

RESPUESTA BIO-ECONOMICA DE NOVILLOS EN ENGORDA  
ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE PULPA  
DE CAFE ENSILADA Y PROTEINA

Tesis de Grado de Magister Scientiae

FRANCISCO FLORES RECIÑOS



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

RESPUESTA BIO-ECONOMICA DE NOVILLOS EN ENGORDA ALIMENTADOS  
CON DIFERENTES NIVELES DE PULPA DE CAFE ENSILADA  
Y PROTEINA

Tesis

Sometida 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: Manuel E. Ruiz Consejero  
Manuel E. Ruiz, Ph.D.  
K. Vohnout Comité  
Karel Vohnout, Ph.D.  
Héctor Muñoz Comité  
Héctor Muñoz, Ph.D.  
Jorge Soria Comité  
Jorge Soria, Ph.D.

Septiembre, 1973

DEDICATORIA

A mis padres

A mis hermanos

A mi esposa

A mis hijos

## AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su agradecimientos:

- Al Dr. Manuel E. Ruíz, Consejero Principal, por la valiosa orientación que supo brindarme durante la realización de este trabajo.
- A los Dres. Héctor Muñoz, Karel Vohnout y Jorge Soria, miembros del Comité Consejero por sus conocimientos y colaboración prestada.
- Al IICA-Zona Norte por la cooperación que supo brindarme para que se hiciera realidad este trabajo.
- A los titulares del Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador, que prestaron su valiosa cooperación para que este estudio lograra los fines propuestos.
- A todos aquellos profesores del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, en Turrialba, que supieron orientarme durante mi estada en el Centro.
- A mi esposa por su ayuda espiritual y física que en todo momento estuvo dispuesta a brindarme en la realización de mis estudios de postgrado.
- A todas aquellas personas que en una u otra forma pusieron su grano de arena para la coronación de este trabajo, Ingenieros Raúl Ernesto Sahí R., Ricardo Murillo, Armando Alas López, Eugenio Salazar Béneke, Dr. Carlos F. Burgos, compañeros de trabajo del Departamento de Zootecnia de la Escuela Nacional de Agricultura "R. Q."
- A las firmas Liebes y Cía. y Bayer de El Salvador, quienes donaron la pulpa de café fresca y productos vitamínicos mineralizados, respectivamente.

## BIOGRAFIA

El autor nació en los Naranjos, Departamento de Sonsonate, El Salvador, el 17 de octubre de 1943. Realizó sus estudios primarios en el Grupo Escolar Dr. Camilo Arévalo y sus estudios secundarios en el Colegio Bautista de la ciudad de Santa Ana.

Cursó sus primeros estudios agrícolas en la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez" de San Andrés, ciudad Arce, El Salvador, graduándose como perito agrícola en diciembre de 1965; sus estudios universitarios los realizó en el Colegio de Agricultura y Artes Mecánicas de Mayagüez (CAAM), Universidad de Puerto Rico, graduándose en julio de 1969 con el grado de Baccalaurei Scientiarum Agrariarum.

De enero a septiembre de 1966 desempeñó el cargo de Agente Regional del Programa de Mejoramiento Porcino (MEPO), en la Dirección General de Ganadería (DGG) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de El Salvador.

En agosto de 1969 ingresó como profesor interno para el Departamento de Zootecnia de la Escuela Nacional de Agricultura "R. Q." y en enero de 1971 fue nombrado Jefe del Departamento de Zootecnia en la misma institución, cargo que desempeña actualmente.

En octubre de 1971 ingresó como estudiante graduado al Departamento de Ganadería Tropical del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, en Turrialba, Costa Rica, obteniendo el grado de Magister Scientiae en septiembre de 1973.

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION .....	1
2. REVISION DE LITERATURA .....	3
2.1 Valor nutritivo de la pulpa de café .....	3
2.2 Uso de la pulpa de café en la alimentación animal .....	3
2.3 Suplementación proteica .....	6
3. MATERIALES Y METODOS .....	8
3.1 Localización del estudio .....	8
3.2 Animales, manejo y recolección de la información .....	8
3.3 Análisis de los alimentos .....	9
3.4 Diseño experimental .....	10
3.5 Análisis estadístico .....	10
3.5.1 Consumo de alimentos .....	10
3.5.2 Ganancia diaria de peso .....	12
3.5.3 Conversión alimenticia .....	14
3.6 Análisis económico .....	15
4. RESULTADOS .....	17
4.1 Consumo de materia seca (MS) .....	17
4.2 Incremento diario de peso .....	22
4.3 Conversión de alimentos .....	24
4.4 Análisis económico .....	29
5. DISCUSION .....	34
5.1 Consumo de materia seca .....	34
5.1.1 Efecto del nivel de proteína .....	35
5.1.2 Efecto del nivel de pulpa de café .....	35

5.2	Ganancia de peso .....	37
5.2.1	Efecto del nivel de proteína .....	37
5.2.2	Efecto de la pulpa de café .....	38
5.3	Conversión de alimento .....	40
5.3.1	Efecto del nivel de proteína .....	40
5.3.2	Efecto de la pulpa de café .....	40
5.4	Análisis económico .....	41
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	43
7.	RESUMEN .....	44
7a.	SUMMARY .....	46
8.	LITERATURA CITADA .....	48
	APENDICE .....	54

## LISTA DE CUADROS

CUADRO N <sup>o</sup>		<u>Página</u>
<u>TEXTO</u>		
1	Esquema de los tratamientos de acuerdo con el diseño rotatable de composición central .....	11
2	Consumo promedio de MS por tratamiento por cada 100 kg de peso vivo .....	17
3	Análisis de variancia para consumo de alimentos .....	18
4	Incremento de peso por día por tratamiento, promedio de cinco animales, kg/día/animal .....	22
5	Conversión de alimentos .....	27
<u>APENDICE</u>		
1A	Composición proximal en base seca de los ingredientes que componían las dietas experimentales .....	55
2A	Composición teórica proximal de las raciones experimentales (base seca) .....	56
3A	Conversión alimenticia por tratamiento .....	57
4A	Consumo diario de alimentos por animal por tratamiento, kg/día (al natural) .....	58
5A	Consumo de proteína, kg/100 kg de peso vivo .....	59
6A	Composición proximal de las raciones experimentales (al natural) .....	60
7A	Costos por kg de los ingredientes y las mezclas experimentales .....	61

## LISTA DE FIGURAS

Figura Nº		<u>Página</u>
<u>TEXTO</u>		
1	Consumo de MS en función del nivel de pulpa de café (base seca) .....	20
2	Consumo de MS en función del nivel de proteína .....	21
3	Relación del consumo de proteína y la ganancia diaria de peso .....	25
4	Relación del consumo de pulpa de café y la ganancia diaria de peso .....	26
5	Conversión de alimento .....	29
6	Beneficios US\$/animal/día, en función del consumo de proteína kg/100 kg de peso vivo .....	32
7	Beneficios US\$/animal/día, en función del consumo de pulpa de café (MS) .....	33
<u>APENDICE</u>		
1	Efectos directos e indirectos de la concentración de proteína, pulpa de café y melaza, sobre el consumo de materia seca, kg/100 kg de peso vivo .....	62
2	Efectos directos e indirectos de la proteína, pulpa de café y melaza, sobre la ganancia diaria de peso, kg/día .....	63

## 1. INTRODUCCION

En el trópico latinoamericano, la producción de carne y leche debe estar basada en la máxima utilización de los forrajes, sin embargo, existen épocas de sequía bien definidas que provocan escasez de pastos verdes que resultan en pérdidas de peso y aún muertes de los animales. Existen varias alternativas hacia la solución de este problema: a) disminuir en la época seca la can tidad de animales con el objetivo de disminuir las pérdidas en la producción animal; b) emplear prácticas de conservación de forrajes; y c) usar alimentos suplementarios. Cada una de estas alternativas tiene limitaciones en su aplicación. Específicamente el uso de suplementos no debe interpretarse como el uso de granos, debido a la escasez de éstos, su alto costo y la com petencia que significaría con la alimentación humana. En nuestros medios tropicales existen otros recursos que podrían empear se como suplementos y que hasta tiempos muy recientes se han ignorado. En muchos casos, estos recursos se encuentran en gran abundancia, son de bajo costo, y se pierden por falta de conocimientos necesarios sobre la mejor manera de utilizarlos. En El Salvador, la pulpa de café puede llegar a proveer por año unas 11.000 toneladas de materia seca (36). A pesar de los esfuerzos realizados sobre el uso de la pulpa de café, como alimento para el ganado, aún no se ha encontrado un sistema biológico y económicamente adecuado, mediante el cual se logre su utilización eficiente en la producción de carne y leche.

Basado en lo anterior, los objetivos de este trabajo fueron:

- a) Estudiar la respuesta en consumo y crecimiento en novillos alimentados con pulpa de café ensilada y proteína en la ración.
- b) Estudiar la rentabilidad económica en novillos alimentados con pulpa de café ensilada y proteína en la ración.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Valor nutritivo de la pulpa de café

Análisis previos sobre la composición proximal de la pulpa de café han demostrado que ésta contiene niveles de proteína cruda (9-16 por ciento), calcio (0,31 por ciento) y fósforo (0,81 por ciento). Los trabajos de digestibilidad indican que en términos de nutrientes digestibles totales (55-65 por ciento NDT) es energéticamente comparable con los pastos tropicales (3, 7, 15, 17, 59). Además, análisis recientes demuestran que posee una extensa gama de aminoácidos de los cuales resaltan por su alto nivel (g/16 g N); la lisina (6,8), histidina (3,9), treonina (4,6), valina (7,4), isoleucina (4,2) y fenilalanina (4,9) (8).

Sin embargo, hasta el 66 por ciento de la proteína total se encuentra en la pared celular de la pulpa de café (54). Ya que la utilización de la pared celular es incompleta y muy variable (56), la utilización de la proteína de la pulpa de café es probablemente muy limitada. Lewy (35) y Squibb (51) han obtenido coeficientes de digestibilidad de sólo 30-34 por ciento para la proteína total de la pulpa de café. El porcentaje de pared celular de la pulpa de café es de 64,5 por ciento (54), lo cual es semejante a valores obtenidos con pastos tropicales.

### 2.2 Uso de la pulpa de café en la alimentación animal

Los esfuerzos en busca de la utilización de la pulpa de café como alimento para el ganado han sido aislados. Varios

investigadores han usado la pulpa de café en niveles desde 0-55 por ciento (seca o ensilada) en raciones para engorde y producción de leche. En todos los casos, el consumo se ha visto reducido inicialmente hasta en un 50 por ciento en relación al consumo de dietas a base de granos (1, 19, 31, 43, 59). Por lo tanto, el incremento de peso durante las primeras 3-4 semanas se ve negativamente afectada; sin embargo, se ha observado una creciente aceptabilidad de la pulpa de café por el ganado después de cierto período de adaptación especialmente si los animales se ven forzados al consumo de esta ración (19, 31, 34, 43, 59), registrándose consumos de ensilaje de pulpa entre 10-18 kg/caheza/día (38, 47, 49). A pesar de lograrse esta aceptabilidad de la ración con pulpa de café, el consumo de alimentos y la ganancia diaria de peso han mostrado en la mayoría de los casos una relación inversa con los niveles de pulpa de café en períodos de alimentación que han variado de 60-120 días (1, 3, 31, 34, 43, 51). Estos resultados indican que la ganancia de peso fue afectada especialmente por los bajos consumos de alimento, más que por principios tóxicos que pudieran existir en la pulpa de café. En el caso de la producción de leche se ha visto que no muestra una disminución en vacas alimentadas con concentrados que incluyeron pulpa de café, excepto los primeros días de adaptación, obteniéndose una respuesta similar o superior en un 10-25 por ciento sobre testigos alimentados exclusivamente en pastoreo (14, 19, 47, 59). De acuerdo con los resultados obtenidos, aparentemente no es recomendable emplear la pulpa de café en un nivel mayor al 20 por ciento

en la ración de novillos o mayor al 50 por ciento en raciones para vacas lecheras.

Recientemente, Jarquin et al. (31) han reportado la posibilidad de que existan en la pulpa de café ciertos factores de acción "fisiológica adversa" que limitan su aceptación por el ganado.

Varios investigadores han utilizado la pulpa de café en monogástricos con miras a evaluar su valor nutricional o descubrir posibles productos tóxicos que puedan estar contenidos en la pulpa de café y que podían interferir con su utilización. Así, datos de Zeller, citado por Squibb (51) indicaron que con niveles de 20 por ciento de pulpa en la ración, produjeron disminución de la ganancia de peso en cerdos. Resultados similares informa Bird, citado por Squibb (51), en la alimentación de aves ponedoras, encontrándose una relación inversa bien marcada en la producción de huevos con el nivel de pulpa, y una alta mortalidad de las aves en niveles sobre el 30 por ciento de pulpa en la ración. Este efecto negativo de la pulpa es aún más marcado en aves hasta las cuatro semanas de edad, como reflejan los resultados de Squibb y Falla (50) y Bressani et al. (6). Estudios de Jaffé et al. (30), realizados en ratas alimentadas con pulpa fresca, pulpa fermentada, extractos de estas pulpas, cafeína y taninos de la misma fuente, sugieren que existen productos tóxicos al animal en la pulpa fresca. Todas las ratas murieron cuando estaban sometidas a la ración con pulpa fresca, no así cuando se usó la pulpa fermentada.

La naturaleza de los principios tóxicos no está aún definida. Los resultados de Jaffé et al. (30) indicaron que no fueron los taninos ni la cafeína los causantes de este efecto.

### 2.3 Suplementación proteica

Si se considera que los requisitos proteínicos establecidos por el NRC (40) han sido obtenidos bajo condiciones específicas de medio ambiente no tropicales. Es posible que las exigencias proteicas de los animales varíen de acuerdo con cambios en el medio ambiente. Por lo tanto, para la ganadería del trópico, estas recomendaciones deben servir de guía para desarrollar recomendaciones propias en cada región. Basado en estas consideraciones se han realizado estudios del efecto del nivel de proteína sobre la respuesta animal en relación al consumo de alimentos, actividad microbial, eficiencia de utilización de la proteína, ganancia de peso, producción de lana y eficiencia alimenticia (2, 22, 52, 53). Los resultados obtenidos con variaciones del nivel de proteína desde 4 hasta 14 por ciento en la ración, han demostrado incrementos significativos en el consumo de alimentos, actividad microbial, ganancia de peso y mejor eficiencia alimenticia a medida que el nivel de proteína aumentaba de 4-10 por ciento. Sin embargo, ninguna diferencia estadísticamente significativa se ha encontrado con niveles entre 10 y 14 por ciento de proteína (4, 21, 22, 26, 37). Se ha encontrado que con niveles dietéticos de 6 por ciento de proteína o inferiores, la flora ruminal entra en un estado de inanición debido a la falta de

proteína para su desarrollo, que se refleja en una pérdida del apetito en los animales (2, 22, 26, 37).

Estudios previos desarrollados con una gama más amplia en el nivel de proteína (desde 4-25 por ciento en la ración), han demostrado un aumento lineal significativo del consumo de alimento y la ganancia de peso a medida que se ha incrementado el porcentaje de proteína. Se ha encontrado también que existe un nivel marginal de proteína que varía de 10-30 por ciento por encima de los requisitos establecidos por el NRC (40), sobre el cual no se ha logrado mejorar la eficiencia alimenticia de los animales (2, 4, 5, 22, 52, 53). Aparentemente, la eficiencia de utilización de la proteína disminuye por encima de este nivel marginal como resultado de una alta excreción de N urinario, que al mismo tiempo es la respuesta a las altas concentraciones de amoníaco y urea en el rumen y la sangre, respectivamente. Recientemente, Peterson et al. (45) e Isidor (28) también han encontrado un incremento significativo ( $P = 0,01$ ) para la ganancia diaria con aumentos en el nivel de proteína, hasta cierto punto sobre el cual la ganancia diaria tiende a ser constante.

También varios investigadores han encontrado interacciones significativas entre nivel de proteína x concentración de energía en la ración, cuando se ha tomado como variables dependientes el consumo de alimento y la ganancia de peso (2, 21, 37, 45, 53), indicando que para lograr una mejor respuesta del animal al incremento en el nivel de proteína, es necesario aumentar proporcionalmente el nivel de energía.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización del estudio

El presente trabajo fue desarrollado en las instalaciones del Centro de Desarrollo Agropecuario (CEDA), del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), como parte del programa de investigación del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria (CENTA), en la República de El Salvador. El CEDA está situado en los alrededores de la ciudad de Izalco a una altitud de 390 m sobre el nivel del mar. Durante la época seca (noviembre-abril) los promedios mensuales de precipitación, temperatura y humedad relativa son de 26 mm, 38°C y 67 por ciento, respectivamente. Durante la época lluviosa los promedios de precipitación, temperatura y humedad relativa son: 358 mm, 24°C y 85 por ciento, respectivamente. Este trabajo se desarrolló en los meses de febrero-mayo.

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

Se utilizaron 65 novillos con peso y edad promedio iniciales de 229 kg y 24 meses, respectivamente. Estos animales eran producto de cruza indefinidas de Cebú con Criollo.

Los animales se distribuyeron al azar en 10 corrales con piso de concreto, ocho de los cuales alojaron cinco animales cada uno y los dos corrales restantes fueron ocupados por 25 animales que correspondían al punto central del diseño estadístico empleado. Se destinaron 10 m<sup>2</sup> por animal. Todos los animales permanecieron libres en sus corrales donde se les ofreció una mezcla

compuesta de ensilaje de pulpa de café, melaza, harina de algodón, sal y harina de hueso, además de una mezcla de sales minerales y vitaminas y agua al libre consumo. Todos los animales fueron desparasitados interna y externamente al iniciarse el trabajo. También se aplicaron intramuscularmente 3 cc por animal de un complejo vitamínico<sup>a/</sup>.

Los animales fueron pesados al inicio del período experimental y después cada 14 días hasta el final del experimento.

De acuerdo al arreglo de los tratamientos se prepararon nueve raciones (Cuadro 2A del Apéndice), diferentes en sus niveles de proteína total y ensilaje de pulpa de café, que fueron ofrecidas libremente para los cinco animales de cada tratamiento. El consumo de las mezclas en cada corral se midió pesando lo ofrecido y rechazado diariamente. Para este propósito siempre se ofreció más de lo que los animales eran capaces de consumir.

El trabajo tuvo una duración de 126 días, 14 de los cuales fueron usados como período pre-experimental para la adaptación al manejo y a la alimentación y 112 días correspondieron a la fase experimental propiamente dicha.

### 3.3 Análisis de los alimentos

Los análisis proximales para los ingredientes que componían

---

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

las raciones experimentales (ensilaje de pulpa de café, harina de algodón y melaza de caña de azúcar), se efectuaron siguiendo el método Weende (Cuadro 1A del Apéndice) para la materia seca (MS), proteína total (PT), fibra cruda (FC), extracto libre de nitrógeno (ELN) y cenizas. No se realizaron análisis químico de las mezclas que consumieron los animales, por lo cual se presentan en el Cuadro 2A del Apéndice únicamente la composición teórica de esas mezclas.

### 3.4 Diseño experimental

En el Cuadro 1 se presenta el arreglo de los tratamientos de acuerdo al diseño rotatable de composición central con dos factores ( $X_1$  = % de proteína total y  $X_2$  = % de ensilaje de pulpa de café, en base a materia seca). El porcentaje de proteína incluyó la proveniente de la harina de algodón, pulpa de café y melaza.

### 3.5 Análisis estadístico

#### 3.5.1 Consumo de alimentos

El consumo de las raciones por animal por día fue estimado a partir del consumo diario por grupo por tratamiento. Para estimar el consumo individual, el consumo total de los animales en cada tratamiento fue distribuido en forma proporcional al peso, asumiendo en consecuencia, un consumo relativo proporcional al peso.

Para los consumos de materia seca (MS) por día por animal,

Cuadro 1. Esquema de los tratamientos de acuerdo con el diseño rotatable de composición central.

Trata- miento	Niveles de las variables independientes (%)			
	<u>Codificados</u>		<u>Descodificados</u>	
	$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$
1	- 1	- 1	8,60	8,80
2	+ 1	- 1	21,4	8,80
3	+ 1	+ 1	21,4	51,20
4	- 1	+ 1	8,6	51,20
5	0	+ 1,414	15,00	60,00
6	0	- 1,414	15,00	0
7	+ 1,414	0	24,00	30,00
8	- 1,414	0	6,00	30,00
9	0	0	15,00	30,00

$X_1$  = Proteína total (base seca).

$X_2$  = Ensilaje de pulpa de café (base seca).

se realizó un análisis de variancia usando el siguiente modelo matemático para el diseño rotatable de composición central:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{12}X_1X_2$$

donde:

- $Y$  = Consumo de MS, kg/animal/día  
 $X_1$  = Por ciento de proteína (base seca)  
 $X_2$  = Por ciento de pulpa de café (base seca)  
 $b_{ij}$  = Coeficientes de regresión parcial

También se realizó un análisis de ruta para consumo de materia seca en kg/100 kg de peso vivo, usando el siguiente modelo matemático:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$$

donde:

- $Y$  = Consumo MS, kg/100 kg de peso vivo  
 $X_1$  = Por ciento de proteína (base seca)  
 $X_2$  = Por ciento de pulpa (base seca)  
 $X_3$  = Por ciento de melaza (base seca)  
 $b_{ij}$  = Coeficientes de regresión parcial

### 3.5.2 Ganancia diaria de peso

Los incrementos de peso diarios para cada animal durante los 112 días experimentales fueron obtenidos por regresión lineal de peso sobre edad. En vista de no haberse encontrado significancia estadística ( $P = ,05$ ) en el ajuste por covariancia con peso inicial o ganancia pre-experimental, los análisis estadísticos posteriores para las ganancias diarias de peso se realizaron con los datos estimados por regresión.

El espaciamiento experimental de los niveles de proteína y pulpa de café, expresados en por ciento no se mantuvo en términos de consumo de proteína o pulpa de café, debido a los consumos desiguales a través de los tratamientos. Esto impidió la aplicación del procedimiento analítico de variancia del diseño rotatable para la ganancia de peso. Por lo tanto, las ganancias de peso se analizaron por regresión, utilizando los siguientes modelos matemáticos:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{12}X_1X_2$$

donde:

- Y = Ganancia de peso, kg/día/animal
- X<sub>1</sub> = Consumo de proteína, kg/100 kg de peso vivo
- X<sub>2</sub> = Consumo de pulpa, kg/100 kg de peso vivo
- b<sub>ij</sub> = Coeficientes de regresión parcial

Específicamente, para el estudio del efecto de la proteína o pulpa de café sobre la ganancia de peso, se empleó la siguiente función:

$$Y = a + be^{-cx}$$

donde:

- Y = Tasa de ganancia de peso, kg/día/animal
- a = Máximo incremento diario de peso (valor asintótico)
- X<sub>i</sub> = Consumo de proteína o pulpa de café, kg/100 kg de peso vivo

b = Diferencia entre el valor asintótico y el mínimo incremento diario cuando X = cero consumo de proteína (o pulpa de café)

c = Cambio relativo de Y con los incrementos de X

Además, se realizó un análisis de ruta incluyendo el efecto de la melaza, utilizando el siguiente modelo matemático:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$$

donde:

Y = Ganancia diaria de peso, kg/animal

X<sub>1</sub> = Consumo de proteína, kg/100 kg de peso vivo

X<sub>2</sub> = Consumo de pulpa de café, kg/100 kg de peso vivo

X<sub>3</sub> = Coeficientes de regresión parcial

### 3.5.3 Conversión alimenticia

Se empleó un modelo logarítmico para estudiar la tendencia de la conversión alimenticia como causa de los diferentes niveles de proteína en la ración, como lo expresa la siguiente ecuación:

$$Y = AX^{-B}$$

donde:

Y = Conversión alimenticia en kg alimento/kg de ganancia de peso vivo

X = Por ciento proteína o pulpa de café en la ración en base seca

A = Valor de Y cuando X = 0

B = Coeficiente exponencial de X

### 3.6 Análisis económico

Para efectos del análisis económico se registraron los costos del ensilaje de pulpa de café, harina de algodón, melaza y fuentes minerales. Los ingresos se determinaron multiplicando el precio de venta (US\$0.44<sup>a</sup>/kg peso vivo) por el incremento diario de peso (kg) por animal por tratamiento. Los costos se obtuvieron multiplicando el valor por unidad (kg) de insumos consumidos (harina de algodón, melaza y ensilaje de pulpa de café) por animal por tratamiento. Los costos fijos no se incluyeron en el análisis económico por considerarse similares para todos los tratamientos. De la diferencia entre la función de ingresos y la de costos resultó la función de beneficio económico, como lo expresan las siguientes ecuaciones:

$$Y_I = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{12}X_1X_2$$

donde:

$Y_I$  = Ingresos, US\$/animal/día

$X_1$  = Consumo de proteína, kg/100 kg de peso vivo

---

<sup>a</sup>/ Precio de venta local en El Salvador por kg de peso vivo, para novillos sobre los 360 kg de peso vivo.

$X_2$  = Consumo de ensilaje de pulpa de café, kg/100 kg  
de peso vivo

$b_{ij}$  = Coeficientes de regresión parcial

$$Y_c = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{12}X_1X_2$$

donde:

$Y_c$  = Costos US\$/animal/día

$X_1$  = Consumo de proteína, kg/100 kg de peso vivo

$X_2$  = Consumo de pulpa de café, kg/100 kg de peso vivo

$b_{ij}$  = Coeficientes de regresión parcial

De la diferencia entre las funciones de ingreso y costos se obtuvo la de beneficios brutos, como lo indica la siguiente ecuación:

$$B = Y_I - Y_c$$

donde:

$B$  = Beneficios brutos US\$/animal/día

$Y_I$  = Ingresos US\$/animal/día

$Y_c$  = Costos US\$/animal/día

## 4. RESULTADOS

## 4.1 Consumo de materia seca (MS)

El consumo de MS por cada 100 kg de peso vivo se presentan en el Cuadro 2. El promedio para todos los tratamientos fue de 1,96 kg, con un rango de 1,01 - 2,25 kg/100 kg de peso vivo.

Cuadro 2. Consumo promedio de MS por tratamiento por cada 100 kg de peso vivo.

$X_1^{a/}$			$X_2^{a/}$			$\bar{Y}$
	0,0	8,8	30,0	51,2	60,0	
6,0			1,65			1,65
8,6		2,04		1,01		1,52
15,0	2,25		2,18		1,81	2,14
21,4		2,24		2,21		2,22
24,0			2,23			2,23
$\bar{Y}$	2,25	2,14	2,11	1,61	1,81	1,96

$^{a/} X_1$  = Nivel de proteína, % en la ración (base seca)

$X_2$  = Nivel de pulpa de café, % en la ración (base seca)

$\bar{Y}$  = Consumo de MS, kg/100 kg de peso vivo

Al observar los promedios generales ( $\bar{Y}$ ), se nota un incremento en

el consumo de la materia seca con aumentos en el porcentaje de proteína. Lo contrario puede observarse si se analizan los promedios generales a través de los niveles de pulpa de café.

El Cuadro 3 presenta el análisis de variancia para consumo de materia seca total (kg/día/animal).

Cuadro 3. Análisis de variancia para consumo de alimentos.

FV	GL	CM
Grupos	4	1,51
Tratamiento	8	5,83**
Regresión	5	9,75
Efecto lineal	1	13,06**
Pulpa	1	12,01**
Proteína	1	14,11**
Efecto cuadrático	2	1,73
Pulpa	1	1,61
Proteína	1	1,85
Efecto mixto	1	14,20**
DM	3	0,97
Error	52	0,60
Total	64	

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

Se encontraron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ) para tratamientos, efecto lineal de la proteína, pulpa de café y para la interacción proteína-pulpa de café.

El modelo polinomial empleado describió los efectos de los tratamientos con un alto grado de confiabilidad ( $R^2 = 0,94$ ).

$$Y = 4,505 + 0,257X_1 - 0,009X_2 - 0,012X_1^2 - 0,001X_2^2 + 0,006X_1X_2$$

Para propósitos de ilustración de los efectos separados de la proteína y pulpa de café sobre el consumo de MS, se ajustaron un modelo polinomial de segundo grado para la pulpa de café (graficado en la Fig. 1) y un modelo exponencial para la proteína (Fig. 2). Estos modelos fueron los que mejor describieron los datos observados, resultando valores de  $R^2$  de 0,99 y 0,86, respectivamente.

Como lo demuestra la Fig. 1, el consumo de MS disminuyó con incrementos en el nivel de pulpa, aunque el consumo para los niveles más altos es casi similar. La Fig. 2 demuestra un aumento progresivo en el consumo de alimentos a medida que se incrementa el nivel de proteína, hasta cierto punto, después del cual tiende a permanecer constante.

Los resultados del estudio de correlaciones lineales entre la concentración de proteína, pulpa de café y melaza en la ración y el consumo de materia seca, kg/100 kg de peso vivo, se presentan en la Figura 1 del Apéndice. En esta figura se puede apreciar

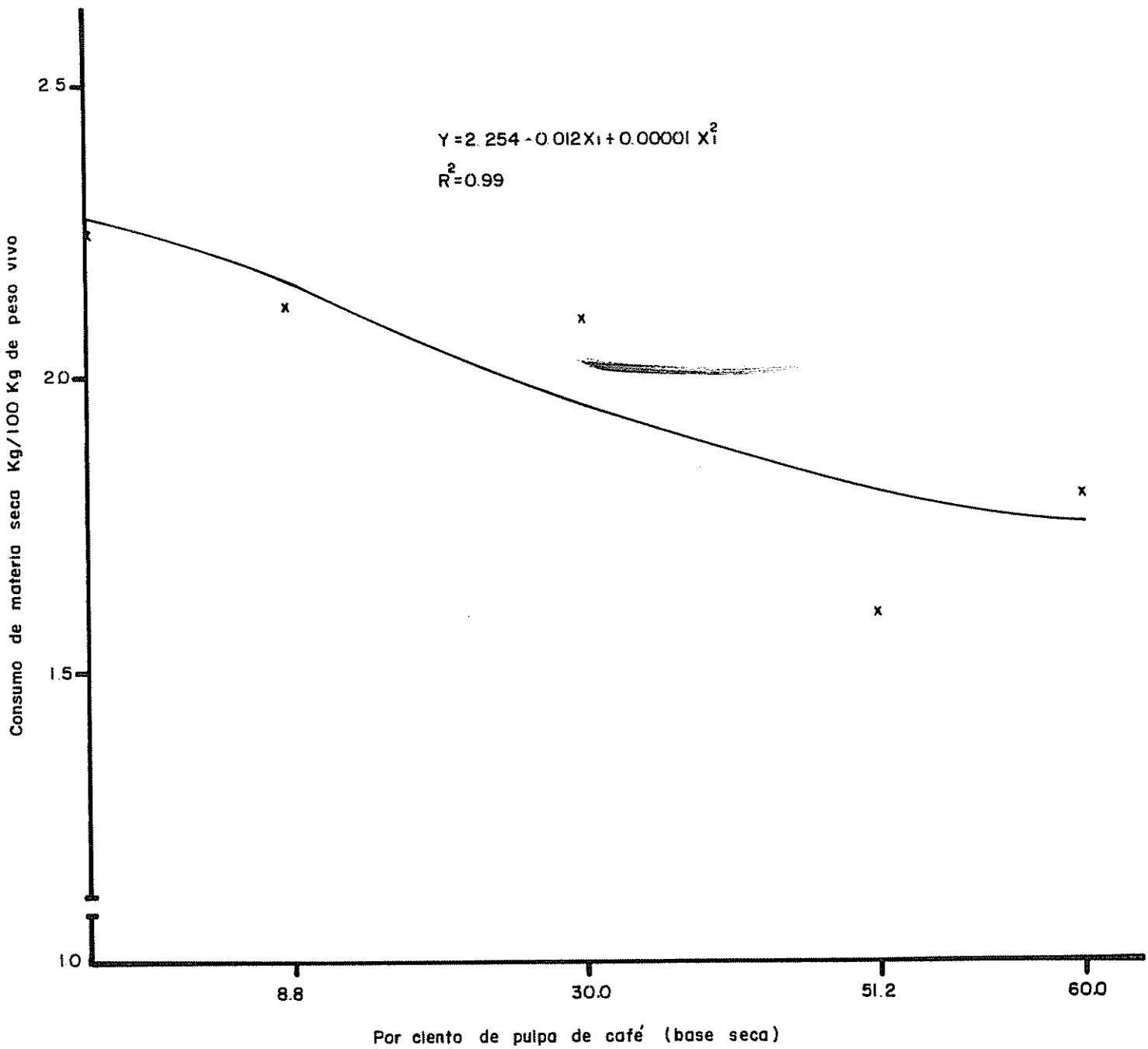


Fig. 1 Consumo de M.S. en función del nivel de pulpa de café (base seca)

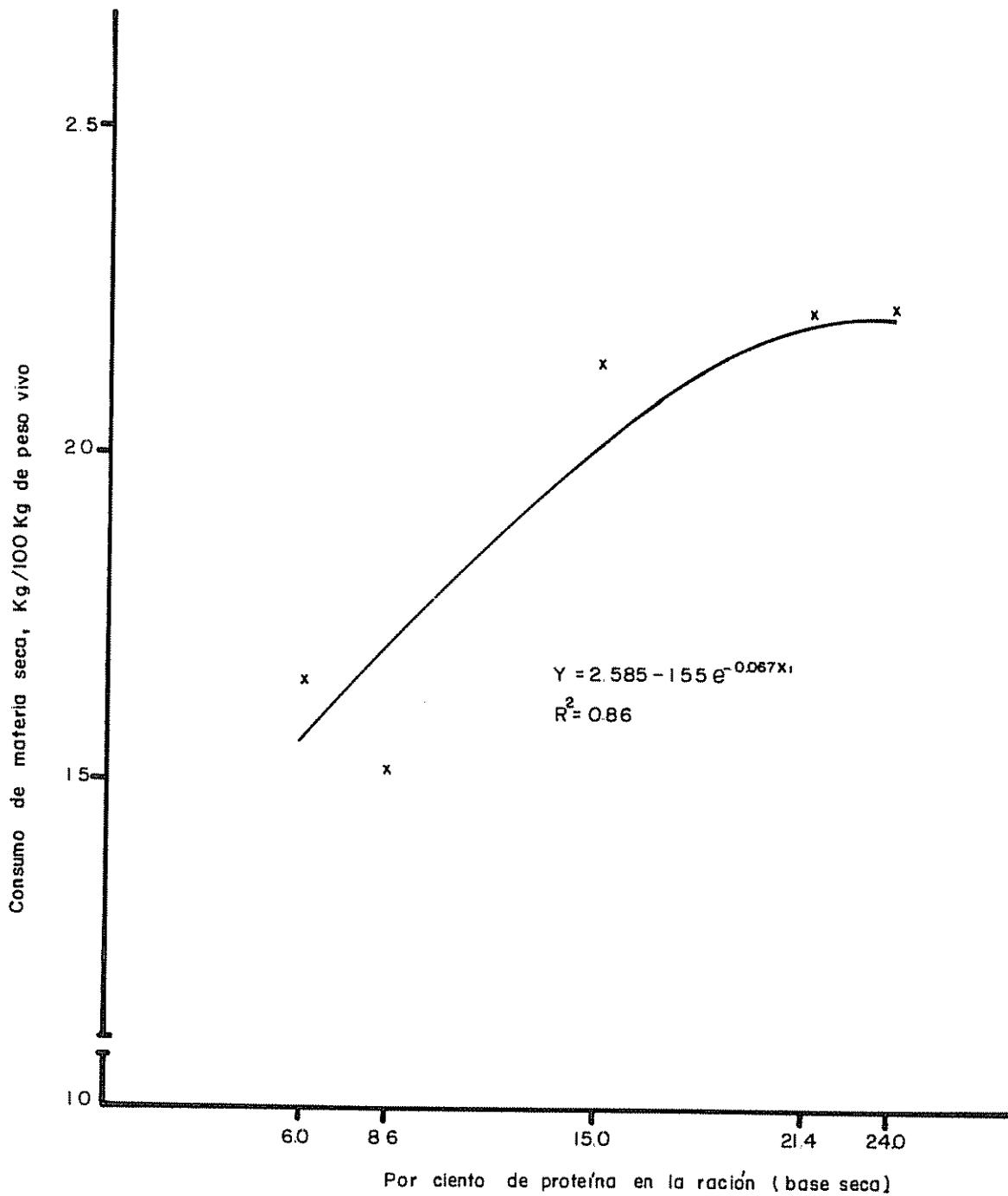


Fig. 2 Consumo de M.S en función del nivel de proteína

que la correlación total de la proteína sobre el consumo es positivo, mientras que para la pulpa de café es negativo; igualmente la melaza está correlacionada negativamente, aunque la magnitud de esta correlación es mucho menor que el de la pulpa de café. A juzgar por los efectos indirectos el consumo fue influenciado positivamente por la presencia de la melaza en la ración.

#### 4.2 Incremento diario de peso

En Cuadro 4 presenta la tasa de crecimiento diario por tratamiento, lográndose una media general para todos los tratamientos de 0,434 kg/día. Se puede observar que la ganancia diaria de peso fue afectada por los tratamientos, en forma positiva por el consumo de proteína y negativamente por el consumo de pulpa de café.

Cuadro 4. Incremento de peso por día por tratamiento, promedio de cinco animales, kg/día/animal.

Kg PT/100 kg peso vivo	Kg MS de pulpa de café/100 kg PV					$\bar{Y}$
	0,000	0,188	0,633	0,823	1,081	
0,104			0,036			0,036
0,131		0,666		0,666		0,366
0,319	0,739		0,585 <sup>a/</sup>		0,417	0,440
0,476		0,530		0,665		0,598
0,535			0,616			0,616
$\bar{Y}$	0,739	0,598	0,511	0,365	0,417	0,434

<sup>a/</sup> Tratamiento central. Se repitió cinco veces. Promedio de 25 animales.

El Cuadro 4 demuestra que a medida que los niveles de proteína y pulpa aumentan, las diferencias en la ganancia diaria se reducen.

Los efectos conjuntos de las dos variables se describen con la siguiente función:

$$Y = 0,2016 + 4,1299X_1 - 1,1428X_2 - 7,2699X_1^2 - 0,0098X_2^2 + 2,7916X_1X_2, \quad R^2 = 0,95$$

donde:

Y = Ganancia diaria, kg/día/animal

X<sub>1</sub> = Consumo de proteína, kg/100 kg de peso vivo

X<sub>2</sub> = Consumo de pulpa de café, kg/100 kg de peso vivo

La función demuestra un efecto positivo inicial sobre la ganancia diaria a causa de los aumentos en el consumo de proteína pero luego disminuyen (efecto cuadrático). Mientras que el efecto de la pulpa de café es negativo. Sin embargo, este efecto negativo de la pulpa de café se vió disminuido por la interacción con la proteína.

Las tendencias se explicaron más claramente aplicando una función exponencial a los promedios generales, para cada una de las variables independientes, como lo demuestran las siguientes funciones:

Ganancia diaria/animal, kg (Y) como efecto del consumo de proteína, kg/100 kg de peso vivo (X<sub>1</sub>).

$$Y = 0,516 - 25,784e^{-37,62X_1}; \quad R^2 = 0,92$$

Ganancia diaria, kg/animal (Y) como efecto del consumo de pulpa de café, kg MS/100 kg de peso vivo ( $X_2$ ).

$$Y = 0,358 + 0,376e^{-2,073X_2} \quad ; \quad R^2 = 0,92$$

Ambas funciones se encuentran graficadas en las Figuras 3 y 4, respectivamente. Como se observa en la Figura 3, la ganancia diaria de peso mostró un incremento progresivo con aumento en el consumo de proteína, hasta cierto punto (315 g PT/100 kg de peso vivo), sobre el cual la ganancia de peso tiende a mantenerse constante. La Figura 4 muestra una disminución gradual en la ganancia diaria de peso con incrementos en el consumo de pulpa de café.

Los resultados de la Figura 2 del Apéndice indican, por los efectos directos, que pulpa, proteína y melaza estuvieron positivamente correlacionados con la ganancia diaria. Sin embargo, esta relación se vio reducida por los efectos indirectos. Observando las correlaciones globales, la proteína fue la única que estuvo altamente correlacionada con la ganancia diaria de peso. La pulpa de café muestra una correlación negativa con la ganancia diaria, mientras que la melaza presenta una correlación negativa, pero no significativa.

#### 4.3 Conversión de alimentos

El Cuadro 5 presenta la conversión alimenticia para los distintos niveles de proteína y pulpa de café en la ración. Se puede observar una disminución bien clara del alimento necesario para producir un kg de peso a medida que el nivel de proteína

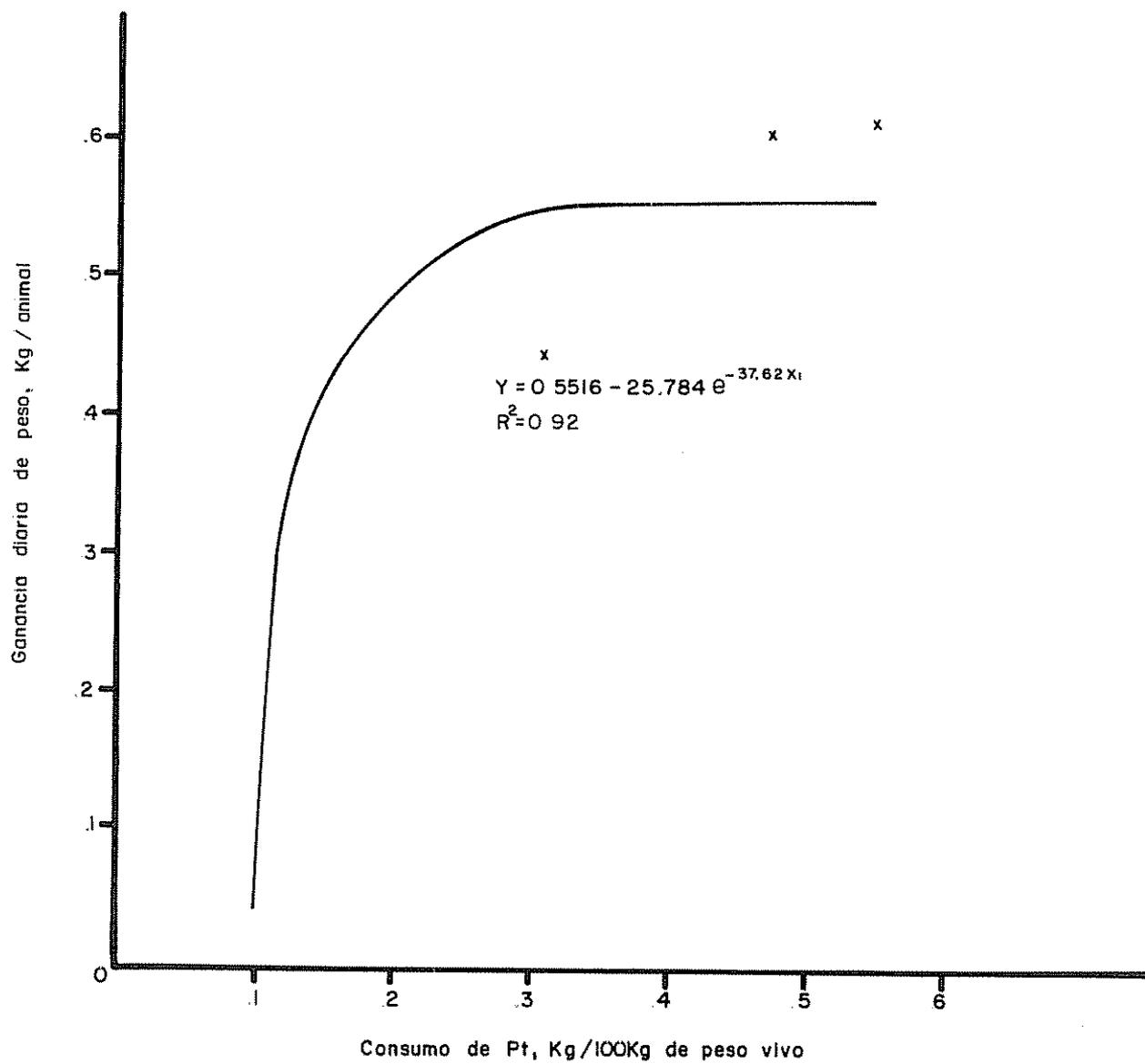


Fig. 3 Relación del consumo de proteína y la ganancia diaria de peso

$$Y = 0.358 + 0.376 e^{-2.073X^2}$$
$$R^2 = 0.92$$

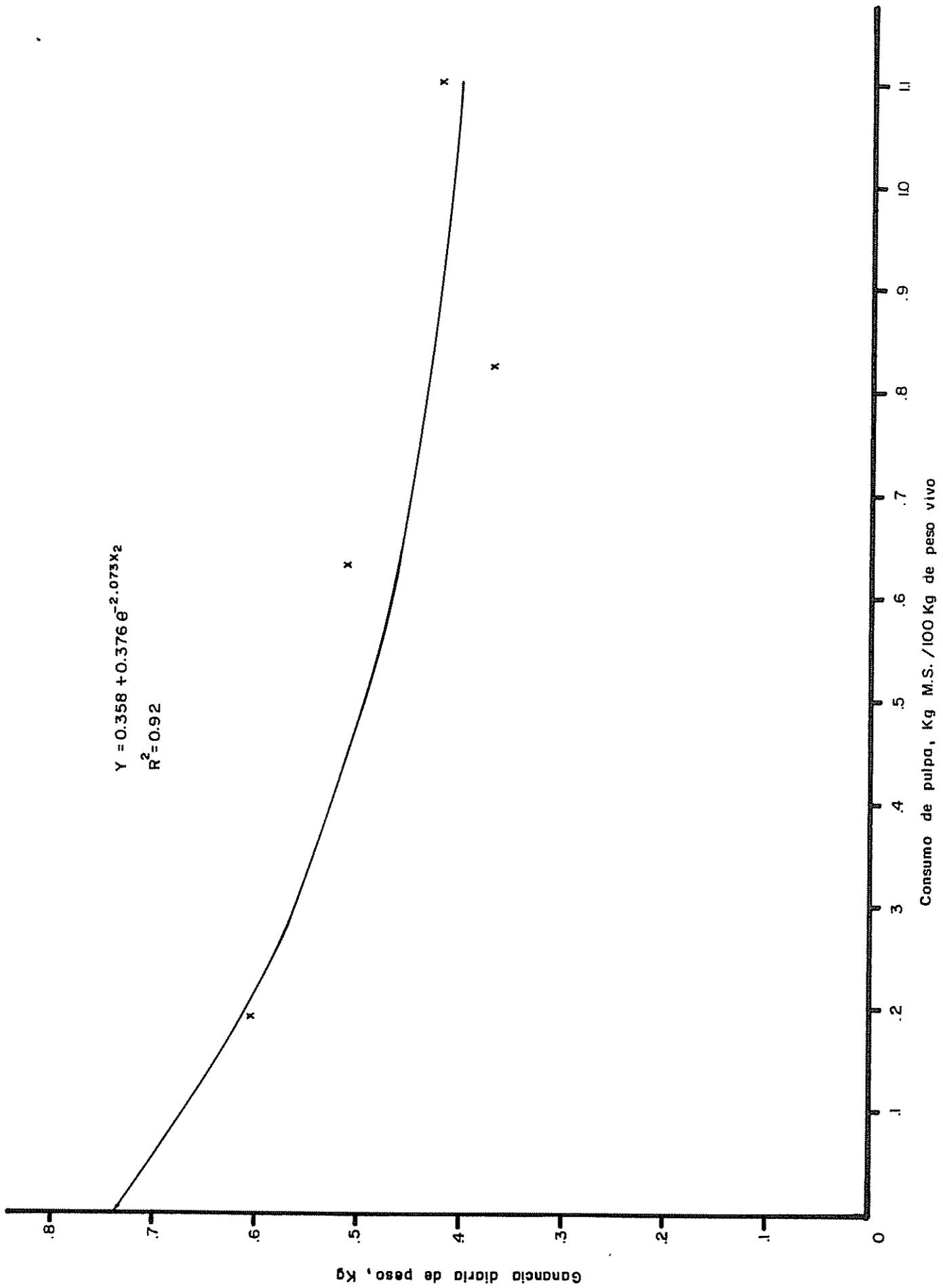


Fig. 4 Relación del consumo de pulpa de café y la ganancia diaria de peso

Cuadro 5. Conversión de alimentos.

$X_1\%$			$X_2\%$			$\bar{Y}$
	0,0	8,8	30,0	51,2	60,0	
6,0			110			110
8,6		7,65		36		21,82
15,0	8,10		9,16		10,5	9,20
21,4		9,11		8,24		8,67
24,0			8,65			8,65
$\bar{Y}$	8,10	8,38	23,49	22,12	10,5	23,1

$X_1$  = Por ciento proteína total en la ración (base seca)

$X_2$  = Por ciento pulpa de café en la ración (base seca)

$\bar{Y}$  = Kg de alimento (base seca)/kg de peso vivo

aumenta. Sin embargo, no es evidente ninguna tendencia clara en los promedios generales para los diferentes niveles de pulpa de café. Si se comparan los valores de conversión para los niveles intermedios de proteína, se hace evidente un aumento lineal a medida que se incrementa el nivel de pulpa de café en la ración. La conversión alimenticia para todos los tratamientos fue de 23,1 kg de alimento/kg de peso vivo.

En consecuencia, sólo fue posible aplicar la función exponencial para los promedios generales de conversión para los diferentes niveles de proteína. Los resultados aparecen en la

Figura 5, en la que es notable la rapidez en que disminuye la cantidad de alimento para producir 1 kg de peso. Aunque después de un 15 por ciento de PT, esta disminución es muy tenue.

#### 4.4 Análisis económico

Para realizar el análisis económico se tomó en consideración únicamente los costos por alimentación, ya que los costos fijos (equipo, instalaciones, mano de obra y transporte) fueron constantes para todos los tratamientos y además, su grado de variación dependerá de las condiciones donde se desarrolle el sistema.

La función de ingresos se obtuvo de los datos que aparecen en el Cuadro 3A del Apéndice, utilizando un modelo polinomial de segundo grado. Los resultados aparecen a continuación:

$$Y = 0,1575 + 3,4433X_1 - 0,1497X_2 - 5,8977X_1^2 - 0,3826X_2^2 + 1,5083X_1X_2 \quad ; \quad R^2 = 0,97$$

donde:

Y = Ingresos US\$/animal/día

$X_1$  = Consumo de proteína, kg/100 kg de peso vivo

$X_2$  = Consumo de pulpa de café, kg MS/100 kg de peso vivo

La función de costos se obtuvo de manera similar de los datos del Cuadro 4A del Apéndice, obteniéndose los resultados siguientes:

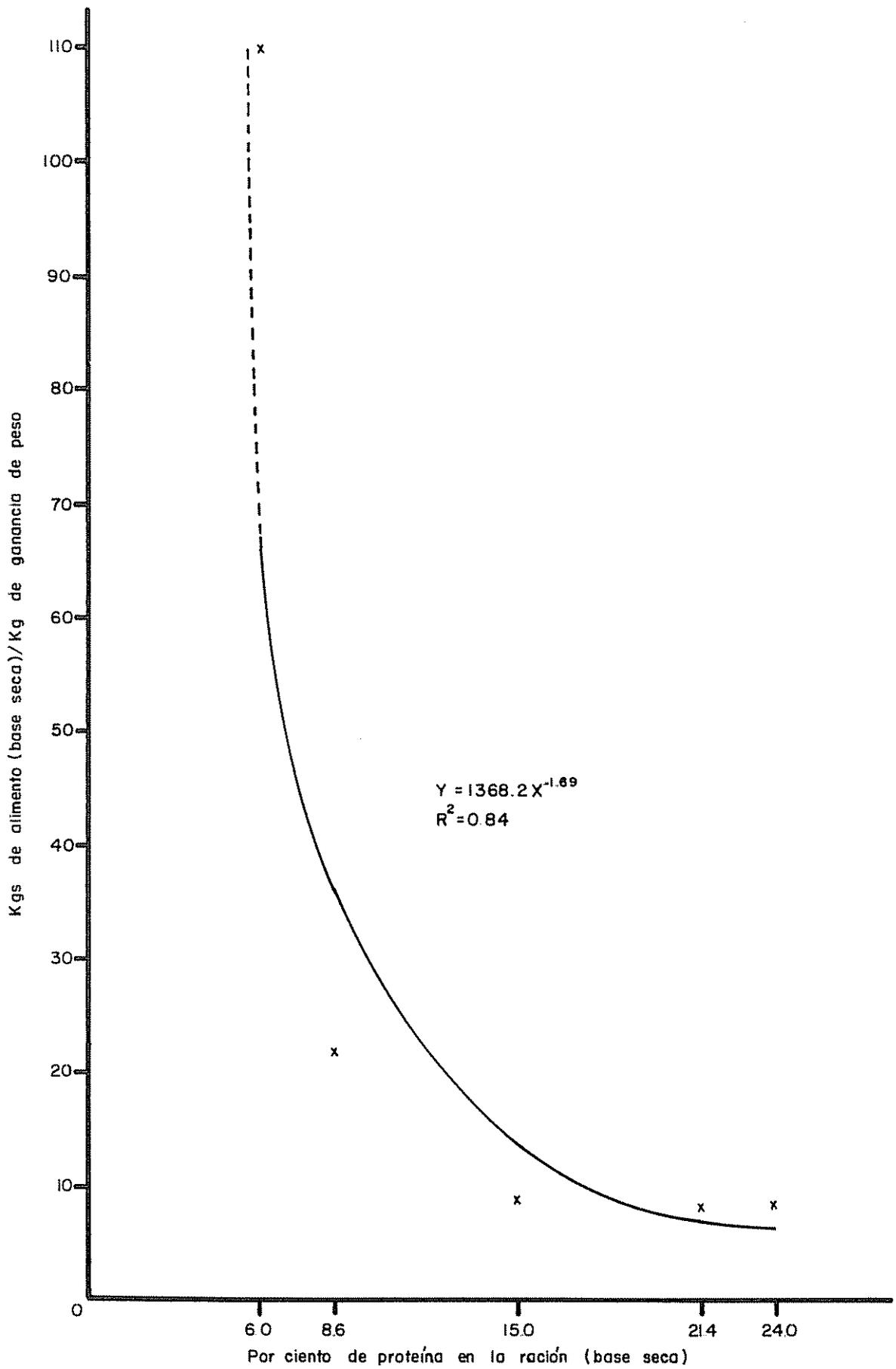


Fig. 5 Conversión de alimentos

$$Y = 0,0596 + 0,9347X_1 - 0,1716X_2 - 0,9950X_1^2 - 0,0011X_2^2 + 0,3569X_1X_2 \quad ; \quad R^2 = 0,97$$

donde:

$Y$  = Costos US\$/animal/día

$X_1$  = Consumo de proteína, kg/100 kg de peso vivo

$X_2$  = Consumo de pulpa de café, kg MS/100 kg de peso vivo

Como se puede observar, ambas funciones describen los ingresos y costos de alimentación en forma satisfactoria. Por diferencia entre ambas funciones se obtuvo la función de beneficio económico. Los resultados se presentan con la siguiente ecuación:

$$B = -0,2171 + 2,5086X_1 + 0,0219X_2 - 4,9027X_1^2 - 0,3815X_2^2 + 1,1514X_1X_2$$

donde:

$B$  = Beneficio, US\$/animal/día

$X_1$  = Consumo de proteína, kg/100 kg de peso vivo

$X_2$  = Consumo de pulpa de café, kg MS/100 kg de peso vivo

El máximo beneficio se obtuvo por medio de las derivadas parciales de la ecuación del beneficio económico:

$$\frac{\partial B}{\partial X_1} = 2,5086 - 9,8054X_1 + 1,1514X_2 = 0$$

$$\frac{\partial B}{\partial X_2} = 0,0219 + 1,1514X_1 - 0,7630X_2 = 0$$

de donde:

$$X_1 \text{ óptima} = 0,315 \text{ kg proteína/100 kg de peso vivo}$$

$$X_2 \text{ óptima} = 0,504 \text{ kg (MS) de pulpa de café/100 kg de peso vivo}$$

Con estos valores de  $X_1$  y  $X_2$  se obtuvo el siguiente ingreso y costo de alimentación y beneficio, respectivamente:

$$\text{Ingresos US\$/animal/día} = 0,4097$$

$$\text{Costos US\$/animal/día} = 0,2262$$

$$B_{\text{máximo}} = \$0.1835/\text{animal/día}$$

Las Figuras 6 y 7 demuestran la tendencia de los beneficios en función del consumo de proteína (materia seca) y pulpa de café/100 kg de peso vivo, respectivamente. En ambas gráficas es muy evidente los máximos beneficios alcanzados en función de la proteína o pulpa de café. En ambos casos ocurre un aumento en los beneficios, seguidos por una rápida disminución.

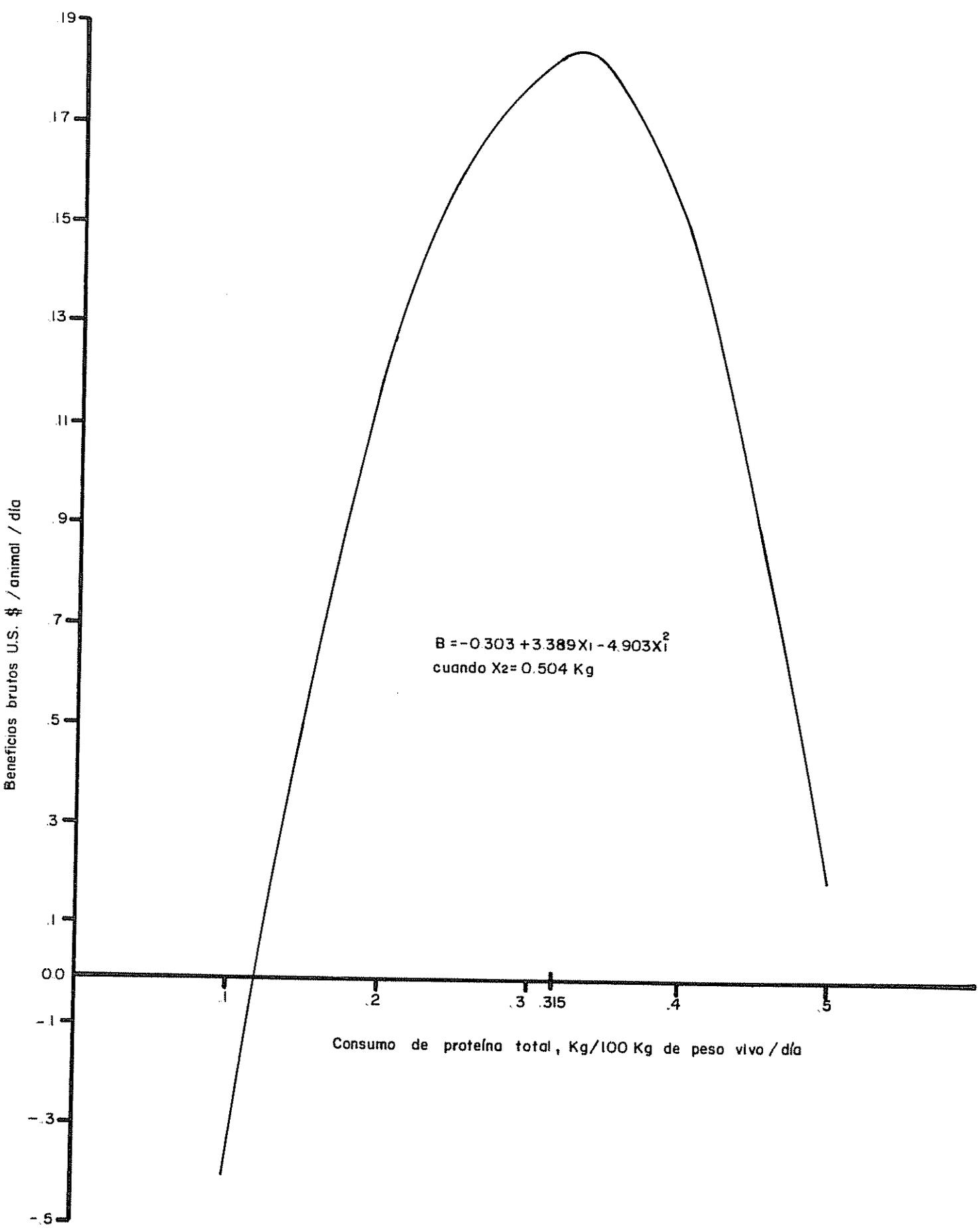


Fig. 6 Beneficios US \$/animal/día, en función del consumo de proteína Kg/100Kg de peso vivo

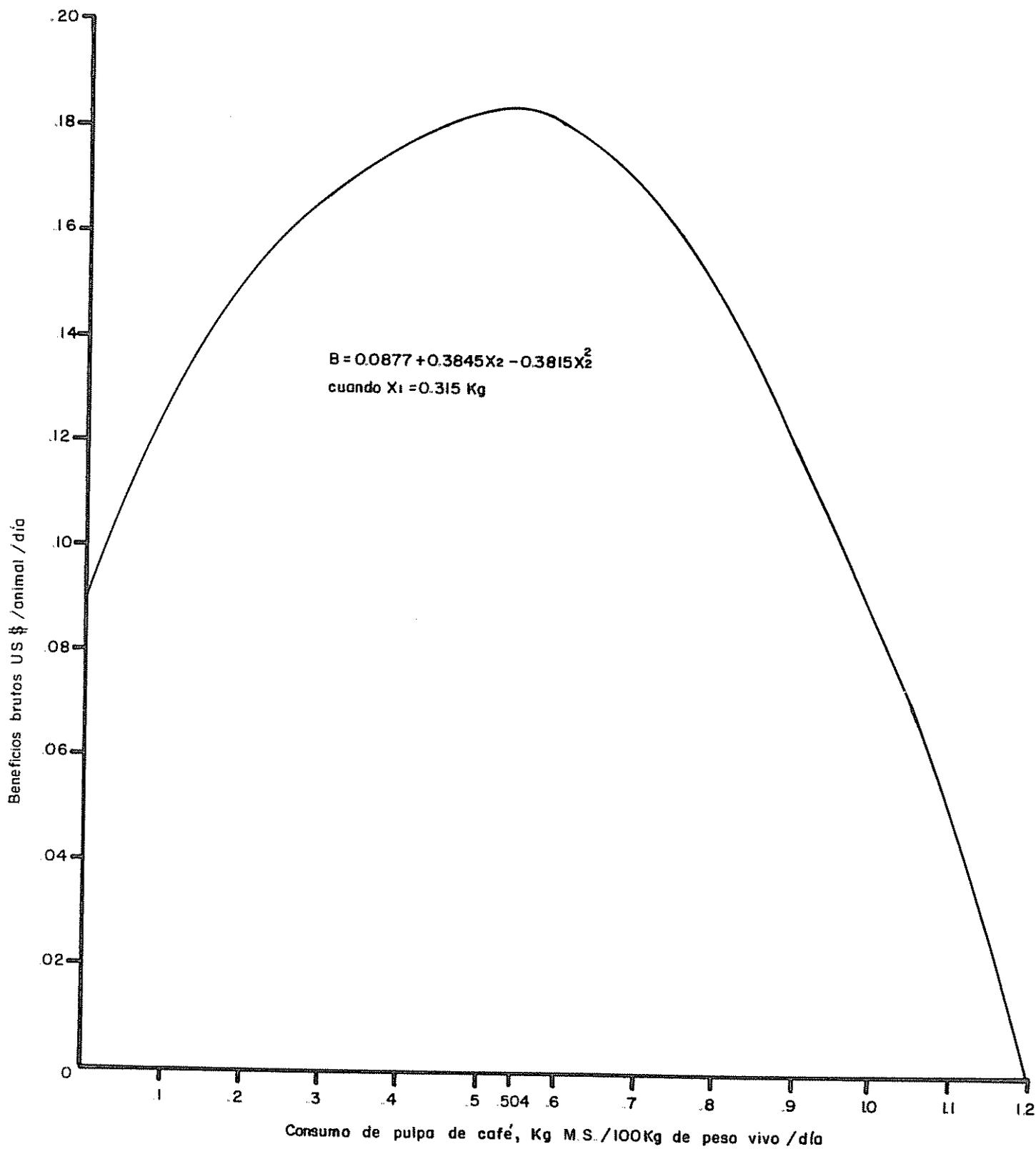


Fig 7 Beneficios US \$/animal/día, en función del consumo de pulpa de café (M.S)

## 5. DISCUSION

## 5.1 Consumo de materia seca

El consumo de materia seca obtenido en el presente experimento fue bastante bajo alcanzándose solamente un 67 por ciento de las recomendaciones del NRC (40). También es sólo el 67 por ciento del encontrado recientemente por Ruíz (48) con alimentación a base de melaza, y apenas un 40 por ciento del consumo encontrado por Isidor (28) bajo un sistema de alimentación con banano de desecho y suplementación proteica. No obstante, este consumo no es muy diferente a los informados por Waldo et al. (58) y Camp-ling (9) que han promediado un 2,08 kg de materia seca/100 kg de peso vivo en alimentaciones con forrajes ensilados. Este valor representa un 70 y 50 por ciento de lo encontrado para heno y forrajes verdes, respectivamente (9, 29, 58). Estos autores han atribuido el bajo consumo de materia seca en alimentación con ensilaje a la falta de gustosidad de éste, provocada por los procesos de fermentación y a una lenta digestión del material en silado. Indudablemente, el bajo consumo encontrado resultó en bajos consumos energéticos que no pasaron de alrededor del 61 por ciento de las recomendaciones establecidas por el NRC (40). El consumo de proteína también fue afectado, siendo este consumo por debajo de los requisitos en los tratamientos con 6, 8,6 y 15,0 por ciento de PT (Cuadro 5A del Apéndice).

### 5.1.1 Efecto del nivel de proteína

Los datos numéricos del Cuadro 2 y la Figura 2 indican que a medida que se aumenta el nivel de proteína en la ración, se incrementa el consumo de alimento en forma significativa hasta cierto punto que corresponde al nivel central de proteína después del cual el consumo permanece relativamente constante. Varios investigadores han demostrado esta relación directa entre el consumo de alimento y el nivel de proteína en la dieta. Es conocido que con niveles de PT del 6 por ciento o menor, se produce un estado de inanición en la flora ruminal. A medida que el por ciento PT aumenta, se ha observado en estos trabajos que el consumo de MS aumenta (2, 4, 22, 26, 37, 44). De acuerdo con los datos que se presentan en este trabajo, este efecto beneficioso de la proteína sobre el consumo de MS tiene un límite después del cual incrementos en el nivel de proteína no resultan aumentos en el consumo de MS. Este límite encontrado está alrededor de un 21 por ciento PT (Fig. 2). Considerando que en todos los tratamientos hubo un consumo energético por debajo de los requisitos, podría inducirse que la deficiencia energética puede haber afectado la eficiencia de utilización de la proteína. Jones (32) ha indicado que bajo condiciones de desbalance energético con relación a la proteína, se reduce el consumo de alimentos.

### 5.1.2 Efecto del nivel de pulpa de café

Los consumos de materia seca en el presente trabajo han demostrado una relación lineal inversa ( $P \leq 0,01$ ) con la concentración

de pulpa de café. También se encontró un bajo consumo de la ración que no incluyó pulpa de café; sin embargo, en ésta ración no se suplió ningún tipo de forraje, lo cual puede haber influenciado negativamente el consumo. Esta relación inversa del consumo de alimento con relación a la concentración de pulpa de café, encontrada en el presente trabajo, es similar a la observada en estudios previos por Ayala (1), Osegueda et al. (43), Jarquin et al. (31) y Ledger y Tillman (34).

Se desconocen los factores que están afectando la aceptación de la pulpa de café por parte del animal. Existen por lo menos tres posibilidades: a) la presencia de algún componente químico posiblemente volátil que provoque repulsión en el animal por medio del olfato o el gusto; b) que sea un compuesto químico que esté actuando sobre el centro de saciedad del hipotálamo; y c) que con el ensilaje de pulpa de café ocurre una lenta digestión, lo cual reduciría el consumo de las raciones (9, 29, 33, 57).

De acuerdo con los resultados del análisis de correlación (Fig. 1 del Apéndice), existe la posibilidad de aumentar el consumo de alimentos basados en pulpa de café mediante adiciones adecuadas de melaza ya que los coeficientes de correlación entre melaza y pulpa de café muestran un efecto beneficioso en la aceptabilidad de la ración con pulpa de café.

La interacción ( $P \leq 0,01$ ) proteína x pulpa, que se advierte en el Cuadro 3 y en la función que aparece en la página 19, indica que la adición de proteína es otro medio que puede ser usado

para aumentar la aceptabilidad de las raciones a base de pulpa de café. Aunque la aplicación práctica de esta observación es un poco dudosa, debido al alto costo de la proteína, a menos que el mismo efecto beneficioso se logre obtener con la adición de productos nitrogenados de bajo costo, tal como la urea.

## 5.2 Ganancia de peso

### 5.2.1 Efecto del nivel de proteína

Los resultados del Cuadro 4 y la correspondiente Fig. 3, demuestran inicialmente un rápido incremento ( $P \leq 0,01$ ) en la ganancia diaria de peso, a medida que aumentó el consumo de proteína, hasta cierto punto. Después de este punto los incrementos de peso disminuyen y llegan a tomar un valor más o menos constante (valor asintótico). Esta respuesta ha sido reportada previamente por varios autores (2, 20, 26, 53), atribuyéndose este efecto a una mejora en el consumo y digestión de los alimentos y a una mayor disponibilidad de proteína para la síntesis de tejidos, como resultado de un mayor desarrollo y actividad microbial. Esta relación directa de la ganancia diaria con el nivel de proteína ha sido encontrada recientemente por Ruíz (48) e Isidor (28). Este efecto también es evidente si se observa el efecto directo de la proteína sobre la ganancia diaria ( $r = 0,87$ , Fig. 2 del Apéndice). Se encontró que la ganancia diaria tiende a mantenerse constante a 550 g/día con niveles mayores a 311 g de PT o más/100 kg de peso vivo. Este consumo de proteína corresponde a las recomendaciones establecidas por el NRC (40), pero no así la

ganancia diaria obtenida que alcanzó solamente un 55 por ciento de lo predecido por el NRC (40). Esto es probablemente debido a que los animales estuvieron consumiendo cantidades sub-normales de energía, consumo que fue de sólo el 61 por ciento de lo recomendado por el NRC (40).

Se puede observar en la Figura 2 del Apéndice, que la proteína y la melaza estuvieron negativamente asociadas con respecto a la ganancia diaria. Esto posiblemente fue debido a una deficiencia de energía con respecto al nivel de proteína en la dieta. Existen suficientes evidencias que, bajo estas condiciones, ocurre una deficiente utilización de la proteína y, en general, de los otros alimentos consumidos por el animal (2, 45, 52, 53). Esto indicaría que hubiera sido posible mejorar la respuesta a los altos consumos de proteína si la melaza hubiera estado disponible en cantidades libres.

#### 5.2.2 Efecto de la pulpa de café

Los resultados del Cuadro 4 y la correspondiente Figura 4, muestran un efecto negativo del consumo de pulpa de café sobre la ganancia diaria de peso. Esta relación fue explicada con una alta confiabilidad ( $R^2 = 0,92$ ). Este efecto negativo de la pulpa de café sobre la ganancia diaria puede ser explicado por la disminución en el consumo de la ración a medida que la concentración de pulpa aumentaba en la dieta. Esta relación entre consumo de alimento y ganancia diaria de peso se describió con la función  $Y = 0,516 - 0,499X$ , resultando con un

valor  $R^2 = 0,85$ . Algunos autores han postulado que este efecto negativo de la pulpa de café sobre la ganancia diaria es producido por algunos componentes como los taninos, cafeína y ácidos glucogénicos, contenidos en la pulpa de café y que causan un efecto depresivo sobre el animal (7, 50). No obstante, trabajos en monogástricos han demostrado que no son ni la cafeína ni los taninos los causantes de tal depresión en la respuesta del animal (31, 51), atribuyéndose este efecto negativo de la pulpa de café a la dificultad en la digestión de la fibra de la pulpa de café por parte de los monogástricos. Resultados en monogástricos y rumiantes, alimentados con dietas conteniendo taninos y cafeína, han demostrado que la toxicidad de estos productos aún no están bien definidos (13, 16, 18).

A raíz de los resultados obtenidos en el presente trabajo, se decidió estudiar la relación entre consumo de alimento y la ganancia diaria de peso en los resultados encontrados previamente por otros autores (1, 31, 43), encontrándose que la ganancia diaria está altamente relacionada ( $R^2 = 0,98$ ) al consumo de la ración. Todas estas consideraciones permiten formular que la disminución en la ganancia diaria de peso con aumentos del nivel de pulpa de café, se debe principalmente, si no totalmente, a una disminución del consumo de la ración. Por lo tanto, las investigaciones en el futuro deben encaminarse a la búsqueda de métodos que permitan que el animal logre un mayor consumo de las raciones a base de pulpa de café.

Otro factor que pudo haber afectado negativamente la respuesta animal en el presente trabajo, puede haber sido el uso de la pulpa de café en forma ensilada. Existe suficiente evidencia que los animales no consumen materiales ensilados en el grado que lo hacen con materiales sin ensilar (25, 29, 33, 58).

### 5.3 Conversión de alimentos

#### 5.3.1 Efecto del nivel de proteína

Los resultados del Cuadro 5 y la correspondiente Figura 5, demuestran una marcada disminución en el alimento requerido para ganar un kg de peso con aumentos en el nivel de proteína. Sin embargo, la conversión de alimentos se mantiene más o menos constante para niveles de proteína mayores al 15 por ciento (Cuadro 5). Tendencias similares con rangos de proteína más estrechos han sido reportadas por Hudson et al. (26), Schelling et al. (52), Peterson et al. (45) y Braman et al. (5). La nivelación de los valores de la conversión de alimentos que ocurre después del 15 por ciento de proteína dietética, es el reflejo de los resultados obtenidos en cuanto a consumo, Fig. 2 y ganancia de peso, Fig. 3.. En estas gráficas, tanto el consumo como la ganancia de peso tienden a ser constantes después de una concentración del 15 por ciento de proteína en la ración.

#### 5.3.2 Efecto de la pulpa de café

No se encontraron tendencias lógicas en los promedios generales de conversión de alimentos (Cuadro 5). Esto fue debido

a la influencia de los valores extraordinariamente altos, observados en los tratamientos con 6 y 8 por ciento de proteína y 30 y 51,2 por ciento de pulpa de café. Dentro de un mismo nivel de proteína (15 por ciento) se nota una tendencia bien definida hacia un aumento en la cantidad de alimentos requeridos por kg de ganancia, como causa del aumento en el nivel de pulpa de café.

#### 5.4 Análisis económico

El máximo beneficio bruto económico encontrado en este trabajo fue de US\$0.184/animal/día, obtenido con 0,315 kg de proteína total y 0,504 kg (MS) de pulpa de café por cada 100 kg de peso vivo. Con estas combinaciones la ganancia diaria lograda fue de 500 g. Los costos para obtener este beneficio económico incluyeron solamente conceptos de alimentación.

Un beneficio bruto de \$0.18 deja suficiente margen para cubrir los costos fijos por concepto de mano de obra, amortización e intereses, que se estiman en \$0.12/cabeza/día (55). Obviamente, la magnitud de los costos fijos puede variar de acuerdo con el criterio del productor.

Los resultados económicos, obtenidos en el presente trabajo, son significativos pues permiten diseñar sistemas de alimentación para aquellas regiones con escasez estacional casi absoluta de forrajes. En estas épocas de sequía el ganadero sufre grandes pérdidas económicas debido a mermas en peso y muerte de muchos animales, a causa de la desnutrición resultante de escasez de

forrajes. Por lo tanto, el empleo de la pulpa de café en la alimentación de rumiantes, sería un medio no solamente para evitar las pérdidas en producción animal durante la época de sequía, sino también para proveer beneficios económicos al ganadero.

Los beneficios económicos pueden aún ser mayores que el máximo encontrado en este estudio. Debido al bajo costo de la pulpa de café, se pueden vislumbrar mejores rentabilidades económicas si se encuentran los medios por los cuales se logre un mayor consumo de pulpa de café. También, es razonable esperar que los beneficios económicos aumenten si se reemplaza la harina de torta de algodón con otras fuentes proteicas más baratas o con fuentes nitrogenadas no proteínicas.

## 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. El consumo de alimento y la ganancia diaria de peso se ve afectada positivamente por la proteína y negativamente por la pulpa de café.
2. La proteína aumenta la eficiencia de conversión de alimentos a ganancia de peso.
3. El efecto negativo de la pulpa de café sobre el consumo de alimento y sobre la ganancia diaria de peso, se reduce en presencia de la proteína.
4. Es económicamente factible el uso de la pulpa de café en situaciones de carestía de forrajes.
5. Se recomienda mayor investigación, especialmente en la búsqueda de métodos que permitan mayor aceptabilidad de la pulpa de café por parte del animal, que redunden en máximo beneficio bio-económico.

## 7. RESUMEN

El presente trabajo fue desarrollado en la República de El Salvador en las instalaciones del Centro de Desarrollo Agropecuario del Ministerio de Agricultura y Ganadería como parte de los programas de investigación del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria (CENTA). Tuvo como objetivo medir la respuesta biológica y económica en el engorde de novillos alimentados ad libitum con diversos niveles de ensilaje de pulpa de café y proteína en la ración.

Se emplearon 65 novillos producto de un cruce no definido de Cebú-Criollo, con peso y edad inicial promedio de 229 kg y 24 meses, respectivamente.

Se utilizó un diseño rotatable de composición central con dos factores a cinco niveles cada uno. Los niveles de proteína fueron: 6; 8,6; 15; 21,4 y 24 por ciento y los niveles de pulpa de café: 0; 8,8; 30; 51,2 y 60 por ciento (base seca), más niveles variables de melaza con el fin de igualar la concentración energética en todos los tratamientos.

El consumo de materia seca fue afectado por los tratamientos ( $P \leq 0,01$ ) positivamente por el nivel de proteína y en forma negativa por el nivel de pulpa de café. El consumo promedio para todos los tratamientos fue de 1,96 kg MS/100 kg de peso vivo.

La ganancia diaria de peso mostró un incremento significativo ( $P \leq 0,01$ ) inicialmente con incrementos en el consumo de

proteína, tendiendo a un valor asintótico después de un consumo de proteína de 0,319 kg/100 kg de peso vivo. La pulpa de café mostró un efecto negativo ( $P = 0,05$ ) sobre la ganancia diaria. Este efecto fue disminuido significativamente ( $P \leq 0,05$ ) por adición de proteína. La ganancia diaria promedio para todos los tratamientos fue de 0,434 kg/animal. La conversión de alimentos fue mejorada por incrementos en el nivel de proteína, hasta una concentración del 15 por ciento de proteína. La pulpa de café no tuvo efectos definidos sobre la eficiencia de conversión de alimentos. El promedio general fue de 23,1 kg de alimento por kg de ganancia diaria.

El máximo beneficio económico bruto, fue de US\$0.184/animal/día que se consiguió con un consumo de 0,315 y 0,504 kg/100 kg de peso vivo, para proteína y pulpa de café, respectivamente. Con estas combinaciones, la ganancia de peso fue de 500 g/día.

De los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que se desarrolló este trabajo, se pueden derivar las siguientes conclusiones: a) el consumo de alimentos aumenta con aumentos en la concentración de proteína. Lo opuesto sucede con respecto a la pulpa de café; b) la ganancia diaria de peso aumentó como resultado de los incrementos de consumo de proteína mientras que la pulpa de café tiene un efecto negativo; c) la eficiencia de conversión de alimentos mejora con aumentos en el nivel de proteína; d) es posible diseñar sistemas de alimentación con pulpa de café para la época de carestía de pastos con economía para el productor.

## 7a. SUMMARY

An experiment was conducted in the Republic of El Salvador, utilizing the physical facilities of the Centro de Desarrollo Agropecuario (Ministry of Agriculture), as part of the research program carried out by the Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria. The objective was to study the biologic and economic effects of various levels of dietary protein and coffee pulp silage upon growing-finishing steers.

Sixty-five Zebu-Criollo steers were used, having an average initial age of 24 months and an average initial weight of 229 kg.

A rotatable central composite design with two variables, and five levels of each variable, was used. The protein levels included: 6.0; 8.6; 15.0; 21.4 and 24.0 per cent, while the coffee pulp was provided at the levels of 0; 8.8; 30.0; 51.2 and 60.0 per cent (dry basis). The energy level of each experimental ration was held constant with the use of variable levels of blackstrap molasses.

Dry-matter (DM) consumption was significantly ( $P \leq 0.01$ ) increased by increases in dietary protein while the opposite effect was observed when coffee pulp was increased. The average consumption for all treatments was 1.96 kg DM/100 kg liveweight.

The daily weight gain was significantly ( $P \leq 0.01$ ) increased by protein consumption up to 0.319 kg/100 liveweight. Higher protein levels caused very small increases on daily gain which tended to reach a plateau-value. Additions of coffee pulp caused

decreases in daily weight gain ( $P \leq 0.05$ ) although this effect diminished with additions of protein to the ration. The average daily weight gain was 0.434 kg/head. Feed conversion was rapidly improved by increases in protein level up to 15 per cent protein. After this value, the response tended to reach a uniform value. The overall average in feed conversion was 23.1 kg of feed/kg of weight gain.

The maximum difference between gross income and feeding costs was obtained with a protein level of 0.315 kg and a coffee pulp level of 0.504 kg DM/100 kg liveweight. The weight gain with these levels was 0.500 kg/head/day.

Based on these findings and under the specific experimental conditions the following conclusions appear to be valid: a) feed intake increases with increases in dietary protein. The opposite is true with respect to coffee pulp; b) daily weight gain increases as a result of increases in protein consumption while coffee pulp has a negative effect; c) feed efficiency is improved by protein content in the ration; d) it is possible to design economical feeding systems with the use of coffee pulp and supplementary protein for the dry season in the absence of grasses.

## 8. LITERATURA CITADA

1. AYALA, R. E. Pulpa de café y mazorca de maíz en el engorde de terneros Holstein. Revista Mexicana de Producción Animal 3:11-15. 1971.
2. ANDREW, P. R. et al. The influence of supplements of energy and protein on the intake and performance of cattle fed on cereal straws. Animal Production 15:167-176. 1972.
3. BARA, H. M., ESPINOSA, F. M. y GUERRERO, M. S. Determinación del nivel adecuado de pulpa de café en la ración de novillos. Agricultura en El Salvador 10(2): 27-35. 1970.
4. BEDRAK, E. et al. Effect of protein intake on gains, reproduction and blood constituents of beef Heifers. University of Florida, Technical Bulletin 678:30 p. 1969.
5. BRAMAN, W. L. et al. Protein concentrations and sources for finishing ruminants fed high concentrate diets. Journal of Animal Science 36(4):782. 1973.
6. BRESSANI, R., BRENES, R. G. y CONDE, R. Cambios de la composición química del grano y de la pulpa de café durante el proceso de tostación y actividad biológica de la niacina del café. Archivos Venezolanos de Nutrición 12(1):93-105. 1962.
7. \_\_\_\_\_ et al. Composición de la pulpa de café. ALPA 6:113-114. 1971.
8. \_\_\_\_\_, ESTRADA, E. y JARQUIN, R. Pulpa y pergamino de café. Composición química y contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa. Turrialba (Costa Rica) 22(3):229-304. 1972.
9. CAMPLING, R. C. The intake of hay and silage by cows. Journal of the British Grassland Society 21:41-48. 1966.
10. CASTLE, E. J. The rate of passage of foodstuffs through the alimentary tract of the goat. I. Studies on adult animals fed on hay and concentrates. British Journal of Nutrition 10:15. 1956.

11. CHOussy, F. La pulpa de café como alimento del ganado. Anales del Instituto Tecnológico de El Salvador 1: 265-280. 1944.
12. COCHRAN, W. G. y COX, G. M. Diseños experimentales. Traducción de la edición Inglesa. México, D. F., Centro Regional de Ayuda Técnica, 1965. 661 p.
13. CONNOR, J. K., HURWOOD, H. W. y FUELLING, D. E. Some nutritional aspects of feeding sorghum grain of high tannin content to growing chickens. Australian Journal Agriculture and Animal Husbandry 9(40):497-501. 1969.
14. CONSEJO INTERAMERICANO ECONOMICO Y SOCIAL. La utilización de la pulpa seca de café como alimento para el ganado en los países tropicales de América. Washington, D.C., Unión Panamericana, 1947. 50 p. (mimeografiado).
15. CRAMPTON, E. W. y HARRIS, L. E. Applied animal nutrition. 2nd. ed. Copyright by W. H. San Francisco, U.S.A., 1969. 753 p.
16. CUNNINGHAM, H. M. Effect of caffeine on growth, feed efficiency and leanes of growing pigs and its interaction with calcium, tin and corn oil. Canadian Journal of Animal Science 51(1):95-102. 1971.
17. DE MENEZES E., A. E. Efeito da carga animal sobre os aumentos de peso de novilhas suplementadas com melaço e uréia. Tesis Mag. Sc. IICA, Turrialba, Costa Rica. 65 p. (mimeografiada).
18. DRIEDGER, A. y HATFIELD, E. E. Influence of tannin on the nutritive value of soybean for ruminants. Journal of Animal Science 34(3):465-468. 1972.
19. ECHEVERRIA, G. La pulpa de café como alimento para el ganado. Revista Cafetalera de Colombia 8(115):3310-3313. 1947.
20. ELLIOT, C. R. y TOPPS, H. J. Studies of protein requirements of ruminants. British Journal of Nutrition 17: 539-547. 1963.
21. \_\_\_\_\_ y TOPPS, H. J. Studies of protein requirements of ruminants, nitrogen balance trials on blackhead persian sheep given diets of different energy and protein content. British Journal of Nutrition 18:245-252. 1964.

22. ELLIOT, C. R. y TOPPS, H. J. Studies of protein requirements of ruminants. *British Journal of Nutrition* 17: 539-547. 1963.
23. FREITAG, R. R., THEURER, B. y HALE, H. W. Nitrogen utilization by the ruminant: effect of dietary nitrogen source fractions. *Journal of Animal Science* 31(2): 434-439. 1970.
24. HASKINS, R. B. et al. Effects of levels of protein, source of protein and an antibiotic on performance carcas characteristics, rumen environment and liver abscesses of steers fed all concentrate rations. *Journal of Animal Science* 26(1):430-434. 1967.
25. HAWKINS, D. R., HENDERSON, H. E. y PURSER, D. B. Effect of dry matter levels of alfalfa silage on intake and metabolism in the ruminant. *Journal of Animal Science* 31(3):617-625. 1970.
26. HUDSON, L. W. et al. Effect of level and solubility of soybean protein on its utilization by young lambs. *Journal of Animal Science* 28(2):279-282. 1969.
27. INSTITUTO CENTROAMERICANO DE INVESTIGACION Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL. La utilización industrial del grano de café y de sus subproductos 1:27-29. 1966.
28. ISIDOR S., M. E. Efectos de diferentes niveles de proteína, pasto y raquis de banano sobre el crecimiento de novillos con consumo ad libitum de banano. Tesis Mag. Sc. IICA, Turrialba, Costa Rica. 50 p. 1973. (mimeografiado).
29. JACKSON, N. The voluntary intake by cattle of four silages differing in dry matter content. *Animal Production* 12(4):591-599. 1970.
30. JAFFE, W. y ORTIZ, D. S. Notas sobre el valor alimenticio de la pulpa de café. *Agronómico Venezolano* 7(23):31-37. 1952.
31. JARQUIN, R. et al. Pulpa y pergamino de café. II. Utilización de la pulpa de café en la alimentación de rumiantes. *Turrialba (Costa Rica)* 23(1):41-46. 1973.
32. JONES, G. M. Chemical factors and their relation to feed intake regulation in ruminants: a review. *Canadian Journal of Animal Science* 52:207-239. 1972.

33. LAWLOR, J. M. y O'SHEA, J. A comparison of rumen characteristics of hay versus silage-fed animals. *Irish Journal of Agriculture Research* 66(1):119-121. 1967.
34. LEDGER, H. P. y TILLMAN, A. D. Utilization of coffee hulls in cattle fattening rations. *Kenya Coffee* 37(435):184-185. 1972.
35. LEWY, M., SEVEREN, V. y CARBONELL, R. Estudios sobre digestibilidad de la pulpa de café y de la hoja de banana. *El Café de El Salvador* 219:1616-1624. 1949.
36. LILLARD, C. Disponibilidad de subproductos agrícolas para la alimentación de ganado en El Salvador y cómo convertirlos en raciones alimenticias. Seminario sobre engorde de ganado en corral. Banco Hipotecario, El Salvador, 1968. 155 p. (mimeografiado).
37. LYONS, T., CAFREY, J. P. y O'CONNELL, J. W. The effect of energy, protein and vitamin supplementation on the performance and voluntary intake of barley straw by cattle. *Animal Production* 12:323-334. 1970.
38. MADDEN, D. E. El valor del ensilaje de la pulpa de café como alimento para el ganado. Tesis Mag. Agriculturae. IICA, Turrialba, Costa Rica. 1948. 58 p. (mimeografiada).
39. MOLINA E., O. Efectos de la suplementación de concentrados líquidos y la restricción del pastoreo en la producción de leche. Tesis Mag. Sc. IICA, Turrialba, Costa Rica. 1973. 53 p. (mimeografiada).
40. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Nutrient requirements of beef cattle. Fourth revised edition 4:55 p. 1970.
41. OCHOA O., C. Efecto del nivel de proteína y bagazo de caña sobre el crecimiento de toretes alimentados con melaza. Tesis Mag. Sc. IICA, Turrialba, Costa Rica. 1973. 46 p. (mimeografiada).
42. OH, K. H., LONHURST, M. W. y JONES, B. M. Relation of nitrogen intake to rumen microbial activity and consumption of low-quality roughage by sheep. *Journal of Animal Science* 28(2):272-278. 1969.
43. OSEGUEDA, F. L. et al. Uso de la pulpa de café en el engorde de novillos en confinamiento. *Agricultura en El Salvador* 10(1):3-9. 1970.

44. OWEN, J. B., DAVIES, D. A. R. y RIDGMAN, W. J. The control of voluntary food intake in ruminants. *Animal Production* 11(4):511-520. 1969.
45. PETERSON, L. A., HATFIELD, E. E. y GARRIGUS, U. S. Influence of concentration of dietary energy on protein needs of growing finishing cattle. *Journal of Animal Science* 36(4):772. 1973.
46. REGAN, W. N. Alimentación de vacas lecheras con pulpa seca de café. *La Hacienda* 38(9):404. 1943.
47. RHOAD, A. O. Reporte anual del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica 39-41. 1947.
48. RUIZ, M. E. Engorde de novillos en corral con diversos niveles de proteína y pasto más melaza ad libitum. IICA, Turrialba, Costa Rica. (en proceso). 1973.
49. SQUIBB, R. L. El ensilaje de pulpa de café en el engorde de los becerros. *La Hacienda* 40(9):438-441. 1945.
50. \_\_\_\_\_ y FALLA, A. Efecto de la pulpa de café en el crecimiento y mortalidad de pollitos. Reporte Trimestral del Instituto Agropecuario Nacional, "La Aurora", Guatemala. 1949.
51. \_\_\_\_\_. Present status of dried coffee pulp and coffee pulp silage on feedstuff. Instituto Agropecuario Nacional "La Aurora", Guatemala. 1950. 9 p. (processed).
52. SCHELLING, J. G., HINDS, C. F. y HATFIELD, E. E. Effect of dietary protein levels, aminoacid supplementation and nitrogen source upon the free aminoacid concentration in growing lambs. *Journal of Nutrition* 92(67):339-347. 1967.
53. TAGARI, H. et al. The influence of levels of protein and starch in rations of sheep on the utilization of protein. *British Journal of Nutrition* 18:333-356. 1964.
54. VALENTE, C. S. Análisis de constituintes de pared celular de tres alimentos secados en diferentes temperaturas. *Problema Especial*. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1972. (mimeografiado).

55. VALENTE, C. S. Efeito de três fontes nitrogenadas no crescimento e engorda de bovinos de corte a base de melaço. Tesis Mag. Sc. IICA, Turrialba, Costa Rica. 59 p. 1972. (mimeografiada).
56. VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forrages. *Journal of Animal Science* 26(1):119-128. 1967.
57. WALDO, D. R. et al. Ruminant utilization of silage in relation to hay, pellets and hay plus grain. II. Rumen content, dry matter passage and water intake. *Journal of Dairy Science* 48(11):1473-1480. 1965.
58. \_\_\_\_\_ et al. Ruminant utilization of silage in relation to hay, pellets and hay plus grain. I. Composition, digestion, nitrogen balance, intake and growth. *Journal Dairy Science* 48(7):910-916. 1965.
59. WORK, S. H. et al. Informe preliminar del valor de la pulpa de café seca como sustituto del maíz en la ración de vacas lecheras. *El Café de El Salvador* 16(185):773-780. 1946.
60. WOODS, R. W., GALLUP, D. W. y TILLMAN, D. A. Comparative value for sheep of some protein supplement fed at three protein levels, *Journal of Animal Science* 17(3):758-762. 1958.

A P E N D I C E

Cuadro 1A. Composición proximal en base seca de los ingredientes que componían las dietas experimentales<sup>a/</sup>.

Alimento	Nº muestras	MS %	PT %	FC %	EE %	ELN %	Ceniza %	Ca %	P %	K %	S %	Mg %	Cafeína %
Pulpa fresca de café	2	17	13,34	23,6	2,1	51	8,6	-	-	-	-	-	-
Ensilaje de pulpa de café (fresco)	2	22	13	24,6	2,3	49	11,5	0,84	0,15	0,38	0,28	0,22	0,24
Harina de algodón	2	90	40	17,2	1,2	-	6,3	0,27	2,70	-	-	0,81	-
Melaza de caña de azúcar	2	72	4,4	0	0,20	67	8,8	-	-	-	-	-	-
Ensilaje de pulpa de café después de 24 horas fuera del silo	2	24	13,4	24	2,2	48,4	10,8	-	-	-	-	-	0,23

<sup>a/</sup> Análisis efectuados por el Laboratorio de Química Agrícola del CENTA.

Cuadro 2A. Composición teórica proximal de las raciones experimentales (base seca).

Trata - mientos	Ensilaje de pulpa de café %	Harina de algodón %	Melaza de caña de azúcar %	Fuentes minerales Ca, P y ClNa %	PB total %	NDT %	FC
1	8,80	11,70	75,50	4	8,60	66,10	4,18
2	8,80	47,20	40,00	4	21,36	69,25	10,29
3	51,20	40,00	4,80	4	21,31	67,25	19,48
4	51,20	4,80	40,00	4	8,64	63,74	13,44
5	60,00	21,0	15,00	4	15,00	61,98	20,83
6	--	31,0	65,00	4	15,00	68,38	5,33
7	30,00	51,0	15,00	4	24,00	69,18	16,25
8	30,00	2,0	64,00	4	6,00	64,28	7,82
9	30,00	26,0	40,00	4	15,00	66,68	12,95

$\bar{X} = 66\%^*$

\* 2,86 K cal. ED/g de MS en la ración,  $\bar{X}$  para los nueve tratamientos.

Pulpa = 64% NDT      Melaza = 68% NDT      Algodón = 78% NDT

NDT de la pulpa de café fueron estimados de su análisis proximal utilizando la fórmula descrita por Crampton (15); para algodón y melaza se tomó en NRC (40).

Cuadro 3A. Conversión alimenticia por tratamiento.

Trata- mientos	Número de animales	Consumo de materia seca kg/día	Ganancia diaria kg	Conversión
1	5	5,10	0,666	7,65
2	5	4,83	0,530	9,11
3	5	5,48	0,665	8,24
4	5	2,38	0,066	36,00
5	5	4,38	0,417	10,50
6	5	6,01	0,739	8,10
7	5	5,33	0,616	8,65
8	5	3,98	0,036	110,00
9	25	5,36	0,585	9,16

$$\text{Conversión} = \frac{\text{consumo (kg)}}{\text{ganancia diaria (kg)}}$$

Cuadro 4A. Consumo diario de alimentos por animal por tratamiento, kg/día (al natural).

Trata- miento	Número animales	A	B	C	D	E	F	Total
1	5	1,96	0,69	5,38	0,108	0,114	0,097	8,35
2	5	1,91	2,75	2,79	0,095	0,095	0,076	7,72
3	5	12,98	2,76	0,39	0,049	0,049	0,123	16,35
4	5	5,73	0,15	1,44	0,048	0,049	0,183	7,60
5	5	12,40	1,20	0,99	0,106	0,106	0,110	14,91
6	5	--	2,41	6,10	0,148	0,149	0,090	8,90
7	5	7,30	3,34	1,20	0,051	0,052	0,140	9,49
8	5	5,41	0,10	3,66	0,089	0,089	0,140	9,49
9	25	7,50	1,80	3,20	0,111	0,111	0,060	12,78

A = Ensilaje de pulpa de café

B = Harina de algodón

C = Melaza

D = Sal común

E = Hueso molido

F = Mezcla mineral  
vitaminizada

Cuadro 5A. Consumo de proteína, kg/100 kg de peso vivo.

A	B	C
0,104	0,380	27,36
0,131	0,380	34,47
0,319	0,380	83,94
0,476	0,380	125,28
0,535	0,380	140,78

A = Consumo de proteína total observado, kg/100 kg de peso vivo.

B = Requisito de proteína total, kg/100 kg de peso vivo para novillos de dos años, para una ganancia de 1,4 kg/día por cabeza. NRC (40).

C = Proteína total consumida como % de lo recomendado por el NRC (40).

Cuadro 6A. Composición proximal de las raciones experimentales (al natural).

Ingredientes	T r a t a m i e n t o s								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Pulpa de café	23,7	24,9	79,6	77,3	84,1	0	60,7	57,8	59,3
Harina de algodón	8,4	35,8	16,6	1,9	7,8	27,6	27,6	1,0	13,7
Melaza	65,2	36,5	2,4	19,4	6,7	69,3	9,7	39,4	25,2
Sal común	1,3	1,4	0,7	0,7	0,7	1,6	1,0	0,9	0,9
Hueso molido	1,4	1,4	0,7	0,7	0,7	1,6	1,0	0,9	0,9
Total, kg	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
% MS	60	65	36	34	32	75	46	43	44

Cuadro 7A. Costos por kg de los ingredientes y las mezclas experimentales.

Ingredientes	Costos <sup>a/</sup> (\$)
Ensilaje de pulpa de café	0.004
Harina de algodón	0.076
Melaza	0.017
Sal común	0.05
Hueso molido	0.10
<u>Mezclas</u>	
I	0.021
II	0.037
III	0.017
IV	0.009
V	0.012
VI	0.035
VII	0.027
VIII	0.011
IX	0.018

<sup>a/</sup> Basados en costos vigentes en la República de El Salvador, 1 US\$ = 2.5 ¢ Salvadoreños.

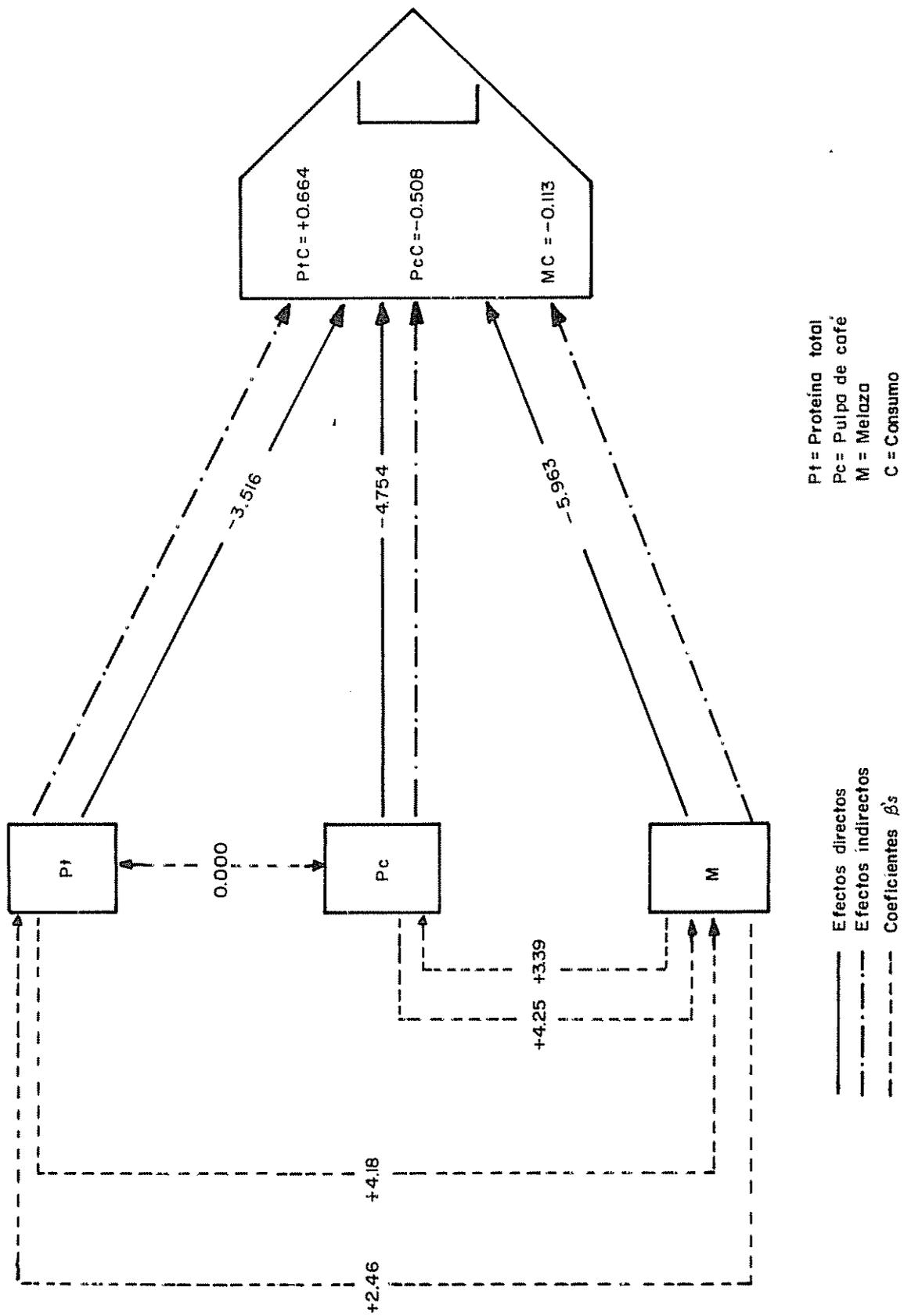


Fig.1 Efectos directos e indirectos de la concentración de proteína, pulpa de café y melaza, sobre el consumo de materia seca, Kg/100 Kg de peso vivo.

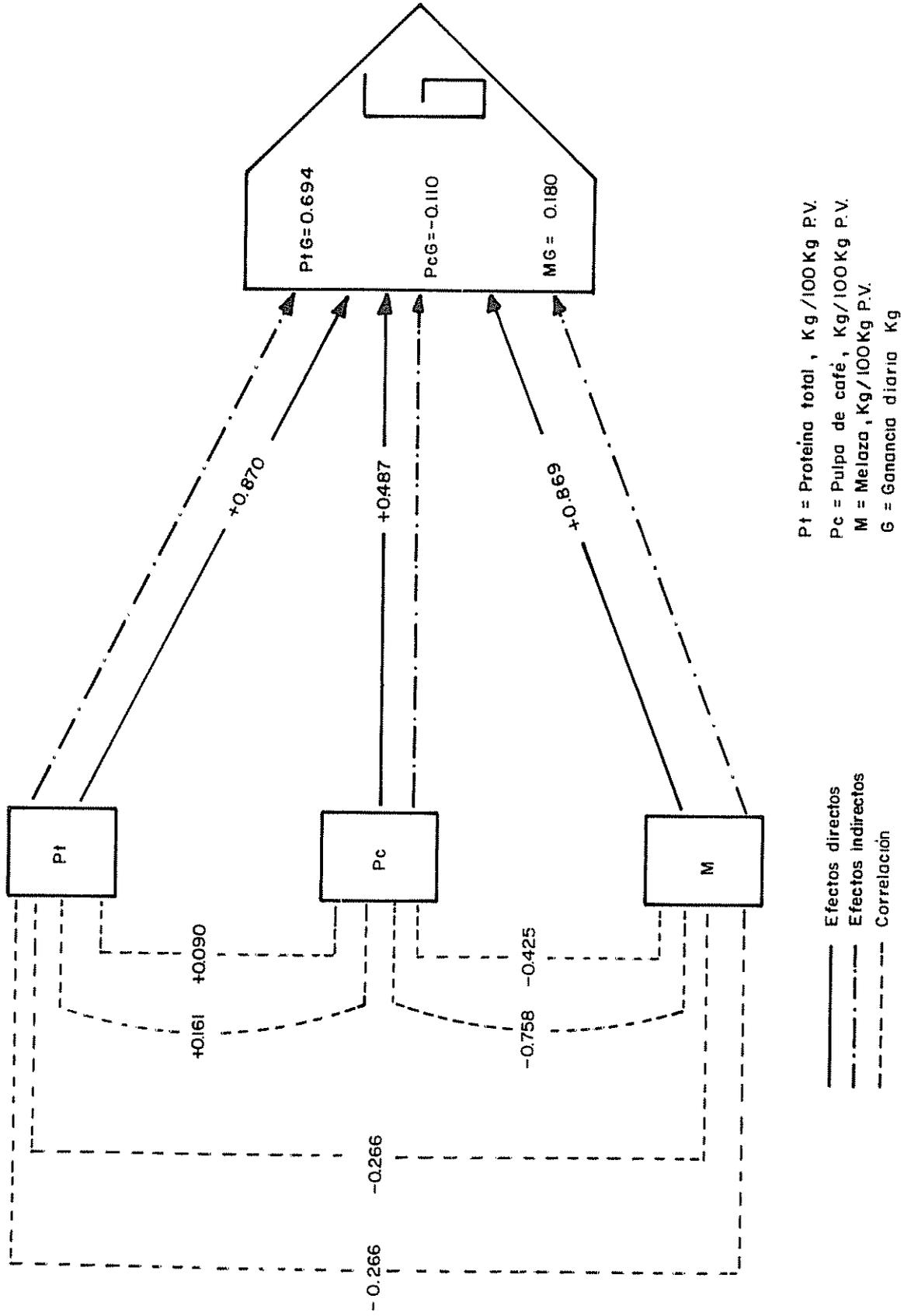


Fig. 2 Efectos directos e indirectos de la proteína, pulpa de café y melaza, sobre la ganancia diaria de peso, Kg/día