



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EFFECTOS DE LA VARIACION DE LOS RENDIMIENTOS
LECHEROS SOBRE EL CONTENIDO DE GRASA
EN LA LECHE

T E S I S

QUE PARA OBTENER
EL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A

JUAN CARLOS GIRON PATIÑO

ASESORES

M V Z RAMON GASQUE GOMEZ

M V Z TOMAS GAYTAN GARCIA

MEXICO. D. F

1980



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

- I. INTRODUCCION**
- II. MATERIAL Y METODOS**
- III. RESULTADOS**
- IV. DISCUSION**
- V. CONCLUSION**
- VI. BIBLIOGRAFIA**

RESUMEN:

El estudio se realizó con base en los registros de producción de 52 establos comerciales, con una población de 8005 vacas Holsteín (grade) procedentes de importación, se revisaron las tarjetas de ciclos reproductivos de cada vaca por establo para registrar los partos ocurridos, la población de vacas en producción, el rendimiento lechero promedio, así como el nivel de grasa por establo, con objeto de interrelacionar el mes promedio de lactancia, la producción de leche, el nivel de grasa, en todas las combinaciones posibles.

Se estimó que cada 0.1% de incremento en la concentración de grasa en la leche se traduce en una pérdida de producción de 784.1 ml/vaca/día, sin considerar el período de lactancia y que al fijar el nivel mínimo de grasa en el establo a 3.5% la producción máxima sería de 18.00 litros promedio por vaca día. Al considerar simultáneamente el efecto del período de lactancia y el nivel de productividad sobre el nivel de grasa en la leche se encontró una pérdida de 531.9 ml. de leche por gramo de grasa incrementado, en el mismo período de lactancia. Los cambios en producción o en período de lactancia explicaron el 23.5% de la variación total de grasa en las 612 casos estudiados. De acuerdo con nuestros datos, al fijar un nivel mínimo de grasa de 3.5% se limitaría la producción por lactancia a un máximo de 5400 lts/vaca a 305 días en las condiciones de la cuenca de Tizayuca.

Se mencionan otros factores importantes que pueden afectar el contenido de grasa en la leche los cuales no fue posible cuantificar con precisión y que es necesario considerar antes de establecer un nivel mínimo aceptable de grasa en leche pasteurizada preferente extra.

I. INTRODUCCION

La leche se define como "la secreción fisiológica de la glándula mamaria de los mamíferos (Roadhouse y Henderson, 1950). Dado que el ganado vacuno es el principal productor de leche para consumo humano en la mayoría de los países (F.A.O. 1973), el término leche se emplea para el caso de la leche de vaca, salvo que se especifique lo contrario.

La leche se considera una mezcla compleja de grasas, proteínas, carbohidratos, minerales, vitaminas y otros compuestos disueltos en agua — (Maynard y Loosli, 1969; Schmidt, 1971).

De estos componentes, desde el punto de vista comercial, la grasa es uno de los más importantes debido a su facilidad de análisis, así como la variación que ocurre normalmente en su concentración (Roadhouse y Henderson, 1950; Schmidt y Vanvleck, 1974), también, por la relación — que guarda con los demás componentes y características deseables del cuerpo, textura y sabor de la leche y sus derivados (Bath y Col., 1978).

En la leche, la fracción de grasa aparece dispersa en forma de pequeños glóbulos, constituyendo una verdadera emulsión (Bath y Col., — 1978). Químicamente, esta materia grasa se caracteriza por ser una mez—

cia de triglicéridos, cuyos ácidos grasos están saturados en una elevada proporción (Schmidt, 1971). Estos ácidos grasos pueden provenir de los procesos digestivos, de las reservas corporales del animal o bien ser sintetizados de Novo (Rook, 1976) y el balance entre estas diferentes alternativas se ve afectado por el sistema de alimentación, la condición corporal y el estado fisiológico del animal (Blaxter, 1964; Mc Cullough, 1969 ; Hurngate, 1969; Annison, 1976).

En términos generales podemos considerar que el animal hereda el potencial para producir una cierta cantidad de leche con una determinada concentración de grasa, sin embargo, depende de un adecuado sistema de manejo que permita al animal lograr expresar su potencial productivo (Van Vleck, 1976). Existen, sin embargo, diversos factores que pueden disminuir el nivel de producción de grasa, entre los cuales podemos citar: régimen de alimentación, nivel de productividad, período de lactancia, salud del animal, tipo y forma física del forraje, balance de la ración y — otras causas que pueden provocar este fenómeno (Hammond y Col., 1972; Bath y Col., 1978 Maynard y Loasli, 1969; Rook, 1976; Shaw y Col., — 1960; Kaufman, 1972).

La importancia relativa de cada uno de estos factores depende — de las condiciones específicas de la explotación. Entre los factores aislados más importantes que afectan el rendimiento es la relación negativa que

existe entre el nivel de producción del ganado y la concentración de grasa en la leche (Bath y Col., 1978; Mc. Cullough, 1969; Rook, 1976). En el reglamento Sanitario de la Secretaría de Salubridad y Asistencia (-- Diario Oficial, 1976) establece que una de las normas de calidad para la leche pasteurizada preferente extra es una concentración mínima de grasa -- de 35 g/l., además de otros requisitos de higiene en el proceso de orde-- ño, control de animales enfermos, así como en la recolección, procesado y envasado de la leche.

Estas exigencias redundan en un producto de mejor calidad sanitaria, aunque también tiene un profundo efecto sobre la rentabilidad del es tablo, al incrementar el nivel de desecho del ganado y forzar la concen-- tración de grasa en la leche, por lo que se requiere de un precio preferen-- cial para este producto, lo que tiende a compensar el costo en el logro de tal producto, además del beneficio en términos de la salud pública, la que debe de tenerse como prioritaria.

El objetivo del presente trabajo consiste en analizar el efecto de la producción sobre el nivel de grasa en la leche, así como identificar las principales causas que provocan un bajo contenido de grasa en las condi-- ciones de los establos ubicados en la zona de Tizayuca, Hgo.

II. MATERIAL Y METODOS

Para elaborar el presente estudio se utilizó la información procedente sobre la operación de 52 establos comerciales, con una población de 8005 vacas y durante un período de 13 meses. Los establos se encuentran ubicados en el Municipio de Tizayuca, Hgo., cuyas características climáticas son las siguientes:

- Altura sobre el nivel del mar	2200 m
- Temperatura mínima anual promedio	3.4°C
- Temperatura media anual promedio	16.3°C
- Temperatura máxima anual promedio	33.6°C
- Precipitación Pluvial media anual	614 mm
- No. de días con heladas	18 días/año

Todos los animales estudiados son de raza Holstein Friesian catalogadas "grade" (grado), de importación provenientes de Estados Unidos - de América y, en menor proporción, de Canadá. De los 52 establos, 14 - iniciaron sus operaciones con un total de 2173 vacas de primer parto en el período comprendido en el estudio, sin embargo, se desechó la información

proveniente de explotaciones con menos de 9 meses de observaciones. El resto de los establos incluidos en el estudio operaron con un total de 5,832 vacas; las que en su mayoría eran de segundo parto y en muy pocos establos se explotaron animales de más de dos partos.

En todos los establos se realizaron pruebas rutinarias para detectar animales reactivos positivos a Tuberculosis y Brucelosis, a fin de cumplir con los requisitos sanitarios. Así mismo el sistema de ordeño mecánico se aplicó en todos los establos y la leche colectada se almacenó en tanques de enfriamiento a una temperatura entre 3°C y 5°C instalados en cada explotación.

Se realizaron las diferentes pruebas exigidas por el Reglamento Sanitario para determinar la calidad de la leche antes de ser aceptada por la Planta Pasteurizadora, siendo uno de los renglones más activos la determinación del punto crioscópico para detectar posibles adulteraciones con agua (Alais 1970; Roadhouse y Henderson, 1950).

Se revisaron las tarjetas de ciclos reproductivos en cada uno de dichos establos para registrar los partos ocurridos durante el período estudiado, a fin de calcular el mes promedio de lactancia durante cada mes en el establo en cuestión. Se estimó un intervalo promedio entre partos de 13.0 meses, (2.0 meses de período seco y 11.0 meses de lactación), en

promedio para todos los establos. Con base en lo anterior los animales se agruparon de acuerdo con la fecha de parto a fin de simplificar el cálculo de manera que el mes promedio de lactancia en el establo podría transcurrir entre 1.5 a 10.5 meses. Para facilitar el cálculo del mes promedio de lactancia de un establo con vacas de primero y segundo parto, se diseñó un programa para utilizar una calculadora programable (Texas Instrument - Mod. 59). Con base a un intervalo entre partos de 13 meses, considerando a los animales con un período de lactancia de 11 y 2 meses de período seco.

En cuanto al número de vacas en producción, se utilizó la información procedente de un censo quincenal realizado por establo para determinar el número de vacas en producción y de vacas secas. Posteriormente se procedió a calcular el promedio aritmético del número de vacas en producción y secas por mes.

La producción de leche se estimó de acuerdo con la información de Contabilidad, que registró el total de la producción mensual obtenida por establo. Dicha producción se dividió entre el número de vacas productoras promedio del mes para obtener la producción promedio por establo en cada uno de los diferentes meses.

El nivel de grasa promedio se calculó con base en los resulta-

dos de muestreos del tanque enfriador de leche en cada uno de los establos. Cuando menos se realizaron 4 muestreos al azar en cada establo para determinar el nivel de grasa por el método de Gerber (Ramos 1976; - - Alais 1970; Roadhouse y Henderson, 1950).

Antes de tomar cada muestra se agitó el volumen total de leche durante 10 min., desechando los primeros 50 ml. de la llave de salida del tanque (anónimo 1976). Finalmente, se calculó el promedio de grasa en la leche por cada establo y por mes, de acuerdo con los datos proporcionados por el Departamento de Control de Calidad de la Planta Pasterizadora.

Adicionalmente, se utilizó la información procedente de las encuestas quincenales en todos los establos en que se recabó información sobre la forma de alimentar al ganado. Con el objeto de simplificar la información de las diferentes raciones suministradas por establo durante el período en estudio y por grupos de producción, ésta se resumió en cantidad de alimento en Kg. de materia seca necesaria para producir un hectolitro de leche a nivel general (Gaytán 1979, datos inéditos).

Todos los datos se arreglaron en forma tabular para facilitar el análisis estadístico. De esta forma se prepararon tablas resumen en las que se compilaron los resultados individuales de cada explotación en los dife-

rentes meses del estudio para analizar la interacción entre mes de lactancia, producción de leche, producción de grasa, en todas las combinaciones posibles. Con esta información se prepararon las rectas y curvas de regresión de mínimos cuadrados, de acuerdo con Spiegel (1970) y Arlan y Colton (1970), que nos permitirán estimar el efecto de una variable sobre las demás, a fin de predecir el comportamiento probable bajo otras circunstancias.

III.- RESULTADOS :

En el Cuadro 3.1 aparecen los resultados obtenidos en el primer tipo de arreglo de los datos que se realizó, relacionando directamente la concentración de grasa promedio con la producción de leche promedio de vaca.

(Ver a Continuación Cuadro No. 3.1)

CUADRO 3.1
RELACION ENTRE EL CONTENIDO DE GRASA Y EL
NIVEL DE PRODUCCION DE LECHE ENCONTRADO

Nivel de grasa %	Frecuencia	Producción Promedio (En vacas produc_ toras)	
		Promedio lts/vaca/día	Desviación Típica + -
2.90 a 2.99	1	25.28	-
3.00 a 3.09	1	22.55	-
3.10 a 3.19	3	17.58	0.502
3.20 a 3.29	8	19.65	3.963
3.30 a 3.39	25	17.55	2.807
3.40 a 3.49	74	18.39	2.325
3.50 a 3.59	146	17.66	2.671
3.60 a 3.69	156	17.18	2.665
3.70 a 3.79	99	17.02	2.766
3.80 a 3.89	60	15.49	2.253
3.90 a 3.99	25	14.64	2.839
4.00 a 4.09	10	13.29	3.530
4.10 a 4.19	4	13.63	1.590
T O T A L :	612		

Como puede notarse, la mayor frecuencia de observaciones (--- 97.9%) apareció con leche arriba de 33 g/litro, sin embargo, la norma - de grasa mínima no se cumplió en 18.3% de los casos, como se muestra en dicho cuadro.

Utilizando esta información se construyó la gráfica 3.2 y se cal_ culó la recta de mínimos cuadrados que explicará la tendencia:

La recta general encontrada fue:

$$Y = 45.48 - 7.841 G \quad r = 0.906$$

$$SY_x = \pm 1.369 \quad (1)$$

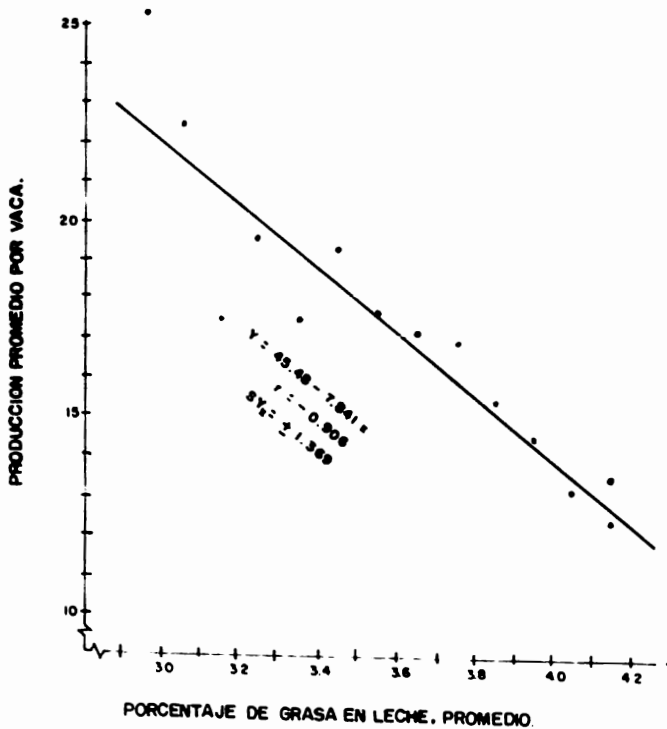
Donde Y es la producción promedio de leche/vaca/día.

G es la concentración promedio de grasa, expresada en porcenta_ je.

Esta ecuación explicó el 82.1% de la variación total observada en los niveles de producción de leche cuando el porcentaje de grasa varía entre 2.95 a 4.15%.

De acuerdo con esta ecuación, cada gramo por litro de incremen_ to en el nivel de grasa provoca una pérdida en producción de 784.1 ml., sin embargo, el error típico de la estima es de 1.369 ml., lo que podría interpretarse que las variaciones menores en la concentración de grasa en - la leche, no tienen efectos significativos en los niveles de producción. Sin

Figura 3.2 RELACION ENTRE EL CONTENIDO DE GRASA Y EL NIVEL -
DE PRODUCCION.



embargo, si la variación es de varios gramos por litro si cabe esperar cambios significativos en el rendimiento lechero del ganado.

Análogamente, se calculó la fórmula de regresión para estimar el efecto de la producción sobre la concentración de grasa en la leche.

La fórmula obtenida fue:

$$G = 5.3969 - 0.1047 Y \quad r = 0.906$$

$$SY_x = \pm 0.1581 \quad (2)$$

La recta mostrada en la gráfica 3.2 implica que la producción máxima a obtener si el nivel de grasa se establece en 3.5% sería de 18.0 litros promedio por vaca, y que incrementos en producción arriba de este nivel, deprimen la concentración de grasa en 0.105 unidades de porcentaje por litro de incremento, según la recta de la fórmula (2).

Puede notarse en el cuadro 3.1 que la tendencia es muy uniforme en la caída de producción cuando se incrementa el nivel de grasa a partir de 3.4% y presenta una tendencia menos constante en los niveles menores de grasa en este punto. No obstante, es notorio que las producciones más altas se registraron en los niveles más pobres en grasa y que evidentemente corresponde a establos que operaron en dicho período con una mayor proporción de vacas en el pico de lactancia.

Lo anterior nos indicó la necesidad de incluir el efecto del pe-

riodo de lactancia, ya que es de sobra conocida su repercusión en el rendimiento lechero, y por lo tanto, en la concentración de grasa (Bath, — 1978; Schmidt 1974; Schaeffer, 1976; Rook, 1976; Flatt, 1970; Brown, — 1977; Breukink, 1978). Con esta idea en mente, se compilaron los datos que aparecen en el cuadro 3.3 en el que se aprecia el efecto del período de lactancia promedio de cada estable sobre la producción y la concentración de grasa respectivamente.

CUADRO 3.3

EFFECTOS DEL PERIODO DE LACTANCIA PROMEDIO DEL ESTABLO SOBRE EL RENDIMIENTO
LECHERO Y LA CONCENTRACION DE GRASA POR LITRO EN LAS CONDICIONES ESTUDIADAS

Mes Lactancia Promedio	Frecuencia de Establos	PRODUCCION LECHERA		GRASA EN Promedio %	LECHE Desviación Típica ±
		Promedio lts/vaca/día	Desviación Típica ±		
1.00 a 1.99	25	15.08	4.497	3.68	0.138
2.00 a 2.99	65	16.99	3.199	3.63	0.219
3.00 a 3.99	68	18.11	2.658	3.61	0.138
4.00 a 4.99	87	18.18	2.904	3.57	0.208
5.00 a 5.99	115	17.33	2.911	3.65	0.165
6.00 a 6.99	99	17.03	2.314	3.63	0.166
7.00 a 7.99	73	16.21	2.541	3.67	0.382
8.00 a 8.99	59	16.20	2.715	3.67	0.133
9.00 a 9.99	20	16.35	2.582	3.70	0.170
10.00 a 10.99	3	15.49	2.413	3.90	0.248

De acuerdo con este ordenamiento de datos, se obtiene la curva medio de lactancia del total de los establos que entraron en estudio. Es curvas se graficaron en las figuras 3.4 y 3.5 donde aparece ilustrado - efecto del período de lactancia en el establo.

Figura 3.4 CURVA PROMEDIO DE LACTANCIA EN LOS ESTABLOS

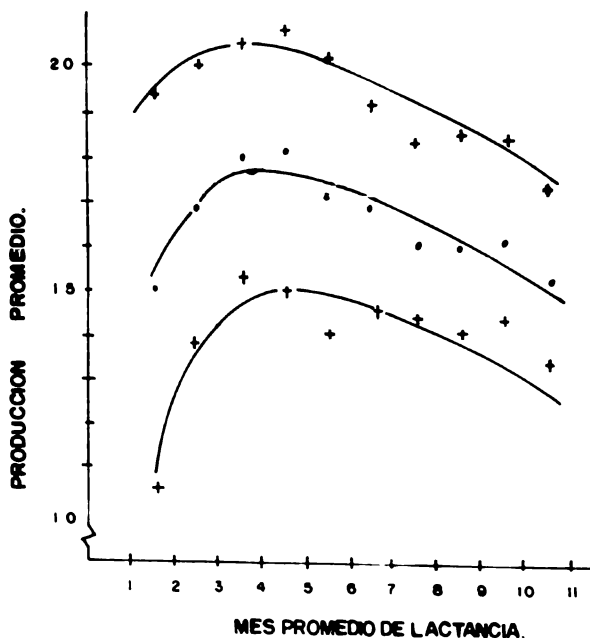
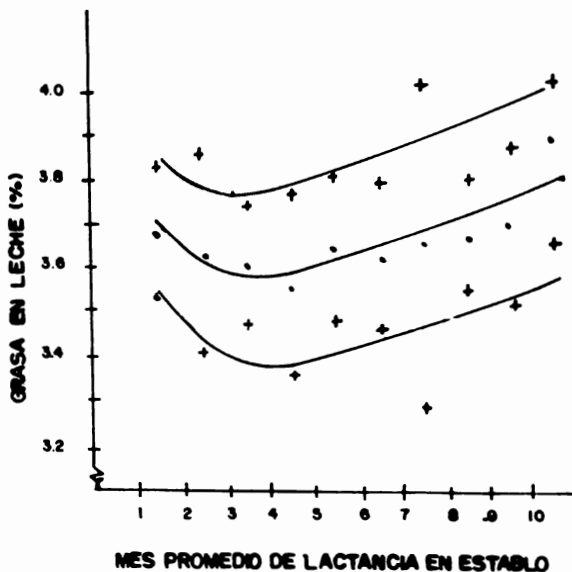


Figura 3.5

CURVA PROMEDIO DE CONCENTRACION DE GRASA EN LA LECHE



MES PROMEDIO DE LACTANCIA EN ESTABLO

Puede notarse que el tipo de curva obtenido se ajusta en forma bastante aproximada al modelo matemático de la curva de lactancia individual (Otterby 1979; Schaeffer y Buradise, 1976; Schmidt, 1971; Bath, -- 1978; Hammondnea, 1971; Brown, Chandler y Holter, 1977). Se grafica--

ron asimismo las curvas correspondientes a los valores obtenidos de una desviación típica hacia arriba y hacia abajo, para determinar el efecto de las variaciones en el rendimiento lechero sobre la forma de la curva.

Las ecuaciones obtenidas se ajustaron al modelo matemático siguiente:

$$Y = a + b (\text{Log } x) + c (\text{Log } x^2)$$

donde: Y es la característica a predecir, ya sea grasa o producción

x es el tiempo promedio de lactancia en meses

a, b y c son constantes de regresión de mínimos cuadrados. Las fórmulas de regresión encontradas aparecen en el cuadro 3.6

En el cuadro 3.7 figuran las características de los diversos alimentos que se suministraron para vacas productoras y la cantidad de alimento requerida para producir 100 lts. de leche, desechando los datos de consumo de vacas secas, ya que no tiene efectos directos sobre la concentración de grasa. Todos los datos son los valores promedios de un año de observaciones en 28 establos que proporcionaron información al estar incorporados al servicio de asistencia técnica. Dichas explotaciones manejaron en promedio 3,828 vacas productoras y 1,023 vacas secas, con una producción promedio de 17.74 (vacas productoras) y una concentración de grasa promedio de 3.58%.

CUADRO 3.6

FORMULAS DE REGRESION DE MINIMOS CUADRADOS
ENCONTRADOS RELACIONANDO EL PERIODO DE LAC-
TANCIA CON LA PRODUCCION DE LECHE Y EL NI-
VEL DE GRASA. 1/

Característica a medir	a	b	c	SY + x - x	r
Producción promedio	12.5339	17.2983	-14.2064	0.3186	0.9404
Producción + 1 s	17.9455	10.6754	-10.4126	0.3549	0.9449
Producción -1 s	7.1219	23.9233	-18.0021	0.3932	0.9531
Nivel de grasa prom.	3.8475	-0.9993	0.9295	0.0458	0.8315
Nivel de grasa + 1 s	3.9766	-0.8799	0.8990	0.0905	0.6677
Nivel de grasa - 1 s	3.7190	-1.1216	0.9624	0.0729	0.6556

1/ De acuerdo con la fórmula general $Y = a + b (\text{Log } x) + c (\text{Log } x^2)$. Todas los logaritmos están en base decimal. SYx indica el error típico de la estima y r el coeficiente de correlación. La literal s representa la desviación standard.

CUADRO 3.7

RESUMEN ANUAL DE ALIMENTACION EN LOS ESTABLOS. DATOS EXPRESADOS EN MATERIA SECA (MS)

Ingrediente	Ración Promedio Vacas en Producción kg. MS/cabeza/día	Kg MS requeridos 100 litros de leche
Ensilaje de maíz	1.83	10.32
Alfalfa	6.02	33.94
Concentrado	8.16	46.01
Pellet de alfalfa	0.18	1.02
Pulpa de cítricos	0.07	0.39
Avena forrajera	0.26	1.47
Rastrojo de maíz	0.17	0.96
Maíz verde, fresco	0.17	0.96
Zacamel	0.04	0.23
Ebo	0.10	0.56
Pasto italiano	0.03	0.17
Sales minerales	0.03	0.17
TOTAL	17.06	96.20

En el cuadro 3.8 aparecen los resultados de los análisis bromatológicos de estos alimentos (AOAC, 1975) para el promedio de los establos estudiados.

CUADRO 3.8

ANÁLISIS TÍPICO DE LOS ALIMENTOS MÁS COMUNES EMPLEADOS EN LOS ESTABLOS SEGÚN EL MÉTODO A.O.A.C. (1975)

Ingrediente	Proteína Cruda %	Extracto etéreo %	Fibra cruda %	Extracto Libre de N. %	Cenizas %	Calcio %	Fósforo %
Ensilaje de maíz	7.91	1.65	32.51	47.93	9.99	1.78	0.24
Alfalfa	18.55	3.35	26.97	42.07	9.06	2.16	0.54
Concentrado	17.86	5.07	14.62	57.26	5.19	1.77	0.71
Pellet de alfalfa	24.64	3.59	18.16	42.49	11.12	1.68	0.39
Pulpa de cítricos	5.74	2.81	14.34	70.24	6.87	2.61	0.78
Avena Forrajera	5.03	2.39	32.20	52.54	7.85	0.90	0.14
Rastrojo de maíz	4.48	0.82	33.27	55.81	5.63	----	0.04
Maíz verde, fresco	6.75	1.98	24.95	59.29	7.02		0.22
Zacamel	2.92	0.12	10.20	79.06	7.70		0.71
Ebo	16.36	3.70	36.12	34.46	9.36	4.73	0.12
Pasto Italiano	20.70	6.52	21.11	40.73	10.94	---	---
Salas Minerales	--	--	--	--	--	3.14	11.29

IV. D I S C U S I O N

Considerando la fuente de información a la que se recurrió para generar los datos de las curvas de lactancia, podría pensarse que la fórmula debería sufrir un sesgo más o menos fuerte, debido a que un número diferente de establos aparece en los registros, como se aprecia en el cuadro 3.3.

Parte de esta variación se refleja en la magnitud de la desviación típica de los promedios, que es bastante grande, ya que se está hablando de diversos niveles de eficiencia de operación en explotaciones individuales. Existen sin embargo, algunos ajustes a la curva ideal si consideramos la magnitud de la población estudiada, así como los resultados obtenidos cuando se comparan estas curvas de producción con las fórmulas teóricas.

De acuerdo con el cuadro 3.6 puede notarse asimismo que hubo un buen ajuste del modelo matemático con la productividad promedio, cuyas fórmulas explicaron arriba del 88% de la variación total en rendimiento lechero, sin embargo, las de concentración de grasa promedio se ajustaron menos al modelo, que explicó menos del 70% de la variación total.

No obstante, es aparente el hecho de que la concentración de grasa en la leche es afectada fundamentalmente por el período de lactancia y el nivel de productividad, ya que así lo indican los coeficientes de correlación obtenidos de $r = 0.832$ y -0.906 respectivamente, para el promedio de los casos observados. Esto implica que puede lograrse un mejor ajuste de predicción al considerar simultáneamente ambas características, considerando la naturaleza matemática de sus efectos.

Debido a que en las curvas promedio obtenidas, el rango de variación es relativamente pequeño entre los niveles de grasa y producción, el margen de observaciones se reduce substancialmente, por lo que fue necesario incluir todas las determinaciones individuales por establo, a fin de obtener la fórmula de regresión correcta. El resultado fue el siguiente:

$$Y = 33.5867 + 14.5821 x - 12.483 x^2 - 5.319 G \quad (3)$$

$$n = 612 \quad SY_x = \pm 2.7511$$

$$r = 0.485$$

Donde: Y = rendimiento lechero promedio por vaca por día

x = logaritmo decimal del mes promedio de lactancia del establo

G = Concentración de grasa en la leche, en porcentaje

n = Número de observaciones incluidas

El error en la estima de la fórmula (3) fué de ± 2.75 lts/vaca/día para predecir la productividad, conociendo el período de lactancia y la concentración de grasa en la leche, y explicó el 23.5% de la variación total en los 612 casos estudiados, lo que refleja variaciones en la eficiencia productiva de los diferentes establos.

Estos resultados evidencian una pérdida aparente en la bondad del ajuste si se comparan los resultados obtenidos con los datos ordenados en forma tabular. En éstos, el error típico de la estima para producción fue menor a ± 0.40 lts/vaca/día.

Podemos considerar satisfactorio el ajuste en la ecuación (3), ya que al utilizar todas los datos sin ordenamiento, se registran grandes variaciones que se reflejan en las desviaciones típicas relativamente grandes en los rendimientos lecheros promedio de las explotaciones, aún dentro del mismo período de lactancia, como puede apreciarse en el cuadro 3.3 que arroja valores de desviación típica que oscilan entre ± 2.31 a ± 4.50 lts/vaca/día, pero que no se ven reflejadas en las curvas de regresión, pues éstas se generaron utilizando sólo los valores promedio.

De acuerdo con la fórmula (3) se estima que cada 0.1% de incremento en la concentración de grasa en la leche se traduce en una pérdida de producción de 531.9 ml/vaca/día dentro del mismo período de lac

tancia.

Nuevamente como en el caso de gráfica No. 3.2 el error en la estima es mayor que la pérdida en la producción estimada al incrementar el nivel de grasa, lo que refleja la importancia relativa de los diversos factores que afectan la concentración de grasa en la leche. No obstante, puede concluirse que el rendimiento lechero y el período de lactancia tienen un efecto importante en la cantidad de grasa presente en la leche.

Utilizando esta última regresión se estimó que al fijar el nivel mínimo de grasa en el establo a 3.5%, la producción al mes máximo de lactancia sería de 19.22 litros promedio por vaca por día, lo que se traduce en una productividad máxima por lactancia de 5409.4 lts/vaca a 305 días y no sería posible obtener rendimientos mayores sin deprimir el nivel de grasa por debajo del mínimo establecido por la norma sanitaria de leche pasteurizada preferente extra.

La curva de lactancia promedio cuya fórmula aparece en el cuadro 3.6 se utilizó para predecir el rendimiento promedio de leche por cada mes en lactancia y posteriormente la curva se movió hacia arriba y abajo para determinar los promedios mensuales con distintas producciones por vaca a 305 días de lactancia. Con esta información disponible se despejó la variable grasa en la ecuación (3) para estimar la concentración proba

ble de grasa en la leche. Los resultados obtenidos aparecen en el cuadro -
4.1

Como puede notarse, se esperan cambios dramáticos en la produc-
tividad cuando el nivel de grasa no se restringe a una norma sanitaria.

Cuadro 4.1

**EFFECTO ESTIMADO DE LA PRODUCCION TOTAL DE
LECHE POR LACTANCIA SOBRE LA CONCENTRACION
DE GRASA ESTIMADA**

Producción total a 305 días en leche lts.	Producción Media al pico lactancia lts/vaca/día	Nivel mínimo grasa esperado %	Promedio pon- derado de grasa en lactancia %
4,500	16.0	4.10	4.12
5,000	17.8	3.76	3.78
5,500	19.5	3.43	3.45
6,000	21.3	3.09	3.12
6,500	23.1	2.76	2.78

Hasta aquí hemos analizado con el mayor detalle posible el efec-
to del rendimiento lechero y del período de lactancia sobre la concentra-
ción de grasa. Como ya hemos mencionado estos efectos cubren el 23.5%
de la variación total encontrada en las 612 observaciones. Sin embargo, -

otro factor de fundamental importancia que resta por estudiar, y es el referente al efecto de la alimentación. La naturaleza de su efecto queda obviamente enmascarada, aún cuando sea en forma parcial, como consecuencia del nivel de producción, ya que no podría esperarse sostener elevados rendimientos por vaca con raciones pobres en energía y ricas en fibra.

El analizar a fondo las repercusiones del sistema de alimentación sobre la concentración de grasa en la leche no es posible realizarlo utilizando la información disponible, ya que los datos de consumo de alimento representa los valores de 2 días al mes, y posteriormente se realizaron cambios más o menos profundos en los programas a sugerencia del técnico. Sin embargo, pueden obtenerse algunas conclusiones aún cuando sean a nivel general.

Como puede notarse en los datos del cuadro 3.7 el forraje representó el 50.3% de la ración total de las vacas productoras, con un consumo de 8.58 kg de MS, de los cuales la mayor parte corresponde a la alfalfa (6.02 kg de MS) (Gaytan 1979).

Con estos datos del cuadro No. 3.8 se calculó la cantidad de fibra cruda disponible en la ración, que arrojó un valor de 21.63%. Esta cantidad está por arriba del mínimo disponible para que la fibra no se considere limitante en la ración y con efecto detrimental sobre la síntesis de

grasa. Este nivel se sitúa en concentraciones de fibra cruda por abajo del 16% (NRC, 1978; Armstrong y Prescott, 1971; Rook, 1976; Otterby Donald y Hutjens, 1979). Esta concentración de fibra no rebasó aún en los lotes de vacas de elevada producción, con mayores consumos de concentrado, con lo que puede concluirse que el factor alimentación probablemente no es la mayor limitante en la síntesis de grasa de la leche.

Es necesario tener en mente que la síntesis de grasa, como la mayoría de las funciones biológicas, se ve afectada por una serie de factores entre los cuales hemos estudiado el efecto de tres de ellas: período de lactancia, nivel de producción y tipo de alimentación. Quedan por valorar algunos puntos importantes que en el transcurso del presente trabajo hemos encontrado que inciden con mayor frecuencia en los casos de establos con bajo contenido de grasa. Estos son algunos de los más frecuentes.

- 1) Eficiencias en el ordeño, especialmente en el estímulo a la vaca para la secreción de oxitocina, que permita el retiro de la mayor cantidad de leche a la ubre. (Schmidt y Van Bleck, 1974).
- 2) Prevalencia y gravedad de mastitis que simultáneamente llega a deprimir la producción y el contenido de grasa (Mc. Cullough, 1969).
- 3) Congelación de la leche en las paredes del tanque o excesiva agitación que actúa separando la grasa del cuerpo de la leche. (Anóni—

mo, 1975).

- 4) Recolección y manejo de las muestras hasta el momento de ser analizadas. (Roadhouse y Henderson, 1950)

V.- CONCLUSIONES.

A partir de los datos presentados anteriormente, parece razonable concluir los siguientes puntos :

- 1.- El rendimiento lechero y la concentración de grasa en la leche se relacionan negativamente, esto es, a mayor producción, menor porcentaje de grasa; pero no es una relación simple y directa, sino que intervienen un sinnúmero de factores importantes. El nivel de grasa y el período de lactancia cubre el 23.5% de la variación en el rendimiento lechero de las diversas explotaciones.
- 2.- Bajo las condiciones actuales, el restringir la cantidad de grasa por litro a la norma sanitaria establecida, implica el sacrificar producción de leche. Se estima una productividad máxima alrededor de -- 5,400 lts./vaca/año. Puede calcularse una pérdida probable de -- 0.532 lts/vaca día por gramo de grasa incrementado en un litro de leche.
- 3.- Dado que la rentabilidad de las explotaciones lecheras depende en --

buena medida del rendimiento lechero del ganado, y considerando - que nuestro país sufre un déficit serio de leche fluida, no parece razonable limitar la productividad por mantener una concentración de - grasa. Al implementar diversas medidas por parte de los servicios - de asesoramiento a las distintas explotaciones, se espera incrementar el nivel de producción a 6,000 lts/vaca/año, con lo que puede estimarse una concentración promedio de 31.2 g/lit de leche.

- 4.- Es necesario poner especial atención a otros factores que afectan la - concentración de grasa a fin de amortiguar el efecto de la produc- - ción en la caída de la grasa. Sin embargo, en las condiciones ac- - tuales, es muy aventurado cuantificar la importancia de su efecto a - partir de la información disponible.

BIBLIOGRAFIA

1. ALAIS CHARLES. 1979 Ciencia de la Leche. Principios de Técnica Lechero. CECSA México.
2. ANONIMO 1975 SAMPLING MILKFAT TESTING. Circular Especial No. 134.
3. ANNISON E.F. y D. LEWIS. 1962 Metabolismo del Rumen. Uteha, México.
4. ANNISON E. F. 1976. Energy utilization in the body, in principles of cattles production, H. Swan y W. Braster (ed) Butterworths, pp. 169-199.
5. A.O.A.C., 1975. Oficial methods of analysis, Ass. Offic. agric. chen. 12 ta. ed. Washington.
6. ARMSTRONG D.G. Y J.H. D. PRESCOTT, 1971. Amount, Physical form and composition of feed and milk secretion in the - dairy cow. Lactation J.R. Falconer, ed. Butterworths, London.
7. ARKIN Y COLTON, 1970. Métodos Estadísticos. CECSA, México.
8. BATH, D.L., F.N. DICKINSON, H.A. TUCKER Y R.D. APLEMAN, 1978. Dairy cattle, principles, practices, problems and profits II ed. Lea and Febiger.

9. BLAXTER K.I. 1964. *Metabolismo energético de los rumiantes.* Ed. ACRIBIA, España.
10. BRENKINK H.J., P. VAN BEUKELLEN, 1978. Milk fat depression - a metabolic disease? X Congreso Mundial de Buiatría, México.
11. BROWN, C.A., P.T. CHANDLER, AND J. B. HOLTER, 1977. Development of predictive equations for milk yield and dry matter intake in lactating cows. *J. Dairy sci.* 60: 1739-1754.
12. CONRAD, H.R., A.D. PRATT, J.W. HIBBS, 1964. Regulation of feed intake in dairy cows I changes in importance of physical -- and physiological factors with increasing digestibility *J. Dairy -- sci.* 47 : 54.
13. CUTHBERTSON D. 1969. Animal production and world needs, In - nutrition of animals of agricultural importance, part. 2. assessment of and factors affecting. Pergamon press, Oxford, p. 1311.
14. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION 24 septiembre de 1976, - No. 17 Tomo CCCXXVIII 27-39.
15. FAO, 1973. Pago de la leche según la calidad. Organización - de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Es - tudios agropecuarios No. 89.
16. FLATT W.P. Y P.W. MOE, 1970. Partition of nutrients bet - - ween lactation and body weightgain in dairy cattle, in lacta - - tion, I.R. Falconer ed. Butterworths, London P. 341.
17. GAYTAN GARCIA TOMAS, 1979. Datos inéditos, Responsable - del Departamento de Nutrición Animal, Tizayuca, Hgo.

18. HAMMOND, J., I.L. MASON Y T.J. ROBINSON, 1971. *Hammonds Farm Animals*, IV ed. Edward Arnold pp. 78-79.
19. HUNGATE, R. E. 1969. Ruminal fermentation. *Am. Physiol. soc. cap.* 130.
20. KAUFMANN, W. 1972. Feed composition as related to feed intake, feed efficiency and composition of milk, world review of animal production.
21. MAYNARD, L.A. Y J.K. LOOSLI, 1969. *Animal nutrition*. VI. ed. Mc. Graw-Hill pp. 530-539.
22. MC. CULLOUGH, M.E., 1969. Optimum feeding of dairy animals, Univ. Georgia Press pp. 120-121.
23. N.R.C., 1978. Nutrient requirements of dairy cattle V Ed. No. 3 National Research council National Academy of Sciences.
24. OTTERBY E. DONALD Y HUTJENS F. MICHAEL, 1979. What you can do about low fat tests. *Hoard's dairyman junio* -- 25, 1979 ed. 124 No. 12.
25. RAMOS CORDOVA M. 1976. *Manual de métodos de análisis -- de leche y lacticinios México*.
26. REID J. T., 1961. Problems of feed evaluation related of feeding of dairy cows. *J. dairy sci.* 44: 2122.
27. ROADHOUSE C.L. Y J. LL. HENDERSON, 1950. *The Market - milk industry*, II ed. Mc. Graw-Hill.

28. ROOK, J.A.F., 1976. Nutritional influences on milk quality, - In principles of cattle production, H. Swan y W.H. Braster, Butterworths pp. 221-236.
29. SHAW, J. C. W.I. ENSOR, H.F. TELLECHEA Y S.D. LEE, - - 1960. Relation of Diet to rumen volatile fatty acids. Digestibility Efficiency of gain and degree of unsaturation of body fat in steers. J. Nutr. 71: 203.
30. SCHAEFFER, L.R. y E.B. BURNSIDE, 1976. Estimating the shape of the lactation curve, can. J. Anim. sci. 56: 157-170.
31. SCHMIDT G. H., 1971. Biology of lactation. San Francisco : W. H. Freeman.
32. SCHMIDT G. H., L.D. VAN VLECK, 1974. Bases científicas - de la Producción lechera. Ed. Acribia.
33. SPIEGEL M. R., 1970. Estadística, Mc. Graw-Hill México.
34. VAN VLECK, L. D., 1976. Breeding for increases protein content in milk, J. dairy sci. 61: 815-826.
35. ZURBORG CAR E. 1978. Practical experiences with payment - - for milk for protein and fat. J. dairy sci. 61: 801-803.