

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

EFFECTO DEL PESO CORPORAL, PRODUCCION
Y TENOR DE GRASA LACTEA EN LA EFI-
CIENCIA BIOECONOMICA DEL HATO
DE LECHE

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa Conjun-
to de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Natura-
les de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical
de Investigación y Enseñanza, para optar al grado de

Magister Scientiae

por

JORGE CAMACHO SANDOVAL

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Programa de Producción Animal
Turrialba, Costa Rica

DEDICATORIA

A mi esposa Flora,

A Florita y al retoño que está por llegar.

A mis padres y hermanos.

A doña Flora.

A la memoria de don Guillermo.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Oliver W. Deaton, profesor consejero, por sus enseñanzas, amistad y paciencia.

Al Dr. Héctor Muñoz C., miembro del comité, por su valiosa colaboración en el desarrollo del presente trabajo y durante mi permanencia en Turrialba.

Al Dr. Gustavo Enríquez, miembro del comité, por sus acertadas observaciones.

A los M.Sc. Danilo Pezo, Arnoldo Ruíz y Manuel R. Otero por su colaboración desinteresada.

Al Gobierno de Holanda y al Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (1974-1978) por su apoyo financiero.

Al M. Sc. Fernando J. Mojica B, y a los compañeros de Zootecnia, Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, por su constante apoyo y estímulo.

Al Dr. Mario Baudoin por su trabajo en las transparencias y a la señora Ana M. Bonilla por su excelente trabajo mecanográfico.

A los técnicos y compañeros del Departamento de Producción Animal, CATIE, por los ratos inolvidables de mi permanencia en Turrialba.

INDICE

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Peso Corporal	3
2.2 Producción de Leche	9
2.3 Tenor de Grasa Láctea	12
3. MATERIALES Y METODOS	16
3.1 Descripción de la metodología	16
3.1.1 Componente Animal	19
3.1.2 Componente Alimenticio	21
3.1.3 Componente Económico	22
3.1.4 Otros supuestos	24
3.2 Variables de Respuesta	24
3.2.1 Variables de Respuesta biológica	24
3.2.2 Variables de Respuesta económica	25
3.3 Fuente de Información	25
4. RESULTADOS	
4.1 Variables de respuesta biológica	26
4.1.1 Tamaño del ható	26
4.1.2 Producción de leche por ható-año	28
4.1.3 Producción de carne por ható-año	28
4.2 Variables de Respuesta Económica	32
4.2.1. Costo del capital invertido en semovientes.	32
4.2.2 Ingreso bruto por ható-año	33
4.2.3 Relación ingreso bruto/costos parciales por ható-año.	37

	<u>Página</u>
5. DISCUSION	45
5.1 Peso Corporal	46
5.2 Producción de leche por lactancia	48
5.3 Tenor de grasa láctea	50
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
7. LITERATURA CITADA	54
8. APENDICE	58

RESUMEN

Se diseñó un modelo determinístico de simulación del sistema de producción de leche para evaluar el efecto bioeconómico del peso corporal, producción de leche por lactancia y tenor de grasa láctea. Se usaron 3 niveles para cada una de las variables mencionadas. La reproducción, precocidad, mortalidad y disponibilidad de alimento se mantuvieron a un nivel fijo. Para el componente económico se consideraron 3 niveles de precios del alimento y 3 relaciones de precios carne/leche. Se evaluaron todas las combinaciones de las variables biológicas entre sí y con las condiciones de precios. Las variables de respuesta biológica fueron: tamaño del hato, producción de carne y leche por hato-año. Las variables de respuesta económica fueron: costo del capital invertido en semovientes, ingreso bruto y la relación ingreso bruto/costos parciales por hato-año.

El peso corporal afectó negativamente todas las variables de respuesta biológica y económica, excepto la producción de carne por hato-año que fue afectada positivamente. La producción de leche por lactancia afectó positivamente todas las variables de respuesta económica y la producción de leche por hato-año. El efecto sobre el tamaño del hato y la producción de carne por hato-año fue negativa. El tenor de grasa láctea afectó negativamente todas las variables de respuesta biológica y el costo del capital invertido en semovientes. Al efecto sobre el ingreso bruto y la relación ingreso bruto/costos parciales fue positivo.

La magnitud del efecto del peso corporal sobre la respuesta biológica fue similar al efecto del nivel de producción de leche por lactancia peso de sentido opuesto. El efecto del tenor de grasa láctea fue menor.

La respuesta económica fue afectada principalmente por el peso corporal. La importancia del efecto de la producción de leche por lactancia y del tenor de grasa láctea dependió del precio del alimento.

SUMMARY

A system of dairy production was simulated, using a deterministic model, to evaluate the effects of body weight, level of lactation milk production and percent milk fat on the biological and economic outcome of a dairy herd enterprise. Three levels of each of these three variables were used, whereas fixed levels of reproduction, age at first calving, mortality and feed availability were included in the model. For the economical calculations three feed prices and three ratios of beef/milk prices were included. All factorial combinations of biological and economic factors were calculated.

Output responses of the biological variables included ; herd size, production of beef and milk on a herd-year basis. Economic outputs were calculated as; costs of capital invested in animals, gross income, and the relation gross income/partial costs based on a herd-year.

Bodyweight negatively affected all the biological and economic outputs with the exception of beef production per herd-year (which was affected positively). Lactation milk yield positively affected all the economic indicators and also milk production per herd-year. Lactation yield negatively affected herd size and beef production per herd-year. Milk fat percentage negatively affected all the biological indicators as well as the cost of capital invested in animals, whereas percentage of milk fat positively affected gross-income and gross income-partial costs.

The magnitude of the effect of bodyweight on the biological indicators was similar to that of lactation yield, although in opposing directions. The effect of milk fat was considerably less.

The economic indicators were affected principally by bodyweight (negative). The economic responses of lactation milk yield and milk fat percentage varied with feed costs.

LISTA DE CUADROS

TEXTO

CUADRO No.		Página
1	IB/CP Relativa para 3 razones de precios carne/leche y 3 niveles de precios de alimentos según peso corporal, nivel de producción de leche y tenor de grasa láctea con disponibilidad fija de nutrientes.	38

APENDICE

1 A	Requerimientos energéticos de hatos con niveles variables de peso corporal, producción de leche por lactancia y tenor de grasa láctea. (Porcentaje).	59
2 A	Tamaño relativo del hato según peso corporal, nivel de producción de leche y tenor de grasa láctea con disponibilidad fija de nutrientes. (Porcentaje).	60
3 A	Producción relativa de leche por hato-año según peso corporal, producción de leche por lactancia y tenor de grasa láctea, con disponibilidad fija de nutrientes. (Porcentaje).	61
4 A	Producción relativa de carne de ternero macho por hato-año según peso corporal, nivel de producción de leche y tenor de grasa láctea, con disponibilidad fija de nutrientes. (Porcentaje).	62
5 A	Producción relativa de carne de hembra excedente por hato-año según peso corporal, nivel de producción de leche y tenor de grasa láctea, con disponibilidad fija de nutrientes. (Porcentaje).	64

6 A	Producción relativa de carne por hato-año según peso corporal, nivel de producción de leche y tenor de grasa láctea, con disponibilidad fija de nutrientes. (Porcentaje).	66
7 A	Costo del capital relativo por hato-año según peso corporal, nivel de producción de leche y tenor de grasa láctea con disponibilidad fija de nutrientes. (Porcentaje).	67
8 A	Ingreso bruto relativo por hato-año según peso corporal, nivel de producción de leche y tenor de grasa láctea, con disponibilidad fija de nutrientes y para 3 relaciones de precios carne/leche. (Porcentaje).	68

LISTA DE FIGURAS

TEXTO

FIGURA No.	PAGINA
1. Modelo del sistema de producción	17
2. Tamaño relativo del hato según peso corporal, nivel de producción de leche y tenor de grasa láctea, con disponibilidad fija de nutrientes.	27
3. Producción relativa de leche por hato-año según peso corporal, producción de leche por lactancia y tenor de grasa láctea, con disponibilidad fija de nutrientes.	29
4. Producción relativa de carne por hato-año según peso corporal, nivel de producción de leche y tenor de grasa láctea, con disponibilidad fija de nutrientes.	31
5. Costo del capital relativo por hato-año según peso corporal, nivel de producción de leche y tenor de grasa láctea, con disponibilidad fija de nutrientes.	33
6. Ingreso bruto relativo por hato-año según peso corporal, nivel de producción de leche y tenor de grasa láctea, con disponibilidad fija de nutrientes y para 3 relaciones de precios carne/leche.	35
7. Relación ingreso bruto/costos parciales relativa por hato-año, según peso corporal, con disponibilidad fija de nutrientes para 3 niveles de precios de carne, leche y alimento.	39
8. Relación ingreso bruto/costos parciales, relativa por hato-año, según nivel de producción de leche y con disponibilidad fija de nutrientes, para 3 niveles de precios de carne, leche y alimento.	41

9. Relación ingreso bruto/costos parciales relativa por hato-año, según tenor de grasa láctea, con disponibilidad fija de nutrientes y para 3 niveles de precios de carne, leche y alimento. 43

APENDICE

- 1 A Producción relativa de carne de ternero macho por hato-año, según peso corporal, nivel de producción de leche y tenor de grasa láctea con disponibilidad fija de nutrientes. 63
- 2 A Producción relativa de carne de hembra excedente por hato-año según peso corporal, nivel de producción de leche y tenor de grasa láctea, con disponibilidad fija de nutrientes. 65

1. INTRODUCCION

La investigación en el sector pecuario se ha caracterizado por considerar aisladamente cada uno de los componentes del sistema de producción. Es prácticamente imposible, por la dificultad técnica y el alto costo, conducir trabajos experimentales que comprendan el sistema de producción de una manera integral, con la rigurosidad y los controles adecuados.

Existe una alternativa que supera las dificultades y limitaciones mencionadas, a la vez que permite integrar el conocimiento científico producto de la investigación tradicional. Esta alternativa es la simulación de sistemas, que "involucra la elaboración de un modelo de una situación real (sistema) y la posterior realización de experimentos sobre ese modelo" (41).

El presente trabajo propone un modelo determinístico de simulación del sistema de producción de leche que contempla como variables de entrada el peso corporal, la producción de leche y el tenor de grasa láctea . Para evaluar su efecto se recurre a variables de respuesta biológica y económica. Las biológicas consideran: tamaño del hato y la producción de leche y carne por hato-año. Se incluye la leche por ser el principal producto o salida del sistema y la carne que generalmente no se ha considerado en la estimación de la eficiencia biológica, a pesar de ser también una salida del sistema.

Las variables de respuesta económica comprenden el costo del capital invertido en semovientes, el ingreso bruto y la relación ingreso bruto/costos parciales por hato-año. Los costos parciales consideran los costos de alimentación y los del capital invertido en animales. La última variable de respuesta involucra todos los ingresos del sistema y los costos de producción más importantes.

Se experimenta en el modelo con distintos niveles de las variables de entrada y sus posibles combinaciones, bajo diversas condiciones de precios de insumos y productos.

El objetivo del presente trabajo fue:

Evaluar el efecto de las variables peso corporal, nivel de producción de leche por lactancia y tenor de grasa láctea, en la respuesta biológica y económica del sistema de producción de leche.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Peso corporal:

El peso corporal a una edad determinada es un parámetro que ha sido usado como medida del tamaño de los animales al igual que otros como altura a la cruz; perímetro torácico y diversas medidas esqueléticas. Esta medida tiene la limitación de que no considera las diferencias entre razas o entre animales dentro de una raza, en la edad en que se alcanza el peso adulto, ni las diferencias en la condición del animal y la composición corporal (27). Debe tenerse en cuenta la primera de las limitaciones ya que se ha reportado una asociación positiva entre el tiempo necesario para que el animal alcance la madurez y su peso en ese momento (39).

2.1.1 Relación entre el peso corporal y la respuesta biológica:

Existen diferentes definiciones de eficiencia biológica que consideran animales individuales, en distintas etapas fisiológicas o todo el ciclo de vida productiva, pero en general, se reconoce la eficiencia como una relación de producto: insumo.

Dickerson (7), propone que la eficiencia debe estimarse considerando el ciclo vital de poblaciones enteras y la define en términos biológicos, para evitar la influencia de costos y precios variables, como la relación alimento consumido/producto obtenido.

La relación entre el peso corporal y la producción de leche ha sido estudiada por numerosos autores (6,13,16,27, 33).

Estos reportan correlaciones fenotípicas entre $-0,03$ y $0,44$ con un valor promedio de $0,33$. Las correlaciones genéticas estimadas por esos mismos autores oscilan entre $-0,13$ y $0,45$ con una media de $0,14$.

Las cifras anteriores indican alguna tendencia de los animales de mayor tamaño a producir mayor cantidad de leche. Clark y Touchberry (5) concluyeron que las vacas de mayor tamaño produjeron más no sólo en función de su tamaño, sino porque recibieron mejores condiciones de manejo y alimentación. Smith (36) agrega al respecto, que las vacas mejores productoras muestran mayor producción por unidad de alimento consumido que los animales de menor producción.

Miller y Hooven (25) sugieren que muchos reportes de correlaciones positivas entre peso y producción de leche, pueden incluir el efecto confundido de edad, agregando que el peso corporal solo determina el uno por ciento de las diferencias en producción de animales de la misma edad. Estos mismos autores indican que la relación entre peso corporal y producción de leche es curvilínea; la producción se incrementa con el peso hasta cierto nivel, luego declina.

El cambio de peso corporal del animal durante la lactancia y su relación con la producción parece ser más importante. Varios autores (14,17,25) concuerdan en que la co-

relación entre estas características es negativa. Esto a su vez indica una menor eficiencia de los animales que ganan peso durante la lactancia, ya que los nutrientes se dirigen preferiblemente a la formación de reservas corporales que a la producción de leche.

La relación entre peso corporal y eficiencia en la producción de leche, definida por la relación producción de leche/ consumo alimentario, ha sido reportado generalmente como negativa. Las correlaciones genéticas entre peso corporal, y eficiencia, dentro de razas, oscilan entre $-0,2$ y $-0,67$ con una media de $-0,37$. Las correlaciones fenotípicas reportadas van de $-0,04$ a $-0,34$ y el valor promedio es de $-0,18$ (16,27,38).

Se han encontrado diferencias raciales en la eficiencia de vacas en primera lactancia; la raza Holstein tuvo ventaja sobre las demás razas, ventaja que se mantuvo cuando se realizó la corrección por las diferencias en peso corporal entre las razas (8).

2.1.2 Relación entre peso corporal y la respuesta económica:

El beneficio es el objetivo común de los sistemas de producción que involucran a los rumiantes. Este beneficio puede ser parcialmente psíquico cuando el orgullo y el placer se derivan de la asociación entre el hombre y el rumian-

te, pero por lo general es mucho más importante el beneficio económico (11).

En la literatura científica se han usado distintas variables de respuesta económica para vacas y hatos lecheros. Entre estas están la producción de leche, la conversión alimenticia, el costo alimenticio por unidad de leche producida, leche vendible por trabajador, leche producida por unidad de peso corporal o por unidad de altura a la cruz y la relación ingreso-costos alimenticios (26). También se han mencionado otros como el valor de venta del producto, proporción de vacas en ordeño, grano consumido por animal, costo alimenticio por animal y el ingreso neto de la explotación(37).

Las variables de respuesta económica que parecen ser más apropiadas son la producción de leche por hato, que representa la mayor parte del ingreso y con el que tiene una alta correlación positiva, y la relación ingreso-costos alimenticios, ya que estos determinan, según Smith (36), entre el 50 y el 70 por ciento de los costos totales de producción.

La principal limitante de los estudios de eficiencia económica consultados, es que solo consideran, dentro del sistema de producción, a la vaca en lactancia, ignorando los ingresos producidos por la venta de terneros y hembras excedentes y los costos de cría de las hembras de reemplazo, es decir, tienen un enfoque fragmentario y aislado de los siste-

mas de producción.

En cuanto a resultados concretos del efecto del peso corporal sobre la respuesta económica, Miller y colaboradores (26) reportan coeficientes de correlación entre costos de alimentación y peso corporal desde 0,30 a 0,42, con un promedio de 0,37; dependiendo de las condiciones de precio del grano y forraje. Los coeficientes de correlación entre peso corporal y costo de alimentación por unidad de leche producida, oscilaron entre 0,32 y 0,35 de acuerdo al esquema de precios y la correlación promedio fue 0,33.

La correlación entre peso corporal y la relación ingreso-costos alimenticios, para animales del mismo grupo de edad, resultó negativa. Los coeficientes de correlación, cuando el precio de la leche fue bajo, estuvieron entre -0,16 y -0,25 dependiendo del esquema de precios de granos y forrajes; y entre -0,12 y -0,17 cuando el precio de la leche fue alto. La asociación entre estas características fue curvilínea con un máximo valor de la relación ingreso-costos alimenticios, a un peso corporal promedio de 530 Kg durante la primera lactancia. El peso corporal no tuvo efecto en las diferencias de la relación ingreso-costo alimenticio cuando el modelo incluyó la producción de leche corregida al 4% de grasa, determinando menos del uno por ciento de las diferencias cuando se omitió esa variable para animales de edad similar.

Los mismos autores, en un trabajo anterior (25), reportan correlaciones entre peso corporal y producción por lactancia y producción corregida por grasa de 0,29 y 0,30 respectivamente; encontrando también un patrón curvilíneo de asociación. Los coeficientes de correlación entre producción y cambio de peso corporal durante la lactancia fueron -0,54 y -0,55 cuando se corrigió la producción al 4% de grasa y para animales de la misma edad.

Correlaciones entre el peso corporal y varias características como beneficio total, beneficio por día de vida útil y algunas características reproductivas muestran una tendencia negativa y una baja asociación (12).

Morris y Wilton (28) al analizar algunos estudios concluyeron que la información con relación al tamaño y eficiencia económica es insuficiente, pero la correlación entre esas características parece ser pequeña y negativa.

La mayoría de los trabajos consultados solo consideran el animal en producción, dejando de lado a los otros componentes del sistema y algunas consideraciones de importancia, como el efecto del peso sobre la inversión en animales y sobre el valor residual de los mismos. Es posible que a nivel del sistema integral el efecto del peso corporal sobre la eficiencia económica sea de mayor importancia de lo que sugiere la información disponible.

2.2 Producción de leche:

La producción de leche por lactancia y por vaca está influenciada por factores genéticos (30%) y no genéticos (70 %) que determinan las diferencias en producción, dentro de hatos y razas (1,30,34,35,38,40). Los factores genéticos comprenden principalmente raza, selección y heterosis. Los factores no genéticos incluyen el manejo, la alimentación, edad del animal, año y época de parto. Adicionalmente, algunos autores (3,4,24) hacen mención del tamaño del hato como factor no genético que influye en la producción.

La producción de leche se reporta generalmente en términos de edad adulta, en 305 días de lactancia, con dos ordeños diarios y corregida al cuatro por ciento de grasa. Estas correcciones se realizan con el fin de eliminar la variabilidad debida a edad, largo de lactancia y porcentaje de grasa (1,35).

2.2.1 Relación entre producción de leche y la respuesta biológica:

La relación entre la producción de leche por lactancia y la eficiencia, considerada ésta como el cociente de leche producida-alimento consumido, parece ser estrecha y positiva. Los coeficientes de correlación entre estas características oscilan entre 0,70 y 0,95 con un promedio de 0,81 para la correlación fenotípica y entre 0,82 y

0,95 con una media de 0,89 para la correlación genética (16,27,38).

En general, la mayoría de los estudios hechos muestran que la relación entre producción de leche y eficiencia biológica es alta. Smith (36) encontró que las vacas de mayor potencial de producción respondieron con mayor producción por unidad de energía consumida, teniendo una respuesta lineal con consumo de hasta 40 Mcal de energía neta por día.

Para animales de pesos similares la relación entre producción y eficiencia es alta y positiva ya que los requerimientos de mantenimiento, que comúnmente exceden el 50% de los totales (11), son relativamente constantes por animal, independientemente de su nivel de producción (15).

2.2.2 Relación entre producción de leche y la respuesta económica:

Miller y colaboradores (22) encontraron que la producción de leche determinó el 50% de la variación en la relación ingreso-costos de alimento entre hatos y dentro de condados. La cantidad de concentrado determinó solo el seis por ciento y el tenor de grasa láctea el cinco por ciento de la variación. Este mismo autor en un trabajo posterior (24) reportó que al incrementarse el promedio de producción del hato se incrementó el consumo de concentrados; se au-

mentó la eficiencia económica por una disminución de los costos alimenticios por unidad de leche producida.

En un estudio (3), donde se midió eficiencia biológica y económica expresada en diferentes parámetros y utilizando las razas Holstein, Guernsey y Jersey, se encontró que los coeficientes de correlación entre producción de leche y consumo de concentrados, costo de concentrados, costo alimenticio total, valor del producto, ingreso relativo a costo alimenticio y costo alimenticio por unidad de leche producida muestran una estrecha relación. Los valores encontrados para el Holstein fueron 0,51; 0,49; 0,52; 0,68; 0,54; y -0,35, en el caso de Guernsey de 0,54; 0,55; 0,55; 0,84; 0,70 y -0,22 y para el Jersey 0,48; 0,50; 0,55; 0,79; 0,68; y -0,70. Resultados donde se muestra la misma tendencia han sido reportados por otros autores (22,23,24,25, 26).

La información disponible sobre el grado de asociación de la producción de leche e insumos alimenticios indica que existe una relación positiva entre el nivel de producción de leche y la eficiencia económica de la empresa, medida principalmente por: 1) costo alimenticio por unidad de leche producida; que pretende reflejar con mayor fidelidad la marcha de la empresa, reduciendo la influencia del régimen de precios; y 2) el cociente ingreso-costos alimen-

ticios, que es el más utilizado ya que los costos de alimentación representan la mayor proporción de los costos totales de producción de leche (36).

2.3 Tenor de grasa láctea:

Tradicionalmente se ha usado el contenido graso de la leche como un indicador de calidad y el régimen de precios pagados por unidad de leche se ha basado en esta característica (15).

Es conocida la relación negativa que existe entre producción de leche y por ciento de grasa láctea (9,11,19,32) y el mayor costo energético que implica un mayor contenido de grasa (2,15,29).

En consideración de lo anterior se hace necesario determinar cuál es la incidencia del contenido de grasa de la leche en el comportamiento de la unidad de producción y la política que debe seguirse en ese sentido.

2.3.1 Relación entre el tenor de grasa láctea y la respuesta biológica:

Baldwin (2) ha estimado que la eficiencia de utilización de energía en la formación de grasa es de 72%, en comparación con 82% para proteína y 78% para lactosa. Klieber (18) indica que la producción de grasa es un 20% menos eficiente que la producción de leche y mantenimiento. Eso significa que los requerimientos energéticos para producir un

gramo de grasa láctea son de 9,4Kcal de energía bruta, mientras que para producir la misma cantidad de proteína o lactosa se requieren 5,65 Kcal y 4,14 Kcal respectivamente (2). El National Research Council (29) considera que en el caso de la grasa las exigencias son mayores: 16,3 Kcal de energía metabolizable por cada gramo de grasa láctea.

Otra consideración que debe hacerse es con respecto a la relación entre el tenor de grasa láctea y la producción de leche por lactancia, que afecta la eficiencia biológica total del animal. Los reportes al respecto indican una correlación negativa entre estas características y que van desde -0,07 a -0,67; calculada en base de lactancias (9,19,22,32,35). Se estima que la correlación promedio es -0,43 (19).

La relación entre el porcentaje de grasa y otras características no está bien establecida por la escasez de información; Miller y Hooven (25) reportan valores de correlación de porcentaje de grasa y días vacíos 0,10; edad -0,08. En el caso de cambio de peso durante la lactancia y peso corporal no se encontró asociación.

2.3.2 Relación entre el tenor de grasa láctea y la respuesta económica:

La mayoría de los reportes coinciden en que el porcentaje de grasa de la leche tiene poca o ninguna re-

lación con distintos indicadores de eficiencia económica, bajo el actual esquema de precios, que considera el contenido graso como indicador de calidad.

Miller y colaboradores (26), encontraron coeficientes de correlación entre porcentaje de grasa y costo alimenticio que estuvieron entre $-0,06$ y $-0,09$ con un promedio de $-0,07$ para distintas alternativas de precio de los alimentos. Estos valores no fueron estadísticamente significativos. Con respecto a los costos de alimentación por unidad de leche producida los coeficientes de correlación oscilaron de $-0,03$ a $-0,05$ y el promedio fue $-0,03$. Para la relación ingreso-costos alimenticios y porcentaje de grasa los coeficientes de correlación estuvieron entre $0,01$ y $0,03$ y promediaron $0,01$ pero en ningún caso fueron estadísticamente significativos. Ese trabajo (26) concordó con los reportados previamente por Miller (23) quién no encontró efecto significativo del porcentaje de grasa en el cociente ingreso-costos alimenticios. Sin embargo, Miller y colaboradores (22) reportan coeficientes de correlación significativos entre tenor de grasa y algunos indicadores de eficiencia económica. Para consumo de concentrado por vaca fue $0,07$; valor de producto $0,21$; precio de leche $0,23$; costo de alimento $0,08$ y la rela-

ción ingreso costos de alimentación 0,22. Los coeficientes de correlación, entre hatos dentro de condados, que no resultaron significativos fueron los que relacionaron el porcentaje de grasa con costo de los concentrados y costos de alimentación por unidad de leche producida. Las correlaciones totales del tenor de grasa con los indicadores mencionados resultaron significativas aunque de magnitud moderada y de signo positivo.

Hiller y colaboradores (15) en el estado de Washington, reportan que un incremento de 0,1% en el contenido de grasa de leche provocó un aumento en los costos de alimentación por lactancia de U.S. \$4,82 y en el ingreso de U.S.\$17,60, con un incremento en el retorno neto de U.S.\$12,78 por lactancia.

Puede decirse que la eficiencia económica y el contenido de grasa de la leche parecen tener poca relación. El diferencial de precio pagado por un mayor contenido de grasa no siempre supera el costo adicional en alimentos que se da al producir leche con un mayor contenido energético.

3. MATERIALES Y METODOS

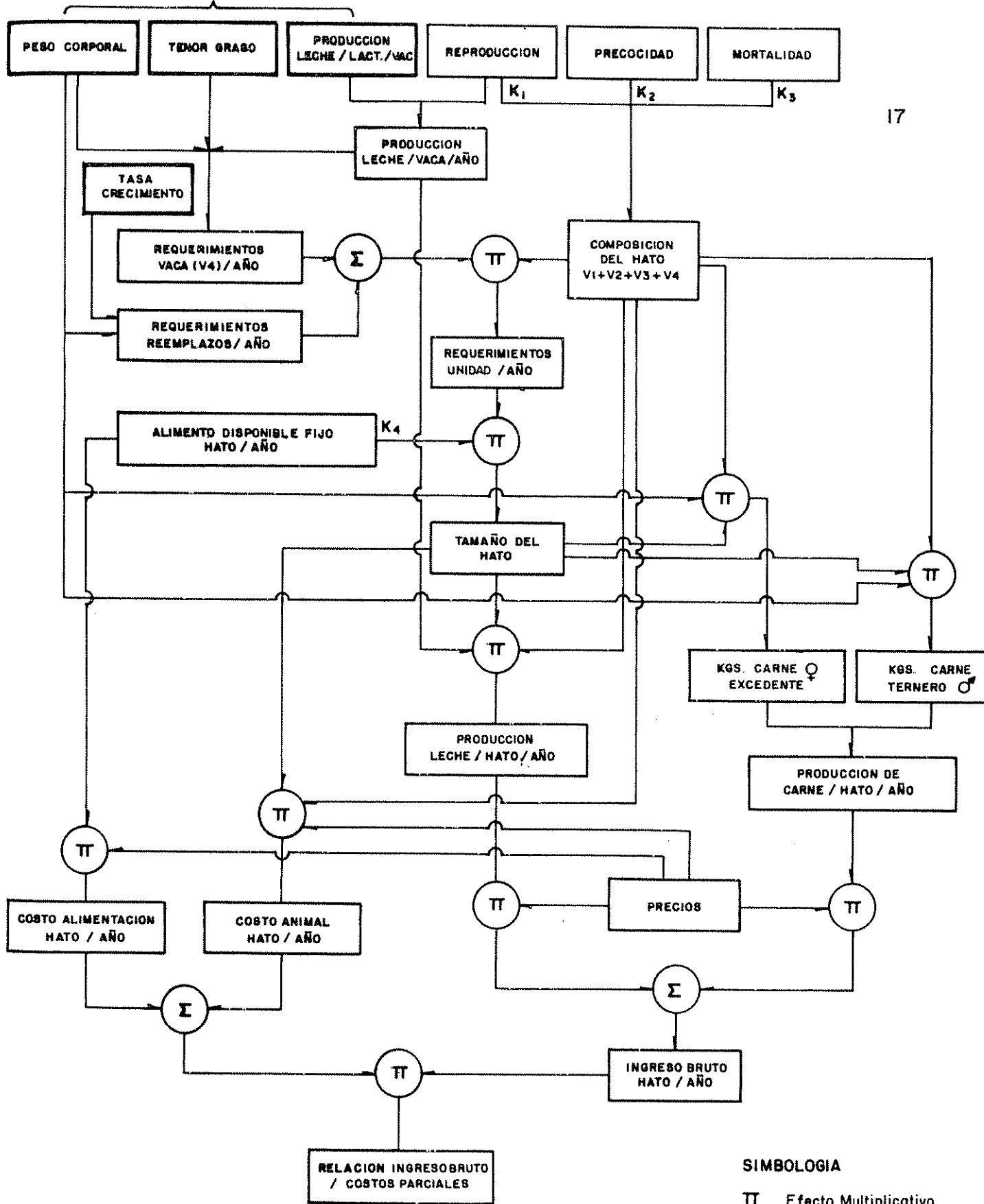
Se usó un modelo de simulación determinístico que consideró como variables de entrada peso corporal, producción de leche por lactancia y tenor de grasa láctea. Como variables de salida se consideraron el tamaño del hato, y la producción de leche y de carne, desde el punto de vista biológico y el costo del capital invertido en animales, el ingreso bruto y la relación ingreso bruto-costos parciales por hato-año, desde el punto de vista económico. Las evaluaciones fueron hechas bajo distintas alternativas de precios de insumos y productos bajo condiciones constantes de reproducción, mortalidad, precocidad y disponibilidad de alimentos en el sistema de producción de leche.

3.1 Descripción de la metodología:

Se diseñó el modelo del sistema de producción de leche que aparece en la figura 1. Se definieron 3 niveles para cada una de las variables de entrada: peso corporal, tenor de grasa láctea, y producción de leche por lactancia. Para la precocidad, mortalidad y reproducción se asumió un nivel fijo. El nivel de producción y la reproducción determinaron la producción de leche por vaca/año.

Los requerimientos energéticos anuales de la vaca adulta (V4) se calcularon a partir de la tabla de requerimientos del N.R.C. (29) y en base a la producción anual, el peso corporal y el tenor

VARIABLES ESTUDIADAS



SIMBOLOGIA
 Π Efecto Multiplicativo
 Σ Efecto Aditivo
 K_i Constantes

Figura I : MODELO DEL SISTEMA DE PRODUCCION

de grasa láctea. Para calcular los requerimientos de los reemplazos (V1,V2,V3) se usaron las mismas tablas, según el peso corporal y la tasa de crecimiento.

La estructura del hato fue determinada por la reproducción, precocidad y la mortalidad. Los requerimientos de vacas adultas, y reemplazos y la estructura del hato determinaron los requerimientos de la unidad de producción. Esta se compuso de los animales V1,V2,V3 y V4 en proporciones determinadas por la reproducción, precocidad y mortalidad. Se calculó el tamaño del hato en función de sus requerimientos energéticos, en base a su nivel de peso corporal, producción y tenor de grasa láctea, bajo condiciones de disponibilidad fija de nutrientes.

Se calcularon además las siguientes variables de respuesta biológica por hato-año: producción de leche, producción de carne total, de hembra excedente y de ternero macho.

Las variables de respuesta económica por hato-año fueron: costos de capital invertido en semovientes, ingreso bruto y relación ingreso bruto-costos parciales. Estos indicadores se calcularon en base a 3 niveles del precio del alimento y 3 relaciones de precios carne/leche. Las variables de respuesta económica fueron calculados para todas las combinaciones de cada una de las variables biológicas de entrada entre sí y con las distintas condiciones de precios.

3.1.1 Componente animal:

3.1.1.1 Categorías animales:

De acuerdo a la edad se usaron:

CATEGORIA	EDAD (meses)
V 1	0 - 12
V 2	12 - 24
V 3	24 - 30
V 4	30 o más

3.1.1.2 Nivel de producción:

Se usaron tres niveles de producción de leche por lactancia y por animal en edad de producción (V 4):

Nivel de Producción	KG/LACTANCIA
Baja	1800
Media	2400
Alta	3000

3.1.1.3 Peso corporal:

Se usaron tres categorías de peso corporal para los animales adultos (V 4):

PESO CORPORAL	KG. POR ANIMAL
Bajo	320
Medio	420
Alto	520

Para los terneros machos se supuso un peso al nacimiento igual al 8% del peso adulto.

3.1.1.4 Tenor de grasa láctea:

Se fijaron tres niveles de contenido de grasa de la leche:

CONTENIDO DE GRASA	% DE GRASA LACTEA
Bajo	3,8
Medio	4,3
Alto	4,8

3.1.1.5 Requerimientos energéticos:

Se calcularon los requerimientos de energía metabolizable en base a las tablas del National Research Council para ganado lechero (29) por animal y por año, considerando las alternativas de peso corporal, nivel de producción,

tenor graso de la leche, estado reproductivo y tasa de crecimiento de los animales.

3.1.1.6 Condiciones constantes:

Se supusieron las siguientes condiciones:

Mortalidad	V 1	20% anual
Mortalidad	V 2	5% anual
Mortalidad	V 3	5% anual
Esterilidad	V 3	5% anual
Tasa de reposición		15% anual
Intervalo entre partos		15 meses
Edad a primer parto		30 meses

De acuerdo a lo anterior se determinó la siguiente composición animal en la unidad de producción:

CATEGORIA	PORCENTAJE DEL HATO
V 4	45,3%
V 3	16,2%
V 2	17,1%
V 1	21,4%

3.1.2 Componente alimneticio:

Se supuso una disponibilidad fija de alimentos por año, lo que determinó el número de animales de la unidad de producción.

3.1.3 Componente económico:

Se supuso que la unidad monetaria es igual al precio de venta de un kilogramo de leche con 3,8% de grasa.

3.1.3.1 Valor de los animales:

Se usaron los siguientes valores en unidades monetarias para los animales adultos (V 4), en función del peso corporal y el nivel de producción.

PESO CORPORAL (Kg)	NIVEL DE PRODUCCION DE LECHE (kg/Lactancia)	VALOR DEL ANIMAL ADULTO (UNIDADES MONETARIAS)
320	1800	1500
	2400	2100
	3000	2700
420	1800	1800
	2400	2400
	3000	3000
520	1800	2100
	2400	2700
	3000	3300

Para las otras categorías de edad se usaron los siguientes valores, relativos a la categoría adulta.

CATEGORIA	VALOR RELATIVO A ANIMAL ADULTO (V 4)
V 1	0,25
V 2	0,50
V 3	0,90

3.1.3.2 Alternativas de precios:

Se usaron las siguientes relaciones de precios
kg carne/kg leche:

Relación de precios CARNE/ LECHE	CLASE DE ANIMAL	
	Hembra excedente	Ternero macho
Baja	3	6
Media	5	10
Alta	7	14

Se usaron tres niveles de precios para la alimentación:

NIVEL DE PRECIO	PRECIO POR Mcal. E.M. (UNIDADES MONETARIAS)
Bajo	0.0125
Medio	0.025
Alto	0.05

Se asumió un precio diferencial por kilogramo de leche de 0,01 unidades monetarias por cada 0,1% de contenido de grasa de la leche sobre la base de 3,8% de grasa.

3.1.4 Otros supuestos:

- 3.1.4.1 Solo existen interacciones lineales entre los factores en estudio.
- 3.1.4.2 La estructura del hato es estable y produce el número de reemplazos necesarios para mantener una estructura constante, el excedente de hembras se vende y se mantiene un tamaño constante del hato.
- 3.1.4.3 Las crías machos se venden durante la primera semana de vida.
- 3.1.4.4 Los distintos niveles de las variables consideradas representan promedios generales de la unidad de producción o hato.

3.2 Variables de respuesta:

3.2.1 Variables de respuesta biológica.

Se usaron las siguientes variables para evaluar la respuesta biológica del hato;

- 3.2.1.1 Tamaño del hato (animales)
- 3.2.1.2 Producción de leche por hato-año (kg).
- 3.2.1.3 Producción de carne de terneros machos por hato-año (kg).
- 3.2.1.4 Producción de carne de hembras excedentes por hato-año (kg).
- 3.2.1.5 Producción total de carne por hato-año (kg).

3.2.2 Variables de Respuesta Económica:

Se usaron las siguientes variables para evaluar la respuesta económica del hato.

3.2.2.1 Costo del capital invertido en semovientes por hato-año: se asumió una tasa de interés de 12% anual sobre el valor del inventario de animales.

3.2.2.2 Ingreso bruto por hato-año: fue la resultante del valor de venta de leche y carne de hembras excedentes y terneros machos.

3.2.2.3 Relación ingreso bruto-costos parciales por hato y año: se consideró el ingreso bruto y los costos de alimentación más el costo del capital.

3.3 Fuente de información:

Los supuestos tomados y los niveles de las variables consideradas en el estudio se basaron en la información producida en el Programa de Producción Animal del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza y de los reportes contenidos en la literatura científica con énfasis en el trópico latinoamericano.

4. RESULTADOS

4.1 VARIABLES DE RESPUESTA BIOLÓGICA

4.1.1 TAMAÑO DEL HATO

En el cuadro 1 A y la figura 2 se muestra el tamaño relativo del hato en función del peso corporal promedio de los animales, del nivel de producción de leche por lactancia y del tenor de grasa láctea.

El peso corporal, el nivel de producción de leche y el tenor de grasa láctea afectaron negativamente el tamaño del hato bajo las condiciones establecidas por el modelo. El peso corporal determinó las mayores diferencias en el tamaño del hato; entre los valores extremos de peso corporal considerados se dio un rango en los promedios del tamaño del hato de 34% mientras que para niveles extremos de producción de leche fue de 12%. El tenor de grasa láctea tuvo poca influencia en el tamaño del hato en relación a las otras variables estudiadas, el rango para valores extremos de tenor de grasa láctea fue de 3,0%.

Las diferencias en el tamaño del hato debidas al nivel de producción de leche dentro de niveles de peso corporal, se redujeron conforme se incrementó el nivel de peso corporal.

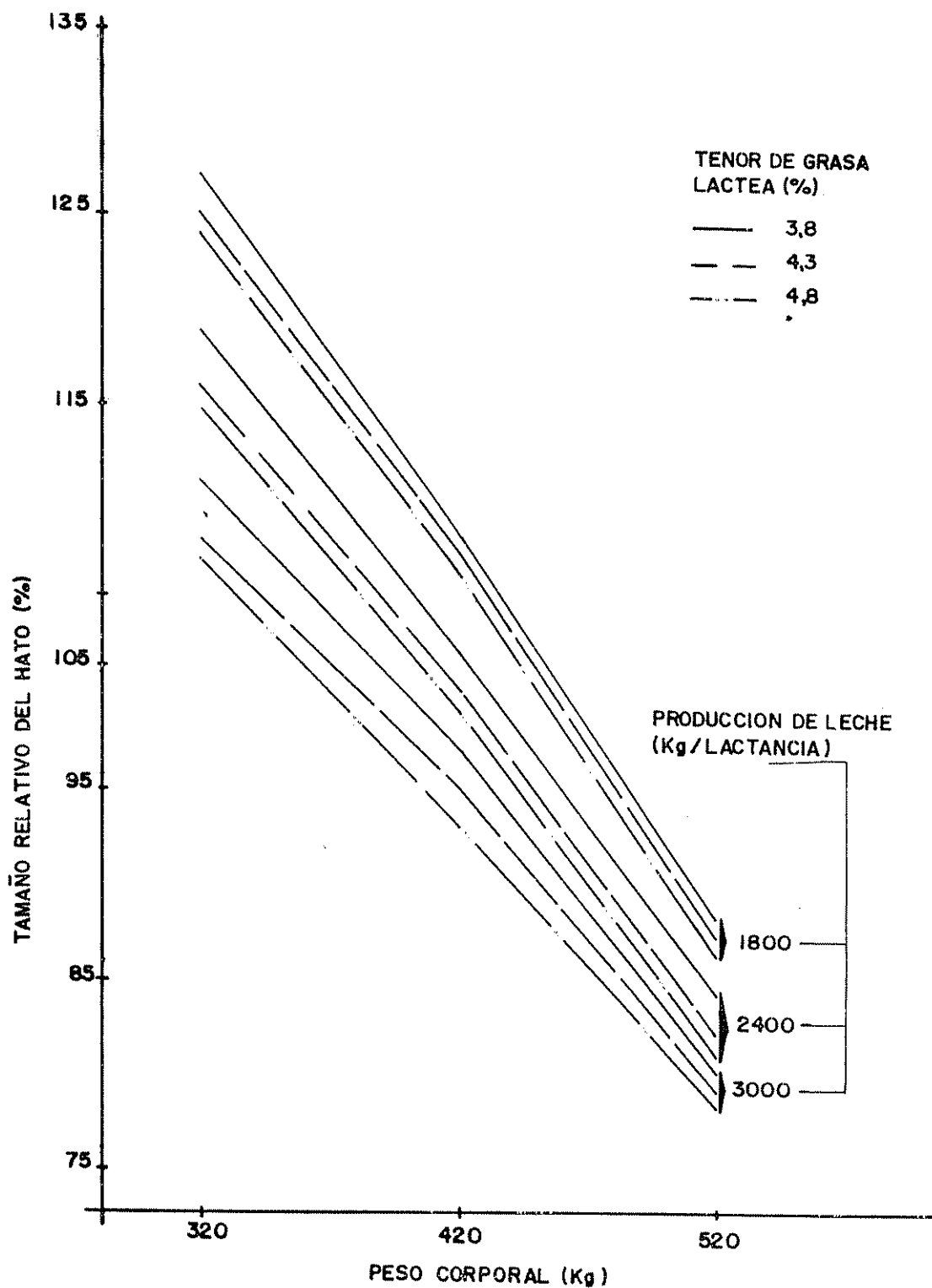


FIGURA 2. TAMAÑO RELATIVO DEL HATO SEGUN PESO CORPORAL, NIVEL DE PRODUCCION DE LECHE Y TENOR DE GRASA LACTEA, CON DISPONIBILIDAD FIJA DE NUTRIENTES.

4.1.2 PRODUCCION DE LECHE POR HATO-AÑO

La producción de leche por hato y año fue afectada principalmente por el nivel de producción por lactancia encontrándose una diferencia de 38% entre los hatos con niveles extremos de producción por lactancia (Cuadro 3A y figura 3).

El peso corporal afectó negativamente la producción de leche por hato-año. Hatos de 320 kg produjeron en promedio 15% más leche que hatos de 420 kg y estos produjeron 18% más que los de 520 kg. El tenor de grasa láctea tuvo un efecto menor que las otras dos variables estudiadas, encontrándose una diferencia de 4,0% en la producción de leche de hatos con valores extremos en el tenor de grasa láctea.

4.1.3. PRODUCCION DE CARNE POR HATO-AÑO

En los cuadros 4A, 5A y 6A y las figuras 3,1A y 2A se muestra la producción de carne total de ternero macho y de hembra excedente para hatos de los distintos niveles de las variables estudiadas.

La producción de carne por hato-año fue afectada positivamente por el peso corporal promedio del animal adulto. Los hatos de menor peso corporal produjeron 11% menos carne que los hatos de peso intermedio, esos a su vez, produjeron 3% menos que los de peso mayor.

La diferencia en la producción de carne entre hatos

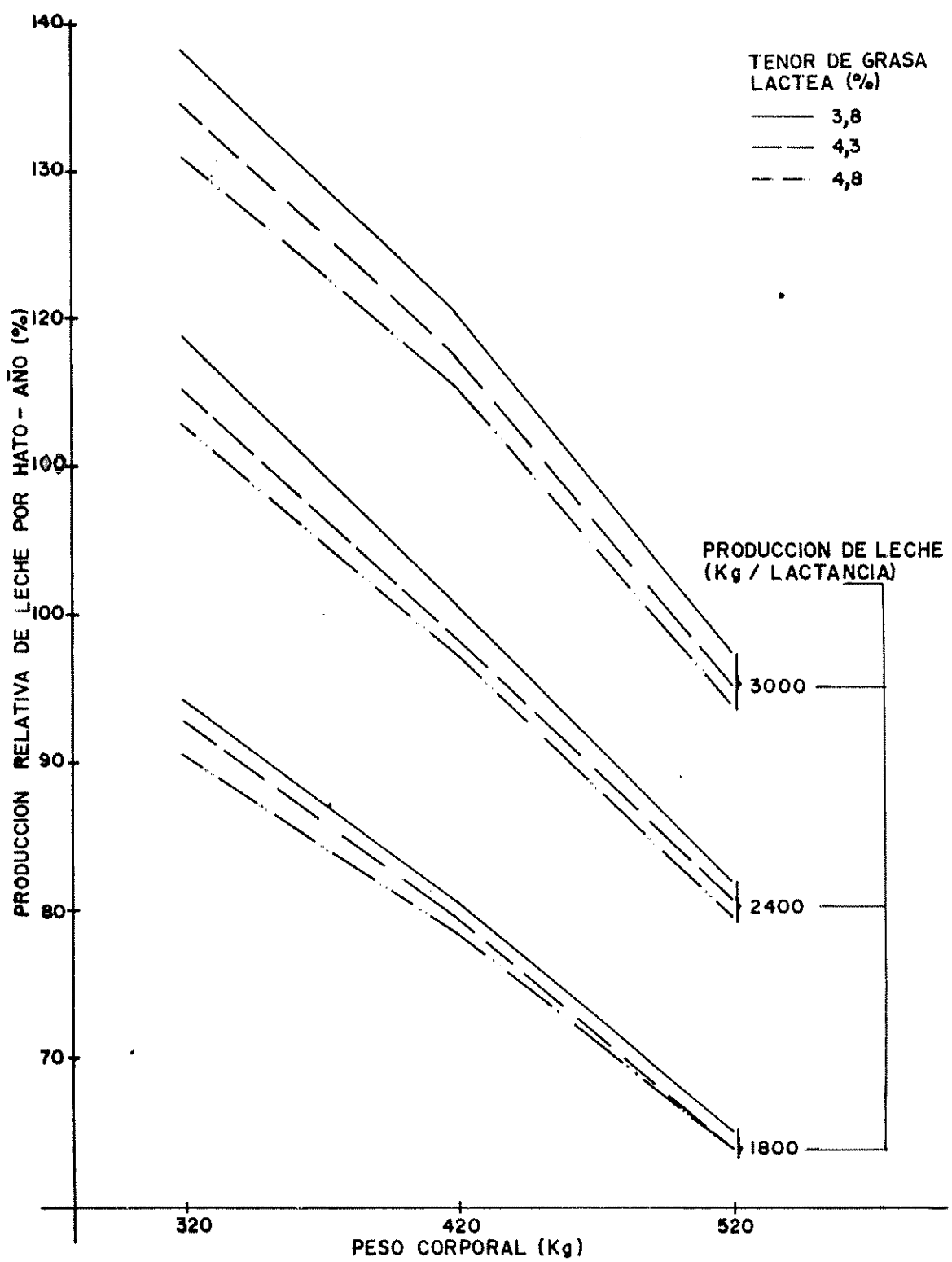


FIGURA 3. PRODUCCION RELATIVA DE LECHE POR HATO AÑO SEGUN PESO CORPORAL, PRODUCCION DE LECHE POR LACTANCIA Y TENOR DE GRASA LACTEA CON DISPONIBILIDAD FIJA DE NUTRIENTES.

de 320 y 420 kg de peso adulto fue mayor que entre los últimos y los de 520 kg , independientemente del nivel de producción de leche y el tenor de grasa láctea considerados.

El nivel de producción de leche por lactancia tuvo un efecto negativo sobre la producción de carne por hato-año. Independientemente del peso corporal y del tenor de grasa láctea, hatos con producción promedio de 1800 kg por lactancia produjeron 6% más que hatos de 2400 kg y 11% más que hatos de 3000 kg. Dentro de hatos del mismo peso corporal, las diferencias debidas a distintos niveles de producción de leche se redujeron conforme se incrementó el peso corporal. Esto correspondió al decrecimiento en el número de animales producidos por hatos menos numerosos.

El efecto del tenor de grasa láctea sobre la producción de carne fue negativa. Su importancia fue menor que el de las otras variables estudiadas, en los niveles considerados en el presente trabajo.

La diferencia promedio entre hatos de los niveles extremos de tenor de grasa láctea fue de tres por ciento, independientemente del peso corporal y nivel de producción de leche. La diferencia correspondió a un menor número de animales producidos por hatos menos numerosos.

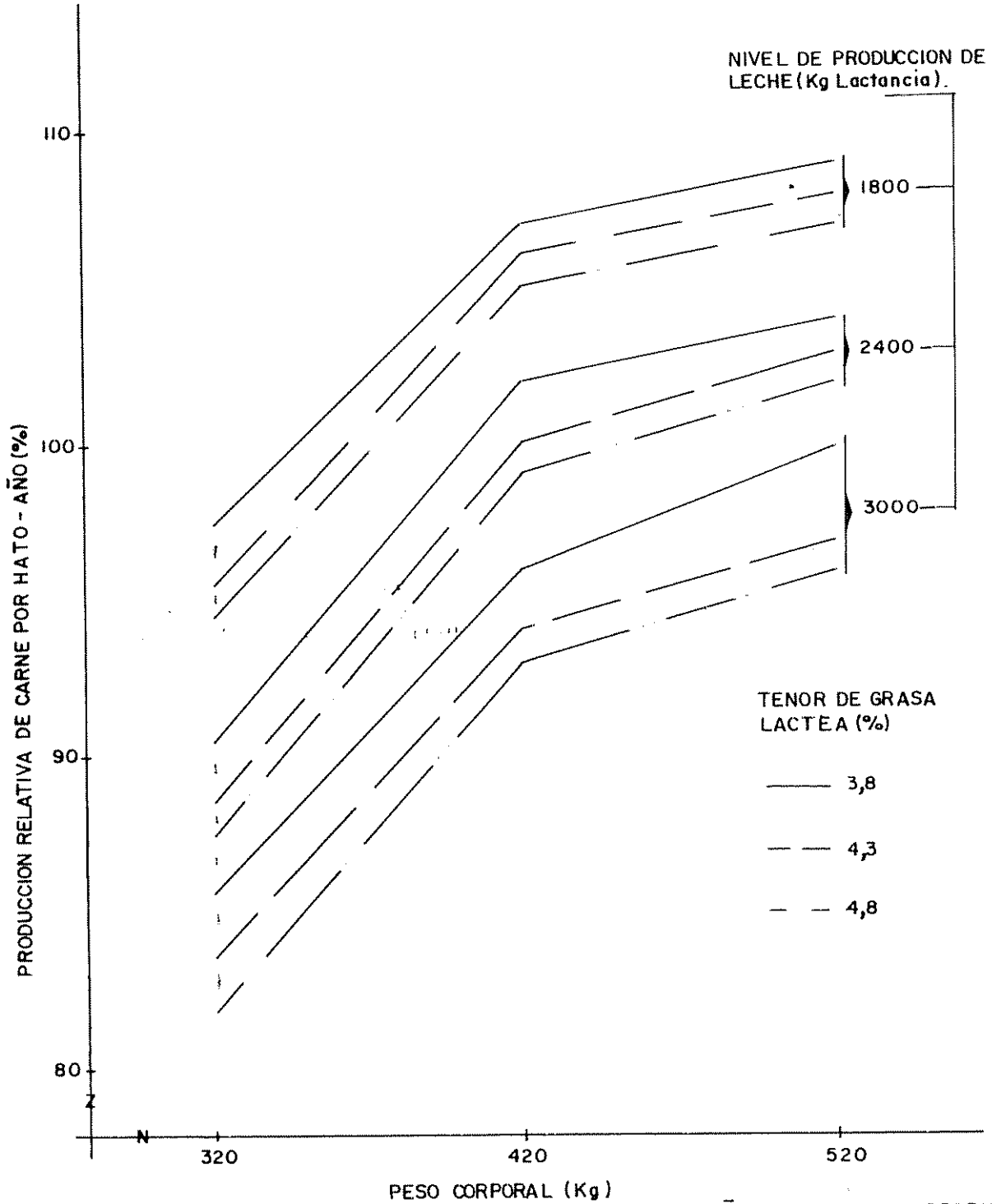


FIGURA 4 PRODUCCION RELATIVA DE CARNE POR HATO -AÑO SEGUN PESO CORPORAL NIVEL DE PRODUCCION DE LECHE Y TENOR DE GRASA LACTEA CON DISPONIBILIDAD FIJA DE NUTRIENTES .

La producción total de carne por hato-año es la sumatoria del rendimiento de terneros machos y hembras de deshecho. Bajo los supuestos establecidos en reproducción, precocidad, mortalidad y los niveles de peso, producción de leche y tenor de grasa láctea considerados, la carne de ternero macho representó el 17% del total y la de hembra excedente el 83% restante.

La tendencia encontrada para la producción total de carne por hato-año fue igual a las encontradas para la producción de carne de ternero macho y de hembra excedente.

4.2 VARIABLES DE RESPUESTA ECONOMICA

4.2.1 COSTO DEL CAPITAL INVERTIDO EN SEMOVIENTES.

En el cuadro 7A y la figura 5 se muestra el efecto del peso corporal, nivel de producción de leche y tenor de grasa láctea sobre el costo del capital por hato-año.

Dentro de las variables de entrada estudiadas, el nivel de producción de leche fue el que causó el mayor efecto sobre el costo del capital. La diferencia entre hatos de 3000 y 2400 kg de leche sin considerar el tenor de grasa láctea y peso corporal, fue de 17%. Entre estos y los de 1800 kg fue de 21%. Cuando se consideró el peso corporal se encontró que a mayor peso corporal menor diferencia entre hatos de distintos niveles de

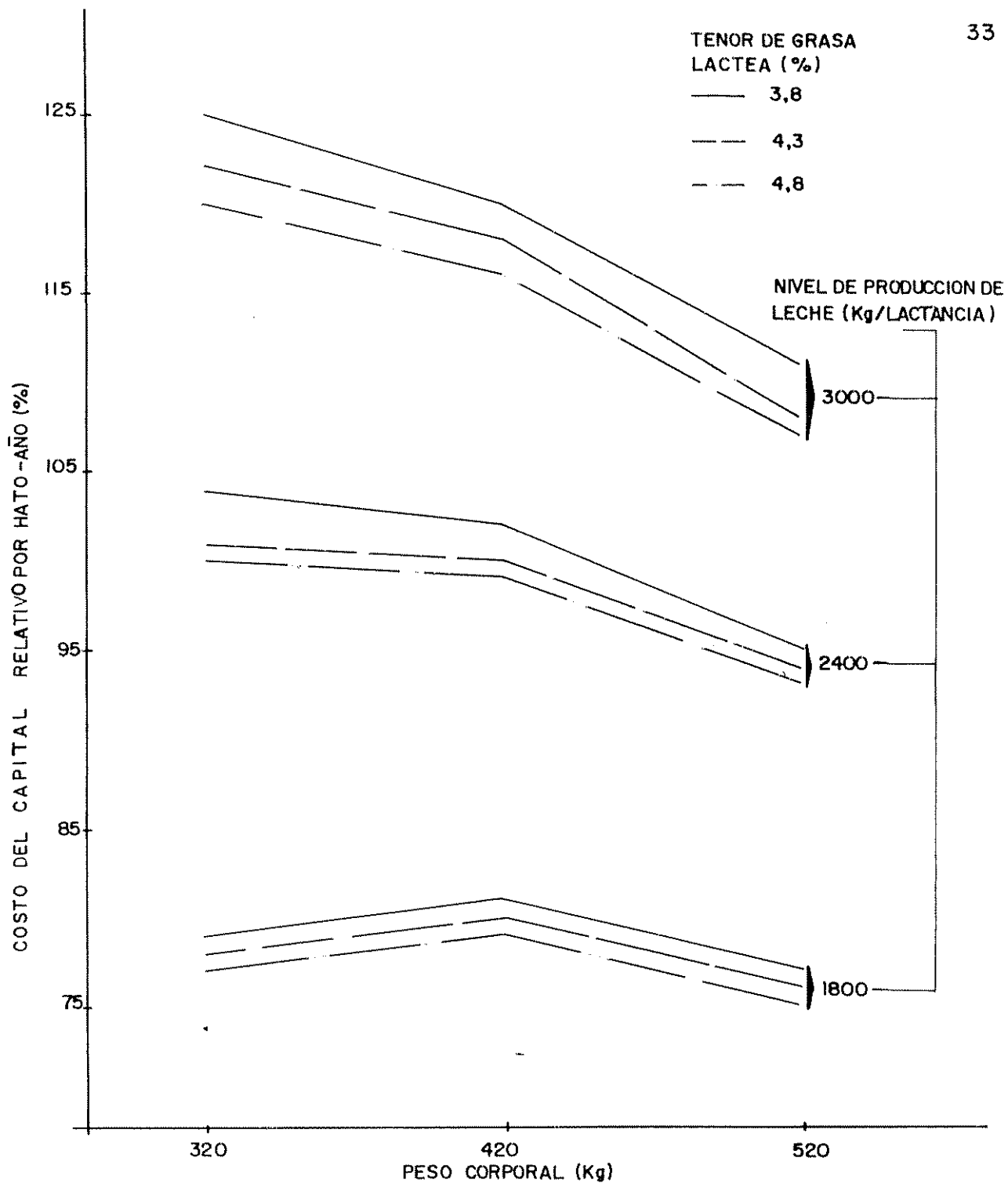


FIGURA 5. COSTO DEL CAPITAL RELATIVO POR HATO-AÑO SEGUN PESO CORPORAL, NIVEL DE PRODUCCION DE LECHE Y TENOR DE GRASA LACTEA CON DISPONIBILIDAD FIJA DE NUTRIENTES.

producción de leche.

El peso corporal, en términos de promedios, afectó negativamente el costo del capital invertido en semovientes. Hatos de 320 kg de peso tuvieron un costo del capital 2% mayor que los de 420 kg y 8% mayor que los de 520 kg.

Considerando el efecto del peso corporal dentro de cada nivel de producción de leche, se encontró que en el nivel de 1800 kg, el costo del capital para hatos de 320 kg de peso corporal fue menor que para hatos de 420 kg. El costo en estos fue mayor que en los de 520 kg. En los otros niveles de producción de leche el efecto del peso corporal sobre el costo del capital fue negativo, incrementándose la magnitud del efecto conforme se incrementó el nivel de producción de leche.

El tenor de grasa láctea tuvo un menor efecto que las otras variables estudiadas en el costo del capital. Se encontró una diferencia de 3% en hatos con niveles extremos en el tenor de grasa láctea.

4.2.2 INGRESO BRUTO POR HATO-AÑO

El efecto del peso corporal, nivel de producción de leche y tenor de grasa láctea sobre el ingreso bruto por hato-año se muestran en el cuadro 8 A y la figura 6. De las tres variables estudia-

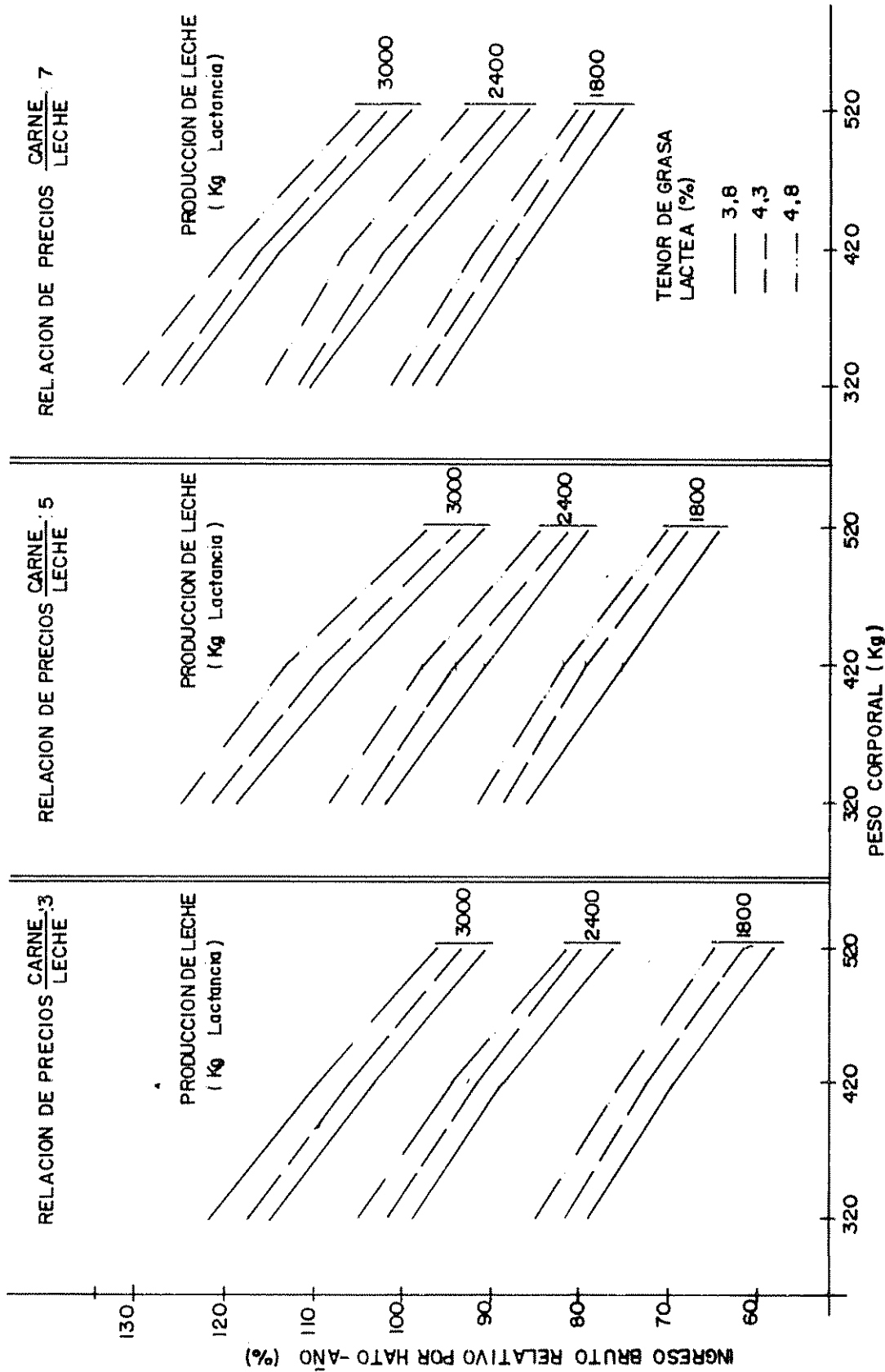


FIGURA 6. INGRESO BRUTO RELATIVO POR HATO - AÑO SEGUN PESO CORPORAL, NIVEL DE PRODUCCION DE LECHE Y TENOR DE GRASA LACTEA, CON DISPONIBILIDAD FIJA DE NUTRIENTES Y PARA 3 RELACIONES DE PRECIOS CARNE / LECHE.

das y dentro de los niveles establecidos en el modelo, la que afectó en mayor proporción el ingreso bruto por hato-año fue el nivel de producción de leche. El efecto fue positivo, encontrándose un mayor ingreso bruto en hatos de mayor nivel de producción por lactancia. Esto fue consecuencia de una mayor producción de leche por hato-año. La magnitud de la diferencia en el ingreso bruto entre hatos de distintos niveles de producción de leche dependió de la relación de precios carne/leche. Las diferencias entre hatos de niveles extremos de producción de leche fueron 30, 29 y 28% cuando la relación de precios carne/leche fue baja, media y alta respectivamente.

El peso corporal afectó negativamente el ingreso bruto por hato-año. Con la relación de precios carne/leche baja, la diferencia entre hatos de los niveles extremos de peso corporal fue de 26%, con la relación media de 25% y con la baja de 24%.

El efecto del tenor de grasa láctea sobre el ingreso bruto fue de menor importancia que el de las otras variables estudiadas. La diferencia promedio en el ingreso bruto para hatos con valores extremos en el tenor de grasa láctea fue del cinco por ciento

y la relación de precios carne/leche no afectó la magnitud de esa diferencia.

El incremento de la relación de precios carne/leche del valor menor al mayor produjo un incremento del 14% en el ingreso bruto por hato-año.

4.2.3 RELACION INGRESO BRUTO/COSTOS PARCIALES (IB/CP) POR HATO-AÑO.

En el presente trabajo se incluyeron dentro de los costos parciales el costo del alimento y el costo del capital invertido en semovientes.

El peso corporal fue el que tuvo el mayor efecto sobre la relación ingreso bruto/costos parciales bajo las condiciones de precios de carne, leche y alimento considerados en el trabajo. Conforme se incrementó el peso corporal se produjo una reducción en este indicador de eficiencia económica. En el cuadro 1 y la figura 7 puede verse el efecto del peso corporal sobre la relación ingreso bruto/costos parciales, bajo 3 niveles de precio del alimento y 3 relaciones de precios carne/leche.

El efecto negativo del peso corporal sobre la eficiencia económica se hizo más marcada al aumentar el precio del alimento. La diferencia entre hatos de

CUADRO 1. IB/CP RELATIVA PARA 3 RAZONES DE PRECIOS CARNE/LECHE Y 3 NIVELES DE PRECIOS DE ALIMENTOS SEGUN PESO CORPORAL, NIVEL DE PRODUCCION DE LECHE Y TENOR DE GRASA LACTEA CON DISPONIBILIDAD FIJA DE NUTRIENTES.*

ALIMENTO (Kg/Lact)	PRECIO PROD. LECHE %	3						5						7					
		PESO CORPORAL (Kg)		PROMEDIO POR		PESO CORPORAL (Kg)		PROMEDIO POR		PESO CORPORAL (Kg)		PROMEDIO POR		PESO CORPORAL		PROMEDIO POR			
		320	420	520	P. LECHE % GRASA	320	420	520	P. LECHE % GRASA	320	420	520	P. LECHE % GRASA	320	420	520	P. LECHE % GRASA		
1800	3,8	123	107	94	112	133	119	106	123	143	130	117	143	130	117	143	130	117	
	4,3	128	112	98	112	138	122	109	123	148	133	121	148	133	121	148	133	121	
	4,8	133	115	101	112	143	124	113	123	153	137	124	153	137	124	153	137	124	
2400	3,8	122	109	98	114	129	118	107	122	137	126	117	137	126	117	137	126	117	
	4,3	127	113	101	114	134	122	111	122	142	131	120	142	131	120	142	131	120	
	4,8	131	118	105	118	139	126	115	127	147	135	124	147	135	124	147	135	124	
3000	3,8	121	110	100	115	127	117	108	122	133	125	116	133	125	116	133	125	116	
	4,3	125	114	105	115	132	122	113	122	138	129	121	138	129	121	138	129	121	
	4,8	131	120	109	115	137	127	117	122	143	134	125	143	134	125	143	134	125	
PROMEDIO POR PESO																			
		127	113	101	113	135	122	111	113	143	131	121	143	131	121	143	131	121	
1800	3,8	98	85	74	89	105	94	83	97	113	103	92	113	103	92	113	103	92	
	4,3	101	88	77	89	109	97	86	97	117	106	95	117	106	95	117	106	95	
	4,8	105	91	79	89	113	100	88	97	121	103	97	121	103	97	121	103	97	
2400	3,8	100	90	79	93	106	97	87	100	113	104	95	113	104	95	113	104	95	
	4,3	104	93	82	93	110	100	90	100	116	107	97	116	107	97	116	107	97	
	4,8	107	96	85	96	114	103	93	103	120	110	101	120	110	101	120	110	101	
3000	3,8	102	93	83	96	107	99	90	102	112	105	97	112	105	97	112	105	97	
	4,3	105	96	87	96	111	102	93	102	116	108	100	116	108	100	116	108	100	
	4,8	110	100	90	96	115	106	97	102	120	112	103	120	112	103	120	112	103	
PROMEDIO POR PESO																			
		104	92	82	96	110	100	90	102	116	107	97	116	107	97	116	107	97	
1800	3,8	69	60	52	62	75	67	50	69	80	73	65	80	73	65	80	73	65	
	4,3	71	62	54	62	77	69	60	69	82	75	67	82	75	67	82	75	67	
	4,8	74	64	56	62	79	70	62	69	85	77	68	85	77	68	85	77	68	
2400	3,8	74	68	58	68	81	73	65	71	83	77	69	83	77	69	83	77	69	
	4,3	77	68	60	68	84	76	67	73	88	79	70	88	79	70	88	79	70	
	4,8	79	70	62	70	84	76	67	75	88	81	73	88	81	73	88	81	73	
3000	3,8	78	70	62	72	81	75	67	78	85	79	72	85	79	72	85	79	72	
	4,3	80	72	65	72	84	77	69	78	88	81	79	88	81	79	88	81	79	
	4,8	83	75	67	72	87	80	72	78	91	84	77	91	84	77	91	84	77	
PROMEDIO POR PESO																			
		76	67	60	72	81	73	65	78	85	78	71	85	78	71	85	78	71	

* RELATIVO AL VALOR GENERAL

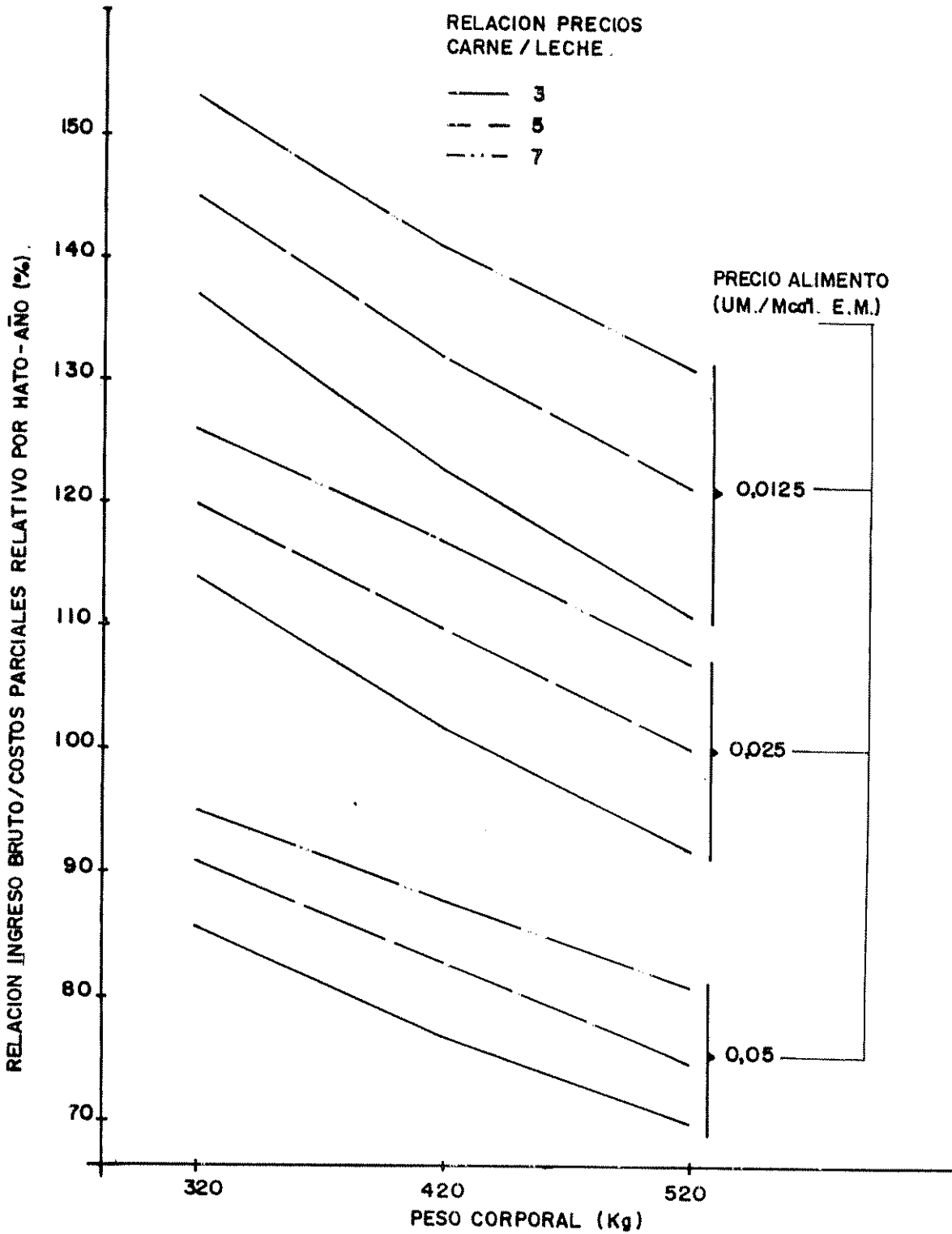


FIGURA 7. RELACION INGRESO BRUTO/COSTOS PARCIALES RELATIVA POR HATO-AÑO, SEGUN PESO CORPORAL, CON DISPONIBILIDAD FIJA DE NUTRIENTES PARA 3 NIVELES DE PRECIOS DE CARNE, LECHE Y ALIMENTO.

pesos extremos fue 26% con la menor relación de precios carne/leche y el nivel de precio del alimento bajo. La diferencia se redujo al 22% con un nivel de precio del alimento medio y al 16% con el nivel de precio mayor. Con la relación de precios carne/leche media, las diferencias fueron del 24, 20 y 16%. Con relación mayor fueron del 22,19 y 14% para precio del alimento bajo, medio, y alto, respectivamente.

El efecto del nivel de producción de leche sobre la relación ingreso bruto/costos parciales fue menor que el del peso corporal, y bajo determinadas condiciones de precios, que el de tenor de grasa láctea. En el cuadro 1 y la figura 8 se muestra el efecto del nivel de producción de leche. Cuando el alimento fue de bajo costo y la relación de precios carne/leche alta, al incrementarse el nivel de producción de leche se redujo la eficiencia económica. Con la relación de precios carne/leche media, hatos de 1800 kg de leche fueron económicamente más eficientes que los de 2400 y 3000 kg. Entre estos últimos no hubo diferencia. Bajo las mismas condiciones de precio del alimento y con una relación de precios carne/leche baja el efecto del nivel de producción de leche fue positivo. Se invirtió así la tendencia encontrada bajo las otras

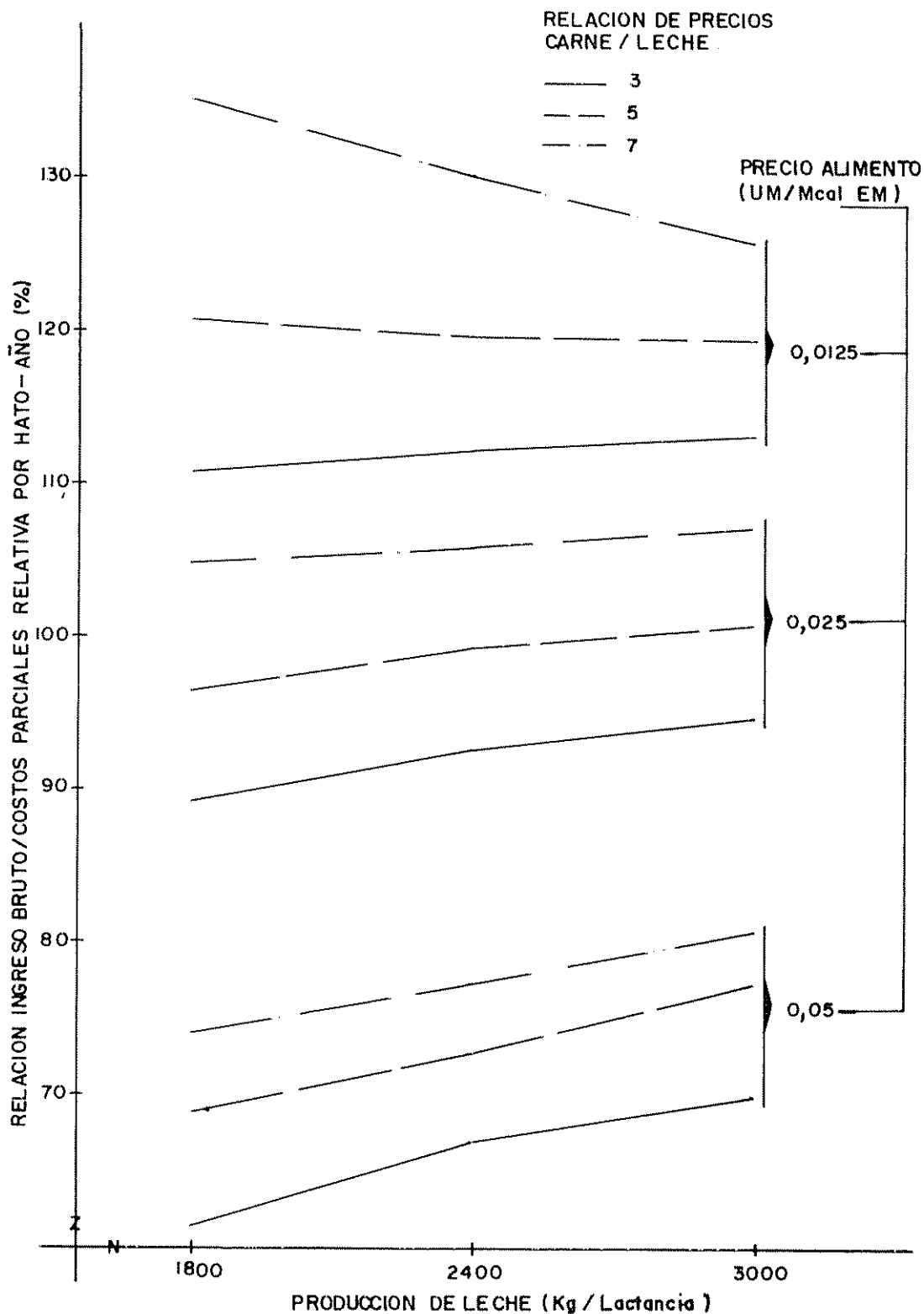


FIGURA 8. RELACION INGRESO BRUTO/COSTOS PARCIALES RELATIVA POR HATO-AÑO SEGUN NIVEL DE PRODUCCION DE LECHE Y CON DISPONIBILIDAD FIJA DE NUTRIENTES PARA 3 NIVELES DE PRECIOS DE CARNE, LECHE Y ALIMENTOS.

relaciones de precios carne/leche, aunque la diferencia entre hatos de niveles extremos de producción de leche fue apenas del 3,0%.

Bajo condiciones de precio del alimento medio y alto se mantuvo el efecto positivo del nivel de producción sobre la eficiencia económica. El efecto se hizo más marcado conforme se incrementó el precio del alimento. Las diferencias entre hatos con niveles extremos de producción, con precio medio del alimento, fueron del siete, cinco y dos por ciento para las relaciones de precios carne/leche baja, media y alta, respectivamente. Cuando el precio del alimento fue alto las diferencias fueron del 10, 9 y 6%.

Excepto con alto precio del alimento, el efecto del nivel de producción de leche sobre la eficiencia económica fue menor que el del tenor de grasa láctea.

El tenor de grasa láctea tuvo un efecto positivo sobre la relación ingreso bruto/costos parciales como se muestra en el cuadro 1 y la figura 9. La relación disminuyó conforme se incrementó el costo del alimento pero se mantuvo constante bajo distintas relaciones de precios carne/leche. La diferencia entre hatos de valores extremos en el tenor de grasa láctea fueron del nueve, siete y cinco por ciento para los niveles

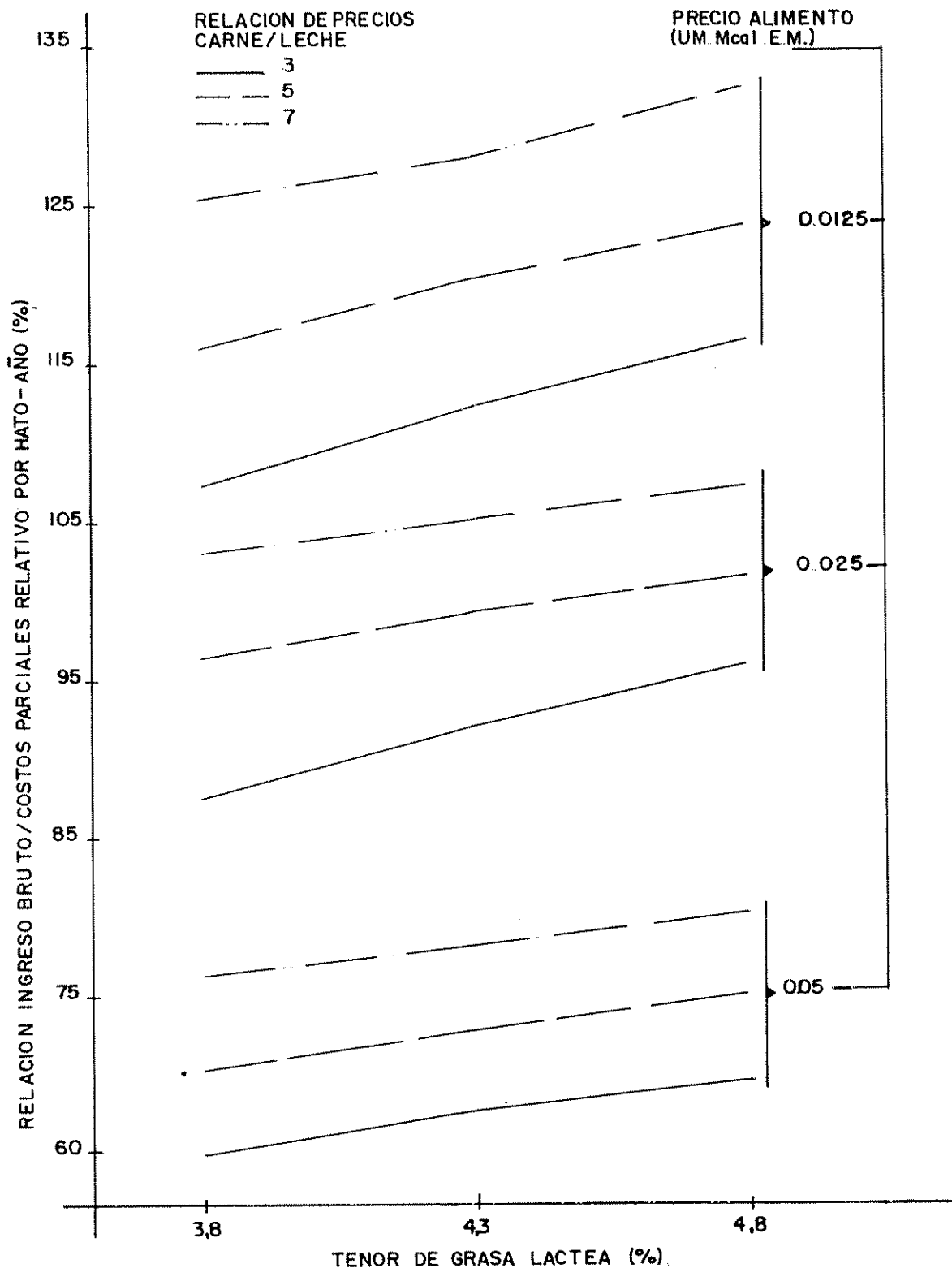


FIGURA 9 RELACION INGRESO BRUTO/COSTOS PARCIALES RELATIVO POR HATO AÑO SEGUN TENOR DE GRASA LACTEA CON DISPONIBILIDAD FIJA DE NUTRIENTES Y PARA 3 NIVELES DE PRECIOS DE CARNE, LECHE Y ALIMENTOS.

de precio del alimento bajo, medio y alto, respectivamente.

El incremento en la relación de precios carne/leche del nivel bajo a medio produjo un aumento en la relación ingreso bruto/costos parciales de 7% y del medio a alto el aumento fue de 8%.

El incremento en el precio del alimento de 0,0125 a 0,025 U.M. por Mcal E.M. produjo una reducción en la relación ingreso bruto/costos parciales del 23%. El incremento de 0,025 a 0,05 UM/Mcal E.M. provocó una reducción del 27%.

5. DISCUSION

Existen pocos trabajos científicos, ya sean experimentales o de simulación, que enfoquen de una manera integral, el problema de la eficiencia biológica y económica de los sistemas pecuarios. La mayoría de los trabajos se refieren al animal en producción y no consideran la parte del ciclo de vida del animal dedicada a otras tareas fisiológicas distintas a la producción per se.

Por otra parte, existen diferencias en la literatura disponible sobre la definición de conceptos básicos, en especial con respecto a la eficiencia y el tamaño del animal. En las consideraciones económicas, existe la limitante de las diferencias en política de precios y condiciones de mercado. Por lo anterior, es difícil discutir los resultados del presente trabajo a la luz del conocimiento científico actual, principalmente por la visión fragmentaria de la producción ganadera. En el presente trabajo se intentó estudiar la producción de leche integralmente. Se definieron niveles constantes de algunas variables como reproducción, precocidad y mortalidad y se consideró el efecto de otras sobre la eficiencia bioeconómica de los sistemas de producción de leche. Se establecieron relaciones económicas en base al kilogramo de leche con 3,8% de grasa, con el propósito de que los resultados pudieran ser analizados bajo amplio rango de condiciones técnicas y económicas.

5.1 PESO CORPORAL

El peso corporal fue la variable que tuvo más influencia en la mayoría de los indicadores biológicos y económicos. Su efecto negativo sobre el tamaño del hato se debió a los mayores requerimientos nutricionales de animales más pesados (cuadro 1A). En condiciones de disponibilidad fija de nutrientes, esto limitó el número de animales en el hato. Similar tendencia ha sido encontrada por otros autores en sistemas de producción de carne (5,10,28).

La producción de leche por hato-año también fue afectada negativamente por el peso corporal. El gasto energético del hato por unidad de leche producida se incrementó al incrementarse el peso de los animales (Cuadro 1A). Este incremento se debió a los mayores requerimientos para mantenimiento y crecimiento de animales más pesados. Esto redujo la proporción de nutrientes disponibles para producción y consecuentemente la producción misma. Numerosos estudios concuerdan con el efecto positivo del peso del animal sobre los requerimientos y negativo sobre la eficiencia en la producción de leche (6,7,8,10,15, 21,28). En otro trabajo de simulación donde se consideró la producción en forma integral, Fitzhugh (11) encontró que la proporción de los requerimientos de mantenimiento y crecimiento con respecto al total, se incrementaron en hatos de mayor peso.

El efecto positivo del peso corporal sobre la producción total de carne fue consecuencia del mayor peso de terneros machos y hembras excedentes. Esta diferencia en peso prevaleció a pesar de que los hatos de mayor peso fueron menos numerosos. Carpenter, citado por Morris y Wilton (27), concuerda con el supuesto adoptado en el modelo del presente trabajo, que animales más pesados tienden a dar terneros más pesados. El efecto positivo del peso sobre la producción de carne ha sido encontrado por otros autores al analizar sistemas de producción de carne con modelos de simulación (5,28).

El efecto negativo del peso corporal sobre el costo del capital invertido en semovientes se debió a que los hatos de mayor peso fueron menos numerosos. Solo en hatos de baja producción de leche se encontró un incremento de hatos de peso medio con respecto a los de peso menor. Lo anterior fue consecuencia del bajo valor de los animales en función de su baja producción láctea. El valor de los animales fue determinado por su nivel de producción de leche principalmente y por su peso en segunda instancia. Estos criterios para valorar los animales también han sido usados por Otero (31). Fitzhugh (10) sugiere que la mayor inversión requerida por hatos de menor peso se debe al mayor número de animales y al efecto acumulado de los costos fijos por animal.

El ingreso bruto por hato-año también fue afectado negativamente por el peso corporal. La reducción en la producción de leche de hatos de mayor peso fue más importante en el ingreso bruto, que el incremento en la producción de carne, bajo cualquier relación de precios carne/leche. El efecto negativo del peso sobre el ingreso ha sido encontrado por Long et al (20) en sistemas de producción de carne y por Gill y Allaire (12) en un hato de ganado lechero.

La relación ingreso bruto/costos parciales es similar a la relación ingreso/costo alimenticio encontrada frecuentemente en la literatura. Por representar los costos de alimentación la mayor proporción de los costos de producción parece ser el indicador de eficiencia económica más adecuada (3,4,22,23, 24,25,26,30,36). Este indicador fue afectado negativamente por el peso corporal. El efecto es consecuencia de un menor ingreso bruto, causado por una menor producción de leche. Miller y colaboradores (26) también encontraron una relación negativa entre peso y la relación ingreso/costo alimenticio.

5.2 PRODUCCION DE LECHE POR LACTANCIA

El efecto negativo del nivel de producción por lactancia sobre el tamaño del hato se debió a los mayores requerimientos nutricionales de los hatos de producción más elevada. En condiciones de disponibilidad fija de

nutrientes esto limitó el número de animales en el hato. Lo anterior también explica la menor producción de carne de hatos de producción de leche elevada.

La producción de leche por lactancia afectó positivamente la producción de leche por hato-año. El menor gasto energético por unidad de leche producida en hatos de mayor producción explica esos resultados (Cuadro 1A). Existe poca información sobre el efecto de la producción por lactancia sobre la eficiencia biológica del hato. La mayoría de los estudios se limitan al animal en producción y concuerdan en que existe una relación positiva entre eficiencia biológica y producción por lactancia (16,27,36,38). El nivel de producción por lactancia afectó positivamente el costo del capital por el mayor valor de los animales de elevada producción.

El ingreso bruto fue afectado positivamente por el nivel de producción debido a la mayor producción de leche por hato-año. La reducción de la diferencia entre hatos de baja y alta producción, al incrementarse la relación de precios carne/leche, fue consecuencia de una mayor importancia de la producción de carne en el ingreso bruto y un mejor precio relativo de la carne. Con bajo precio del alimento el efecto del nivel de producción sobre la relación ingreso bruto/costos parciales fue negativa.

Esta tendencia se debió al mayor costo del capital y al menor ingreso bruto, por concepto de carne, de los hatos de mayor producción láctea. Solo cuando el precio relativo de la leche fue elevado se invirtió la tendencia. El efecto positivo encontrado cuando el precio del alimento fue medio y alto también ha sido reportado por otros autores (3,22,23,24,26,36). Miller (26) encontró una relación positiva entre nivel de producción y eficiencia económica aún con bajo precio del alimento. La discrepancia con los resultados del presente trabajo puede deberse a que Miller (26) no consideró el costo del capital ni el ingreso proveniente de la carne producida.

5.3 TENOR DE GRASA LÁCTEA

Este factor tuvo un efecto negativo sobre las variables de respuesta biológica. Su efecto sobre el tamaño del hato fue consecuencia del mayor gasto energético por unidad de leche producida por hatos de mayor tenor graso. En condiciones de disponibilidad fija de nutrientes esto redujo el número de animales del hato. La reducción en el tamaño del hato explica la menor producción de leche y carne por hato-año de hatos con mayor porcentaje de grasa láctea.

La mayoría de los estudios realizados sobre producción de leche y tenor graso comprenden únicamente el animal en producción

y reportan una relación negativa entre esas características (9,19,22,32,35). La diferencia básica con el presente trabajo es la no inclusión de esa correlación en el modelo y la visión integral del sistema de producción.

El tenor graso tuvo un efecto negativo sobre el costo del capital y positivo sobre el ingreso bruto y la relación ingreso bruto/costos parciales. El efecto sobre el costo del capital fue consecuencia de la reducción en el número de animales en el hato. El diferencial de precio pagado por leche de mayor contenido de grasa explica el efecto sobre el ingreso bruto. Esta relación ha sido reportada previamente por Miller y colaboradores (22) aunque los coeficientes de correlación fueron pequeños. Estas tendencias explicaron el efecto positivo del tenor de grasa sobre la relación ingreso bruto/costos parciales. La magnitud del efecto no fue afectada por las condiciones de precio del alimento, leche y carne establecidas en este trabajo. La misma respuesta ha sido reportada por Miller y colaboradores en una serie de trabajos (22,23,26) pero los valores de correlación fueron de pequeña magnitud y no significativos. En el presente trabajo solo bajo condiciones de alto costo del alimento, el efecto del nivel de producción de leche sobre la relación ingreso bruto/costos parciales fue superior al del tenor de grasa láctea, lo que discrepó de los resultados de Miller (20,23,26) aunque debe considerarse la diferencia en condiciones biológicas y económicas.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones biológicas y económicas que se asumieron en el presente trabajo, dentro de los niveles considerados de las variables estudiadas y con base en los resultados obtenidos, se llegó a las siguientes:

6.1 CONCLUSIONES

6.1.1 La respuesta biológica de los sistemas de producción de leche, en términos de producción por hato-año, es influenciada negativamente por el peso corporal y positivamente por el nivel de producción de leche de los animales. El efecto de tales factores es de similar importancia y magnitud, pero de sentido opuesto. El efecto negativo del tenor de grasa láctea es de menor importancia.

6.1.2 En términos de la relación ingreso bruto/costos parciales, el peso corporal es la variable que tiene mayor influencia, de carácter negativo, sobre la eficiencia económica de los sistemas de producción de leche. La importancia relativa del nivel de producción de leche y del tenor de grasa láctea depende del precio del alimento.

6.2 RECOMENDACIONES

- 6.2.1 Validar la idoneidad de los parámetros estudiados como variables de respuesta biológica y/o económica.
- 6.2.2 Conducir nuevos trabajos que involucren las correlaciones entre las variables estudiadas y otras variables como tamaño del hato, mano de obra, y otros costos variables.
- 6.2.3 Promover la unificación en la definición de la eficiencia bioeconómica, en base de sistemas de producción integrales.
- 6.2.4 Corregir la tendencia tradicional en la ganadería de leche, de hacer presión de selección a favor del mayor peso corporal.

7. LITERATURA CITADA

1. ALBA, J. de. Reproducción y Genética Animal. Turrialba, Costa Rica, SIC, 1964. 446 p. (Textos y Materiales de enseñanza No. 15).
2. BALDWIN, R.L. Estimation of theoretical caloric relationship as a teaching technique. A review. *Journal of Dairy Science* 51 : 104. 1968.
3. BROWN, C.A. y WHITE, J.M. Management factors associated with herd average milk yield and income over feed cost in Guernsey, Holstein and Jersey herds. *Journal of Dairy Science* 56 (6) : 789-798. 1973.
4. _____ y _____. Immediate effects of changing herd size upon milk production and other dairy herd improvement measures of management. *Journal of Dairy Science* 56 (6): 799-804. 1973.
5. CARTWRIGHT, T.C. et al. Evaluation of effect of cow size and milk production on herd productivity in Central Texas. In *The Texas Agricultural Experiment Station. Beef cattle research in Texas, 1981.* Texas 1981 pp. 94-97.
6. CLARK, R.D. y TOUCHBERRY, R.W. Effect of body weight and age at calving on milk production in Holstein cattle. *Journal of Dairy Science* 45: 1500-1510. 1962.
7. DICKERSON, G.W. Animal size and efficiency: basic concepts. *Animal Production* 27: 367-379. 1978.
8. DICKINSON, F.N., McDANIEL, B.T. y Mc DOWELL, R.E. Comparative efficiency of feed utilization during first lactation of Ayrshire, Brown Swiss and Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 52: 489-497. 1969.
9. FALCONER, D.S. *Introducción a la Genética Cuantitativa.* Trad. de la 2da. impresión inglesa por Fidel Márquez Sánchez. 5a. impresión. México, Continental, 1975, 430 p.

10. FITZHUGH, H.A. Animal size and efficiency, with special reference to the breeding female. *Animal Production* 27: 393-401. 1978
11. _____. Bioeconomic analysis of ruminant production systems. *Journal of Animal Science* 46 (3): 797-806. 1978.
12. GILL, G.S. y ALLAIRE, F.R. Genetic and phenotypic parameters for a profit function and selection method for optimizing profit in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 59 (7) : 1325-1333 1976.
13. HARVILLE, D.A. y HENDERSON, C. R. Interrelationships among age, body weight, and production traits during first lactations of dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 49: 1254- 1261. 1966.
14. HICKMAN, C.G. et al. Influence of body size during lactation on level of milk production. *Canadian Journal of Animal Science*. 51: 317-325. 1971.
15. HILLERS, J.K. et al. Effects of milk composition and production on the feed costs of producing milk. *Journal of Dairy Science* 62 : 1662-1664. 1979.
16. HOOVEN JUNIOR, N.W., MILLER, R.H. y BLOWMAN, R.D. Genetical and enviromental relationship among efficiency, yield, consumption and weight of Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 51: 1409-1419. 1968.
17. JOHANSSON, I. The relation between body size, conformation and milk yield in dairy cattle. *Animal Breeding Abstracts* 32: 421-435. 1964.
18. KLIEBER, M. Bioenergética Animal. Trad. de la 1º edición inglesa por E. Sánchez Viscaino y N. Smilg Manesse. Zaragoza, Acribia, 1972. 428 p.
19. LASLEY, J.F. Genética del Mejoramiento del Ganado. Trad. de la 1ºed. inglesa por Gustavo Reta. México, UTEHA, 1970. 378 p.
20. LONG, C.R., CARTWRIGHT, T.C. y FITZHUGH, H.A. Systems analysis of sources of genetic and enviromental variation in efficiency of beef production: cow size and herd management. *Journal of Animal Science* 40: 409-420. 1975.

21. MARX, G.D. et al. Comparison of large and small Holstein cows feed three quantities of concentrates. *Journal of Dairy Science* 64 (Supplement 1) : 115-116. 1981.
22. MILLER, R.H., McDANIEL y CREEGAN, M.E. Dairy Herd Improvement Association yearly herd averages. 1. Sources of variation and relations among measurements. *Journal of Dairy Science* 51 (10): 1654-1666. 1968.
23. _____. Dairy Herd Improvement Association yearly herd averages. 2. Predicting income over feed cost. *Journal of Dairy Science* 51 (11) : 1840-1846. 1968.
24. _____. Dairy Herd Improvement Association herd average. 3. Characteristics of herds at different production levels. *Journal of Dairy Science* 52 (3). : 369-375. 1969.
25. _____ y HOOVEN JUNIOR, N.W. Factors affecting whole and part lactation milk yield and fat percentaje in a herd of Holstein cattle. *Journal of Dairy Science* 52 (10) : 1558-1600. 1969.
26. _____ y SMITH, J.W. Associations among measures of economic efficiency. *Journal of Dairy Science* 54 (6) : 867-875. 1971.
27. MORRIS, C.A. y WILTON, J.W. Influence of body size on the biological efficiency of cows: A review. *Canadian Journal of Animal Science* 56 (4) : 613-647. 1976.
28. _____ y _____. The influence of body size on the economic efficiency of cows: A review. *Animal Breeding Abstracts* 45 (3) : 139-153. 1977.
29. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. 5 ta. edic. rev. National Academy of Sciences, Washington, D.C. 1978. 54 p.
30. NGERE, L.D. et al. Factors influencing milk yield of Hariana cattle. *Journal of Animal Science* 36 (93) :457-465. 1973.
31. OTERO, M.R. Efecto de los factores reproducción, mortandad y precocidad sobre el comportamiento biológico y económico de una explotación lechera. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica. U.C.R./CATIE. 1978. 63 p.

32. PIRCHNER, F. Population Genetics in Animal Breeding. Trad. de la 1ª edición Alemana por F. Pirchner y M.V. Krosigk. San Francisco, Freeman 1969, 274 p.
33. RIDLER, B., BROSTER, W.H. y WESTGARTH, D.R. The influence of live-weight at calving on milk production in Freisian heifers. *Journal of Dairy Research* 32: 135-141. 1965.
34. RODRIGUEZ, R.A. Producción de leche y reproducción de un hato Jersey en la zona alta de Costa Rica. Tesis M.Sc., Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, 1976, 47 p.
35. SCHMIDT, G.H y VAN VLECK, L.D. Bases Científicas de la Producción Lechera. Trad. de la 1ª edic. inglesa por Pedro Ducar Maluenda. Zaragoza, Acribia, 1976. 583 p.
36. SMITH, N.W. Maximizing income over feed costs: evaluation of production response relationships. *Journal of Dairy Science* 59 (6): 1193-1199. 1976.
37. SPEICHER, J.A. y LASSITER, C.A. Influences of specified farm management factors on dairy farm net income. *Journal of Dairy Science* 48: 1968. 1965.
38. SYRSTAD, O. Estimating genetic change in dairy populations. *World Review of Animal Production* 8 (1): 58-62. 1972.
39. TAYLOR, St. C.S. y FITZHUGH JUNIOR, H.A. Genetic relationship between mature weight and time taken to mature within a breed. *Journal of Animal Science* 33: 726-731. 1971.
40. VAN VLECK, L.D., HEIDHEUS, T. y HERNDERSON, C.R. Components of variance associated with milk and fat records of artificially sired Holstein daughters. *Journal of Animal Science* 20 (4): 812-818. 1961.
41. WRIGHT, A. Farming systems, models and simulation. In Dent, J.B. y Anderson, J.R. Systems analysis in agricultural management. Sidney, Wiley, 1971. 394 p. pp. 17-34.

8. A P E N D I C E

CUADRO I A. REQUERIMIENTOS ENERGETICOS DE HATOS CON NIVELES VARIABLES DE PESO CORPORAL, PRODUCCION DE LECHE POR LACTANCIA Y TENOR DE GRASA. LACTEA

CORPORAL	PROD. LECHE (Kg/Lact)	% GRASA LACTEA	REQ. TOTALES HATO-AÑO Mcal. E.M.	REQ. V 4 HATO-AÑO Mcal. E.M.	REQ. V 4 % DEL TOTAL	REQ. VI. V2. V3, % DEL TOTAL	REQ. LACT. HATO-AÑO Mcal. E.M.	REQ. GEST. HATO-AÑO Mcal. E.M.	REQ. MANT. Y CRECIM. HATO-AÑO Mcal. E.M.	REQ. MANTEN. Y CRECIM. % DEL TOTAL	GASTOS ENER. M cab EM/KG L
1800	3,8	7208,69	5230,06	73	27	1666,88	119,46	5502,35	76	5,01	
	4,3	7316,55	5359,50	73	27	1696,32	5500,77	75	5,08		
	4,8	7421,46	5465,06	74	26	1802,88	5499,23	74	5,15		
2400	3,8	7639,46	5779,02	75	25	2115,84	119,46	5454,16	71	4,01	
	4,3	7873,83	5924,94	75	25	2261,76	5452,61	70	4,10		
	4,8	7979,14	6067,02	76	24	2403,84	5455,84	68	4,16		
3000	3,8	8213,15	6307,98	77	23	2644,80	119,46	5448,69	66	3,42	
	4,3	8431,49	6490,83	77	23	2827,20	5484,83	65	3,51		
	4,8	8562,74	6667,98	78	22	3004,80	5438,48	64	3,57		
1800	3,8	8479,76	6012,65	71	29	1666,88	180,45	6732,43	79	5,69	
	4,3	8587,62	6122,09	71	29	1696,32	6730,85	78	5,96		
	4,8	8692,64	6228,65	72	28	1802,88	6729,31	77	6,04		
2400	3,8	8870,53	6541,61	73	27	2115,84	180,45	6694,24	75	4,67	
	4,3	9144,89	6687,53	73	27	2261,76	6722,68	74	4,76		
	4,8	9250,21	6824,61	74	26	2403,84	6685,90	72	4,82		
3000	3,8	9484,21	7070,57	75	25	2644,80	180,45	6678,96	70	3,95	
	4,3	9702,17	7252,97	75	25	2827,20	674,52	69	4,04		
	4,8	9833,82	7430,57	76	24	3004,80	6668,57	68	4,10		
1800	3,8	10383,94	6775,26	65	35	1586,88	201,45	8005,61	83	7,22	
	4,3	10501,80	6884,70	66	34	1696,32	8604,03	82	7,29		
	4,8	10607,34	6991,86	66	34	1802,88	8603,01	81	7,37		
2400	3,8	10684,71	7304,22	67	33	2115,84	201,42	8567,42	79	5,67	
	4,3	11059,08	7430,14	67	33	2261,76	8595,87	78	5,76		
	4,8	11164,39	7592,22	68	32	2403,84	8589,10	77	5,81		
3000	3,8	11398,40	7833,18	69	31	2644,80	201,45	8552,15	75	4,75	
	4,3	11616,35	8015,58	69	31	2827,20	8587,70	74	4,84		
	4,8	11747,99	8193,18	70	30	3004,80	8541,74	73	4,89		

CUADRO 2A. TAMAÑO RELATIVO DEL HATO SEGUN PESO CORPORAL, NIVEL DE PRODUCCION DE LECHE Y TENOR DE GRASA LACTEA CON DISPONIBILIDAD FIJA DE NUTRIENTES (PORCENTAJE) *

Producción leche (Kg/lact)	Tenor grasa lác- tea	PESO CORPORAL (Kg)			Promedio por nivel de produc- ción
		320	420	520	
1800	3,8	127	108	88	106
	4,3	125	107	87	
	4,8	124	106	86	
2400	3,8	119	102	84	100
	4,3	116	100*	82	
	4,8	115	99	82	
3000	3,8	111	97	81	94
	4,3	108	95	79	
	4,8	107	93	78	
Promedio por peso corporal		117	100	83	
Promedio por tenor grasa: 3,8:102;		4,3: 100; 4,8: 99			

* Relativo al valor central.

CUADRO 3A. PRODUCCION RELATIVA DE LECHE POR HATO-AÑO
SEGUN PESO CORPORAL, PRODUCCION DE LECHE POR LACTANCIA
Y TENOR DE GRASA LACTEA, CON DISPONIBILIDAD FIJA DE
NUTRIENTES (PORCENTAJE)*

Producción (Kg/lact)	Tenor de grasa lác- tea (%)	PESO CORPORAL (kg)			Promedio por nivel de pro- ducción leche
		320	420	520	
1800	3,8	95	81	66	80
	4,3	94	80	65	
	4,8	92	79	65	
2400	3,8	119	102	84	100
	4,3	116	100*	83	
	4,8	114	99	82	
3000	3,8	139	121	100	118
	4,3	136	118	98	
	4,8	133	116	97	
Promedio por peso corporal		115	100	82	
Promedio por tenor de grasa láctea:		3,8: 101;	4,3:99;	4,8: 97	

* Relativo al valor central.

CUADRO 4 A. PRODUCCION RELATIVA DE CARNE DE TERNERO MACHO POR HATO-AÑO SEGUN PESO CORPORAL, NIVEL DE PRODUCCION DE LECHE Y TENOR DE GRASA LACTEA CON DISPONIBILIDAD FIJA DE NUTRIENTES (PORCENTAJE)*

Producción de leche (kg/lac)	Tenor de grasa láctea (%)	PESO CORPORAL (kg)			Promedio por producción de leche
		320	420	520	
1800	3,8	97	107	109	103
	4,3	96	107	108	
	4,8	94	106	106	
2400	3,8	90	102	104	97
	4,3	89	100*	103	
	4,8	88	99	102	
3000	3,8	85	96	100	92
	4,3	83	94	97	
	4,8	81	93	96	
Promedio por peso corporal		89	100	103	
Promedio por tenor de grasa láctea: 99, 97 y 96% respectivamente.					

* Relativo al valor central.

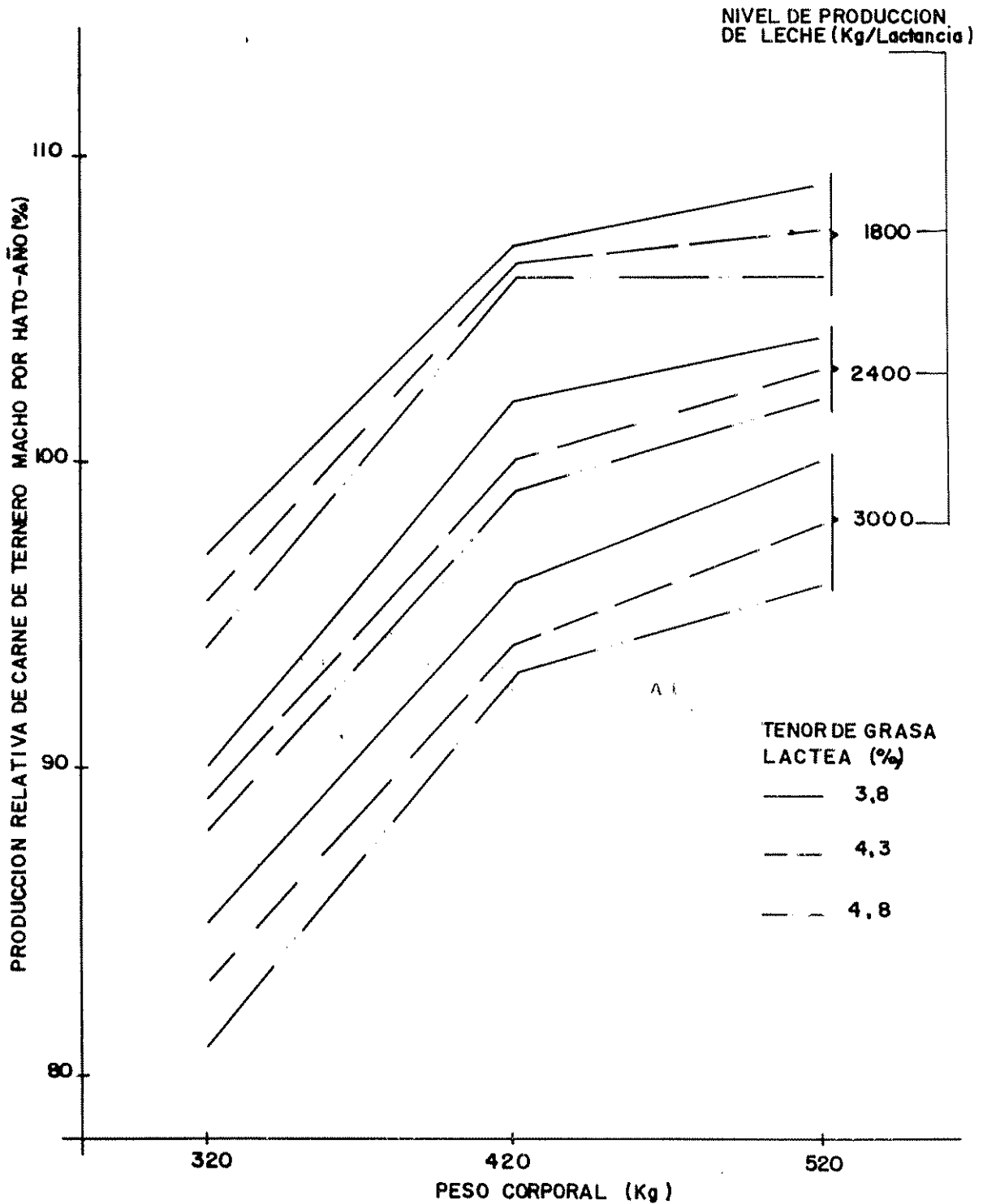


FIGURA 1A. PRODUCCION RELATIVA DE CARNE DE TERNERO MACHO POR HATO-AÑO SEGUN PESO CORPORAL, NIVEL DE PRODUCCION DE LECHE Y TENOR DE GRASA LACTEA CON DISPONIBILIDAD FIJA DE NUTRIENTES.

CUADRO 5A. PRODUCCION RELATIVA DE CARNE DE HEMBRA EXCEDENTE POR HATO-AÑO SEGUN PESO CORPORAL, NIVEL DE PRODUCCION DE LECHE Y TENOR DE GRASA LACTEA CON DISPONIBILIDAD FIJA DE NUTRIENTES (PORCENTAJE)*

Producción de leche Kg/lac- tancia	Tenor de grasa láctea (%)	PESO CORPORAL (kg)			Promedio por produc- ción de le- che
		320	420	520	
1800	3,8	97	107	109	103
	4,3	95	106	109	
	4,8	94	105	107	
2400	3,8	90	102	104	98
	4,3	88	100*	103	
	4,8	87	99	102	
3000	3,8	85	96	100	92
	4,3	83	94	97	
	4,8	81	93	96	
Promedio por peso corporal		89	100	103	

Promedio por tenor de grasa láctea: 99,97 y 96% respectivamente.

* Relativo al valor central.

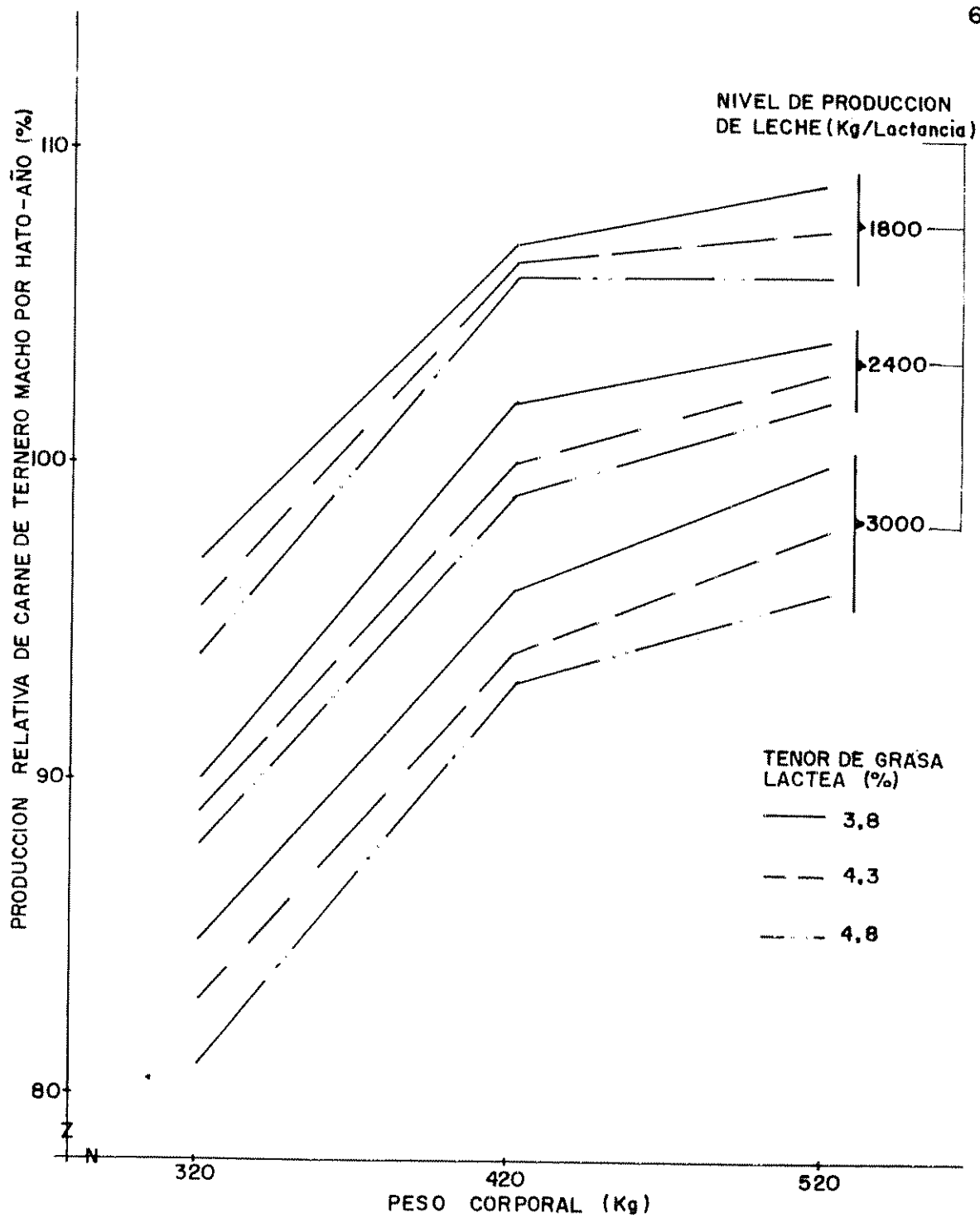


FIGURA 2A. PRODUCCION RELATIVA DE CARNE DE HEMBRA EXCEDENTE POR HATO-ANO, SEGUN PESO CORPORAL, NIVEL DE PRODUCCION DE LECHE Y TENOR DE GRASA LACTEA, CON DISPONIBILIDAD FIJA DE NUTRIENTES.

CUADRO 6A. PRODUCCION RELATIVA DE CARNE POR HATO-AÑO SEGUN PESO CORPORAL, NIVEL DE PRODUCCION DE LECHE Y TENOR DE GRASA LACTEA CON DISPONIBILIDAD FIJA DE NUTRIENTES (PORCENTAJE)*

Producción (Kg/lact)	Tenor de grasa lác- tea (%)	PESO CORPORAL (kg)			Promedio por nivel de pro- ducción leche
		320	420	520	
1800	3,8	97	107	109	103
	4,3	95	106	108	
	4,8	94	105	107	
2400	3,8	90	102	104	97
	4,3	89	100*	103	
	4,8	88	99	102	
3000	3,8	85	96	100	92
	4,3	83	94	97	
	4,8	81	93	96	
Promedio por peso corporal		89	100	103	
Promedio por tenor de grasa láctea: 3,8:99;					
					4,3:97;
					4,8: 96

* Relativo al valor central.

CUADRO 7A. COSTO DEL CAPITAL RELATIVO POR HATO-AÑO SEGUN PESO CORPORAL, NIVEL DE PRODUCCION DE LECHE Y TENOR DE GRASA LACTEA CON DISPONIBILIDAD FIJA DE NUTRIENTES (PORCENTAJE)*

Producción de leche (Kg/lact)	Tenor de grasa láctea	PESO CORPORAL (kg)			Promedio por nivel de producción
		320	420	520	
1800	3,8	79	81	77	78
	4,3	78	80	76	
	4,8	77	79	75	
2400	3,8	104	102	95	99
	4,3	101	100*	94	
	4,8	100	99	93	
3000	3,8	125	120	111	116
	4,3	122	118	108	
	4,8	120	116	107	
Promedio por peso corporal		101	99	93	
Promedio por tenor de grasa láctea:		3,8:99;	4,3:97;	4,8: 96	

* Relativo al valor central.

CUADRO 8A INGRESO BRUTO RELATIVO POR HATO-AÑO SEGUN PESO CORPORAL, NIVEL DE PRODUCCION DE LECHE Y TENOR DE GRASA LACTEA, CON DISPONIBILIDAD FIJA DE NUTRIENTES Y PARA 3 RELACIONES DE PRECIOS CARNE/LECHE (PORCENTAJE)

RELACION PRECIOS/CARNE / LECHE	PROD. LECHE Kg/lac	TENOR DE GRASA %	PESO CORPORAL			PROMEDIO POR NIVEL DE PRODUCCION
			320	420	520	
3	1800	3,8	85	75	63	76
		4,3	87	77	65	
		4,8	90	79	67	
	2400	3,8	103	91	77	93
		4,3	105	93	79	
		4,8	108	96	81	
	3000	3,8	118	105	89	106
		4,3	120	107	91	
		4,8	124	110	94	
PROMEDIO POR PESO			104	93	78	
5	1800	3,8	92	82	71	84
		4,3	94	85	73	
		4,8	96	87	75	
	2400	3,8	109	98	84	99
		4,3	111	100*	86	
		4,8	114	103	89	
	3000	3,8	124	112	96	113
		4,3	126	114	98	
		4,8	129	117	101	
PROMEDIO POR PESO			111	100	86	
7	1800	3,8	99	90	79	91
		4,3	101	92	81	
		4,8	103	94	82	
	2400	3,8	116	105	92	106
		4,3	117	107	93	
		4,8	120	110	96	
	3000	3,8	130	118	103	119
		4,3	132	120	105	
		4,8	135	123	108	
PROMEDIO POR PESO			117	107	93	
PROMEDIOS POR TENOR DE GRASA LACTEA (3,8 4,3 4,8)						
RELACION DE PRECIOS		BAJA	90	92	94	
		MEDIA	96	99	101	
		ALTO	104	105	108	

*RELATIVO AL VALOR CENTRAL