

Universidad Nacional
Sistema de Estudios de Posgrado
Posgrado Regional en Ciencias Veterinarias Tropicales



**Caracterización de partos gemelares en fincas lecheras
especializadas de Costa Rica**

Julio Enrique Murillo Barrantes

Heredia, Mayo 2010

Tesis sometida a consideración del tribunal examinador del Posgrado Regional en Ciencias Veterinarias Tropicales para optar al grado de *Magister Scientiae* en Reproducción Animal Integrada. Cumple con los requisitos establecidos por el Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad Nacional. Heredia. Costa Rica.

**Caracterización de partos gemelares en fincas lecheras
especializadas de Costa Rica**

Julio Enrique Murillo Barrantes

Heredia, Mayo 2010

Tesis sometida a consideración del tribunal examinador del Posgrado Regional en Ciencias Veterinarias Tropicales para optar al grado de *Magister Scientiae* en Reproducción Animal Integrada.

TRIBUNAL EXAMINADOR

MSc. José Zelaya Rodríguez
Representante Consejo Central de Posgrado

Dr. Bernardo Vargas Leitón
Representante PCVET

MSc. Sandra Estrada König
Lectora

Dra. Laura Castro Ramírez
Lectora

Dr. Juan José Romero Zúñiga
Tutor

Julio Murillo Barrantes
Sustentante

RESUMEN

Antecedentes: La eficiencia reproductiva es un componente crítico de una operación lechera exitosa; así, los trastornos reproductivos en vacas lactantes pueden afectar la eficiencia reproductiva en un hato. Dentro de las alteraciones más comunes se incluyen: quistes ováricos, pérdidas embrionarias tempranas, placenta retenida y partos gemelares (PG). **Objetivo:** Evaluar los problemas asociados a PG en fincas lecheras especializadas de Costa Rica, período 1994-2008. **Materiales y Métodos:** Estudio retrospectivo longitudinal, descriptivo y de casos y controles, de las lactancias registradas en el sistema de información VAMPP Bovino y almacenadas en la base de datos central de CRIPAS-EMV. En la primera parte del estudio se analizó los posibles factores asociados con los PG, tanto por medio del uso de la estadística descriptiva (frecuencias y promedios con sus respectivos intervalos de confianza al 95%); además, se realizaron comparaciones de promedios y de porcentajes por medio de la prueba de T de student y Chi-cuadrado, respectivamente. Asimismo, se determinaron los factores de riesgo mediante un estudio de casos y controles, utilizando regresión logística con efecto aleatorio, siendo la variable finca la que confiere el efecto de hato. Por último, para determinar el efecto de los PG sobre las variables (re)productivas, se utilizó un método paramétrico (T-de student) y uno no paramétrico (Kuskal-Wallis). **Resultados:** Para todo el período, la proporción de PG fue un 1,02%, siendo la raza Holstein la de mayor porcentaje a lo largo de todo el período y por encima de las demás razas. No se observaron tendencias marcadas de incremento o reducción en los porcentajes de PG durante el período analizado. Los casos de macho-hembra fueron los PG más frecuentes (40,40%). La época de concepción no fue asociada con los PG; pero las vacas con alta producción de leche corregida a 305 días (dentro de su raza) presentaron un mayor porcentaje (1,77%) de PG que las de producción media ($p < 0,05$). Se observó una tendencia al incremento de PG con el aumento en número de lactancias; así, las de primera lactancia tuvieron un 0,29% y las de más de 6 lactancias un 1,62%. Las vacas que tuvieron quistes ováricos previos a la gestación gemelar presentaron mayor porcentaje de PG (3,46%) en relación con las vacas sin quistes. Con respecto a los factores de riesgo, las vacas con alta producción a 305 días presentaron 1,56 veces el riesgo de tener un PG (IC95%:1,32 – 1,89), respecto a las de baja producción. Las hembras de más de seis lactancias presentaron el mayor riesgo de PG (OR= 4,97; IC95%:3,71 – 6,66). Asimismo, las Holstein tuvieron el doble de probabilidad de tener PG con respecto a las otras razas. También se determinó que las vacas que

tuvieron retención de placenta (RMF), presentaron 5,32 veces la probabilidad de PG en la siguiente lactancia (IC95%:4,16– 6,80) respecto a las vacas sin RMF. Por otra parte, las vacas con quistes ováricos presentan mayor riesgo de PG (OR= 2,28, IC95%:1,80 – 2,88). El 1,15% de vacas con PG presentaron un intervalo entre partos (IEP) superior a 415 días (alto) respecto al parto siguiente, siendo el doble de los PG de menos de 360 días. Posterior al parto analizado, las vacas con PG fueron las que presentaron más servicios por concepción (S/C). Según la longitud de la gestación, las vacas con aborto y parto prematuro fueron las de mayor frecuencia de PG (1,72% y 3,19%, respectivamente). El 0,91% de los partos presentaron RMF, de ellos el 6,81% fueron PG. La proporción de vacas con PG y con alta producción (1,48%) fue más del doble que las de baja producción (0,69%). En las vacas con partos únicos el promedio del IEP, fue 405,6 días, mientras que en las de PG fue de 425,2 días ($p < 0,05$). En los S/C hubo diferencia entre las vacas con PG comparadas con las de parto único (2,02 y 1,75, respectivamente). Por otra parte, el intervalo parto concepción de las que parieron gemelos fue 20 días mayor (149.0 días) que las vacas que tuvieron parto único ($p < 0.01$). Las vacas que tuvieron PG produjeron al menos 700 Kg/305d más que los animales que presentaron un parto único. Asimismo, se encontró que las vacas Holstein presentaron el IEP más alto con 430,9 días. Conforme aumenta el número de lactancia se incrementa la diferencia en el IEP de las vacas con PG en comparación a las vacas con parto único; de la misma manera ocurre con los S/C y el intervalo parto concepción. Las vacas del cruce Holstein x Jersey necesitaron 2,37 servicios para preñarse posterior al PG. De las vacas con PG, las Holstein tienen el intervalo parto concepción más alto (155,3 días). Se observó que las vacas con PG, sin importar su raza, presentaron mayor producción a 305d que las vacas con parto único; de igual forma, independientemente del número de lactancia, las de PG produjeron más ($p < 0,05$), observándose la mayor diferencia en las vacas de 2 y 3 lactancias. **Conclusión:** El PG afecta de manera significativa los parámetros reproductivos haciéndolos menos eficientes, no así la producción de leche, pues las vacas que presentaron el evento, incrementaron su producción de leche, en todas las razas analizadas.

SUMMARY

Rationale: Reproductive efficiency is a critical issue for the successful operation of a dairy farm, thus, reproductive disorders in milking cows may affect the herd's reproductive efficiency. Among the most common alterations are: ovarian cysts, early embryonic loss, retained placenta and twinning (PG). **Objective:** To evaluate the problems associated to twinning in specialized dairy farms in Costa Rica, from 1994 to 2008. **Materials and methods:** Retrospective longitudinal study, descriptive and case-control, of the lactations registered in VAMPP Bovino information system and stored in the central database at CRIPAS-EMV. Possible factors associated to PG were analyzed in the first part of the study, by means of descriptive statistics (frequencies and means with their 95% confidence intervals), also, T-student test and Chi-square test were used to make comparisons of averages and percentages. In addition, the risk factors were determined by a case-control study, using a logistic regression model with herd as random effect. Lastly, to determine the effect of PG on the (re)productive variables both parametric (T-student test) and non-parametric (Kuskal-Wallis) methods were carried out. **Results:** For the entire period, PG percentage was 1,02% in which Holstein breed had the higher percentage and were above the other breeds along the whole time. No increasing or decreasing tendencies in PG percentages were observed in the analyzed period. Male-female (40,40%) were the most frequent type of twins. The season of conception was not associated with PG but cows with high 305-day milk yield (within each breed) showed a higher percentage (1,77%) of PG than those of medium yield ($p < 0,05$). A trend to higher PG was observed with increasing lactation number; thus, the first lactation cows had 0,29% and those with more than six lactations had 1,62%. Cows that had ovarian cysts previous to PG, showed a higher percentage of PG (3,46%) when compared to those without cysts. with regard to risk factors, cows with high 305-d milk yield showed 1,56 times increased risk of PG (IC95%: 1,32 - 1,89) when compared to low production. Cows with more than six lactations showed the highest risk of PG (OR= 4,97; IC95%: 3,71 – 6,66). Also, the Holsteins had two times the probability of having PG with respect to other breeds. In addition, it was determined that cows with placental retention (RMF), had 5,32 times the probability of PG in the next lactation (IC95%:4,16– 6,80) with respect to cows without RMF. On the other hand, cows with ovarian cysts showed a higher risk of PG (OR= 2,28, IC95%:1,80 – 2,88).

A 1,15% of cows with PG showed a calving interval (IEP) greater than 415 days (high) with respect to the next parturition, being twice as much as those of less than 360 days. After the analyzed parturition, cows with PG had a higher number of services per conception (S/C). According to the length of gestation, cows that miscarried and those that went into premature labor were the ones with higher PG (1,72% and 3,19%, respectively). The 0,91% of the parturitions were followed by RMF and of those, 6,81% were PG. The percentage of cows with PG and high 305d-milk yield PG (1,48%) was two times amount of low production cows (0,69%). In cows with single parturitions the calving interval was 405,6 days, while in cows with PG it was 425,2 days ($p < 0,05$). Regarding to S/C there was a difference between cows with PG compared to those of individual parturition (2,02 y 1,75, respectively); in addition, the number of days open in cows that had twins was greater by 20 days (149.0) than those with single calving ($p < 0.01$). Cows with PG produced at least 700 Kg (305d milk yield) more than those with single birth. Also, it was found that Holstein cows showed a higher IEP of 430,9 days. As the number of lactations increases, the difference of IEP in cows with PG versus cows with single calving increases. This tendency was also observed in S/C and the number of days open. Holstein x Jersey crossbred needed 2,37 S/C after PG. Among the cows with PG, Holsteins have a higher number of days open (155,3). It was observed that cows with PG, regardless the breed and the number of lactation, showed a higher 305-d milk yield than cows with single parturitions ($p < 0,05$). **Conclusion:** Twinning affects reproductive parameters in a significant way, making them less efficient. This does not apply to milk production, since the cows that presented this event, increased their production.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Juan José Romero, que además de ser mi tutor, ha sido un verdadero amigo, porque gracias a su conocimiento y dedicación incondicional, fue posible concluir este trabajo de Maestría.

A Erika Valverde Altamirano, por su gran apoyo en la revisión de estilo de este documento.

A mis lectores la Dra. Laura Castro R. y la Dra. Sandra Estrada K., por sus valiosos aportes y colaboración en la elaboración de este trabajo.

A la Dra. Gaby Dolz, por ser una gran amiga que siempre me motivó en la realización de esta Maestría.

A Maribel Arias y José Rojas del programa CRIPAS, por la ayuda y dedicación que me brindaron en este trabajo.

Y al equipo de postgrado Sandra Guzmán, Carlos Perlaza y el Dr. Bernardo Vargas por su valiosa ayuda en la realización de este trabajo de graduación.

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso, que a lo largo de mi vida nunca me ha abandonado y me ha dado la sabiduría y fortaleza para seguir adelante.

A mis padres y mí abuela, que sin su apoyo no hubiera podido concluir, todos los proyectos que he tenido y en especial a mi madre, que más que una mamá ha sido la mejor amiga que se puede tener en la vida.

A mis hermanas, hermano, sobrinos y sobrinas, que de una forma u otra forma, siempre me han dado su cariño y su apoyo en todo momento.

INDICE DE CONTENIDOS

| | Página |
|---|--------|
| TRIBUNAL EXAMINADOR | |
| RESUMEN | |
| SUMMARY | |
| AGRADECIMIENTOS | V |
| DEDICATORIA | VI |
| INDICE DE CONTENIDOS | VII |
| INDICE DE CUADROS | IX |
| INDICE DE FIGURAS | X |
| LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS | XI |
| DESCRIPTORES | XII |
| 1. MARCO TEÓRICO | 1 |
| 1.1. Aspectos generales de la reproducción bovina | 1 |
| 1.2. Biología del Parto Gemelar | 2 |
| <i>1.2.1 Mecanismos de gemelación</i> | 2 |
| 1.3. Factores asociados a partos gemelares | 3 |
| 1.4. Efecto de los Partos Gemelares | 5 |
| 1.5. Manejo de gestaciones gemelares | 8 |
| 2. JUSTIFICACIÓN | 10 |
| 3. OBJETIVOS | 12 |
| 3.1. Objetivo General | 12 |
| 3.2. Objetivos Específicos | 12 |
| 4. MATERIALES Y MÉTODOS | 13 |
| 4.1. Población en estudio | 13 |
| 4.2. Recolección de datos | 13 |
| 4.3. Procesamiento | 14 |
| 4.4. Procesamiento estadístico | 15 |
| <i>4.4.1. Estadística descriptiva e inferencial básica</i> | 15 |
| <i>4.4.2. Determinación de factores asociados a partos gemelares</i> | 16 |
| <i>4.4.3. Efecto de los partos gemelares sobre parámetros (re)productivos</i> | 17 |

| | |
|--|----|
| 5. RESULTADOS | 18 |
| 5.1. Resultados generales | 18 |
| 5.2. Factores relacionados (asociados) con la gestación gemelar | 18 |
| 5.3. Factores de riesgo para el parto gemelar | 20 |
| 5.4. Efecto de la gestación gemelar sobre los parámetros (re)productivos | 23 |
| 5.4.1. <i>Frecuencias de los factores posterior al parto estudiado (gemelar o único)</i> | 23 |
| <u>Intervalo entre partos IEP</u> | 23 |
| <u>Servicios por concepción (S/C)</u> | 24 |
| <u>Intervalo parto-concepción</u> | 24 |
| <u>Longitud de la gestación</u> | 24 |
| <u>Retención de membranas fetales (RMF)</u> | 24 |
| <u>Producción a 305 días de lactancia siguiente</u> | 24 |
| 5.4.2. <i>Medias de las variables posterior al parto estudiado (gemelar o único)</i> | 25 |
| <u>Intervalo entre partos (IEP) (Por raza y lactancia)</u> | 27 |
| <u>Servicios por concepción (S/C) (Por raza y lactancia)</u> | 29 |
| <u>Intervalo parto concepción (Por raza y lactancia)</u> | 31 |
| <u>Kg leche 305 de lactancia siguiente (Por raza y lactancia)</u> | 33 |
| 6. DISCUSIÓN | 36 |
| 6.1. Estadística descriptiva inferencial para parámetros reproductivos evaluados ... | 36 |
| 6.2. Factores relacionados (asociados) con la gestación gemelar | 36 |
| 6.3. Factores de riesgo para el parto gemelar | 37 |
| 6.4. Efecto de la gestación gemelar sobre los parámetros (re)productivos | 38 |
| <i>Frecuencias de los factores posterior al parto estudiado (gemelar o único)</i> | 38 |
| <i>Medias de las variables posterior al parto estudiado (gemelar o único)</i> | 39 |
| <u>Intervalo entre partos (IEP) (Por raza y lactancia)</u> | 40 |
| <u>Servicios por concepción (S/C) (Por raza y lactancia)</u> | 40 |
| <u>Intervalo parto concepción (Por raza y lactancia)</u> | 41 |
| <u>Kg leche 305 de lactancia siguiente (Por raza y lactancia)</u> | 41 |
| 7. CONCLUSIONES | 43 |
| 8. RECOMENDACIONES | 44 |
| 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 45 |

INDICE DE CUADROS

| | Página |
|--|--------|
| Cuadro 1: Descripción de las variables utilizadas en el análisis de la situación de los partos gemelares en fincas lecheras de Costa Rica | 14 |
| Cuadro 2: Variables presentes previo o durante la gestación que dio origen a partos gemelares (y únicos) en fincas lecheras de Costa Rica | 20 |
| Cuadro 3: Análisis bivariado de los Factores de riesgo asociados con los partos gemelares en las vacas de fincas lecheras de Costa Rica | 21 |
| Cuadro 4: Análisis multivariado de los factores de riesgo asociados con los partos gemelares en las vacas de fincas lecheras de Costa Rica | 22 |
| Cuadro 5: Frecuencias por estratos de variables (re)productivas posteriores a los partos gemelares (y únicos) en fincas lecheras especializadas de Costa Rica | 25 |
| Cuadro 6: Promedio de las Variables continuas posteriores al parto gemelar. Datos generales en fincas lecheras de Costa Rica | 26 |
| Cuadro 7: Intervalo entre partos posteriores al parto gemelar, por razas, en fincas lecheras de Costa Rica | 27 |
| Cuadro 8: Intervalo entre partos posteriores al parto gemelar, por lactancia, en fincas lecheras de Costa Rica | 28 |
| Cuadro 9: Servicios por concepción posteriores al parto gemelar, por razas, en fincas lecheras de Costa Rica | 29 |
| Cuadro 10: Servicios por concepción posteriores al parto gemelar, por lactancia, en fincas lecheras de Costa Rica | 30 |
| Cuadro 11: Intervalo parto concepción posteriores al parto gemelar, por razas, en fincas lecheras de Costa Rica | 31 |
| Cuadro 12: Intervalo parto concepción posteriores al parto gemelar, por lactancia, en fincas lecheras de Costa Rica | 32 |
| Cuadro 13: Producción de leche a 305 días de la lactancia posteriores al parto gemelar, por raza, en fincas lecheras de Costa Rica | 33 |
| Cuadro 14: Producción de leche a 305 días de la lactancia Posteriores al parto gemelar por lactancia en fincas lecheras de Costa Rica | 34 |

INDICE DE FIGURAS

| | Página |
|---|--------|
| Figura 1: Porcentaje anual de partos gemelares por raza en fincas lecheras de Costa Rica. Se presenta además el promedio general tomando en cuenta todas las razas | 18 |
| Figura 2: Sexo de las crías de los partos gemelares registrados en fincas lecheras especializadas de Costa Rica | 19 |
| Figura 3: Distribución de la longitud de gestación de partos únicos gemelares y general en fincas lecheras de Costa Rica | 25 |

LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

CRIPAS: Centro Regional de Informática para la Producción Animal Sostenible

EMV: Escuela de Medicina Veterinaria

IA: Inseminación Artificial

IC 95%: Intervalo de confianza al 95%

IEP: Intervalo entre partos

LI: Limite Inferior

LS: Limite Superior

OR: Odds Ratio

RMF: Retención de Membranas Fetales

S/C: Servicios por concepción

UNA: Universidad Nacional de Heredia

VAMPP: Programa de control y manejo veterinario automatizado

DESCRIPTORES

Partos gemelares

Parámetros reproductivos

Producción 305 días

Lechería especializada

Costa Rica

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Aspectos generales de la reproducción bovina

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, mellizos, pérdida embrionaria temprana y placenta retenida (Gregory *et al.*, 1990; Fricke y Shaver, 2000).

Estos son trastornos diversos que pueden causar una función reproductiva dificultosa. La decisión de criar o eliminar las vacas lecheras que exhiben una o más de estas alteraciones reproductivas es un desafío, tanto para los veterinarios como para los productores. Además, existe considerable controversia entre los científicos especializados en lecherías y los productores bovinos, en relación con el impacto económico de estas alteraciones reproductivas en una operación lechera y los manejos más efectivos o intervención terapéutica para tratarlos (Fricke y Shaver, 2000). Debido a esta polémica, los gerentes de lechería deben enfocarse en la prevención y control de los factores de riesgo asociados con cada trastorno, antes que las intervenciones terapéuticas prescriptivas. Los productores lecheros deben trabajar en estrecho contacto con el veterinario del hato, para desarrollar tales estrategias de manejo y analizar las intervenciones adecuadas cuando sea necesario (Gregory *et al.*, 1990; Fricke y Shaver, 2000).

El objetivo general de un sistema de producción bovina de lechería especializada es producir leche y otros productos, como terneras de reemplazo y vacas de descarte, entre otros. Todos estos productos dependen directamente de la (re)producción sistemática eficiente y económica del hato (De Graaf, 1995).

En general, para conseguir la producción óptima de leche y crías, el objetivo, para cada vaca del hato, es producir un ternero vivo y sano por año; es decir, mantener un intervalo entre partos de un año. Para lograrlo, el período más crítico es el posparto, ya que se

debe dar la involución rápida y sin complicaciones del útero y la recuperación de la actividad ovárica normal (Rutledge, 1975; La Torre, 2001).

1.2. Biología del Parto Gemelar

1.2.1. Mecanismos de gemelación

El ganado es una especie monotoca, lo que significa que bajo la mayoría de circunstancias, una preñez exitosa resulta en el nacimiento de un único ternero. El mecanismo fisiológico responsable de regular el número de folículos que se hacen dominantes dentro de cada curva folicular, usualmente produce la selección de un solo folículo dominante capaz de ovular. La iniciación de un estímulo ovulatorio ocurre de forma natural o inducida, a causa de la liberación de un solo oocito del folículo dominante en la ovulación. En ocasiones, sin embargo, se seleccionan dos folículos para que continúen creciendo entre un grupo de folículos en crecimiento en una curva folicular, lo que resulta en un fenómeno que se denomina codominancia. Si el estímulo apropiado para la ovulación se presenta en forma natural o esta es inducida cuando están presentes los folículos codominantes, se liberarán dos oocitos, uno de cada folículo. Si los subsiguientes eventos desde la fertilización al parto se presentan en forma normal para ambos oocitos, nacerán gemelos. La célula única que se forma después de que un oocito es fertilizado por un espermatozoide, se denomina cigoto. Por lo tanto, los gemelos que se presentan como resultado de la ovulación y fertilización de dos oocitos se llaman mellizos dicigotos (Gregory *et al.*, 1990; Fricke y Shaver, 2000).

La mayoría de los gemelos en ganado son del tipo dicigoto (Erb y Morrison, 1959, 1974; Ryan y Boland, 1991). Los gemelos dicigotos pueden ser del mismo sexo o sexo opuesto y no son más parecidos fenotípicamente o genéticamente que los hijos nacidos de los mismos padres durante gestaciones diferentes. La ovulación de un solo folículo dominante puede, en ocasiones poco frecuentes, producir gemelos. Los gemelos que resultan de la ovulación y fertilización de un solo oocito se llaman gemelos monocigotos. Los gemelos monocigotos son genéticamente y fenotípicamente idénticos y por lo tanto, siempre son del mismo sexo. El mecanismo por el cual ocurre la formación de gemelos homocigotos no se entiende con claridad, pero la gemelación homocigota puede ser considerada una clonación natural del cigoto original en vivo. La tasa de gemelación homocigota en ganado es baja, con estimados que van del 7.4% (Erb y Morrison, 1959) al

13.6% (Ryan y Boland, 1991) de todos los nacimientos de gemelos, o menos del 0.3% del total de los nacimientos.

El freemartinismo, resulta de la gemelación cuando las membranas embriónicas de los fetos masculino y femenino se fusionan durante la gestación, lo que causa un intercambio de sangre entre los fetos macho y hembra. Los factores endocrinos y las células del ternero causan un desarrollo anormal de los órganos reproductivos de la ternera, lo que causa infertilidad. El freemartinismo se presenta en aproximadamente 92% de los partos de preñez gemelar de diferente sexo (Buoen *et al.* 1992). Por lo tanto, aproximadamente el 8% de la preñez gemelar heterosexual será fértil, presumiblemente porque las membranas fetales no se fusionaron o porque la fusión de la membrana se presentó después del período crítico de la diferenciación del órgano reproductivo (Buoen *et al.*, 1992).

El desarrollo temprano de anomalías del tracto reproductor femenino que resulta en freemartinismo, se presenta entre los días 49 a 52 post fertilización (Jost *et al.*, 1972). Es interesante que el freemartinismo haya sido documentado en terneras únicas, que probablemente se deba a la pérdida de un gemelo macho después de la fusión de las membranas embriónicas, pero antes de la parición (Wijeratne *et al.*, 1977). Además, muchos toros nacidos gemelos con una vaquilla, exhiben varios grados de función reproductiva inadecuada, que se manifiesta en una inhabilidad de producir semen, producción reducida de esperma o mayor incidencia de espermatozoides anormales (Dunn *et al.*, 1979). Desde una perspectiva práctica, los toros que nacen de un parto gemelar pueden ser usados para propósitos reproductivos después de pasar un examen de habilidad de monta y de calidad del semen (Long, 1979).

1.3. Factores asociados a partos gemelares

Los partos gemelares son un acontecimiento inevitable en la reproducción de vacas de leche, además de ser una característica indeseable debido a que reduce el promedio de ganancias monetarias y el índice de eficiencia productiva global (Fricke y Shaver, 2000). Se ha demostrado (Kinsel *et al.*, 1998) que la incidencia de partos gemelares no es una tasa fija, sino que las diferencias en el manejo del hato entre fincas pueden influir. Además, se ha asociado la gestación gemelar con enfermedades ováricas (Kinsel *et al.*, 1998; Fricke y Shaver, 2000; Echterkamp y Gregory, 2002; Echterkamp *et*

al., 2004) como quistes, especialmente los no tratados. Los quistes ováricos son estructuras de ≥ 25 mm de diámetro, llenas de fluido anovulatorio y que persisten en los ovarios por más de 10 días (Archibald y Thatcher, 1992). Los quistes ováricos en las vacas lecheras se mencionan como la causa principal de pérdida económica y disfunción reproductiva en operaciones lecheras (Garverick, 1997; Fricke y Shaver, 2000). Conjuntamente, las vacas a las que se les diagnostica quistes a menudo tienen un intervalo entre partos más largo (Bartlett *et al.* 1986). La incidencia reportada de quistes ováricos en vacas lecheras varía del 10 al 13% (Erb y White, 1989; Bartlett *et al.*, 1986) y los hatos con problemas pueden tener una incidencia mucho mayor (30 a 40%) durante períodos cortos (Archibald y Thatcher, 1992).

El diagnóstico de quistes en ganado lechero frecuentemente ocurre durante exámenes rectales postparto de rutina, realizados por un veterinario. La palpación por el recto de una estructura grande llena de fluido, se reconoce comúnmente como indicación de un quiste folicular. Lamentablemente, la diferenciación entre quistes foliculares y lúteos por palpación rectal es difícil, aun para veterinarios experimentados (Farin *et al.*, 1992). La precisión del diagnóstico se incrementa cuando se utiliza ultrasonografía transrectal, con la identificación correcta de más del 90% de quistes lúteos y casi 75% de los quistes foliculares (Farin *et al.*, 1990, 1992; Fricke y Shaver, 2000).

Entre otros factores, se ha visto que las vacas de ciertas líneas genéticas y las múltiparas también están propensas a tener gemelos (Bell y Roberts, 2007). Por otro lado, los factores de riesgo para partos gemelares en ganado incluyen efectos del tipo de raza y número de lactancia (Nielen *et al.*, 1989; Ryan y Boland, 1991). El porcentaje de gemelos nacidos también varía entre las estaciones del año, con una tendencia hacia más nacimientos de gemelos durante los meses de verano. Este efecto estacional en la gemelación ha sido atribuido a un incremento en el plan de nutrición durante el otoño (EE.UU. y Europa) (Cady y Van Vleck, 1978; Nielen *et al.*, 1989). En general, la tasa de preñez gemelar para la mayoría del ganado de carne es menor del 1% (Rutledge, 1975). La incidencia reportada de gemelación en ganado lechero va del 2.5 al 5.8% y está afectada por el número de lactancias, variando del 1% al primer parto, a casi el 10% durante las paridades posteriores (Fricke y Shaver, 2000).

Por otro lado, se reporta (Nielen *et al.*, 1989; Kinsel *et al.*, 1998) que las vacas más propensas a preñarse de gemelos son las altas productoras. Otros autores mencionan que un promedio de producción alto, es el primer factor asociado a la incidencia de doble

ovulación, donde vacas de alto y bajo promedio presentaron doble ovulación en 20,2% y 6,9% respectivamente, explicando el efecto de tasa en los partos gemelares (Echternkamp *et al.*, 2007; Fricke y Wiltbank, 1999; Silva del Río *et al.*, 2009).

Kinsel *et al.* (1998) reportaron una tasa de incremento en la gemelación durante un período de 10 años. El único y mayor contribuyente a este incremento fue el aumento en el pico de producción de leche que se presentó durante este tiempo. También sugirieron que el proporcionar dietas de mayor energía a las vacas de alta producción, puede incrementar la incidencia de doble ovulación y por lo tanto la tasa de gemelación. Este efecto nutricional es similar a la práctica de "flushing" en ovejas (Dunn y Moss, 1992), pero se requiere mayor investigación en ganado lechero. Los niveles de incremento en la proteína sobrepasante en la dieta, pueden aumentar la tasa de ovulación y la incidencia de gemelación en ovejas (Nottle *et al.*, 1988). Por lo tanto, los mayores niveles de proteína excedente proporcionada a las vacas lactantes, pueden ser responsables, parcialmente, por el aumento en la incidencia de gemelación. Las tasas generales de partos gemelares reportadas para vacas lecheras en estudios recientes, son mayores que las reportadas en muchas investigaciones anteriores (Day *et al.*, 1995), indicando que la tasa de gemelación ha ido aumentando con el tiempo en la población de ganado lechero. Si la gemelación se relaciona con la nutrición y la producción de leche (Nielen *et al.*, 1989) el aumento en partos gemelares no sería inesperado, considerando las tendencias recientes en las prácticas de alimentación y los incrementos anuales en la producción de leche por vaca.

1.4. Efecto de los Partos Gemelares

En comparación a una vaca con gestación individual, aquellas que llevan gemelos se han visto asociadas con gestaciones más cortas, distocia, gran incidencia de retención placentaria y una menor condición corporal post parto (Echternkamp & Gregory, 1999; Fricke & Shaver, 2000; Bell & Roberts, 2007). Además, se ha reportado una importante cantidad de natimortos y un aumento en la cantidad de días abiertos al primer celo y al primer servicio (Bell & Roberts, 2007).

Un estudio reveló que cada nacimiento de gemelos causa una pérdida económica de \$108 si se compara con nacimientos de partos únicos (Beerepoot *et al.*, 1992). Los mellizos también reducen los parámetros reproductivos, al aumentar los días abiertos y

servicios por concepción de la madre durante la siguiente lactancia (Nielen *et al.*, 1989). Además, las etiologías de muchas enfermedades en el parto en ganado, se asocian con nacimientos de gemelos. Las vacas que tienen mellizos tienen mayor riesgo de experimentar nacidos muertos, retención de membranas fetales, metritis, desplazamiento de abomaso, cetosis y aciduria (Pfau *et al.*, 1948; Marcusfeld, 1987; Nielen *et al.*, 1989; Fricke & Shaver, 2000). Las incidencias de aborto (29.3% vs 12.0%), la mortalidad neonatal de terneros (15.7% vs 3.2%), peso reducido al nacer (43.5 vs 30.6 kg) y retención de membranas fetales (34% vs 7%) también fue mayor entre vacas de partos gemelares comparados con terneros de vacas con partos únicos, probablemente debido a la duración reducida de gestación y la incidencia incrementada de distocia entre vacas que paren gemelos (Pfau *et al.*, 1948; Erb & Morrison, 1959; Neilen *et al.*, 1989; Day *et al.*, 1995). Las tasas de selección también son mayores para las vacas con partos gemelares (Eddy *et al.*, 1991). Otro impacto de la preñez gemelar, es la reducción reportada en el número de vaquillas fértiles disponibles para utilización como reemplazos en el hato lechero (Fricke & Shaver, 2000).

En un estudio realizado en Holanda (Nielen *et al.*, 1989), se reportó un aumento de prácticamente 12 días (104,1 vs 92,3) en el intervalo desde parto a concepción y en otro, (Kinsel *et al.*, 1998) se reportó más bien una disminución de 6 días (113,4 vs 119,4).

El intervalo de días abiertos es influenciado por varios factores, en su mayoría aspectos de manejo (Alvarado *et al.*, 2006); pero se cree que el periodo comprendido entre concepción y diagnóstico de preñez está relacionado con el riesgo de una gestación gemelar, debido a que las vacas que cargan gemelos están más propensas a perder ambos embriones si se realiza una palpación temprana (Kinsel *et al.*, 1998). Se ha encontrado además, que la distocia está directamente relacionada con el número de natimuecos y con el peso total de los terneros nacidos vivos, (Bell & Roberts, 2007) por ende, es esperable que la mortalidad neonatal sea elevada, así como terneros de bajo peso; lo que se puede adjudicar a que la gestación no se lleva a término y a la incidencia de distocia (Fricke & Shaver, 2000; Silva del Rio *et al.*, 2007).

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 parto gemelar y, que las vacas con parto gemelar en el que los terneros murieron, produjeron menos leche que las vacas donde los terneros sobrevivieron; también, se determinó que las vacas con partos gemelares tuvieron más riesgo de ser

eliminadas al parto que las de parto único. Además de la disminución en la producción, también se alteraron los parámetros reproductivos, como el intervalo entre partos, días abiertos y servicios por concepción.

Uno de los aspectos más importantes del periodo peri parto es el proceso hormonal por el que se estimulan la separación de la placenta del útero, la involución uterina y la reanudación de la ciclicidad reproductiva y de la lactación (Fricke & Shaver, 2000; Drilllich *et al.*, 2006).

Este período es un tiempo extremadamente importante para las vacas lecheras en términos de producción de leche y reproducción durante la subsiguiente lactancia. Durante las últimas fases de la gestación, el feto tiene dos partes, el feto *per se* y las membranas que lo rodean, o placenta, que sirve como unidad funcional de intercambio entre los sistemas maternos y fetales. Las clasificaciones de placentas varían ampliamente entre euterios, o mamíferos que tienen placenta. El ganado lechero presenta una placenta cotiledonaria, en la que el intercambio entre los sistemas se realiza en regiones especializadas, llamadas placentomas. Cada placentoma comprende una porción del endometrio materno, llamado carúncula y una porción de las membranas fetales, llamada cotiledón. En los bovinos hay entre 70 y 120 placentomas que adhieren las membranas fetales al endometrio. Cada uno de estos puede tener un diámetro de hasta 10 cm durante las etapas finales de la preñez. La eliminación de la placenta después de la parición, depende de la separación de la porción caruncular y cotiledonaria de cada uno de los placentomas que adhieren las membranas fetales al endometrio (Fricke & Shaver, 2000; Mcnaughton & Murray, 2009).

La mayoría de las vacas expulsan la placenta en ocho a 12 horas post parto; sin embargo, se ha notado que existe gran incidencia de retención de membranas fetales en partos de gemelos, especialmente cuando ha habido distocia (Echternkamp & Gregory, 2002). Es importante mencionar que las vacas y el búfalo de agua, son los únicos ruminantes domésticos que rutinariamente presentan placenta retenida (Laven & Peters, 1996).

La retención placentaria implica un gasto económico, debido a que la leche tratada con antibióticos debe ser descartada. Adicionalmente, se da una disminución de la ingesta de comida en el 55-65% de las vacas con esta afección (Sandals *et al.*, 1979). Las drogas que inducen la motilidad uterina, han demostrado un beneficio limitado para el tratamiento de retención placentaria; además, el uso de dichos fármacos puede

desencadenar cuadros más graves, por lo tanto, a no ser de que se tenga certeza de que la causa de la retención es atonía uterina, no debería optarse por el uso de drogas (Fricke & Shaver, 2000).

La incidencia reportada de tasas de retención de placenta varía ampliamente dependiendo de la definición clínica de placenta retenida y el país de origen (Laven & Peters, 1996). Basado en la retención de placenta >24 horas, la incidencia va del 3.8% en el Reino Unido (Kossaibati & Esslemont, 1997), 7.7% en los Estados Unidos (Muller & Owens, 1974) y 2.0% en Nueva Zelanda (Moller *et al.*, 1967)

1.5. Manejo de gestaciones gemelares

El manejo depende de la detección de la gestación gemelar en etapas tempranas. Las vacas que tienen preñez gemelar pueden ser identificadas con precisión, a los 40 a 55 días después de IA (Inseminación Artificial), usando ultrasonografía transrectal (Echternkamp & Gregory, 1991; Davis & Haibel, 1993; Dobson *et al.*, 1993). La palpación por el recto, entre los 50 a 70 días post IA, también tiene un grado aceptable de precisión entre los practicantes bovinos experimentados (Day *et al.*, 1995). Una vez detectada, se puede optar por seleccionar la vaca para faena o por inducir aborto con alguna sustancia ecabólica. Sin embargo, se debe considerar que una vaca que haya quedado preñada de gemelos, está más propensa a repetir una gestación gemelar, por lo que la medida más apropiada sería el descarte del animal (Nielen *et al.*, 1989; Fricke & Shaver, 2000; Drillich *et al.*, 2007).

Si se decide por permitir que la preñez llegue a término, se deben tomar en cuenta las predisposiciones de dicha situación. En el caso de que los animales vayan a permanecer en el hato después del parto gemelar, se deben tomar en cuenta varias prácticas de manejo. Primero, basado en investigaciones de vacas de carne (Wheeler *et al.*, 1979; Koong *et al.*, 1982), a las vacas que tienen gemelos se les debe suministrar un plan más completo de nutrición, especialmente durante el último trimestre de gestación. (Nielen *et al.*, 1989; Day *et al.*, 1995). Segundo, debido a que la gestación de las vacas que tienen gemelos se reduce en 7 a 10 días (Pfau *et al.*, 1948; Nielen *et al.*, 1989; Ryan & Boland, 1991), la gran mayoría de ellas pierden el período de alimentación de dieta de transición, que se inicia de dos a tres semanas antes de la fecha estimada del parto. El secado más temprano y el proporcionar una dieta de transición, puede reducir la

incidencia de problemas metabólicos postparto asociados con vacas que tienen un parto gemelar (Ryan & Boland, 1991). Finalmente, la ayuda en el parto para vacas que tienen mellizos puede reducir las complicaciones asociadas con distocia y puede reducir las pérdidas económicas disminuyendo la tasa de mortalidad de terneros neonatos. También, para este período se podría dar un suplemento nutricional para evitar la retención placentaria, debido a que se ha reportado que con el aporte de vitamina E y selenio en la dieta, se ha reducido la incidencia significativamente (12,5% vs. 6,4%) (Segerson & Riviere, 1981; Correa *et al.*, 1993; Erskine *et al.*, 1997).

2. JUSTIFICACIÓN

Diversos estudios realizados por Beerepoot *et al.* (1992) y Silva del Río *et al.* (2009), muestran que los problemas reproductivos asociados a partos gemelares 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. A esto se deben sumar los problemas de salud periparto asociados a este tipo de parto gemelar. Por otra parte, Nielen *et al.* (1989) y Fricke & Shaver (2000), reportan que dentro de las etiologías que más se han asociado a partos gemelares 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 parto gemelar tienen las tasas más altas de eliminación y 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 IEP (Intervalo Entre Partos), S/C (Servicios por Concepción) e intervalo parto concepción, en asociación con los partos gemelares, han sido mencionados en estudios realizados por Nielen *et al.* (1989) y Bell & Roberts (2007). 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.

Es importante tomar en cuenta que en Costa Rica, por medio del Programa de Investigación en Medicina Poblacional y de su proyecto CRIPAS (Centro Regional de Informática en Producción Animal Sostenible), existe una gran cantidad de datos registrados a través del programa VAMPP (Veterinary Automated Management and Production Control Program, Noordhuizen & Buurman, 1984), que se generan en las fincas lecheras especializadas del país. Dado que es posible disponer de esta base de datos, surgió la idea de utilizar la información para generar estudios importantes en materia de partos gemelares.

A pesar de la enorme importancia que tiene el estudio en los problemas de la (re)producción asociados a partos gemelares, no se ha realizado en Costa Rica ninguna investigación de fondo en lecherías especializadas. Con este estudio se pretende evaluar dichos problemas, entre los que se destacan distocia, RMF (Retención de Membranas Fetales), IEP, S/C, días abiertos y producción a 305 días, entre otros, utilizando métodos de análisis estadísticos que permitirán una comprensión más profunda del problema en

estudio. Se pretende que el resultado sirva como insumo de gran valor en la toma de decisiones para mejorar el manejo (re)productivo de los partos gemelares en hatos lecheros, con un consecuente efecto positivo en ellos.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Describir los problemas asociados a partos gemelares en fincas lecheras especializadas de todas las zonas lecheras de Costa Rica para el período de 1994 al 2009.

3.2. Objetivos Específicos

Analizar la tendencia de partos gemelares en el período en estudio en fincas lecheras especializadas de Costa Rica.

Establecer los factores asociados con partos gemelares en vacas de fincas lecheras especializadas de Costa Rica.

Medir el efecto de partos gemelares sobre los parámetros (re)productivos de: días abiertos, servicios por concepción, intervalo entre partos, distocia, retención de placenta y producción de leche 305 días en fincas lecheras especializadas de Costa Rica.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Población en estudio

Se realizó un estudio retrospectivo longitudinal de casos y controles en hatos lecheros de Costa Rica. Los datos corresponden a los registros de todas las lactancias registradas desde el 31 de junio de 1994 hasta el 31 junio de 2009.

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.

4.2. 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 de la finca, por medio de empresas de asistencia técnica que ofrecen el servicio de llevar los registros de las fincas en computadoras portátiles o por medio de CRIPAS. Los datos de cada finca se registran, 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 será procesado utilizando los paquetes de cómputo que se detallarán posteriormente.

Las variables que se tomaron en cuenta para la base de datos de este estudio fueron: época del año, raza de la vaca, zona ecológica, número de lactancias, tipo de parto (normal distócico o cesárea), intervalo parto-concepción, intervalo entre partos, número de crías por parto y retención de membranas fetales.

4.3. Procesamiento

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 presenten datos completos del parto, así como las vacas que fueron descartadas antes de completar su parto.

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.

La variable dependiente es el parto gemelar. Los **casos** son las vacas con registro de parto gemelar, mientras que las vacas con partos de un solo ternero son los **controles**.

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 | Dic. – abril. May.- Nov. |
| Ecozonas | Discreta | | Según Holdridge (Kappelle <i>et al.</i> , 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. |

* H4J4 : En el texto se menciona como cruce Holstein x Jersey.

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

| Variable | Tipo de variable | Nivel de variable | Descripción |
|--|-------------------------|--|---|
| 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.

4.4. Procesamiento estadístico

Se realizó en dos fases:

4.4.1 Estadística descriptiva e inferencial básica

La primera fase fue de estadística descriptiva de las variables de salida (distribución de frecuencias) y de la variable días abiertos (promedio mediana desviación estándar) mediante PROC FREQ y PROC MEANS- (SAS/STAT® ver 8.01). Por medio de la descripción de estas variables año a año y mediante el cálculo de los intervalos de confianza (IC) al 95%, se pudo determinar si hubo variaciones significativas entre un año

y otro. Asimismo, se calculó los IC95% para los niveles de las otras variables, para establecer la existencia de estratos diferentes o no.

4.4.2 Determinación de factores asociados a partos gemelares

Para evaluar la relación de los partos gemelares de las vacas -individualmente- con los factores intrínsecos y extrínsecos (características de las vacas y los factores ambientales, respectivamente) por medio del estudio de casos y controles, se utilizó la regresión logística (LR) con efecto aleatorio utilizando el programa EGRET® (1999), siendo la variable finca la que confiere el efecto de hato. El procedimiento logístico consistió de dos fases: un análisis bivariado y un análisis multivariado, para la determinación de los Odds Ratios (OR) crudos y ajustados, respectivamente.

En el análisis bivariado se determinó la magnitud y la dirección de la asociación de cada variable independiente con la variable dependiente, mediante el cálculo de las razones de posibilidad (Odds Ratios). Posteriormente, se realizó un estratificado, para determinar la existencia o no de variables confusoras o modificadoras de efecto.

En el análisis multivariado se tomaron las variables que en el análisis bivariado presentaron un valor de $p < 0.25$. El proceso de exclusión-inclusión de cada variable en el modelo multivariado, permitió evaluar de nuevo la presencia de confusión y modificación de efecto, por comparación de los coeficientes estimados en el nuevo modelo con los coeficientes estimados y la razón de verosimilitud (likelihood ratio) del modelo precedente. Se estimó como confusora la variable de exposición cuyo coeficiente presentó un cambio de más de 0.1 (si el coeficiente tiene un valor entre -0.4 y 0.4) o si al menos el coeficiente cambió más de un 25% (si el coeficiente tiene un valor < -0.4 o > 0.4). Finalmente, se revisó las variables que fueron excluidas en la primera fase, para determinar la existencia de colinearidad con las variables presentes en el modelo final, por medio del cálculo de correlaciones simples. Si la correlación fue superior o igual a 60% y el valor de $p < 0.05$, se estimó que ambas variables tienen similar dirección y magnitud en la asociación con los partos gemelares. En el modelo final se mantuvieron las variables confusoras y se analizó, desde la interacción, las variables que producían modificación del efecto.

4.4.3. Efecto de los partos gemelares sobre parámetros (re)productivos

Para las variables continuas, se efectuó el análisis mediante métodos paramétricos (T- de student) o no paramétricos (Kuskal-Wallis), según las características de la variable analizada. Se utilizó como valor de significancia un α de 0.05. Asimismo, mediante el cálculo de Odds ratios utilizando tablas de contingencia en el programa WinEpiscope®, se determinó el riesgo de que los PG induzcan a las vacas a niveles de producción o reproducción sub-óptimos.

5. RESULTADOS

5.1. Resultados generales

Se recolectó un total de 553.338 registros de todos los partos registrados en las fincas en el sistema VAMPP Bovino durante los 16 años del período de estudio. Se eliminó todos aquellos datos que son posibles pero poco probables, por debajo del percentil cinco y por encima del 95.

5.2. Factores relacionados (asociados) con la gestación gemelar

Para el período en estudio, la proporción de partos únicos fue de 98,98%, mientras que la de partos gemelares fue 1,02% (n=5640), observándose el mayor porcentaje (1,34%) en el año 1995 y el más bajo (0,89%) en el 2005. Con respecto a la raza de las vacas, la Holstein presentó el mayor porcentaje de partos gemelares durante todos los años, en comparación al promedio general y de las demás razas. No se observó tendencias marcadas de incremento o reducción en los porcentajes, tanto en el promedio general como por razas (Figura 1).

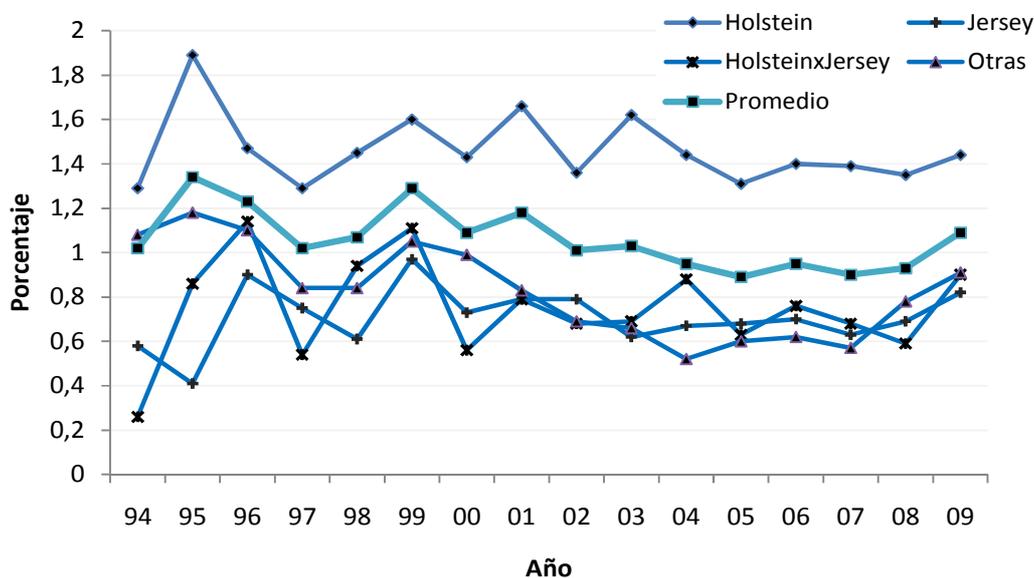


Figura 1. Porcentaje anual de partos gemelares por raza en fincas lecheras de Costa Rica. Se presenta además el promedio general tomando en cuenta todas las razas.

Según el sexo de las crías producto de los partos gemelares, se observó una frecuencia significativamente mayor de casos de macho-hembra (40,40%) comparado con la de macho-macho (31,15%) y por último de hembra-hembra (25,40%) (Figura 2).

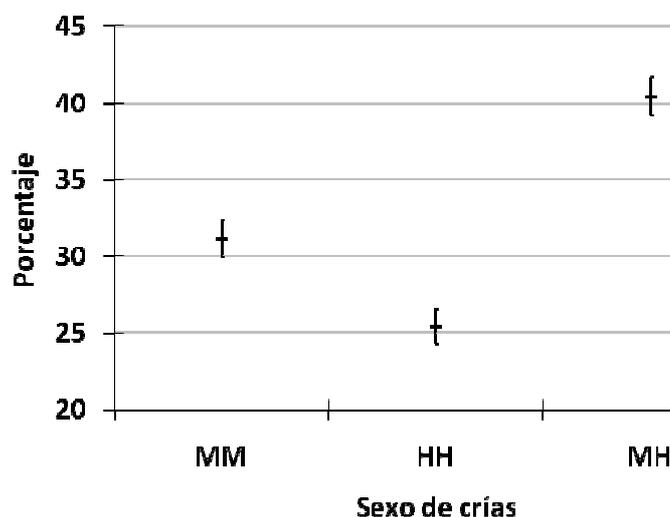


Figura 2. Sexo de las crías de los partos gemelares registrados en fincas lecheras especializadas de Costa Rica.

El porcentaje de partos gemelares producto de concepciones ocurridas durante la época lluviosa (1,11%) no fue diferente al porcentaje de la época seca (1,08%). Por otra parte, la frecuencia de gemelos nacidos de vacas con niveles de consanguinidad superiores al 6,25% no fue significativamente diferente de aquellos nacidos de vacas con niveles inferiores de consanguinidad, siendo 0,97% y 1,01% respectivamente.

Las vacas con una producción de leche alta a 305 días dentro de su raza presentaron un mayor porcentaje (1,77%) de partos gemelares que las de producción media (1,17%) y baja (0,87%), siendo estadísticamente diferentes. Asimismo, se observó una tendencia al incremento de partos gemelares con el aumento en número de lactancias; así, las de primera lactancia tuvieron un 0,29% y las de más de 6 lactancias un 1,62%.

La raza Holstein presentó el mayor porcentaje de partos gemelares (1,44%) comparadas con las demás razas ($p < 0.05$); no hubo diferencias entre las otras razas analizadas. Asimismo, las vacas que tuvieron quistes ováricos previos a la gestación

gemelar, presentaron mayor porcentaje de partos gemelares (3,46%) con respecto a las vacas sin quistes (Cuadro 2).

5.3. Factores de riesgo para el parto gemelar

Se determinó que la época de concepción y la consanguinidad no fueron factores de riesgo en la presentación de partos gemelares (Cuadro 3). Por otra parte, las vacas que tuvieron una alta producción a 305 días, presentaron 1,56 veces el riesgo de tener un parto gemelar (IC95%:1,32 – 1,89), con respecto a las vacas que tuvieron producción baja. Con relación al número de partos, las hembras que presentaron el mayor riesgo de tener partos gemelares fueron las de más de seis lactancias (OR= 4,97; IC95%:3,71 – 6,66), seguidos por las de cuatro a seis lactancias (OR= 4,41, IC95%:3,44 – 5,67), mientras que las de dos a tres lactancias presentaron 2,97 veces el riesgo de tener un parto gemelar (IC95%:2,31– 3,81), comparados con los animales de primera lactancia (Cuadro 4).

Respecto a la raza, las Holstein, tuvieron el doble de probabilidad de tener partos gemelares comparado con las otras razas (Cuadro 4).

También se determinó que las vacas que tuvieron retención de placenta, presentaron 5,32 veces la probabilidad de tener partos gemelares en la siguiente lactancia (IC95%:4,16– 6,80) con respecto a las vacas sin RMF (Cuadro 4).

Por otra parte, las vacas a las que se les reportaron quistes ováricos presentan mayor riesgo de tener un parto gemelar (OR= 2,28, IC95%:1,80 – 2,88) (Cuadro 4).

Cuadro 2. Variables presentes previo o durante la gestación que dio origen a partos gemelares (y únicos) en fincas lecheras de Costa Rica.

| Variable (n) | Nivel de variable (%) | N° partos gemelares | Porcentaje | IC95% | |
|---|---------------------------|---------------------|------------|-------|------|
| | | | | LI | LS |
| Época de concepción (476.330) | Lluviosa (63,95) | 3.392 | 1,11 | 1,08 | 1,15 |
| | Seca (36,05) | 1.859 | 1,08 | 1,04 | 1,13 |
| Consanguinidad (542.148) | < 6,25% (99,82) | 5.488 | 1,01 | 0,99 | 1,05 |
| | ≥ 6,25% (0,18) | 10 | 0,97 | 0,37 | 1,54 |
| Producción 305d (220.393) | Alta (23,34) | 910 | 1,77 | 1,65 | 1,93 |
| | Media (47,70) | 1.227 | 1,17 | 1,10 | 1,23 |
| | Baja (28,96) | 557 | 0,87 | 0,80 | 0,94 |
| Número de lactancia (542.148) | 1 (26,44) | 412 | 0,29 | 0,26 | 0,32 |
| | 2-3 (37,36) | 2.019 | 1,00 | 0,95 | 1,04 |
| | 4-6 (28,24) | 2.367 | 1,55 | 1,48 | 1,61 |
| | >6 (7,95) | 700 | 1,62 | 1,50 | 1,74 |
| Razas (542.148) | Holstein (40,86) | 3.195 | 1,44 | 1,39 | 1,49 |
| | Jersey (26,10) | 1.000 | 0,71 | 0,66 | 0,75 |
| | Holstein x Jersey (10,09) | 399 | 0,73 | 0,66 | 0,80 |
| | Otras(22,95) | 904 | 0,73 | 0,68 | 0,77 |
| Quiestes ováricos (542.148) | Presentes(1,87) | 351 | 3,46 | 3,11 | 3,82 |
| | Ausentes(98,13) | 5147 | 0,97 | 0,94 | 0,99 |

Cuadro 3. Análisis bivariado de los factores de riesgo asociados con los partos gemelares en las vacas de fincas lecheras de Costa Rica.

| Variable | Nivel de variable | OR | IC 95% | | p |
|------------------------------|-------------------|------|--------|------|--------|
| | | | LI | LS | |
| Época de concepción | Lluviosa | | | | |
| | Seca | 1,03 | 0,97 | 1,09 | 0,52 |
| Consanguinidad | < 6,25% | | | | |
| | ≥ 6,25% | 0,96 | 0,51 | 1,79 | 0,98 |
| Producción 305d | Alta | - | - | - | - |
| | Media | 0,66 | 0,60 | 0,71 | <0,001 |
| | Baja | 0,49 | 0,44 | 0,54 | <0,001 |
| Número de lactancia | 1 | - | - | - | - |
| | 2-3 | 3,49 | 3,14 | 3,88 | <0,001 |
| | 4-6 | 5,45 | 4,91 | 6,05 | <0,001 |
| | >6 | 5,73 | 5,07 | 6,47 | <0,001 |
| Raza | Holstein | - | - | - | - |
| | Jersey | 0,49 | 0,45 | 0,52 | <0,001 |
| | Holstein x Jersey | 0,60 | 0,54 | 0,67 | <0,002 |
| | Otras | 0,50 | 0,46 | 0,64 | 0,056 |
| Retención de Placenta | No | - | - | - | - |
| | Sí | 7,33 | 6,52 | 8,23 | <0,001 |
| Quistes ováricos | No | - | - | - | - |
| | Sí | 3,67 | 3,29 | 4,10 | <0,001 |

Cuadro 4. Análisis multivariado de los factores de riesgo asociados con los partos gemelares en las vacas de fincas lecheras de Costa Rica.

| Variable | Nivel de variable | OR | IC 95% | | P |
|------------------------------|-------------------|------|--------|------|--------|
| | | | LI | LS | |
| Producción 305d | Alta | - | - | - | - |
| | Media | 0,82 | 0,71 | 0,95 | < 0,01 |
| | Baja | 0,64 | 0,53 | 0,76 | <0,001 |
| Número de lactancia | 1 | - | - | - | - |
| | 2-3 | 2,97 | 2,31 | 3,81 | <0,001 |
| | 4-6 | 4,41 | 3,44 | 5,67 | <0,001 |
| | >6 | 4,97 | 3,71 | 6,66 | <0,001 |
| Raza | Holstein | - | - | - | - |
| | Jersey | 0,44 | 0,37 | 0,51 | <0,001 |
| | Holstein x Jersey | 0,50 | 0,38 | 0,67 | <0,002 |
| | Otras | 0,61 | 0,51 | 0,74 | 0,056 |
| Retención de Placenta | No | - | - | - | - |
| | Sí | 5,32 | 4,16 | 6,80 | <0,001 |
| Quistes ováricos | No | - | - | - | - |
| | Sí | 2,28 | 1,80 | 2,88 | <0,001 |

5.4. Efecto de la gestación gemelar sobre los parámetros (re)productivos

5.4.1. Frecuencias de los factores posterior al parto estudiado (gemelar o único)

Intervalo entre partos (IEP)

Un total de 1.427 vacas con parto gemelar (1,15%) presentaron un intervalo entre partos superior a 415 días con respecto al parto siguiente, mientras que sólo 691 vacas con gemelos (0,57%) presentaron intervalos menores a 360 días; siendo estas frecuencias significativamente diferentes entre estratos (Cuadro 5).

Servicios por concepción (S/C)

Las vacas con más alto número de S/C posterior al parto analizado, presentaron -significativamente- el mayor porcentaje de partos gemelares (1,24%); asimismo, siguiendo una tendencia, las de menor número de S/C fueron las que tuvieron menor frecuencia de partos gemelares (0,72%) (Cuadro 5).

Intervalo parto-concepción

Del total de vacas con un intervalo parto concepción por encima de 100 días (alto) posterior al parto analizado, 2.031 (1,08%) tuvieron parto gemelar, mientras que, las de intervalo menor a 80 días (bajo) solamente 630 vacas fueron de parto gemelar (0,54%) ($p < 0.05$) (Cuadro 5).

Longitud de la gestación

El 94,91% de las gestaciones presentaron una longitud normal, de ellas el 1,06% fueron partos gemelares. Por otra parte, presentaron aborto el 4,05% y parto prematuro el 1,04%; de ellas fueron partos gemelares el 1,72% y 3,19%, respectivamente, mostrando un claro efecto del parto gemelar sobre este parámetro (Cuadro 5).

Retención de membranas fetales (RMF)

Del total de partos analizados el 0,91% ($n=5640$) presentaron RMF, de ellos un total de 344 (6,81%) correspondieron a partos gemelares; por otra parte, únicamente el 0,97% de partos sin RMF fueron producto de parto gemelar ($p < 0.001$) (Cuadro 5).

Producción a 305 días de lactancia siguiente

Conforme se redujo el nivel de producción en la lactancia siguiente al parto estudiado, así se disminuyó el porcentaje de vacas con parto gemelar; así, un total de 661 vacas con parto gemelar (1,48%) presentaron una alta producción, mientras que sólo 260 vacas con gemelos (0,69%) presentaron una producción baja, siendo la diferencia entre los estratos altamente significativa (Cuadro 5).

La figura 3 muestra los resultados encontrados para la longitud de gestación donde los partos gemelares presentaron un número menor de días (270,9) de longitud de gestación comparados con los partos únicos (276,5) y el promedio general (276,3).

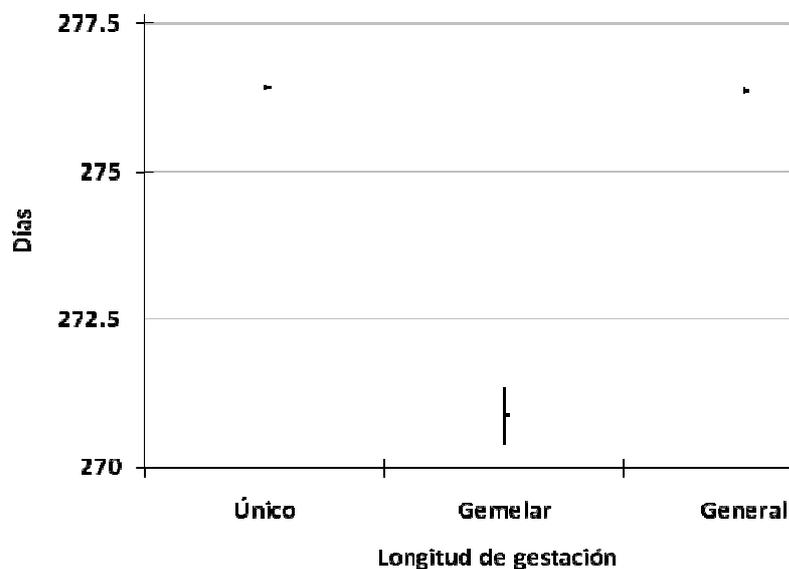


Figura 3. Distribución de la longitud de gestación de partos únicos gemelares y general en fincas lecheras de Costa Rica.

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

El promedio general del intervalo entre partos fue de 405,71 días. En las vacas con partos únicos el promedio fue 405,55 días, mientras que en las de partos gemelares fue de 425,19 días, siendo esta diferencia altamente significativa (Cuadro 6). Con respecto al promedio de los servicios por concepción, hubo diferencia significativa entre las vacas con parto gemelar (2,02) comparadas con las de parto único (1,75). Por otra parte, el intervalo parto concepción de las que parieron gemelos (148,97 días) fue 20 días mayor que las vacas que tuvieron parto único ($p < 0.01$). Las vacas que tuvieron parto gemelar, produjeron al menos 700 Kg/305d más que los animales que presentaron un parto único, siendo 6206,00 Kg/305d y 5418,77 Kg/305d, respectivamente (Cuadro 6).

Cuadro 5. Frecuencias por estratos de variables (re)productivas 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 (354.752) | Alta (34,98) | 1.427 | 1,15 | 1,09 | 1,21 |
| | Media (30,69) | 925 | 0,85 | 0,79 | 0,90 |
| | Baja (34,33) | 691 | 0,57 | 0,53 | 0,61 |
| Servicios por concepción (355.881) | Alta (19,93) | 878 | 1,24 | 1,16 | 1,32 |
| | Media (22,50) | 722 | 0,90 | 0,84 | 0,97 |
| | Baja (57,57) | 1.467 | 0,72 | 0,68 | 0,78 |
| Intervalo parto concepción (353.635) | Alta (53,02) | 2.031 | 1,08 | 1,04 | 1,13 |
| | Media (14,03) | 391 | 0,79 | 0,71 | 0,87 |
| | Baja (32,95) | 630 | 0,54 | 0,50 | 0,58 |
| Prod 305 d. lact siguiente (154.842) | Alta (28,88) | 661 | 1,48 | 1,37 | 1,59 |
| | Media (46,82) | 650 | 0,90 | 0,83 | 0,97 |
| | Baja (24,30) | 260 | 0,69 | 0,61 | 0,77 |
| Longitud de gestación (486.451) | Normal (94,91) | 4.884 | 1,06 | 1,03 | 1,09 |
| | Aborto (4,05) | 339 | 1,72 | 1,54 | 1,90 |
| | Prematuro (1,04) | 161 | 3,19 | 2,70 | 3,67 |
| Retención de placenta (553.338) | No (99,09) | 5.296 | 0,97 | 0,94 | 0,99 |
| | Si (0,91) | 344 | 6,81 | 6,12 | 7,51 |

Cuadro 6. 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 | 346.797 | 405,71 | 405,43 | 405,99 |
| | Único | 343.842 | 405,55 | 405,26 | 405,83 |
| | Gemelar | 2.955 | 425,19 | 422,07 | 428,31 |
| Servicios por concepción | Promedio | 346.569 | 1,76 | 1,75 | 1,76 |
| | Único | 343.615 | 1,75 | 1,75 | 1,76 |
| | Gemelar | 2.954 | 2,02 | 1,97 | 2,07 |
| Intervalo parto concepción | Promedio | 346.569 | 128,95 | 128,68 | 129,23 |
| | Único | 343.615 | 128,78 | 128,50 | 129,06 |
| | Gemelar | 2.954 | 148,97 | 145,93 | 152,01 |
| Kg leche 305 d lactancia siguiente | Promedio | 155.009 | 5.426,78 | 5.417,49 | 5436,06 |
| | Único | 153.435 | 5.418,77 | 5.409,46 | 5428,09 |
| | Gemelar | 1.574 | 6.206,00 | 6.109,10 | 6304,60 |

Intervalo entre partos IEP

Por raza

Al analizar el intervalo entre partos de las vacas con gemelos para las diferentes razas, se encontró que las vacas Holstein presentaron el intervalo más alto, con 430,86 días, mientras que las Jersey tuvieron el intervalo más bajo, 407,29 días ($p < 0.05$). Se observó, además, que el cruce de Holstein x Jersey presentó la mayor diferencia de días al comparar este intervalo entre las vacas con parto único y parto gemelar, siendo casi un mes mayor en las últimas ($p < 0.05$). En todas las razas, las diferencias entre estratos fueron significativas ($p < 0.05$) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Intervalo entre partos posteriores al parto gemelar, por razas, en fincas lecheras de Costa Rica.

| Variable | Nivel de variable | Total | Promedio | Diferencia | IC95% | |
|--------------------------|-------------------|---------|----------|------------|--------|--------|
| | | | | | LI | LS |
| General | Promedio | 346.797 | 405,72 | | 405,44 | 406,00 |
| | Único | 343.842 | 405,55 | | 405,26 | 405,83 |
| | Gemelar | 2.955 | 425,19 | 19,64 | 422,07 | 428,31 |
| Holstein | Único | 141.222 | 411,63 | | 411,18 | 412,07 |
| | Gemelar | 1.709 | 430,86 | 19,23 | 426,80 | 434,92 |
| Jersey | Único | 93.563 | 392,45 | | 391,96 | 392,93 |
| | Gemelar | 573 | 407,29 | 14,84 | 400,74 | 413,84 |
| Holstein X Jersey | Único | 34.868 | 395,41 | | 394,54 | 396,27 |
| | Gemelar | 214 | 423,94 | 28,53 | 412,05 | 435,84 |
| Otras | Único | 74.189 | 415,26 | | 414,60 | 415,91 |
| | Gemelar | 459 | 427,01 | 11,75 | 418,44 | 435,58 |

Por lactancia

Conforme aumenta la edad de la vaca, se incrementa por casi tres veces (32,75 días) la diferencia en el IEP de las vacas con parto gemelar en comparación con aquellas de parto individual. Esta diferencia es notable en las vacas de >6 lactancias con respecto a las primerizas. Además, se observó que no existe diferencia significativa en los IEP de las vacas con parto gemelar para las diferentes lactancias (Cuadro 8).

Cuadro 8. Intervalo entre partos posteriores al parto gemelar, por lactancia, en fincas lecheras de Costa Rica.

| Variable | Nivel de variable | Total | Promedio | Diferencia | IC95% | |
|-------------------|-------------------|---------|----------|------------|--------|--------|
| | | | | | LI | LS |
| General | Promedio | 346.797 | 405,71 | | 405,43 | 405,99 |
| | Único | 74.189 | 415,26 | | 414,60 | 415,91 |
| | Gemelar | 459 | 427,01 | 11,75 | 418,44 | 435,58 |
| Primerizas | Único | 95.856 | 414,87 | | 414,29 | 415,46 |
| | Gemelar | 262 | 425,74 | 10,87 | 414,55 | 436,92 |
| 2-3 | Único | 135.249 | 403,89 | | 403,45 | 404,33 |
| | Gemelar | 1.237 | 422,87 | 18,98 | 418,13 | 427,61 |
| 4-6 | Único | 92.338 | 400,18 | | 399,67 | 400,68 |
| | Gemelar | 1.204 | 426,49 | 26,31 | 421,54 | 431,43 |
| >6 | Único | 203.399 | 397,04 | | 396,00 | 398,08 |
| | Gemelar | 252 | 429,79 | 32,75 | 419,62 | 439,97 |

Servicios por concepción S/C

Por raza

De acuerdo al Cuadro 9, las vacas de parto gemelar del cruce de Holstein x Jersey, tuvieron el valor más alto de servicios por concepción, ya que fueron necesarios 2,37 servicios para preñarlas posterior a este parto. Además, se observó que en estas vacas se utilizó más de media pajilla (0,56) para la concepción, comparado con las vacas de parto único.

Cuadro 9. Servicios por concepción posteriores al parto gemelar, por razas, en fincas lecheras de Costa Rica.

| Variable | Nivel de variable | Total | Promedio | Diferencia | IC95% | |
|--------------------------|-------------------|---------|----------|------------|-------|------|
| | | | | | LI | LS |
| General | Promedio | 346.569 | 1,76 | | 1,75 | 1,76 |
| | Único | 343.615 | 1,75 | | 1,75 | 1,76 |
| | Gemelar | 2.954 | 2,02 | 0,27 | 1,97 | 2,07 |
| Holstein | Único | 141.155 | 1,85 | | 1,84 | 1,86 |
| | Gemelar | 1.709 | 2,03 | 0,18 | 1,97 | 2,09 |
| Jersey | Único | 93.521 | 1,76 | | 1,75 | 1,77 |
| | Gemelar | 573 | 1,98 | 0,22 | 1,87 | 2,09 |
| Holstein X Jersey | Único | 34.858 | 1,81 | | 1,80 | 1,83 |
| | Gemelar | 213 | 2,37 | 0,56 | 2,15 | 2,59 |
| Otras | Único | 74.081 | 1,55 | | 1,55 | 1,56 |
| | Gemelar | 459 | 1,89 | 0,34 | 1,77 | 2,00 |

Por lactancia

Conforme aumenta el número de lactancias en vacas con partos gemelares, se muestra un incremento en los S/C comparados con las de partos únicos. Por otra parte, no existe diferencia significativa al comparar diferentes estratos de las vacas con parto gemelar, pero si la hubo al comparar vacas con partos gemelares y partos unitarios (Cuadro 10).

Cuadro 10. Servicios por concepción posterior al parto gemelar, por lactancia, en fincas lecheras de Costa Rica.

| Variable | Nivel de variable (n) | Total | Promedio | Diferencia | IC95% | |
|-------------------|-----------------------|---------|----------|------------|-------|------|
| | | | | | LI | LS |
| General | Promedio | 346.569 | 1,76 | | 1,75 | 1,76 |
| | Único | 343.615 | 1,75 | | 1,75 | 1,76 |
| | Gemelar | 2.954 | 2,02 | 0,27 | 1,97 | 2,07 |
| Primerizas | Único | 95.787 | 1,73 | | 1,73 | 1,74 |
| | Gemelar | 262 | 1,89 | 0,16 | 1,75 | 2,04 |
| 2-3 | Único | 135.168 | 1,75 | | 1,75 | 1,76 |
| | Gemelar | 1.236 | 2,01 | 0,26 | 1,93 | 2,08 |
| 4-6 | Único | 92.273 | 1,78 | | 1,77 | 1,78 |
| | Gemelar | 1.204 | 2,05 | 0,27 | 1,98 | 2,13 |
| >6 | Único | 20.387 | 1,77 | | 1,76 | 1,79 |
| | Gemelar | 252 | 2,07 | 0,30 | 1,90 | 2,25 |

Intervalo parto concepción

Por raza

Se observó que las vacas de la raza Holstein tienen el intervalo parto concepción para las vacas con parto gemelar más alto (155,29 días). Asimismo, el cruce de Holstein x Jersey presentó más de 30 días de diferencia a favor de los partos gemelares ($p < 0.05$). En todas las razas hubo diferencia entre estratos; asimismo, sólo se observó diferencia significativa entre H8 y J8, y J8 y H4 x J4 ($p < 0.05$) (Cuadro 11).

Cuadro 11. Intervalo parto concepción posteriores al parto gemelar, por razas, en fincas lecheras de Costa Rica.

| Variable | Nivel de variable | Total | Promedio | Diferencia | IC95% | |
|--------------------------|-------------------|---------|----------|------------|--------|--------|
| | | | | | LI | LS |
| General | Promedio | 346.569 | 128,95 | | 128,68 | 129,23 |
| | Único | 343.615 | 128,78 | | 128,50 | 129,06 |
| | Gemelar | 2.954 | 148,97 | 20,19 | 145,93 | 152,01 |
| Holstein | Único | 141.155 | 135,69 | | 135,26 | 136,13 |
| | Gemelar | 1.709 | 155,29 | 19,60 | 151,35 | 159,22 |
| Jersey | Único | 93.521 | 115,92 | | 115,44 | 116,39 |
| | Gemelar | 573 | 130,51 | 14,59 | 123,99 | 137,03 |
| Holstein X Jersey | Único | 34.858 | 119,13 | | 118,28 | 119,98 |
| | Gemelar | 213 | 149,87 | 30,74 | 138,37 | 161,38 |
| Otras | Único | 74.081 | 136,40 | | 135,75 | 137,05 |
| | Gemelar | 459 | 148,05 | 11,65 | 139,73 | 156,38 |

Por lactancia

Conforme incrementa el número de lactancia, la diferencia del intervalo parto concepción posterior a los partos gemelares, comparado con los partos únicos, tiene una tendencia a aumentar. Existe diferencia significativa entre estratos ($p > 0.05$), en todos los niveles excepto en las primerizas (Cuadro 12).

Cuadro 12. Intervalo parto concepción posteriores al parto gemelar, por lactancia, en fincas lecheras de Costa Rica.

| Variable | Nivel de variable | Total | Promedio | Diferencia | IC95% | |
|-------------------|-------------------|---------|----------|------------|--------|--------|
| | | | | | LI | LS |
| General | Promedio | 346.569 | 128,95 | | 128,68 | 129,23 |
| | Único | 343.615 | 128,78 | | 128,50 | 129,06 |
| | Gemelar | 2.954 | 148,97 | 20,19 | 145,93 | 152,01 |
| Primerizas | Único | 95.787 | 138,95 | | 138,38 | 139,53 |
| | Gemelar | 262 | 150,24 | 11,29 | 139,26 | 161,23 |
| 2-3 | Único | 135.168 | 126,97 | | 126,54 | 127,40 |
| | Gemelar | 1.236 | 146,76 | 19,79 | 142,13 | 151,39 |
| 4-6 | Único | 92.273 | 122,90 | | 122,40 | 123,40 |
| | Gemelar | 1.204 | 150,52 | 27,62 | 145,72 | 155,32 |
| >6 | Único | 20.387 | 119,65 | | 118,63 | 120,68 |
| | Gemelar | 252 | 151,01 | 31,36 | 140,90 | 161,12 |

Kg leche 305 de lactancia siguiente

Por raza

En el Cuadro 13 se observó que las vacas Holstein con parto gemelares, tienen el promedio más alto (6816,62 Kg.) de todas las razas. Asimismo, las vacas con partos gemelares, independientemente de su raza, presentaron mayor producción, a 305 días, que las vacas con parto único. La diferencia entre estratos dentro de todos los niveles fue significativa ($p < 0.05$). No se hizo comparaciones entre razas, debido a que la diferencia es esperable.

Cuadro 13. Producción de leche a 305 días posteriores al parto gemelar, por raza, en fincas lecheras de Costa Rica.

| Variable | Nivel de variable | Total | Promedio | Diferencia | IC95% | |
|--------------------------|-------------------|---------|----------|------------|----------|----------|
| | | | | | LI | LS |
| General | Promedio | 155.009 | 5.426,78 | | 5.417,49 | 5.436,06 |
| | Único | 153.435 | 5.418,77 | | 5.409,46 | 5.428,09 |
| | Gemelar | 1.574 | 6.206,00 | 787,23 | 6.109,10 | 6.304,60 |
| Holstein | Único | 66.100 | 6.270,00 | | 6.255,08 | 6.284,92 |
| | Gemelar | 876 | 6.816,62 | 546,62 | 6.680,57 | 6.952,68 |
| Jersey | Único | 50.325 | 4.906,17 | | 4.894,12 | 4.918,21 |
| | Gemelar | 353 | 5.537,35 | 631,18 | 5.400,74 | 5.673,96 |
| Holstein X Jersey | Único | 13.461 | 4.789,83 | | 4.763,92 | 4.815,74 |
| | Gemelar | 110 | 5.405,05 | 615,22 | 5.073,53 | 5.736,56 |
| Otras | Único | 23.549 | 4.484,42 | | 4.463,25 | 4.505,60 |
| | Gemelar | 235 | 5.314,82 | 830,40 | 5.078,76 | 5.550,87 |

Por lactancia

En relación a la producción a 305 días de la siguiente lactancia, las vacas con parto gemelar de dos a tres lactancias presentaron el promedio de producción más alto (6.430,51 Kg.) vs las de más de seis lactancias, con el promedio más bajo (5.504,68 Kg.), También se observó que la mayor diferencia se presentó en las vacas de dos a tres lactancias, siendo de 833,03 Kg. más que las de parto único. Existió diferencia significativa entre los estratos de cada nivel ($p < 0.05$) (Cuadro 14).

Cuadro 14. Producción de leche a 305 días posteriores al parto gemelar, por lactancia, en fincas lecheras de Costa Rica.

| Variable | Nivel de variable | Total | Promedio | Diferencia | IC95% | |
|-------------------|-------------------|---------|----------|------------|----------|----------|
| | | | | | LI | LS |
| General | Promedio | 155.009 | 5.426,78 | | 5.417,49 | 5.436,06 |
| | Único | 153.435 | 5.418,77 | | 5.409,46 | 5.428,09 |
| | Gemelar | 1.574 | 6.206,00 | 787,23 | 6.109,10 | 6.304,60 |
| Primerizas | Único | 43.994 | 5.271,69 | | 5.254,80 | 5.288,57 |
| | Gemelar | 147 | 5.893,59 | 621,90 | 5.586,50 | 6.200,69 |
| 2-3 | Único | 61.632 | 5.597,48 | | 5.582,47 | 5.612,49 |
| | Gemelar | 685 | 6.430,51 | 833,03 | 6.280,95 | 6.580,06 |
| 4-6 | Único | 39.863 | 5.426,00 | | 5.408,60 | 5.445,14 |
| | Gemelar | 620 | 6.172,19 | 746,19 | 6.016,99 | 6.327,73 |
| >6 | Único | 7.946 | 4.806,41 | | 4.769,99 | 4.842,84 |
| | Gemelar | 122 | 5.504,68 | 698,27 | 5.180,54 | 5.828,82 |

6. DISCUSIÓN

6.1. Estadística descriptiva inferencial para parámetros reproductivos evaluados

La gran cantidad de índices (re)productivos que existen, permite reconocer que existe la necesidad de conocer la fertilidad de un hato mediante la utilización de los números (Grunert & McBerchotold, 1988). 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 partos gemelares en fincas lecheras de Costa Rica.

6.2. Factores relacionados (asociados) con la gestación gemelar

El porcentaje de partos gemelares que se presentó en el estudio (1,02%), se encuentra en el rango reportado (1,00% - 5,50%) por Fricke & Shaver (2000) en los Estados Unidos. Autores como Nielen *et al.* (1989) y Ryan & Boland (1991), mencionan que el tipo de raza y número de lactancia son factores de riesgo en la presentación de partos gemelares. En este estudio, la raza Holstein tuvo el dato más alto de partos gemelares para todos los años evaluados, con respecto al promedio general y a las demás razas.

Según el sexo de la cría, los casos que más se presentaron para los partos gemelares fueron los de macho-hembra, coincidiendo con los resultado obtenidos por Erb & Morrison (1959), significando una gran pérdida de las hembras como animales de reemplazo en las explotaciones lecheras, por los casos de freemartinismo; donde Buen *et al.* (1992) y Ghavi *et al.* (2008) comprobaron que sólo el 8% de los terneros de diferente sexo será fértil.

En este estudio, no existió ninguna diferencia en el porcentaje de partos gemelares producto de concepciones ocurridas durante la época lluviosa y la época seca. Para países de cuatro estaciones, Cady & Van Vleck (1978), Nielen *et al.* (1989), han reportado una mayor concepción para partos gemelares, durante los meses más fríos del otoño; el efecto de las estaciones en la presentación de PG, ha sido atribuido a un incremento en el plan de nutrición durante el otoño

Los niveles de endogamia tampoco marcaron diferencias significativas respecto a la presentación de partos gemelares. La mayoría de los trabajos realizados por Echternkamp & Gregory (2002) y Echternkamp *et al.* (2004), no incluían el factor de consanguinidad, quizá porque las fincas lecheras en Estados Unidos y Europa cuentan con programas computarizados para evitar este tipo de problemas.

Al igual que lo reportado por Fricke *et al.* (1998) en sus investigaciones, se comprobó que las vacas con una producción de leche alta a 305 días, tuvieron un mayor porcentaje de partos gemelares.

Según Ryan & Boland (1991), la incidencia de gemelos en ganado lechero va del 2.5 al 5.8% y está dramáticamente afectada por el número de lactancia, variando de 1% al primer parto, a casi el 10% durante los partos posteriores. En el trabajo realizado, también se observó una tendencia al aumento de partos gemelares con el incremento en el número de lactancias.

El 3,46% de los partos gemelares se asoció a vacas que tuvieron quistes ováricos previo al parto. Como lo mencionan Kinsel *et al.* (1998), Fricke & Shaver (2000), Wiltbank (2000), Echternkamp & Gregory (2002) y Echternkamp *et al.* (2004), en los últimos años la cantidad de partos gemelares se han aumentado, esto debido a la selección genética, con el fin de aumentar la producción de leche, las vacas con una alta producción láctea tienen más riesgo de presentar quistes ováricos; esto se ha asociado a que estas vacas tienen un mayor flujo de sangre a través del rumen y el hígado, por lo que las hormonas se metabolizan más rápido, para este caso los estrógenos se destruyen rápidamente y no disminuyen el crecimiento de los folículos auxiliares, lo que produce que estos folículos se desarrollen hasta la madurez, con la presencia de ovulaciones múltiples o bien formen quistes ováricos.

6.3. Factores de riesgo para el parto gemelar

Análisis bi y multivariado

En relación con el procedimiento logístico, se encontró que existen factores asociados con los partos gemelares. De acuerdo a estudios realizados por Fricke y Shaver (2000) y Silva del Rio *et al.* (2009), las vacas que han tenido promedios de producción altos tuvieron más posibilidades de presentar partos gemelares en la siguiente lactancia. En este estudio las vacas que tuvieron una alta producción a 305 días, mostraron 1,56 veces el riesgo de tener un parto gemelar. Algunos autores como Fricke &

Wiltbank (1999) y Echternkamp *et al.* (2007), han mencionado que el promedio de producción alto es uno de los principales factores asociados a la incidencia de doble ovulación, explicando el efecto en la presentación de partos gemelares.

En relación al número de lactancia, se encontró que las vacas de más de seis lactancias presentaron más probabilidad (OR=4,97) de tener un parto gemelar, en comparación con las demás lactancias, como lo han reportado Bell & Roberts (2007) y Ryan & Boland (1991).

Con respecto a las razas, se encontró que las vacas Holstein, presentaron más probabilidades de tener partos gemelares en comparación con los demás cruces, tal como lo mencionan Bell & Roberts (2007). Cabe destacar que la mayoría de los estudios realizados en el ámbito de los partos gemelares, han sido en la raza Holstein.

En cuanto a las patologías del sistema reproductor, Neilen *et al.*, (1989), Marcusfeld (1993), Day *et al.*, (1995) y Fricke & Shaver (2000) reportan, que en el periparto las enfermedades asociadas a este período, no se deben considerar independientemente y están muy relacionadas entre sí, por lo que, las vacas con parto gemelar presentan más incidencia de aborto, mortalidad neonatal, una duración reducida gestación y distocia; relacionándose estrechamente estos factores con la retención de placenta, en las vacas que tuvieron un partos gemelares; para este trabajo las vacas que tuvieron retención de placenta, presentaron, en la siguiente lactancia, más probabilidad (OR=5,32) de tener partos gemelares.

Los quistes ováricos, en vacas lecheras, son considerados como una de las principales causas de pérdidas económicas y alteraciones de parámetros reproductivos, estudiados por Garverick (1997). En el presente trabajo, las vacas que reportaron quistes ováricos, presentaron mayor riesgo de tener un parto gemelar, igualmente reportados por Echternkamp *et al.* (2004).

6.4. Efecto de la gestación gemelar sobre los parámetros (re)productivos

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

En este estudio, el intervalo entre partos superior a 415 días respecto al parto siguiente de las vacas con parto gemelar fue estadísticamente significativo, comparado con los IEP menores de 360 días. Bell & Roberts (2007) y Mcnaughton & Murray (2009), han reportado que la mayoría de los partos gemelares presentan una serie de alteraciones reproductivas en el peri parto, como por ejemplo; retención de placenta,

distocia, natimueitos, metritis y abortos, entre otros; que de una u otra manera aumentan los días abiertos.

En relación al número de servicios por concepción, las vacas que tuvieron más S/C, presentaron mayor porcentaje de partos gemelares. Según Nielen *et al.* (1989) y Fricke (2002), los partos gemelares alteran los parámetros reproductivos al aumentar los días abiertos y servicios por concepción de las vacas durante la siguiente lactancia.

Los días abiertos, como se mencionó anteriormente, se ven alterados por la presentación de los partos gemelares. En esta investigación el intervalo parto concepción por encima de los 100 días, presentó el mayor porcentaje. En algunos trabajos de investigación se ha reportado aumento en los días abiertos, como es el caso de Nielen *et al.* (1989) o disminución en los días abiertos por Kinsel *et al.* (1998).

Bell & Roberts (2007) se han referido a que el parto distócico está directamente relacionado con el número de natimueitos y el peso de los terneros nacidos vivos, lo que lleva a la presentación de partos prematuros y abortos. En este estudio se presentó un mayor porcentaje de partos prematuros con respecto a los abortos.

Fricke (2002), Mcnaughton & Murray (2009) y Drillich *et al.* (2006), han estudiado y reportado que la RMF sigue siendo una de las patologías más asociadas al parto gemelar, 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 partos gemelares.

En cuanto al nivel de producción en la lactancia posterior al parto estudiado, conforme este se redujo, se disminuyó el porcentaje de vacas con parto gemelar. Sin embargo, Echternakamp *et al.* (2004) y Silva del Rio *et al.* (2009), reportaron que las vacas que parían gemelos tenían menores promedios de producción de la lactancia siguiente al parto gemelar.

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

En el presente estudio, las vacas con partos gemelares 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 partos gemelares, sobre todo asociado al incremento en los días abiertos, retención de membranas fetales y metritis.

Con respecto a los servicios por concepción, los partos gemelares tuvieron una diferencia significativa, vs partos únicos, tal y como lo han reportado Nielen *et al.* (1989) y Bicalho *et al.* (2007).

En cuanto al intervalo parto concepción, Alvarado *et al.* (2006) y Fricke (2002) mencionan una asociación de los días abiertos con relación a los partos gemelares. Algunos autores como Nielen *et al.* (1989) mencionan un aumento de días abiertos, mientras Kinsel *et al.* (1998) reportan más bien una disminución de días. En este estudio las vacas con parto gemelar tuvieron un intervalo parto concepción de 20 días mayor que las vacas que tuvieron parto único ($p < 0.01$).

Para este estudio, las vacas con partos gemelares produjeron al menos 700kg/305 días de lactancia más que las tuvieron parto único. Sin embargo, Bicalho *et al.* (2007) reportaron que las de parto único produjeron más que las de parto gemelar. 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.

Intervalo entre partos IEP

Por raza y lactancia

Al analizar el IEP de los partos gemelares con la raza, las vacas Holstein tuvieron el intervalo más alto comparado con las demás razas. Asimismo, cabe mencionar que las vacas Holstein, para este estudio, también tuvieron el mayor porcentaje de partos gemelares, tal como lo mencionan en otras investigaciones Nielen *et al.* (1989) y Fricke (2002).

Investigadores como Silva del Rio *et al.* (2007) han reportado que existe una relación entre la lactancia y el intervalo entre partos, que conforme la vacas aumentan su número de lactancia, también incrementan la diferencia en el IEP de las vacas con parto gemelar comparadas con las de parto único.

Servicios por concepción S/C

Por raza y lactancia

En el presente estudio, las vacas con partos gemelares del cruce Holstein x Jersey, necesitaron más servicios por concepción para preñarse posterior a este parto; además necesitaron más de media pajilla para preñarse en comparación a las vacas de parto individual. Al igual que en este estudio, algunos autores como Nielen *et al.* (1989) y

Bell & Roberts (2007), han reportado que los partos gemelares también pueden aumentar los servicios por concepción de las vacas durante la siguiente lactancia.

Al aumentar el número de lactancia de los partos gemelares, se notó un incremento en los S/C comparados con las vacas de partos únicos, pero no fue estadísticamente significativo ($p > 0.05$); como lo ha mencionado Fricke (2002).

Intervalo parto concepción

Por raza y lactancia

En este trabajo las vacas de parto gemelar de la raza Holstein tuvieron el número de días abiertos más alto de todas las razas, comparado con las de parto único. Como se mencionó anteriormente la mayoría de investigaciones se han realizado en vacas de la raza Holstein, obteniendo resultados muy semejantes a los reportados por Nielen *et al.* (1989) y Fricke & Shaver (2000). A diferencia de otros trabajos de investigación, para este estudio se incluyeron varias razas y cruces de razas. En estudios realizados por Alvarado *et al.* (2006), se menciona que el intervalo de días abiertos está influenciado por varios factores que en su mayoría son de manejo.

Con respecto al número de lactancia, Fricke *et al.* (2000) reportan que existe una relación con las vacas que tienen partos gemelares; en este estudio, las vacas con más partos presentaron mayor diferencia del intervalo parto concepción posterior a los partos gemelares comparado con los partos únicos. Las vacas de más de seis lactancias fueron las que presentaron la mayor diferencia en los días abiertos.

Kg leche 305 de lactancia siguiente

Por raza y lactancia

Con respecto a la producción de leche a 305 días de la siguiente lactancia, se observó que las vacas con partos gemelares, independientemente de su raza, presentaron mayor producción a 305 días que las vacas con parto único. En relación al número de parto, las vacas con parto gemelar de segunda y tercera lactancia, fueron las que tuvieron el promedio de producción más alto comparado con las de más de seis lactancias con el promedio más bajo; de igual forma, sin importar el número de lactancia, las de PG produjeron más leche ($p < 0,05$), lo que coincide con resultados reportados por Fricke & Wiltbank, (1999). Por el contrario, 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 parto gemelar. Como se comentó anteriormente, esto podría estar relacionado con que la mayoría de estudios se han realizados en vacas con altos estándares de nutrición y en países de cuatro estaciones como Estados Unidos y países de Europa.

7. CONCLUSIONES

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

No hubo ninguna tendencia de incremento o reducción en la frecuencia global anual de PG durante el período analizado.

La raza Holstein fue la que durante todo el estudio, presentó el mayor porcentaje de PG, inclusive por encima de las otras razas.

La época de concepción y el índice de endogamia no fueron asociados con los partos gemelares; sin embargo, las vacas que tuvieron una alta producción de leche a 305 días, presentaron un mayor porcentaje de partos gemelares.

Factores como número de lactancias, quistes ováricos previos a la gestación gemelar, alta producción a 305 días, raza Holstein y retención de placenta fueron los principales factores asociados con el riesgo de tener PG para la siguiente lactancia.

En vacas que presentaron partos gemelares, se afectan de manera significativa: IEP, S/C, longitud de la gestación y RMF; haciéndolos menos eficientes posterior al parto analizado.

Los partos gemelares aumentaron la producción de leche a 305 días, en todas las razas analizadas.

8. RECOMENDACIONES

Para minimizar los problemas asociados a partos gemelares en una finca de lechería especializada se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- El manejo de los partos gemelares debe ser un trabajo integrado entre el médico veterinario, nutricionista y el personal de lechería.
- Detectar en etapas tempranas, la existencia de una gestación gemelar, ya sea mediante el uso de la ultrasonografía transrectal o palpación rectal entre los 50 y 70 días posterior a la IA.
- En algunos casos donde las vacas han repetido una gestación gemelar, una de las medidas más apropiadas es el descarte del animal.
- Realizar un protocolo, donde deben tomarse en cuenta varias prácticas de manejo para las vacas que van a parir gemelos.
- Las vacas que tienen partos gemelares se deben incluir en un plan nutricional, donde se tomen en cuenta todos sus requerimientos, haciendo énfasis en el último tercio de la gestación.
- Se debe también evaluar la condición corporal de las vacas con gestación gemelar, previo al secado.
- Tomar en cuenta que las vacas con parto gemelar, pierden su período de alimentación de dieta de transición, por parir antes de la fecha.
- Realizar un secado más temprano y además proporcionar una dieta de transición.
- Suministrar un suplemento nutricional (Vitamina E y Selenio) en el período seco.
- Dar ayuda en el momento del parto, con el fin de evitar las complicaciones en el peri parto.
- Instaurar un programa de prevención y control de las patologías y problemas metabólicos asociados con el peri parto de las vacas con parto gemelar.
- Realizar conjuntamente con el nutricionista, revisiones periódicas de las dietas en las explotaciones lecheras, con el fin de evitar los balances energéticos negativos durante toda la lactancia, especialmente en las vacas con una alta producción de leche.
- Usar adecuados protocolos en los tratamientos hormonales de las patológicas ováricas.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarado, K., Romero, J. J., Valverde, E. 2006. Caracterización de la detección de celos en fincas lecheras especializadas de Costa Rica. *Cienc. Vet.* 24(2): 167-184.

Archibald, L. F., Thatcher, W. W. 1992. Ovarian follicular dynamics and management of ovarian cysts. In: Large Dairy Herd Management. Van Horn HH, Wilcox CJ, eds. *Am Dairy Sci. Assoc.* Champaign, IL.

Bartlett, P.C., Ngategize, P. K., Kaneene, J. B., Kirk, J. H., Anderson, S. M., Mather, E. C. 1986. Cystic follicular disease in Michigan Holstein-Friesian cattle: incidence, descriptive epidemiology, and economic impact. *Prev. Vet. Med.* 4:15.

Beerepoot, G. M. M., Okhuizen, A. A., Mielen. M., Schukken. Y. H., 1992. The economics of naturally occurring Twinning in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 75:1044-1051.

Bell, M., Roberts, D. 2007. Effect of twinning on the feed intake, performance and health of

Bicalho, R. C., Cheong, S. H., Galvão, K. N., Warnick, L. D., Guard, C. L. 2007 dairy cows. *J. Liv. Sci.* 107: 274-281. Effect of twin birth calvings on milk production, reproductive performance, and survival of lactating cows. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* Nov. 1;231(9):1390-7.

Buoen, L. C., Zhang, T. Q., Wever, A. F, Ruth G. R. 1992. Non-freemartin rate in Holstein heterosexual twins. *Am. Assoc. Bov. Pract. Confr.* 1:300-303.

Cady, R. A., Van Vleck, L. D. 1978. Factors affecting twinning and effects of twinning in Holstein dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 46:950-956.

Correa, M. T., Erb H., Scarlett. 1993. J. Path analysis for seven disorders of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 76:1305-1312.

Davis, M. E., Haibel, G. K. 1993. Use of real-time ultrasound to identify multiple fetuses in beef cattle. *Theriogenology* 40:373-382.

Day, J. D., Weaver, L. D., Franti C. E. 1995. Twin pregnancy diagnosis in Holstein cows: Discriminatory powers and accuracy of diagnosis by transrectal palpation and outcome of twin pregnancies. *J. Can. Vet.* 36:93-97.

De Graaf, T. 1995. Manual para el manejo de la salud y producción de hato. 1a. ed. Costa Rica. (Sin casa editorial). ISBN. 9977-12-171-0.

Dobson, H., Rowan, T. G., Kippax, I. S., Humblot, P. 1993. Assessment of fetal number, and fetal and placental viability throughout pregnancy in cattle. *Theriogenology* 40:411-425.

Drillich, M., Klever, N., Heuwieser, W. 2007. Comparison of Two Management Strategies for Retained Fetal Membranes on Small Dairy Farms in Germany. *J. Dairy Sci.* 90:4275-4281.

- Drillich, M., Mahlstedt, U., Reichert, B. A., Heuwieser, W. 2006. Strategies to Improve the Therapy of Retained Fetal Membranes in Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 89:627-635.
- Dunn, H. O., McEntee, K. Hall, C. E., Johnson, R.HJr., Stone, W. H. 1979. Cytogenetic and reproductive studies of bulls born co-twin with freemartins. *J. Reprod. Fertil.* 57:21-30.
- Dunn, T.G., Moss, G.E., 1992. Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. *J. Anim. Sci.* 70:1580-1593.
- Echternkamp, S. E., Gregory, K. E. 1991. Identification of twin pregnancies in cattle by ultrasonography. *J. Anim. Sci.* 69(Suppl 1):220.
- Echternkamp, S. E., Gregory, K. E. 1999. Effects of twinning on gestation length, retained placenta, and distocia. *J. Anim. Sci.* 77:39-47.
- Echternkamp, S. E., Gregory, K. E. 2002. Reproductive, growth, feedlot, and carcass traits of twin vs single births in cattle. *J. Anim. Sci.* 80:1-10.
- Echternkamp, S. E., Roberts, A. J., Lunstra, D. T., Wise, T., Spicer, L. J. 2004. Ovarian follicular development in cattle selected for twin ovulations and births. *J. Anim. Sci.* 82:459-471.
- Echternkamp, E., Cushman, R. A., Allan, M. F., Thallman, R. M., Gregory, K. E. 2007. Effects of ovulation rate and fetal number on fertility in twin-producing cattle *J. Anim. Sci.* 85:3228-3238.
- Eddy, R.G., Davies, O., David, C. 1991. An economic assessment of twin births in British dairy herds. *Vet. Rec.* 129:526-529.
- EGRET® . 1999. Reference Manual: Digital Version.
- Erb, R. E., Morrison, R. A. 1959. Effects of twinning on reproductive efficiency in a Holstein-Friesian herd. *Journal of Dairy Science.* Vol. 42 No. 3: 512-519.
- Erb, R. E., White, M. E. 1989. Incidence rates of cystic follicles in Holstein cows according to 15-day and 30-day intervals. *Cornell Vet.* 71:326.
- Erskine, R., Bartlett, P., Herdt, T., Gaston, P. 1997. Effects of parenteral administration of vitamin E on health of periparturient dairy cows. *JAVMA* 211: 466-469.
- Farin, P. W., Youngquist, R. S., Parfet, J. R., Garverick, H. A. 1990. Diagnosis of follicular cysts in dairy cows by sector scan ultrasonography. *Theriogenology* 34:636.
- Farin, P. W., Youngquist, R. S., Parfet, J. R., Garverick, H. A. 1992. Diagnosis of luteal and follicular ovarian cysts by palpation per rectum and linear-array ultrasonography in dairy cows. *JAVMA* 200:1085.
- Fricke, P. M., Guenther, J. N., Wiltbank, M. C. 1998. Efficacy of decreasing the dose of GnRH used in a protocol for synchronization of ovulation and timed AI in lactating dairy cows. *Theriogenology* 50:1275-1284.

Fricke, P. M., Wiltbank, M. C. 1999. Effect of milk production on the incidence of double ovulation in dairy cows. *Theriogenology*. Nov; 52(7):1133-43.

Fricke, P. M., Shaver, R. 2000. Managing reproductive disorders in dairy cows. NDSU Extension Service. North Dakota.

Fricke, P. M. 2002. Scanning the Future-Ultrasonography as a Reproductive Management Tool for Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 85:1918-1926.

Garverick, H. A. 1997. Ovarian follicular cysts in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80:995-1004.

Ghavi Hossein-Zadeh, N., Nejati-Javaremi, A., Kohram, H. 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.; Echternkamp S. E., Dickerson G. E., Cundiff L. V., Koch R. M. and Van Vleck L. D. 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.

Grunert, E. & M Berchtold (eds.) 1988. Infertilidad en la vaca. 1a ed. Editorial Hemisferio Sur. Argentina.

Jost, A., Vigier, B., Prepin, J. 1972. Freemartinism in cattle: The first steps of sexual organogenesis. *J. Reprod. Fertil.* 29:349.

Kappelle, M., Castro, M., Acevedo, H., Cordero, P., González, L., Méndez, E., Monge, H. 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., Marsh, W., Ruegg, P., Etherington, W. 1998. Risk factors for twinning in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81:989-993.

Koong, L. J., Anderson, G. B., Garrett, W. N. 1982. Maternal energy status of beef cattle during single and twin pregnancy. *J. Anim. Sc.* 54:480-490.

Kossaibati, M. A., Esslemont, R. J. 1997. The costs of production diseases in dairy herds in England. *J. Vet. Jul*;154(1):41-51.

La Torre, W. 2001. Métodos de reducción de los días abiertos en bovinos lecheros. *Rev. Inv. Vet. Perú.* 12:2.

Laven, R. A., Peters, A. R. 1996. Bovine retained placenta: a etiology, pathogenesis and economic loss. *Vet. Rec.* 139:465-471.

Long, S. E. 1979. The fertility of bulls born twin to freemartins: A review. *Vet. Rec.* 104:211-213.

- Marcusfeld, O, 1987. Periparturient traits in seven high dairy herds. Incidence rates, association with parity, and interrelationships among traits. *J. Dairy Sci.* 70:158-166.
- Marcusfeld, O, 1993. Parturition disease complex do the high yielding dairy cow. *Acata. Vet. Scand. Suppl.* 89:9.
- McNaughton, A. P., Murray, R. D. 2009. Structure and function of the bovine fetomaternal unit in relation to the causes of retained fetal membranes. *Vet. Rec.* Nov 1;165(21):615-22
- Moller, K., Newling, P. E., Robson, H. J., Jansen, G. J., Meursing, J. A., Cooper, M. G, 1967. *J. New Zealand Vet.* 15:111.
- Muller, L. D., Owens, M.H. 1974. Factors associated with the incidence of retained placentas. *J. Dairy Sci.* 57:725-728.
- Nielen, M., Schukken, Y., Scholl, D., Wilbrink, H., Brand, A. 1989. Twinning in dairy cattle: a study of risk factors and effects. *Theriogenology.* 32:845–862.
- Noordhuizen & Buurman, 1984. Veterinary Automated Management and Production Control Program. VAMPP Bovino.
- Nottle, M. B., Hynd, P.I, Seamark, R.F., Setschell, B. P. 1988. Increases in ovulation rate in lupin-fed ewes are initiated by increases in protein digested postruminally. *J. Reprod. Fertil.* 84:563-566.
- Pfau, K.O., Bartlett, J. W., Shuart, C.E. 1948. A study of multiple births in a Holstein-Friesian herd. *J. Dairy. Sci.* 31:241-254.
- Rutledge, J. J. Twinning in Cattle. 1975. *J. Anim. Sci.* 40:803-815.
- Ryan, D. P., Boland, M. P. 1991. Frequency of twin births among Holstein-Friesian cows in a warm dry climate. *Theriogenology* 36:1-10.
- Sandals, W., Curtiss, R., Cote, J., Martin, S. 1979. The effect of retained placenta and metritis complex on reproductive performance in dairy cattle. A case control study. *J. Can. Vet.* 20: 131-139.
- 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.
- Segerson, E. C., Riviere, G. J. 1981. Retained Placenta of Holstein cows treated with selenium and Vitamin E. *J. Dairy Sci.* 64:1833-1836.
- Silva del Rio, N., Stewart, S., Rapnicki, P., Chang, Y. M., Fricke, P. M. 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., Colloton, J. D., Fricke, P. M. 2009. Factors affecting pregnancy loss for single and twin pregnancies in a high-producing dairy herd. *Theriogenology*. Jun;71(9):1462-71

Wheeler, M. B., Scheer, J. W, Anderson, G.B, Bondurant, R. H, 1979. Postpartum fertility in beef cattle producing twins. *Theriogenology* 12:383-386.

Wijeratne, W. S., Munre, I.B, Wilkes, P.R., 1977. Heifer sterility associated with single-birth freemartinism. *Vet. Rec.* 100:333-336.

Wiltbank, M. C., Fricke, P. M., Sangsritavong, S., Sartori, R., Ginther, O.J. 2000. Symposium: Physiology, Location, And Reproduction Mechanisms that Prevent and Produce Double Ovulations in Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 83:2998-3006.