



Revista Científica

ISSN: 0798-2259

revistafcv@gmail.com

Universidad del Zulia

Venezuela

Ochoa Alfaro, Ana Erika; Vega Roque, Leticia; Ochoa Cordero, Manuel Antonio; Bisset Mandeville, Peter; Torres Hernández, Glafiro

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LA LECHE DE OVEJAS RAMBOUILLET BAJO
MANEJO INTENSIVO**

Revista Científica, vol. XIX, núm. 2, marzo-abril, 2009, pp. 196-200

Universidad del Zulia

Maracaibo, Venezuela

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95911642014>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LA LECHE DE OVEJAS RAMBOUILLET BAJO MANEJO INTENSIVO.

Physicochemical Characteristics of Rambouillet Ewes's Milk Under Intensive Management.

Ana Erika Ochoa Alfaro¹, Leticia Vega Roque¹, Manuel Antonio Ochoa Cordero^{2*}, Peter Bisset Mandeville³
y Glafigo Torres Hernández⁴

¹Facultad de Ciencias Químicas, UASLP, Av. Dr. Salvador Nava # 6. Zona Universitaria, San Luis Potosí, S.L.P., México.

²Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Km. 14.5 Carretera San Luis Potosí-Matehuala, Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., C.P. 78431, A.P. F-2263. México. ³Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de San Luis Potosí., Av. Venustiano Carranza 2405, San Luis Potosí, S.L.P. 78210. México. ⁴Programa de Ganadería, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México 56230 México. *E-mail: simba646@hotmail.com

RESUMEN

El propósito de este trabajo fue determinar la composición fisicoquímica de la leche de ovejas Rambouillet manejadas en estabulación. Para tal efecto se utilizaron durante un periodo de lactancia de 12 semanas, 36 ovejas Rambouillet entre 2 y 5 años de edad con un peso promedio de 60 ± 5 kg, que habían parido solamente una cría. Se tomaron muestras de la leche en las semanas 1, 3, 6, 8 y 12, y el análisis fisicoquímico se realizó utilizando métodos tradicionales de laboratorio. El análisis estadístico se efectuó utilizando el paquete "R" y teniendo como variables dependientes sólidos totales, grasa, proteína, lactosa, cenizas, acidez real, densidad y pH, mientras que la única variable independiente fue etapa de lactancia. Los promedios generales de la composición de la leche fueron: sólidos totales $16,89 \pm 2,14$; grasa $5,78 \pm 2,09$; proteína $5,26 \pm 0,49$; lactosa $4,54 \pm 0,35$; cenizas $0,92 \pm 0,07$; acidez real $2,05 \pm 0,30$; densidad $1,036 \pm 2,9 \times 10^{-3}$; y pH $6,68 \pm 0,17$. Se presentaron diferencias significativas ($P<0,05$) de los componentes de la leche durante el transcurso de la lactancia, excepto en el pH ($P>0,05$). En sólidos totales, grasa, proteína y densidad hubo un incremento a partir de la semana 6; la lactosa y cenizas tuvieron un decremento en las semanas 12 y 8, respectivamente, mientras que la acidez real aumentó a partir del inicio de la lactancia. Las características fisicoquímicas de la leche de ovejas Rambouillet son semejantes a las que se encuentran en otras razas, por lo que es posible utilizar su leche durante periodos cortos y procesarla con fines industriales, principalmente en quesos.

Palabras clave: Características físico-químicas, leche de ovejas, manejo intensivo.

ABSTRACT

The aim of this work was to determine the physicochemical composition of Rambouillet ewe's milk in intensive management for this, 36 Rambouillet ewes, 2-5 years old, with an average body weight of 60 kg, that had given birth to a single lamb, were utilized during 12-week lactation period. Milk samples were taken in weeks 1, 3, 6, 8 and 12 and the physicochemical analysis was performed utilizing traditional laboratory methods. The statistical analysis was carried out utilizing the "R" statistical package with total solids, fat, protein, lactose, ashes, real acidity, density, and pH as dependent variables, and lactation stage as the only independent variable. Overall means for the milk composition were: total solids $16.89 \pm 2.14\%$, fat $5.78 \pm 2.09\%$, protein $5.26 \pm 0.49\%$, lactose $4.54 \pm 0.35\%$, ashes $0.92 \pm 0.07\%$, real acidity $2.05 \pm 0.30\%$, density $1.036 \pm 2.9 \times 10^{-3}$ and pH 6.68 ± 0.17 . There were significant differences ($P<0.05$) of the milk components during lactation, except in pH ($P>0.05$). From week 6 on there was an increase in total solids, fat, protein, and density; lactose and ashes had a decrease in weeks 12 and 8, respectively, whereas real acidity had an increase from week 1 on. Physicochemical characteristics of Rambouillet ewes's milk are not very different from those found in other breeds, for which it is possible to utilize the milk of these ewes for short periods and process it with industrial purposes, mainly in cheese.

Key words: Physicochemical characteristics, ewe's milk, intensive management.

INTRODUCCIÓN

De los 1058 millones de ovinos (*Ovis aries*) que existen a nivel mundial, aproximadamente 196 millones son ovejas de

leche, las que ocupan el cuarto lugar en producción de leche mundial con 8 millones de toneladas métricas por año (TM) [8]. En los países del Mediterráneo se localiza la mayor parte de las razas ovinas lecheras, de las cuales aproximadamente 25 millones se encuentran en programas lecheros y cuyos insumos de leche y carne son muy apreciados para el consumo humano [25]; los 4 millones de toneladas métricas (TM) por año de leche producida en esa zona representan el 50% de la producción total mundial [8]. El interés por la producción de leche de oveja ha aumentado recientemente en países como el Reino Unido [3], los Estados Unidos de Norteamérica [5, 23] y Oceanía [4]. En México, el uso de la leche de oveja podría ser una alternativa para los sectores de mayor pobreza y desnutrición, pero sobretodo, una opción de producción y mercado para productores con explotaciones altamente tecnificadas. Sin embargo, existen escasos trabajos sobre el potencial de producción y calidad de leche en ovejas, como es por ejemplo el caso de las razas Suffolk y Rambouillet, que son las de más amplia difusión en México [7, 16], así como en las ovejas criollas tipo Chiapas [17, 18]. El objetivo de este trabajo fue determinar las características físicas y químicas de la leche de ovejas Rambouillet en sistema intensivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en la Unidad Ovina de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), ubicada en el ejido "Palma de la Cruz", municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., en el km 14,5 de la Carretera San Luis-Matehuala, México. Se localiza en las coordenadas geográficas a 22° 14' LN y 100° 51' LO, a 1835 msnm [14]. El clima es seco frío, con una temperatura media anual de 17,8°C y una precipitación media anual de 271 mm [10]. Se utilizaron 36 ovejas Rambouillet con una edad entre 2-5 años con un peso promedio de 60 ± 5 kg. Las muestras de leche se tomaron durante las semanas 1; 3; 6; 8 y

12. Una descripción de las ovejas, su manejo y procedimiento de ordeño fue descrito [16]. El contenido de grasa fue determinado por el método de Gerber [1], los sólidos totales por calentamiento en una estufa (Thermo Electrón: Thelco, estufa de gravedad convencional de 65 a 250°C, con sensibilidad de ± 0,36°C; E.U.A), la proteína (N x 6,38) por el método de Microkjeldahl [1], la lactosa por el método de Eynon y Lane [1], cenizas por incineración en una mufla (Marca Linderberg, Modelo 51848, Industria Sola Basic S.A., México), para los análisis de densidad se utilizó un lactodensímetro, para pH un potenciómetro (Marca Corning, Modelo pH Meter 345, Electro de high performance combination, Reino Unido) y para acidez real titulación directa con NaOH 0,1N [1]. El análisis de los datos se realizó con el paquete estadístico "R" [13] mediante un modelo de efectos fijos con medidas repetidas de un factor [12]. Las variables dependientes analizadas fueron sólidos totales, grasa, proteína, lactosa, cenizas, acidez real, densidad y pH, mientras que la única variable independiente fue la etapa de lactancia. En los casos procedentes, las diferencias entre las medias de los tratamientos se compararon mediante la prueba HSD de Tukey [21].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados generales de los componentes físicoquímicos de la leche de ovejas Rambouillet se presentan en la TABLA I. Los promedios de los componentes químicos de la leche (sólidos totales, grasa, proteína y lactosa) de las ovejas Rambouillet obtenidos en este trabajo fueron inferiores a los reportados en ovejas de la misma raza, pero con una duración de la lactancia mayor (130 vs 84 días) [5]. Respecto a las determinaciones de acidez real, densidad y pH, no existen datos en la literatura en ovejas de la raza Rambouillet. Existen diferencias importantes entre razas de ovejas en acidez real; en ovejas Nuami y Nadji se han encontrado valores de 1,3 y 1,6 g/L respectivamente [19], en ovejas Massese 2,0 g/L [20] y en

**TABLA I
ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA COMPOSICIÓN FISICO-QUÍMICA DE LA LECHE DE OVEJAS RAMBOUILLET BAJO
MANEJO INTENSIVO / DESCRIPTIVE STATISTICS OF THE PHYSICOQUÍMICAL COMPOSITION OF RAMBOUILLET EWE'S MILK UNDER
INTENSIVE MANAGEMENT**

Datos	Media ± D.E.	C.V.	Rango	
			Mínimo	Máximo
Proteína (%)	5,26 ± 0,49	9,35	4,03	7,19
Sólidos totales (%)	16,89 ± 2,14	12,68	12,50	22,11
Grasa (%)	5,78 ± 2,09	36,17	1,90	10,34
Lactosa (%)	4,54 ± 0,35	7,81	3,81	5,89
Cenizas (%)	0,92 ± 0,07	7,84	0,79	1,26
Acidez real (g/L)	2,05 ± 0,30	15,10	1,28	3,13
Densidad	1,036 ± 2,9 × 10 ⁻³	0,28	1,016	1,045
pH	6,68 ± 0,17	2,69	5,65	7,00

D.E.: desviación estándar. C.V.: coeficiente de variación.

ovejas Epirus Mountain 2,26 g/L [20]. Sin embargo, los datos de densidad (1,036 Quevenne) en la oveja Rambouillet son bastante similares a los obtenidos en otras raza, Epirus Mountain 1,037 [20]; Ossimi y Saidi 1,037 [11]; aspecto semejante se observó con los resultados del pH (6,68) en comparación con ovejas de las razas Nuami (6,63) y Nadji (6,60) [19] y en ovejas Massese (6,7) [6].

En la TABLA II se detalla el efecto de la etapa de la lactancia en los componentes fisicoquímicos de la leche de ovejas Rambouillet. Los porcentajes de sólidos totales y de grasa fueron similares ($P>0,05$) en las tres primeras semanas de la lactancia, mientras que en las dos últimas se encontraron diferencias significativas ($P<0,05$) comparados con las tres primeras semanas, presentándose un mayor porcentaje de sólidos totales (19,49%) y de grasa (8,42%) en la última semana de la lactancia. La evolución del contenido de proteína en la leche presentó diferencias significativas ($P<0,05$) a través del periodo de lactancia en forma muy irregular. Los mayores porcentajes de proteína se presentaron al principio (semana 1) y final (semana 12) de la lactancia. En los porcentajes de la lactosa no se presentaron cambios significativos ($P>0,05$) durante las primeras cuatro semanas, siendo menor el porcentaje de lactosa en la última semana de la lactancia ($P<0,05$). Las cenizas disminuyeron paulatinamente durante la lactancia hasta llegar a un mínimo (0,90%) en la última semana ($P<0,05$). Se manifestó un aumento progresivo de la acidez real de la leche conforme transcurría la lactancia, hasta llegar a un máximo (2,23g/L) en la última semana de la lactancia ($P<0,05$). La densidad de la leche fue más alta ($P<0,05$) en la semana seis y más baja en la última semana de la lactancia. Durante toda la lactancia no se presentaron efectos significativos ($P>0,05$) en el pH de la leche.

La composición de la leche de ovejas Rambouillet varió durante el periodo de lactancia, aspecto que puede ser debido, entre otras cosas, a los cambios de la producción hormonal

que ocasiona cambios metabólicos en diversos tejidos para el mantenimiento de la lactancia [2]. Los sólidos totales están definidos por el contenido de grasa, proteína, lactosa y cenizas, por lo tanto, las variaciones de éstos producen fluctuaciones en los sólidos totales, observándose que a partir de la semana 6, fueron afectados principalmente por la variación en el contenido de grasa. El aumento tanto de la grasa como de los sólidos conforme transcurre la lactancia ya habían sido identificados en otros trabajos [9, 11]. Sin embargo, en lactancias muy prolongadas (37 semanas) se observó un comportamiento fluctuante del contenido de la grasa en la leche, encontrando un decremento en las semanas 17-18, seguido de un incremento en las semanas 24-29 y posteriormente un decremento hasta la semana 37 [20]. El contenido de proteínas evolucionó en forma diferente a la grasa y a los sólidos totales durante la etapa de la lactancia. En cruces de diferentes razas se obtuvo un incremento de la proteína en las semanas 3, 8 y 12 de la lactancia [24]. El contenido de lactosa en el presente trabajo fue similar desde el inicio de la lactancia hasta la semana 8, pero su valor fue mínimo al término de la lactancia (semana 12). En ovejas Epirus Mountain con una lactancia de 37 semanas, no se observaron diferencias en el contenido de lactosa entre las semanas 7-35, pero sí observaron un decremento de la misma en las dos últimas semanas [20]. Por otra parte, en ovejas no lecheras (Rambouillet, Columbia, Polypay y Suffolk) encontraron que en el pico de la lactancia (28 días) el contenido de lactosa era elevado, y que éste fue disminuyendo a partir de los 28 hasta los 98 días de lactancia [22]. No existe mucha información en la literatura que identifique el comportamiento del contenido de cenizas en la leche de acuerdo a la etapa de la lactancia. En ovejas Suffolk x Clun Forest se obtuvo una disminución de las cenizas de la leche en las semanas 3 y 7 de la lactancia [26], mientras que en ovejas Dorset no obtuvieron diferencias en el contenido de cenizas de la leche durante el transcurso de la lactancia [27]. En ovejas Epirus Mountain se encontró un incremento de la acidez de la leche

TABLA II
EFFECTO DE LA ETAPA DE LACTANCIA EN LA COMPOSICIÓN FISICO-QUÍMICA DE LA LECHE DE OVEJAS RAMBOUILLET BAJO MANEJO INTENSIVO / EFFECT OF LACTATION STAGE ON THE PHYSICOCHEMICAL COMPOSITION OF RAMBOUILLET EWE'S MILK UNDER INTENSIVE MANAGEMENT

Datos	Semanas				
	1	3	6	8	12
Proteína (%)	5,37 ± 0,51 ^{bc}	5,17 ± 0,41 ^{ab}	5,08 ± 0,35 ^a	5,19 ± 0,41 ^{abc}	5,43 ± 0,51 ^c
Sólidos totales (%)	16,03 ± 1,17 ^a	15,63 ± 1,44 ^a	15,86 ± 1,54 ^a	17,46 ± 2,30 ^b	19,49 ± 1,24 ^c
Grasa (%)	4,82 ± 1,23 ^a	4,86 ± 1,51 ^a	4,77 ± 1,54 ^a	6,24 ± 2,16 ^b	8,42 ± 0,94 ^c
Lactosa (%)	4,56 ± 0,25 ^a	4,66 ± 0,36 ^a	4,65 ± 0,32 ^a	4,63 ± 0,37 ^a	4,19 ± 0,19 ^b
Cenizas (%)	0,94 ± 0,05 ^a	0,93 ± 0,08 ^{ab}	0,91 ± 0,07 ^{ab}	0,91 ± 0,06 ^{ab}	0,90 ± 0,07 ^b
Acidez real (g/L)	1,83 ± 0,26 ^a	1,97 ± 0,21 ^{ab}	2,09 ± 0,26 ^b	2,12 ± 0,26 ^b	2,23 ± 0,37 ^c
Densidad	1,037 ± 2,4×10 ^{-3ab}	1,037 ± 2,0×10 ^{-3ab}	1,038 ± 8,0×10 ^{-3a}	1,036 ± 2,6×10 ^{-3b}	1,035 ± 6,2×10 ^{-3c}
pH	6,72 ± 0,17 ^a	6,62 ± 0,49 ^a	6,60 ± 0,22 ^a	6,68 ± 0,10 ^a	6,67 ± 0,21 ^a

^{abc}Valores dentro de líneas con diferente literal son significativas ($P<0,05$).

entre las semanas 7 a la 20, seguido de una disminución hasta la semana 37 [22]. La densidad de la leche depende de las densidades relativas de sus componentes, siendo característica de cada tipo de leche. En ovejas Epirus Mountain se presentó un decremento de la densidad entre las semanas 24 a la 27 [20]. La acidez aparente (pH) es el resultado de la interacción de todos los componentes de la leche y es cercano a la neutralidad, por lo que cualquier cambio en este valor representa una alteración del producto; un pH bajo se debe a un proceso de acidificación microbiana y un pH alto a una posible infección de mastitis [15]. Siendo el pH definido como el logaritmo negativo de las concentraciones de iones hidrógeno, que depende de las concentraciones de proteína, minerales y ácido láctico producido por las bacterias acidolácticas se requiere de cambios drásticos en la concentración de estos componentes para que el pH sea afectado.

CONCLUSIONES

Con excepción del pH, los componentes de la leche mostraron cambios durante la lactancia; los sólidos totales, grasa, proteína y densidad se incrementaron a partir de la semana 6; la lactosa y cenizas tuvieron una disminución en las semanas 12 y 8, respectivamente, mientras que la acidez real se incrementó gradualmente desde el inicio de la lactancia. Es posible aprovechar la leche de ovejas Rambouillet por períodos de 12 semanas y utilizarla con fines industriales, principalmente en quesos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. (AOAC). **Official Methods of Analysis**. 15th Ed. Arlington, VA. U.S.A. 1990.
- [2] BAUMAN, D.E.; CURIE, W.B. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. **J. Dairy Sci.** 63: 1514-1529. 1980.
- [3] BELL, S. Development of dairy sheep industry in the United Kingdom. **North American Dairy Sheep Symposium**. University of Minnesota, St. Paul, July 25-28. Minnesota. 59-64 pp. 1989.
- [4] BENCINI, R.; PULINA, G. The quality of sheep milk: a review. **J. of Sheep and Wool Sci.** Vol. 45: No. 3, Paper 5. 182-220 pp. 1997.
- [5] BOYLAN, W.J. The genetic basis of milk production in sheep. **North American Dairy Sheep Symposium**. University of Minnesota, St. Paul, July 25-28. Minnesota. 1-8 pp. 1989.
- [6] CASOLI, C.; DURANTI, E.; MORBIDINI, L.; PANELLA, F.; VIZIOLI, V. Quantitative and compositional variations of Massese sheep milk by parity and stage of lactation. **Small Rumin. Res.** 2: 47-62. 1989.
- [7] DOMÍNGUEZ, Z.; ORCASBERRO, R. Producción de leche de borregas Suffolk y Rambouillet en pastoreo. **Memorias de la Asociación Mexicana de Producción Animal (AMPA)**. Aguascalientes, Aguascalientes. Mex. 46pp. 1983.
- [8] FAOSTAT. Agricultural data. On Line: <http://apps.fao.org/> 2001.
- [9] FADEL, I.; OWEN, J.B.; KASSEM, R.; JUHA, H. A note on the milk composition of Awassi ewes. **Anim. Prod.** 48:606-610. 1989.
- [10] GARCÍA, E. **Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen**. 2^o Ed. UNAM, México D.F. 246 pp. 1973.
- [11] HASSAN, H.A. Effects of crossing and environmental factors on production and some constituents of milk in Ossimi and Saidi sheep and their crosses with Chios. **Small Rumin. Res.** 18:165-172. 1995.
- [12] HINTZE, J. User's Guide-II: NCSS 6.0.21-2. Statistical System for Windows. Number Cruncher Statistical Systems. Kaysville, TU, USA. 406 pp. 1996.
- [13] IHAKA, R.; GENTLEMAN, R. A language for data analysis and graphics. **J. of Comput. and Graph. Statist.** 5: 209-314. 1996.
- [14] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E HISTORIA. **Anexo Cartográfico: Síntesis Geográfica del Estado de San Luis Potosí**. México, D.F. 186 pp. 985.
- [15] KIRK, S.R.; SAWYER, R.; EGAN, H. **Productos Lácteos I. Composición y Análisis de Alimentos de Pearson**. Editorial C.E.C.S.A. México. 777 pp. 2005.
- [16] OCHOA, C.M.A.; TORRES, H.G.; OCHOA, A.A.E.; VEGA, R.L.; MANDEVILLE, P.B. Milk yield and composition of Rambouillet ewes under intensive management. **Small Rumin. Res.** 43: 269-274. 2002.
- [17] PERALTA, L.M.; TREJO, G.A.A.; PEDRAZA, V.P.; BERRUECOS, V.J.M.; VÁSQUEZ, G.C. Factors affecting milk yield and lactation curve fitting in the Cróeble sheep of Chiapas-México. **Small Rumin. Res.** 58:265-273. 2005.
- [18] PEREZGROVAS, R.; VILLALOBOS, A.; PEDRAZA, V.P. Milk production in Mexican Breeds of sheep. In: **North American Dairy Sheep**. Edited by W.J. Boylan. Minnesota, USA. 21-32 pp. 1989.
- [19] SAWAYA, W.N.; SOFI, W.J.; AL-SHALHAT, A.F.; AL-MOHAMMAD, H.M. Studies on the chemical composition and nutritive value of sheep milk. **Milchwissenschaft**. 39:90-92. 1984.

- [20] SIMOS; E.N., NIKOLAOU, E.M.; ZOIOPoulos, P.E. Yield, composition and certain physicochemical characteristics of milk of the Epirus mountain sheep breed. *Small Rumin. Res.* 20:67-74. 1996.
- [21] SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G. Clasificación de dos vías. **Métodos Estadísticos.** 4^a Imp. C.E.C.S.A. 409 pp. 1997.
- [22] SNOWDER, G.D.; GLIMP, H.A. Influence of breed, number of suckling lambs, and stage of lactation on ewe milk production and lamb growth under range conditions. *J. Anim. Sci.* 69:923-930. 1991.
- [23] THOMAS, D.L.; BERGER, Y.M.; McKUSICK, B.C. Milk and lamb production of East Friesian cross in the north central United States. Milking and milk production of dairy sheep and goats. **EAAP Publication No 95**, Wageningen Pers. 474-477 pp. 1999.
- [24] TORRES, H.G.; HOHENBOKEN, W. Genetic and environmental effects on milk production, milk composition and mastitis incidence in crossbred ewes. *J. Anim. Sci.* 49:410-417. 1979.
- [25] UGARTE, E.; GABIÑA, D. Recent development in dairy sheep breeding. *Arch. Tierz. Dummerstorf.* 47:10-17. 2004.
- [26] WILLIAMS, A.P.; BISHOP, D.N.; COCKBURN, J.E.; SCOTT, K.J. Composition of ewe's milk. *J. Dairy Res.* 43:325-329. 1976.
- [27] WOHLT, J.E.; KLEYN, D.H.; VANDERNOOT, G.W.; SELFRIDGE, D.J.; NOVOTNEY, C.A. Effect of stage of lactation, age of sheep, sibling status, and sex of lamb on gross and minor constituents of Dorset ewe milk. *J. Dairy Sci.* 64:2175-2184. 1981.