

CRECIMIENTO DE NOVILLAS EN PASTOREO CON DIFERENTES DISPONIBILIDADES
DE PASTO Y UN CONCENTRADO LIQUIDO DE MELAZA

Tesis de Grado de Magister Scientiae

Ferdinando Perla Escobar



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

CRECIMIENTO DE NOVILLAS EN PASTOREO CON DIFERENTES
DISPONIBILIDADES DE PASTO Y UN CONCENTRADO
LIQUIDO DE MELAZA

Tesis

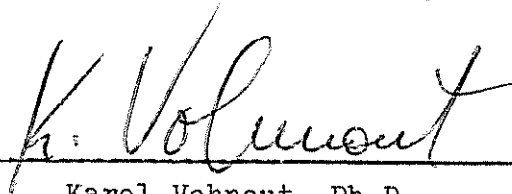
Sometida al Consejo de Estudios Graduados como
requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

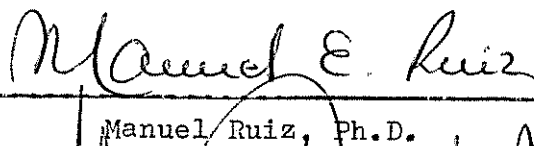
en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

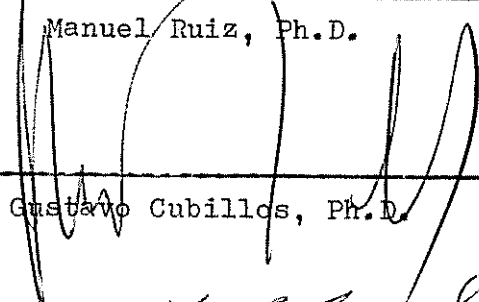
APROBADA:


Karel Vohnout, Ph.D.

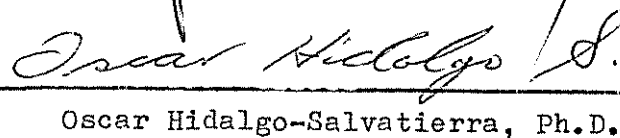
Consejero


Manuel Ruiz, Ph.D.

Comité


Gustavo Cubillos, Ph.D.

Comité


Oscar Hidalgo-Salvatierra, Ph.D.

Comité

Septiembre, 1973

DEDICATORIA

A mis padres.

A mis hermanos y cuñado

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mis sinceros agradecimientos:

Al Dr. Karel Vohnout, Consejero Principal, por la acertada orientación y estrecha colaboración prestada en el planteamiento y desarrollo del presente trabajo.

A los Drs. Manuel Ruiz, Gustavo Cubillos y Oscar Hidalgo-Salvatierra por su ayuda y consejo.

A la Organización de Estados Americanos OEA y Gobierno de El Salvador por darme la oportunidad, a través de una beca, de realizar mis estudios de postgrado.

Al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA por haberme permitido realizar mis estudios de postgrado.

BIOGRAFIA

El autor nació en marzo de 1941 en la villa de Sociedad, Departamento de Morazán, El Salvador. Realizó sus estudios primarios en la Escuela Dr. Ramón Rosa y secundarios en el Instituto Católico de Oriente y Escuela Internacional de Agricultura.

En 1969 se graduó de Médico Veterinario y Zootecnista en la Universidad de San Carlos de Guatemala. Desde esa fecha ingresó a trabajar como Médico Veterinario de la Dirección General de Ganadería del Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador.

En enero de 1971 ingresó como estudiante graduado al Instituto Colombiano Agropecuario-Universidad Nacional de Colombia, en Tibaitatá, Colombia y en enero de 1972 continuó sus estudios en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, en Turrialba, Costa Rica, en donde terminó sus estudios de postgrado en el Departamento de Ganadería Tropical, egresando en septiembre de 1973.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Valor nutritivo de los pastos tropicales	3
2.2. Utilización de raciones a base de melaza	4
3. MATERIALES Y METODOS	7
3.1. Localización	7
3.2. Manejo	7
3.3. Tratamientos	9
3.4. Análisis de la información	10
3.5. Análisis económico	13
4. RESULTADOS Y DISCUSION	14
4.1. Consumo de concentrado	14
4.2. Crecimiento	18
4.3. Análisis económico	27
5. RESUMEN Y CONCLUSIONES	30
5a. SUMMARY AND CONCLUSIONS	32
6. LITERATURA CITADA	34
7. APENDICE	39

LISTA DE CUADROS

Cuadro N ^o		<u>Página</u>
1	Composición del concentrado	8
2	Composición química del concentrado	8
3	Tratamientos	9
4	Esquema del análisis de variancia	11
5	Consumo de concentrado, Kg/animal/día	14
6	Consumo de concentrado, Kg/100 Kg de peso vivo/día	16
7	Requerimientos y consumo de nutrimentos del concentrado	18
8	Incremento de peso, Kg/animal/día	20
9	Análisis de variancia para incrementos diarios de peso	25
10	Incremento en altura a la cruz, cm/animal/día	25
11	Análisis de variancia para el incremento en altura a la cruz	27
 <u>Apéndice</u>		
Cuadro N ^o		
12	Grupos raciales	40
13	Horario para el manejo de los animales	41
14	Análisis de variancia para incremento de peso en tasas relativas	42
15	Estratificación de la variancia	43

LISTA DE FIGURAS

Figura N ^o		<u>Página</u>
1	Consumo de concentrado por períodos	15
2	Consumo promedio de concentrado	17
3	Incremento de peso por períodos	19
4	Incremento promedio de peso	22
5	Promedios de consumo e incremento de peso .	23
6	Incremento promedio en altura a la cruz ...	26
7	Beneficios	29

1. INTRODUCCION

En los países tropicales el ganado bovino es alimentado frecuentemente a base de forrajes de bajo valor nutritivo. El contenido de proteína y energía de estos pastos tiende a ser bajo, con aportes energéticos que raramente cubren los requisitos para una adecuada producción. La producción de forraje está regulada por las condiciones climáticas, existiendo en el año épocas de abundancia y de escasez de forraje. La escasez periódica de alimento puede prevenirse con prácticas de conservación de pasto. También se puede solucionar parcialmente el problema de escasez de pasto haciendo una extracción de animales adecuada a la época de menor producción, o mediante la administración de otros alimentos. El empleo de residuos agrícolas en la formulación de raciones que sustituya el pasto durante la época de escasez, es práctica recomendable si estas raciones son suficientemente baratas y si se conoce un sistema eficiente de utilización.

En el caso específico de la melaza de caña, este es un subproducto que contiene carbohidratos que no cristalizaron para formar sacarosa y es una fuente energética barata de gran aceptación por el ganado. Por su fácil adquisición y almacenamiento puede ser utilizada sola o en mezclas. La producción de melaza en Costa Rica es aproximadamente de 85.500 toneladas.

El empleo de melaza conjuntamente con fuentes proteicas que sean de fácil adquisición y de bajo costo, hace posible obtener una suplementación adecuada para el ganado de acuerdo con el grado de disponibilidad del forraje durante todo el año.

Entre el pasto, el concentrado, el clima y el animal hay interacciones cuyo valor cuantitativo es difícil de predecir. Por consiguiente, aun es necesario desarrollar métodos que permitan la suplementación eficiente de concentrado a los animales en pastoreo. Por lo expuesto los objetivos del presente estudio son:

1. Determinar los efectos de una ración a base de melaza y de diferentes disponibilidades de pasto sobre el crecimiento de novillas en pastoreo.
2. Estudiar la posibilidad de desarrollar sistemas de alimentación, tanto para la época de abundancia como de escasez de forraje, utilizando raciones a base de melaza como suplemento al pastoreo.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Valor nutritivo de los pastos tropicales

En las regiones tropicales los bovinos son casi exclusivamente alimentados a base de pasto, los que generalmente son de bajo valor nutritivo, deficientes en energía y proteína que frecuentemente no llenan los nutrimentos requeridos para crecimiento ó producción de leche (2, 4, 22, 30, 40).

Por el elevado contenido de pared celular y deficiencias en proteína y energía, durante la estación seca el consumo por parte del animal se ve afectado perjudicando la producción (1, 13). Con animales en pasturas tropicales bien manejadas, durante la estación lluviosa, se han obtenido ganancias de 0,570 a 0,610 Kg/día mientras que en la época de sequía los animales pueden llegar a perder peso (18, 29). Anrique (5) trabajando con animales entre 150 a 450 Kg de peso, encontró consumos energéticos en Pasto Guinea (Panicum maximum, Jacq.) y Pangola (Digitaria decumbens, Stent.) de buena calidad, semejantes a las recomendaciones del NRC^{a/} (33) para animales en confinamiento. Si se considera la actividad física de los animales en pastoreo, no se puede asegurar que estos pastos por si solos llenen las necesidades energéticas, especialmente para animales en crecimiento. En otros trabajos realizados con animales en corral y con pasto Elefante (Pennisetum purpureum, Schumach.), Guinea (Panicum maximum, Jacq.), Imperial (Axonopus scoparius (Flügge) Hitch), Pangola (Digi-

a/ National Research Council de los EE.UU. de América.

taria decumbens, Stent.) se ha observado que los valores de Nutrientos Digestibles Totales (NDT) escasamente llegan al 55% y en la mayor parte de los casos estos valores están por debajo del 50% (3). Bajo estas circunstancias estos pastos no llenarían los requerimientos establecidos por el NRC (33) para animales en crecimiento. En general los forrajes de las regiones tropicales tienen mayor contenido de pared celular que los de las zonas templadas y la digestibilidad es menor (1, 4, 5, 22).

2.2. Utilización de raciones a base de melaza

La melaza de caña como alimento para bovinos puede ser de gran importancia en los trópicos como fuente de energía barata. Este producto contiene generalmente 23 a 26% de humedad, 0,2 a 0,5% de nitrógeno y 49 a 54% de azúcares totales (14, 19, 31). La melaza puede ser administrada sola o con urea (11, 15, 16, 17, 44), puede ser mezclada con diversos concentrados y puede administrarse sobre el forraje picado (10, 35). La melaza es aprovechada casi en su totalidad por los microorganismos del rumen, pues se ha detectado que menos del 1% de los carbohidratos solubles ingeridos pasa a la digestión intestinal (20, 26). Cantidades de hasta el 25% de melaza favorecen la actividad celulolítica de las bacterias, teniéndose por consiguiente una mejor utilización de los forrajes (15, 37). La melaza como fuente energética aumenta la digestibilidad de forrajes de elevado contenido de pared celular, lo que se demuestra con el aumento de la tasa de crecimiento y eficiencia de conversión (7, 23, 36, 37, 38). Para eficiencia de conversión de raciones de melaza/urea,

forraje picado y maíz se han encontrado valores de 10,1 a 12,2% (16, 37) y en raciones a base de melaza, forraje picado, bagazo de caña y varios suplementos proteicos la eficiencia de conversión ha sido de 9,9 a 15,5% (41) y de 11,4 a 15,4% (34). Con la suplementación energética de melaza, en corral y con forraje picado, se han obtenido ganancias desde 0,72 a 0,83 Kg/día (36) y con bagazo de caña y harina de pescado se han obtenido ganancias hasta de 1,22 Kg/día (34). En la suplementación energética con melaza en animales que están en pastoreo, se han obtenido ganancias de peso de hasta 1 Kg/día (43). Se debe tener en cuenta el efecto aditivo de la melaza al valor nutritivo del pasto y el efecto sustitutivo parcial del pasto a medida que se aumenta su administración (43). Este último efecto permite aumentar la carga animal en el potrero (2, 24, 32, 39).

El uso indiscriminado de la melaza tiene sus limitaciones. Los bovinos que consumen melaza ad libitum con cantidades restringidas de forraje, pueden desarrollar un problema patológico de necrosis cerebrocortical, conocido como "borrachera de la miel". Este es un síndrome causado posiblemente por alteración en el metabolismo de los carbohidratos (21), pues hay una disminución de la glucemia debido a que la melaza fermenta casi en su totalidad a ácidos grasos volátiles (26, 27). Cuando se utilizan dietas altas en melaza y bajas en fibra también ocurren casos de timpanismo (38).

En Centroamérica existen dos fuentes proteicas que son relativamente abundantes y que pueden ser empleadas conjuntamente con la melaza en la alimentación de bovinos. Estas son la harina de carne y la harina de algodón. La harina de carne es el residuo de los

tejidos blandos y de hueso, y es obtenida principalmente por un proceso de derretimiento. Nutricionalmente la harina de carne tiene un contenido de proteína cruda de 54 a 57% (14, 33). La harina de algodón es el subproducto de la extracción del aceite de la semilla de algodón. Se origina principalmente de la almendra de la semilla y cierta proporción de cáscara, siendo su contenido proteico de 36 a 42% (14, 33).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización

El presente trabajo fue realizado en la finca experimental del Departamento de Ganadería Tropical, del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, en Turrialba, Costa Rica. Turrialba se encuentra en una zona tropical húmeda, a una altitud de 600 m, con una precipitación media anual de 2600 mm uniformemente distribuida, humedad relativa media del 90% y una temperatura media anual de 22°C. El experimento se inició el 22 de diciembre de 1972 y se concluyó el 13 de abril de 1973.

3.2. Manejo

Los potreros estaban constituidos principalmente por pasto Guinea (Panicum maximum, Jacq.), además, por pasto Calingüero (Melinis minutiflora, Beauv.) con algunas franjas de pasto Pangola (Digitaria decumbens, Stent.), pasto Jaragua (Hyparrhenia rufa (Nees) Stapf.) y otras gramíneas naturales de los géneros Paspalum, Axonopus y Echinocloa. También había evidencia que en toda el área del experimento habían algunas leguminosas nativas, especialmente del género Desmodium.

Se trabajó con 90 novillas de destete reciente con edades iniciales de 6 a 9 meses de edad, las cuales fueron divididas en 5 grupos raciales, con 18 animales por grupo (ver apéndice Cuadro 12). La duración del experimento fue de 16 semanas, teniendo un período pre-experimental de 4 semanas. Este período preliminar tuvo por

objeto adaptar a los animales a las condiciones de manejo, a la ración de concentrado y a superar la penuria causada por el destete. Durante el experimento se aplicaron baños periódicos para el control de ectoparásitos y se administró vermífugos contra vermes gastrointestinales y pulmonares. En los corrales los animales recibían la ración de concentrado (Cuadro 1) administrada ad libitum, según horarios establecidos (Cuadro 3). El consumo de concentrado se reguló por el tiempo que los animales permanecieron en el corral y el de pasto por el tiempo que permanecieron en el potrero. Tanto en el corral como en el potrero los animales recibían ad libitum una mezcla de harina de hueso y sal a partes iguales.

Cuadro 1. Composición del concentrado.

Ingredientes	%
Melaza	74
Harina de algodón	18
Harina de carne	8
Vitamina "A"	2200 U.I/Kg de materia seca

Cuadro 2. Composición química del concentrado.

Materia seca %	Proteína cruda %	Extracto etéreo %	Fibra %	Cenizas %	Extracto libre de nitrógeno %
74,7	15,2	1,5	6,7	10,6	66,0

La composición química del concentrado puede verse en el Cuadro 2. El análisis fue realizado por los métodos descritos por Bateman (6).

3.3. Tratamientos

En el Cuadro 3 se pueden observar los tratamientos, condicionados por el horario de pastoreo y de corral. Se utilizó la relación horas corral/horas pastoreo con el objeto de transformar la variable horas en corral (u horas en pastoreo) en una variable continua. Se utilizaron 2 horas para movilización de los animales del corral al potrero y viceversa (ver apéndice Cuadro 13), por lo cual el ciclo pastoreo-corral fue de 22 horas. El área de terreno utilizada fue de 15 Ha divididas en 5 potreros de 3 Ha cada uno. En cada potrero los animales permanecieron un período de 7 días, llegando estos al potrero original a los 28 días de descanso. La carga aproximada fue de 4 animales por Ha.

Cuadro 3. Tratamientos.

Horas corral	Horas pastoreo	Relación corral/pastoreo
0	22	0,000
5	17	0,294
8	14	0,571
13	9	1,444
18	4	4,500 \
21	1	21,000

3.4. Análisis de la información

Se recolectaron los siguientes datos:

1. Peso vivo al nacimiento, Kg.
2. Peso vivo al destete, Kg.
3. Edad al destete, días
4. Peso vivo cada 14 días del experimento, Kg.
5. Altura a la cruz cada 14 días del experimento, cm.
6. Consumo diario de concentrado, durante el experimento, Kg.

Los datos de peso vivo y consumo de concentrado se dividieron en 4 períodos de 28 días cada uno con un total de 112 días. Los datos de peso vivo (Y_1) y altura (Y_2) fueron transformados a tasas de incremento diario, mediante la siguiente ecuación:

$$Y_i = a_i + b_i x \quad [1]$$

donde:

a_i = peso inicial en Kg/animal, ó altura inicial en cm/animal.

b_i = tasa de incremento en Kg/animal/día, o en cm/animal/día.

x = edad en días.

Se calcularon las tasas de incremento diario (b) para cada uno de los períodos de 28 días e independiente para el incremento diario total. Estos parámetros fueron corregidos para tasa relativa de incremento de peso pre-destete mediante la ecuación [2]. La tasa relativa de incremento de peso pre-destete de los animales fue obtenida mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Tasa relativa de incremento de peso pre-destete} = \frac{2}{\text{Edad destete}} \left(\frac{\text{Peso destete} - \text{Peso nacimiento}}{\text{Peso destete} + \text{Peso nacimiento}} \right)$$

$$Y_i = a_i + b_i x \quad [2]$$

donde:

- Y_i = tasa de incremento de peso o altura corregida
- a_i = valor de Y cuando x es igual a 0
- b_i = cambio en Y por cada unidad de cambio en x
- x = tasa relativa de incremento de peso pre-destete

Cuadro 4. Esquema del análisis de variancia.

Fuentes de variación	G. L.
1 Períodos	3
2 Grupos raciales	4
3 Grupos por períodos (Error a)	12
4 Tratamientos	5
5 Tratamientos por períodos	15
6 Tratamientos por grupos	20
7 Tratamientos por períodos por grupos	60
8 Error de replicación	218
9 Error b (5 + 7)	75
10 Error combinado (8 + 9)	293

La información recolectada durante el experimento se analizó según el esquema descrito en el Cuadro 4. Se utilizó el método de mínimos cuadrados. Para evaluar los efectos de los factores en

estudio sobre las tasas de incremento diario de peso (Z_1), consumo diario de concentrado (Z_2) y de tasas de incremento en altura a la cruz (Z_3) se realizó análisis de regresión. Se utilizó el método iterativo de Vogel (42) entrando en los cálculos los valores promedios de los tratamientos. Las ecuaciones aplicadas fueron:

La ecuación que describe el incremento de peso fue la siguiente:

$$Z_1 = A + b_1 e^{-c_1 x} + b_2 e^{-c_2/x} \quad [3]$$

donde:

$$Z_1 = Z_1' + Z_1''$$

Z_1' = incremento de peso, Kg/animal/día debido a corral

Z_1'' = incremento de peso, Kg/animal/día debido a pastoreo

$$A = a_1 + a_2$$

a_1 = máximo incremento de peso, Kg/animal/día debido a corral

a_2 = máximo incremento de peso, Kg/animal/día debido a pastoreo

$$b_1 = Z_1' - a_1, \text{ cuando } x = 0$$

$$b_2 = Z_1'' - a_2, \text{ cuando } x = \infty$$

c_1 = tasa relativa de cambio debida a corral

c_2 = tasa relativa de cambio debida a pastoreo

x = relación horas de corral/horas pastoreo

El consumo de concentrado se obtuvo mediante la ecuación:

$$Z_2 = a (1 - e^{-cx}) \quad [4]$$

donde:

Z_2 = consumo de concentrado, Kg/animal/día

a = consumo máximo de concentrado, en Kg/animal/día

c = tasa relativa de cambio

x = relación horas de corral/horas pastoreo

El consumo de concentrado, Kg/animal/día, se obtuvo dividiendo la cantidad de concentrado consumido entre el número de animales de cada horario.

La ecuación para describir el incremento en altura a la cruz fue:

$$Z_3 = a + b e^{-cx} \quad [5]$$

donde:

- Z_3 = incremento en altura a la cruz, cm/animal/día
- a = máximo incremento en altura a la cruz cm/animal/día
- b = $Z_3 - a$, cuando $x = 0$
- c = tasa relativa de cambio
- x = relación horas de corral/horas de pastoreo

3.5. Análisis económico

Para el análisis económico se usó el siguiente enfoque:

$$B = P(Z_1) - C \quad [6]$$

donde:

- B = beneficio
- P = precio de venta por Kg de peso vivo
- Z_1 = función de incremento diario de peso, Kg/animal
(ecuación [3])
- C = función de costos

La eficiencia económica (E) se calculó con la siguiente fórmula:

$$E = \frac{B}{C} \times 100 \quad [7]$$

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Consumo de concentrado

El consumo diario de concentrado de los animales en cada tratamiento y por períodos de 28 días, se puede observar en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Consumo de concentrado, Kg/animal/día.

Horas corral	P e r í o d o s				Promedio
	I	II	III	IV	
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	2,44	2,72	2,87	3,21	2,81
8	2,78	3,02	3,75	3,86	3,35
13	3,37	2,97	3,94	4,90	3,79
18	4,11	4,98	6,06	6,72	5,47
21	5,29	6,28	8,13	8,13	6,97
Promedio	3,00	3,33	4,12	4,47	3,73

Como se puede ver el consumo de concentrado fue aumentando en cada período del experimento. En la Figura 1 se nota que este incremento en el consumo de concentrado para cada período fue progresivo, ya que el mayor consumo se obtuvo en el 4º período. Parte de esto fue debido al crecimiento de los animales y parte al avance de la estación climática seca poco usual de la región, que ocasionó la disminución de la disponibilidad del forraje y posiblemente hubo un

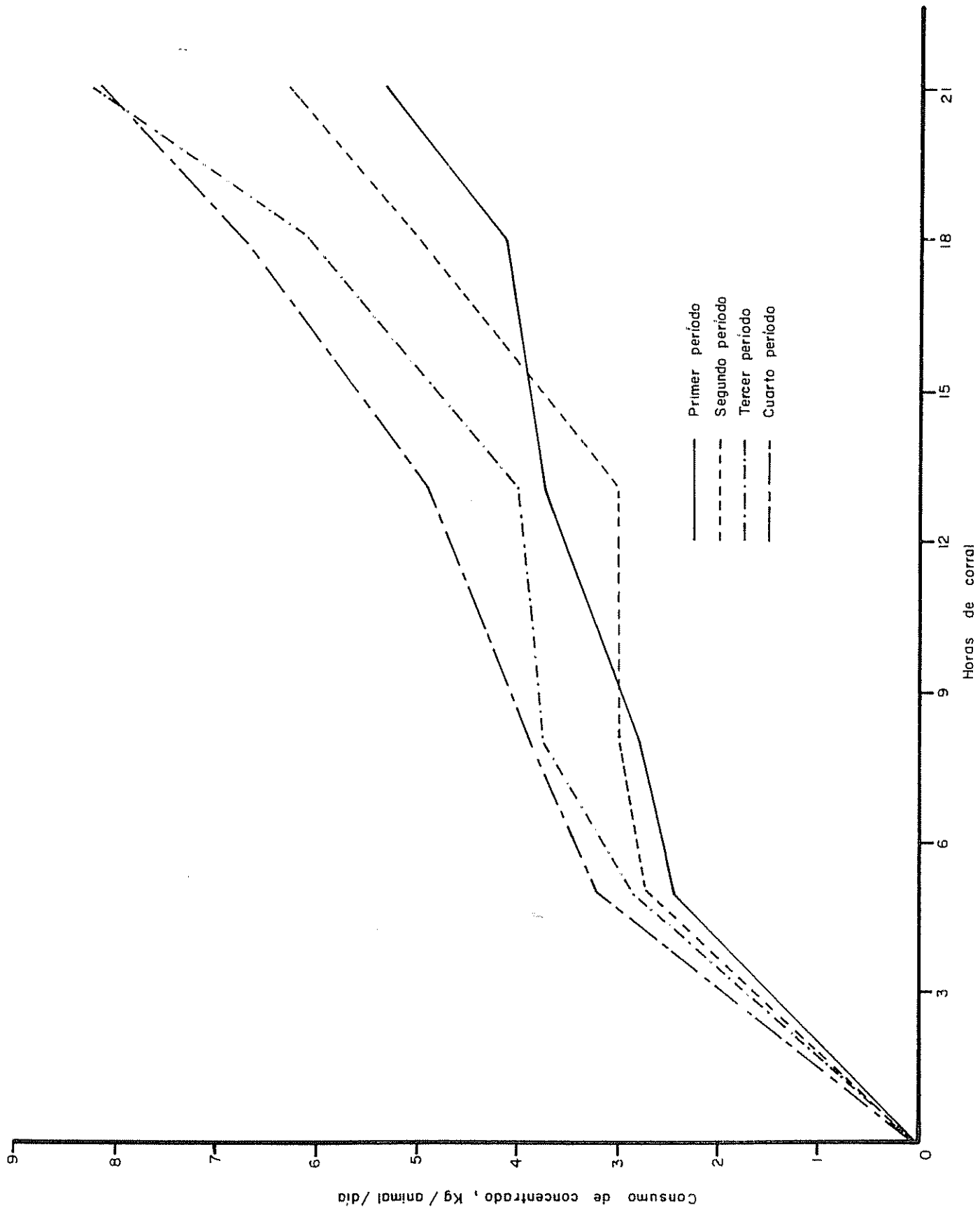


Fig. 1 Consumo de concentrado por periodos

efecto sustitutivo del forraje por el concentrado (8, 24, 32). En el Cuadro 6 se observa una tendencia a aumentar el consumo de concentrado/100 Kg de peso vivo, es decir sin el efecto del crecimiento del animal. Se confirma que a medida que avanzaba la estación seca aumentaba el consumo de concentrado indicando que éste suplió la poca disponibilidad de forraje ocasionada por la falta de lluvia.

Cuadro 6. Consumo de concentrado, Kg/100 Kg de peso vivo/día.

Horas corral	P e r í o d o s				Promedio
	I	II	III	IV	
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	1,21	1,65	1,57	1,58	1,57
8	1,90	1,94	2,16	2,03	2,00
13	2,33	1,81	2,08	2,31	2,13
18	2,73	3,08	3,24	3,18	3,06
21	3,38	3,75	4,19	3,68	3,75
Promedio	1,97	2,04	2,21	2,13	2,08

En la Figura 2 se puede ver que de acuerdo con la función $Z_2 = 5,981 (1 - e^{-1,234x})$ ($R^2 = 0,87$) hay un incremento progresivo del consumo de concentrado conforme aumentaron las horas de corral, hasta llegar a un nivel aproximadamente de 6 Kg/animal/día, a las 18 horas de corral. Considerando un peso promedio de 182 Kg de los animales que permanecieron 18 y 21 horas en corral, que fueron los que

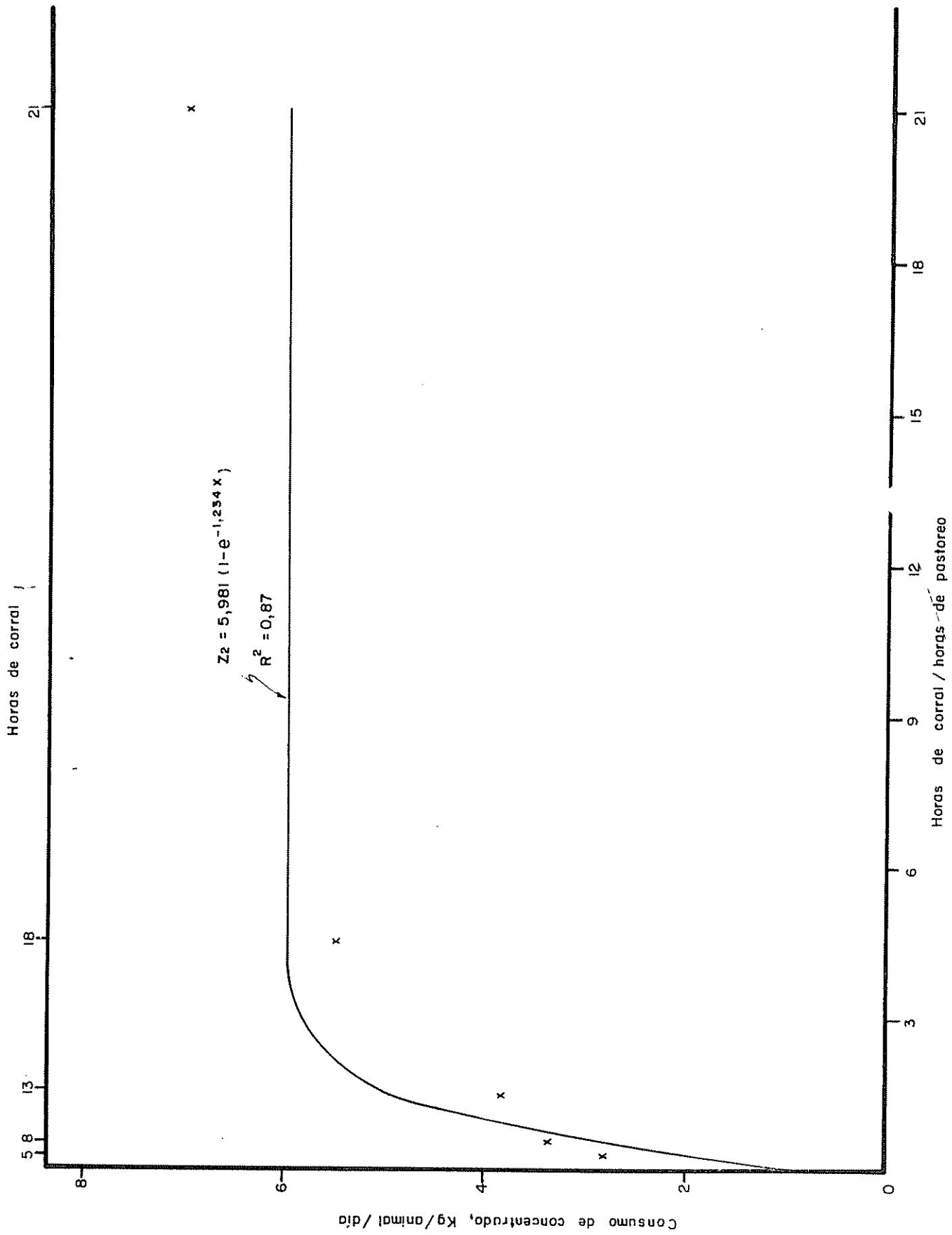


Fig. 2 Consumo promedio de concentrado

más crecieron, y un consumo máximo de 6 Kg de concentrado, estas novillas sobrepasaron las recomendaciones establecidas por el NRC (33) para mantenimiento en corral con un incremento de peso de 0,763 Kg/animal/día. En el Cuadro 7 se puede observar que hubo 18 y 6% mayor consumo de proteína y energía que las recomendaciones del NRC (33). El mayor consumo de proteína se produjo en vista de que la ración tuvo 15% de proteína en vez del 12% que es el valor de las normas del NRC (33).

Cuadro 7. Requerimientos y consumo de nutrimentos del concentrado.

	Proteína cruda (Kg)	NDT (Kg)
Requerimientos	0,561	3,38
Consumo	0,681	3,58
Diferencia, %	18,00	6,00

4.2. Crecimiento

Los incrementos diarios de peso de los animales en cada tratamiento y por períodos de 28 días, se pueden ver en el Cuadro 7. Estos promedios se obtuvieron con los datos directos, pues la corrección por la tasa de incremento relativo pre-destete no fue significativa.

En el Cuadro 8 y Figura 3 se observa que las ganancias de peso de los animales que permanecieron en pastoreo exclusivo fue aumentando en forma progresiva hasta el 3º período ($P \leq 0,005$). Posiblemente

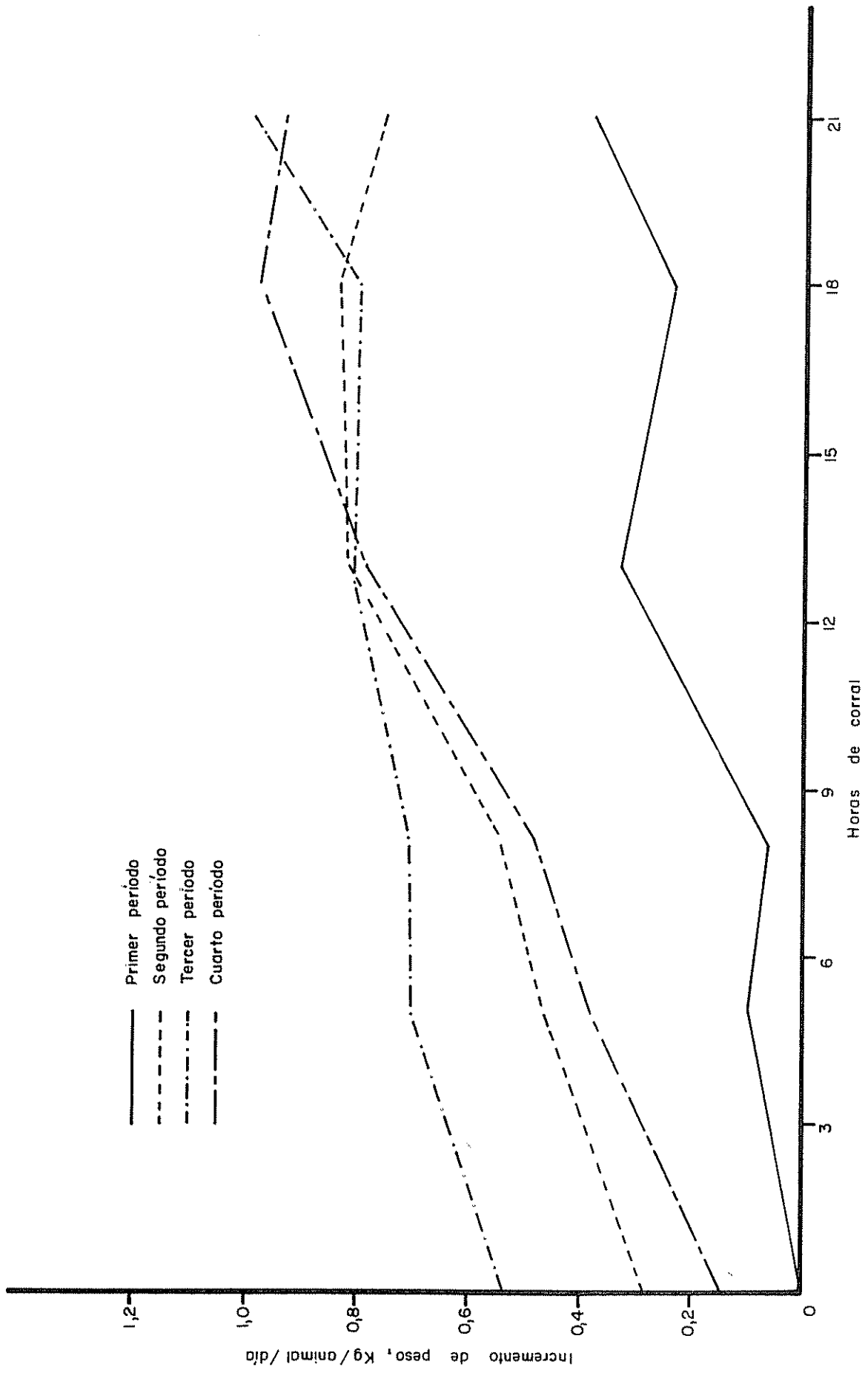


Fig. 3 Incremento de peso por períodos

Cuadro 8. Incremento de peso, Kg/animal/día.

Horas corral	P e r í o d o s				Total
	I	II	III	IV	
0	0,000	0,289	0,539	0,143	0,250
5	0,100	0,467	0,700	0,386	0,417
8	0,064	0,548	0,704	0,481	0,465
13	0,332	0,816	0,810	0,788	0,716
18	0,832	0,832	0,798	0,980	0,730
21	0,379	0,750	0,983	0,931	0,779
Promedio	0,284	0,617	0,756	0,618	0,559

hubo algún crecimiento compensatorio por penuria pre-experimental, ya que el incremento de peso en esta etapa fue de -0,055 Kg/animal/día. Los incrementos de peso en el 4º período fueron menores al 3º período, posiblemente debido a la poca disponibilidad de forraje producida por la falta de lluvia. En el 4º período la precipitación promedia fue de 0,11 mm. Se observa que desde las 13 a 21 horas de corral el incremento de peso en términos generales concuerda con el aumento en el consumo de concentrado. En todos los tratamientos, hay notable diferencia entre el 1º período y los restantes lo que hace pensar que en el primer período los animales estuvieron en un proceso de adaptación al manejo y a la ración. Existe además, una interacción ($P \leq 0,005$) de grupos por períodos, lo que indica que los grupos raciales se comportaron de diferente forma en los distin-

tos períodos. Posiblemente algunos grupos pudieron adaptarse a la época seca mejor que otros y posiblemente las razas de mayor crecimiento se vieron más perjudicadas.

En las Figuras 4 y 5 se puede ver que el incremento de peso fue aumentando desde 0,245 Kg/animal/día, en pastoreo exclusivo, hasta el máximo incremento de peso de 0,763 Kg/animal/día con 21 horas de corral ($P \leq 0,005$). Aproximadamente a las 18 horas de corral el incremento diario de peso fue muy cercano al valor máximo. Estos eventos son descritos por la ecuación: $Z_1' = 0,763 - 0,518 e^{-1,234x}$ ($R^2 = 0,98$). Los incrementos de peso que obtuvieron los animales en pastoreo exclusivo fueron inferiores a los incrementos esperados de 0,500 a 0,600 Kg/animal/día, que se obtienen en la misma finca experimental donde se realizó el presente experimento. Posiblemente esta diferencia fue debida a la poca disponibilidad de forraje por efecto de una estación seca poco usual en la región. Los incrementos máximos de peso de 0,763 Kg/animal/día, obtenidos por las novillas con mayor tiempo de corral son excelentes, aclarando que no son exactamente comparables; estos valores no alcanzan los valores obtenidos por varios autores con toretes de engorde a corral alimentados a base de melaza, pasto picado, bagazo y un suplemento proteico (34, 36, 37).

La ecuación: $Z_1 = 0,739 - 0,489 e^{-1,5x} - 6,93(10^{-4}) e^{-5,68(10^{-16})/x}$ ($R^2 = 0,97$) ilustra que el efecto del pastoreo sobre el incremento de peso se presentó como un valor constante para todos los tratamientos. Se puede ver que el valor $5,68(10^{-16})$, que corresponde al efecto del pastoreo sobre el incremento de peso, fue muy pequeño y no fue

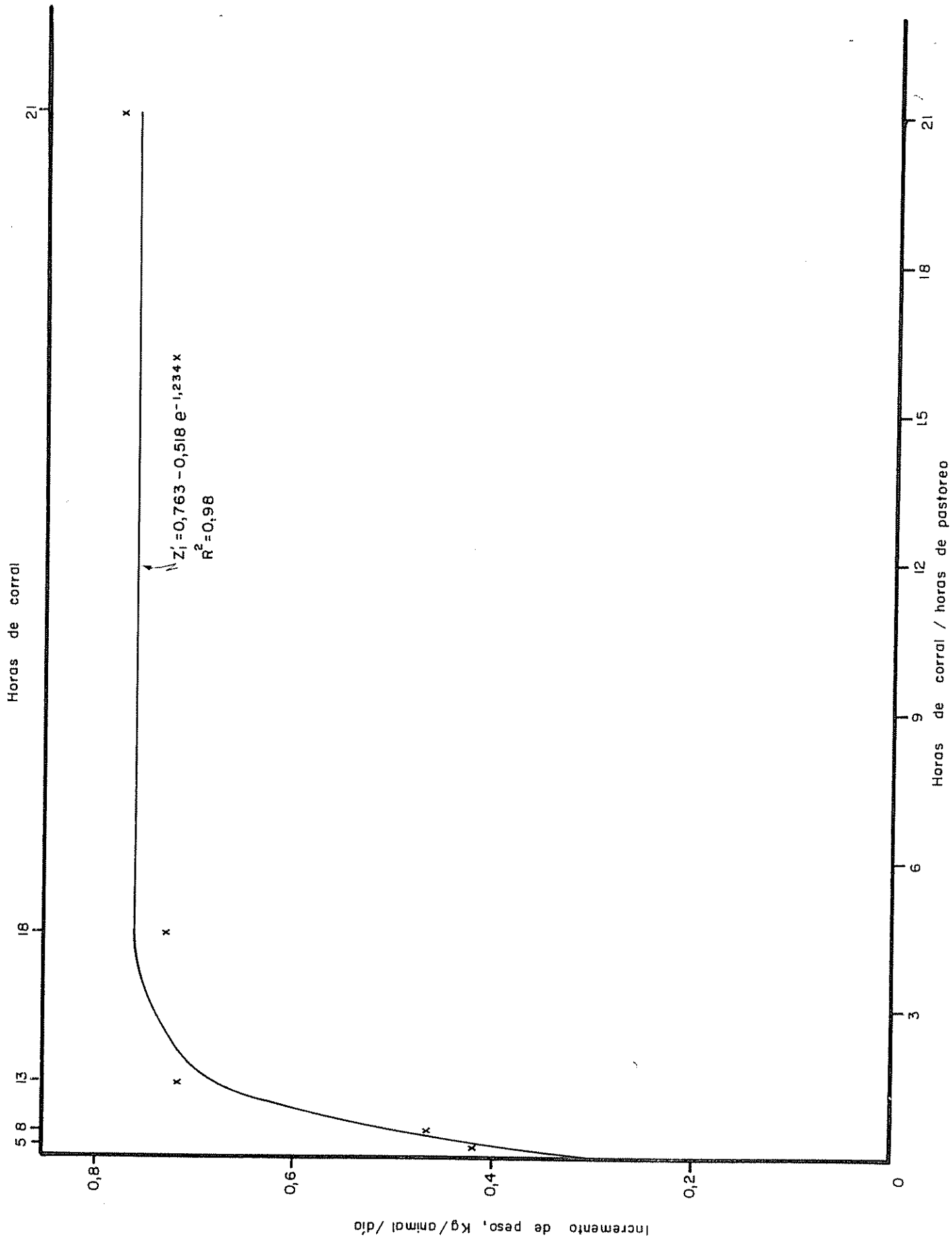


Fig. 4 Incremento promedio de peso

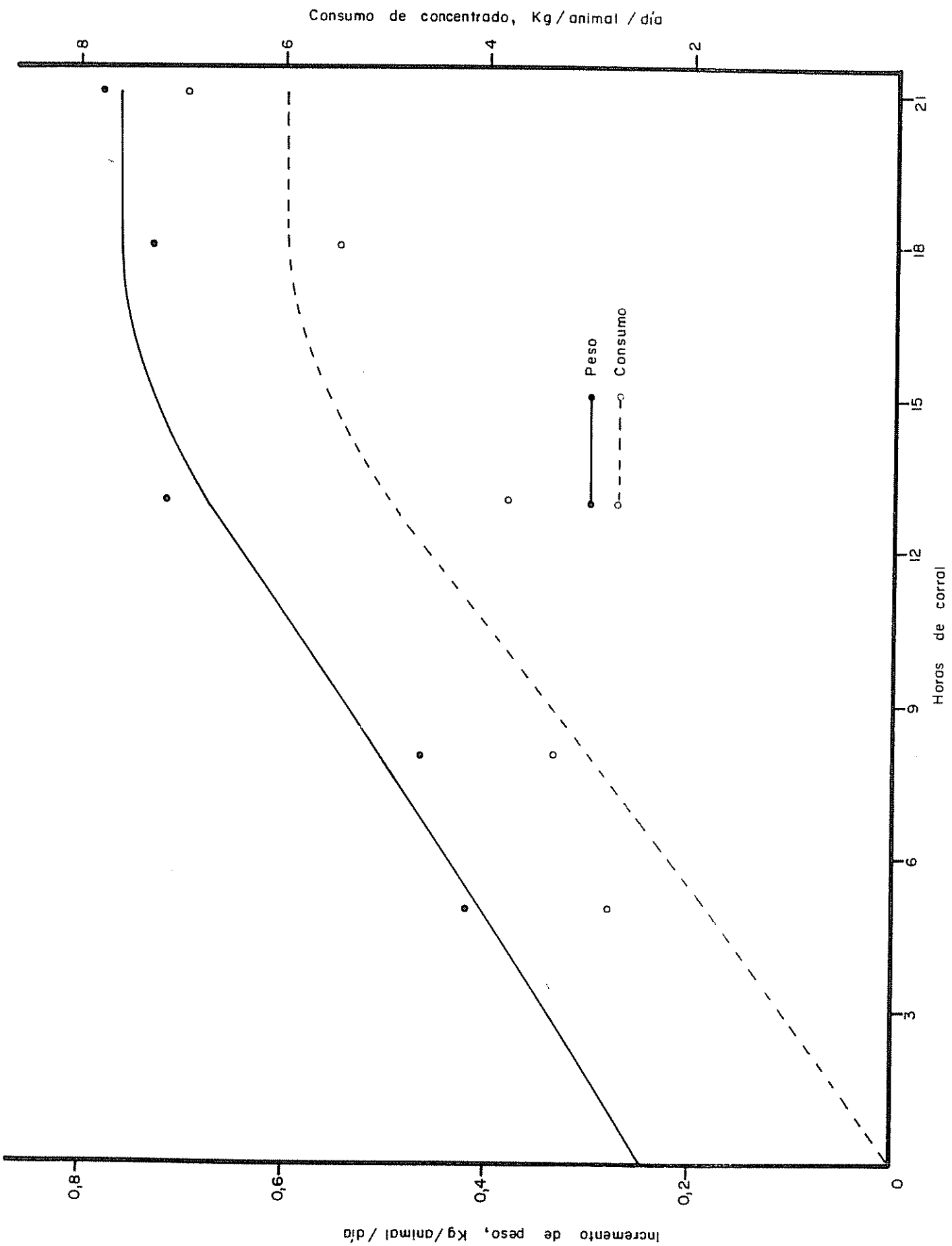


Fig. 5 Promedio de consumo e incremento de peso

significativo. En consecuencia, la ecuación [3] fue simplificada en la función: $Z_1' = 0,763 - 0,518 e^{-1,234x}$, ya descrita. Los animales que permanecieron en los corrales durante más tiempo, tuvieron mayores incrementos de peso, que los animales en pastoreo exclusivo. Este resultado podría explicarse no solo en términos del consumo de concentrado, sino también porque los animales en corral tendrían un menor gasto energético. Esto ha sido confirmado por Kromann, et al. (28) quienes han demostrado que se utiliza más energía para el mantenimiento de novillos en pastoreo, comparado con novillos en corral. Según Blaxter (9), el animal en pastoreo tiene un gasto de energía adicional de 0,48 cal/Kg de peso vivo/metro de avance horizontal y 6,48 cal/Kg de peso vivo/metro de ascenso vertical. La energía gastada en el permanecer de pié es de 2,1 Kcal/Kg de peso cada 24 horas. El gasto energético de los animales en pastoreo está relacionado con la distancia diaria caminada y las horas que el animal está de pié, factores que dependen de la calidad de la pradera (4). En consecuencia, el efecto del pastoreo incluye consumo de pasto, un efecto positivo sobre el incremento de peso, y actividad física, que podría ser un efecto negativo.

Los incrementos diarios de altura a la cruz se pueden observar en el Cuadro 10 y Figura 6. Los datos fueron corregidos para tasa de incremento relativo pre-destete. De acuerdo con la ecuación: $Z_3 = 0,137 - 0,049 e^{-0,274x}$ ($R^2 = 0,72$) hay un incremento progresivo ($P \leq 0,005$) desde 0,088 cm/animal/día, en animales en pastoreo, hasta un crecimiento máximo de 0,137 cm/animal/día, con 21 horas de corral.

Cuadro 9. Análisis de variancia para incrementos diarios de peso.

Fuentes de variación	G. L.	C. M.
Períodos	3	4,7992 ⁺⁺
Grupos raciales	4	0,6740
Grupos por períodos (Error a)	12	0,3760 ⁺⁺
Tratamientos	5	1,9083 ⁺⁺
Tratamientos por períodos	15	0,1334 ⁺
Tratamientos por grupos	20	0,1837
Tratamientos por períodos por grupos	60	0,1493 ⁺⁺
Error de replicación	218	0,0829
Error b	75	0,1461
Error combinado	293	0,0991

+ Significativo ($P \leq 0,1$)

++ Significativo ($P \leq 0,005$)

Cuadro 10. Incremento en altura a la cruz, cm/animal/día.

Horas de corral	Promedio
0	0,093
5	0,101
8	0,089
13	0,085
18	0,137
21	0,133

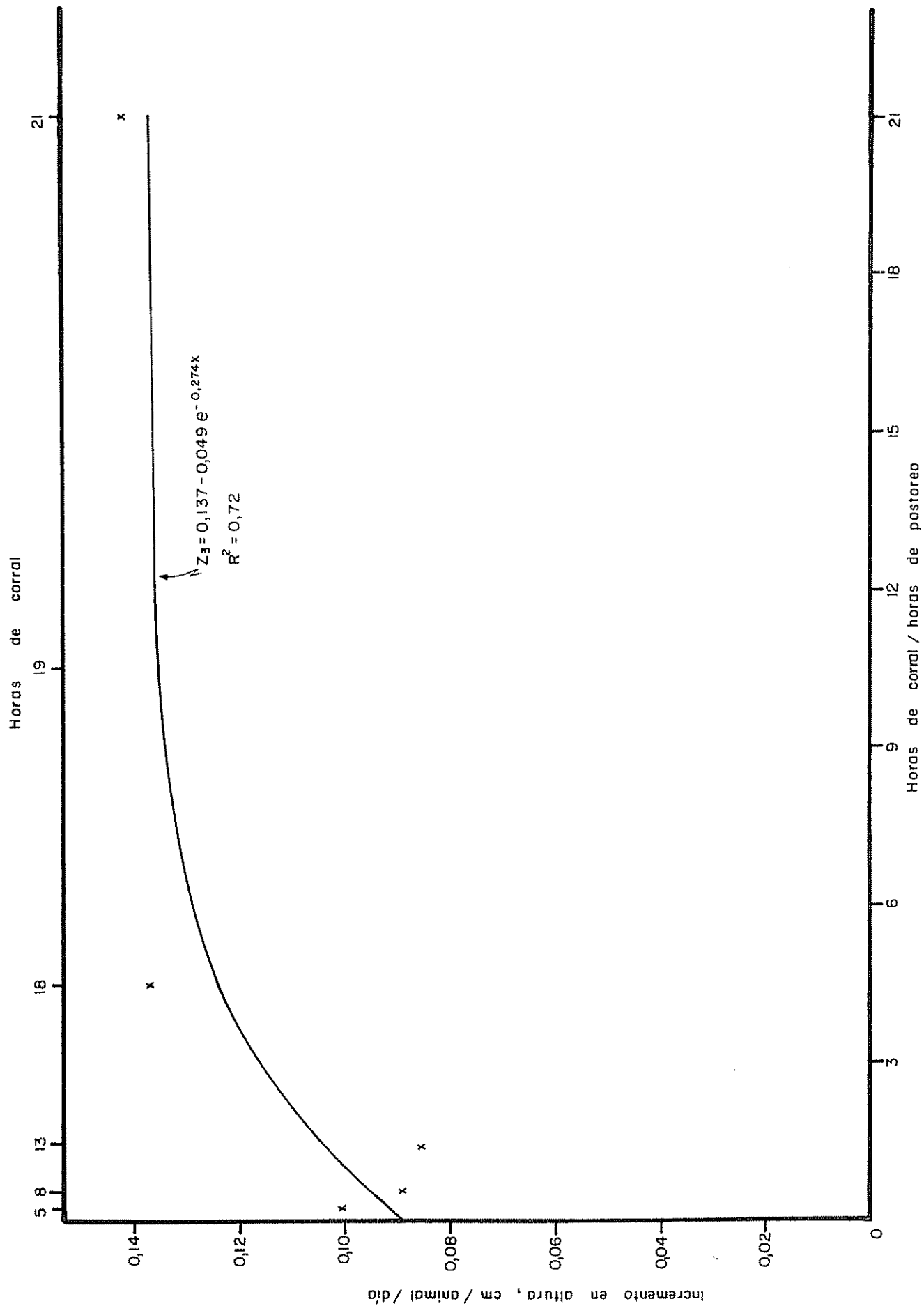


Fig. 6 Incremento promedio en altura a la cruz

A las 19 horas de corral el crecimiento fue de 0,135 cm/animal/día, muy próximo al valor asintótico.

El mayor crecimiento en altura indicaría que el efecto de la suplementación no solo produjo animales más gordos, sino que hubo también mayor crecimiento esquelético.

Cuadro 11. Análisis de variancia para el incremento en altura a la cruz.

Fuentes de variación	G. L.	C. M.
Grupos raciales	4	0,001215
Tratamientos	5	0,007024 ⁺⁺
Tratamientos por grupos	20	0,000059
Error de replicación	53	0,001239

++ Significativo ($P \leq 0,005$)

4.3. Análisis económico

Para el análisis económico se utilizaron dos criterios: el precio del producto con respecto al valor local de ₱4,00 Kg de animal vivo y considerando el precio de exportación de ₱5,00. Los costos se calcularon en base al precio del concentrado de ₱0,42 por Kg resultando la función:

$$C = 2,512 (1 - e^{-1,234x})$$

x = relación horas de corral/horas pastoreo

Se puede ver en la Figura 7 que según las funciones $B_1 = -0,440 (1 - e^{-1,234x})$ y $B_2 = 0,078 (1 - e^{-1,234x})$ obtenidas con los criterios anotados. Las pérdidas o beneficios del suplemento fueron aumentando conforme los animales permanecieron mayor tiempo en corral, hasta obtener el valor asintótico de $\$-0,440/\text{Kg/animal/día}$ para el precio local y de $\$0,078/\text{Kg/animal/día}$, para la exportación.

Los beneficios a las 18 horas se aproximan al valor asintótico. Con el precio de venta local la utilización del concentrado produjo pérdidas. Con el precio de venta de exportación se obtuvieron ganancias económicas. Sin embargo los incrementos de peso que se pueden obtener con la suplementación no solo deben referirse al retorno económico inmediato, pues los animales que crecen más rápido pueden llegar más temprano a la madurez sexual. En este último caso las ventajas económicas serían mediatas.

La eficiencia económica con respecto al valor local fue $E_1 = -17,50\%$ y con respecto al precio de exportación fue $E_2 = 3,10\%$.

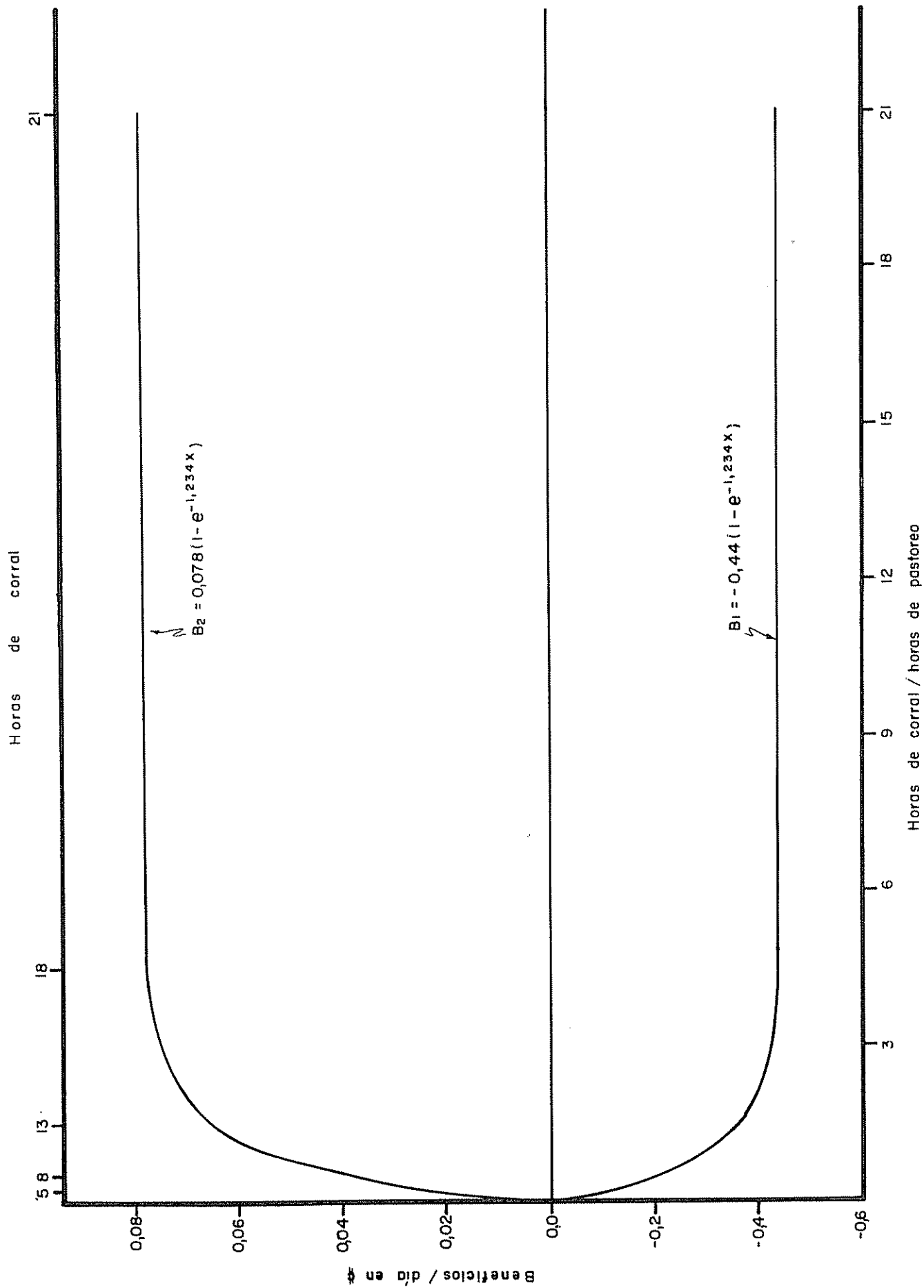


Fig. 7 Beneficios

5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente trabajo fue realizado en el Departamento de Ganadería Tropical del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA en Turrialba, Costa Rica. El objetivo principal fue el de estudiar la posibilidad de desarrollar sistemas de alimentación, tanto para la época de abundancia como de escasez de forraje, utilizando raciones a base de melaza como suplemento al pastoreo. Se utilizaron 90 novillas de las razas Brahman, Romo Sinuano y varios cruces de Charolais, Criollo, Santa Gertrudis y varias cruces de estas, las cuales se clasificaron en 5 grupos raciales con 18 animales por cada grupo. El período experimental duró 112 días, divididos en 4 etapas de 28 días cada una. Se tuvieron 6 tratamientos consistentes en diferentes horarios de pastoreo y corral, siendo la relación horas de corral/horas pastoreo (x): 21/1, 18/4, 13/9, 8/14, 5/17, 0/22, respectivamente. El consumo de concentrado estuvo regulado por el tiempo que los animales permanecieron en el corral. El consumo de pasto se reguló por el tiempo que los animales estuvieron en el pastoreo. El consumo de concentrado (Z_2) fue incrementándose conforme los animales permanecieron mayor tiempo en los corrales, según lo describe la ecuación ($R^2 = 0,87$): $Z_2 = 5,981 (1 - e^{-1,234x})$. Un consumo de 6 Kg/animal/día, semejante por aproximación, al valor asintótico se logró aproximadamente a las 18 horas de corral. El incremento de peso (Z_1) fue aumentando desde 0,245 Kg/animal/día en pastoreo exclusivo, hasta alcanzar el máximo incremento de 0,763 Kg/animal/día. Aproximadamente a las 18 horas de corral el incremento diario fue

muy próximo al valor asintótico. Estos eventos son descritos por la ecuación ($R^2 = 0,98$): $Z_1' = 0,763 - 0,518 e^{-1,234x}$. El incremento diario en altura a la cruz (Z_3) fue aumentando desde 0,088 cm/animal/día en animales a pastoreo, hasta un incremento máximo de 0,137 cm/animal/día. A las 19 horas de corral el incremento en altura fue muy próximo al valor asintótico. Este efecto se describe mediante la ecuación ($R^2 = 0,72$): $Z_3 = 0,137 - 0,049 e^{-0,274x}$. Los beneficios máximos obtenidos de acuerdo al precio de venta local (B_1) y al de exportación (B_2) fueron de ₡-0,440 Kg/animal/día y de ₡0,078 Kg/animal/día, respectivamente. Los beneficios a las 18 horas de corral se aproximan al valor asintótico. La eficiencia económica máxima obtenida de acuerdo al criterio de precio de venta local (E_1) y al de exportación (E_2) fueron de -17,50% y 3,10%, respectivamente.

✓ En las condiciones en que se realizó el experimento, se puede concluir que:

1. Con la administración de concentrado líquido se puede lograr mayor crecimiento con relación a lo que se logra con solamente pastoreo.
2. Conforme aumenta el tiempo en corral se incrementan las ganancias de peso en forma de retornos decrecientes y con un límite asintótico.
3. En la época seca y con escasez de pasto es posible aprovechar el efecto sustitutivo de los concentrados líquidos para sustituir al forraje.
4. En vista que el experimento se realizó en la época seca y con escasez de forraje, se recomienda repetir el experimento en la época lluviosa. //

5a. SUMMARY AND CONCLUSIONS

This experiment was conducted in the Department of Tropical Animal Husbandry of the OAS Inter-American Institute of Agricultural Sciences in Turrialba, Costa Rica. Its main objective was to study the possibility of developing feeding systems for beef cattle during the period of abundance as well as that of scarcity of forage, using rations with cane molasses as pasture supplement. A total of 90 heifers of the breeds Brahman, Romo Sinuano and of various crosses of Charolais, Criollo and Santa Gertrudis were used and distributed into 5 breed groups of 18 animals each. The experimental period was 112 days divided into 4 cycles of 28 days each. There were 6 treatments consisting of different combinations of hours in pasture: hours in the corral (where the concentrate was served ad libitum). The relations Hours in Corral/Hours in Pasture (x) were: 21/1, 18/4, 13/9, 8/14, 5/17, and 0/22. The consumption of the concentrate was regulated by the time spent in corral whereas that of forage was by the time spent in the pasture. According to the equation: $Z_2 = 5.981 (1 - e^{-1.234x})$; ($R^2 = 0.87$), the concentrate consumption (Z_2) increased with the time spent in the corral. The group spending 18 hours in corral consumed close to 6 Kg/animal/day which approximated the asymptotic value. According to the equation: $Z_1' = 0.763 - 0.518 e^{-1.234x}$; ($R^2 = 0.98$), the weight increase (Z_1') had a range of from 0.245 Kg/animal/day for animals totally in pasture to an asymptotic value of 0.763 for those in corral 18 hours. The range for the increase in height (Z_3) was from 0.088 cm/animal/

day for the group completely in pasture to an asymptotic value of 0.137 for 19 hours of corral according to the equation:

$Z_3 = 0.137 - 0.049 e^{-0.274x}$; ($R^2 = 0.72$). The maximum benefits obtained over the selling prices (B_1) and that of exportation prices (B_2) were respectively ₦0.440 Kg/animal/day and ₦0.078 Kg/animal/day, all obtained at 18 hours of corral and approximating the asymptotic values. Considering the same selling prices as criteria, the economic efficiency for each was -17.5% and 3.1% respectively.

Under the particular conditions of this experiment, one may draw the following conclusions.

1. Faster growth is obtained when administering heifers liquid concentrate with pasture than with forage alone.
2. By increasing time in corral, and consequently raising liquid concentrate consumption, weight gains increase to an asymptotic limit.
3. During periods of forage scarcity, liquid concentrates may replace pasture.
4. In view of the fact that this experiment was conducted during the dry season, it is recommended to repeat it during the rainy season.

6. LITERATURA CITADA

1. ALARCON, M. E. Estimación del valor nutritivo de los forrajes. Programa de pastos y forrajes. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario. 1971. 14 p. (mimeografiado)
2. ALBA, J. DE. Capacidad de la pradera para llenar los requisitos de energía de hervívoros. Turrialba 9(3):85-89. 1959.
3. _____ y SEMPLE, T. A. Investigaciones sobre forrajes en Turrialba. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Publicación Miscelánea nº 33. 1965. 33 p.
4. _____. Alimentación del ganado en América Latina. 2.ed. México, D. F., La Prensa Médica Mexicana, 1971. 475 p.
5. ANRIQUE, R. G. Consumo de pasto Guinea (Panicum maximum) y Pangola (Digitaria decumbens) por bovinos en pastoreo directo a diferentes edades y pesos corporales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1969. 54 p. (mimeografiado)
6. BATEMAN, J. V. Nutrición animal; manual de métodos analíticos. México, D. F., Herrero, 1970. 468 p.
7. BEAMES, M. R. Molasses and urea, a supplement to low quality pasture hay for cattle. Queensland Journal of Agricultural Science 16(3):223-232. 1959.
8. BEAUDOUIN, J. Efecto de la melaza sobre el consumo de pasto en bovinos. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1968. 41 p. (mimeografiado)
9. BLAXTER, K. L. Metabolismo energético de los rumiantes. Traducción de la 2a. ed. inglesa por G. González. Zaragoza, Acribia, s.f. 309 p.
10. BRAY, I. C., SNELL, G. M., MORRISON, L. F. y JACKSON, E. M. Feeding blackstrap molasses to fattening steers. Louisiana State University. Bulletin nº 394. 1945. 43 p.
11. CARRERA, M. C., MUÑOZ, C. H. y SOLARES, T. L. Uso de la melaza urea en el engorde de novillos en pastoreo y corral. Revista Mexicana de Producción Animal 2(1):19-27. 1969.

12. CASAS, M. y RAUN, N. S. Urea en comparación con harinolina como fuente de proteína suplementaria para novillos con y sin clortetraciclina. Técnica Pecuaria en México nº 2: 16-21. 1963.
13. CATANO, E. O. Aceptación de varias especies de gramíneas tropicales por el ganado bovino en pastoreo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1970. 46 p. (mimeografiado)
14. CRAMPTON, W. E. y HARRIS, E. L. Applied animal nutrition. 2 ed. The use of feedstuffs in the formulation of livestock rations. San Francisco, W. H. Freeman, 1967. 753 p.
15. DYSLY, R. y BRESSANI, R. Utilización de subproductos y desechos en la alimentación de rumiantes. I. Digestibilidad y utilización de rastrojo de maíz, cascarilla de algodón, melaza y harina de torta de algodón en la alimentación de ovinos. Turrialba (Costa Rica) 19(2):215-220. 1969.
16. ELIAS, A., PRESTON, T. R., WILLIS, B. M. y SUTHERLAND, M. J. Subproductos de la caña y producción intensiva de carne. 4. Ceba de toros con miel/urea en sustitución del grano en dietas de poca fibra. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 2(1):59-67. 1968.
17. _____ y PRESTON, T. R. Subproductos de la caña y producción intensiva de carne. 10. Efecto de la raza y el suplemento proteico sobre la fermentación ruminal en toros alimentados con altos niveles de miel/urea. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 3(1):25-52. 1969.
18. FERNANDEZ, J., ALBERTAZZI, C. y BRESSANI, R. Crecimiento de ganado bajo condiciones de pastoreo libre y composición química de los pastos consumidos. Turrialba (Costa Rica) 21(2):157-164. 1971.
19. GARCIA, R. R. La melaza de caña como alimento suplementario del pasto. Agricultura Venezolana nº 65:42-43. 1967.
20. GEERKEN, C. M. y SUTHERLAND, T. M. Volumen ruminal, flujo y pasaje de carbohidratos solubles fuera del rumen en animales alimentados con dietas altas en mieles. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 3(3):219-223. 1969.
21. _____ y FIGUEROA, V. Necrosis cerebrocortical del ganado de carne. Algunos parámetros bioquímicos preliminares. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 5(2):205-209. 1971.

22. GUARROCHENA, R. Efecto de la estabulación y del alimento concentrado en el consumo de pasto por vacas lecheras en pastoreo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1969. 42 p. (mimeografiado)
23. HERNANDEZ, D. Efecto de la melaza sobre el consumo y digestibilidad de raciones balanceadas por bovinos en el trópico. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1968. 56 p. (mimeografiado)
24. _____, VOHNOUT, K. y BATEMAN, V. J. Efecto de la melaza de caña sobre el consumo de raciones para bovinos de engorde. Turrialba (Costa Rica) 20(1):37-39. 1970.
25. KIRK, G. W., PEACOCK, M. F. y HODGES, M. E. Pangolagrass hay and silage with cottonseed meal and urea in fattening rations. Florida Agricultural Experiment Station. Bulletin nº 654. 1963. 14 p.
26. KOWALEZYK, J., RAMIREZ, A. y GEERKEN, C. M. Estudio sobre la composición y flujo del contenido duodenal en ganado alimentado con dietas altas en miel/urea. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 3(3):225-230. 1969.
27. _____, RAMIREZ, A. y GEERKEN, C. M. Metabolismo del nitrógeno y de los carbohidratos en el rumen y duodeno de toros alimentados con dietas basadas en miel/urea. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 4(3):193-199. 1970.
28. KROMANN, P. R., MEYER, J. H. y HULL, L. J. Energy requirements of grazing steers. Journal of Animal Science 20(3): 450-453. 1961.
29. LEIVA, M. y GUASH, G. M. Suplementación de novillos en pastoreo con rastrojo de arroz, urea y melaza. In Día de campo ganadero. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1971. pp. 14-15.
30. LOUIS, S. Estimación del consumo y digestibilidad de forrajes tropicales en pastoreo directo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1967. 58 p. (mimeografiado)
31. McKINGNGY, J. Miel de purga. Agricultura en El Salvador 1(6): 31-32. 1960.

32. MOTT, G., QUIN, R. L., BISSCHOFF, A. V. y DA ROCHA, L. G. Molasses as an energy supplement for zebu steers grazing nitrogen fertilized and unfertilized colonial guinea grass pasture. IRI Research Institute nº 36. 1970. 47 p.
33. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of beef cattle. IV. Washington, D. C., National Academy of Sciences, 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, 1973. 49 p. (mimeografiado)
35. PRESTON, T. R., WILLIS, B. M. y ELIAS, A. Subproductos de la caña y producción intensiva de carne. I. Efecto de diferentes niveles de urea en la miel final suministrada ad libitum a toros en ceba como suplemento del grano. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 1(1):33-40. 1967.
36. _____, WILLIS, B. M. y ELIAS, A. Subproductos de la caña y producción intensiva de carne. II. Comparación entre miel final y la miel rica como suplemento de forraje o concentrados. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 1(1):41-49. 1967.
37. _____, ELIAS, A. y WILLIS, B. M. Subproductos de la caña y producción intensiva de carne. VII. El comportamiento de toros alimentados con altos niveles de miel/urea a distintas concentraciones. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 2(3):263-268. 1968.
38. _____. Simposium sobre la producción de carne en los trópicos. III. La carne por medio de la caña de azúcar. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 3(2):141-153. 1969.
39. ROUX, H. y RODRIGUEZ, H. Utilización de la melaza y urea en el mantenimiento de ganado bovino durante la estación seca en Panamá. Turrialba (Costa Rica) 21(2):137-145. 1971.
40. TURRIZA, E. L. Consumo por el ganado, digestibilidad y composición química de seis gramíneas tropicales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1970. 55 p. (mimeografiado)
41. VALENTE, S. C. Efeito de tres fontes nitrogenadas no crecimiento e engorda de bovinos de corte a base de melaco. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1972. 62 p. (mimeografiado)

42. VOGEL, R. A least squares algorithm for non-linear curve fitting. A computer program submitted to IBM 1620. Users Group Library: 6.O.134. 3 p.
43. VOHNOUT, K., MUÑOZ, H., RIOS, S. y VALDES, F. Crecimiento de bovinos suplementarios con melaza. I. Efecto del nivel de melaza. In Reunión Latinoamericana de Producción Animal (ALPA), 4^{a.}, Guadalajara, México, 1973. Compendios de trabajos presentados, Guadalajara, México, 1973. 1 p. (Documento R-32).
44. WAYMAN, O., HENKE, A. L. y IWANAGA, I. I. Further studies on the use of cane molasses rations for dry-lot finishing of beef cattle. Hawaii Agricultural Station. Progress notes no 103. 1954. 9 p.

7. A P E N D I C E

Cuadro 12. Grupos raciales.

	Cruces (♂ x ♀)	Nº de animales
GRUPO I	B x B	5
	B (B x SG)	7
	B (SG x B)	5
	B (C x B)	1
		18
GRUPO II	B x SG	5
	B x C	11
	C x B	1
	R x B	1
		18
GRUPO III	CH (B x C)	8
	CH (C x B)	6
	R (CH x Hb)	4
		18
GRUPO IV	R x R	11
	R x C	1
	R (C x SG)	3
	R (SG x C)	3
		18
GRUPO V	RD x R	3
	HR x R	6
	R (CH x Hb)	1
	SG (R x SG x Hb)	1
	R (SG x C)	7
		18

B = Brahman	CH = Charolais	HR = Holstein Rojo
SG = Sta. Gertrudis	R = Romo Sinuano	Hb = Híbrido
C = Criollo	RD = Rojo Danes	

Cuadro 13. Horario para el manejo de los animales*.

Horas corral	Horas pastoreo	MANEJO EN CORRAL				MANEJO EN POTRERO			
		Entra	Sale	Entra	Sale	Entra	Sale	Entra	Sale
0	22	5:15	5:45			6:0	15:15	16:00	5:00
5	17	6:00	11:00			11:15	15:15	16:00	5:00
8	14	6:00	14:00			14:15	15:15	16:00	5:00
13	9		5:00	16:00	5:45	6:00	15:15		
18	4	6:00	11:00	16:00	5:15	11:15	15:15		
21	1	6:00	14:00	16:00	5:15	14:15	15:15		

* Los animales fueron movilizados hacia los corrales y de estos a los potreros 2 veces al día, invirtiéndose en su manejo en el corral 30 minutos y en el regreso de los animales a los corrales ó potreros 15 minutos por vez.

Cuadro 14. Análisis de variancia para incremento de peso en tasas relativas.

Fuentes de variación	G. L.	C. M.
Períodos	3	0,000124 ⁺⁺
Grupos raciales	4	0,0000225
Grupos por períodos (Error a)	12	0,0000152 ⁺⁺
Tratamientos	5	0,0000590 ⁺⁺
Tratamientos por períodos	15	0,00000440 ⁺
Tratamientos por grupos	20	0,00000275
Tratamientos por períodos por grupos	60	0,00000300
Error de replicación	218	0,00000274
Error b	75	0,00000355
Error combinado	293	0,00000295

+ Significativo ($P \leq 0,1$)

++ Significativo ($P \leq 0,005$)

Cuadro 15. Estratificación de la variancia.

Fuentes de variación (a)	Variancia estimada (b)
1 Períodos (bloques)	$\sigma^2_e + (n\sigma^2_{tgp}) + (np\sigma^2_{tg}) + nt\sigma^2_{pg} + npt\sigma^2_g$
2 Grupos raciales	$\sigma^2_e + (n\sigma^2_{tgp}) + (ng\sigma^2_{tp}) + nt\sigma^2_{pg} + ngt\sigma^2_p$
3 Períodos x grupos (error a)	$\sigma^2_e + (n\sigma^2_{tgp}) + nt\sigma^2_{pg}$
4 Tratamientos	$\sigma^2_e + (n\sigma^2_{tgp}) + ng\sigma^2_{tp} + (np\sigma^2_{tg}) + npg\sigma^2_t$
5 Tratamientos x grupos	$\sigma^2_e + n\sigma^2_{tpg} + np\sigma^2_{tg}$
6 Tratamientos x períodos	$\sigma^2_e + (n\sigma^2_{tpg}) + ng\sigma^2_{tp}$
7 Tratamientos x grupos x períodos	$\sigma^2_e + n\sigma^2_{tgp}$
8 Error de replicación	σ^2_e
9 Error b (6 + 7)	
10 Error combinado (8 + 9)	

(a) Errores:

Períodos, 8	Tratamientos por grupos, 9
Grupos raciales, 3	Tratamientos por períodos, 8
Períodos por grupos, 8	Tratamientos por grupos por
Tratamientos, 10	períodos, 8

(b) Parámetros entre paréntesis se eliminan.

CALCULO DE BENEFICIOS

Los beneficios por Kg/animal/día se obtuvieron de la siguiente fórmula:

$$B_i = P(Z_1' - 0,245) - C(Z_2)$$

P = Precio de venta local \$4,0 y de exportación \$5,0

$$Z_1' = 0,763 - 5,18 e^{-1,234x}$$

0,245 = Incremento de peso, Kg/animal/día, obtenido con animales en pastoreo, que se tomó como valor constante.

C = Costo del Kg de concentrado

$$Z_2 = 5,981 (1 - e^{-1,234x})$$

$$\begin{aligned} B_1 &= 4,0 [(0,763 - 0,518 e^{-1,234x}) - 0,245] - 0,42 [(5,981(1 - e^{-1,234x}))] \\ &= -0,440 (1 - e^{-1,234x}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B_2 &= 5,0 [(0,763 - 0,518 e^{-1,234x}) - 0,245] - 0,42 [(5,981(1 - e^{-1,234x}))] \\ &= 0,078 (1 - e^{-1,234x}) \end{aligned}$$

La eficiencia económica se calculó, mediante la siguiente fórmula:

$$E_i = \frac{P(Z_1' - 0,245)}{C(Z_2)} \times 100$$

$$E_1 = \frac{-0,440 (1 - e^{-1,234x})}{2,512 (1 - e^{-1,234x})} \times 100 = -17,51\%$$

$$E_2 = \frac{0,078 (1 - e^{-1,234x})}{2,512 (1 - e^{-1,234x})} \times 100 = 3,10\%$$