



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

EVALUACION DE TRES METODOS USADOS PARA
CUANTIFICAR LA GRASA TOTAL DE LA LECHE

T E S I S

Que para obtener el Título de
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P r e s e n t a

LUIS MANUEL LOPEZ MONTES



Asesores : MVZ. RAUL VARGAS GARCIA
QFB. MANOLA AGUIRRE CARRETERO

México, D. F.,

1985



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.

EVALUACION DE TRES METODOS USADOS PARA
CUANTIFICAR LA GRASA TOTAL DE LA LECHE

Tesis presentada ante la
División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

De la

Universidad Nacional Autónoma de México
para la obtención del título de
Médico Veterinario Zootecnista

por

Luis Manuel López Montes

Asesores: M.V.Z. Raúl Vargas García

Q.F.B. Manola Aguirre Carretero.

México, D.F.

1985

DEDICATORIAS

Gracias a Dios por haberme dado
la Vida y la Fuerza para poder
terminar mi Carrera.

A mis Padres
Con amor y cariño por forjarme
en lo que ahora Soy.

A mis Hermanos
quienes compartieron mi
anhelo e hicieron posi-
ble la realización de -
este Ideal.

Con Amor y Gracitud a

Ana María

Martha

A mi Asesor

M.V.Z. Raúl Vargas García

Q.F.V. Manola Aguirre Carretero.

A mis Profesores y amigos
que de alguna manera me -
alentaron a terminar mi -
Carrera.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.	1
INTRODUCCION.	3
MATERIAL Y METODOS	14
RESULTADOS. . . .	22
DISCUSION.	26
LITERATURA CITADA	28
CUADROS .	31

RESUMEN

LOPEZ MONTES LUIS MANUEL. Evaluación de tres métodos--
usados para cuantificar la grasa total de la leche (Bajo la -
dirección de: Raúl Vargas García y Manola Aguirre Carretero).

La industria lechera ha sido una actividad económica-
importante en México y de un valor insustituible para la nu-
trición de la población nacional. Los componentes de la leche
en porcentaje son: Grasa o Lípidos 3.8%, Proteína 3.2%, Pro--
teína 3.2%, Carbono hidratos 4.8%, Minerales 0.7%, y agua --
87.5%. La grasa es el componente de la leche que puede expe--
rimentar las mayores variaciones químicas tales como enrancia-
mientos y oxidación, sin que sean atribuibles a manipulacio--
nes fraudulentas. Los fraudes como el desnatado, privan a la
leche de gran parte de su valor nutritivo, transformándola en
un alimento de escaso poder energético deficiente en materia-
grasa y que resulta, por tanto, incapaz de cubrir las exigen-
cias de energía de quien la consuma. Se analizaron 150 mues--
tras de leche de vaca para consumo humano seleccionadas al --
azar, siendo 100 de la categoría homogeneizadas y 50 de la --

no homogeneizadas, provenientes del Distrito Federal, y pertenecientes a las 6 marcas de mayor consumo.

A través de los métodos Micro-Método Indirecto, Gerber y Roese-Gottlieb se determinó su contenido en grasa, comparando su grado de sensibilidad por medio de sus resultados. El Micro-Método Indirecto resultó ser el de menor grado de sensibilidad para ésta medición. El método Roese-Gottlieb confirmó, por el contrario, su alto grado de precisión en estas determinaciones. El mejoramiento de la técnica para el Micro Método Indirecto podría permitir aprovechar las ventajas que ofrece.

INTRODUCCION

La industria lechera ha sido una actividad económica-- importante en México y de un valor insustituible para la nutrición de la población nacional. Desafortunadamente la política que se ha seguido en los últimos veinte años, ha ocasionado que esta actividad se encuentre actualmente en una crisis severa (9).

La disponibilidad de leche para la población ha sido-- variable; de 1970 a 1975 aumentó ligeramente el consumo percapita, pero de 1975 a 1980, disminuyó (2).

La ganadería especializada representó en 1975 el 20%-- de la población ganadera (28 186 298 cabezas). En 1980, la población ganadera en explotación intensiva estaba representada por el 12%, la que sin embargo, producía el 59% de la leche del país. Aún siguiendo el sistema de producción intensiva. - se mantuvo un promedio bajo de producción que correspondía a 4,444 kg por vaca por año (2).

En 1977 se produjeron 6.180,9 millones de litros de --

leche de vaca, y se importaron 73.237, toneladas de leche en polvo, Para 1980, las cantidades aumentaron a 6.741,5 y 105.000, respectivamente, donde se observa que es mucho mayor la tasa de crecimiento de la importación que la de producción (9).

A pesar que la producción de leche en el mundo ha aumentado sustancialmente en los últimos veinticinco años, no ha mantenido el ritmo de crecimiento de su población (9).

En algunos países del continente africano y de Latinoamérica la diferencia entre el aumento de la población lechera y el incremento de la tasa de población es considerable, lo contrario sucede en los países europeos y la URSS, donde el aumento de la producción lechera es proporcionalmente mayor que la tasa de crecimiento demográfico (9).

El ritmo de crecimiento promedio de la producción nacional de leche, en los últimos diez años, ha sido del orden del 7,5%, o sea más del doble de la tasa de crecimiento de la población. Asimismo las importaciones se han incrementado a un ritmo aún mayor; sin embargo, el aumento de la oferta total no ha sido capaz de mejorar en forma apreciable los nive-

les de disponibilidad aparente per capita. Los porcentajes -- de disponibilidad aparente total destinada a la industria lechera entre 1970 y 1979 han oscilado durante este período, -- entre el 58% y el 62%. Del volumen total que capto esta industria en 1979, el 41% fue absorbido por la subrama pasteurización, Homogeneización, Rehidratación y envasado de leche; el 38% por la subrama fabricación de crema, mantequilla y el 21% restante por la subrama fabricación de leche condensada, evaporada y en polvo+.

Con base en la tendencia observada durante la última - década se estimó que para 1986 la producción nacional de leche alcance una cifra de 9.040,3 millones de litros. Ello significa que la brecha entre los requerimientos mínimos para la población, y la producción, tiende a reducirse muy lentamente, será necesario continuar importando volúmenes considerables de lácteos si no se logra implantar una política viable y eficaz de impulso a la explotación lechera+.

Cabe señalar que tres países aportan aproximadamente - el 46% de la producción mundial de leche: Unión Soviética 24% E.E.U.U. 14% y Francia 8%+.

+ Dirección General de Análisis, de las Ramas Económicas. Dirección de Análisis y concertación. Rama Industrial de la leche y Productos Lácteos. Análisis de Calculación, situación Actual y Perspectivas 1980.

Dentro del mercado internacional de la leche, México-- representa el cliente más importante por el volumen de su compras. Irlanda es el principal abastecedor de las compras mexi canas de lácteos, suministrándole aproximadamente el 40% del- total. Le sigue Canadá con el 30%, el Reino Unido con el 20%- y Nueva Zelanda con el 10% restante+.

La leche de vaca es una mezcla compleja, de color blanco opaco, sabor dulce y reacción iónica cercana a la neutrali dad (11).

El reglamento para el control sanitario de la leche -- del 24 de septiembre de 1976 en el capítulo primero, artículo tercero. fracción segunda estipula: "leche es la secreción na tural obtenidas de mamíferos destinados a la producción de le chera para el consumo humano provenientes de animales sanos - bien alimentados siendo el producto integral de la ordeña, -- excluyendo el producto obtenido quince días anteriores al par to y cinco días después de este o cuando contenga calostro*.

*Diario Oficial: Reglamento para el control sanitario- de la leche, Secretaria de Salubridad y Asistencia. México, - 24 de septiembre de 1976.

La F. A. O. recomienda el consumo diario de 250 500 -- ml de leche para adultos; y de 500-1000 ml para niños y jóvenes (2).

Se considera que en tres tasas de leche se le proporciona a un menor ve 12 meses el 50% de las calorías requeridas a través de la grasa natural de la leche y más del 100% - de la proteína. En un niño de 1 a 9 años. El porcentaje de -- energía suministrada varía de 23 a 37%, y de proteína de 49 a 80%. Debe considerarse que el consumo de leche y otras de origen animal en general varía dependiendo de las diferentes zonas geográficas y estratos sociales (1).

La leche proporciona nutrientes básicos de una manera balanceada. Un hombre adulto obtiene 1000 calorías diarias y satisface sus niveles de proteínas 2, 7 veces, además de casi toda la vitamina A, B₁, B₂, y Calcio en 4 veces más a partir de una ración adecuada de leche (9).

Los componentes de la leche en porcentaje son: Grasa o lípidos 3.8%, proteína 3.2%, Carbohidratos 4.8%, minerales -- 0.7% y agua 87.5% (3).

En la leche se distinguen 3 fases: la emulsión de la-

materia grasa, la sustensión de caseína, ligada a las sales--minerales y la solución fase hídrica que forma el medio general continuo+.

La Materia lipídica grasa de la leche es el componente que más influye sobre un valor energético. La grasa de la leche difiere de otros lipidos porque contiene glicéridos de ácido butírico en un 4% (3).

La grasa de la leche esta constituida de la siguiente-manera: ácidos grasos no volátiles, 90,42% y ácidos grasos volátiles 9.88%. Sus características son: punto de fusión que empieza en 19°C y termina en 42°C; punto de solidificación -- que empieza en 21°C y termina en 16°C; índice de Yodo de 30 a 40; índice de saponificación de 216 a 236; índice de Polenske de 2.1 a 2.6 (4,5).

Se define a la grasa y sustancias lipoides expresadas-en tantos por ciento ponderal, obtenidos por la determinación de grasa en el método de Roesse-Gottlieb para la determinación de la misma (5).

* Opus cit. Diario Oficial 1976. pág. 6

La grasa es el componente más variable pues sobre ella inciden condiciones ambientales, de especie, nutrición, raza, individuo, etc Asimismo son muy importantes los grandes progresos que se han realizado en este campo, pues se han desarrollado estirpes de ganado en las cuales se ha conseguido mejorar por cruces controladas, tanto la cantidad como la calidad de la leche producida por los animales, formándose así familias de alta producción de leche y grasa (10).

La composición de la leche producida por los distintos individuos de una misma especie es variable. Las vacas de las razas Jersey y Guernsey, por ejemplo, producen leche con contenido de grasa más elevados en porcentajes proteínicos algo más altos que la de los animales de otras razas (12).

Dentro de la propia ubre existen también grandes variaciones, así se observa que las primeras porciones de leche ordeñadas pueden contener 0.11% de grasa, mientras que las últimas pueden llegar hasta 0.76% (10).

La grasa es el componente de la leche que puede experimentar, las mayores variaciones químicas tales como enranciamiento y oxidación, sin que sean atribuibles a manipulaciones fraudulentas (6).

Los fraudes como el desnatado privan a la leche de --- gran parte de su valor nutritivo, transformándola en un alimento de escaso poder energético deficiente en materia grasa- y que resulta, por tanto, incapaz de cubrir las exigencias de energía para quien la consume (1).

El control sanitario de la leche establecido por la Se cretaría de Salubridad y Asistencia, en el Diario Oficial del 24 de septiembre de 1976 establece que la leche deberá satisfacer las características siguientes: densidad a 15°C no me-- nos de 1.0290; contener como mínimo 32 gramos por litro de -- grasa de leche determinado por el método de Gerber; grado de reflexión a 20°C no menor de 37 ni mayor de 39 por el método- de Lythgoe.

Y para las diferentes categorías de leche las siguien- tes especificaciones:

Categorías	% de grasa gramos por litros	Indice de refracción.
Pasteurizada pre-		
ferente extra	32	
Pasteurizada pre-		No menor de 36
Ferente extra	30	No mayor de 38.5
Ultrapasteurizada:.....	20	
Semidescremada.....	16	Una variación no
	Max. 18	menor de 1.032

Estas exigencias redundan en un producto de mejor calidad nutricional con un óptimo porcentaje de grasa. El método de Gerber, señalado en el reglamento sanitario de la leche es cada vez más difícil de practicar por razón de la poca disponibilidad del material de vidrio requerido que es de importación, lo cual agrega elevados costos a la prueba y esto justifica la búsqueda de métodos sensibles, rápidos y económicos para determinar los niveles de grasa presente en la leche para el consumo humano.

Los métodos volumétricos miden simplemente el volumen de la fase grasa, separándola de la fase acuosa por centrifugación, en aparatos graduados especialmente llamados "Butirómetros"; estos son métodos de rutina de ejecución rápida y lo suficientemente precisos en la práctica. El método ácido butírico de Gerber (Método reglamentario en México), si que siendo el más utilizado para el análisis de la leche a pesar del empleo de un reactivo peligroso, el ácido sulfúrico (1).

En cuanto a métodos ponderables, el método de roese -- Gottlieb (Método reglamentario internacional), utilice el amoníaco como disolvente de la grasa ya sea de una manera continua, por concentraciones sucesivas en tubos, o de una manera continua en aparatos especiales tras la evaporación de disol-

ventes, que es más que un vehículo transitorio, se pesa la -- grasa en este método preciso, pero de ejecución relativamente larga, pues requiere hasta de dos horas por muestra analizada (1).

Micro-Método indirecto para la determinación de la grasa en la leche. Es un procedimiento simple, rápido y de bajo costo. Podemos analizar muestras en razón de 60 o más en una hora. El uso continuo de la centrífuga, sin embargo tiende a calentarla, lo que ocasiona que se disuelva la grasa; en este caso, debe hacerse la previsión de enfriamiento; el equipo requerido es fácilmente portable y puede ser adaptado a cual--quier tipo de corriente; la presición del método parece ser - aceptable para muchos propósitos (4).

La utilización del Micro-Método indirecto para la medición de la grasa de la leche constituye una alternativa sensible rápida y de bajo costo, en comparación con los métodos de Gerber (reglamentario en México) y el método de Roesse-Got--tlieb (reglamentario internacional).

Se evaluo el Micro-Método indirecto para la determina--ción cuantitativa de la grasa de la leche, con relación al método reglamentario mexicano (Método de GERBER), y el interna-

cional (Método de ROESE-GOTTLIEB), para su uso potencial y --
pruebas de campo en la inspección sanitaria de la leche.

MATERIAL Y METODOS

Todas las muestras fueron analizadas a través de los siguientes métodos:

- a) Micro-Método indirecto (Método evaluado).
- b) Gerber (Método reglamentario en México).
- c) Roese-Gottlieb (Método reglamentario Internacional).

MICRO-METODO INDIRECTO

Este método corresponde a la técnica del LACTOCRITO, y la metodología a seguir es la siguiente:

Se homogeneiza la muestra perfectamente; se coloca en un vaso precipitado de 250 ml para facilitar el llenado de los capilares; los cuales miden 76 mm cada uno.

Una vez llenados por capilaridad y luego sellados utilizando la flama del mechero, se centrifugan de 1200 a 1300 revoluciones por minuto, durante 14 minutos. Posteriormente se procede a tomar la lectura de la capa de grasa, medida que

se realiza con una regla milimétrica bajo una lente de $10\times$, expresada en proporción de la dimensión del total de la columna de leche en el tubo capilar; esta longitud se expresa en porcentaje.

METODO DE GERBER

Se homogeneiza la muestra agitando fuertemente; posteriormente se deposita en un butirómetro 10 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) con el inyector graduado; se vierten 11 ml de la muestra con una pipeta graduada, resbalandolos lentamente por las paredes del butirómetro, observando el cambio de coloración de la muestra al contacto con el ácido sulfúrico.

A continuación se añade un ml de alcohol amílico; una vez rotuladas las muestras se procede a introducir el tapón y agitar el butirómetro invirtiéndolo varias veces, hasta que la leche quede completamente disuelta; perdiéndose la coloración blanquesina de la muestra. Se procede a centrifugar a 1200 revoluciones por minutos.

Toma de la lectura:

Con la llave se ejerce presión, de esta manera el líquido sube a la escala más próxima, (el líquido es de color -

amarillento lo que indica la grasa de la muestra) Dicha lectura se hace hasta la concavidad del limite superior de la columna; y se expresa en gramos por litro.

METODO DE ROESE GOTTLIEB

La muestra de leche por trabajar, se homogeneiza por agitación fuerte; se transfieren 10 ml de la muestra a un tubo de Ruhrig adicionado 1.25 ml de amoniaco (NH_4OH) mezclando fuertemente. Se adicionan 10 ml de alcohol absoluto se mezcla vigorosamente, se agregan 25 ml de éter etílico, y se sacude en forma enérgica por un minuto. Se añaden 25 ml de éter de petróleos, repitiendo la agitación enérgica; se permite reposar hasta que el líquido sobrenadante está prácticamente claro. Una vez que esto ocurre con la llave del tubo Rührig se vierte el líquido transparente en un vaso de precipitado previamente pesado e identificado.

Se lavan los labios y la tapa del tubo de Rührig con una mezcla de partes iguales de éter de petróleo y éter etílico.

Se repite la extracción del líquido que permanece en el tubo usando 15 ml de cada solvente cada vez (éter etílico y éter de petróleo). El vaso de precipitado en el que se ha -

vertido el líquido transparente obtenido por las extracciones se coloca en una platina caliente a temperatura que no cause proyecciones hasta evaporar los solventes, se observa por lo regular en el fondo del vado de precipitado la grasa a manera de vacuolas. Se deposita el vaso de precipitado en la estufa para deshidratar la grasa a una temperatura de 38°C por 15'; - posteriormente ya frío se coloca en el secador. En una balanza analítica se pesa el vaso de precipitado y por diferencia con el peso que tenía antes de emplearse, se obtiene el contenido de la grasa para la muestra analizada. Esta cantidad se expresa en gramos por litro.

SISTEMA DE ANALISIS

Obtenidos los resultados, se procedió a grabarlos en una cinta magnética para computación, realizando el análisis estadístico, bajo el modelo siguiente:

$$Y = \mu + A_i + T_j + N_{(j)k} + D_{(j,k)1} + (AT)_{ij} + (AN)_{(j)ik} + (AD)_{(j,k)i,1} + E_{(i,j,k,1)n}$$

A_i = Método de análisis. ($i = 1, 2, 3$)

T_j = Tipo de leche (H. o No. H) ($j = 1, 2$)

N_k = Marca de la leche | tipo $\left[\begin{array}{l} k = 1, 4 : j = 1 \\ k = 1, 2 : j = 2 \end{array} \right]$

D_1 = Muestra marca y Tipo ($1 = 1, 2, 5$)

(AT)_{ij} = Interacción Método - tipo

(AN)_{(j)ik} = Interacción Método - Marca / Tipo

(AD)_{(j, k)i,1} = Interacción Método - Muestra / Tipo y Marca.

$E_{(i,j,k,1)n}$ = Submuestra (1, 2)

$$X_4 = \text{Tipo} \begin{cases} X_4 = 1 ; \\ ik \quad X_1 = 4 \text{ entonces } X_4 = 2 ; \\ (T_j)ik \quad X_1 = 6 \text{ entonces } X_4 = 2 ; \end{cases}$$

X_5 = Método (A_i)

X_2 = Muestras ($D(j,k)$)¹

$X_1 = \text{Marca } (n_{(j)k})$

Correlación de la medición en cada par (Submuestra ---
1 y 2).

Varianza para: Submuestra 1

Submuestra 2

Correlación para Grupos de Métodos,

Correlación Método-Tipo.

Correlación Método-Marca.

Medias Métodos Tukey.

Del modelo anterior se obtuvo en el Sistema :

+ SAS / BASE, es el producto tradicional llamado SAS/OS.

Data A ; Input X_1 1 X_2 3-4 YR 5-9 YG 11-12 Y_3 14-16 ;

YR - YR/10 ; YG = YG/10 ; $X_3 = \text{Mod} (N-2)$;

IF $X_1 = 4$ OR $X_1 = 6$ entonces $X_6 = 1$; ECSE $X_6 = 0$;

Y = YR ; $X_5 = 1$; OUTPUT ;

Y = YG ; $X_5 = 2$; OUTPUT ;

Y = Y_3 ; $X_5 = 3$; OUTPUT ;

Data A ; Input X_1 1 X_2 3-4 YR 5-9 YG 11-12 y_3 14-16 ;

Proc A Nova Data = B ; clases $X_1 - X_6$;

++ Modelo $Y = X_5 X_6 X_1 (X_6) X_2 (X_1 X_6) X_5 * X_6$

$X_5 * X_1 (X_6) X_5 * X_2 (X_6 X_1)$;

```

Medias  $X_5$  / Tukey ;
  Data C ; Set A ; If  $X_3 = 0$  ; Drop Y  $X_3$  ;
  Data D ; Set B ; If  $X_3 = 1$  ; YY = Y ; Drop Y  $X_3$  ;
Proc Delete Data = B ;
Proc Delete Data = A ;
Proc Sort Data = C ; BY  $X_1 X_2 X_5 X_6$  ;
Proc Sort Data = D ; BY  $X_1 X_2 X_5 X_6$  ;
Data E ; Merge C D ; BY  $X_1 X_2 X_5 X_6$  ;

Proc Sort ; BY  $X_5$  ;
Proc Corr Nprob Cov ; BY  $X_5$  ; Var Y YY ;
Proc Sort ; BY  $X_5 X_6$  ;
Proc Corr Nprob Cov ; BY  $X_5 X_6$  ; Variable Y YY ;
Proc Sort ; BY  $X_5 X_1$  ;
Proc Corr NO Proc Cov ; BY  $X_5 X_1$  ; VAR Y YY;
Proc Corr ; Var YR YG  $Y_3$  ;

```

X_1 = Marca.

X_2 = Muestra.

X_3 = Submuestra.

X_4 = Tratamiento.

X_5 = Método.

X_6 = Tipo 2 (H - No H).

0 H

1 No. H

H Homogeneizada.

MUESTREO

Se determinó cuantitativamente la grasa de la leche - en 150 muestras seleccionadas al azar, de leche apta para consumo humano, de seis marcas de prestigio provenientes del Distrito Federal.

CLASIFICACION DE LAS MUESTRAS.

NOMBRE DEL PRODUCTO		Nº. DE MUESTRA	MARCA MUESTRA	Nº MUESTRAS POR MARCA.	MÉTODOS COMPARADOS	Nº. ENSAYOS MET/MUESTRA
L E C H E	HOMOGENEIZADA		A	25	1M	DUPLICADO
					20	DUPLICADO
					3R	DUPLICADO
			B	25	1M	DUPLICADO
					20	DUPLICADO
					3R	DUPLICADO
		C	25	1M	DUPLICADO	
				20	DUPLICADO	
				3R	DUPLICADO	
		D	25	1M	DUPLICADO	
				20	DUPLICADO	
				3R	DUPLICADO	
	NO HOMOGENEIZADA		a	25	1M	DUPLICADO
					20	DUPLICADO
b		25	1M	DUPLICADO		
			20	DUPLICADO		
					3R	DUPLICADO
					TOTAL DE ENSAYOS REALIZADOS 900	

1M = MICRO - METODO INDIRECTO
 20 = GERBER
 3R = ROESE - GOTTLIB

RESULTADOS

ANALISIS DE RESULTADOS.

De las muestras de leche analizadas, la mayor cantidad de grasa se determinó por el método Roese-Gottlieb para las submuestras 1 y 2 . El micro-método indirecto resultó comparativamente con menos cantidades de grasa con las mismas -- submuestras (Ver cuadro 1).

El menor grado de dispersión con respecto a su media - se observó en el método de Gerber en las 150 muestras de este estudio, por el contrario el Micro-método indirecto presentó el mayor grado de dispersión (Ver cuadro 1).

Entre los métodos de Gerber y Roese-Gottlieb no se --- observó diferencia significativa en la sensibilidad para la - medición de la grasa de la leche, sin embargo el Micro-método indirecto con respecto a ambos, la presentó mayor que 0.01 -- El método Roese-Gottlieb fue de los tres el más sensible (Ver cuadro 2).

Respecto al total de las muestras analizadas tanto --- de leches homogeneizadas como de no homogeneizadas el método de Roese-Gottlieb presentó la mayor sensibilidad en la medición de la grasa de la leche. El Micro-método indirecto presentó menor sensibilidad para esta determinación, acentuándose en las muestras analizadas de leches homogeneizadas (Ver cuadro 3).

El mayor contenido en grasa se encontro en las mues--- tras no homogeneizadas por el método de Gerber, el contraste para esta determinación se obtuvo por el Micro-método indirecto en las muestras homogeneizadas (Ver cuadro 3).

El método de Gerber presentó la mayor sensibilidad para la medición de la grasa de la leche en la marca clasificada como número 1. El método Roese-Gottlieb tuvo la mayor sensibilidad de la muestra clasificada como número 4. Las clasificadas 2 y 3 tuvieron una sensibilidad de 0 por Micro-método indirecto (Ver cuadro 4).

La marca clasificada como número 3 presentó el mayor contenido en grasa con respectó a las demás (Ver cuadro 4 y 5).

La marca clasificada como número 2 presentó el prome--

dio para los tres métodos, la menor cantidad de grasa (Ver--
cuadro 4).

Por métodos, con el de Gerber y Roese-Gottlieb la ma--
yor determinación de grasa de la leche se obtuvo en la marca
clasificada como número 3, la número 2 tuvo menor determina--
ción por este método. El Micro-método indirecto en las mues--
tras clasificadas como número 3 determinó el mayor contenido-
de grasa de la leche; en la muestra 1 obtuvo la menor determi
nación (Ver cuadro 5).

En la correlación entre métodos la mayor diferencia --
significativa la presentó el Micro-método indirecto con res--
pecto al de Roese-Gottlieb, contrastando con la misma diferen
cia existente entre el método de Gerber en relación con el mé
todo de Roese-Gottlieb (Ver cuadro 6).

Por otra parte, los resultados demuestran que a pesar
de ser un método sencillo, rápido, que requiere de material-
simple y que puede adaptarse a un sin número de situaciones,
el Migro-método indirecto no posee un confiable grado de sen-
sibilidad para la medición de la grasa de la leche.

Esto puede deberse a la dificultad que existe en el --

llenado de los capilares con las muestras de leche por analizar, en un mismo nivel, así como del sellado de estos capilares antes de someterse a la centrifugación.

DISCUSION

El Micro-Método Indirecto no presenta un buen grado -- de confiabilidad en la medición de la grasa de la leche.

Se podría garantizar una mayor sensibilidad en el empleo de éste método, además de poder aprovecharse las ventajas que este ofrece; mediante el establecimiento de una técnica que permita una homogeneización en el llenado de los capilares empleados por el Micro-Método Indirecto de la determinación de la grasa de leche; así como que facilite su sellado.

El método de Roesse-Gottlieb demostró que posee una --- sensibilidad casi del 10% en comparación con los otros métodos, por lo que se le reconoce como el método Reglamentario-- Internacional; a pesar de requerir material de vidrio altamente especializado de precisión en el pesado de la grasa, así como del mayor tiempo empleado en el tratamiento por muestra.

Comparativamente el método de Gerber tiene ventaja sobre el método anterior; por necesitar el menor tiempo para el tratamiento de una muestra. Sin embargo existen factores que-

no le permiten normalizarse con él, como son:

- 1) Que la grasa extraída por la liberación sulfúrica de su emulsión no representa la materia grasa natural de la leche, sino una mezcla con los productos de reacciones secundarias.
- 2) Durante la extracción, el sulfúro reacciona no solamente sobre el alcohol, sino también sobre la materia grasa provocando una hidrólisis parcial con liberación de ácidos grasos parcialmente solubles en el agua y formación de ácidos grasos sulfanados hidrosolubles.
- 3) El error debido al menisco, que contiene una cantidad de grasa del orden de 4.5 microgramo y no se lee.
- 4) Los siguientes errores son incidentales:
 - a) Trabajando con butirómetros contrastados y usando la misma pipeta hay un 4.5% de probabilidad para el error que sobrepasa 0.020%. Bien hace notar el error debido al vaciado de la pipeta, así

como la lectura en sí tanto por la rapidez a la-
que se realiza como el error de paralaje.

LITERATURA CITADA.

1. Alais, Ch.: Ciencia de la leche, C.E.C.S.A. México, D.F., 1970.
2. Avila, T.S.: Producción Intensiva de ganado lechero, - - C.E.C.S.A., México, D.F., 1984.
3. César. A.C.: Enciclopedia de la leche, Espasa Calpe, S.A. Madrid, España, 1956.
4. Ganguli, M.C., Smith, J.A. and Hanson, L. E.: Indirect micro-method for milk fat determination. J. Dairy Sci., 52-(1): 126-127 (1969).
5. Goded, M. A.: Técnicas Modernas Aplicadas al Análisis de la leche, Dossat, S.A. Madrid, España, 1966.
6. Goded. M. A.: La leche y sus adulteraciones, S.A.E.T.A., - Madrid, España, 1946.
7. Lerche, M.: Inspección Veterinaria de la leche, Acribia, - Zaragoza, España, 1969.
8. Noeman, W. Desorier: Elementos de Tecnología de los alimentos, C.E.C.S.A., México, D.F., 1983.
9. Pérez, D.M.: Manuel sobre ganado productor de leche, Diana, México, D.F., 1982.

10. Ramos, C.M.: Leche su producción, higiene y control ---- sanitario, Veracruz, México, D.F., 1960.
11. Viniegra, F. y C.: Nueva lactología Mexicana, Composi--- ción y Biosíntesis de la leche. Comisión Nacional para el fomento de la producción y aprovechamiento de la leche, México, D.F. 1981.

CUADRO 1
CORRELACION DE LA MEDIA Y LA DESVIACION ESTANDAR
POR CADA PAR (SUBMUESTRA 1 Y 2)

No. MUESTRAS	METODOS PRACTICADOS	SUB - MUESTRAS	\bar{x}	D _s
150 MUESTRAS DE LECHE	GERBER	1	2.99	0.201959
		2	3.00	0.224096
	ROESE - GOTTLIEB	1	3.01	0.236739
		2	3.00	0.258827
	MICRO METODO INDIRECTO	1	2.79	0.613321
		2	2.88	0.676590

CUADRO 2

CORRELACION ENTRE REPETICIONES DE LECTURA
Y LECTURA MEDIA

M E T O D O S	CORRELACION ENTRE REPETICIONES (n = 150)	LECTURA MEDIAS (n = 300)
GERBER	90.34%	3.00 ^a
RCESE - GOTTLIES	92.82%	3.01 ^a
MICRO-METODO INDIRECTO	34.87%	2.84 ^b

a, b: LETRAS DISTINTAS INDICAN DIFERENCIA
SIGNIFICATIVA (P < 0 . 01)

CUADRO 3**CORRELACION DE ACUERDO AL TIPO DE LECHE**

METODOS	CORRELACION DE ACUERDO AL TIPO DE LECHE		LECTURA MEDIA	
	NO. HOM. (n= 50)	HOMOGENEIZADA (n= 100)	NO. HOM. (n= 50)	HOMOGENEIZADA (n= 100)
GERBER	91.30 %	88.54%	4.63	4.43
ROESE-GOTTLEB	99.03 %	98.59 %	3.10	2.98
MICRO-METODO INDIRECTO	44.80 %	21.69%	3.01	2.75

CUADRO 4

CORRELACION MARCA - METODO

MARCAS	M E T O D O S			LECTURA MEDIA POR MARCAS
	GERBER	ROESE - GOTTLIEB	MICRO - METODO	
1	95.54	98.66	7.73	2.73
2	86.14	96.11	0	2.69
3	72.91	75.49	0	3.19
4	87.86	99.50	55.39	2.98
5	63.03	96.50	46.34	2.98
6	89.45	98.66	20.91	3.14

TODA CORRELACION NEGATIVA SE ANOTA COMO CERO

CUADRO 5

ANALIS PROMEDIO MARCA - METODO

MARCAS	M E T O D O S		
	GERBER	ROESE-GOTTLIEB	MICRO-METODO
1	2.91	2.98	2.40
2	2.80	2.74	2.55
3	3.14	3.24	3.20
4	2.98	3.01	2.97
5	2.95	2.96	2.87
6	3.19	3.20	3.05

CUADRO 6

CORRELACION ENTRE METODOS

METODOS	GERBER	ROESE-GOTTLIEB	MICRO-METODO INDIRECTO
GERBER	1.00000 0.0000	0.81099 0.0001	0.29102 0.0001
ROESE- GOTTLIEB	0.81099 0.0001	1.00000 0.0000	0.17820 0.0019
MICRO- METODO	0.29102 0.0001	0.29102 0.0019	1.00000 0.0000