

Incidencia de enfermedades metabólicas en vacas lecheras en Puerto Rico y su relación con el comportamiento productivo y reproductivo¹

*Julio C. Meléndez², José Pantoja³, Angel A. Custodio⁴,
John Fernández Van Cleve⁵, Raúl Macchiavelli⁶
y Luis J. Santiago⁷*

J. Agric. Univ. P.R. 92(1-2):39-52 (2008)

RESUMEN

Se obtuvieron datos de 89 vacas de la raza Holstein, distribuidas en siete hatos comerciales, para evaluar la incidencia de enfermedades metabólicas durante el periodo de transición parturienta. Los hatos estaban acogidos al Programa de Mejoramiento de Hatos Lecheros (DHIP, por sus siglas en inglés) y eran visitados rutinariamente por veterinarios que diagnosticaban cualquier desorden metabólico. Se observaron las vacas cada dos semanas para evaluar la condición corporal, recopilar el diagnóstico de enfermedades y obtener muestras de sangre para análisis químico. Aunque no se observaron enfermedades metabólicas clínicas, 34% de las vacas reflejaron hipocalcemia subclínica (valores promedio de calcio <7.9 mg/dl) y 14% presentaron valores promedio de glucosa sanguínea <39.9 mg/dl. Aunque no alcanzó significancia ($P > 0.05$), la producción de leche diaria promedio en el 2^{do} y 3^{er} pesaje fue mayor en las vacas normales que en las que mostraron hipocalcemia subclínica (27.5 y 25.6 vs. 25.1 y 23.6 kg, respectivamente). El intervalo entre el parto y el primer servicio fue menor ($P < 0.05$) para las vacas sin hipocalcemia subclínica en comparación con aquellas con la condición (74 vs. 91 días). La condición corporal promedio de las vacas sin hipocalcemia subclínica y de aquellas sin niveles sub-normales de glucosa sanguínea fue mayor que la de las vacas con estas condiciones (2.5 vs. 2.3, $P < 0.05$). Se concluye que la concentración de calcio en la sangre después del parto influye en el intervalo parto–primer servicio de las vacas y que la concentración de calcio en la sangre de las vacas antes del parto permite estimar la probabilidad de ocurrencia de hipocalcemia después del parto.

¹Manuscrito sometido a la junta editorial el 2 de octubre de 2007.

²Estudiante Graduado, Departamento de Industria Pecuaria, Recinto Universitario de Mayagüez.

³Zootecnista, Servicio de Extensión Agrícola, Departamento de Industria Pecuaria, Recinto Universitario de Mayagüez, P.O. Box 3460, Manatí, PR 00674. A quien la correspondencia debe ser dirigida.

⁴Catedrático Asociado, Departamento de Industria Pecuaria, Recinto Universitario de Mayagüez.

⁵Catedrático, Departamento de Industria Pecuaria, Recinto Universitario de Mayagüez.

⁶Catedrático, Departamento de Agronomía y Suelos, Recinto Universitario de Mayagüez.

⁷Catedrático Auxiliar, Programa de Tecnología Veterinaria, Recinto de Ciencias Médicas.

Palabras clave: hipocalcemia, glucosa en sangre, condición corporal, producción de leche

ABSTRACT

Incidence of metabolic diseases of dairy cows in Puerto Rico and its relationship with production and reproduction behavior

Data were obtained from 89 Holstein cows, distributed among seven commercial herds, to evaluate the incidence of metabolic disorders during the periparturient transition period. The herds were enrolled in the Dairy Herd Improvement Program (DHIP) and were routinely visited by veterinarians, who diagnosed any metabolic disorders. The cows were observed every two weeks to evaluate body condition score (1 to 5 scale), to discern clinical disorders and to obtain blood samples for chemical analyses. Clinical metabolic diseases were not diagnosed, but 34% of the cows showed sub-clinical hypocalcaemia (blood calcium <7.9 mg/dl) and 14% had blood glucose levels <39.9 mg/dl. Although not significant ($P > 0.05$), milk production was higher at the second and third milk weighings in the normal cows than in those with sub-clinical hypocalcaemia (27.5 and 25.6 vs. 25.1 and 23.6 kg, respectively). The interval between parturition and first service was shorter in cows with normal blood calcium levels than in those that suffered sub-clinical hypocalcaemia (74 vs. 91 days, $P < 0.05$). Mean body condition score of the cows without sub-clinical hypocalcaemia or sub-normal blood glucose levels was higher than that of cows with these conditions (2.5 vs. 2.3 in both criteria, $P < 0.05$). It is concluded that postpartum blood calcium concentrations affect the interval from parturition to first service and that the probability of occurrence of hypocalcaemia after parturition can be estimated from prepartum blood calcium concentrations.

Key words: hypocalcaemia, blood glucose, body condition, milk yield

INTRODUCCIÓN

La industria lechera es la primera empresa agrícola de Puerto Rico. Durante el año fiscal 2005-2006 aportó \$184 millones, equivalentes a 23% del ingreso bruto agrícola (ORIL, 2006). A pesar del lugar prominente que ocupa esta empresa en nuestra agricultura, la misma enfrenta una serie de problemas. Uno de estos es la alta tasa de descarte de vacas. Según datos del Programa de Mejoramiento de Hatos Lecheros, anualmente en Puerto Rico se descarta el 33% de las vacas. De este total, 81% corresponde a descarte involuntario (Pantoja, 2006). El descarte involuntario es el que se hace obligado por razones reproductivas o de salud y es afectado mayormente por las prácticas de alimentación y manejo de las vacas durante el periodo de transición. El descarte involuntario afecta la eficiencia operacional de los hatos, reduciendo su nivel de producción y aumentando los requerimientos por reemplazos. Morrow (1976) sugirió como meta para los hatos lecheros una tasa anual de descarte involuntario menor de 10%, permitiendo así maximizar la vida productiva de las vacas, mantener estable el tamaño del hato y practicar selección genética para mayor producción.

En Puerto Rico, el manejo de las vacas durante el periodo horro está caracterizado principalmente por el pastoreo constante y limitada o ninguna suplementación con alimentos concentrados. En cambio, el manejo de las vacas lactantes se caracteriza por el pastoreo nocturno y alta suplementación con alimento concentrado durante y entre los ordeños. Basado en observaciones de campo, especulamos que la mayor parte del descarte involuntario en Puerto Rico ocurre en etapas tempranas de lactancia y se debe a la alta incidencia de enfermedades metabólicas.

Entre los desórdenes metabólicos más importantes que afectan a las vacas lecheras de razas especializadas se encuentran: la hipocalcemia, la cetosis, la retención de placenta, el desplazamiento del abomaso y el hígado graso (Goff y Horst, 1997; Etherington et al., 1996). La mayoría de los desórdenes metabólicos en vacas lecheras ocurre en las primeras etapas de lactancia y se consideran de origen nutricional. Debido a que sus síntomas no son visibles en la mayoría de los casos, los ganaderos tienden a subestimar la incidencia de estas condiciones en los hatos y su impacto en el desempeño de las vacas. La mayor parte de la intervención veterinaria en los hatos de Puerto Rico se relaciona con el manejo reproductivo de las vacas. No existe información publicada sobre la incidencia de los desórdenes metabólicos bajo las condiciones de manejo y clima locales.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la incidencia de enfermedades metabólicas en vacas lecheras durante la fase final del periodo horro y las primeras semanas de lactancia, así también, su relación con el comportamiento reproductivo y productivo en hatos comerciales de Puerto Rico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en siete hatos comerciales, cuatro ubicados en el área del valle interior de Caguas y los restantes tres en el área norte de la Isla. Los hatos se identificaron con letras de la A hasta la G, asignando letras por orden alfabético, según el nombre del ganadero o del hato. Los mismos estaban acogidos al Programa para el Mejoramiento de Hatos Lecheros en Puerto Rico (PRDHIA, por sus siglas en inglés), de donde se obtuvo información relativa a producción de leche y sus componentes, recuento de células somáticas e información reproductiva. Los hatos, además, recibían visitas rutinarias de un médico veterinario que diagnosticaba posibles condiciones clínicas de salud.

El periodo de investigación cubrió los meses de marzo a agosto de 1999 y cada hato fue visitado bisemanalmente. En el estudio sólo se incluyeron vacas de la raza Holstein que cursaban su segunda lactancia en adelante. En cada visita se evaluó el índice de condición corporal de las vacas según el procedimiento de Wildman et al. (1982). Se tomaron,

además, muestras de sangre, antes y después del parto, para determinar el contenido sanguíneo de calcio y glucosa.

El número de vacas y muestras de sangre por vaquería aparecen en el Cuadro 1. Los datos resumidos incluyen 89 vacas y 239 muestras de sangre. En promedio el primer muestreo de sangre se realizó 17 días antes del parto y el segundo y tercero a los 14 y 33 días post parto (Cuadro 2).

Las muestras de sangre se tomaron de la vena coccígea, por medio de "vacutainer", en un tubo de muestra ("red top") manteniéndose sin centrifugar bajo refrigeración hasta su entrega, el mismo día del muestreo, al Laboratorio Clínico Veterinario del Colegio de Profesionales de la Salud del Recinto de Ciencias Médicas de la Universidad de Puerto Rico. Las muestras se centrifugaron en un centrifugo Fisher 225^s a 3400XG por minuto por cinco minutos para extraer el suero, el cual se mantenía refrigerado a 4° C hasta el análisis correspondiente. Los análisis sanguíneos se hicieron en el analizador electrónico SIGMA DIAGNOSTICS SD 2000 (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, EE.UU.), el cual cuenta con acceso selectivo para bioquímica clínica e inmunoensayo, programado por WINDOWS.

Se recopiló la información sobre el diagnóstico de enfermedades del registro veterinario y por comunicación oral con el personal de la finca. Se obtuvo también, información relacionada con: 1) dificultad al parto; 2) problemas reproductivos, tales como metritis y piometra; y 3) tratamientos terapéuticos a las vacas afectadas. Para efectos de este estudio, los niveles de calcio menores de 7.9 mg/dl se consideraban indicativos de hipocalcemia subclínica y niveles de glucosa menores de 39.9 mg/dl

CUADRO 1.—*Distribución de vacas estudiadas por vaquería y por número de muestreo de sangre.*

Vaquería	Muestra			Total
	1	2	3	
A	7	6	5	18
B	6	6	6	18
C	16	15	13	44
D	32	30	29	91
E	3	3	3	9
F	18	15	9	42
G	7	5	5	17
Total	89	80	70	239

^sLas marcas registradas sólo se usan para proveer información específica y su uso no constituye garantía por parte de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico ni endoso sobre otros productos o equipo que no se mencionan.

CUADRO 2.—Promedio de días en los que se efectuó muestreo de sangre relativo al parto.

Muestreo	Días relativo al parto	E. E. ¹
1	17 antes	16.5
2	14 después	9.1
3	33 después	14.5

¹E. E. = error estándar.

se consideraban indicativos de hipoglicemia (e indirectamente de ceto-sis). Estos valores normativos se obtuvieron del Manual Veterinario Merck (Siegmund, 1973).

Los datos se analizaron mediante el programa de análisis estadístico SAS (1988). Se consideraron significativas las diferencias de $P < 0.05$ e indicativas de tendencias las de $0.05 < P < 0.10$. Los datos de toda variable que mostró diferencias significativas entre hatos ($P < 0.05$) fueron ajustados por hato.

Las incidencias de hipocalcemia e hipoglicemia en los hatos (detectadas a partir de la concentración sanguínea de calcio y glucosa) se analizaron como variables binarias (0 = vacas sin desorden y 1 = vacas con desorden). Se relacionaron las mismas con el comportamiento productivo y reproductivo. La producción de leche, el recuento lineal de células somáticas, las medidas reproductivas y el índice de condición corporal se analizaron como variables cuantitativas mediante el procedimiento estadístico GLM de SAS (1988). Se calcularon correlaciones simples entre estas variables y la concentración sanguínea de calcio y de glucosa.

Se diseñó, mediante el procedimiento estadístico GENMOD (SAS, 1988), un modelo de regresión que permitió usar la concentración sanguínea preparto de calcio y de glucosa para predecir la hipocalcemia e hipoglicemia posparto. Con este modelo de regresión logística se obtuvo la probabilidad de ocurrencia de hipocalcemia e hipoglicemia al comienzo de la lactancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los promedios para el índice de condición corporal de las vacas, los metabolitos sanguíneos, producción de leche y marcador lineal de células somáticas se presentan en el Cuadro 3. El índice de condición corporal (BCS) global fue de 2.40 y los niveles sanguíneos de calcio y glucosa de 8.52 y 49.70 mg/dl, respectivamente.

Los promedios de producción diaria de leche al primer, segundo y tercer pesaje fueron de 24.49, 25.12 y 23.97 kg. Los recuentos lineales de células somáticas correspondientes a los mismos pesajes fueron de 3.71, 3.31 y 3.26. En estos resultados los promedios difieren poco entre

CUADRO 3.—Promedios globales por hatos de las variables evaluadas.

Variable	Observaciones	Promedio	E. E. 1	Mínimo	Máximo
BCS ²	384	2.40	0.30	1.00	4.50
Calcio sanguíneo (mg/dl)	237	8.52	0.37	3.00	22.18
Glucosa sanguínea (mg/dl)	237	49.70	0.26	8.34	94.87
Pesaje #1 ³ (kg/día)	80	24.49	0.11	8.37	39.53
1 ^{er} rlc ⁴ , cel./ml	80	3.71	0.56	0.20	9.00
Pesaje #2 ³ (kg/día)	80	25.12	0.11	8.84	43.72
2 ^{do} rlc ⁴ , cel./ml	80	3.31	0.69	0.10	9.00
Pesaje #3 ³ (kg/día)	80	23.97	0.10	11.63	44.19
3 ^{er} rlc ⁴ , cel./ml	80	3.26	0.68	0.10	9.80

¹E. E. = error estándar.

²BCS = índice condición corporal de las vacas.

³Pesaje = producción de leche.

⁴rlc = recuento lineal de células somáticas.

sí y los correspondientes errores estándar son casi idénticos, salvo en el caso del primer recuento lineal de células somáticas. Estos niveles productivos y de células somáticas de vacas en temprana lactancia concuerdan con informes previos de vacas acogidas al DHIP en Puerto Rico (Pantoja et al., 1996; Camoens et al., 1976).

En el Cuadro 4 aparecen los promedios por vaquería para el índice de condición corporal y la concentración sanguínea de calcio y de glucosa. Las vaquerías A, D y E mostraron los mayores índices promedio de condición corporal, 2.46, 2.62 y 2.94, respectivamente. Los restantes cuatro hatos, B, C, F y G, tuvieron promedios considerablemente más bajos, 2.10, 2.18, 2.28 y 2.21, respectivamente.

Las concentraciones sanguíneas promedio de calcio para las vaquerías D, E y F resultaron ser las más altas (9.48, 9.69 y 9.08 mg/dl, respectivamente). En cambio, las vacas de los hatos A, B, C y G mostraron concentraciones sanguíneas menores a 7.9 mg/dl (7.44, 7.74, 7.24 y 6.66 mg/dl, respectivamente).

Las concentraciones promedio de glucosa en la sangre mostraron variabilidad entre las distintas vaquerías, de 44.87 a 59.42 mg/dl (Cuadro 4). En todas las vaquerías el promedio obtenido fue mayor a los 39.9 mg/dl, valor mínimo por debajo del cual las vacas se consideran hipoglucémicas. La gran variación existente entre hatos para estas variables refleja diferencias en las prácticas de manejo y alimentación.

Del total de vacas estudiadas en los distintos hatos, el 34.0% tenía niveles de calcio <7.9 mg/dl indicativos de hipocalcemia subclínica. Esta incidencia proporcional concuerda con los resultados de Meléndez et al. (2002) y Daniel et al. (1990), en cuyos respectivos estudios el 34.6% y 33% de las vacas tuvieron niveles sanguíneos hipocalcémicos.

CUADRO 4.—Promedios observados para el índice de condición corporal y los metabolitos sanguíneos evaluados por vaquería.

Vaquería	Variable	Promedio	E. E. ¹	Mínimo	Máximo
A	BCS ²	2.46	0.24	1.50	4.00
	Calcio (mg/dl)	7.44	0.30	3.58	10.21
	Glucosa (mg/dl)	49.73	0.16	34.36	62.61
B	BCS	2.10	0.25	1.50	3.25
	Calcio (mg/dl)	7.74	0.29	3.43	11.11
	Glucosa (mg/dl)	57.68	0.15	39.76	69.79
C	BCS	2.18	0.26	1.25	3.50
	Calcio (mg/dl)	7.24	0.28	3.08	10.52
	Glucosa (mg/dl)	50.95	0.20	37.46	88.67
D	BCS	2.62	0.29	1.50	4.50
	Calcio (mg/dl)	9.48	0.44	3.13	22.18
	Glucosa (mg/dl)	44.87	0.36	8.34	80.67
E	BCS	2.94	0.30	1.75	4.50
	Calcio (mg/dl)	9.69	0.12	8.48	11.42
	Glucosa (mg/dl)	59.42	0.03	57.30	62.30
F	BCS	2.28	0.27	1.50	3.75
	Calcio (mg/dl)	9.08	0.15	4.94	11.23
	Glucosa (mg/dl)	50.59	0.16	35.56	68.53
G	BCS	2.21	0.32	1.00	3.50
	Calcio (mg/dl)	6.66	0.31	3.00	9.75
	Glucosa (mg/dl)	59.18	0.21	47.33	94.87

¹E. E. = error estándar.

²BCS = índice condición corporal de las vacas.

En el presente estudio no se diagnosticó ninguna vaca con hipocalcemia clínica. Sin embargo, de la población estudiada por Sciorsci et al. (2001) entre el 2 y el 6% de las vacas estuvieron afectadas por hipocalcemia clínica al comienzo de la lactación.

El 14.0% de las vacas mostraron niveles de glucosa menores de 39.9 mg/dl, el nivel que hemos definido como indicador de hipoglicemia. Estos animales podrían considerarse con altas probabilidades de padecer de cetosis subclínica. En hatos lecheros de Ontario, Canadá, Geishausser et al. (2000) encontraron que entre 10 y 30% de las vacas recién paridas mostraban hipoglicemia a niveles subclínicos al comienzo de la lactancia. Estos investigadores basaron su diagnóstico en la concentración de cuerpos cetónicos en la sangre y la leche de las vacas, que son formas más directas para la identificación de la cetosis subclínica que la utilizada en el presente estudio (Geishausser et al., 2000; Enjalbert et al., 2001).

Cuatro de los hatos estudiados (A, B, C y G) mostraron un porcentaje de vacas con hipocalcemia posparto relativamente alto, mientras los ha-

tos E y F no presentaron caso alguno (Cuadro 5). En los cuatro hatos señalados, el promedio de calcio fue menor de 7.9 mg/dl (Cuadro 4) y más del 50.0% de sus vacas tenían hipocalcemia subclínica en el segundo muestreo, que fue el correspondiente a las primeras dos semanas de lactación. Estos resultados concuerdan con los de Goff et al. (1996), quienes encontraron que sobre el 50% de las vacas adultas estudiadas estaban afectadas por la hipocalcemia subclínica. Para la fecha en que se tomó la tercera muestra de sangre (30 días posparto), los hatos E y F permanecían sin casos de hipocalcemia subclínica, hubo reducciones sustanciales en la incidencia en los hatos B y D y una leve reducción en el hato A, pero hubo aumentos en los porcentajes en los hatos C y G.

La incidencia hipoglicémica al segundo muestreo de sangre fue de importancia en los hatos A, B, y D; leve en los hatos C y F; y cero en los hatos E y G. Al tercer muestreo, cinco de los hatos no mostraron la presencia de hipoglicemia subclínica; el hato C siguió con una incidencia leve y solo en el hato D persistía una incidencia preocupante, aunque menor que en el muestreo anterior. Goff y Horst (1997) indicaron que las enfermedades metabólicas ocurren mayormente en las primeras dos semanas de lactación, lo cual en general es cónsono con los resultados presentes. La información recopilada sobre manejo nutricional en los hatos bajo estudio reveló que los hatos E y F, de baja o ninguna existencia de estos problemas metabólicos posparto, se caracterizaron por muy buen manejo de las vacas en transición. En el hato D, un aparente buen manejo nutricional no evitó cierta incidencia de estos problemas metabólicos, aunque en descenso entre los muestreos dos y tres.

El nivel de producción diaria varió poco en promedio durante los tres pesajes y no fue diferente ($P > 0.05$) entre las vacas con o sin hipocalcemia, aunque estas últimas produjeron unos 2 kg de leche más en el segundo y tercer pesaje (Cuadro 6). Estos resultados concuerdan con Roche et al. (2002) y Rajala y Grohn (1998). Aunque la diferencia citada entre

CUADRO 5.—Porcentaje de vacas clasificadas con hipocalcemia o hipoglicemia subclínica por vaquería.

	Muestreo ¹	Vaquería						
		A	B	C	D	E	F	G
Hipocalcemia ²	2	66.7	50.0	53.3	33.3	0	0	60.0
	3	60.0	16.2	61.5	24.1	0	0	80.0
Hipoglicemia ³	2	33.3	16.2	6.7	33.3	0	6.7	0
	3	0	0	7.7	17.2	0	0	0

¹Muestreo 2 = 14 días después del parto; Muestreo 3 = 33 días después del parto.

²Hipocalcemia subclínica: calcio <7.9 mg/dl.

³Hipoglicemia: glucosa <39.9 mg/dl.

CUADRO 6.—Producción diaria promedio para vacas sin o con hipocalcemia o hipoglicemia subclínica.¹

		1 ^{er} pesaje kg	E. E. ²	2 ^{do} pesaje kg	E. E.	3 ^{er} pesaje kg	E. E.
Hipocalcemia ³	Sin	24.9 a ⁵	1.3	27.4 a	1.3	25.6 a	1.2
	Con	24.9 a	1.0	25.1 a	1.2	23.6 a	1.1
Hipoglicemia ⁴	Sin	25.0 a	0.9	26.0 a	1.0	24.4 a	0.9
	Con	24.9 a	1.3	26.3 a	1.5	24.7 a	1.3

¹Ajustado por hato, P < 0.05.

²E. E. = error estándar.

³Hipocalcemia subclínica: calcio <7.9 mg/dl.

⁴Hipoglicemia: glucosa <39.9 mg/dl.

⁵Datos con letras distintas en la misma columna representan diferencias significativas (P < 0.05).

vacas con y sin hipocalcemia subclínica no alcanzó significancia bajo las condiciones de este estudio, si fuera confirmada por investigación adicional podría representar un impacto económico sustancial para los ganaderos dado el alto precio de la leche a nivel de finca en Puerto Rico.

No se observaron diferencias significativas para los niveles de células somáticas en los primeros tres pesajes de leche entre las vacas con niveles sanguíneos normales y aquellas con niveles bajos de calcio (Cuadro 7). En cambio Goff y Horst (1997) informaron niveles superiores de células somáticas en la leche de vacas con hipocalcemia subclínica. Estos autores también asociaron la hipoglicemia con la pérdida de tonicidad en los músculos, incluso la tonicidad del esfínter de la teta, el cual es vital en el mecanismo de defensa en contra de la mastitis.

CUADRO 7.—Recuento lineal promedio de células somáticas para vacas sin o con hipocalcemia o hipoglicemia subclínica.¹

		Primeros tres pesajes de leche					
		rlcs 1 ³	E. E. ²	rlcs 2	E. E.	rlcs 3	E. E.
Hipocalcemia ⁴	Sin	3.9 a ⁶	0.7	3.2 a	0.5	3.1 a	0.6
	Con	3.4 a	0.5	2.6 a	0.5	3.1 a	0.6
Hipoglicemia ⁵	Sin	3.8 a	0.5	3.3 a	0.4	3.4 a	0.4
	Con	2.9 a	0.7	2.0 a	0.6	2.1 b	0.7

¹Ajustado por hato, P < 0.05.

²E. E. = error estándar.

³rlcs = recuento lineal de células somáticas.

⁴Hipocalcemia subclínica: calcio <7.9 mg/dl.

⁵Hipoglicemia: glucosa <39.9 mg/dl.

⁶Datos con letras distintas en la misma columna representan diferencias significativas (P < 0.05).

Los recuentos lineales de células somáticas no mostraron relación significativa con los niveles sanguíneos de glucosa, durante los primeros dos pesajes de leche (Cuadro 7), aunque, irónicamente, la tendencia fue a menores recuentos en vacas con hipoglicemia. No obstante, todos estos valores son considerados normales. La tendencia esperada en los recuentos lineales de células somáticas es a bajar a medida que avanza la lactancia para luego al final de esta aumentar nuevamente (Meijering et al., 1978).

Se encontró que las vacas sin hipocalcemia subclínica tardaban aproximadamente 17 días menos en tener su primer servicio comparado con las que presentaron la condición (74 vs. 91 días, $P < 0.05$, Cuadro 8). El efecto negativo de la hipocalcemia subclínica al principio de la lactancia sobre el comportamiento reproductivo posterior de las vacas ha sido señalado por otros investigadores (Shearer et al., 1992; Goff y Horst, 1997; Sciorsci et al., 2001). La retención de las membranas fetales, el prolapso uterino y los ovarios císticos, condiciones contribuyentes a pobre comportamiento reproductivo, se han asociado con la hipocalcemia clínica y subclínica (Shearer et al., 1992). La hipocalcemia subclínica se correlaciona también con la distocia y puede traer como consecuencia desórdenes reproductivos como la metritis. Estos desórdenes a su vez afectan la eficacia productiva de leche de las vacas y empeoran la eficiencia reproductiva (Rajala y Gröhn, 1998). Es posible que algunas de las vacas con hipocalcemia subclínica del presente estudio hayan desarrollado alguno de estos desórdenes reproductivos, los cuales a su vez hayan influenciado en el intervalo parto—primer servicio.

El número de días posparto al segundo y tercer servicio fue numérica pero no significativamente mayor ($P > 0.05$) para las vacas afectadas con hipocalcemia subclínica que para las vacas normales (112 vs. 121.7 y 158.7 vs. 167.4 días). Este efecto negativo de la hipocalcemia

CUADRO 8.—Promedio de días transcurridos al 1^{er}, 2^{do} y 3^{er} servicio post parto para vacas sin o con hipocalcemia o hipoglicemia subclínica.¹

		1 ^{er} servicio	E. E. ²	2 ^{do} servicio	E. E.	3 ^{er} servicio	E. E.
Hipocalcemia ³	Sin	74.1 a ⁵	5.5	112.0 a	6.6	158.7 a	8.4
	Con	90.6 b	3.8	121.7 a	4.2	167.4 a	4.9
Hipoglicemia ⁴	Sin	90.7 a	4.7	123.2 a	5.4	171.1 a	6.6
	Con	82.4 a	4.1	117.6 a	4.6	163.5 a	5.3

¹Ajustado por hato, $P < 0.05$.

²E. E. = error estándar.

³Hipocalcemia subclínica: calcio < 7.9 mg/dl.

⁴Hipoglicemia: glucosa < 39.9 mg/dl.

⁵Datos con letras distintas representan diferencia significativa ($P < 0.05$).

subclínica (Ca en la sangre <7.9 mg/dl) sobre el comportamiento reproductivo parece menguar a medida que avanza el periodo de lactancia. Los niveles sanguíneos de glucosa no afectaron significativamente el número de días desde el parto hasta el primer, segundo y tercer servicio en las vacas evaluadas, aunque, contrario a lo esperado, las pequeñas diferencias favorecieron a las que mostraron hipoglicemia (Cuadro 8).

En promedio las vacas clasificadas con hipocalcemia y con hipoglicemia subclínicas tuvieron un índice de condición corporal inferior (por un margen de 0.2 unidades en la escala de 1 a 5, $P < 0.05$) que las vacas normales (Cuadro 9). Estos datos están de acuerdo con los de otros investigadores, quienes han encontrado que la condición corporal al parto está asociada con la frecuencia de desórdenes metabólicos (Broster y Broster, 1998; Morrow, 1976; Wildman et al., 1982).

Se realizaron correlaciones simples entre las concentraciones sanguíneas de calcio y glucosa antes y después del parto por separado con los primeros tres pesajes de leche y sus correspondientes recuentos lineales de células somáticas (Cuadro 10). Las correlaciones simples entre los niveles sanguíneos de calcio antes del parto con el primer y segundo recuento lineal de células somáticas fueron positivas y significativas (0.43 y 0.51, respectivamente, $P < 0.05$; Cuadro 10). Sin embargo, esta misma correlación fue muy baja al tercer recuento.

El nivel sanguíneo de glucosa preparto mostró una tendencia a correlacionarse positivamente ($r = 0.39$) con el segundo recuento lineal de células somáticas ($P = 0.08$). Esta misma correlación fue positiva, pero de magnitud modesta al primer recuento, mientras se tornó levemente negativa al tercer recuento. Los niveles sanguíneos de calcio y glucosa preparto no se correlacionaron con ninguno de los pesajes de leche (Cuadro 10).

Los niveles sanguíneos de calcio y glucosa después del parto (Cuadro 11) no se correlacionaron ($P > 0.05$) con la producción de leche en los

CUADRO 9.—Promedio del índice de condición corporal para vacas sin o con hipocalcemia o hipoglicemia subclínica.¹

		BCS ²	E. E. ³
Hipocalcemia ⁴	Sin	2.5 a ⁶	0.07
	Con	2.3 b	0.05
Hipoglicemia ⁵	Sin	2.5 a	0.05
	Con	2.3 b	0.05

¹Ajustado por hato, $P < 0.05$.

²BCS = índice promedio para condición corporal.

³E. E. = error estándar.

⁴Hipocalcemia subclínica: calcio <7.9 mg/dl.

⁵Hipoglicemia: glucosa <39.9 mg/dl.

⁶Datos con letras distintas representan diferencia significativa ($P < 0.05$).

CUADRO 10.—Correlaciones simples entre la producción de leche en los tres primeros pesajes, el recuento lineal de células somáticas (rlcs) y la concentración sanguínea de calcio y de glucosa pre-parto.¹

	rlcs 1 ²	Pesaje 2	rlcs 2	Pesaje 3	rlcs 3	Calcio	Glucosa
Pesaje 1	-0.25	0.81*** ³	-0.05	0.39	0.14	-0.04	-0.02
rlcs 1		-0.38	0.38	-0.40*	-0.26	0.43**	0.17
Pesaje 2			-0.19	0.63**	0.21	0.02	-0.14
rlcs 2				-0.18	0.12	0.51**	0.39*
Pesaje 3					0.18	-0.01	0.06
rlcs 3						0.05	-0.07
Calcio							-0.05

¹Ajustado por hato, P < 0.05.

²rlcs = recuento lineal de células somáticas.

³**P < 0.05, *0.05 < P < 0.10.

primeros tres periodos de prueba, aunque en el caso de calcio la magnitud de la correlación positiva fue creciente con el tiempo. Tampoco hubo correlación entre el nivel sanguíneo de calcio y glucosa con los recuentos lineales de células somáticas correspondientes al primer y tercer pesaje de leche. No obstante, ambos componentes sanguíneos tendieron a correlacionarse ($r = 0.26$, $P = 0.08$) con el segundo recuento lineal de células somáticas. Las correlaciones positivas entre los niveles sanguíneos de calcio, después pero no antes del parto, con los primeros pesajes de leche de la lactancia requieren una mayor evaluación.

Se aplicó un modelo de regresión logística para predecir la posibilidad de incidencia de condiciones metabólicas posparto en una vaca, ba-

CUADRO 11.—Correlaciones simples entre la producción de leche en los tres primeros pesajes, el recuento lineal de células somáticas (rlcs) y la concentración sanguínea de calcio y de glucosa post-parto.¹

	rlcs 1 ²	Pesaje 2	rlcs 2	Pesaje 3	rlcs 3	Calcio	Glucosa
Pesaje 1	-0.22	0.73*** ³	-0.12	0.35**	0.22	0.03	-0.04
rlcs 1		-0.19	0.35**	-0.02	-0.39**	0.17	0.10
Pesaje 2			-0.18	0.82**	0.19	0.15	-0.06
rlcs 2				-0.13	-0.19	0.26*	0.26*
Pesaje 3					0.04	0.23	-0.07
rlcs 3						-0.01	0.10
Calcio							0.07

¹Ajustado por hato, P < 0.05.

²rlcs = recuento lineal de células somáticas.

³**P < 0.05, *0.05 < P < 0.10.

sado en los niveles sanguíneos de calcio o glucosa antes del parto (Cuadro 12). Según este modelo, se determinó que la probabilidad de que una vaca con niveles hipocalcémicos en la sangre antes del parto adquiera la condición después del parto es casi dos veces mayor que en vacas con niveles cálcicos normales antes del parto. Estos resultados sugieren que la determinación previa al parto de los niveles de calcio podría ser una herramienta útil en la prevención de la hipocalcemia en las vacas lecheras.

El mismo modelo (Cuadro 12), aplicado a la concentración de glucosa en la sangre antes del parto, indicó que esta no representa un criterio adecuado para la predicción de hipoglicemia posteriormente durante la lactancia temprana. La literatura pertinente sugiere que la medición directa de la concentración de cuerpos cetónicos en la sangre, leche y orina son mejores indicadores de la cetosis en vacas lecheras que la determinación de los niveles de glucosa en la sangre (Geishhauser et al., 2000; Enjalbert et al., 2001), lo cual podría explicar el poco éxito de la predicción intentada en este estudio.

CONCLUSIONES

En general, es poco frecuente el diagnóstico de enfermedades metabólicas clínicas en los hatos lecheros en Puerto Rico. Sin embargo, según los resultados presentes, la incidencia de hipocalcemia subclínica es alta y similar a la encontrada en otras localidades templadas. Las vacas con hipocalcemia subclínica, a juzgar por las concentraciones de calcio en la sangre <7.9 mg/dl, registraron niveles de producción de leche numéricamente menores (-2 kg/día, $P > 0.05$) e intervalos del parto al primer servicio más largos que las vacas normales. Las vacas con hipocalcemia y también aquellas con hipoglicemia tuvieron un índice de condición corporal menor que las vacas saludables. La concentración sanguínea de calcio antes del parto es un factor que debería incluirse en un modelo para la predicción de la tasa de hipocalcemia durante la lactancia temprana. Por otro lado, los niveles sanguíneos de glucosa no son indicadores precisos de cetosis subclínica, ni sus niveles contribuyen a predecir la cetosis subclínica posparto. Se requiere una mayor evaluación de los factores que afectan la incidencia de enfermedades

CUADRO 12.—*Modelo de regresión logística para predecir desórdenes metabólicos después del parto, basado en metabolitos sanguíneos antes del parto.*¹

	Hipocalcemia	Hipoglicemia
Parámetro estimado	0.6244	-0.2026
P =	0.0219	0.6333

¹Ajustado por hato, $P < 0.05$. $e^{0.6244} = 1.9$ ($P < 0.05$).

metabólicas en los hatos lecheros de Puerto Rico, métodos para su detección y medidas preventivas para combatirlas.

LITERATURA CITADA

- Broster, W. H. y V. J. Broster, 1998. Body score of dairy cows. *J. Dairy Res.* 65:155-173.
- Camoens, J. K., R. E. Mcdowell, L. D. Van Vleck y J. D. Rivera-Anaya, 1976. Holsteins in Puerto Rico: II. Influence of lactation length, days dry, days open and calving interval on production traits. *J. Agric. Univ. P.R.* 60:846-852.
- Daniel, R. C. W., D. R. Kerr y C. M. Mulei, 1990. Occurrence and effects of sub clinical hypocalcaemia in dairy cows. *Proc. New Zea. Soc. Anim. Prod.* 50:261-263.
- Enjalbert, F., M. C. Nicot, C. Bayourthe y R. Moncoulon, 2001. Ketone bodies in milk and blood of dairy cows: relationship between concentrations and utilization for detection of sub clinical ketosis. *J. Dairy Sci.* 84:583-589.
- Etherington, W. G., L. M. Kinsel y W. E. Marsh, 1996. Relationship of production to reproductive performance in Ontario dairy cows. *Theriogenol.* 46:935-957.
- Geishauser, T., K. Leslie, J. Tenhag y A. Bashiri, 2000. Evaluation of eight cow-side ketone tests in milk for detection of sub clinical ketosis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83:296-299.
- Goff, J. P. y R. L. Horst, 1997. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *J. Dairy Sci.* 80:1260-1268.
- Goff, J. P., R. L. Horst, P. W. Jardon, C. Borelli y J. Wedam, 1996. Field trials of an oral calcium propionate paste as an aid to prevent milk fever in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79:378-383.
- Meijering, A., F. H. J. Joarstveld, M. W. A. Verstegen y M. J. M. Tielen, 1978. The cell count of milk in relation to yield. *J. Dairy Sci.* 61:5-15.
- Meléndez, P., A. Donovan, C. A. Risco, M. B. Hall, R. Littell y J. Goff, 2002. Metabolic responses of transition Holsteins cows fed anionic salts and supplemented at calving with calcium and energy. *J. Dairy Sci.* 85:1085-1092.
- Morrow, D. A., 1976. Fat cow syndrome. *J. Dairy Sci.* 59:1625-1632.
- Oficina de la Reglamentación de la Industria Lechera (ORIL), 2006. Informe anual año fiscal 2005-2006. Departamento de Agricultura de Puerto Rico. Estado Libre Asociado de Puerto Rico.
- Pantoja, J., A. A. Custodio, P. F. Randel, S. Cianzio y B. Rodríguez, 1996. Relación entre la producción de leche y su contenido de células somáticas, en lactancias completas en hatos lecheros de Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P.R.* 80:169-181.
- Pantoja, J., 2006. Informe Asamblea Anual Programa de Mejoramiento de Hatos Lecheros de Puerto Rico. Manatí, Puerto Rico. Junio de 2006.
- Rajala, P. J. y Y. T. Gröhn, 1998. Effects of dystocia, retained placenta and metritis on milk yield in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81:3172-3181.
- Roche, J. R., J. Morton y E. S. Kolver, 2002. Sulfur and chlorine play a non-acid base role in periparturient calcium homeostasis. *J. Dairy Sci.* 85:3444-3453.
- SAS/Stat® User's Guide, Release 6.03 Edition. 1988. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Sciorsci, R. L., M. E. Dell Aquila y P. Minoia, 2001. Effects of naloxon on calcium turnover in cows affected by milk fever. *J. Dairy Sci.* 84:1627-631.
- Shearer, J. K., H. H. Van Horn y C. J. Wilcox, 1992. Large Dairy Herd Management. American Dairy Science Association. Champaign, IL. 826 pp.
- Siegmund, O. H., 1973. Merck Veterinary Manual. Merck & Co., Inc., Rahway, NJ. 1600 pp.
- Wildman, E. E., G. M. Jones, P. E. Wagner, R. L. Boman, H. F. Troutt y T. N. Lesch, 1982. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *J. Dairy Sci.* 65:495-501.