.65 kg de materia seca de bagazo/animal/día y 54% del N total como N ureico.

#### 4.2 Conversión de alimentos

El Cuadro 5 presenta la conversión alimenticia para los distintos niveles de nitrógeno ureico en reemplazo del nitrógeno total en la ración. No es evidente ninguna tendencia clara en los promedios generales del alimento necesario para producir un kg de peso para los diferentes tratamientos.

Cuadro 5. Efecto del nivel de reemplazo del N proteico por N ureico sobre la conversión de alimentos.

| Comportamiento del promedio de animales en un período de 128 días | Niveles de sustitución del N proteico por N ureico, % |       |       |       |       |
|---|---|-------|-------|-------|-------|
|   | 0   | 18    | 36    | 54    | 72    |
| Peso inicial, kg  | 203,0   | 208,0 | 201,0 | 200,0 | 221,0 |
| Peso final, kg  | 310,5   | 335,3 | 310,0 | 282,3 | 334,5 |
| Aumento de peso, kg/día   | 0,837   | 1,000 | 0,851 | 0,645 | 0,841 |
| Conversión del alimento <sup>a/</sup>                             | 6,8   | 5,7   | 6,2   | 7,4   | 6,3   |

$$\text{a/ Conversión} = \frac{\text{kg Materia seca consumida}}{\text{kg de ganancia de peso}}$$

El comportamiento biológico de novillos jóvenes vs. novillos grandes se presenta en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Comportamiento de novillos de dos edades diferentes.

|                                | Novillos<br>1 año | Novillos<br>2 años |
|--------------------------------|-------------------|--------------------|
| Número de animales             | 15                | 31                 |
| Edad inicial aproximada, meses | 12                | 24                 |
| Peso inicial, kg               | 194               | 292                |
| Peso final, kg                 | 278               | 390                |
| Ganancia diaria, kg            | 0,654             | 0,762              |
| Días de observación            | 129               | 129                |
| Conversión de alimentos        | 7,40              | 8,60               |

a/ % de NNP del N total: 54%

#### 4.3 Resultados económicos

Para el cálculo de los beneficios económicos se obtuvieron primero las cantidades de alimento realmente consumidos y que se presentan en el Cuadro 7.

Los costos de producción/animal/día, se indican en el Cuadro 8. El costo total promedio para los novillos jóvenes fue de US\$0.48/animal/día, con un rango de US\$0.40 a 0.58/animal/día. Estos costos se obtuvieron sumando los costos de alimentación con el costo fijo de US\$0.10/animal/día (mano de obra, administración, alquileres, intereses, Veterinario, medicinas, 1% de riesgos de muerte de animales y otros - ver Cuadro 3A del Apéndice). Ya que lo que interesó en este estudio fue el aspecto económico de un cebamiento comercial de novillos jóvenes, se incluyeron todos los

Cuadro 7. Consumo promedio de materia seca/animal/día, kg.

| Tratamiento <sup>a/</sup><br>%       | Harina de carne<br>kg | Urea<br>g | Bagazo<br>kg | Melaza<br>kg | Total<br>kg |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------|--------------|--------------|-------------|
| 0                                    | 2,128                 | --        | 0,65         | 3,272        | 6,050       |
| 18                                   | 1,788                 | 61        | 0,65         | 3,540        | 6,039       |
| 36                                   | 1,322                 | 115       | 0,65         | 3,577        | 5,664       |
| 54                                   | 0,881                 | 158       | 0,65         | 3,492        | 5,181       |
| 72                                   | 0,614                 | 243       | 0,65         | 4,230        | 5,737       |
| -----                                |                       |           |              |              |             |
| 54 (novillos de<br>dos años de edad) | 1,335                 | 222       | 0,65         | 4,900        | 7,107       |

<sup>a/</sup> Porcentaje del N total como N ureico.

Cuadro 8. Análisis económico.

| Tratamiento <sup>a/</sup><br>%             | Costo total/animal/día<br>US\$ <sup>d/</sup> | Valor de la ganancia <sup>b/</sup><br>de peso/animal/día<br>US\$ | Eficiencia <sup>c/</sup><br>económica<br>% |
|--|--|--|--|
| 0  | 0.58   | 0.53   | -- 8,6                                     |
| 18   | 0.54   | 0.63   | 16,7                                       |
| 36   | 0.47   | 0.54   | 14,8                                       |
| 54   | 0.41   | 0.41   | 0,0  |
| 72   | 0.40   | 0.53   | 32,5                                       |
| -----                                      |  |  |  |
| 54 (novillos de dos<br>años implantados)   | 0.54   | 0.55   | 2  |
| 54 (novillos de dos<br>años sin implantar) | 0.54   | 0.45   | - 16,6                                     |

<sup>a/</sup> Porcentaje del N total como N ureico.

<sup>b/</sup> Precio vigente en Turrialba: ₡5,40/kg en pie (US\$0.63/kg en pie).

<sup>c/</sup> Eficiencia =  $\frac{\text{valor de la ganancia} - \text{costo total}}{\text{costo total}} \times 100$

<sup>d/</sup> 1 US dólar = 8,54 colones costarricenses.

gastos posibles en un sistema a nivel de ganadero en Turrialba, Costa Rica y el grado de variación de esta investigación dependerá de las condiciones donde se desarrolle el sistema.

Los ingresos brutos se obtuvieron multiplicando la ganancia diaria de peso (Cuadro 2) por el valor de 1 kg en pie que fue de US\$0.63.

En la Figura 2 se puede observar comparativamente la respuesta biológica y el beneficio económico de los tratamientos estudiados con los novillos jóvenes.

Se siguió un procedimiento igual para el estudio económico de los tratamientos que emplearon novillos de dos años de edad. El Cuadro 7 contiene la información concerniente al consumo de alimentos. Los resultados aparecen en el Cuadro 8.

En el Cuadro 8 se puede observar una tendencia de los costos de producción a disminuir al aumentar el nivel de reemplazo de la proteína por urea en la ración. Consecuentemente, los beneficios aumentan.

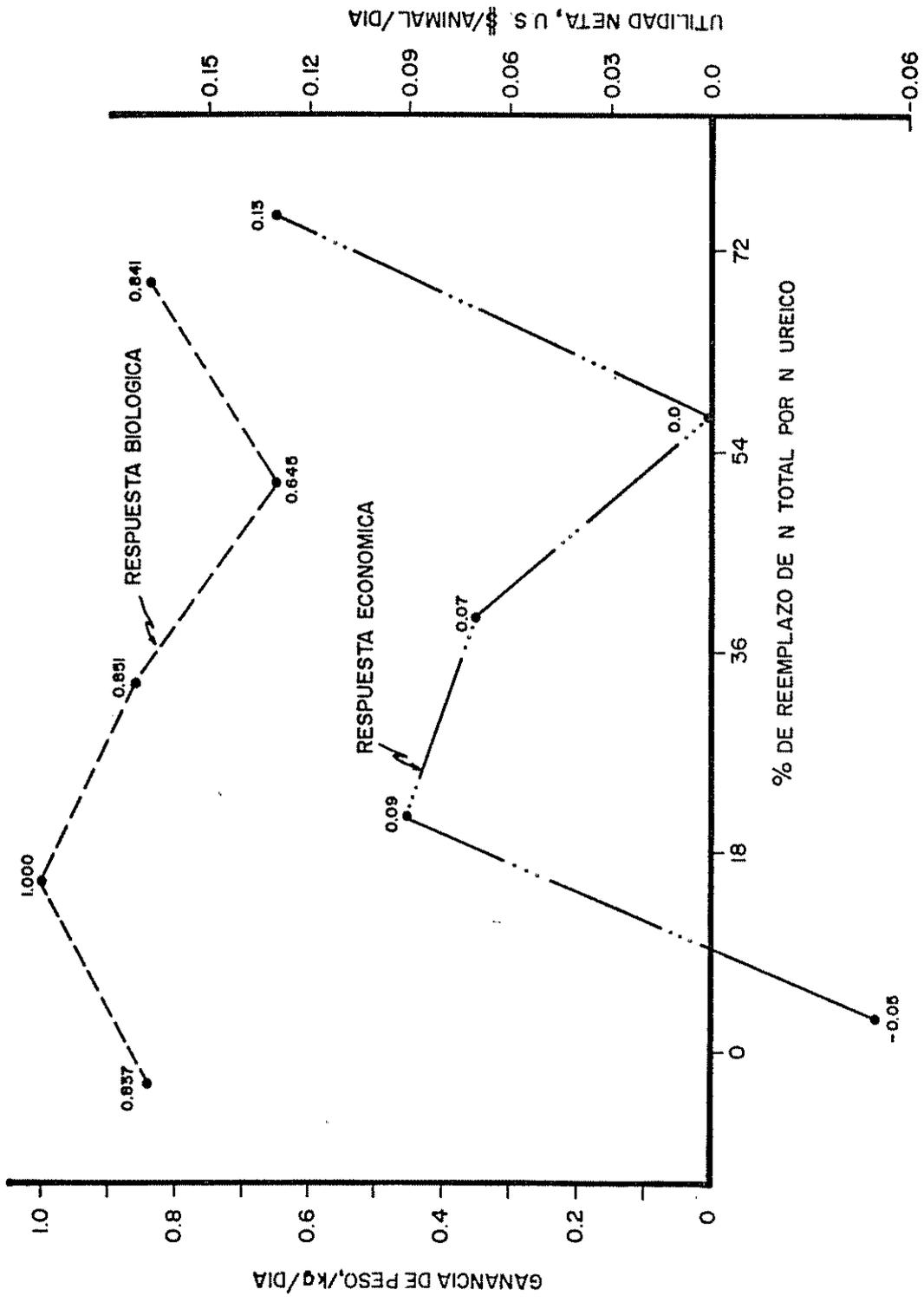


FIG. 2 - EFECTO DEL NIVEL DE SUSTITUCION DE PROTEINA POR UREA SOBRE LA GANANCIA DIARIA DE PESO Y UTILIDAD NETA.

## 5. DISCUSION

## 5.1 Efecto de los niveles de urea

En el presente trabajo, utilizando como fuente energética la melaza de caña de azúcar, se reemplazó la proteína natural por urea hasta en un 72 por ciento obteniéndose en este caso 0,84 kg/animal/día de ganancia que es similar a la ganancia de 0,72 kg/animal/día hasta 0,83 kg/animal/día obtenido en Cuba por Elías et al. (11), quienes proporcionaron un 75 por ciento de la energía con el uso de melaza y un 59 por ciento del total de N con el uso de un nivel fijo de urea. En un experimento realizado en fecha reciente por Ruíz et al. (48), utilizando novillos cruzados de razas de carne y con niveles de hasta 60 por ciento de reemplazo de la proteína por urea obtuvieron ganancias de más de 1 kg/animal/día. Los resultados obtenidos en el presente trabajo comparados con los de Elías et al. (11) y Ruíz et al. (48), demuestran que con un sistema de alimentación a base de melaza y pequeñas cantidades de forraje es posible utilizar altos niveles de urea y obtener ganancias de peso superiores a los 800 g/día. Una excepción a lo anterior se encontró con el tratamiento de 54 por ciento de reemplazo en novillos jóvenes en los que sólo se obtuvo un incremento diario de 650 g. Este resultado fue debido a que en este grupo, tres animales se lesionaron en el transporte lo que repercutió en ganancias bajas de peso, además, este grupo fue el más afectado por tiña tricofítica determinándose también una merma en la ganancia de peso/animal/día.

Algunos autores (1, 8, 20, 42) indican que cuando se emplean niveles de N-ureico mayores al 50 a 60 por ciento del N total, ocurren marcadas disminuciones en la tasa de crecimiento. Sin embargo, es dudoso que esto

explique el fenómeno pues el grupo con 72 por ciento de N-ureico realizó ganancias semejantes a los demás tratamientos.

Con respecto a la tasa de crecimiento diario observada de 0,835 kg/animal/día, esta es de 12 a 40 por ciento inferior a las reportadas por varios autores (5, 18, 23, 24, 28, 36, 37) con alimentación basada en concentrados proteicos, urea, forraje restringido o ad libitum y diversas fuentes energéticas, pero sí es superior a los 0,570 kg/animal/día que obtuvo Valente (51). En nuestro criterio, existen algunas razones para explicar la menor ganancia de peso que se obtuvo en el presente experimento donde se utilizó novillos Brahman encastados. Hay evidencia del efecto de la raza en la ganancia de peso, tal como señala Willis (56), quien encontró que la raza Charolais tuvo mejor rendimiento que el Brahman: 1,21 kg/animal/día y 0,83 kg/animal/día. En Turrialba, Ochoa (34) observó mayores ganancias de peso para el grupo de híbridos con respecto a las razas puras: 1,20 kg/animal/día y 0,910 kg/animal/día, respectivamente, detectándose significancia estadística por efecto de raza ( $P \leq 0,05$ ). Una tendencia similar fue reportada en el trabajo realizado por Ruíz et al. (48); estos autores utilizaron niveles hasta del 60 por ciento del N-ureico en reemplazo del N-proteico.

Al incrementarse la contribución proporcional de la urea, al nitrógeno total, las ganancias de peso disminuyen (48). Cierta tendencia en este respecto también se encontró en el presente estudio. Este efecto está de acuerdo con Oltjen (36), quien predice disminuciones de ganancia de peso de hasta 35 por ciento a un nivel de 100 por ciento de reemplazo de la proteína por urea. Si se extrapolaran los datos de Ruíz et al. (48), la

disminución en ganancia de peso al nivel de 100 por ciento de reemplazo también sería del orden del 35 por ciento. Oltjen atribuye esta respuesta a la poca aceptabilidad de las dietas por los animales a medida que se incrementan los niveles de urea. Además, Blaxter, citado por Guzmán (17), plantea que con altos niveles de urea, el trabajo fisiológico para eliminar amoníaco como urea en la orina, demanda un gasto energético de 5,48 Kcal por cada gramo de N excretado, lo que constituiría una carga energética adicional sobre el animal. La solución pareciera estar en ofrecer una mezcla de miel/urea ad libitum pero el consumo de ésta se ve reducida con aumentos en el nivel de urea (39). En todo caso, considerando que el N de la urea sólo cuesta alrededor del 14 por ciento del N de la harina de carne, la reducción en ganancia de peso se ve altamente compensada con un aumento en el beneficio económico. En la práctica no se debe pretender conseguir las más altas ganancias de peso sino las más altas ganancias económicas. En el presente estudio las ganancias netas fueron de US\$ -0.05/animal/día y de US\$0.13/animal/día (-8,6 a 32,5% de eficiencia económica) en los niveles de sustitución de N-proteico por N-ureico de 0 y 72 por ciento, respectivamente. Esta tendencia tiene similitud con los análisis económicos de Ruíz et al. (48) en un experimento similar al presente. Sin embargo, las ganancias económicas en aquél trabajo fueron más altas. Esto fue debido básicamente a que los precios de todos los ingredientes empleados en el trabajo presente habían sufrido un alza de hasta 75 por ciento (en el caso de la urea), en comparación con los precios usados en el experimento de Ruíz et al. (48). Sin embargo, los precios de la carne no mejoraron.

Por otro lado, al mantenerse una rentabilidad neta con los niveles altos de urea (exceptuando el grupo de 54% de sustitución por razones de salud de algunos animales), a pesar de las condiciones económicas desfavorables, se ha demostrado la capacidad del sistema de engorda empleado para absorber crisis económicas como las descritas y aún mantenerse rentable para el productor.

Con referencia a la conversión de alimentos a ganancia de peso, en este trabajo se observó como promedio de todos los tratamientos un consumo de 6,4 kg de materia seca por kg de ganancia de peso vivo (Cuadro 5). No se detectaron tendencias en cuanto a los efectos del nivel de urea. El promedio observado se compara favorablemente con valores reportados por otros autores y que abarcan de 5,02 a 18,2 kg de materia seca (18, 24, 28, 36). Esta comparación indica que la engorda intensiva de novillos en corral a base de los subproductos de la caña, y altos niveles de urea es un medio eficiente de utilización de estos subproductos.

## 5.2 Efecto de la edad

En el presente trabajo, al comparar la respuesta en ganancia de peso por día de novillos de un año vs. novillos de dos años, se observó que las ganancias fueron 0,654 y 0,762 kg/animal/día, respectivamente, para los dos grupos ( $P \leq 0,01$ ). Por un lado se recomienda cierta cautela en la comparación de estos datos ya que se ha señalado que los novillos de un año de edad presentaron algunos problemas tanto en el manejo, como de tipo sanitario, que pudieron haber limitado la ganancia de peso.

Es posible que parte de la explicación de estos resultados radique en una aparente susceptibilidad de animales jóvenes a la calidad de

la proteína. Así, Lowrey (26) y Kirk et al. (20) han encontrado menores ganancias de peso en novillos jóvenes alimentados con urea que cuando son alimentados con torta de algodón, mientras que en novillos adultos no han encontrado tal diferencia.

Por otro lado, los animales entre 9 y 15 meses de edad en varias razas realizan ganancias diarias de peso superiores a las de novillos de 2 años de edad<sup>a/</sup>. Al expresar estos resultados como ganancias relativas al peso corporal, los animales jóvenes fueron más eficientes. Ya que la alimentación en ambos grupos fue igual en composición y en nivel relativo al peso, es totalmente lógico que los novillos jóvenes presentaran una mayor eficiencia de conversión de alimentos (Cuadro 6).

Con lo expuesto en el párrafo anterior, también fue obvio que la eficiencia económica fuera menor en los animales de dos años de edad que en los novillos jóvenes. Esto es de gran importancia práctica en el planeamiento de operaciones de engorda que utilicen animales de bajo peso inicial aunque no se cuenta aún con información que indique la eficiencia total de este tipo de animales al completar su peso de mercadeo.

### 5.3 Efectos de implantes

Se ha demostrado ampliamente que el uso de anabólicos promueven un aumento de peso en los animales y una mayor eficiencia de utilización de alimentos.

En el presente trabajo se utilizó el anabólico comercial "Ral-gro"

---

<sup>a/</sup> Bailón, G. Comunicación personal. 1974.

y se implantó a un grupo de los novillos de dos años de edad que recibieron el tratamiento de 54 por ciento de sustitución del M-proteico por M-ureico. Estos animales ganaron 0,881 kg/día en contraste con una ganancia de 0,715 kg/día para los novillos no implantados. Esta diferencia fue altamente significativa ( $P \leq 0,001$ ). Según Berger et al. (4), los novillos tratados con anabólicos comerciales retienen una mayor cantidad de nitrógeno. Esto indica un aumento en la formación de las proteínas en las células. Los mismos autores reportan ganancias significativas ( $P \leq 0,05$ ) en novillos implantados vs. novillos no implantados (1,24 kg/animal/día y 1,15 kg/día, respectivamente).

Si el efecto de los anabólicos es tan marcado, es posible que estos productos jueguen un papel de extrema importancia en sistemas intensivos de alimentación en el trópico especialmente si se emplean altos niveles de nitrógeno suplementario como es el caso de sistemas basados en melaza o banano. El bajo costo del producto en este estudio (US\$0.80/implante) implica que los costos de producción no se alteran y, por lo tanto, los beneficios económicos aumentan, lo que se evidencia en el Cuadro 8.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en que se desarrolló este trabajo y de los resultados obtenidos, se pueden derivar las siguientes conclusiones:

1. Es posible reemplazar la proteína suplementaria por urea en la alimentación intensiva de novillos lográndose ganancias de peso similares a las logradas sin la presencia de urea.
2. El efecto más evidente del reemplazo parcial de proteína por urea es un aumento en el beneficio económico de la producción de novillos en crecimiento.
3. La tasa de ganancia de peso de novillos de un año de edad es menor que la de novillos de dos años de edad; sin embargo, el crecimiento relativo es favorable a los primeros.
4. El uso de implantes anabólicos en un sistema de engorda a base de subproductos de la caña y urea promueve mayor ganancia de peso.
5. Se recomienda investigar: a) El uso de niveles de urea en reemplazo total de la proteína suplementaria; b) La eficiencia biológica de utilización de la urea; c) El efecto biológico y económico de niveles de NNP total/100 kg de peso mayores a los empleados en este estudio; y d) La interacción de nivel y calidad de energía con niveles de reemplazo de N-proteico por N-ureico.

## 7. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Finca Oriente propiedad del Sr. Carlos Manuel Rojas, ubicada en Atirro de Turrialba, Costa Rica.

El objetivo principal fue el de estudiar la respuesta biológica y económica de novillos engordados a base de melaza, como consecuencia del reemplazo isonitrogenado de varios niveles de harina de carne y hueso por urea.

Se utilizaron 135 novillos Brahman encastados, compuestos de un grupo de 75 animales de un año de edad y de 200 kg de peso inicial y 60 animales de dos años de edad y 300 kg de peso vivo en promedio, respectivamente. Para el grupo de novillos de un año de edad se utilizó un diseño irrestrictamente al azar con una variable y cinco niveles. La variable en estudio fue la proporción del nitrógeno total de la dieta proveniente de la urea. Los niveles empleados fueron de 0, 18, 36, 54 y 72 por ciento.

El segundo grupo de 60 novillos compartió un solo corral y un solo nivel de urea (54% del N total proveniente de la urea en reemplazo de la proteína natural), se implantaron a la mitad de los novillos con Rai-gro, que es un anabólico comercial, formándose así dos tratamientos en este grupo y fueron comparados mediante una prueba de "t". Además, se utilizó el subgrupo no implantado y se comparó con el cuarto tratamiento de novillos jóvenes (54% de reemplazo de N-proteico por N-ureico) a fin de comparar las ganancias diarias de peso obtenidas por novillos de 200 kg de peso inicial vs. novillos de 300 kg de peso inicial.

El promedio general de ganancia diaria para los novillos de un año de edad fue de 0,835 kg. Se observó un efecto altamente significativo ( $P < 0,01$ ) del nivel de urea sobre la ganancia de peso sin mostrar tendencias claramente discernibles.

Con respecto a los novillos de 300 kg de peso inicial y 54 por ciento de nivel de sustitución del N total por N de urea se obtuvo una ganancia promedio de 0,881 kg/día para el grupo de implantados y de 0,715 kg/día para los novillos no implantados, encontrándose alta significancia ( $P \leq 0,001$ ) en la prueba comparativa de "t".

También se observó alta significancia ( $P \leq 0,01$ ) en la prueba de "t" al comparar el grupo de novillos jóvenes en el nivel de 54 por ciento de sustitución vs. novillos adultos en el mismo nivel (0,654 vs. 0,762 kg/día, respectivamente). Los costos de los diferentes tratamientos tendieron a disminuir al incrementar el nivel de urea en la ración, obteniéndose el máximo beneficio económico neto de US\$0.13/animal/día en el grupo de novillos jóvenes con el 72 por ciento de sustitución de proteína natural por urea. Esto equivalió a una eficiencia de la inversión total de 32,5 por ciento. La ganancia de peso por animal/día en dicho grupo fue de 841 g.

De los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que se desarrolló este trabajo se pueden derivar las siguientes conclusiones: a) Es posible reemplazar la proteína suplementaria por urea en la alimentación intensiva de novillos lográndose ganancias de peso similares a las logradas sin la presencia de urea; b) El efecto más evidente del reemplazo parcial de proteína por urea es un aumento en el beneficio económico de la producción de novillos en crecimiento; c) La tasa de ganancia de peso de novillos de un año de edad es menor que la de novillos de dos años de edad; sin embargo, el crecimiento relativo es favorable a los primeros; y d) El uso de implantes anabólicos en un sistema de alimentación a base de subproductos de la caña y urea promueve mayor ganancia de peso.

## 7a. SUMMARY

The study reported herein was conducted at Hacienda Oriente, owned by Mr. Carlos Manuel Rojas, and located in Atirro de Turrialba, Costa Rica.

The main objective was to evaluate the biologic and economic response of growing-fattening steers fed high levels of molasses with varying levels of replacement of meat and bone meal by urea on an isonitrogenous basis.

One hundred and thirty-five steers highly up-graded with Brahman blood were used. This group was composed of 75 yearling steers weighing an average of 200 kg and 60 two-year old animals with an average initial weight of 300 kg. A completely randomized design was used with the yearlings in which five levels of total N replacement by urea N were tested. These levels were 0, 18, 36, 54 and 72 per cent.

The two-year old steers were grouped in one pen and received a uniform level of urea (54% of the total N as urea N). Half of this group was implanted with Ral-gro, a commercial anabolic compound, thus resulting in two sub-groups which were compared by a "t" test. In addition, the non-implanted sub-group was compared to the group of yearlings receiving 54 per cent of N replacement, with the purpose of studying the effect of age on daily weight gains.

The average daily weight gain observed in the yearlings was 0.835 kg. The effect of treatments (urea levels) was highly significant ( $P < 0.01$ ) but no clear tendencies were obtained.

With respect to the two-year olds, the average daily weight gain was 0.881 kg for the implanted steers and 0.715 kg for the controls. The

difference was highly significant ( $P \leq 0.001$ ).

The comparison in weight gain between the one-year old and the two-year old steers proved to be significant ( $P \leq 0.01$ ) as the yearlings gained 0.654 kg/day in contrast to the 0.762 kg/day obtained with the older animals.

The production costs tended to decrease as the level of replacement of protein by urea increased. This resulted in a maximum net benefit, at the level of 72 per cent replacement, of US\$0.13/head/day. This represents an economic efficiency of the total investment of 32.5 per cent.

In view of these results and the conditions under which the work was carried out, the following conclusions may be drawn: a) it is possible to replace supplementary protein by urea in feed-lot feeding of steers and to obtain weight gains similar to those obtained in the absence of urea; b) the most evident effect obtained by partially replacing protein by urea is the increase in the net profit of the fattening operation; c) the rate of weight gain in yearlings is slower than that shown by two-year old steers; however, the relative weight gains is higher in the younger animal, and d) the use of anabolic implants in a feeding system based on sugarcane by-products and urea promotes higher weight gains.

## 8. LITERATURA CITADA

1. ANDERSON, G. C. et al. Comparative effects of urea, usamite, biuret, soybean protein, and creatine on digestion and nitrogen metabolism in lambs. *Journal of Animal Science* 18(1):134-140. 1959.
2. BATEMAN, J. V. *Nutrición animal; manual de métodos analíticos.* México, D.F., Herrero, 1970. 469 p.
3. BEAMES, R. M. Bagamolasses as the basis of a fattening ration for cattle. *Queensland Journal of Agricultural Science* 18(1):425-436. 1961.
4. BORGER, M. L. et al. Zeranol and dietary protein level effects on live performance carcass merit certain endocrine factors and blood metabolite levels of steers. *Journal of Animal Science* 36(4):706-711. 1973.
5. BRADLEY, N. W. et al. Fat and urea in finishing ration for steers. *Journal of Animal Science* 25:480. 1966.
6. CABRERA, M. C., MUÑOZ, H. y SOLARES, L. Melaza de caña como suplemento en el engorde de bovinos en zacate guinea (Panicum maximum). *Técnica Pecuaria en México* 1:34-37. 1963.
7. COCHRAN, W. G. y COX, G. M. *Diseños experimentales.* Trad. de la 2a. ed. inglesa. México, D.F., Trillas, 1965. 661 p.
8. CHALUPA, W., EVANS, J. L. y STILLIOS, M. C. Metabolic aspects of urea utilization by ruminant animals. *Journal of Nutrition* 84(1):77-82. 1964.
9. CHAPMAN, H. C. et al. Blackstrap molasses for beef cows. *Florida Agricultural Experimental Station. Bulletin no. 701.* 1965. 316 p.
10. EASTOE, J. E. y LONG, J. E. The amino-acid composition of processed bones and meat. *Journal of the Sciences of Food and Agriculture* 11(1):87-92. 1960.
11. ELIAS, A. et al. Intensive beef production from sugar cane. IV. Molasses/urea as a substitute for grain in low fiber diets. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas (English edition)* 2(1):55. 1968.
12. \_\_\_\_\_ et al. Subproductos de la caña y producción intensiva de carne. VIII. El efecto de la inoculación ruminal y de distintas cantidades de forrajes, sobre el comportamiento de toros Cebú cebados en altos niveles de miel/urea. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 3(1):19-23. 1969.

13. EREMEEF, V. y LENNOX, C. G. Steer "dry lot" fattening. Experimental Hawaiian Planters. Record 35. 1931. pp. 341-343.
14. FLORES, F. Respuesta bioeconómica de novillos de engorda alimentados con diferentes niveles de pulpa de café ensilada y proteína. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, 1973. 61 p.
15. FONTENOT, J. P. y KELLY, R. F. Effects of protein level of steer fattening ratios. III. Feed lot performance, nitrogen metabolism and certain blood constituents. Journal of Animal Science 22:248. 1963.
16. GEERKEN, C. M. y FIGUEROA, V. Necrosis cerebro-cortical (borrachera de miel), en ganado de carne: algunos parámetros bioquímicos preliminares. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 5(2):205-209. 1971.
17. GUZMAN, J. El uso de miel final con o sin urea para vacas lecheras en pastoreo. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 4:109-112. 1970.
18. HERD, D. B. et al. Utilization of nitrogen from different sources by beef steers ground ear corn ratios. (Sumario). Journal of Animal Science 25:260. 1966.
19. ISIDOR G., M. E. Efecto de diferentes niveles de proteína, pasto y raquis de banano sobre el crecimiento de novillos con consumo ad libitum de banano. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, 1973. 50 p.
20. KIRK, W. G. et al. Urea and cotton seed meal in the ration of fattening cattle. Florida Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 603. 1968. 16 p.
21. \_\_\_\_\_ et al. Utilizing bagasse in cattle fattening ratios. University of Florida Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 641. 1962. 20 p.
22. 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.
23. LAMMING, G. E., SWAN, H. y PICHARD, D. W. The substitution of urea for soybeans meal in a beef ration. (Sumario). Animal Production 9:270. 1967.
24. LITTLE, C. O. et al. Digestive tract nitrogen and feedlot performance of steers fed soybean meal or urea. (Sumario). Journal of Animal Science 27:1169. 1968.

25. \_\_\_\_\_, MITCHELL, Jr., G. E. y POTTER, G. D. Nitrogen in the abomasum of wethers fed different protein sources. *Journal of Animal Science* 27(6):1722-1725. 1968.
26. LOWREY, R. S. y McCARNICK, W. C. Factors affecting the utilization of high urea diets by finishing steers. *Journal of Animal Science* 28(3):406-411. 1969.
27. MARTIN, J. L., PRESTON, T. R. y WILLIS, M. B. Intensive beef production from sugar cane. VI. Napier or maize as forage sources at two levels in diets based on molasses/urea. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 2:175. 1968.
28. McCARTOR, M. M., ENGLAND, M. W. y WOODWARD, K. B. Performance on isonitrogenous, isomineral ration. (Sumario). *Journal of Animal Science* 26:923. 1967.
29. 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.
30. McGRAHAM, H. et al. Environmental temperature, energy metabolism on heat regulation in sheep. *Journal of Agricultural Science* 52(1):13-24. 1959.
31. MENDOZA, M., ROJAS, S. y BACIGALUPO, A. El uso de pasta de algodón, harina de pescado y anchoveta fresca en engorde de novillos. In Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal, 2a, Lima, 1968. *Proceedings, Lima, 1968.* p. 40.
32. MOTT, G. O. et al. Melaco como suplemento energético para novillos da raça zebú en pastejo de capim coloniao, com o sem adubo nitrogenado. *Pesquisa Agropecuario Brasileira* 2:441-459. 1967.
33. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirement of beef cattle. Washington, D.C., National Academy of Science, 1970. 55 p.
34. OCHOA, C. Efecto del nivel de proteína y bagazo de caña sobre el crecimiento de toretes alimentados con melaza. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, 1973. 49 p.
35. OLTJEN, R. Effects of feeding ruminant non-protein nitrogen as the only nitrogen source. *Journal of Animal Science* 28(5): 673-682. 1969.
36. \_\_\_\_\_, BOND, J. y RICHARDSON, G. V. Growth and reproductive performance of bulls and heifers fed purified and natural diets. I. Performance from 14 to 189 days of age. *Journal of Animal Science* 28:717. 1969.

37. PERRY, T. W., BEESON, W. M. y MOHLER, M. T. A comparison of high urea supplements with natural protein supplements for growing and fattening beef cattle. *Journal of Animal Science* 26:1434. 1967.
38. POTTER, G. D. et al. Abomasal nitrogen in steer fed soybean meal, urea or urea plus two levels of molasses. *Journal of Animal Science* 32(3):531-533. 1971.
39. PRESTON, T. R., WILLIS, M. B. y ELIAS, A. Subproductos de la caña y producción intensiva de carne. I. Efectos de diferentes niveles de urea en la miel final suministrada ad libitum a toros en ceba como suplemento del grano. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 1(1):33-40. 1967.
40. \_\_\_\_\_, 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 Ciencias Agrícolas* 2(3):263-268. 1968.
41. \_\_\_\_\_ y WILLIS, M. B. Intensive beef production. Oxford, Pergamon Press, 1970. 544 p.
42. RAMIREZ, A. y KOWALCZYK, J. Síntesis de proteína microbiana en toros jóvenes alimentados con dietas basadas en miel/urea libre de proteína verdadera. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 5(1):21-26. 1971.
43. RANDER, P. F. et al. Alkali-treated and raw sugarcane bagasse as roughages in complete rations for lactating cow. *Journal of Dairy Science* 55(10):1492-1495. 1972.
44. REID, J. T. Urea as a protein replacement; a review. *Journal of Dairy Science* 36:955. 1953.
45. RUIZ, M. E. Desarrollo de sistemas intensivos de producción de carne en confinamiento para el trópico. In Curso Intensivo en Producción Animal con Énfasis en Bovinos, Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1974. 62 p.
46. \_\_\_\_\_. Producción intensiva de carne a base de melaza y bagazo de caña. *Actividades en Turrialba* 1(5):3-4. 1973.
47. \_\_\_\_\_. Sistemas de alimentación intensiva en corrales de engorda a base de subproductos del Trópico. In Symposium Centroamericano y Panamá de Nutrición y Sanidad Animal, 3a, San José, Costa Rica, 1974. Trabajos. San José, 1974. 16 p.

48. RUIZ, M. E., OCHOA, C. y VILLEGAS, L. A. Utilización de subproductos en la engorda de ganado de corral. I. Subproductos de la caña de azúcar. In Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Séptimo día de Campo Ganadero. Turrialba, Costa Rica, 1973. 20 p.
49. STEEL, R. y TORRIE, J. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw-Hill, 1960. 710 p.
50. TILLEY, J. M. A. y TERRY, R. A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. Journal British Grassland Society 18:104. 1963.
51. VALENTE, C. S. Efeito de tres fontes nitrogenadas no crecimiento e engorda de bovinos de corte a base de melaço. Tese Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, 1972. 52 p.
52. VAN SOEST, P. J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. Journal Associate Official Agronomical Chemical 46:829-835. 1963.
53. VEITIA, J. L., ESQUIVEL, C. y SIMON, L. Hierba elefante y paja de arroz como fuente de forraje para ganado de carne cebado con dietas basadas en miel. I. Crecimiento y conversión. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 5(2):171-174. 1971.
54. VERDURA, T. y ZAMORA, I. Necrosis cerebrocortical en Cuba en ganado de carne alimentado con dietas basadas en altos niveles de miel. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 4(3): 215-218. 1970.
55. VIRTANEN, A. I. Milk production of cows on protein-free feed. Science 153:1603-1614. 1966.
56. WILLIS, M. B. y PRESTON, T. R. The performance of different breeds of beef cattle in Cuba. Animal Production 10:77. 1968.
57. ZORRILLA, J. M. B. y MERINO, H. Z. Estudio comparativo de raciones con dos niveles de melaza y dos niveles de suplementación de potasio y zinc en la alimentación de rumiantes. Técnica Pecuaria de México 14:5-10. 1970.

9. A P E N D I C E

Cuadro 1A. Análisis proximal de los ingredientes alimenticios en base seca al vacío.

| Alimentos                   | MS<br>%            | PT<br>% | EE<br>% | CENIZA<br>% | FC<br>% | ELN<br>% | Ca<br>% | P<br>% | K<br>% | Mg<br>% | FDN  |
|-----------------------------|--------------------|---------|---------|-------------|---------|----------|---------|--------|--------|---------|------|
| Harina de carne             | 92,6               | 40,0    | 14,3    | 39,15       | 1,5     | 5,0      | 10,17   | 2,09   | 0,36   | 0,54    | --   |
| Melaza de caña de<br>azúcar | 62,5 <sup>a/</sup> | 5,15    | 2,0     | 14,00       | 0,5     | 78,35    | 6,63    | 0,2    | 3,63   | 0,69    | --   |
| Bagazo <sup>b/</sup>        | 55,0               | 2,97    | 1,28    | 3,25        | 52,0    | 40,50    | -       | -      | -      | -       | 86,4 |
| Urea (con 46% N)            | 100,0              | 287,5   | -       | -           | -       | -        | -       | -      | -      | -       | -    |

MS = Materia seca

PT = Proteína total

FC = Fibra cruda

FDN = Fibra detergente neutro

ELN = Extracto libre de nitrógeno

<sup>a/</sup> Análisis por el método infrarrojo

<sup>b/</sup> Digestibilidad in vitro de la materia seca 22%

Cuadro 2A. Datos usados para el análisis económico de una engorda a base de melaza, bagazo y diversos niveles de urea.

| ITEM                                | Valor US\$       |
|-------------------------------------|------------------|
| Costos fijos (manejo e inversiones) | 0.10/animal/día  |
| Costos de alimentación              |                  |
| Harina de carne (tankage)           | 0.16/kilo        |
| Urea                                | 0.18/kilo        |
| Sal                                 | 0.07/kilo        |
| Melaza                              | 0.017/kilo       |
| Bagazo                              | 0.001/kilo       |
| Azúfre                              | 0.35/kilo        |
| Minerales y vitaminas               | 0.003/animal/día |
| Venta de ganado                     | 0.63/kilo en pie |

Cuadro 3A. Costos fijos en base a un Centro de engorde para  
200 animales (¢).

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Administración          | 20.800/año                               |
| Mano de obra            | 6.000/año                                |
| Alquileres              | 6.000/año                                |
| Intereses               | 24.000/año                               |
| Veterinario y medicinas | 2.000/año                                |
| Otros                   | 1.000/año                                |
| Muertes de animales 1%  | 8.400/año                                |
| Total                   | 68.200<br>¢0,93/animal/día<br>(US\$0.10) |