

## Efecto de partos gemelares sobre parámetros productivos y reproductivos en vacas de hatos lecheros especializados de Costa Rica

### Effect of twinning on productive and reproductive parameters in cows of Costa Rican specialized dairy herds

Murillo-Barrantes, J.E.<sup>1</sup>; Estrada-König, S.<sup>2</sup>; Rojas-Campos, J.<sup>3</sup>; Bolaños-Segura, M.<sup>3</sup>, Valverde-Altamirano, E.<sup>2</sup>; Romero-Zúñiga, J.J.<sup>2</sup> 

- 1 Cátedra de Medicina Interna de Especies Mayores, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional, Costa Rica.
- 2 Programa de Investigación en Medicina Poblacional, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional, Costa Rica.
- 3 Centro Regional de Informática para la Producción Animal Sostenible (CRIPAS), Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional, Costa Rica.
- 4 Estudiante, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional, Costa Rica.

Recibido: 5 Febrero 2013      Corregido: 21 Agosto 2013      Aceptado: 27 Agosto 2013

**Resumen:** El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de los partos gemelares (PG) sobre parámetros productivos y reproductivos en vacas Holstein y Jersey de lecherías especializadas de Costa Rica, durante el período comprendido 2000-2009. Se realizó un estudio longitudinal retrospectivo de las lactancias registradas en VAMPP Bovino. Se determinó el efecto de los PG sobre las variables productivas y reproductivas utilizando un modelo de regresión lineal mixto con la variable hatos-año-época de parto como variable de efecto aleatorio. Las vacas con PG presentaron las más altas frecuencias de intervalo entre partos (IEP), servicios por concepción (S/C) e intervalo parto-concepción (IPC) calificadas como altas (> percentil 65) posterior al parto analizado. Conforme se redujo el nivel de producción (kg/305d) en la lactancia siguiente al parto estudiado, así se redujo el porcentaje de vacas con PG. Hubo efecto significativo del PG, corregido por la raza, número de lactancia, zona ecológica de la finca, retención de placenta, tipo de parto y kg/305d en la lactancia anterior; así, las vacas con PG tuvieron +15,1 días de IEP ( $P < 0,0001$ ), +0,11 S/C ( $P < 0,005$ ) y +15,3 días de IPC ( $P < 0,0001$ ). Finalmente, la producción láctea fue 153,3 kg mayor en vacas con PG ( $P = 0,0007$ ), una vez corregida por las variables incluidas en los modelos para IEP, S/C e IPC. Igualmente, se observaron efectos de todas esas variables sobre las variables productivas y reproductivas analizadas. Se concluye, entonces, que los PG afectan de manera significativa los parámetros productivos y reproductivos independientemente de la raza, número de lactancia y zona ecológica, al haciéndolos menos eficientes. Si se hace un análisis de los efectos combinados, aquí reportados, es posible identificar vacas con posibilidad de tener importantes efectos negativos en su rendimiento productivo y reproductivo. Estudios posteriores deberán apuntar al efecto económico que los PG representan en las lecherías especializadas de Costa Rica.

 \*Autor para correspondencia (J.J. Romero).  
E-mail: [juan.romero.zuniga@una.cr](mailto:juan.romero.zuniga@una.cr), Telefax: (506) 22602155.  
Apdo. Postal: 304-3000 Heredia (Costa Rica)



**Palabras clave:** trópico, sistemas de información, ganado, lechería, Costa Rica.

**Abstract:** The objective of this study was to determine the effect of twinning (TB) on productive and reproductive parameters on Holstein and Jersey cows in specialized dairy farms in Costa Rica from 2000 to 2009. A descriptive retrospective longitudinal study, was conducted of lactations recorded in VAMPP Bovino. The TB effect of on productive and reproductive parameters was determined using a mixed linear regression model with herd-year-calving season as the random effect variable. Cows with TB presented the highest frequencies of calving interval (CI), services per conception (S/C), and calving-conception interval (CCI) rated as high (> 65 percentile) after the analyzed birth. On the other hand, as milk yield (kg/305d) decreased, the percentage of cows with TB also decreased. There was a significant effect of the TB, corrected by breed, lactation number, ecological zone in the farm, retained placenta, type of birth and kg/305d in previous lactation on the analyzed productive and reproductive parameters. Consequently, cows with TB had + 15.1 days of CCI ( $P < 0.0001$ ), + 0.11 S/C ( $P < 0.005$ ), and + 15.3 days of CCI ( $P < 0.0001$ ). In addition, milk production was 153.3 kg higher in cows with TB ( $P = 0.0007$ ), once corrected by the variables included in the models for CI, S/C, and CCI. Effects of all these independent variables were observed in the productive and reproductive variables analyzed. In conclusion, TBs significantly affect productive and reproductive parameters regardless of breed, parity number and ecological zone, making them less efficient. Cows having high possibility of significant negative effects on their productive and reproductive performance may be identified if the combined effects, reported in this study are analyzed. Subsequent studies should aim at the economic effect of the TB in specialized dairy farms in Costa Rica.

**Keywords:** tropics, information systems, cattle, dairy, Costa Rica.

## INTRODUCCIÓN

La eficiencia reproductiva es un componente crítico de una operación lechera exitosa, mientras que la ineficiencia reproductiva es uno de los problemas más costosos que enfrenta la industria lechera actual (Wiltbank et al., 2000). Los trastornos reproductivos se presentan con frecuencia en las vacas lecheras lactantes y puede afectar, en forma dramática, la eficiencia reproductiva en un hato lechero. Algunas de estas alteraciones más comunes incluyen quistes ováricos (foliculares), pérdida embrionaria temprana y placenta retenida (Cady et al., 1978; Bartlett et al., 1986; Gregory et al., 1990; Correa et al., 1993; Fricke & Shaver, 2000).

Diversos estudios realizados muestran que los problemas reproductivos asociados a partos gemelares (PG) presentan un efecto muy marcado, no solo en la frecuencia del evento, sino además en la parte económica de los sistemas de producción bovina, considerando pérdidas en la producción de leche de una vaca (Wheeler et al., 1979; Silva del Río et al., 2009). A esto se deben sumar los problemas de salud periparto asociados a este tipo de PG. Por otra parte, diversos estudios (Nielen et al., 1989; Echternkamp & Gregory, 1999; Fricke & Shaver, 2000; Bell & Roberts, 2007) reportan que dentro de las etiologías que más se han asociado a PG, con pérdidas económicas, se encuentran los nacidos muertos, abortos, retención de placenta, metritis, cetosis, aciduria y dislocaciones de abomaso. Eddy et al. (1991) mencionan que las vacas que

tienen PG tienen las tasas más altas de descarte; igualmente Fricke & Shaver (2000) han demostrado una considerable reducción en el número de novillas de reemplazo en un hato lechero.

La alteración que sufren los parámetros reproductivos, como el intervalo entre partos (IEP), los servicios por concepción (S/C) e intervalo parto concepción (IPC), en asociación con los PG, han sido mencionado en estudios realizados por Nielen et al. (1989) y Bell & Roberts (2007); así como su incremento en frecuencia en vacas con más partos (Ghavi et al., 2008). Por su parte, Bicalho et al. (2007) se han referido a la relación existente entre las vacas de alta producción y la presentación de partos gemelares, además de la medición de los promedios de producción para las vacas que paren gemelos.

En Costa Rica, existe una gran cantidad de datos registrados a través del programa VAMPP Bovino (Veterinary Automated Management and Production Control Program, Noordhuizen & Buurman, 1984), que se generan en las fincas lecheras especializadas del país, y centralizado en el Centro Regional de Informática en Producción Animal Sostenible (CRIPAS) de la Universidad Nacional, que hace posible realizar estudio poblacionales de alta validez (Romero et al., 2000).

A pesar de la enorme importancia que tiene el estudio en los problemas de la producción y reproducción asociados a PG, en Costa Rica no se ha realizado ninguna investigación, de fondo, en lecherías especializadas. Con este estudio, se pretende evaluar el efecto de los PG sobre el intervalo entre partos (IEP), los servicios por concepción (S/C), el intervalo parto-concepción (IPC) y la producción corregida a 305 días (kg/305d). Se pretende que el resultado sirva como insumo de gran valor en la toma de decisiones para mejorar el manejo productivo y reproductivo de los partos gemelares en hatos lecheros, con un consecuente efecto positivo en ellos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Población en estudio

Se realizó un estudio longitudinal retrospectivo en hatos lecheros de Costa Rica. Los datos corresponden a los registros de todas las lactancias registradas desde el 1 de enero de 2000 hasta el 31 junio de 2009. Se trabajó únicamente con vacas puras Holstein y Jersey, así como las media sangre Holstein x Jersey.

El requisito de las fincas, para ingresar al estudio, fue poseer sus registros en el sistema de información VAMPP Bovino. Todas las fincas seleccionadas son de producción de leche en forma especializada y con asistencia regular de un médico veterinario. Así, se dispuso de un total de 78785 registros de todos los partos existentes en las fincas en el sistema VAMPP Bovino durante los 10 años del período de estudio.



## Recolección de datos

Como fuente de información, se utilizó la base de datos centralizada del programa VAMPP, existente en el Centro Regional de Informática en Producción Animal Sostenible (CRIPAS) de la Escuela de Medicina Veterinaria de la UNA (EMV-UNA).

Los registros existentes, en esta base de datos, son producto de la documentación de las actividades y eventos diarios ocurridos en las fincas, y que fueron escritos, en forma manual, por los propietarios o encargados de las actividades de campo, en una agenda. Estas personas fueron entrenadas, para este fin, por los médicos veterinarios y técnicos que dan el soporte al establecimiento. Los datos manuales fueron digitados en el programa VAMPP Bovino en computadoras personales de la misma finca o por medio de empresas de asistencia técnica que ofrecen el servicio de llevar los registros. Los datos de cada finca se respaldan, a su vez, en la base de datos central del proyecto CRIPAS. A partir de esta base de datos se generó un archivo ASCII con las variables de estudio el cual fue procesado utilizando los paquetes de cómputo que se detallarán posteriormente.

Las variables dependientes, que se tomaron en cuenta para la base de datos de este estudio, fueron: intervalo parto-concepción (IPC), intervalo entre partos (IEP), número de crías por parto, número de servicios por concepción (S/C), longitud de la gestación y retención de membranas fetales (RMF); mientras que, como variables independientes, se trabajó con: época del año para la concepción, época del año para el parto, raza de la vaca, zona ecológica según la clasificación de Holdridge (Kappelle et al., 2002), número de lactancias, tipo de parto (normal, distócico o cesárea) y número de crías por parto (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Descripción de las variables utilizadas en el análisis de la situación de los partos gemelares en fincas lecheras de Costa Rica.

Variable	Tipo de variable	Nivel de variable	Descripción
# de terneros por parto	Discreta	Parto gemelar Parto un ternero	Partos gemelares Partos de un ternero
Época de concepción	Discreta	Seca Lluviosa	Diciembre – Abril Mayo- Noviembre
Ecozonas	Discreta		Según Holdridge (Kappelle et al., 2002)
Razas	Discreta	H8 J8 H4J4* Otras	Holstein pura Jersey pura Media sangre Demás razas y cruces
# de lactancia	Discreta	Primíparas 2-3 4-6 > 6 lactancias	Lactancia en el momento del registro de los eventos reproductivos
Tipo de parto	Discreta	Normal Normal con RMF** Distócico. Distócico con RMF Cesárea	Normal sin asistencia Normal sin asistencia con RMF Difícil con asistencia y sin cesárea Difícil con asistencia sin cesárea y con RMF Difícil con asistencia y con cesárea
Producción de leche previo concepción	Continua Discreta		Corregida en kg. 305 días. Bajo: bajo el percentil 35 Medio: entre percentil 35 y 65 Alto: sobre percentil 65
Producción de leche post parto	Continua Discreta	Continuo Bajo Medio Alto	Corregida en Kg. 305 días. Bajo: bajo el percentil 35 Medio: entre percentil 35 y 65 Alto: sobre percentil 65
Intervalo entre partos	Continua Discreta	Continuo Bajo Medio Alto	Bajo: bajo el percentil 35 Medio: entre percentil 35 y 65 Alto: sobre percentil 65
Intervalo parto-concepción	Continua Discreta	Continuo Bajo Medio Alto	Bajo: bajo el percentil 35 Medio: entre percentil 35 y 65 Alto: sobre percentil 65
Servicios/ concepción	Continua Discreta	Continuo Bajo Medio Alto	Bajo: bajo el percentil 35 Medio: entre percentil 35 y 65 Alto: sobre percentil 65

\*\* RMF: Retención de placenta.



## Edición de datos

Se utilizó la base de datos de CRIPAS como fuente de datos básicos (animales por finca, identificación de la vaca, edad, raza, fecha de nacimiento, parámetros productivos y la zona ecológica en la que la finca está situada, entre otros). De la base de datos original se eliminó todos aquellos que no presentaron datos completos del parto, así como las vacas que fueron descartadas antes de completar su lactancia.

Las variables independientes, en el estudio, fueron: época del año (seca o lluviosa), raza de la vaca, zona ecológica, número de lactancias, tipo de parto (normal, distócico, cesárea), número de crías por parto (único o gemelar) y producción de leche.

Se eliminó, de la base de datos, todos aquellos considerados extremos: por debajo del percentil cinco y por encima del 95.

## Análisis estadístico

### *Estadística descriptiva e inferencial básica*

La primera fase fue de estadística descriptiva de las variables de salida mediante distribución de frecuencias cuando se trabajaron en forma discreta, y mediante medidas de tendencia central (promedio) y de dispersión (desviación y error estándar) cuando se procesaron en su forma continua mediante PROC FREQ y PROC MEANS (SAS/STAT® ver. 9,2; (SAS Institute Inc., SAS®). Asimismo, se calculó los IC95% para los niveles de las otras variables, para establecer la existencia -o no- de estratos diferentes.

### *Efecto de los partos gemelares sobre parámetros productivos y reproductivos*

Se determinó efecto de los PG sobre las variables productivas (kg/305 días) y reproductivas (intervalo entre partos, servicios por concepción, intervalo parto-concepción) utilizando modelos de regresión lineal mixta con la variable hato-año-época de concepción como variable de efecto aleatorio, mediante PROC MIXED (SAS/STAT® ver. 9,2 (SAS Institute Inc., SAS®).

El modelo estadístico general para las variables dependientes fue:

$$Yijklm = \mu_0 + gem_i + hae_j + eco_k + raza_l + lact_m + tipo_n + ret_o + prodant_p + eijklmnop$$

Donde:

$Yijklm$  = Variable dependiente (kg/305d, IEP, S/C, IPC)

$\mu_0$  = Media general

$gem_i$  = Efecto fijo  $i$ -ésimo del número de terneros al parto

$hae_j$  = Efecto aleatorio  $j$ -ésimo del hato/año/época de parto

$eco_k$  = Efecto fijo de  $k$ -ésimo ecozona

$raza_l$  = Efecto fijo de  $l$ -ésimo de la raza de la madre

$lact_m$  = Efecto fijo de m-ésima del número de lactancia de la madre

$tipo_n$  = Efecto fijo de n-ésima del tipo de parto de la madre

$ret_o$  = Efecto fijo de o-ésima de la retención de placenta

$prodant_p$  = Efecto fijo de p-ésima de la producción láctea en la lactancia previa

$eijklmno$  = Efecto aleatorio residual

## RESULTADOS

### Frecuencia de partos gemelares

Durante todo el período, y en la totalidad de fincas, se presentó un total de 723 vacas con PG (0,92%).

### Frecuencias de las variables productivas y reproductivas posterior al parto estudiado

#### *Intervalo entre partos (IEP)*

Del total de vacas con IEP superior a 415 días respecto al parto siguiente (n=24121), un total de 293 vacas presentaron PG (1,21%), mientras que sólo 157 vacas con gemelos (0,56%) presentaron intervalos menores a 360 días; siendo estas frecuencias significativamente diferentes entre estratos (Cuadro 2).

#### Servicios por concepción (S/C)

Las vacas con más alto número de S/C posterior al parto analizado, presentaron -significativamente- el mayor porcentaje de PG (1,17%); asimismo, siguiendo una tendencia, las de menor número de S/C fueron las que tuvieron menor frecuencia de PG (0,73%) (Cuadro 2).

#### Intervalo parto-concepción (IPC)

Del total de vacas con un IPC por encima de 100 días (alto) posterior al parto analizado, 452 (1,17%) tuvieron PG, mientras que las de intervalo menor a 80 días (bajo) solamente 142 vacas fueron de PG (0,52%) ( $P < 0,05$ ) (Cuadro 2).

#### Retención de membranas fetales (RMF)

Del total de partos analizados el 0,871% (n=630) presentaron RMF, de ellos un total de 43 (6,78%) correspondieron a PG; por otra parte, únicamente el 0,87% de partos sin RMF fueron producto de PG ( $P < 0,001$ ) (Cuadro 2).

#### Producción a 305 días de lactancia siguiente

Conforme se redujo el nivel de producción en la lactancia siguiente al parto estudiado, así



se redujo el porcentaje de vacas con PG; así, un total de 370 vacas con PG (1,37%) presentaron una alta producción, mientras que sólo 79 vacas con gemelos (0,46%) presentaron una producción baja, siendo la diferencia entre los estratos altamente significativa (Cuadro 2). La longitud de gestación de los PG presentó un número menor de días (270,9) ( $P < 0,05$ ) comparados con los partos únicos (276,6) y el promedio general (276,3).

**Cuadro 2.** Frecuencias por estratos de variables productivas y reproductivas posteriores a los partos gemelares (y únicos) en fincas lecheras especializadas de Costa Rica.

Variable (n)	Nivel de variable (%)	N° partos gemelares	Porcentaje	IC95%	
				LI	LS
Intervalo entre partos (78467)	>415d (30,74)	293	1,21	1,08	1,35
	360-415d (33,29)	264	1,01	0,89	1,13
	<360d (35,97)	157	0,56	0,47	0,64
Servicios por concepción (78769)	>2,25 (21,32)	196	1,17	1,00	1,33
	1,75-2,25 (24,01)	176	0,93	0,79	1,07
	<1,75 (54,66)	351	0,82	0,73	0,90
Intervalo parto concepción (78235)	>100d (49,52)	452	1,17	1,06	1,27
	80-100d (15,69)	121	0,99	0,81	1,16
	< 80d (34,79)	142	0,52	0,44	0,60
Longitud de gestación (71566)	Normal (95,94)	646	0,94	0,87	1,01
	Aborto (3,29)	36	1,53	1,03	2,04
	Prematuro (0,77)	15	2,72	1,36	4,08
Retención de placenta (78785)	No (99,20)	680	0,87	0,80	0,93
	Sí (0,80)	43	6,78	4,86	8,80
Prod 305 d. lact siguiente* (78712)	Alta (34,31)	370	1,37	1,23	1,51
	Media (43,92)	274	0,79	0,70	0,89
	Baja (21,77)	79	0,46	0,36	0,56

\* Holstein: alta= >7345kg, media= 4500-7345, baja= < 4500; Jersey: alta= >5560kg, media= 3765-5560, baja= < 3765; media raza Holstein\*Jersey: alta= >6500kg, media= 4175-6500, baja= < 4175.

### Medias de las variables posterior al parto estudiado (gemelar o único)

El promedio general del IEP fue de 399,65 días. En las vacas con partos únicos, el promedio fue 399,49 días, mientras que en las de partos gemelares fue de 417,11 días,

siendo esta diferencia altamente significativa (Cuadro 3). Con respecto al promedio de los S/C, hubo diferencia significativa entre las vacas con PG (2,02) comparadas con las de parto único (1,85). Por otra parte, el IPC de las que parieron gemelos (139,90 días) fue casi 18 días mayor que las vacas que tuvieron parto único ( $P<0,01$ ). Las vacas que tuvieron PG, produjeron al menos 900 kg/305d más que los animales que presentaron un parto único, siendo 6690,96 kg/305d y 5778,36 kg/305d, respectivamente (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Promedio de las variables continuas posteriores al parto gemelar. Datos generales en fincas lecheras de Costa Rica.

Variable	Nivel de variable	Total	Promedio	IC95%	
				LI	LS
Intervalo entre partos	Promedio	78785	399,65	399,12	400,17
	Único	78062	399,49	398,96	400,02
	Gemelar	723	417,11	411,60	4228,62
Servicios por concepción	Promedio	78769	1,85	1,84	1,86
	Único	78046	1,85	1,84	1,86
	Gemelar	723	2,02	1,93	2,12
Intervalo parto concepción	Promedio	78769	122,21	121,70	122,73
	Único	78046	122,05	121,53	122,57
	Gemelar	723	139,90	134,45	145,34
Kg leche 305 d lactancia siguiente	Promedio	78785	5783,73	5773,69	5799,78
	Único	78062	5778,36	5756,26	5791,45
	Gemelar	723	6690,96	6554,87	6827,05

### Efecto corregido del parto gemelar sobre los parámetros productivos y reproductivos

#### *Intervalo entre partos (IEP)*

Las vacas que parieron gemelos presentaron un IEP 15 días mayor ( $P<0,0001$ ). Asimismo, se encontró que las vacas Holstein presentaron el intervalo más alto, con 419,99 días, mientras que las Jersey tuvieron el intervalo más bajo, 398,58 días ( $P<0,001$ ). Se observó, además, que el cruce de Holstein x Jersey presentó un valor intermedio entre ambas razas.

La zona ecológica demostró tener un efecto significativo sobre este parámetro, observándose tres niveles: cerca de 403 d (bh-MB, bh-P, bmh-P, bp-P), alrededor de 409 (bmh-T, bmh-M) y sobre los 415 d (bp-MB), con diferencias variables respecto al estrato base de comparación que fue el bmh-M (409,72 d).

Conforme aumenta el número de lactancia de la vaca se incrementa el IEP, desde los 400,4 días en las de primer parto hasta los 417,2 días en las de más de 5 partos ( $P<0,0001$ ). Por otra parte, no se observó un efecto de la cesárea sobre este parámetro cuando se

compara con el parto normal; no así para el parto distócico que registró 414,4 d ( $P < 0,0001$ ).

De igual manera, las vacas con retención de membranas fetales presentaron un intervalo similar a las vacas con parto distócico y significativamente diferente las que no sufrieron la retención: 414,3 días y 400,2 días, respectivamente. Por último, hubo un efecto marcado del nivel de producción en la lactancia anterior al parto analizado; así, hubo casi un mes de diferencia en este intervalo ( $P < 0,0001$ ) entre las vacas con baja producción y las de alta producción (Cuadro 4)

**Cuadro 4.** Efecto del parto gemelar, corregido por raza, zona ecológica, número de lactancia, tipo de parto, retención de placenta y producción de leche corregida a 305d sobre el intervalo entre partos de vacas de lechería especializada de Costa Rica, enero de 2000 a junio de 2009.

Variable	Estrato	Estimado	Diferencia	E.E*	P**
Intercepto		411,99	.	4,61	.
Parto	Único	399,72	-15,09	1,83	<0,0001
	Gemelar	414,81	0	3,24	.
Raza	Holstein	419,99	16,76	2,21	<0,0001
	Jersey	398,58	-4,65	2,25	<0,0001
	Holstein x Jersey	403,23	0	2,40	.
Zona	bh-MB	403,41	-6,31	2,43	0,0034
	bh-P	403,94	-5,79	2,39	0,0058
	bmh-P	403,85	-1,86	2,52	0,4059
	bmh-T	408,04	-1,68	2,39	0,3773
	bp-MB	416,23	6,51	2,47	0,0015
	bp-P	401,68	-8,05	2,76	0,0015
	bmh-M	409,72	0	2,78	.
Número de lactancia	1	400,40	-8,35	2,89	<0,0001
	2-3	407,44	-14,37	2,19	<0,0001
	4-5	404,03	-15,88	2,23	<0,0001
	>5	417,19	0	2,21	.
Tipo de parto	Normal	403,99	0,35	2,12	0,7228
	Distócico	414,39	4,18	2,88	<0,0001
	Cesárea	403,42	0	2,55	<0,0001
Retención de placenta	Sin RMF	400,21	-4,79	1,80	<0,0001
	Con RMF	414,32	0	3,20	.
kg/305 d***	Alta (> percentil 65)	422,18	30,54	2,27	<0,0001
	Media	406,72	18,40	2,24	<0,0001
	Baja (< percentil 35)	392,90	0	2,29	.

El modelo incluye el efecto aleatorio del hato/año/época del año.

\*EE= Error estándar del estimado, \*\*P= Valor de P de la diferencia.

\*\*\* Holstein: alta= >7345kg, media= 4500-7345, baja= < 4500; Jersey: alta= >5560kg, media= 3765-5560, baja= < 3765; media raza Holstein\*Jersey: alta= >6500kg, media= 4175-6500, baja= < 4175.

### Servicios por concepción (S/C)

Como se observa en el Cuadro 5, las vacas que parieron gemelos requirieron de mayor número de S/C, en su lactancia siguiente, respecto a las de parto único ( $P=0,0048$ ). Por su parte, se observó un efecto

significativo de la raza, siendo el valor más alto para las Holstein (2,05) y el más bajo para las Jersey (1,91).

La zona ecológica, asimismo, presentó diferencias importantes entre ellas, desde 2,28 en el bmh-M, hasta 1,75 en el bp-P, pero con una mayoría en menos de dos S/C. Del mismo modo que en el IEP, se observa una tendencia al incremento de los S/C conforme aumenta el número de lactancias ( $P < 0,05$ ).

Las vacas con parto normal tuvieron casi 0,1 y 0,2 S/C menos que las vacas con parto distócico y cesárea ( $P < 0,05$ ). Por otra parte, y siempre relacionado con el (peri)parto, las vacas con retención de membranas fetales mostraron diferencia significativa respecto a las que no retuvieron (1,95 vs. 2,00;  $P = 0,051$ ). Finalmente, hubo una marcada diferencia en los S/C según el nivel de producción con una tendencia a más servicios entre mayor el nivel de producción ( $P < 0,05$ ) (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Efecto del parto gemelar, corregido por raza, zona ecológica, número de lactancia, tipo de parto, retención de placenta y producción de leche corregida a 305d en la lactancia anterior, sobre el número de servicios por concepción en vacas de lechería especializada de Costa Rica, enero de 2000 a junio de 2009.

Variable	Estrato	Estimado	Diferencia	E.E*	P**
<b>Intercepto</b>		2,30	.	0,790	.
<b>Parto</b>	Único	1,91	-0,11	0,031	0,0048
	Gemelar	2,03	0	0,056	.
<b>Raza</b>	Holstein	2,05	0,09	0,038	0,0193
	Jersey	1,91	-0,05	0,039	0,0191
	Holstein x Jersey	1,95	0	0,041	.
<b>Zona</b>	bh-MB	1,99	-0,29	0,041	0,0353
	bh-P	1,83	-0,44	0,041	0,0343
	bmh-P	1,87	-0,40	0,043	0,0368
	bmh-T	1,89	-0,38	0,041	0,0316
	bp-MB	2,17	-0,10	0,041	0,0336
	bp-P	1,75	-0,52	0,046	0,0410
	bmh-M	2,28	0	0,047	.
<b>Número de lactancia</b>	1	1,92	-0,13	0,050	0,0348
	2-3	1,98	-0,07	0,038	0,0117
	4-5	1,94	-0,10	0,038	0,0143
	>5	2,04	0	0,038	.
<b>Tipo de parto</b>	Normal	1,88	-0,18	0,036	0,0279
	Distócico	1,97	-0,09	0,050	0,0452
	Cesárea	2,06	0	0,044	.
<b>Retención de placenta</b>	Sin RMF	1,94	-0,63	0,031	0,0508
	Con RMF	2,00	0	0,057	.
<b>kg/305 d lactancia anterior***</b>	Alta (> percentil 65)	2,18	0,43	0,039	0,0164
	Media	1,97	0,21	0,038	0,0129
	Baja (< percentil 35)	1,76	0	0,039	.

El modelo incluye el efecto aleatorio del hato/año/época del año.

\*EE= Error estándar del estimado; \*\*P= Valor de P de la diferencia.

\*\*\* Holstein: alta= >7345kg, media= 4500-7345, baja= < 4500; Jersey: alta= >5560kg, media= 3765-5560, baja= < 3765; media raza Holstein\*Jersey: alta= >6500kg, media= 4175-6500, baja= < 4175.

### Intervalo parto concepción (IPC)



Este intervalo fue afectado, de manera muy importante, por el PG, siendo que las vacas con este tipo de parto tuvieron 15 días más hasta su concepción (123,0 vs. 138,2;  $P < 0,0001$ ). Asimismo, las vacas Holstein presentaron el más alto IPC, con casi tres semanas más que las vacas Jersey ( $P < 0,0001$ ). Al igual que lo ocurrido con los parámetros antes analizados, la zona ecológica marcó efectos importantes, con valores extremos diferentes en casi 14 días entre el bp-MB (141,2) y el bh-P (127,46).

El número de lactancia mostró diferencias de casi 19 días entre las vacas primerizas y las de >5 lactancias, con valores intermedios para las vacas con un número de lactancias entre 2 y 5 ( $P < 0,0001$ ). Por otro lado, no hubo diferencias entre el IPC de las vacas con parto normal y las de cesárea ( $P = 0,12$ ), pero sí de ambos con las de parto distócico ( $P < 0,001$ ). En el caso de este parámetro, la presentación de RMF sí produjo un efecto importante y altamente significativo, siendo 15 días más alto en las que presentaron RMF (138,2) que en las que no sufrieron el evento.

Finalmente, la producción de leche en la lactancia anterior mostró importantes diferencias entre las del percentil más alto respecto al más bajo, de más de 30 días y de 15 días con las de producción media ( $P < 0,0001$ ) (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Efecto del parto gemelar, corregido por raza, zona ecológica, número de lactancia, tipo de parto, retención de placenta y producción de leche corregida a 305d en la lactancia anterior, sobre el intervalo parto-concepción en vacas de lechería especializada de Costa Rica, enero de 2000 a junio de 2009.

Variable	Estrato	Estimado	Diferencia	E.E*	P**
Intercepto		137,71	.	4,53	
Parto	Único	122,97	-15,27	1,79	<0,0001
	Gemelar	138,24	0	3,17	.
Raza	Holstein	143,76	17,19	2,17	<0,0001
	Jersey	121,49	-5,08	2,21	<0,0001
	Holstein x Jersey	126,57	0	2,36	.
Zona	bh-MB	126,57	-6,11	2,38	0,0041
	bh-P	127,46	-5,21	2,32	0,0117
	bmh-P	131,14	-1,53	2,47	0,4887
	bmh-T	131,08	-1,60	2,35	0,3931
	bp-MB	141,22	8,53	2,43	<0,0001
	bp-P	124,09	-8,58	2,72	0,0006
	bmh-M	132,68	0	2,74	.
Número de lactancia	1	123,09	-18,74	2,83	<0,0001
	2-3	130,69	-11,14	2,15	<0,0001
	4-5	126,82	-15,00	2,19	<0,0001
	>5	141,82	0	2,17	.
Tipo de parto	Normal	126,07	-2,48	2,08	0,1149
	Distócico	137,19	8,64	2,83	0,0008
	Cesárea	128,55	0	2,51	.
Retención de placenta	Sin RMF	123,06	-15,09	1,77	<0,0001
	Con RMF	138,15	0	3,24	.
Kg/305 d lactancia anterior***	Alta (> percentil 65)	146,49	31,18	2,23	<0,0001
	Media	130,01	14,70	2,20	<0,0001
	Baja (< percentil 35)	115,31	0	2,24	.

El modelo incluye el efecto aleatorio del hato/año/época del año.

\*EE= Error estándar del estimado, \*\*P= Valor de P de la diferencia.

\*\*\* Holstein: alta= >7345kg, media= 4500-7345, baja= < 4500; Jersey: alta= >5560kg, media= 3765-5560, baja= < 3765; media raza Holstein\*Jersey: alta= >6500kg, media= 4175-6500, baja= < 4175.

### kg/305d de lactancia siguiente

La producción de leche, en la lactancia producto del parto analizado, mostró una diferencia de cerca de medio kg de leche diario más en las vacas con PG que las de parto único (P<0,001). Las principales diferencias se dieron, como era de esperar, por raza; así, las vacas Holstein produjeron casi 1500 kg más que las Jersey y cerca de 850 más que las del cruce Holstein x Jersey. Otro factor que afectó, de manera importante (P<0,001) fue la zona ecológica, con una zona (bp-P) con más de 6700 kg y otras cercanas a los 6000 kg (bh-P, bmh-P y bmh-M).

Por otra parte, las vacas con más de cinco lactancia fueron las que presentaron, junto a las de dos y tres partos, las de más alto nivel de producción (P<0,0001). Asimismo, se presentó una diferencia sustancial, de casi 500 kg más, entre las vacas con cesárea respecto a las de parto normal o distócico (P < 0,0001). En este caso, la producción láctea no se vio afectada por la RMF de manera significativa (Cuadro 7).

Cuadro 7. Efecto del parto gemelar, corregido por raza, zona ecológica, número de lactancia, tipo de parto, retención de placenta y producción de leche corregida a 305d en la lactancia anterior, sobre la producción de leche de vacas de lechería especializada de Costa Rica, enero de 2000 a junio de 2009.

Variable	Estrato	Estimado	Diferencia	E.E*	P**
Intercepto		5537,08	.	77,97	.
Parto	Único	6144,02	-153,24	33,36	0,0007
	Gemelar	6297,26	0	54,33	.
Raza	Holstein	6997,55	835,08	38,96	0,0001
	Jersey	5501,90	-660,56	39,57	0,0001
	Holstein x Jersey	6162,46	0	41,82	.
Zona	bh-MB	6441,89	515,67	43,40	0,0001
	bh-P	6095,95	169,73	43,17	0,0001
	bmh-P	6024,96	98,74	45,11	0,0238
	bmh-T	6116,60	190,38	42,22	0,0001
	bp-MB	6218,46	292,42	46,23	0,0001
	bp-P	6720,37	794,14	56,96	0,0001
	bmh-M	5926,22	0	50,60	.
Número de lactancia	1	5982,76	-394,27	49,13	0,0001
	2-3	6330,34	-46,70	38,70	0,0001
	4-5	6162,42	-184,61	39,21	0,0001
	>5	6377,03	0	38,95	.
Tipo de parto	Normal	5988,09	-592,58	37,62	0,0001
	Distócico	6093,15	-487,51	49,11	0,0001
	Cesárea	6580,67	0	44,05	.
Retención de placenta	Sin RMF	6182,06	-77,16	32,91	0,1041
	Con RMF	6259,22	0	55,53	.
kg/305 d lactancia anterior	Alta(> percentil 65)	7309,07	2338,02	39,95	0,0001
	Media	6207,79	1149,74	39,37	0,0001
	Baja (< percentil 35)	5058,05	0	40,06	.

El modelo incluye el efecto aleatorio del hato/año/época del año.

\*EE= Error estándar del estimado, \*\*P= Valor de P de la diferencia.

\*\*\* Holstein: alta= >7345kg, media= 4500-7345, baja= < 4500; Jersey: alta= >5560kg, media= 3765-5560, baja= < 3765; media raza Holstein\*Jersey: alta= >6500kg, media= 4175-6500, baja= < 4175.



## DISCUSIÓN

### Estadística descriptiva inferencial para parámetros reproductivos evaluados.

La gran cantidad de índices productivos y reproductivos que existen, permite reconocer que existe la necesidad de conocer la fertilidad de un hato mediante la utilización de los datos. Los índices obtienen un gran valor cuando todos los eventos han sido adecuadamente registrados; así, durante el período de estudio, se logró recopilar 553,338 registros correspondientes a las lactancias presentes en la base de datos centralizada del programa VAMPP, existente en el proyecto CRIPAS de la EMV-UNA. Esta cantidad de datos permitió realizar un análisis estadístico con resultados importantes acerca de la situación de los PG en fincas lecheras de Costa Rica.

### Efecto de la gestación gemelar sobre los parámetros productivos y reproductivos

#### *Frecuencias de los factores posterior al parto estudiado (gemelar o único)*

En este estudio, el porcentaje de vacas con IEP superior a 415 días, con respecto al parto inmediato analizado, en las vacas con PG, fue estadísticamente diferente al de vacas con IEP menor a 360 días. Bell y Roberts (2007) así como Mcnaughton y Murray (2009), han reportado que la mayoría de los PG presentan una serie de alteraciones reproductivas en el peri parto como por ejemplo; retención de placenta, distocia, natimuertos, metritis y abortos, entre otros; que de una u otra manera aumentan los días abiertos y, por consiguiente, el IEP. Esto es consecuente, con lo observado con IPC, en que las vacas con gemelos tuvieron el mayor porcentaje, encima de los 100 días, y que concuerda con los reportado por Nielen et al. (1989); sin embargo, hubo al menos un reporte en que más bien se observó una disminución en los días abiertos (Kinsel et al., 1998).

En relación al número de S/C, las vacas que tuvieron más S/C, presentaron mayor porcentaje de PG, aspecto que es también reportado, por Nielen et al. (1989) y Fricke (2002).

Fricke (2002), Mcnaughton y Murray (2009) y Drillich et al. (2007), han estudiado y reportado que la RMF sigue siendo una de las patologías más asociadas al PG, siendo de gran peso en lo que se refiere al gasto económico, no sólo por la leche que se descarta, sino por pérdida de condición que se manifiesta en estas vacas. La retención de membranas fetales, para este estudio, presentó un porcentaje altamente significativo para el caso de las vacas con PG.

En cuanto al nivel de producción en la lactancia posterior al parto estudiado, se observó que las vacas, con más alta producción, tuvieron el mayor porcentaje de PG; los que contradice lo reportado por Echternkamp et al. (2004) y Silva del Rio et al. (2009), quienes observaron que las vacas que parían gemelos tenían menores promedios de producción de la lactancia siguiente al PG, atribuible a los problemas asociados al periparto, especialmente el parto distócico y la RMF subsecuente.

#### *Medias de las variables posterior al parto estudiado (gemelar o único)*

En el presente estudio, las vacas con PG tuvieron el promedio de días más alto de IEP,

comparado con el promedio general y los partos únicos. Algunos autores como Nielen et al. (1989), Alvarado et al. (2006) y Fricke (2002), han mencionado que los intervalos entre partos se han visto aumentados en vacas con PG, sobre todo asociado al incremento en los días abiertos, retención de membranas fetales y metritis.

En este estudio, las vacas con PG tuvieron un IPC de 20 días mayor que las vacas que tuvieron parto único ( $P < 0,01$ ). En cuanto al IPC, varios autores (Nielen et al. 1989; Fricke, 2002; Alvarado et al., 2006) mencionan mayores días abiertos con relación en las vacas con PG. Sin embargo, algunos autores reportan, más bien, una disminución de días abiertos (Kinsel et al., 1998). Este resultado se ve respaldado, con lo observado en los S/C en que los PG tuvieron una diferencia significativa, vs partos únicos, tal y como lo han reportado Nielen et al. (1989) y Bicalho et al. (2007).

Para este estudio, las vacas con PG produjeron al menos 700kg/305 días de lactancia más que las que tuvieron parto único. Sin embargo, Bicalho et al. (2007) reportaron que las de parto único produjeron más que las de PG. Esto podría deberse a que la mayoría de los estudios han sido realizados en países de cuatro estaciones (USA y Europa), con promedios de producción muy altos ( $> 40,00$  kg promedio) y vacas con niveles de nutrición también altos, muy diferentes de las condiciones tropicales de producción del presente estudio.

### Efecto corregido del parto gemelar sobre los parámetros reproductivos

Varios estudios han reportado un incremento en los problemas del parto asociados a los PG, con la consecuente afectación sobre parámetros reproductivos como los días abiertos y los S/C, que, al final, afectan al IEP (Nielen et al., 1989; Fricke & Shaver, 2000; Fricke, 2002; Alvarado et al., 2006; Dubuc et al., 2010). Así, el hallazgo de poco más de 15 días más de IEP en las vacas con PG está dentro de lo previamente reportado.

Las vacas Holstein tuvieron el IEP, el IPC y los S/C más altos comparados con las Jersey y las media sangre Holstein x Jersey. Si a este hallazgo le sumamos que las vacas Holstein, para este estudio, también tuvieron el mayor porcentaje de PG, al igual que lo reportan Nielen et al. (1989) y Fricke (2002).

Al igual que en este estudio, algunos autores (Nielen et al., 1989; Bell & Roberts, 2007; García-Ispierto et al., 2007), han reportado que los PG también pueden aumentar los S/C de las vacas durante la siguiente lactancia. Así, hay un efecto sumatorio de la condición de raza Holstein con el evento PG, que podría llevar a un incremento importante y significativo en el IEP.

Si ya estudios previos han reportado que existe una relación entre el número de lactancia y el IEP, de modo que conforme la vacas aumentan su número de lactancia, también incrementan la diferencia en el IEP (Silva del Rio et al., 2007), esta condición se agudiza en las vacas con PG comparadas con las de parto único. Fricke & Shaver (2000) reportan que existe una relación entre el número de lactancias y el IEP en vacas que tienen PG, lo que concuerda con el presente estudio en que las vacas con más partos presentaron mayor diferencia del IPC, S/C y, consecuentemente, el IEP.



Finalmente, se observó que las vacas de más alto nivel de producción fueron las que más altos valores de IPC, S/C e IEP presentaron. Ha sido ampliamente documentada la relación existente entre alta producción y los problemas reproductivos, con una relación inversamente proporcional entre ellos (Diskin & Morris, 2008). El intrincado control hormonal de la producción de leche, junto con la regulación del balance energético -como causa o como efecto- se relaciona, de manera directa, con el control hormonal de la reproducción (Dunn & Moss, 1992; Nebel & McGuilliard, 1993; Beam & Butler, 1999; Diskin et al., 2003). Por tanto, el efecto observado del nivel de producción sobre el IPC, S/C e IEP, está dentro de lo biológicamente plausible.

### Efecto corregido del parto gemelar sobre la producción láctea (kg/305d) de lactancia siguiente

Con respecto a la producción de leche a 305 días de la siguiente lactancia, se observó que las vacas con PG, independientemente de su raza, presentaron mayor producción a 305 días que las vacas con parto único. Asimismo, sin importar el número de lactancia, las vacas con PG produjeron más leche ( $P < 0,001$ ), lo que coincide con resultados reportados por Fricke y Wiltbank (1999), aunque en un estudio realizado por Bicalho et al. (2007), se determinó que las vacas primíparas y multíparas que parieron un solo ternero, produjeron más leche que las que tuvieron un PG. Quizás este efecto se deba a que la raza con la más alta frecuencia de PG fue la Holstein, la que, a su vez, es la de más alta producción; además, es posible que las vacas de más de cinco partos, que aún se mantienen en la finca, se han ganado ese derecho por ser, precisamente, las más altas productoras.

Asimismo, otros autores han mencionado que hay mayor propensión a preñarse de gemelos en vacas con altos niveles de producción (Nielen et al., 1989; Kinsel et al., 1998); hallazgo que se sustenta en los reportes de (Kinsel et al., 1998; Echternkamp et al., 2007; Fricke & Wiltbank, 1999; Wiltbank et al., 2000; Silva del Río et al., 2009) que indican que el primer factor asociado a la incidencia de doble ovulación, en vacas de alto y bajo promedio de producción láctea, fue un promedio de producción alto.

También, se ha sugerido que el proporcionar dietas energéticas a las vacas de alta producción, podrían incrementar la incidencia de doble ovulación y, por lo tanto, de PG. De este modo, al existir una relación entre nivel de producción y nutrición, y de ésta con la tasa de gestaciones y PG, un incremento en PG sería bastante esperable, máxime en las condiciones actuales en que se exige el máximo rendimiento lechero a las vacas a costa de importantes cantidades de alimento concentrado como suplemento, así como otros aditivos a la dieta.

## CONCLUSIONES

El porcentaje de PG, en lecherías especializadas en Costa Rica, es bajo comparado con estudios realizados en otras latitudes; sin embargo, se presenta de forma importante. En

vacas que presentaron PG hubo una afectación importante y significativa de los parámetros reproductivos, no así en la producción láctea, en la que la diferencia fue leve, aunque significativa. El examen de preñez temprano, con posterior reevaluación por medio del ultrasonido, permite identificar vacas con preñez múltiple y, así, dar un manejo diferenciado para evitar las complicaciones asociadas a esta condición, tanto durante la gestación como durante el parto y el periparto. Si se hace un análisis de los efectos combinados, aquí reportados, es posible identificar vacas con posibilidad de tener importantes efectos negativos en su rendimiento productivo y reproductivo. Estudios posteriores deberán apuntar al efecto económico que los PG representan en las lecherías especializadas de Costa Rica.

## REFERENCIAS

- Alvarado, K., J. J. Romero & E. Valverde. 2006. Caracterización de la detección de celos en fincas lecheras especializadas de Costa Rica. *Cienc. Vet.* 24(2): 167-184.
- Bartlett, P. C., P. K. Ngetegize, J. B. Kaneene, J. H. Kirk, S. M. Anderson and E. C. Mather. 1986. Cystic follicular disease in Michigan Holstein-Friesian cattle: incidence, descriptive epidemiology, and economic impact. *Prev. Vet. Med.* 4:15-33.
- Beam, S. W. & W. R. Butler. 1999. Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 54:411-424.
- Bell, M. & D. Roberts. 2007. Effect of twinning on the feed intake, performance and health of dairy cows. *Livestock Sci.* 107:274-281
- Bicalho, R. C., S. H. Cheong, K. N. Galvão, L. D. Warnick, L. D., Guard, C. L. 2007. Effect of twin birth calvings on milk production, reproductive performance, and survival of lactating cows. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 231:1390-1397.
- Cady, R. A. & L. D. Van Vleck. 1978. Factors affecting twinning and effects of twinning in Holstein dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 46:950-956.
- Correa, M. T., H. Erb and J. Scarlett. 1993. Path analysis for seven disorders of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 76:1305-1312.
- Diskin, M. G., D. R. Mackey, J. F. Roche and J. M. Sreenan. 2003. Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 78: 345-370.
- Drillich, M., N. Klever and W. Heuwieser. 2007. Comparison of Two Management Strategies for Retained Fetal Membranes on Small Dairy Farms in Germany. *J. Dairy Sci.* 90:4275-4281.
- Dubuc, J., T. F. Duffield, K. E. Leslie, J. S. Walton and S. J. LeBlanc. 2010. Risk factors for postpartum uterine diseases in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93: 5764-5771.
- Dunn, T. G. and G. E. Moss. 1992. Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. *J. Anim. Sci.* 70:1580-1593.



- Echternkamp, S. E. & K. E. Gregory. 1999. Effects of twinning on gestation length, retained placenta and distocia. *J. Anim. Sci.* 77:39-47.
- Echternkamp, S. E., A. J. Roberts, D. T. Lunstra, T. Wise and L. J. Spicer. 2004. Ovarian follicular development in cattle selected for twin ovulations and births. *J. Anim. Sci.* 82:459-471.
- Echternkamp, E., R. A. Cushman, M. F. Allan, R. M. Thallman and K. E. Gregory. 2007. Effects of ovulation rate and fetal number on fertility in twin-producing cattle *J. Anim. Sci.* 85:3228-3238.
- Eddy, R. G., O. Davies and C. David. 1991. An economic assessment of twin births in British dairy herds. *Vet. Rec.* 129:526-529.
- Fricke, P. M. & M. C. Wiltbank, 1999. Effect of milk production on the incidence of double ovulation in dairy cows. *Theriogenology.* 52:1133-1143.
- Fricke, P. M. & R. Shaver. 2000. Managing reproductive disorders in dairy cows. NDSU Extension Service. North Dakota. [on line] [http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/documents/productdownload/du\\_603.en\\_.pdf](http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/documents/productdownload/du_603.en_.pdf) Revisado 15/01/2013
- Fricke, P. M. 2002. Scanning the Future-Ultrasonography as a Reproductive Management Tool for Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 85:1918-1926.
- García-Ispuerto, I., F. López-Gatius, P. Santolaria, J. L. Yániz, C. Nogareda and M. López-Béjar. 2007. Factors affecting the fertility of high producing dairy herds in northeastern Spain. *Theriogenology.* 67:632-638.
- Ghavi Hossein-Zadeh, N., A. Nejati-Javaremi and H. Kohram. 2008. An Observational analysis of twin Births, Calf Stillbirth, Calf Sex ratio, and abortion in Iranian Holsteins. *J. Dairy Sci.* 91:4198-4205.
- Gregory, K. E., S. E. Echternkamp, G. E. Dickerson, L. V. Cundiff, R. M. Koch and L. D. Van Vleck. 1990. Twinning in cattle: III. Effects of twinning on dystocia, reproductive traits, calf survival, calf growth and cow productivity. *J. Anim Sc.* 68:3133-3144.
- Kappelle, M., M. Castro, H. Acevedo, P. Cordero, L. González, E. Méndez and H. Monge. 2002. A rapid method in ecosystem mapping and monitoring as a tool for managing Costa Rican ecosystem health. In D. J. Rapport, W. L. Lasley, D. E. Rolston, N. O. Nielsen, C. O. Qualset & A. B. Damania (eds.). *Managing for Healthy Ecosystems.* Lewis Publisher. Boca Raton FL.
- Kinsel, M., W. Marsh, P. Ruegg and W. Etherington. 1998. Risk factors for twinning in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81:989-993.
- McNaughton, A. P. & R.D. Murray. 2009. Structure and function of the bovine fetomaternal unit in relation to the causes of retained fetal membranes. *Vet. Rec.* 165:615-622
- Nebel, R. L. and M. L. [McGilliard](#). 1993. Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 76:3257-3268.
- Nielen, M., Y. Schukken, D. Scholl, H. Wilbrink and A. Brand. 1989. Twinning in dairy cattle: a

- study of risk factors and effects. *Theriogenology*. 32:845–862.
- Noordhuizen, J and J. Buurman. 1984. Veterinary automated management and production control program for dairy farms (VAMPP). The application of MUMPS for data processing. *Veterinary Quarterly*. 6: 62-77.
- Romero, J. J., S. Estrada and E. Pérez. 2000. Uso del sistema de información VAMPP en investigaciones a gran escala. XVII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. 11-15 Setiembre, Ciudad de Panamá, Panamá.
- SAS Institute., Inc., SAS®. 1990. *Procedures Guide*. Version 6. Third Edition. Cary, NC; USA. pp. 943.
- SAS Institute., Inc., SAS® . 1990. *User's Guide*. Version 6. Third Edition. Cary, NC; USA. pp. 943.
- Silva del Rio, N., S., Stewart, P. Rapnicki, Y. M. Chang and P. M. Fricke. 2007. An Observational Analysis of Twin Births, Calf Sex Ratio, and Calf Mortality in Holstein Dairy Cattle. *J. Dairy Sci*. 90:1255-1264.
- Silva del Rio, N., J. D. Colloton and P. M. Fricke. 2009. Factors affecting pregnancy loss for single and twin pregnancies in a high-producing dairy herd. *Theriogenology*. 71:1462-71.
- Wheeler, M. B., J. W. Scheer, G. B. Anderson and R. H. Bondurant. 1979. Postpartum fertility in beef cattle producing twins. *Theriogenology* 12:383-386.
- Wiltbank, M. C., P. M. Fricke, S. Sangsritavong, R. Sartori and O. J. Ginther. 2000. Symposium: Physiology, Location, And Reproduction Mechanisms that Prevent and Produce Double Ovulations in Dairy Cattle. *J. Dairy Sci*. 83:2998-3006.

