

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



**Aspectos epidemiológicos del Intervalo Parto-Concepción en vacas de hatos
Lecheros especializado de Costa Rica**

Amed Antonio La Roche Loaiza

Heredia, Agosto 2017

Tesis sometida a consideración del tribunal examinador del Posgrado Regional en
Ciencias Veterinarias Tropicales, Maestría en Epidemiología, para optar por el grado de
Magister Scientiae en Epidemiología

**Aspectos epidemiológicos del intervalo parto concepción en vacas de hatos
lecheros Especializado de Costa Rica**

Amed Antonio La Roche Loaiza

Tesis presentada para optar al grado de Magister Scientiae en epidemiología. Cumple
con los requisitos establecidos por el Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad

Nacional. Heredia Costa Rica

TRIBUNAL EXAMINADOR

Francisco San Lee Campos PhD
Presidencia
Representante Sistema de Estudios de Posgrado
Universidad Nacional

Silvia Argüello Vargas. Msc
Representante, PCVET

Juan José Romero Zúñiga PhD.
Tutor

Jorge Camacho Sandoval PhD.
Asesor

Bernardo Vargas Leitón PhD
Asesor

Amed Antonio La Roche Loaiza
Sustentante

RESUMEN GENERAL

Antecedentes: Para que el hato lechero sea eficiente es necesario, conseguir un intervalo entre partos de aproximadamente un año; este, a su vez, depende del Intervalo Parto Concepción (IPC), que está influenciado por factores intrínsecos y extrínsecos de la vaca y, cuando es superior a los 100 días, incide de forma negativa en la eficiencia de la actividad lechera. **Objetivo:** Describir aspectos epidemiológicos de IPC en vacas de fincas de lechería especializada de Costa Rica en el período 2000-2013. **Materiales y Métodos:** Se realizó un estudio de cohorte retrospectivo con casi 435000 registros de vacas de fincas de lecherías especializadas de Costa Rica, registradas en el programa VAMPP Bovino. Se estimó el IPC para las variables extrínsecas: época del año, zonas ecológicas, días seca, así como las intrínsecas: tipo de parto, raza, número de crías por parto, retención de membranas fetales, número de lactancia y producción láctea. Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva (promedio, mediana, desviación estándar, intervalo de confianza al 95%); además, se realizó comparaciones de promedios y de porcentajes por medio de la prueba de T de Student y Chi-cuadrado, respectivamente. También se estimó el riesgo de IPC alto por medio del cálculo de la razón de tasas (RR), utilizando para ello el análisis de Regresión de Poisson. **Resultados:** Para este periodo se contabilizó 434707 registros de vacas de diferentes razas. El promedio general del IPC para todo el período de estudio fue de 136,6 días \pm 84,2; rango: 30-350 días. La frecuencia de IPC > 100 d fue mayor en la época seca ($p < 0,001$); de igual manera, las ecozonas: bosque húmedo tropical y la bosque seco tropical, fueron las que mostraron mayor frecuencia de IPC > 100 d., con un 59,8% (IC 95%: 59,1-60,5) y 56,2% (IC 95%: 55,9-56,5) respectivamente ($p < 0,0001$). Además, el 56,0% (IC 95% 55,8-56,3) de los casos presentaban más de 71 días de período seco ($p < 0,0001$). Respecto a la variable raza, las vacas Holstein y Pardo Suizo fueron las que presentaron mayor porcentaje de IPC > 100 d, con 63% (IC 95%: 62,7-63,2) y 60,4 (IC 95%: 59,1-61,6) respectivamente. Asimismo, las vacas a las que se les practicó cesárea presentaron el mayor porcentaje de casos ($p < 0,0001$) con un 72,1% (IC 95% 62,3- 82,0), y las vacas con parto gemelar presentaron el mayor porcentaje de IPC > 100 d. (69,1%; IC 95%: 67,7%-70,5%; ($p < 0,0001$). La mayoría de los animales con retención de membranas fetales presentó IPC > 100 d. (68,3%; IC95%: 66,8-69,9; $p < 0,0001$). Adicionalmente, los animales de primera lactancia mostraron el mayor porcentaje de casos 56,6% (IC 95%: 56,3-56,8; $p < 0,0001$) y el 59,8% (IC 95% 59,5-60,0) de las vacas con alta producción láctea mostraron

un IPC > 100 d. ($p < 0,0001$). De manera complementaria, se pudo establecer que las variables extrínsecas que mostraron mayor asociación epidemiológica fueron: Ecozona Bosque Húmedo tropical (RR=1,09 IC 95% 1,06- 1,12); además, las variables intrínsecas con mayor asociación epidemiológica fueron: Parto gemelar (RR=1,12 IC95% 1,09-1,18), RMF (RR=1,08 IC95% 1,04-1,14), parto distócico (RR=1,05, IC 95% 1,01- 1,08). **Conclusión.** Aunque las variables analizadas mostraron asociación con un IPC > 100d, otras relativas al manejo propiamente de los hatos, de amplio peso en el rendimiento reproductivo de las fincas, no pudieron ser analizadas en esta investigación, pero deben de ser tomadas en cuenta en futuras investigaciones.

SUMMARY

Background: In order for the dairy herd to be efficient, it is necessary for each cow on the farm to produce one live and healthy calf per year, that is, to achieve an interval between births of one year. This interval depends mainly on the days open (IPC) which, in turn, is influenced by intrinsic and extrinsic factors. When the IPC is higher than 100 days it has a negative effect on the efficiency of the dairy activity. **Objective:** To describe epidemiological aspects of IPC in dairy cows from specialized dairy farms in Costa Rica in the period 2000-2013. **Materials and Methods:** A study retrospective cohort was carried out with more than 400000 records of cows from specialized dairy farms in Costa Rica, registered in the VAMPP 3.0 program. The IPC was estimated for extrinsic variables: time of year, ecological zones and dry days as well as intrinsic variables: type of birth, race, number of calves per calving, placental retention, number of lactation, dairy production(305-d milk yield). Data were analyzed by descriptive statistics (mean, median, standard deviation, 95% CI), and comparisons of averages and percentages were made by means of Student's T and Chi-square tests respectively. The high IPC risk was also estimated using the Poisson logistic regression analysis, and then performed the Rate Ratio calculation. **Results:** For this period 434707 records of cows of different races were counted. The overall IPC average for the entire study period was 136,6 days \pm 84,2; Range: 30-350 days. The frequency of IPC > 100 d was higher in the dry season ($p < 0,001$); Similarly, the ecozones: tropical humid forest and tropical dry forest, showed the highest frequency of IPC > 100 d, with 59.8% (95% CI: 59,1-60,5) and 56,2% (95% CI: 55,9-56,5) respectively ($p < 0,0001$). In addition, 56,0% (95% CI: 55,8-56,3) of the cases presented more than 71 dry days ($p < 0,0001$). In relation to the intrinsic variables with frequencies of IPC > 100 days, the pure Holstein and Brown Swiss cows were the ones with the highest percentage (63%) (95% CI: 62,7-63,2) and 60,4% (95% CI: 59,1-61,6), respectively. Cows with cesarean section had the highest percentage of cases

($p < 0,0001$) with 72,1% (CI 95% 62,3- 82,0), and cows with twinning presented the highest percentage of IPC > 100 d. 69,1%, (95% CI: 67,7% -70,5%), $p < 0,0001$). Most of the animals with fetal membrane retention presented IPC > 100 d.(69,3%; IC 95% 66,8-69,9; $p < 0,0001$). In addition, the first-lactating animals had the highest percentage of cases 56,6% (95% CI: 56,3-56,8 ($p < 0,0001$) and 59,8% (CI 95% 59,5-60,0) of cows with high milk production showed a IPC > 100 d. In a complementary way, it was possible to establish that the extrinsic variables that showed the greatest epidemiological association were: ecozone RR = 1,09 (CI 95% 1,06-1,12); and the intrinsic variables with the greatest epidemiological association were: Twinning RR = 1,12 (IC95% 1,09- 1,18), RMF RR = 1,08 (IC95% 1,04-1,14), dystocia RR = 1,05 (95% CI 1,01-1,08).

Conclusion: Although the variables analyzed showed association with a CPI > 100 d, others relating to handling properly the herds of relevance on the reproductive performance of farms, could not be analyzed in this research, but should be taken into account in future research.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Juan José Romero Zúñiga, por su dedicación, siempre anuente a atender las dudas surgidas durante la elaboración de este trabajo, para tí mi amigo Jotas eternamente agradecido.

A mis lectores el Dr. Bernardo Vargas Leitón y el Dr. Jorge Camacho Sandoval, por sus valiosos aportes y colaboración en la elaboración de este trabajo.

Al Dr. Christian Valverde Alpízar por el apoyo en la realización de esta maestría.

Al Ing Jorge Venegas Morales por su gran ayuda en la revisión de este documento

DEDICATORIA

A mi Dios todo poderoso, que me ha bendecido con la familia y amigos excelentes que me han acompañado siempre.

A mi esposa, mis hijas y mi madre por la comprensión en todo momento, siempre motivándome y apoyándome para la conclusión de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

TRIBUNAL EXAMINADOR	
RESUMEN	
SUMMARY	
AGRADECIMIENTOS.....	v
DEDICATORIA.....	vi
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE ABREVIATURAS	x
DESCRIPTORES.....	xi
1. JUSTIFICACIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 FACTORES QUE CONTRIBUYEN AL INCREMENTO DEL INTERVALO PARTO- CONCEPCIÓN.....	4
2.1.1 Factores intrínsecos.....	5
2.1.1.1 Predisponentes.....	5
2.1.1.1.1 Aspectos fisiológicos que afectan el reinicio de la actividad ovárica.....	5
2.1.1.1.2 Razas.....	5
2.1.1.1.3 Lactancia.....	6
2.1.1.1.4 Partos Gemelares.....	6
2.1.1.1.5 Intervalo parto- primer servicio.....	6
2.1.1.2 Facilitadores.....	7
2.1.1.2.1 Balance energético negativo.....	7
2.1.1.2.2 Cojeras.....	7
2.1.1.2.3 Retención de membranas fetales (placenta)	8
2.1.1.2.4 Infecciones uterinas.....	8

2.1.1.2.5 Mastitis	9
2.1.1.2.6 Agentes patógenos.....	10
2.1.2. Factores extrínsecos.....	13
2.1.2.1 Facilitadores.....	13
2.1.2.1.1 Ambientales.....	13
2.1.2.1.2 Factores que afectan la detección de celos.....	14
2.1.2.1.3 Periodo de secado.....	17
3. OBJETIVOS	19
3.1. Objetivo general.....	19
3.1.1. Objetivos específicos	19
4. HIPOTESIS.....	20
5. MATERIALES Y METODOS.....	21
5.1. Tipo de estudio y Población.....	21
5.2. Colección y edición de datos.....	22
5.3. Procesamiento estadístico.....	23
6. RESULTADOS y DISCUSIÓN	27
6.1. Resultados generales.....	27
6.2. Estadística descriptiva, asociación estadística y asociación epidemiológica de variables intrínsecas y extrínsecas respecto al IPC > 100 d.....	28
6.2.1. Variables intrínsecas.....	29
6.2.2. Variables extrínsecas.....	38
7. CONCLUSIONES	42
8. RECOMENDACIONES	43
9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	44

INDICE DE CUADROS

Cuadro. 1	Descripción de variables utilizadas en el análisis del intervalo Parto-Concepción en fincas de lechería especializadas de Costa Rica en el período 2000-2013	24
Cuadro. 2	Estadística descriptiva y de contraste de promedios, para las variables intrínsecas analizadas, en ganado lechero especializado de Costa Rica, período 2000-2013.....	31
Cuadro. 3.	Frecuencia de IPC > 100d (casos), según características intrínsecas del ganado de leche especializado de Costa Rica, período 2000-2013.....	32
Cuadro. 4.	Análisis bivariable de los factores asociados al intervalo parto-concepción en vacas lecheras especializadas de Costa Rica, período 2000-2013.....	33
Cuadro. 5	Modelo ajustado de las variables asociadas al intervalo parto-concepción en vacas lecheras especializadas de Costa Rica, período 2000-2013.....	38
Cuadro. 6	Estadística descriptiva y comparación de promedios de variables extrínsecas en ganado lechero especializado de Costa Rica, período 2000-2013.....	39
Cuadro. 7	Frecuencias de las variables extrínsecas de ganado lechero especializado, período 2000-2013.....	40

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Comportamiento del promedio anual (IC 95%) del IPC en vacas de lechería especializada de Costa Rica, período 2000-2013.....	28
----------	---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

CNO	Celo No Observado
CRIPAS	Centro Regional de Informática para la Producción Animal Sostenible
HxJ	Cruce raza Holstein y Jersey
IC 95%	Intervalo de Confianza 95%
IPC	Intervalo Parto Concepción
LI	Límite inferior
LS	Límite superior
RR	Razón de tasas (RR por su nombre en inglés RR)
RMF	Retención de Membranas Fetales
VAMPP	Veterinary Automated Management Production and control Program

DESCRIPTORES

Reproducción

Epidemiología

Estudio prospectivo histórico

Factores de riesgo

Razón de tasas

Regresión de Poisson

Trópico

Sistemas de información

1. JUSTIFICACION

Lo ideal en una ganadería de leche especializada es obtener una cría por vaca por año, pero para lograr esto, la vaca debe de quedar preñada antes de los 100 días posparto; caso contrario, se afectaría el intervalo entre partos con un desenlace negativo en la actividad comercial (Morales et al. 2009). Debido a la competitividad por la apertura del mercado en la industria láctea, los productores de leche requieren optimizar recursos y ajustar parámetros reproductivos en aras de ser competitivos; uno de los parámetros reproductivos que más influencia tiene en esta actividad lo es el Intervalo Parto Concepción (IPC). Este intervalo está relacionado con problemas de fertilidad y de detección de celo (Arana et al. 2006; Ortiz, 2006) situación que repercute en el rendimiento de esta actividad pecuaria.

En Costa Rica en el año 2011 se produjeron aproximadamente 966,3 millones de litros de leche procedentes de 16,125 hatos de lechería especializada y doble propósito, esto representó un incremento del 1,5% con respecto al 2010. En el mismo año, la actividad lechera contribuyó con el 11,1% del valor agregado de las principales actividades primarias del sector agropecuario, siendo superada solamente por el café y el banano (SEPSA, 2012). En el Período 2001-2012, la producción láctea paso de 737,2 a 1014,6 toneladas métricas (González, 2013), mostrando así la tendencia hacia el crecimiento de la actividad lechera, según el consumo per cápita de lácteos que pasó de 186,2 kg de leche a 199,1 kg , además, en ese período las exportaciones pasaron de 77,3 a 211 toneladas métricas (González, 2013). El sector lechero integrado genera 200,000 empleos directos o indirectos (Camacho-Sandoval, 2012), esto muestra el papel socio económico que tiene la actividad en Costa Rica especialmente en la zona rural.

En la ganadería de leche especializada en Costa Rica el IPC aún no ha sido abordado hasta ahora de manera exclusiva, identificando factores de riesgo o sus efectos sobre la producción y la reproducción, sino que se ha sido estudiado de forma colateral en algunas investigaciones (Vargas y Cuevas, 2009), estimándose que los costos de un día, (después de los 100 días) es de 3-5 dólares (De Vries, 2006).

Desde esa perspectiva, se pretende describir aspectos epidemiológicos del IPC en vacas de fincas de lecherías especializadas de Costa Rica en el período 2000-2013, mediante la evaluación de este parámetro reproductivo, que sirve para monitorizar el estado de los sistemas de producción animal, esto mediante la aplicación de análisis técnicos y económicos orientados hacia la construcción de estrategias adecuadas para lograr una producción eficiente (Risco & Archibald, 2005). Entonces, el análisis del IPC que se pretende lograr con este estudio, será fundamental para ofrecer datos fiables que ayuden a los productores o a los tomadores de decisiones, a trabajar sobre los factores que afectan a este indicador zotécnico, de modo que influyan de manera directa y positiva en la eficiencia de los sistemas productivos ganaderos de lechería especializada.

Dado que se cuenta con una base de datos de muy alta calidad y accesible, aunado a técnicas y herramientas estadísticas robustas, con el presente trabajo se pretende elucidar aspectos epidemiológicos del IPC, partiendo de una descripción hasta identificar algunos factores de riesgo que inciden en su incremento a más de 100 d.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GENERALES

Dentro de las principales características que deben de poseer las vacas para que la explotación ganadera sea rentable son: tener rápido crecimiento desde el nacimiento a su primer parto, producir crías viables, producir leche suficiente para la cría y la venta, además de retornar temprano al estro durante el posparto para gestar nuevamente (Gasque, 2008).

Para que el hato lechero sea eficiente debe de tener como objetivo, que cada vaca de la finca produzca una cría viva y sana por año, es decir conseguir un intervalo entre partos de un año. Para poder conseguir dicho objetivo se debe hacer un excelente manejo desde el parto para que la vaca efectúe una involución uterina de la mejor manera y, así, pueda entrar en celo rápidamente. Posterior a eso, debe haber una detección de celo precisa y una alta eficacia en el servicio para ser efectivos en la concepción (Velásquez, 2010). Para alcanzar esta meta, debemos mantener parámetros reproductivos como: la edad al primer servicio, edad primer parto, intervalo parto primer servicio, intervalo entre partos e Intervalo Parto Concepción, dentro de los límites ideales establecidos (Ortiz et al. 2009), siempre en consonancia con los recursos de la finca.

El IPC representa la cantidad de días que transcurren desde el parto hasta la siguiente preñez y su incremento es, usualmente, causa de una reducción de la rentabilidad en vacas (Velásquez, 2010). Esta reducción se debe, en parte, a factores tales como el aumento en el costo de reproducción, aumento del riesgo de costos por sacrificio y la reducción de la producción de leche (De Vries, 2005).

En Costa Rica, en el año 2012, la producción láctea (sector primario) generó el 11,8% del valor agregado agropecuario, constituyéndose en la tercera actividad agropecuaria en

importancia, únicamente superada por banano y café. Además dichas industrias generan 46,147 empleos directos, lo que representa el 5,46% del empleo del sector privado o el 17,1% de la población ocupada por el sector agropecuario. (Madrigal y Fallas, 2013). En ese año el aporte del sector lechero en la economía fue de 54,8% del valor de las exportaciones del sector pecuario del país, y el 74,6% del volumen de las mismas. El crecimiento promedio anual en el período 1980-2012 fue del 7% y en el período 2007-2012 de 3,5% (González, 2013).

Para que la actividad láctea sea sostenible, es necesario contar como principal requisito; con un sistema de registros, que sea de fácil manejo y permita monitorizar algunos parámetros reproductivos como lo son: edad al primer parto, intervalo entre partos, números de servicio por concepción, IPC, por citar algunos (Romero et al. 2001). En el presente trabajo, el parámetro a monitorizar es el IPC, cuyo ideal es que no trascienda más de 100 días (De Vries, 2006).

2.1 FACTORES QUE CONTRIBUYEN AL INCREMENTO DEL INTERVALO PARTO-CONCEPCIÓN.

Existen factores que contribuyen a aumentar el IPC en el ganado lechero; entre los principales están los problemas posparto (fiebre de leche, metritis, laminitis, retención placentaria y enfermedad de ovarios quísticos) los cuales tienen mayores efectos negativos sobre la reproducción que la producción de leche, incidiendo de esta manera en el incremento del IPC. Asimismo, están otros como el factor ambiental (clima), aspectos biológicos (endogamia, número de lactancia, partos gemelares y raza), manejo (nutrición, alimentación, observación del celo) y agentes patógenos que afectan el aparato reproductor (leptospirosis, rinotraqueítis infecciosa bovina, campilobacteriosis, tricomoniosis, diarrea viral bovina, etc. (Romero & Ortiz, 2008; Bahonar et al. 2009; Dalton, 2012).

De acuerdo a su causalidad podemos clasificarlos en factores intrínsecos y extrínsecos, y estos, a su vez, en factores predisponentes y facilitadores (Bonita et al. 2008)

2.1.1 Factores intrínsecos.

2.1.1.1 Predisponentes.

2.1.1.1.1 Aspectos fisiológicos que afectan el reinicio de la actividad ovárica.

En el pos parto, para que una vaca pueda volver a concebir deben ocurrir dos eventos: la involución del útero y la recuperación del eje hipotálamo-hipófisis-ovario (HHO) (Morales et al. 2012); pero, para que los folículos puedan desarrollarse y ser dominantes, depende de la secreción pulsátil de la hormona luteinizante (LH), lo que refleja la secreción de la hormona liberadora de la gonadotropina (GnRH) a nivel hipotalámico (Jolly et al.1995). Así, la inactividad ovárica está relacionada a una insuficiente secreción de LH asociada con un inadecuado consumo de energía. Este tipo de anestro es común en vacas primíparas en las cuales el balance energético negativo es más evidente (Lucy et al. 1992). Al existir una disfunción en el eje hipotálamo-hipófisis-ovario, ocurre una inadecuada o ausente liberación de GnRH del hipotálamo, lo que afecta la liberación de la hormona LH (hipófisis), ocasionando así un fallo en la ovulación, por lo que los folículos siguen creciendo hasta alcanzar el tamaño de 20-25 mm, estableciéndose el quiste folicular o quiste de cuerpo lúteo (Fernández, 2012).

2.1.1.1.2 Razas

En cuanto al IPC, la raza Jersey es la que presenta la menor cantidad de días del IPC al compararla con la Holstein (Vargas, 2010). Por otro lado, existen estudios en donde se ha demostrado que el cruce media raza (F1) entre Holstein y Jersey presenta mejor rendimiento reproductivo que la raza pura Holstein, en variables como la tasa de concepción y el IPC (Vargas et al. 2012; Lammoglia et al. 2013).

En Costa Rica es común el cruce de razas lecheras, en especial entre Holstein, Jersey y Pardo Suizo, llegando inclusive a más del 20% de la población del ganado lechero especializado, con un efecto aditivo muy marcado, ya que el IPC se redujo conforme se incrementó la fracción de la raza Jersey y Pardo Suizo (Vargas & Romero, 2010).

2.1.1.1.3 Lactancia

En hatos lecheros de alta producción, durante los últimos años, han aumentado los problemas reproductivos, aparentemente debido a causas multifactoriales como la nutrición, el manejo y la genética, entre otros (Llueu, 2008). Además, se ha demostrado la relación negativa entre la producción láctea y la fertilidad, observándose que a medida que aumenta la producción individual de leche disminuye la tasa de concepción y, por ende, se incrementan el IPC (Vargas et al. 1998; Glauber, 2013).

2.1.1.1.4 Partos Gemelares.

Los partos gemelares afectan de manera negativa el rendimiento reproductivo, mediante el incremento de IPC y el número de servicios por concepción para la siguiente lactación (Nielen et al. 1989). En un estudio realizado por Murillo et al. (2010) en lecherías especializadas en Costa Rica, mostró que este tipo de parto se relaciona con el incremento de IPC. Además, en este grupo, hubo un mayor IPC en las vacas de raza Holstein, respecto a la Jersey.

2.1.1.1.5 Intervalo parto- primer servicio.

También llamado tiempo de descanso, es el tiempo transcurrido desde el parto hasta el primer servicio (natural o artificial). Está influenciado por el reinicio de la actividad ovárica y la cantidad de celos no observados. Si bien es cierto las vacas tiene la posibilidad de mostrar celos antes de los 45 días, generalmente se decide dar esa cantidad de días de descanso antes

de empezar a servir la vaca, dando como resultado que, en promedio, haya un intervalo parto-primer servicio de 65 a 75 días (Ortiz, 2006).

2.1.1.2 Facilitadores

2.1.1.2.1 Balance energético negativo.

Se conoce como balance energético a la diferencia que existe entre el consumo de energía por parte del animal y la energía requerida para cumplir con sus funciones, tales como el mantenimiento, la preñez (en la vaca gestante) y la lactancia (Herd, 2000).

Para obtener un IPC dentro del rango deseable (<100 d) las vacas, al momento del parto deben tener un adecuado estado metabólico, el cual va a depender del manejo nutricional que se le brinde al animal antes del parto, que usualmente se mide mediante la calificación de la condición corporal, indicándose como meta una condición corporal (CC) entre 2.5 y 3.5 a ese momento (Herd, 2000). El balance energético negativo, como consecuencia de la pérdida de la CC, se asocia a un retraso en la primera ovulación posparto, con la disminución de los niveles de progesterona en el segundo y tercer ciclo posparto, ocasionando un pobre desarrollo folicular y muerte embrionaria (Butler & Smith, 1989; Velásquez, 2010; Heinrinchs et al. 2017).

2.1.1.2.2 Cojeras

La cojera en el ganado es una de las enfermedades más importantes en el hato lechero, lo que conlleva a afectaciones económicas (Gasque, 2008; Mitev et al. 2011). La consecuencia de este padecimiento, en la fase reproductiva, se manifiesta con un intervalo parto-primer servicio más largo (4 d), produciendo una afectación directa del IPC. De hecho, gran parte de las vacas cojas que se envían hacia el matadero, no se descartan por su cojera, sino por su problema de infertilidad (Gasque, 2008).

Un estudio realizado en los Estados Unidos de América, por Hernández et al. (2005), demostró que la asociación que existe entre vacas con cojera con el incremento de IPC comparadas con vacas sin cojeras. En el trópico alto Colombiano Vásquez y Olivera (2010), mostraron que la prevalencia de cojeras llegaba hasta un 25%, y las pérdidas económicas se daban tanto por el descenso en la producción de leche, como por un incremento en el IPC de hasta 14 días en las vacas cojas.

2.1.1.2.3 Retención de membranas fetales (placenta)

Después del parto la placenta será expulsada en un período de 8 a 12 horas; cuando la placenta no ha sido expulsada luego de este tiempo, se habla de retención de placenta (Fourichon et al. 2000; Drillich et al. 2003). El origen de este problema metabólico es multifactorial, debido a esta diversidad de causas, para su mejor comprensión, algunos autores lo clasifican en causas internas y causas externas. Dentro de las causas internas podemos mencionar la dificultad en el parto, parto prematuro, parto gemelares, parto inducido, distocias, abortos, gestación corta o larga, torsión uterina, problemas obstructivos, desórdenes hormonales, prolapso vaginal, prostaglandinas y enzimas. Como causas externas están: falta de higiene al momento del parto, cesárea, problemas de nutrición, enfermedades como brucelosis, leptospirosis, IBR, DVB, vibriosis, y listeriosis, así como deficiencia de vitaminas y minerales (Rocha y Córdoba, 2008; Barzallo, 2011), así como se ha asociado con un coeficiente de endogamia de la cría superior a 6.25% (Romero et al. 2006).

2.1.1.2.4 Infecciones uterinas.

Se define como la infección del tracto reproductor de la hembra, en especial la contaminación del útero con microorganismos patógenos (Sheldon et al. 2008). Las infecciones uterinas frecuentemente se producen por vía ascendente. Durante el parto, las barreras físicas

normales a la contaminación (vagina, vestíbulo vaginal y cérvix) se encuentran comprometidas y luego del parto hay una gran cantidad de tejido necrótico y fluidos creando las condiciones ideales para la proliferación bacteriana (Colin, 2007; Sheldon et al. 2008).

Estas infecciones no sólo afectan la ingestión de materia seca del animal, y por lo tanto la producción, sino que también afectan al ambiente uterino y el retorno a la ciclicidad, aumentando así el IPC. Las vacas que presentan un cuadro clínico de metritis tienen un intervalo parto-primera inseminación más prolongado que las sanas, debido a la afectación presente en el útero, se crean condiciones que no son adecuadas para la inseminación (Giuliodori et al. 2013); sin embargo, las diferencias entre ambos grupos de animales son mucho más manifiestas al analizar el intervalo parto-inseminación fecundante, en el que la diferencia se incrementa hasta los 46.2 d (García et al. 2003).

Existen factores de riesgos que incrementan la probabilidad de desarrollar metritis, estos son: número de parto, parto distócico, parto gemelar, retención de placenta, balance energético negativo, entre otros (Giuliodori et al. 2013).

2.1.1.2.5 Mastitis

La mastitis clínica y subclínica, además de afectar la producción láctea, también afecta la reproducción, de ahí las pérdidas económicas relacionadas con este evento, también hay que sumarle las pérdidas por baja tasa de concepción, abortos e incremento de IPC (Bedolla y Ponce de León, 2008). Esta infección puede alterar la duración del ciclo estral, esto debido a que los mediadores del ciclo inflamatorio como la prostaglandina, leucotrienos, histaminas y serotoninas se incrementan; asimismo, concentraciones elevadas de PFG2 α puede afectar el desarrollo embrionario o regresión luteal, ocasionando así abortos (Bigatti et al. 2010).

Un estudio realizado por Barker et al. (1998) señala que el número de servicios en vacas con mastitis era mayor que en vacas sin mastitis (2.9 versus 1.6), además, señala que el IPC

en vacas con mastitis clínica (136.6 d) fue mayor que el grupo control (113.7 d). Del mismo modo Vásquez (2010), indica que las vacas con mastitis clínica en lactación temprana presentan un mayor IPC respecto a las que no la desarrollan (136.6 vs. 92.1). En el mismo sentido Carmona (2006), señala que si la vaca tiene mastitis clínica y es servida presentará en promedio un IPC de 144 d.

2.1.1.2.6 Agentes patógenos

Estos agentes patógenos son los responsables de infertilidad, permitiendo así el incremento de IPC. Tanto los trastornos reproductivos como de infertilidad y aborto pueden estar asociadas a enfermedades infecciosas como leptospirosis, brucelosis, rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR), diarrea viral bovina (BVD) y en menor proporción a enfermedades causadas por *Campylobacter*, *E. coli*, y algunos protozoarios y hongos (Hafez & Hafez, 2005).

Rinotraqueitis Infecciosa Bovina (IBR)

Las consecuencias reproductivas de la IBR no se limitan a los abortos. Esta se extiende directamente a las estructuras ováricas. El IBR causa ooforitis necrótica temporal o necrosis del ovario caracterizadas más frecuentemente por lesiones graves en el cuerpo lúteo (CL) (Fain, 2013). Además, los folículos que se encuentran en crecimiento son susceptibles a la degeneración. Estos folículos, por la afectación viral son poco viables. El ovario parece ser más susceptible a los daños post-estro, cuando un nuevo CL se está formando (Fain, 2013). Por ende al existir afectación a los ovarios se va afectar la concepción pos parto, incidiendo de esta manera el IPC.

Herpes virus bovino- 4-1 (HVB-4, HVB-1)

Los bovinos expuestos al HVB-4 pueden presentar sintomatología reproductiva similar a los afectados por el HVB-1 como: repetición de servicios, orquitis, epididimitis, vaginitis, infección fetal, aborto, metritis posparto, anestro y en algunos casos de mastitis que se han asociado a la presencia de este virus en los animales infectados. (Gür & Dogan 2010; Elhassan et al. 2011).

La infección por BHV-1 tiene un impacto negativo en la fertilidad, misma que ha sido reconocida por años. Un estudio realizado por Graham (2013), demostró que la presencia de BHV-1 en el semen utilizado en la inseminación artificial, las novillas presentaron signos de vulvovaginitis postular infecciosa (VPI), regresando al celo 9-13 días más tarde. Las biopsias endometriales indicaron el desarrollo de una endometritis necrotizante crónica que todavía era evidente 31-47 días después de la inseminación. También se observaron cambios histopatológicos en la vulva, vagina y oviductos de algunos animales, así como cuerpos lúteos quísticos.

La introducción de BHV-1 por el servicio natural no parece afectar significativamente a la fertilidad, la inoculación de BHV-1 en el útero puede causar infertilidad debido a endometritis y también aumentar la incidencia de ciclos acortados del celo (Graham, 2013).

Un estudio realizado en Turquía por Ataa et al. (2006), demostró que el promedio de días abiertos para vacas que fueron seropositivas en el momento del servicio ($99,3 \pm 16$ días) fue significativamente mayor que el registrado para vacas seronegativas ($82,0 \pm 3,8$ días). Las tasas de concepción fueron más altas en seronegativas (38,9%) que en vacas seropositivas (33,3%). Por el contrario, la tasa de concepción fue mayor en novillas seropositivas (84,6%) que en seronegativas (56,5%), aunque en ningún caso las diferencias fueron estadísticamente significativas. Los autores sugieren que el mejor rendimiento reproductivo de novillas seropositivas podría ser una consecuencia de su inmunidad previa al BHV-1 en el momento del

servicio, aunque se podría esperar que un efecto protector similar hubiera sido evidente en las vacas.

Leptospirosis

La leptospirosis ocasiona en el ganado bovino aborto, mortinatos, infertilidad y disminución en la producción láctea ocasionando importantes pérdidas económicas aumentando el IPC y el intervalo entre partos (Betancur et al. 2013).

Se han relacionado los serovares pomona y hardjo como los responsables de ocasionar abortos y mortinatos en ganado bovino (Odriozola 2001; Betancur et al. 2013). Otros autores mencionan a la serovariedad hardjo como la más importante en el ganado bovino, debido a la adaptación a esta especie, manifestándose con trastornos reproductivos como infertilidad, abortos, nacimiento de crías débiles (Little 1986; SENASA 2012). La infertilidad reproductiva se caracteriza por fracaso de la concepción o baja tasa de concepción y muerte embrionaria temprana como resultado de la colonización crónica de leptospiras del tracto reproductivo (Van Saun, 2005).

Tricomoniasis y Campylobacteriosis.

Se caracterizan por infertilidad en la hembra, en el hato se manifiesta como repeticiones de celo (27-60 días pos salto), disminución del porcentaje de preñez (Bon Durant, 2004 y Rossanigo et al. 2005).

La campylobacteriosis genital es causada por *Campylobacter fetus* sub sp *venerealis*, o *Campylobacter fetus* sub sp *fetus*, esta bacteria causa infertilidad temporal y muerte embrionaria de 30 a 70 días y abortos de cuatro a ocho meses de gestación, además se ocasiona repetición de celos y ciclos irregulares (Fernández, 2007; Córdoba et al. 2015).

La Trichomoniasis es una enfermedad venérea del ganado vacuno, el agente causal es el protozoo Trichomonas (Tritrichomonas) foetus. El síntoma más frecuente es la infertilidad causada por la muerte embrionaria, esto ocasiona montas repetidas, haciendo que la vaca vuelva al estro (calor) y posteriormente conduzca a tasas de preñez baja, también puede producir muerte fetal y abortos (Fernández, 2007; Powell & Troxel 2011).

Una vaca infectada puede mostrar secreción vaginal muy sutil, leve de 1 a 3 semanas después de infectarse, pero en muchos casos no hay signos externos. Estos signos pueden pasar desapercibidos, por lo que la enfermedad puede estar presente en un hato durante un tiempo considerable antes de que se sospeche y se diagnostique. Los celos repetidos o la infertilidad de las vacas pueden durar hasta 5 meses (Powell & Troxel 2011).

Esta enfermedad ocasiona pérdidas reproductivas tempranas manifestadas con infertilidad transitoria, mortalidad embrionaria, repetición de celos, piómetras y abortos esporádicos (Campero, 2000).

2.1.2. Factores extrínsecos.

2.1.2.1 Facilitadores

2.1.2.1.1 Ambientales.

Los rangos de temperatura ambiental reportados como cómodos para el ganado lechero van de los 0°C a los 20°C, con un 60%-70% de humedad ambiental, aunque se reportan diferencias entre razas, edad, estado fisiológico y sexo.

Cuando se da la combinación de los factores ambientales (temperatura-humedad) y de manejo, que persisten por períodos prolongados, se genera un estado de respuesta fisiológica y de comportamiento conocido como estrés (Antillón et al. 2012; Bedolla, 2012). El término estrés fue empleado por Selye (1973), quien definió el término como la acción de estímulos nerviosos

y emocionales provocados por el ambiente sobre los sistemas nervioso, endocrino, circulatorio y digestivo de un animal, produciendo así cambios en su sistema.

Cuando se activa el eje hipotálamo–hipófisis–adrenal (HHA), debido a una situación estresante, se desencadenan cambios conductuales y fisiológicos, que mejoran la adaptabilidad del animal e incrementa las probabilidades de supervivencia. Con esta activación se liberan hormonas que afectan el funcionamiento reproductivo, tal como la secreción de GnRH, secreción de gonadotropinas (hipófisis) y falla en la manifestación del estro (Álvarez, 2008).

López et al. (2010), determinaron que el ambiente climático influye en el comportamiento reproductivo de los animales, ya sea alterando el metabolismo del animal o mediante el efecto sobre la disponibilidad de forrajes y alimentos. Dicho estudio demostró que los animales que parieron en la época lluviosa presentaron IPC e intervalo entre parto más cortos (50 y 30 días respectivamente).

Adicionalmente, el estrés calórico ocasiona problemas reproductivos como disminución de la fertilidad por alteración del desarrollo folicular y los ovocitos, baja tasa de concepción y la producción insuficiente de progesterona lútea o el desarrollo embrionario insuficiente (Wolfenson et al.1995; Hansen & Arrechiga 1999; Almier et al. 2002; Antillón et al. 2012; Bedolla, 2012).

2.1.2.1.2 Factores que afectan la detección de celos.

El sistema comúnmente utilizado es la observación visual de los síntomas de celo, el cual solamente permite identificar, en el mejor de los casos, el 65-70% de las vacas en celo. Esto se debe a que un gran porcentaje de vacas presenta síntomas evidentes de celo sólo por un período inferior a 6 horas, y que muchas de ellas manifiestan los síntomas de celo durante la noche (Bonilla, 1985).

Existen diversos factores que facilitan la detección del celo como el número de observaciones y el tiempo que se le dedica a cada una de ellas, otro factor es el tipo de suelo en que se encuentra la vaca (tierra o concreto), observándose mayor actividad en el piso de tierra; además de estos factores, las vacas compañeras juegan un papel importante en la detección de celos, principalmente aquellas que están entrando o saliendo del celo (Jonael & Méndez, 2013).

Además de los factores de detección, existen una serie de herramientas que ayudan a la detección del celo, en donde la mayoría de ellos se fundamenta en el hecho de que el principal síntoma de la vaca en celo es dejarse montar por sus compañeras de hato. Estas herramientas podemos clasificarlas en automáticas y no automáticas.

Dentro de las no automáticas podemos mencionar: 1- Detectores de monta: Estos dispositivos incluyen los parches detectores adheridos a la grupa y la pintura en la cola. En todos los casos están diseñados para mostrar que las vacas han sido montadas pero no es prueba absoluta de que el animal este en celo. La tasa de error con estos sistemas es de aproximadamente del 30% indicando que se pueden cometer errores si estos dispositivos no se utilizan de manera conjunta con una buena observación e información sobre celos anteriores, ejemplos de estos detectores están: Kamar, el cual es un dispositivo que se coloca en la parte superior de la grupa, por delante de la base de la cola. Se tiñe de color rojo por la presión causada al dejarse montar la vaca que está en celo. Aunque es un buen método de ayuda, por ser un producto importado es de un elevado costo, situación que limita su utilización, el otro mecanismo es el pintado de la base de la cola, este método consiste en pintar con pintura al óleo una franja de 5 cm de ancho por 20 cm de largo, hacia adelante de la base de la cola. Al dejarse montar la vaca en celo, la pintura es removida y esto sirve para identificar la vaca en celo. Este método es económico, ya que un galón de pintura al óleo alcanza para pintar 80-100 vacas (Bonilla, 1985).

2- Libro de registro de detección de celos: Este calendario es útil en la predicción del día en el que se espera que se produzca el próximo celo si previamente hemos detectado un celo anterior. En hatos grandes esto se realiza generalmente con programas de computación. Este sistema sencillo permite identificar problemas de detección de celos en un hato, ya que puede ser utilizado para estimar el porcentaje de celos detectados. En este sentido es importante anotar todos los celos en cada vaca independientemente de si el animal es inseminado o no.

3- Animales detectores: Tanto vacas, vaquillonas como novillos pueden ser tratados con testosterona o con estrógeno con el objetivo de inducir en ellos el aumento de la Actividad de monta. Los animales tratados muestran una actividad sexual incrementada y funcionan en forma permanente como sexualmente activos.

4- Test de progesterona en leche: La utilización de este test en leche es útil para determinar la exactitud de detección de celo y para identificar también a las vacas difíciles. La progesterona es baja en el día del estro por lo que la colección de muestras de vacas identificadas en celo puede ser utilizada para su verificación.

Método automático: Este realiza las acciones previamente programadas, dentro de los cuales se encuentran: 1 Podómetros: La eficiencia de este método varía de un 60 a 85%, este método consta de podómetros los cuales van adosados a uno de los miembros posteriores de la vaca. El número de pasos por hora de las vacas en estro es alrededor de 2 a 4 veces mayor que las que están en diestro. La eficiencia esperada y la exactitud deben ser optimizadas en condiciones específicas de campo. La podometría se ha incorporado en sistemas computarizados de manejo de hatos y utilizada con éxito como único método de detección de celo.

2-Elevación de la temperatura intravaginal: El incremento de temperatura vaginal de 0,3 a 1,1 °C alrededor del estro y 12 a 21 horas antes de la ovulación. Este monitoreo frecuente de

los cambios de temperatura puede ayudar en la detección de celo, pero no parece un dato suficientemente confiable para ser utilizado como único método de detección.

3-Sistema Heat Watch (HW, detector de celo): Es un sistema electrónico que combina sensores-transmisores electrónicos de presión, un receptor que obtiene informaciones de los transmisores individuales de cada vaca cuando los sensores se activan, y un buffer que almacena la información hasta que esta es requerida. Los sensores-transmisores de presión tienen aproximadamente 2 cm de alto, 5 cm de ancho y 7,5 cm de largo y se adhieren sobre el sacro de las vacas a las que se intenta detectar celo. La antena receptora se coloca en una parte alta del establecimiento permitiendo la recepción de señal de hasta 400 m. Si hace falta se puede agregar una “repetidora” para hacer llegar la señal a la base donde la información se almacena automáticamente en un buffer, que puede ser consultada en cualquier momento en una computadora personal. El sistema HW registra el momento del día y la duración en segundos de cada monta de la que el animal es objeto. El sistema genera dos listas principales: la de “sospechosos de estar en celo” y la de “en celo”. La información provista al sistema con respecto a la frecuencia y duración de las montas, adjudica a los animales a alguna de las dos listas, pudiendo ser modificada para cada situación particular. Este sistema ha sido registrado en la universidad de Virginia Tech desde el año 1994 obteniéndose una eficiencia de detección de celo del 94% con un nivel de exactitud del 95% (Becaluba y Becaluba 2006).

2.1.2.1.3 Período de secado

El período seco es el tiempo transcurrido desde que la vaca deja de ser ordeñada, hasta su próximo parto; que tiene como objetivo darles un descanso a la glándula mamaria, para que se prepare para la próxima lactancia. La duración del periodo seco, debe ubicarse dentro del rango de los 45 a 70 días. El no cumplir con este rango puede afectar negativamente, la productividad de la siguiente lactancia (Rivas, 2005; Van Knegse et al. 2013), aunque no hay evidencia

contundente respecto al efecto que tiene sobre la fertilidad, pues mientras algunos autores mencionan un efecto negativo cuando es muy extenso (Grummer et al. 2010; Pinedo et al. 2011), otros indican una ausencia de efecto (Santschi et al. 2001).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Describir aspectos epidemiológicos del IPC en vacas de fincas de lechería especializada de Costa Rica en el período 2000-2013.

3.1.1. Objetivos específicos

Describir el comportamiento del IPC en vacas de fincas de lecherías especializadas en el período 2000-2013.

Identificar factores de riesgos, tanto extrínsecos como intrínsecos, asociados con un IPC de 100 días o más en vacas de fincas de lecherías especializadas en el período 2000-2013.

4. HIPOTESIS.

Ho: El IPC en las vacas de fincas de lechería especializada de Costa Rica no sufrió cambios significativos en el período 2000-2013.

Ho: Los factores extrínsecos: época del año, zona ecológica, días secos; o intrínsecos: tipo de parto, RMF, raza, número de cría por parto, número de lactancia, producción láctea anual no afectan el IPC.

5. MATERIALES Y METODOS.

5.1. Tipo de estudio y Población

Se realizó un estudio observacional de tipo cohorte retrospectivo, en vacas de hatos lecheros especializados de Costa Rica, las cuales correspondieron a 1110 fincas y 169496 vacas, de los cuales se obtuvo 434707 registros.

Las fincas aportaron información de sus registros en el programa VAMPP Bovino a la Base Nacional de Datos VAMPP, que se ubica en el Centro Regional de Informática para la Producción Animal Sostenible (CRIPAS) de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional.

El proyecto CRIPAS busca mejorar la generación de información para permitir a productores una ágil y adecuada toma de decisiones en el manejo de la salud, la producción y reproducción, resultando en un uso más eficiente y sostenido de los recursos y tecnologías disponibles. Su principal producto son los programas VAMPP Bovino, que es un software que permite recoger información en las fincas de ganado bovino, sea de leche, doble propósito, cría o engorde, así como el VAMPP Cerdos para el manejo de porcinos. Este programa es una herramienta que apoya la toma de decisiones basado en su capacidad de análisis de datos registrados bajo estándares de seguridad lo que garantiza la confiabilidad y calidad de la información (Romero et al. 2011).

Actualmente, se cuenta con la versión VAMPP Bovino 3.0 (Romero et al., 2011), el cual es utilizado como sistema de información oficial de varias cooperativas y asociaciones lecheras, abarcando más de 1800 hatos en todo el país, de los cuales un poco más de 1575 hatos corresponde a ganadería de leche especializada. Asimismo, es utilizado en casi 300 fincas lecheras del resto de Centroamérica, México y Colombia.

El programa VAMPP funciona como una aplicación computacional dirigida por menús y estos a su vez están organizados de acuerdo a diferentes parámetros: reproductivos (partos, abortos, celos, servicios, intervalo parto concepción, exámenes y tratamientos), sanidad animal (enfermedades individuales y grupales, mastitis subclínica, vacunación, desparasitación y vitaminas, exámenes de laboratorio) y productivos (pesaje de leche, registro de leche, lactancias completas y secado) (Rojas-Campos et al., 2011).

El programa cuenta con una interfase para la entrada, validación y almacenamiento de datos, mientras que otra se encarga del procesamiento de datos para diferentes fines. Del procesamiento de datos se obtienen listas de acción para apoyar el manejo diario del propietario y médico veterinario. Se generan además diversos reportes y análisis de los parámetros del hato, realizando una descripción detallada del inventario animal, historias individuales, la alimentación y nutrición del hato (Rojas-Campos et al., 2011), con el fin de apoyar el manejo táctico y alcanzar de esta forma los objetivos productivos del hato. Estos datos son utilizados con diversos fines tales como: el análisis de tendencias poblacionales, estudios epidemiológicos, nutricionales o genéticos.

5.2. Colección y edición de datos.

Se utilizó los datos contenidos en el programa Vampp Bovino, de cada finca, mismos que fueron capturados diariamente de manera manual por los propietarios o encargados de las actividades de campo y que, posteriormente, fueron digitados por los mismos finqueros, por empresas de asistencia técnica o por personal de CRIPAS. Luego, los datos fueron transferidos a la Base Central de Datos del Proyecto CRIPAS dos veces al año (Romero et al., 2011). A partir de esa base de datos se generó un archivo ASCII, el cual fue luego procesado en los paquetes estadísticos (SAS/Stat ver 9,2; Egret ver. 2.03 e Infostat 2016).

Las variables de trabajo extraídas desde VAMPP fueron: número de hato y zona ecológica en que se ubica; identificación, fecha de nacimiento y raza de la vaca en donde se evidenció que el mayor porcentaje fue de la raza Holstein (37,8) seguida por la raza Jersey (31,4). Asimismo, para cada lactancia, se obtuvo la producción de leche, mostrando que la mayor cantidad de registro lo presentó las de alta producción, con un porcentaje de (36,1) seguida la de producción media con (35,8), tipo de parto, número de crías en el parto, número de lactancia época del año en que ocurrió el parto, tiempo de secado, retención de membranas fetales (RMF).

La variable dependiente fue el Intervalo parto-concepción (IPC), comportándose en la regresión como una variable discreta, de ese modo, de la base de datos se descartaron aquellos animales que no presentaron datos de IPC o que fueron descartados antes de la confirmación de preñez. Por otro lado, las variables independientes del estudio fueron: a) intrínsecas: hato, producción de leche en lactancia, raza, tipo de parto, número de crías por parto, retención de membranas fetales, número de lactancia, historia previa de IPC; b) extrínsecas: época del año del parto, zona ecológica, días seca (Cuadro 1).

5.3. Procesamiento estadístico

a) Describir el comportamiento del Intervalo Parto-Concepción en vacas de fincas de lecherías especializadas en el período 2000-2013.

Se realizó mediante la aplicación de estadística descriptiva (promedio, mediana, desviación estándar). Posteriormente, se calculó los intervalos de confianza al 95% para cada año. Asimismo, se calculó el porcentaje de vacas $IPC > 100d$ para cada estrato de las variables independientes, determinando así la existencia de variaciones entre un año y otro (Dawson & Trapp 2005).

Cuadro. 1 Descripción de variables utilizadas en el análisis del Intervalo Parto-Concepción en fincas de lechería especializadas de Costa Rica en el período 2000-2013.

Variable	Tipo de variable	Nivel de variable	Descripción
Intervalo parto-Concepción	Numérica Discreta	Días Casos No casos	Días entre parto y concepción Vacas sin concebir al día \geq 100 posparto Vacas preñadas < 100 d posparto
Época del año del parto	Nominal	Seca Lluviosa	Diciembre-Abril Mayo-Noviembre
Tipo de parto	Nominal	Normal Distócico Cesárea	Parto sin asistencia Parto difícil y que requiere asistencia Parto al que se le aplica cirugía cesárea
Raza	Nominal	H8 J8 J4*H4 PS 8 G 8 Otras	Holstein pura Jersey pura Media sangre Holstein Jersey Pardo suizo pura Guernsey puro Otras razas y cruces
Numero de crías por parto	Discreta	Único Gemelar	Parto de una sola cría Parto de dos crías
Zonas ecológicas	Nominal		Las descritas por Holdridge (1967)
Retención de membranas fetales	Nominal	Presente Ausente	Membranas fetales no expulsadas en las primeras 24h posparto Membranas fetales expulsadas en las primeras 24 h posparto.
Número de lactancia	Discreta	Primípara 2-3 4-5 >5	Lactancia en la que se ubica la vaca al momento del estudio.
Producción láctea lactancia actual	Discreta	Bajo-medio-alto	Bajo: \leq percentil 33 Medio: percentil 34- 65 Alto: percentil \geq 66
Días seca	Discreta	Bajo, medio, alto	Bajo: \leq percentil 33 Medio: percentil 34- 65 Alto: percentil \geq 66

b) Identificar factores de riesgos asociados con Intervalo Parto-Concepción de 100 o más días.

Se evaluó la relación de IPC de las vacas individualmente con los factores intrínsecos y extrínsecos (características de las vacas y factores ambientales respectivamente) por medio de un estudio de cohorte retrospectivo, utilizando la regresión de Poisson en el programa (Infostat 2016), mediante dos fases de análisis: un análisis bivariado y un análisis multivariado.

En el análisis bivariado se examinó los efectos de las variables independientes, sobre la variable dependiente, es decir cada variable independiente con la variable dependiente, En donde la variable dependiente serían los casos ≥ 100 d y los no casos $<$ de 100 d mediante el cálculo de la razón de tasas (RR). Las variables con un valor $p < 0,25$ fueron seleccionadas para el análisis multivariado.

Las variables que fueron excluidas en la primera fase serán examinadas para determinar la existencia de colinearidad con las variables presentes en el modelo final, esto se realizó mediante el cálculo de correlaciones simples.

Si la correlación es $\geq 60\%$ y el valor de $p < 0,05$ se estimó que ambas variables tienen similar dirección y magnitud en la asociación con el IPC (se incluye una de las dos)

En el análisis multivariado se siguió la estrategia de paso a paso en reversa (backward stepwise) en que las variables seleccionadas se introdujeron en el modelo logístico para su análisis. Luego cada variable se examinó de acuerdo a su significancia por la prueba de Wald y sus intervalos de confianza al 95% y posteriormente fueron comparadas con los coeficientes del modelo anterior, si se produce un cambio considerable en el coeficiente de alguna de las variables de exposición, la nueva variable permanece en el modelo por ser confusora.

Este proceso de eliminación, re-ajuste y verificación continúa hasta que todas las variables en el modelo son significativas o actúan como confusoras.

Se estimó que una variable se comportó como confusora cuando el coeficiente de alguna variable de exposición varió más de 0,1 (si el coeficiente presentó valores entre -0,4 y 0,4) o si al menos un coeficiente cambió más de 25% (si el coeficiente presentó valores $<-0,4$ o $>0,4$).

6. RESULTADOS y DISCUSIÓN

6.1. Resultados generales

En este periodo se contabilizó 434 707 registros de IPC, con un promedio general de 136,6 días ($\pm 84,2$ días). Al observar la tendencia del IPC durante el período de estudio, los primeros años mostraron un comportamiento estable entre los 125 y 130 d; posteriormente, se da un incremento a mediados del periodo de estudio, superando los 140 d, para luego darse un decrecimiento en la etapa final del mismo (Figura 1).

Es probable que este comportamiento se deba a la influencia marcada de factores extrínsecos e intrínsecos, los que serán analizados más adelante. El mayor valor en el año 2009 posiblemente se debió a la reducción en la disponibilidad de los concentrados debido al aumento de los precios de los granos en ese año; muy probablemente los datos disponibles al cohorte de ese año, son de fincas que son más ordenadas en el manejo de sus registros, lo que es un reflejo del manejo en general que se le da a los animales. El menor valor en el año 2013 posiblemente influenciado por el acatamiento de recomendaciones brindada por los médicos veterinarios que analizan con mayor profundidad los sistemas de producción pues las fincas que aportaron los datos para ese año son las que, históricamente, han trabajado el VAMPP más constantemente y, quizás, son las que logran mejores resultados producto de un mejor monitoreo de sus animales.

Estos valores del IPC mayores a 100 días, por lo general, se vinculan con problemas de fertilidad que, a su vez, están relacionados con alteraciones metabólicas como el balance energético negativo y el estrés (Velásquez 2010), además, por agentes patógenos como: el virus de la rinotraqueitis infecciosa bovina, leptospirosis, trichomoniasis y campylobacteriosis (Van Saun 2005; Fernández 2007; Gür & Dogan 2010), las fallas en la detección de celo se relacionan con el número de observaciones y el tiempo que se le dedica además el tipo de suelo (monta natural) (Jonael & Méndez 2013).

Cuando se analiza el porcentaje de casos con IPC > 100 d, por año, se evidencia que todos los años del período de estudio, más del 50% eran casos, llegando inclusive a un 58% en los años 2005 y 2009; contabilizándose un total de 241 691 de casos.

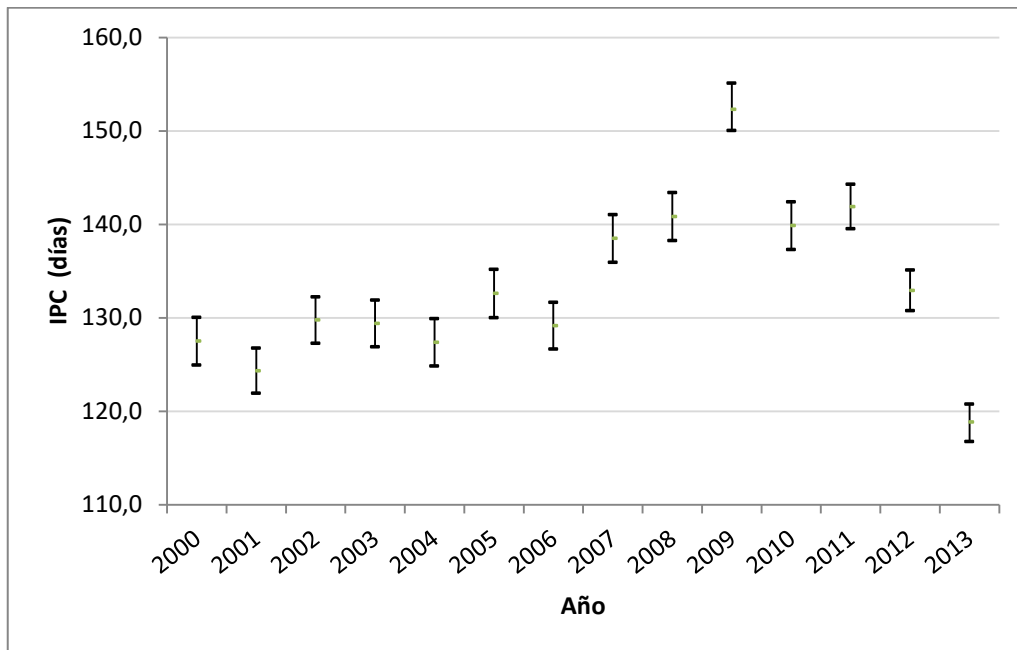


Figura 1. Comportamiento del promedio anual e Intervalo de confianza (95%) del IPC en vacas de lechería especializada de Costa Rica, período 2000-2013.

6.2. Estadística descriptiva, asociación estadística y asociación epidemiológica de variables intrínsecas y extrínsecas respecto al IPC > 100 d.

En este caso, se ha definido que un IPC > 100 d es no deseable para vacas en sistemas especializados; de ese modo, identificar condiciones de riesgo para un IPC que atentan contra los indicadores productivos generales de la finca, por ser este uno de los principales indicadores de la salud reproductiva del hato (Brand et al. 1997).

6.2.1. Variables intrínsecas

Número de lactancia

El menor promedio lo manifiestan aquellos animales con más de 5 lactancias, ($132,7 \pm 80,7$); sin embargo, no se observa diferencia marcada en los promedios con relación a las otras lactancias, a excepción aquellos animales con 1 lactancia ($142,0 \pm 88,4$) (Cuadro 2). En concordancia con esto, en las vacas de primera lactancia hubo un mayor porcentaje de IPC > 100 d ($56,6$; IC95%:56,3-56,8) respecto a las de más de cinco ($54,9\%$; IC95%: 54,5-55,4) (Cuadro 3). Senger (2005), indica que animales de primera lactancia muestran mejor fertilidad y esta fertilidad disminuye conforme se incrementa el número de lactancia, hallazgo que concuerda lo reportado por Afework et al. (2001); Gifawosen et al. (2003); Gebeyehu et al. (2007) y Motlagh et al. (2013). Los hallazgos obtenidos en el presente trabajo, difieren de lo comunicado por los autores citados, ya que en el análisis de regresión bivariante y multivariante, las vacas con dos o más lactancias presentaban entre -5% y -7% de riesgo de IPC > 100d (Cuadros 4 y 5). Indicando así el efecto protector de esta variable, es decir los animales de dos o más lactancia tienen entre un 5% y 7% menos probabilidad de presentar un IPC > 100d al compararlos con la primera lactancia.

Es probable que las hembras primíparas muestren mayor dificultad para quedar gestantes debido a que se enfrentan a una circunstancia nueva para ellas que es la lactancia (Gifawosen et al. 2003 y Motlagh et al. 2013), en medio de un balance energético negativo cuando aún deben terminar de desarrollarse fisiológica y anatómicamente; además, es probable que a ese estrés de la lactancia temprana se le junten las enfermedades metabólicas propias del posparto que, en ellas, podrían tener un mayor efecto que en las múltiparas (Mulleri et al. 2014). No podría descartarse el hecho de que haya efecto indirecto de las estrategias de selección de las vacas en el hato, de modo que se queden las de mejores indicadores reproductivos.

Raza

La raza predominante en el presente estudio fue la raza Holstein pura, seguida por la raza Jersey y otras razas. El mayor promedio del IPC lo presentó la raza Holstein ($148,7 \pm 85,9$ d), seguido de la Pardo Suizo pura ($145,8 \pm 87,7$ d), la que presentó el menor promedio del IPC fue la raza Jersey pura ($126,4 \pm 79,6$ d) ($P < 0,0001$) (Cuadro 2). Este resultado coincide con lo reportado por Vargas et al. (2012) y Lammoglia et al. (2013). Como era de esperar, el IPC para el cruce Holstein x Jersey, presentó un valor intermedio entre ambas razas puras ($133 \pm 86,8$ d), en concordancia con los estudios de Vargas y Romero (2010), Vargas et al. (2012) y Lammoglia et al. (2013). Estos promedio se ven reflejados, asimismo, en los porcentajes de vacas con IPC > 100 d (Cuadro 3), con el mayor porcentaje en la raza Holstein (63,0%) y el menor en la raza Jersey (49,6%) mostrando que el IPC se relaciona con la raza ($P < 0,0001$). En un estudio realizado en Costa Rica, se evaluó la variable de IPC en los cruces Holstein x Jersey y se observó un efecto aditivo muy marcado con una reducción del intervalo conforme se incrementó la fracción de la raza Jersey (Vargas y Romero, 2010).

Asimismo, esta tendencia se observó en términos del riesgo de IPC > 100 d, siendo las vacas Holstein las que mayor riesgo presentaron, mientras que las Jersey o sus cruces fueron las de menor riesgo (Cuadros 4 y 5).

Cuadro 2. Estadística descriptiva y de contraste de promedios, para las variables intrínsecas analizadas, en ganado lechero especializado de Costa Rica, período 2000-2013.

Variable	Estrato	n	Media	D.E.	P valor
Número de lactancia	1	114345	142,0	88,4	<0,0001
	2-3	170419	135,5	83,4	
	4-5	95418	134,4	82,4	
	>5	54525	132,7	80,7	
Raza	Holstein	164103	148,7	85,9	<0,0001
	Jersey	136250	126,4	79,6	
	J4 x H4	52724	133,0	86,8	
	Guernsey	2697	137,6	78,8	
	Pardo Suizo	5610	145,8	87,7	
	Otras razas	73323	130,5	83,4	
Tipo de parto	Normal	428503	136,4	84,2	<0,0001
	Distócico	6125	151,0	85,6	
	Cesárea	79	174,7	95,2	
Producción láctea (kg/305d)	Alta	157107	141,5	80,8	<0,0001
	Media	121404	129,0	82,8	
	Baja	155731	137,7	88,3	
Retención de membranas fetales	Ausente	431303	136,5	84,2	<0,0001
	Presente	3404	155,6	84,0	
Número de crías	Única	430535	136,4	84,2	<0,0001
	Gemelar	4172	160,3	87,4	
Días seca	≤50	29035	128,4	78,7	<0,0001
	51-70	126684	130,7	78,6	
	>70	126896	137,4	84,7	

No se encuentran, en la literatura, estudios que mencionen alguna susceptibilidad propia de la raza Holstein para tener rendimientos reproductivos menores a otras razas; quizás, lo que ocurre es que son vacas con alta selección hacia la producción lechera, con alto estrés metabólico, lo que hace que, al tener mayores niveles de producción, sean más sensibles al balance energético negativo y en consecuencia, a tener menor rendimiento reproductivo (Vargas et al. 1998; Buckley et al. 2003 y Glauber, 2013). Además, las vacas de la raza Holstein son especialmente susceptibles al estrés calórico; sin embargo, dada su alta capacidad productiva, se han introducido en lecherías ubicadas en zonas ecológicas con temperaturas e

índices de temperatura-humedad altos, lo que afecta de forma directa la reproducción (Hansen, 2007; Villa-Mancera et al. 2011 y Silva et al. 2013).

Cuadro 3. Frecuencia de IPC > 100 d (casos), según características intrínsecas del ganado de leche especializado de Costa Rica, período 2000- 2013.

Variable	Estrato	Casos	Total	%	IC (95%)	p
Número de lactancia	1	64670	114345	56,6	56,3 - 56,8	<0,0001
	2-3	94425	170419	55,4	55,2 - 55,6	
	4-5	52638	95418	55,2	54,8 - 55,5	
	> 5	29958	54525	54,9	54,5 - 55,4	
Raza	Holstein	103318	164103	63,0	62,7 - 63,2	<0,0001
	Jersey	67520	136250	49,6	49,3 - 49,8	
	J4 x H4	27684	52724	52,5	52,1- 52,9	
	Guernsey	1558	2697	57,8	55,9 - 59,6	
	Pardo Suizo	3387	5610	60,4	59,1 - 61,6	
	Otras razas	38224	73323	52,1	51,8- 52,5	
Tipo de parto	Normal	237724	428503	55,5	55,3 - 55,6	<0,0001
	Distócico	3910	6125	63,8	62,6 - 65,0	
	Cesárea	57	79	72,10	62,3 - 82,0	
Producción láctea (kg/305d)	Alta	93909	157107	59,8	59,5- 60,0	<0,0001
	Media	61479	121404	50,6	50,4 - 50,9	
	Baja	86035	155731	55,2	55,0 - 55,5	
Retención de membranas fetales	Sin RMF	239365	431303	55,5	55,3 - 55,6	<0,0001
	Con RMF	2326	3404	68,3	66,8 - 69,9	
Número de crías	Única	238807	430535	55,5	55,3 - 55,6	<0,0001
	gemelar	2884	4172	69,1	67,7- 70,5	
Días seca	≤50	15377	29035	53,0	52,4- 53,5	<0,0001
	51-70	68232	126684	53,9	53,6- 54,1	
	>70	71121	126896	56,0	55,8 - 56,3	

Tipo de parto

El promedio de días del IPC en parto normal fue de $136,4 \pm 84,2$ d, con el mayor promedio cuando hubo cesárea ($174,7$ d \pm 95,2 d) (Cuadro 2). De igual manera, el mayor porcentaje de casos se ubicaron las vacas que se le practicó cesárea (72,1%; IC95% 62,3-82,0) y el menor

porcentaje de casos se ubica en aquellos que presentaron un parto normal (55,5%, IC95% 55,3-55,6) ($P < 0,001$) (Cuadro 3). Tal como lo mencionan varios autores (Dematawewa & Berger 1997; López de Maturana et al. 2007 y Gaafar et al. 2011, Krasniansky 2014), existe un efecto adverso del parto distócico sobre la fertilidad posterior en especial con la fertilidad en la primera inseminación, la cual disminuye hasta en un 12% la fertilidad; además, se incrementa el número de servicio por concepción (+0,5 servicios) y más días abiertos (+31-34 d).

Al comparar el parto distócico y cesárea con el parto normal se observó, en el modelo ajustado, que el parto distócico presenta un RR=1,05 (IC95%1,01-1,08), mostrando así que el parto distócico es un factor de riesgo indicando que el riesgo se incrementa en un 5% en animales que presentan este tipo de parto (Cuadro 5). Según Mee (2008), en un estudio realizado sobre distocia en ganado lechero concluyó que los efectos económicos negativos son: impactos en la producción de leche (41%), menor fertilidad (34%), morbilidad y mortalidad de terneros y madres (25%), y el incremento en los costos por atención médico veterinaria y manejos. Por otro lado, la cesárea no representó un riesgo mayor comparado con el parto normal (RR= 1,07; IC95%: 0,82-1,41); pero es probable que esta ausencia de asociación epidemiológica se deba a la escasa cantidad de operaciones cesáreas reportadas en la base de datos de VAMPP; a pesar de que es muy probable que realizar este tipo de intervenciones, lo mismo que la atención de un parto difícil, afecte recuperación del útero por infecciones asociadas (Sheldon et al. 2008).

Producción Láctea (kg/305d)

El menor promedio de IPC lo presentaron aquellos animales con una producción media (4247-5899 kg/305d) con un promedio de 129,0 d ($\pm 82,8d$), mientras que las de alta producción (5900-10100 kg/305d) fueron las de mayor promedio (141,5 d $\pm 80,8$ d) (Cuadro 2). Los resultados del presente estudio muestran que el 59,8% de los casos (IC95% 59,5-60,0) se

ubican en la producción alta coincidiendo con lo expresado por Glauber (2013) y Vargas et al. (1998). La menor cantidad de casos se ubicó en aquellos animales con producción media con un 50,6 (IC95% 50,4-50,9) (Cuadro 3).

Al analizar el riesgo de tener IPC > 100 d según la producción láctea a 305 d (Cuadros 4 y 5), se determinó ausencia de riesgo en las vacas de nivel medio y bajo, aunque sí en las de producción alta (RR= 1.02, IC95%: 1.01-1.04). Lluen (2008) reportó que en hatos lecheros de alta producción han aumentado los problemas reproductivos y disminuido sus tasas de desempeño reproductivo durante los últimos años, aparentemente, debido a causas multifactoriales como: nutrición, manejo y genética entre otros. Este resultado coincide con lo reportado en otros estudios (Vargas et al., 1998; Buckley et al. 2003; Glauber, 2013), quienes indican que existe relación negativa entre la producción láctea y la fertilidad, observándose que, a medida que aumenta la producción de leche individual, disminuye la tasa de concepción y por ende se incrementan el IPC. Esto es resultado de los cambios en el metabolismo de la vaca lactante recién parida, estrechamente relacionada con el balance energético negativo (Lucy et al. 2001; Taylor et al. 2004).

Retención de membranas Fetales (RMF)

El origen de retención placentaria es multifactorial, debido a esta diversidad de causas, como lo son: dificultad en el parto, parto prematuro, parto gemelares, parto inducido, distocias, abortos, gestación corta o larga, torsión uterina, problemas obstructivos, desórdenes hormonales, prolapso vaginal, prostaglandinas, enzimas entre otros (Rocha y Córdoba, 2008 y Barzallo, 2011). Debido a que la placenta retenida puede albergar bacterias patógenas y causar así una metritis, situación que retarda el período de concepción, ampliando de esta manera el IPC.

Menos del 1% de las vacas presentaron RMF; mientras que aquellas en que la RMF estuvo ausente, mostraron mejor promedio de IPC con 136,5 días \pm 84,2 d ($P < 0,0001$) (Cuadro 2). En consonancia, el 55,5% (IC95% 55,3-55,6) de las vacas sin RMF fueron casos, mientras que las que sí lo sufrieron fue un 68,3% (IC95% 66,8-69,9) ($P < 0,0001$) (Cuadro 3). Asimismo, las vacas que presentaron RMF mostraron entre 4% y 14% mayor probabilidad IPC > 100d (RR =1,08; IC95: 1,04-1,14) (Cuadro 5).

Estos resultados coincidieron con lo reportado por Kale *et al.* (2005), en donde aquellos animales que presentaron RMF mostraron un incremento del intervalo parto- concepción, retrasando la siguiente preñez hasta 2-6 meses; adicionalmente, otros parámetros relacionados fueron también alterados, tales como: aumento del número de servicios por concepción, aumento del intervalo entre partos, aumento de los días abiertos, disminución en la tasa de concepción y disminución de la producción de leche.

Numero de crías al parto

Las vacas con parto gemelar mostraron un promedio del IPC mayor a las hembras con parto único, con 160,3 \pm 87,4 (Cuadro 2), lo que indica que el parto gemelar afecta el IPC coincidiendo con lo expresado por Senger (2005) y Murillo *et al.* (2010). En el presente trabajo, el 98,8% de los partos fueron únicos; en ellos, el 55,5% fueron casos (IC95%: 55,3-55,6) (Cuadro 3), mientras que en los partos gemelares el 69,1% fueron casos (IC95%: 67,7-70,5). En el modelo ajustado, el parto gemelar mostró entre un 9% y un 18% de probabilidad de presentar un IPC>100d, en comparación con el parto único (RR= 1,12 IC95%: 1,09-1,18). (Cuadro 5).

En un estudio realizado por Murillo *et al.* (2010) indicó que del total de vacas con un IPC 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%) ($p < 0,05$). Este efecto de partos gemelares sobre el IPC también fue descrito en otros estudios (Nielen et al. 1989; Echterkamp & Gregory, 1999; Bicalho et al. 2009; Hossein-Zadeh, 2010). Precisamente, Bicalho et al. (2009) reportan que la concepción pos parto de vacas con parto gemelares decrece hasta un 22% en comparación con los partos únicos.

Días Seca

En el presente trabajo se observó una relación significativa entre la duración del período seco y el IPC, siendo este menor en las vacas con un período seco menor de 50 d ($128,4 \pm 78,7$ d) (Cuadro 2). Las vacas con >70 d secas mostraron un 56,0% de los casos (IC95%: 55,8-56,3), siendo este el mayor porcentaje entre los estratos longitud de secado. No se encontró diferencias marcadas entre los porcentajes de vacas secas \leq de 50 d y aquellas que se ubican entre los 51-70 d, aunque sí con los estratos de > 70 d (Cuadro 3). Se aprecian que el período seco de 51-70 no representó riesgo para in IPC no deseable (Cuadros 4 y 5), mientras que un período seco mayor de 70 días sí lo fue (RR= 1,04; IC 95%: 1,02-1,06).

Los resultados de este estudio coinciden con los de Bradley et al. (1999) y Watters et al. (2009) quienes reportan mejores rendimientos productivos y reproductivos cuando el período seco es de seis semanas antes del parto; por otra parte, periodos de vaca seca demasiado prolongados generalmente resultan en una ganancia de peso excesivo y reducen la eficiencia reproductiva. Sin embargo, Guerra (2015), reportó la no existencia de asociación entre la duración del período seco y el intervalo de días abiertos.

Cuadro 4. Análisis bivariante (comparación del RR) de los factores asociados al IPC > 100 d en vacas lecheras especializadas de Costa Rica, período 2000-2013.

Variable	Estrato	RR	E.E.	LI(IC 95%)	LS(IC 95%)	p-valor
*Número de lactancia	1	-	-	-	-	-
	2-3	0,98	1,01	0,97	0,99	0,0001
	4-5	0,98	1,01	0,96	0,99	<0,0001
	>5	0,97	1,01	0,96	0,98	<0,0001
*Raza	Holstein	-	-	-	-	-
	Jersey	0,79	1,00	0,78	0,79	<0,0001
	J4 x H4	0,84	1,01	0,83	0,84	<0,0001
	Guernsey	0,91	1,03	0,87	0,96	0,0007
	Pardo Suiza	0,96	1,02	0,92	0,99	0,0164
	Otras razas	0,83	1,01	0,82	0,84	<0,0001
*Tipo de parto	Normal	-	-	-	-	-
	Distócico	1,15	1,02	1,12	1,19	<0,0001
	Cesárea	1,30	1,14	1,00	1,68	0,0473
*Producción leche kg/305 d	Baja	-	-	-	-	-
	Media	0,98	1,01	0,96	1,01	<0,072
	Alta	1,03	1,01	1,01	1,05	<0,0001
*Retención de membranas fetales	Ausente	-	-	-	-	-
	Presente	1,23	1,02	1,19	1,28	<0,0001
*Número de crías al parto	Único	-	-	-	-	-
	Gemelar	1,25	1,02	1,20	1,30	<0,0001
*Días seca	≤ 50	-	-	-	-	-
	51-70	1,02	1,01	1,00	1,03	0,0591
	≥ 71	1,06	1,01	1,04	1,07	<0,0001
**Zona ecológica	BMH-P	-	-	-	-	-
	BH-P	1,04	1,01	1,02	1,05	<0,0001
	BS-T	1,04	1,01	1,02	1,05	<0,0001
	BH-T	1,11	1,01	1,08	1,13	<0,0001
**Época de parto	Seca	-	-	-	-	-
	Lluviosa	1,03	1,00	1,02	1,04	<0,0001

Cuadro 5. Modelo ajustado de las variables asociadas al IPC>100 en vacas lecheras especializadas de Costa Rica, período 2000-2013.

Variable	Estrato	RR	E.E.	IC 95%		p-valor
				LI	LS	
*Número de lactancia	1	-	-	-	-	-
	2-3	0,95	1,01	0,94	0,96	<0,0001
	4-5	0,93	1,01	0,92	0,94	<0,0001
	> 5	0,93	1,01	0,91	0,94	<0,0001
*Raza	Holstein	-	-	-	-	-
	Jersey	0,83	1,01	0,82	0,84	<0,0001
	J4 x H4	0,84	1,01	0,84	0,86	<0,0001
	Guernsey	0,87	1,03	0,83	0,91	<0,0001
	Pardo Suizo	0,98	1,02	0,95	1,02	0,3201
	Otras razas	0,92	1,01	0,91	0,94	<0,0001
	Baja	1,02	1,01	1,01	1,03	0,0001
*Tipo de parto	Normal	-	-	-	-	-
	Distócico	1,05	1,02	1,01	1,08	0,0057
	Cesárea	1,07	1,15	0,82	1,41	0,5993
*Producción leche kg/305 d	Baja	-	-	-	-	-
	Media	0,99	1,01	0,98	1,02	<0,09
	Alta	1,02	1,01	1,01	1,04	<0,0001
* Retención de membranas fetales	Ausente	-	-	-	-	-
	Presente	1,08	1,02	1,04	1,14	0,0001
*Nº crías al parto	Único	-	-	-	-	-
	Gemelar	1,12	1,02	1,09	1,18	<0,0001
*Días seca	≤ 50	-	-	-	-	-
	51-70	0,99	1,01	0,98	1,01	0,5149
	≥ 71	1,04	1,01	1,02	1,06	<0,0001
**Zona ecológica	BMH-P	-	-	-	-	-
	BH-MB	1,23	1,02	1,20	1,27	<0,0001
	BH-P	1,06	1,01	1,05	1,08	<0,0001
	BS-T	1,08	1,01	1,06	1,09	<0,0001
	BH-T	1,09	1,01	1,06	1,12	<0,0001
**Época de parto	Seca	-	-	-	-	-
	LLuviosa	1,02	1,01	1,01	1,03	0,0016

*Variable intrínseca; ** Variable extrínseca. J4 x H4= F1 Jersey x Holstein. BMH-P=Bosque Muy Húmedo-Premontano; BMH-T=Bosque Muy Húmedo-Tropical; MH-MB=Bosque Húmedo-Montano Bajo; BH-P=Bosque Húmedo-Premontano; BS-T=Bosque Seco-Tropical; BH-T= Bosque Húmedo-Tropical; BMH-MB= Bosque Muy Húmedo-Montano Bajo.

6.2.2. Variables extrínsecas

Zonas ecológicas

El promedio del IPC en las diferentes ecozonas oscila entre los 130,8-140,2 d \pm 75,5-90,6 d), siendo las vacas del Bosque Seco Tropical las que presentaron el IPC más alto 140.2 \pm 88.7 y las de los bosques Muy Húmedo Premontano y Muy Húmedo Tropical son las que presentaron el menor promedio (130,8 \pm 75,5 d y 130,8 \pm 77,2 d respectivamente, P < 0.0001) (Cuadro 6). Del mismo modo, esas mismas zonas, junto con la del Bosque Húmedo Tropical, fueron las que presentaron el mayor y los menores porcentajes de casos de IPC > 100 d., respectivamente (P < 0,001; Cuadro 7).

Cuadro 6. Estadística descriptiva y comparación de promedios de variables extrínsecas en ganado lechero especializado de Costa Rica, período 2000-2013.

Variable	Estrato	n	Media	D.E.	P valor
Zona ecológica	Bosque Muy Húmedo-Premontano	37847	130,8	75,5	<0,0001
	Bosque Muy Húmedo-Tropical	55021	130,8	77,2	
	Bosque Húmedo-Montano Bajo	27584	131,2	76,5	
	Bosque Húmedo-Premontano	129419	138,1	85,5	
	Bosque Seco-Tropical	115197	140,2	88,7	
	Bosque Húmedo-Tropical	21504	137,4	76,5	
	Bosque Muy Húmedo-Montano Bajo	48135	138,2	90,6	
	1 a 2	104550	137,8	66,8	
	>2	113790	220,1	81,5	
Época de parto	Lluviosa	183833	137,7	86,9	<0,0001
	Seca	250874	135,9	82,2	

Respecto a la zona ecológica del Bosque Muy Húmedo Premontano, seleccionada para comparar las demás ecozonas, en el presente estudio las ecozonas que mostraron asociación fueron: Bosque Húmedo Montano Bajo (RR=1,23; IC95%: 1,20-1,27), Bosque húmedo tropical (RR=1,09; IC95%: 1,06-1,12), el Bosque seco tropical (RR=1,08; IC95%: 1,06-1,09) y Bosque Húmedo Premontano (RR=1,06; IC 95%: 1,05- 1,08) Cuadro 5. Estas zonas comparten la

característica de estar en pisos altitudinales menores a los 1200 msnm, con temperaturas promedio superiores a los 24 grados y precipitaciones de 2000-4000 milímetros anuales. Estas variables ambientales inciden en que los animales que viven bajo esas condiciones se expongan al estrés calórico afectando de esta manera el desarrollo folicular y de los ovocitos alterando así la fertilidad del animal (Bedolla, 2012).

Cuadro 7. Frecuencias relativas de las variables extrínsecas de vacas con IPC > 100 en ganado lechero especializado período 2000-2013.

Variable/estrato	Casos	Total	%	IC(95%)	p
Zona ecológica					
Bosque Muy Húmedo-Premontano	2045	37847	54,0	53,5 - 54,5	<0,0001
Bosque Muy Húmedo-Tropical	29709	55021	54,0	53,6 - 54,4	
Bosque Húmedo-Montano Bajo	14915	27584	54,1	53,7 - 54,7	
Bosque Húmedo-Premontano	72598	129419	56,1	55,8 - 56,4	
Bosque Seco-Tropical	64722	115197	56,2	55,9- 56,5	
Bosque Húmedo-Tropical	12860	21504	59,8	59,1- 60,5	
Bosque Muy Húmedo-Montano Bajo	26436	48135	54,9	54,5 - 55,4	
Epoca de parto					
Lluviosa	100410	183833	54,6	54,4 - 54,8	<0,0001
Seca	141281	250874	56,3	56,1- 56,5	

Al respecto de la influencia del clima, se ha reportado que los rangos de temperatura ambiental cómodos para el ganado lechero van de los 0 grados centígrados a los 20 grados centígrados, con un 60%-70% de humedad ambiental (Bedolla 2012). Otros autores ubican a la zona termoneutral o de confort para el ganado lechero, en el rango entre 5 y 18°C (Shearer y Bray, 1995). El principal problema observado en los climas más cálidos, como lo son: Bosque Seco Tropical y el Bosque Húmedo Tropical, ubicados debajo de los 1000 msnm, con precipitaciones que van desde los 2000 - 4000 mm y con una temperatura superior a los 24 °C, ocasionan disminución del apetito e ingestión de materia seca, facilitando el desarrollo del balance energético negativo, este a su vez causa alteración del desarrollo folicular y los

ovocitos, además de producir un incremento en la temperatura del aparato reproductivo femenino reduciendo la viabilidad del cigoto, con el subsecuente efecto sobre el IPC (Ashworth et al. 2009 y Bedolla, 2012). A nivel mundial más del 50% de la población bovina se ubica en los trópicos, por lo que el stress calórico causa severas pérdidas económicas en más del 60% de la ganadería de leche (Wolfenson et al. 2000).

Época de parto

En el presente estudio tanto la época seca como la lluviosa muestran promedios muy similares (Cuadro 6); sin embargo, con casi dos días más ($P < 0,0001$) en la época lluviosa (Cuadro 6), probablemente por el enorme número de observaciones; sin embargo, el porcentaje de vacas con $IPC > 100d$, a pesar de ser muy similar en ambas épocas de parto, cercano al 55.5%, fue 1.7% más frecuente ($P < 0,0001$) en la época seca (Cuadro 7). En concordancia con este último hallazgo, la época lluviosa mostró entre +1% y +3% más de riesgo de tener un IPC no deseable ($RR=1,02$; $IC_{95\%}: 1,01-1,03$. Cuadro 5).

Algunos autores indican que los animales que parieron en la época lluviosa presentaron IPC más cortos debido a la mayor disponibilidad de forrajes y a una temperatura ambiental menos caliente, lo que reduce el riesgo de stress calórico (López, 2010). Este hallazgo es similar al de Nebel et al. (1997), quienes observaron en vacas Holstein en estro, una disminución de la actividad sexual en el verano frente al invierno (4,5 montas y 8,6 montas, respectivamente); asimismo, un estudio realizado en Florida (EEUU) mostró que el porcentaje de Celo No Observado estuvo entre 76 y 82% de junio a septiembre (mediados de primavera y verano) y entre 44 y 65%, entre octubre a mayo (otoño a inicio de mediados de primavera) (Thatcher y Collier, 1986).

7. CONCLUSIONES

Existe un problema importante en la mayoría de los sistemas de lechería especializada de Costa Rica, según la muestra analizada, pues en todos los años se superó, en más de 50% de las vacas, los 100 días de IPC, llegando inclusive a un 58% más de lo deseable en los años 2005 y 2009, con promedios que superan los 135 días, eso sí, con amplias variaciones. Precisamente esas amplias variaciones pueden indicar que hay vacas que logran IPC deseables, dentro de la misma explotación en que muchas no lo logran, debido a la existencia de factores de riesgos a la que se exponen las vacas y que inciden de distinta manera en el IPC.

Si bien las variables analizadas mostraron asociación epidemiológica con un IPC > 100d, muchas otras variables seleccionadas con el manejo propiamente de los hatos, de amplio peso en el rendimiento reproductivo de las fincas, tales como el manejo de la transición, enfermedades metabólicas, Celo No Observado renqueras o mastitis, no pudieron ser analizadas en esta investigación, pero deben de ser tomadas en cuenta en futuras investigaciones.

8. RECOMENDACIONES

Para obtener un adecuado Intervalo Parto Concepción se debe de considerar lo siguiente:

- a) Dado que la mayoría de las variables detectadas como riesgo e este estudio no pueden ser modificables al 100% por el productor, hay que hacer énfasis en cuidar el pos parto temprano y poner especial a la condición corporal en el período de transición de los animales que presentan condiciones de riesgo (zona ecológica, raza, número de lactancia, tipo de parto, entre otros).
- b) Realizar investigaciones dirigidas a otras variables que no fueron abordadas en este estudio como: enfermedades metabólicas, cojeras, Celo No Observado y mastitis entre otras.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Afework, Y., Tegegne, A., Kassa, T. 2001. Reproductive performance of crossbred dairy cows at Asella Livestock Research Station, Arsi, Ethiopia. *Ethiopian Journal of Animal Production*. 1: 1-12.
- Almier, M., De Rosa, G., Grasso, F., Napolitano, F., Bordi, A. 2002. Effect of climate on The response of three oestrus synchronization techniques in lactating dairy cows. *Anim. Rep. Sci.* 71:157-168.
- Álvarez, L. 2008. Efectos negativos del estrés sobre la reproducción en animales domésticos. *Arch. Zootec.* 57: 39-59.
- Antillon, J., Barcelo, M., Anchondo, A., Rodríguez, F. 2012. Incidencia del estrés calórico y su impacto en la fertilidad de un establo lechero. *Tecnociencia Chihuahua*. 6.(2):96-100.
- Arana, C., Echeverría, L., Segura, L. 2006. Factores que afectan el intervalo parto-primer servicio y primer servicio-concepción en vacas lecheras del Valle del Mantaro durante la época lluviosa. *Rev. Inv. Vet. Perú*. 17: 108-113.
- Ashworth, C. J., Toma, L.M., Hunter, M.G. 2009. Nutritional effects on oocyte and embryo development in mammals: implications for reproductive efficiency and environmental sustainability. *Phil. Trans. R. Soc. B*. 364:3351-3361.
- Ata, A., Kale, M., Bulut, O., Buyukyoruk, U. 2006. The effect of sub-clinical bovine herpesvirus 1 infection on fertility of cows and heifers. *Acta Vet (Beograd)* ;56:267–273.

- Bahonar, A., Azizzadeh, M., Stevenson, M., Volgani, M., Mahmoudi, M. 2009. Factors affecting day open in Holstein dairy cattle in Khorasan Razavi province Iran, A Cox proportional hazard model. *Anim. Vet. Adv.* 8: 747-754.
- Barker, A. R., Schrick, F.N., Lewis, M.J., Dowlen, H.H., Oliver S.P. 1998. Influence of clinical mastitis during early lactation on reproductive performance of jersey cows. *J. Dairy. Sci.* 8:1285-1290.
- Barzallo, A. 2011. Retención de placenta en bovinos. Universidad de Cuenca, Ecuador: 93.
- Becaluba, F., Becaluba, H. 2006. Nueva tecnología para el manejo de detección de celo. Sitio argentino de producción animal. Bs As.
- Bedolla, C.C., Ponce de León, M. 2008. Perdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina en la industria lechera. *Red. Vet* 9(4).
- Bedolla, C. 2012. Efecto del estrés calórico en la producción y reproducción del ganado lechero agricultura y ganadería.
- Betancur, C., Uribe, A., González, M.. 2013. Seroepidemiología de la leptospirosis Bovina con trastornos reproductivos en el municipio de Montería Colombia. *Rev. Med. Vet.* 26: 47-55.
- Bicalho, R., Cheong, S., Galvao, K., Warnick L., Guard, C. 2009. Effect of Twin birth calvings on milk production reproductive performance and survival of lactating cows. *JAVMA.* vol 231 (9): 1390-1397.
- Bigatti, C., García, B., Micheo, C., Dick, A. 2010. Efecto de la mastitis clínica durante la lactancia temprana sobre la eficiencia reproductiva de rodeos lecheros. *Taurus.* Bs As.10:20-25.

Bon Durant, R. 2004. Controlando lo que podemos controlar. Limitando las pérdidas embrionarias y fetales. ABS México S.A de CV Dept. of population and health & reproduction school of veterinary medicine, University of California.USA:16

Bonilla W. 1985. Métodos de ayuda en la detección del celo, manejo reproductivo post parto. IPA, Quilamapu 25.

Bonita, R., Beaglehole, R., Kjellstrom, T. 2008. Epidemiología básica OPS. 2^{da} Ed: 269

Bradley, A.J., Green, M.J. 1999. The potential impact of the dry period on environmental mastitis – a preliminary assessment of the UK field situation. Proceedings of the 38th ann. Meeting Natl. Mast. Coun., Madison WI: 106-114.

Brand, A., Noordhuizen, J.P.T.M., Schukken, Y.H. 1997. Herd health and production management in dairy practice. Wageningen Pers. The Netherlands.

Buckley, F., O'Sullivan, K., Mee J.F., Evans R,D., Dillon, P. 2003. Relationships among milk yield, body condition, cow weight, and reproduction in spring-calved Holstein-Friesians. J Dairy Sci. 86(7):2308-2319.

Butler.W.,Smith R. D. 1989. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. journal of Dairy Science 72:767-783.

Camacho-Sandoval, A. 2012. Costa Rica supera las 16000 fincas lecheras. El Financiero.05 de febrero 2012.

Campero, C. 2000. Las enfermedades reproductivas de los bovinos: ayer y hoy Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. Buenos Aires: 88-112.

Carmona, G. 2006. Mastitis afecta el desempeño reproductivo del hato lechero. Transferencia de tecnología y desarrollo. Costa Rica

Cavestany, D. 1993. Eficiencia reproductiva en vacas lecheras. INIA. Unidad de difusión e información tecnológica del INIA. Montevideo Uruguay. 37:21

Colin, P. 2007. Metritis post parto en vacas lecheras. Taurus University of Saskatchewan Canadá. 9: 20-37.

Córdoba, A., Iglesias, A., Guerra, J., Villa, A., Olivares, J., Juárez, M., Sánchez, P. 2015. Campilobacteriosis Genital Bovina: Enfermedad reproductiva de gran importancia. Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana, México.

Dalton, J.C. 2012. Como elevar al máximo el desempeño reproductivo en los bovinos lecheros de alta producción. XXVIII Conferencia internacional de ganado lechero. Querétaro. México

Dawson, B., R. Trapp. 2005. Bioestadística Médica. 4^{ta} Ed. Manual Moderno. SA de CV: 392

Dematawewa, C., Berger, P. 1997. Effect of dystocia on yield, fertility, and cow losses and an economic evaluation of dystocia scores for Holsteins. J. Dairy Sci. 80(4):754-761.

De Vries, A. 2006. Determinants of the cost of day open in dairy cattle. 11th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economic. Department of Animal Sciences University of Florida, Gainesville 32611. USA

De Vries, A. 2005. Economic importance of genetic improvements in milk production, reproduction, and productive life. University of Florida Extension Publication:9.

Drillich, M., Pfutzer, A., Sabin, H.J., Sabin, M., Heuwieser, W. 2003. Comparison of two protocols for treatment of retained fetal membranes in dairy cattle. Theriogenology . 59:951–960.

Echternkamp, S.E., Gregory, K.E. 1999. Effects of twinning on postpartum reproductive performance in cattle selected for twin births. *J. Anim Sci.* 77(1):48-60.

EGRET® . 1999. Reference Manual: Digital Version.

Elhassan, A., Fadol, M., El-Hussein, .A. 2011. Seroprevalence of bovine herpes virus-1, bovine herpes virus-4 and bovine viral diarrhoea virus in dairy cattle in Sudan. *Pak. Vet. J.* 31:317-320.

Fain, J. 2013. Impact of Infectious Bovine Rhinotracheitis (IBR) on Reproduction in Cattle. University of Georgia Extension is The College of Agricultural & Environmental Sciences.

Fernández, J. 2012. Estudio de la prevalencia de quistes ováricos en una explotación de ganado vacuno lechero. Tesis de grado Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. España: 48

Fernández, M. 2007. Análisis de las pérdidas por abortos, muertes prematuras, natimortos y neonatos en bovinos registros del período enero 2006-agosto 2007 del NTA Balcerce. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Tandil Argentina: 53.

Fourichon C., Seegers H., Malher X. 2000. Effect of disease on reproduction in the dairy cow: A meta-analysis. *Theriogenology.* 53:1729–1759.

Gaafar, H., Shamiah, S., Abu El-Hamd, M., Shiita, A., Tag El-Din, M. 2011. Dystocia in Friesian cows and its effects on postpartum reproductive performance and milk production. *Trop. Anim. Health Prod.* 43(1):229-234

García, M., Quintela, L., Taboada, M.J., Alonso, G., Varela-Portas, B., Díaz, C., Barrio, M., Becerra, J., Peña, A., Herradón, P. 2003. Influencia de la metritis en los parámetros reproductivos en ganado vacuno de producción láctea. *Arch. Zootec.* 52: 409-412

Gasque, R. 2008. Enfermedades de los bovinos: Cojeras, Enciclopedia Bovina. Reproducción Bovina. Facultad de Medicina veterinaria y zootecnia UNAM. México: 113-123.

Gebeyehu, G. Kelay, B. Abebe, B. 2007. Effect of parity, season and year on reproductive performance and herd life of Friesian cows at Stella private dairy farm, Ethiopia Livestock Research for Rural Development 19 (7)

Gifawosen Tessema, Alemu Geberewold, Azage Tegegne, Diediou M L and Hegde B P 2003 Study on reproductive efficiency of Boran and its crosses at Holetta research farm: Effect of genotype, management and environment. Ethiopian Journal of Animal Production. 3(1) 89-108.

Giuliodori, M., Magnasco, R., Becu-Villalobos, D., Lacau-Mengido, I., Risco, C., De la Sota, R. 2013. Metritis in dairy cows: Risk factors and reproductive performance. J. Dairy Sci. 96:3621-3631.

Glauber, C. 2013. ¿Los altos rendimientos en la producción lechera afectan la fertilidad del rodeo?. Rev. Med. Vet. (Bs As). 94:10-16.

González, J. 2013. Congreso Lechero. Situación actual y perspectiva del sector lácteo a nivel nacional visión de la cámara. Cámara Nacional de Productores de Leche Costa Rica, diciembre San Carlos, Costa Rica .

Graham, D. A. 2013. Bovine herpes virus-1 (BoHV-1) in cattle—a review with emphasis on reproductive impacts and the emergence of infection in Ireland and the United Kingdom. Irish Veterinary Journal. 66:(1)

Grummer, RR., Wiltbank, M.C., Fricke, P.M., Watters, R.D., Silva-Del-Rio, N. 2010. Management of dry and transition cows to improve energy balance and reproduction. J Reprod Dev. 56 Suppl:22-8.

Guerra, C., Erazo, L. 2015. Efecto de la duración del período seco sobre el comportamiento reproductivo pos parto en vacas lecheras . Zamorano: 10.

Gür, S., Dogan, N. 2010. The possible role of bovine herpes virus type-4 infection in cow infertility. Animal. Sci. J. 81:304-308.

Hafez, E.,Hafez, B. 2005. Reproducción e inseminación artificial en animales . Ed Mc Graw Hill. Interamericana. séptima edición. México.

Hansen, P.J., Arechiga, C.F.1999. Strategies for managing reproduction in the heat-stressed dairy cow. J. Anim. Sci.77: 36-50.

Hansen, P.J. 2007. Exploitation of genetic and physiological determinants of embryonic resistance to elevated temperature to improve embryonic survival in dairy cattle during heat stress. Theriogenology. 68 Suppl 1:242-249.

Heinrichs, J., Jones, C., Ishler, V.A. 2017.Body Condition Scoring as a tool for Dairy Herd management. Penn State College of Agricultural Sciences research and extension programs are funded in part by Pennsylvania counties, the Commonwealth of Pennsylvania, and the U.S. Department of Agriculture.

Herd, H. 2000. Ruminant adaptation to negative energy balance. Influences on the etiology of ketosis and fatty liver, en Vet Clin North Am Food. Anim. Pract. 16: 215-230.

Hernández, J., E. Garbarino, J. Shearer, C. Risco, W. Thatcher. 2005. Comparison of the calving to conception interval in dairy cows with different degrees of lameness during the prebreeding postpartum period. *J. Am. Vet. Assoc.* 227:1284-1291.

Holdridge, L. R. 1967. *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center San José, Costa Rica

Hosseini-Zadeh, N. G. 2010. The effect of twinning on milk yield, dystocia, calf birth weight and open days in Holstein dairy cows of Iran N. G. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 94: 780–787.

Infostat 2016. *Reference Manual: Digital Version*.

Jolly, P., McDougall, S., Fitzpatrick, L.A., Macmillan, K.L., Entwistle, K.W. 1995. Physiological effects of under nutrition on post partum anoestrus in cows. *J. Reprod. Fert.* 49: 477–492.

Jonael, H., Méndez, G. 2013. *Estrategia de detección de celo para ganado lechero*. Facultad de agricultura y ciencias ambientales. The University of Georgia. USA.

Kale, V.B., Dhoble, R.L., Sawale, A.G., Bhoite, D.P. 2005. Efficacy of parturition in expulsion of fetal membrane and subsequent reproductive performance in cows *Indian J. Dairy Sci* 75(3): 276.

Krasniansky, K. 2014. Efecto de la distocia sobre el rendimiento productivo de las vacas lecheras de la zona central de Chile. *Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias*: 44

Lammoglia, M., Ávila, J.H. Alarcón, M., Cabrera, A., Gutiérrez, A., Daniel, I. 2013. Rendimientos productivos y reproductivos de vacas lecheras en el primer cruzamiento rotativo en el altiplano del centro de México. *Vet. Méx.* 44: 17-22.

Little, T. 1986. Changes in our understanding of the epidemiology of leptospirosis. The Present state of leptospirosis diagnosis and control. En: Ellis WA, Little TWA, eds Amsterdam: Martinus Nijhoff Publishers:149-174.

Lluen, B. 2008. Causas de infertilidad en vacas lecheras. Sistema de revisiones en investigación veterinaria de San Marcos. Universidad de Cajamarca: 5

López de Maturana, E., Legarra, A., Varona, L., Ugarte, E. 2007. Analysis of fertility and dystocia in Holsteins using recursive models to handle censored and categorical data. J. Dairy. Sci 90(4):2012-2024

López, R., Díaz, M., Hernández, J. 2010. "Eventos reproductivos de vacas con diferente porcentaje de genes *Bostaurus* en el trópico mexicano". Rev. mex. de cienc. Pecuarias 1(4):325-336.

Lucy, M. C., Savio, J., Badinga, L., De la Sota, R.L., Thatcher, W.W.1992. Factors That Affect Ovarian Follicular Dynamics in Cattle. J. Anim.Sci.70:3615-3626.

Lucy, M.C., Jiang, H., Kobayashi, Y. 2001. Changes in the somatotrophic axis associated with the initiation of lactation. J. Dairy Sci. 84: 113-119

Madrigal, J., Fallas, M. 2013. Informe de encuesta ganadera 2012. Corporación ganadera. Costa Rica. 56.

MEE, J. 2008. Prevalence and risk factors for dystocia in dairy cattle: A review. Vet. J. 176(1):93-101.

Morales, D., Pérez, B., Botero, R. 2009. Parámetros productivos y reproductivos de importancia económica en ganadería bovina tropical. Universidad Earth. Costa Rica.

Morales, J. T., Cavestrany, D. 2012. Anestro pos parto en vacas lecheras tratamiento hormonal. Rev Veterinaria Montevideo 48:188: 19-27.

Motlagh ,M.K., Roohani, Z., Shahne, A., Moradi, M.2013. Effects of age at calving, parity, year and season on reproductive performance of dairy cattle in Tehran and Qazvin Provinces, Iran. Res. Opin. Anim. Vet. Sci., 3(10), 337-342

Mullerl, C.J., Potgieterll, J.P., Cloetel, ll S.W., Dzamall K. 2014. Non-genetic factors affecting fertility traits in South African Holstein cows. S. Afr. j. anim. sci. vol.44 n.1.

Murillo, J., Estrada, S., Rojas, J., Bolaños, M., Valverde, E., Romero J. 2010. Efectos de partos gemelares sobre parámetros productivos y reproductivos en vacas de hatos lecheros especializados de Costa Rica. Rev Ciencias.Veterinarias.8: 69-87.

Nebel, R.L., Jobst, S.M., Dransfield M.B., Pandolfi, S.M., Bailey, T.L. 1997. Use of radio frequency data communication system, Heat Watch, to describe behavioral estrus in dairy cattle. J. Dairy. Sci. 80(1):179.

Nielen, M., Schukken, H., Scholl, D., Wikbrink, H., Brand, A. 1989. Twinning in dairy castle: A study of risk factors and effects. Theriogenology 32 :845-862.

Odrizola, E. 2001. Leptospirosis. Grupo Sanidad Animal.

Ortíz, D. 2006. Índices reproductivos en el ganado vacuno en la cuenca lechera de Lima. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima Perú: 61

Ortiz, D., Camacho, J., L. Echeverría, L. 2009. Parámetros reproductivos del ganado Vacuno en la cuenca lechera de Lima. Rev. Inv. Vet. 20: 196-202.

Pinedo, P., Risco, C., Meléndez, P. 2011. A retrospective study on the association between different lengths of the dry period and subclinical mastitis, milk yield, reproductive performance, and culling in Chilean dairy cows. *J Dairy Sci.* 94(1):106-15.

Powell, J., Troxel, T. 2011. Trichomoniasis in Cattle. University of Arkansas Division of Agriculture.

Risco, C., L. Archibald. 2005. Eficiencia reproductiva del Ganado lechero. College of Veterinary Medicine. University Florida Gainenville EE.UU: 5.

Rivas, J. 2005. Manual de ganadería doble propósito: Secado de la vaca lechera. Ed. Gonzáles, C., E. Soto. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela: 701.

Rocha, C., Córdoba, A. 2008. Causas de la retención placentaria en el ganado bovino. Departamento de producción agrícola y animal. Universidad autónoma y metropolitana Unidad Xochimilco México DF. *Rec. Vet.* 2: 16.

Romero, J; Rojas, J; Estrada, S. 2011. El programa VAMPP Bovino, una herramienta para la toma de decisiones. *Ventana Lechera.* 16:4-10.

Romero, J.J., Ortiz, O. 2008. Abortos. En: Reproducción de animales domésticos (Galina,C & Valencia, J, 3 Ed LIMUSA. México.

Romero, J.J., Pérez, E., Rojas, J. 2006. Relación de la endogamia con la retención de membranas fetales de hatos lecheros especializados de Costa Rica. *Ciencias Veterinarias (Costa Rica):* 24(1)79-90.

Romero, J.J., Rojas, J., Estrada, S. 2001. El programa VAMPP bovino como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en los sistemas de producción bovinos. *Ventana lechera*: 16: 4-14.

Rojas-Campos, J., Romero-Zúñiga, J.J., Estrada-König, S. 2011. VAMPP: Un programa en constante evolución. *Ventana lechera*. Ed. 16, año 5. 47-56.

Rossanigo, C., Ávila, J., López, A., Insua, C., Privald, J. 2005. Las enfermedades venéreas en los rodeos de cría bovina de la región semiárida, semi húmeda central prevalencia, diagnóstico y control. *Med. Vet. EEA INTA*.

Santschi, D.E., Lefebvre, D.M., Cue, R.I., Girard, C.L., Pellerin, D. 2011. Incidence of metabolic disorders and reproductive performance following a short (35-d) or conventional (60-d) dry period management in commercial Holstein herds. *J Dairy Sci.* ;94(7):3322-30.

SAS Institute, Inc., SAS®. 1990. *Procedures Guide. Version 6. Third Edition.* Cary, NC; USA: 943.

Selye, H. 1973. The evolution of the stress concept. *Am Sci.* 6:692-698.

Senger, P.L. 2005. Factores de fertilidad en el ganado lechero de alta producción ¿ Cuales son realmente importantes?. departamento de Ciencias animales. Universidad de Washington.

Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA).2012.Informe sobre la situación sanitaria de Costa Rica. 2012.

Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria. SEPSA. 2012. Boletín Estadístico agropecuario No. 22. (Serie cronológica 2008-2011).San José, Costa Rica: 208.

Shearer, J.K., Bray, D. 1995. Manteniendo la salud de la ubre y la calidad de la leche durante periodos calurosos. *Hoard's Dairyman*.1(7):643.

Sheldon I. M., Williams, E.J., Miller, A.N., Nash, D.M., Herath, S. 2008. Uterine diseases in cattle after parturition. *Vet J. Apr*; 176(1-3): 115–121.

Silva, C.F., Sartorelli, E.S., Castilho, A.C., Satrapa, R.A., Puelker, R.Z., Razza, E.M., Ticianelli, J.S., Eduardo, H.P., Loureiro, B., Barros, C.M. 2013. Effects of heat stress on development, quality and survival of *Bos indicus* and *Bos taurus* embryos produced in vitro. *Theriogenology* 79:351-357

Taylor, V.J., Cheng, Z., Pushpakumara, P.G., Beever, D.E., Wathes, D.C. 2004. Relationships between the plasma concentrations of insulin-like growth factor-I in dairy cows and their fertility and milk yield. *Vet. Rec.* 155:583-588

Thatcher, W.W., Collier, R.J. 1986. Effects of climate on bovine reproduction. In: Morrow, D.A. (ed). *Current Veterinary Theriogenology*. 2nd Ed. Philadelphia. WB Saunders Co: 301-309.

Van Knegsel, A.T., Van der Drift, S.G., Cermáková, J., Kemp, B. 2013. Effects of shortening the dry period of dairy cows on milk production, energy balance, health, and fertility: a systematic review. *Vet J.*198(3):707-13.

Van Saun, R. 2005. *Leptospirosis in Cattle*. Penn State College of Agricultural Sciences

Vargas, B. 2010. Estrategia de mejoramiento genético para la producción de leche en el Trópico XIII congreso agropecuario y forestal CONAGROF agosto 2010.

Vargas, B., Cuevas, M. 2009. Modelo estocástico para la estimación de valores económicos de rasgos productivos y funcionales en bovinos lecheros. *Agrociencia*. 43: 881-893.

Vargas, B., Romero, J. 2010. Efectos genéticos aditivos y no aditivos en cruces rotacionales Holstein X Jersey y Holstein X Pardo suizo. *Agronomía Mesoamericana*.21:223-234.

Vargas, B., Marín, Y., Romero, J. 2012. Comparación bioeconómica de grupos raciales Holstein, Jersey y Holstein X Jersey en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 23(2): 329-342.

Vargas, B., Van Der Lende, T., Baaijen, M., Van Arendonk, J.A..1998. Event-Time analysis of reproductive traits of dairy heifers . *J. Dairy Sci.* 81: 2881-2889.

Vázquez, F. 2010. Características de la interacción enfermedad-producción. Reproducción en vacas lecheras en el altiplano norte de Antioquia. Tesis de grado. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia

Vásquez, E., Loaiza, E., Olivera, A. 2010. Factores de riesgos asociados a enfermedad y sus efectos sobre la reproducción de vacas lecheras en pastoreo en el trópico alto colombiano *Livestock research for rural development*: 22.

Velásquez, J. 2010. Reducción de los días abiertos en un hato lechero mediante el manejo reproductivo planificado. Corporación Universitaria la Sallista. Facultad de Ciencias administrativas y Agropecuarias Industrias Pecuarias. Caldas (Antioquía). Colombia.

Villa-Mancera, A., Méndez-Mendoza, M., Huerta-Crispín, R., Vázquez-Flores, F., Córdova-Izquierdo, A. 2011. Effect of climate factors on conception rate of lactating dairy cows in Mexico. *Tropical Animal Health and Production* 43:597-601.

Watters, R.D., Wiltbank, M.C., Guenther, J.N., Brickner, A.E., Rastani, R.R., Fricke, P.M., Grummer, R.R . 2009. Effect of dry period length on reproduction during the subsequent lactation. *J Dairy Sci.*, 92(7):3081-90.

Wolfenson, D., Thatcher, W., Badinga, L., Savio, J.D., Meidan, R., Lew, B.J., Braw-Tal, R., Berman, A. 1995. Effect of heat stress on follicular development during the estrous cycle in lactating dairy cattle. *Biol Reprod.* 52: 1106-1113.

Wolfenson, D., Roth, Z., Meidan, R. 2000. Impaired reproduction in heat stressed cattle: basic and applied aspects. *Anim. Reprod. Sci.* 60–61:535-547.