

MUESTREO PARA UNA DETERMINACION ECONOMICA DEL PORCENTAJE DE GRASA EN LECHE*

EDMUNDO J. RINCON^b, VICTOR ZERPA^c,
ALONSO BERMUDEZ^c y CARMEN C. DE RINCON^b

RESUMEN

Se tomaron muestras de leche a intervalos de un día con un período previo de ajuste de una semana de 22 vacas mestizas de la finca La Esperanza, propiedad de la Facultad de Agronomía de LUZ, con el objeto de estudiar cinco métodos de preparación de muestras para determinar en el laboratorio el porcentaje de grasa diario en la leche: AM, PM, AM+PM/2, AM/PM y GRD. Los datos acumulados (1.760 registros) se analizaron por el método de mínimos cuadrados, considerando los efectos de métodos de muestreo, tipo racial y animal jerarquizados entre ellos. El análisis de varianza reveló diferencias significativas ($P < 0,01$) para todos estos efectos. Los animales con predominancia Brahman, presentaron 0,62 por ciento más contenido de grasa ($P < 0,05$) que los de predominancia Holstein y Pardo Suizo. El porcentaje de grasa de las muestras del ordeño PM fue superior ($P < 0,05$) al de la mezcla en partes iguales de los ordeños de AM y PM (AM+PM/2), proporcional a las producciones de los mismos (AM/PM) y grasa real (testigo) en 0,32, 0,38 y 0,37% respectivamente. Entre estas últimas no existieron diferencias significativas. El porcentaje de grasa de las muestras del ordeño de AM resultó inferior ($P < 0,05$) en 0,68, 0,36, 0,30 y 0,31% al de las muestras de PM, PM+AM/2, PM/AM y GRD, respectivamente. El efecto jerarquizado de animal dentro del tipo racial y método de muestreo resultó ser significativo ($P < 0,01$). Se puede inferir de estos resultados que para estimar el porcentaje de grasa diario, se puede hacer sobre la base del análisis de una muestra resultante de la mezcla en partes iguales de los ordeños de AM y PM.

SAMPLING TO MAKE AN ECONOMIC DETERMINATION OF MILK FAT PERCENTAGE

EDMUNDO J. RINCON, VICTOR ZERPA,
ALONSO BERMUDEZ Y CARMEN C. DE RINCON

ABSTRACT

Milk samples of 22 crossbreed cows at the Esperanza farm, property of the Agronomy Faculty, University of Zulia, were taken at one day intervals with an adjusting period of one week; in order to study five sample preparation methods to determine in laboratory the daily milk fat percentage: AM, PM, AM+PM/2, AM/PM and GRD. The accumulated data (1.760 records) were analyzed by the least squares method, considering the sampling methods effects, racial type effects and animal nested within

a. Recibido para su publicación el 18-10-85.

b. Ing. Agr. M.Sc., Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Apdo. 526; Maracaibo, Venezuela.

c. Asistentes de Campo y Laboratorio. La misma dirección.

them. The analysis of variance showed significant difference ($P < 0,01$) for all the effects. The crossbreed animals with Brahman predominant showed 0,62 percent more fat content ($P < 0,05$) than those with Holstein and Brown Swiss predominant. The samples fat percentage of the PM milking was superior ($P < 0,05$) to the equal part mixture of the AM and PM milking (AM+PM/2), proportional to their productions (AM/PM) and real fat (control) in 0,32; 0,38 and 0,37 percent respectively. There were no significant differences between the last three. The samples fat percentage of the AM milking was less ($P < 0,05$) in 0,68; 0,36; 0,30 and 0,31 percent than the one for the PM, PM+AM/2, PM/AM and GRD samples, respectively. The animal within racial type and sampling method nested effect was significant ($P < 0,01$). It can be established that the daily fat percentage can be taken on the base of the analysis of samples resulting of the equal parts mixture of the AM and PM milkin.

INTRODUCCION

En la actualidad se estima que la determinación más exacta de la producción de grasa en la leche, se hace sobre la base del porcentaje de grasa real del ordeño de la mañana y de la tarde. En la práctica el procedimiento que más se aproxima a esta determinación es el análisis de una muestra diaria de leche que sea proporcional (volúmenes) a las producciones de la mañana y de la tarde. Este procedimiento de preparación de muestras para la determinación butirométrica del porcentaje de grasa en el laboratorio, al igual que el de la grasa real diaria, requieren del uso de mayores recursos humanos, insumos de laboratorio y tiempo de análisis. Todos estos elementos determinan que el proceso para la determinación de grasa en la leche resulta muy costoso. Como una alternativa más práctica y económica podría utilizarse una sola muestra de leche producto de la mezcla en partes iguales del ordeño de la mañana y de la tarde, independientemente de las cantidades de leche producidas en las mismas.

Existe muy poca información en la literatura orientada a analizar los métodos de preparación de muestras para la determinación del porcentaje de grasa, sino que la misma está orientada a la determinación en base a los volúmenes producidos en diferentes etapas de la lactancia, a diferentes intervalos entre los ordeños y a pruebas o métodos de laboratorio. Sin embargo, U'Lyanova (15) señala que cantidades iguales de leche de los ordeños AM y PM pueden ser utilizados como una muestra representativa para la determinación del porcentaje de grasa.

En relación a las cantidades de leche producida entre dos ordeños consecutivos, muchas investigaciones señalan que la producción del ordeño de AM supera al de PM (3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12).

Everett y Wadell (4) demostraron que las diferencias entre las producciones de los ordeños de la mañana y de la tarde están en función del intervalo entre ellos y los días en producción. Por su parte, Putnam y Gilmore (10) señalan que la producción del ordeño de la mañana supera al de la tarde entre 10 a 15 por ciento.

Hargrove y Gilbert (6) indican, al igual que los anteriores, que se hace indispensable hacer ajustes en la producción de leche cuando los intervalos de ordeños son diferentes a 12 horas.

El contenido de grasa a diferentes intervalos varía significativamente. Ormisnton et al. (9), Sammons (11) y Spike et al (13), reportaron que el contenido de grasa en el ordeño de la tarde es superior al de la mañana. Contrariamente, Turner (14) y Whelock et al (16) señalan que no existen diferencias en el contenido a cualquier intervalo de ordeño.

En la presente investigación se evaluará la precisión de varios métodos de preparación de muestras para la determinación del contenido de grasa en la leche.

MATERIALES Y METODOS ESTADISTICOS

El presente trabajo fue conducido en la Hacienda "La Esperanza", propiedad de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, ubicada en el Km. 107 de la vía que conduce a la zona del Dtto.

Perijá, Edo. Zulia. Se seleccionaron 22 vacas mestizas (17 con predominancia de la raza Brahman y 5 con predominancia de razas europeas), que cumplieron con las siguientes condiciones:

- a. Edad comprendida entre los tres y seis años.
- b. Vacas con dos y cuatro lactancias.
- c. Período de gestación no mayor de los cinco meses.
- d. Lactancias comprendidas entre los 60 y 150 días.

Los animales seleccionados formaban parte del rebaño productor, manejado en forma similar a como lo hacen en la mayoría de las fincas de la zona. Se utilizó inseminación artificial o monta controlada y se ordeñaban manualmente dos veces por día con el apoyo del becerro. La alimentación era principalmente a base de pastoreo de guinea (*Panicum maximum*, Jacq.) en potreros de 4 a 12 hectáreas, fertilizados con 100 Kgs de nitrógeno por hectárea por año. También se les suministró aproximadamente 1,25 Kgs diarios de un alimento concentrado comercial de 17 por ciento de proteína cruda y melaza a razón de 1 Kg diario durante todo el año.

Se tomaron muestras de leche tres veces por semana, a intervalos de un día durante un período de 45 días con una etapa previa de ajuste de siete días. Las muestras fueron tomadas a intervalos entre los ordeños PM/AM y AM/PM de 13 y 11 horas, respectivamente.

Se estudiaron cinco métodos de preparación de muestras para determinar el porcentaje de grasa bajo el método de análisis de Babcock (1):

- a. Determinación del porcentaje de grasa diario en base a la muestra del ordeño AM.
- b. Determinación del porcentaje de grasa diario en base a la muestra del ordeño PM.
- c. Determinación del porcentaje de grasa diario en base a una muestra en partes iguales de los ordeños AM y PM.
- d. Determinación del porcentaje de grasa diario en base a una muestra producto de la mezcla proporcional a los volúmenes producidos durante los ordeños AM y PM.
- e. Determinación del porcentaje de grasa real diario (testigo) en base al contenido de grasa y rendimiento de cada ordeño (AM y PM) por separado.

Las muestras se analizaron por duplicado, tomándose el valor promedio para el análisis definitivo.

Los datos obtenidos fueron estudiados bajo el sistema de análisis de varianza jerarquizado, por el método de mínimos cuadrados, considerando como variables discretas independientes los efectos de: Método de muestreo, tipo racial, animal jerarquizado dentro del tipo racial y método de muestreo y la interacción de método de muestreo por tipo racial. Como variable dependiente continua se estudió el porcentaje de grasa en la leche.

El modelo matemático que se utilizó para describir la información estudiada fue:

$$Y_{ijkl} = \mu + M_i + R_j + (MR)_{ij} + (A:RM)_{k:ij} + \epsilon_{ijkl}$$

donde: μ = media de la población

M_i = efecto del i -ésimo método de muestreo ($i:1,2,3,4$ y 5)

R_j = efecto del j -ésimo tipo racial ($j:1$ y 2)

(MR) = efecto de la interacción del método de muestreo por tipo racial.

$(A:RM)_{R:ij}$ = efecto jerarquizado del k -ésimo animal dentro del j -ésimo tipo racial e i -ésimo método de muestreo.

ϵ_{ijkl} = error experimental

La prueba de rango múltiple de Duncan fue utilizada para la comparación de los promedios cuando las diferencias resultaron significativas.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los porcentajes de grasa promedios obtenidos por los tipos raciales estudiados. El análisis de varianza reveló diferencias significativas ($P < 0,01$) para este efecto. Los animales con predominancia de herencia Brahman, mostraron 0,62 por ciento más de contenido de grasa que los de predominancia de herencia Europea, lo que significa en valores relativos que las primeras presentan un 16,48 por ciento más de contenido de grasa. Este resultado concuerda con los encontrados por Mahadevan (8) y Branton et al. (2), los cuales señalan que los cruces con predominancia de la raza Bos Indicus, presentaron un contenido de grasa superior en 20 y 27 por ciento (valor relativo) a las razas europeas.

TABLA 1. Porcentaje de grasa para los tipos raciales.

TIPO RACIAL	Nº ANIMALES	Nº REGISTROS	% GRASA
B ^a x M ^b	17	1360	4,38 ± 0,015
PoH x M	5	400	3,76 ± 0,029

B = Brahman, P = Pardo Suizo, H = Holstein y M = Mestizo indeterminado.

a = Fracción de la raza paterna b = Fracción de la raza materna.

NOTA: Diferencia significativa ($P < 0,01$) entre tipos raciales.

En la Tabla 2 se muestran los porcentajes de grasa promedios obtenidos para los diferentes métodos de preparación de las muestras para el análisis en el laboratorio. El análisis de varianza, reveló diferencias significativas ($P < 0,01$) entre ellos. El porcentaje de grasa de la muestra del ordeño de la tarde (PM) resultó significativamente ($P < 0,05$) superior en 0,32; 0,38 y 0,37 por ciento al de las muestras en partes iguales (PM+AM/2), proporcional a las producciones (PM/AM) y grasa real diaria (GRD), respectivamente. Las diferencias entre estos tres últimos métodos de muestreo no alcanzaron niveles de significancia. El porcentaje de grasa de la muestra del ordeño de la mañana (AM) resultó significativamente ($P < 0,05$) inferior en 0,68; 0,36; 0,30 y 0,31 por ciento al de las muestras de PM, PM+AM/2, PM/AM y GRD, respectivamente. Este resultado concuerda con los encontrados por Sammons, et al (11). Orminston, et al (9) y Spike, et al (13), quienes señalan que el porcentaje de grasa obtenido en el ordeño de la tarde resultó ser significativamente superior al de la mañana.

TABLA 2. Porcentaje de grasas para los diferentes métodos de preparación de muestras.

METODO	Nº REGISTROS	% DE GRASA
AM	352	3,74 ± 0,05 ^a
PM	352	4,42 ± 0,05 ^a
$\frac{AM+PM}{2}$	352	4,10 ± 0,05 ^a
AM/PM	352	4,04 ± 0,05 ^a
GRD	352	4,05 ± 0,05 ^a

AM = ordeño de la mañana, PM = ordeño de la tarde, GRD = grasa real diario.

NOTA: Los promedios de la misma columna señalados con letras distintas son significativamente ($P < 0,05$) diferentes.

Al enfocar este resultado desde el punto de vista de preparación de la muestra para el análisis butirométrico en el laboratorio, encontramos que al usar como testigo el porcentaje de grasa real diario (GRD), calculado sobre la base de los porcentajes de grasa y producciones de leche de los ordeños de la mañana (AM) y tarde (PM) por separado, resultando ser éste el método más preciso, nos permite señalar que el porcentaje de grasa obtenido del análisis de las muestras preparadas en partes iguales, independientemente de las producciones de los ordeños, no difieren de éste, ni tampoco del de las muestras preparadas proporcionalmente a los productores, que en la práctica resulta ser equivalente a GRD. Todo esto nos sugiere que para estimar la producción de grasa de una vaca lactante, puede hacerse sobre la base de la toma en el día centrado de control de una muestra de leche de los ordeños de AM y PM en partes iguales, facilitando así la labor previa de preparación para el análisis de laboratorio.

TABLA 3. Porcentaje de grasa para los animales estudiados.

Animal	T. Racial	N° Parto	Regist.	AM	METODO DE MUESTREO			GRD
					PM	AM+PM	AM/PM	
710	B ¹ x M ²	4	16	3,35	4,10	3,73	3,66	3,69
808	H x M	3	16	3,29	3,80	3,65	3,58	3,55
824	B x M	3	16	4,20	5,09	4,71	4,61	4,62
826	B x M	4	16	3,80	4,55	4,18	4,16	4,16
828	B x M	3	16	4,56	4,98	4,80	4,76	4,75
841	B x M	3	16	4,25	5,13	4,72	4,69	4,67
844	B x M	4	16	3,39	4,88	4,15	4,15	4,11
859	B x M	4	16	4,28	6,01	5,15	5,08	5,08
879	B x M	3	16	3,94	4,45	4,31	4,23	4,16
880	B x M	3	16	4,66	5,54	5,10	5,09	5,07
884	B x M	3	16	3,79	5,30	4,61	4,53	4,48
893	B x M	3	16	3,14	4,25	3,69	3,61	3,66
4010	B x M	2	16	3,26	3,81	3,54	3,46	3,49
5012	B x M	2	16	3,95	4,61	4,31	4,29	4,26
5013	P x M	2	16	3,97	4,36	4,12	4,10	4,13
5014	H x M	2	16	3,25	4,06	3,63	3,53	3,58
5030	P x M	2	16	3,94	4,02	4,01	3,98	3,97
5032	B x M	2	16	3,58	4,04	3,83	3,80	3,79
5033	B x M	2	16	3,58	4,92	4,24	4,21	4,21
5035	B x M	2	16	3,83	4,42	4,10	4,13	4,16
5037	B x M	2	16	4,01	4,41	4,20	4,18	4,19
5054	B x M	2	16	4,73	5,40	5,01	4,98	5,03

B = Brahman, P = Pardo Suizo, H = Holstein y M = Mestizo Indeterminado.

1 = Fracción de la raza paterna 2 = Fracción de la raza materna.

NOTA: Diferencia significativa ($P < 0,05$) entre los porcentajes de grasa de B x M y H x M ó P x M dentro de cada modelo. El error standard fue de 0,07.

En la Tabla 3 se presentan los porcentajes de grasa obtenidos por animal para los métodos de muestreo y grupos raciales estudiados. El análisis de varianza reveló diferencias significativas ($P < 0,01$) para el efecto de animal jerarquizado entre muestreo y grupo racial. Se observa que dentro de cada método para los animales con predominancia de la raza Brahman, los identificados con los números 710, 893 y 5032, en promedio presentaron un porcentaje de grasa inferior ($P < 0,05$), lle-

gando a alcanzar valores similares a los presentados por los animales con predominancia de las razas europeas. Esto podría explicarse al hecho de que en el genotipo de los mismos, además del 50 por ciento de la fracción de la raza paterna Brahman, el aporte del otro 50 por ciento de la parte materna de mestizo indeterminado, estaría constituido principalmente por genes de las razas europeas. En los otros animales podría ser también factible que en esta fracción predominen los genes de Bos Indicus. Por otro lado, se nota cierta tendencia dentro de los animales con predominancia Brahman de que el contenido de grasa se incremente en la medida en que la lactancia sea mayor.

El efecto de la interacción de tipo racial x método de muestreo, resultó ser significativo ($P < 0,01$). Los promedios presentados en la Tabla 4 muestran la misma tendencia señalada para los efectos principales por separado.

TABLA 4. Porcentaje de grasa para la interacción de método de preparación de la muestra y tipos raciales.

TIPO	REGISTROS	METODOS DE MUESTREO				GRD
		AM	PM	AM+PM 2	AM/PM	
B ¹ xM ²	272	3,94±0,04 ^c	4,83±0,04 ^a	4,40±0,04 ^b	4,36±0,04 ^b	4,36±0,04 ^b
P ó HxM	80	3,54±0,07 ^c	4,01±0,07 ^a	3,79±0,07 ^b	3,73±0,07 ^b	3,75±0,07 ^b

B = Brahman, P = Pardo Suizo, H = Holstein y M = Mestizo indeterminado.

1 = Fracción de la raza paterna. 2 = Fracción de la raza materna.

NOTA: Los promedios de la misma hilera señalados con letras distintas, son significativamente ($P < 0,05$) diferentes. Todos los promedios de los tipos raciales para cada método resultaron también significativos ($P < 0,05$).

El valor estimado del coeficiente de determinación para el modelo estudiado fue de 0,49, lo cual indica que el modelo describe satisfactoriamente la variable estudiada (porcentaje de grasa).

CONCLUSIONES

Los resultados de la presente investigación nos permiten inferir lo siguiente:

- El contenido de grasa de un animal se incrementa en la medida de que en el genotipo del mismo exista una mayor proporción de genes Bos Indicus.
- Para calcular la producción de grasa (Kg) de una vaca lactante puede hacerse sobre la base del porcentaje de grasa estimado del análisis de una muestra de leche tomada en partes iguales del ordeño de la mañana y de la tarde.

ANEXO 1. Análisis de varianza para el porcentaje de grasa.

FUENTE DE VARIACION	g de 1	CUADRADO MEDIO	F
Método de Muestreo	4	15,86	11,8**
Tipo Racial	1	117,24	87,4**
Método x Tipo	4	1,34	3,8**
Animal (Método: Tipo)	100	3,18	9,1**
Error	1650	0,3496	

** $P < 0,01$

LITERATURA CITADA

1. BABCOCK, S. M. The Babcock test. Wisc. Agr. Expt. Sta. Bul. U.S.A. 1892.
2. BRANTON, C., R. E. MCDOWELL and M. A. BROWN. Zebu-European crossbreeding as a basis of Dairy Cattle improvement in the U.S.A. Southern Cooperative Series. Bulletin 114. U.S.A. 40 p. 1966.
3. EVERETT, R. W. and L. H. WADELL. The relationship between milking intervals and individual milk weights. J. Dairy Sci. **53** (5): 548-553. 1970a.
4. EVERETT, R. W. and L. H. WADELL. Source of variation affecting the Difference between Morning and Evening Daily Milk Production. J. Dairy Sci. **53**(10): 1424-1429. 1970b.
5. GILBERT, G.R., G. L. HARGROVE and M. KROGER. Diurnal variation in Milk yield, Fat yield, Milk Fat percentage and Milk Protein Percentage of Holstein. Friesian cows. J. Dairy Sci. **56**(3): 409-410. 1973.
6. HARGROVE, G. L. and G. R. GILBERT Differences in Morning and Evening sample and adjustment to Daily Weights and Percent. J. Dairy Sci. **67**(1): 194-200. 1984.
7. KOSHI, J. H. and W. E. PETERSON, The effect of the length of intervals between milking on the milk and butterfat production. J. Dairy Sci. **37**(6): 673. 1954.
8. MAHADEVAN, P. Breeding for milk production in tropical cattle. Commonwealth Agricultural Bureaux. England. 1966.
9. ORMINSTON, E. E., S. L. SPAHR, R. W. TOUCHBERRY and J. L. ALBRIGTH. Effects of milking at unequal intervals for a complete lactation on milk yield and composition. J. Dairy Sci. **50**(10): 1597-1605. 1976.
10. PUTNAM, D. N. and H. C. GILMORE. Alternate AM-PM testing for Dairy Herd improvement Association programs-operational procedures. J. Dairy Sci. **52**(6): 945. 1969.
11. SAMMONS, J. C. Influence of unequal milking intervals on milk and fat production and on udder health in Holstein cows. M. S. thesis. The Pennsylvania State University. University Park. U.S.A. 1956.
12. SCHMIDT, G. H. Effect of milking intervals on the rate of milk and fat secretion. J. Dairy Sci. **43**(2): 213-219. 1960.
13. SPIKE, P. W., P. L. SPIRE and C. E. MEADOWS. Variation in PM-AM milk fat sampling. J. Dairy Sci. **53**(5): 685. 1970.
14. TURNER, H. G. The effect of unequal intervals between milking upon milk production and diurnal variation in milk secretion, Australian J. Agr. Research. **6**(3): 530-538. 1955.
15. U'LYANOVA, G. K. New method of sampling cows milk from milking. J. Dairy. Sci. **37**(8): 442. 1975.
16. WHELOCK, J. V., J.A.F. ROOK and F. M. DODD. The effect on incomplete milking or of an extended milking intervals on the yield and composition of cows milk. J. Dairy Research. **32**(3): 249-254. 1970.