



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

Posgrado en Producción Animal

**FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN EL
COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE VACAS
HOLSTEIN**

T E S I S

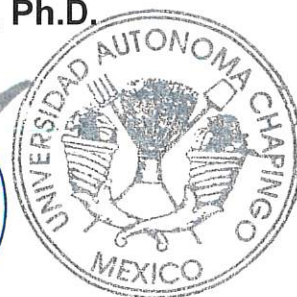
**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

P R E S E N T A:

BENIGNA GONZÁLEZ ORTIZ

Bajo la dirección de: José Guadalupe García Muñiz, Ph.D.



**DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES**

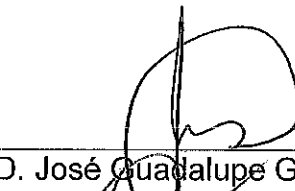
Chapingo, Estado de México, Junio de 2008

FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE VACAS HOLSTEIN

Tesis realizada por **Benigna González Ortiz**, bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

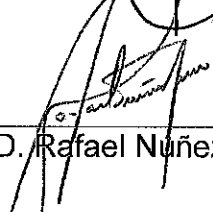
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

DIRECTOR:



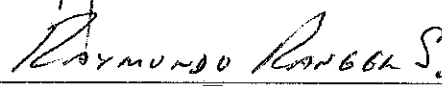
Ph.D. José Guadalupe García Muñiz

ASESOR:



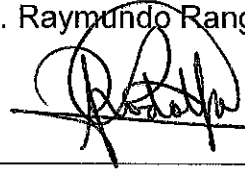
Ph.D. Rafael Nuñez Domínguez

ASESOR:



Ph.D. Raymundo Rangel Santos

ASESOR:



Ph.D. Rodolfo Ramírez Valverde

ASESOR:



Dr. Raúl Rafael Urban Ruiz

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapíngo y al Posgrado en Producción Animal, por darme la oportunidad de cumplir una meta más en mi vida profesional.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada para sostener mis estudios de Maestría.

Al Ph.D José Guadalupe García Muñíz por su gran apoyo y dedicación en la realización del presente trabajo, pero sobre todo por su amistad y sus valiosos consejos.

Al Ph.D. Rafael Nuñez Domínguez por sus acertadas sugerencias y por su preocupación para mejorar la calidad profesional de los egresados del Posgrado en Producción Animal.

A los Ph.D Rodolfo Ramírez Valverde y Raymundo Rangel Santos por el apoyo otorgado durante mis estudios de Maestría y por sus acertadas sugerencias para mejorar la calidad del presente trabajo.

Al Dr. Raúl Rafael Urban Ruíz por su gran apoyo y disposición para el desarrollo del presente trabajo, pero sobre todo por su confianza y su valiosa amistad.

A la secretaria del Posgrado en Producción Animal Angeles Zamora H., por su amabilidad y ayuda durante mi estancia en el Posgrado.

Al personal del Rancho Xalapango, por permitirme continuar con mi desarrollo profesional y seguir aprendiendo con ellos día a día.

A mis amigos y compañeros del Posgrado en Producción Animal por haber hecho de la Maestría una agradable experiencia.

DEDICATORIAS

A Dios, por darme la oportunidad y la fuerza necesaria para cumplir una meta más en mi vida.

A la memoria de mi padre Justino González López, quien continúa siendo mi ejemplo de amor y fortaleza.

A mi madre Eugenia Ortiz Hernández, por ser un gran ejemplo a seguir y por su infinito amor.

A mis hermanos Margarita y Silvestre, por sus consejos, su cariño y sobre todo por ser mis amigos.

A mis sobrinos Yasmín, Eduardo, Luis Enrique y Yair por representar en mi vida una gran alegría y por todo el amor que me brindan.

A mis amigos: Sandra, Melba, José Guadalupe, Aurora, Mónica, José Alfredo H. M., Erika, Gustavo, Joel, Marísela, Rosario, Lupita, Aurora M., Daniel, Ezequiel, por su solidaridad, su confianza y por demostrarme su cariño.

Sinceramente, Benny.

DATOS BIOGRÁFICOS

Nombre: Benigna González Ortiz

Lugar de nacimiento: Martínez de la Torre, Veracruz

Profesión: Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia

Cédula profesional: 4873264

Formación académica:

1997-2001 Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo.

2006-2007 Maestría en Ciencias en Producción Animal. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo.

Experiencia Profesional:

2003-2006 Responsable del área de reemplazos de bovinos lecheros. Rancho Xalapango, Texcoco, Edo. de México.

CONTENIDO

Índice de cuadros.....	viii
Índice de figuras.....	ix
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	2
CAPÍTULO II.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Estimadores de parámetros reproductivos de razas de bovinos lecheros.....	5
Factores que afectan el comportamiento reproductivo de vacas Holstein.....	6
Factores ambientales.....	7
Nivel de producción de leche.....	11
Nutrición y condición corporal.....	13
Efecto de enfermedades.....	15
Quistes ováricos.....	17
Factores de manejo.....	18
Literatura citada.....	21
CAPÍTULO III.....	31

FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN LOS DÍAS AL PRIMER SERVICIO POSPARTO Y LOS DÍAS ABIERTOS DE VACAS HOLSTEIN EN CONFINAMIENTO.....	32
RESUMEN.....	33
ABSTRACT.....	34
INTRODUCCIÓN.....	35
MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
CONCLUSIONES.....	48
IMPLICACIÓN.....	48
Literatura citada.....	49
CAPÍTULO IV.....	53
FACTORES AMBIENTALES E ÍNDICE DE CONSTANCIA PARA VARIABLES REPRODUCTIVAS DE VACAS HOLSTEIN EN CONFINAMIENTO.....	54
RESUMEN.....	55
ABSTRACT.....	56
INTRODUCCIÓN.....	57
MATERIALES Y MÉTODOS.....	58
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	61
CONCLUSIONES.....	69

IMPLICACIÓN.....	69
Literatura citada.....	71
APÉNDICE.....	73
Modos de trabajo.....	73
1. Administración del rancho.....	75
2. Producción y reproducción.....	78
3. Reportes.....	83

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Estimaciones de parámetros reproductivos de bovinos lecheros especializados.....	5
Cuadro 2. Efecto del nivel de producción de leche sobre los intervalos parto primer servicio (IPPS), parto concepción (IPC) y servicios por concepción (SPC).....	12
Cuadro 3. Efecto de algunas enfermedades sobre el intervalo parto primer servicio (IPPS), tasa de concepción al primer servicio (TCPS) e intervalo parto concepción (IPC) de bovinos lecheros.....	16
Cuadro 4. Número de observaciones en la base de datos para analizar el efecto de algunos factores ambientales sobre los días al primer servicio posparto y los días abiertos de vacas Holstein en confinamiento.....	40
Cuadro 5. Efecto de algunos factores ambientales sobre los días al primer servicio posparto y días abiertos de vacas Holstein en confinamiento.....	42
Cuadro 6. Estadísticos descriptivos para los parámetros reproductivos de vacas Holstein.....	61
Cuadro 7. Nivel de significancia (probabilidad) para las variables reproductivas DPSP, DA, SC, IEP y DG, y las variables PS y LL de vacas Holstein en confinamiento.....	61
Cuadro 8. Medias de cuadrados mínimos ($\pm$ EE) para los efectos principales año, número y estación de parto para las variables evaluadas de vacas Holstein en confinamiento.....	63
Cuadro 9. Estimadores de componentes de varianza y del índice de constancia (ρ) para las variables reproductivas analizadas, y las variables largo de lactancia y duración del periodo seco de vacas Holstein en confinamiento.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Descripción esquemática de los posibles mecanismos del efecto del estrés calórico sobre la reproducción de vacas en lactación (De Rensis y Scaramuzzi, 2003).....	10
Figura 2. Diagrama que muestra como el balance negativo de energía puede influenciar la fertilidad a través de efectos sobre el hígado, ovario y útero (Wathes <i>et al.</i> , 2007).....	15
Figura 3. Curvas de sobrevivencia para días al primer servicio posparto por estación de parto.....	44
Figura 4. Curvas de sobrevivencia para días abiertos por estación de parto.....	45
Figura 5. Interacción año por estación de parto para las variables días al primer servicio posparto, días abiertos, servicios por concepción e intervalo entre partos.....	66
Figura 6. Ventana de inicio del software donde se muestran los módulos de trabajo.....	74
Figura 7. Despliegue de la ventana de administración del rancho.....	75
Figura 8. Despliegue de la ventana de ingreso de vacas.....	77
Figura 9. Despliegue del módulo del banco de semen.....	78
Figura 10. Despliegue de la ventana de producción y reproducción.....	79
Figura 11. Presentación de la agenda del rancho.....	80
Figura 12. Despliegue de la ventana de producción actual e histórica en el rancho.....	81
Figura 13. Despliegue de la ventana de control reproductivo.....	83

Figura 14. Selección en el menú de los reportes.....	84
Figura 15. Visualización del reporte de los eventos productivos y reproductivos de cada vaca.....	85
Figura 16. Presentación de las ventanas de diagnóstico del rancho y la relación de las vacas abiertas.....	86
Figura 17. Visualización del reporte estadístico del manejo reproductivo del rancho.....	87
Figura 18. Visualización del reporte de vacas abortadas.....	88
Figura 19. Visualización del reporte de bajas.....	89

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN GENERAL

La rentabilidad de las empresas dedicadas a la producción de leche depende en gran parte del comportamiento reproductivo de los animales. Sin embargo, la baja eficiencia reproductiva continúa siendo un problema en los establos de bovinos lecheros. La postergación del primer servicio posparto, celos no detectados o múltiples servicios por concepción traen como consecuencia días abiertos e intervalos entre partos más prolongados. Un intervalo entre partos mayor a 365 días implica un incremento en la duración de la lactancia y una disminución en la producción de leche, afectando con ello la rentabilidad del hato (El-Din.Zain *et al.*, 1995).

Además de la alimentación, existen factores de manejo, aunados a la fertilidad de la vaca y del semen utilizado para la inseminación artificial (IA), tales como: a) detección oportuna de celos, b) manejo adecuado de semen, c) uso de técnicas apropiadas para realizar la IA, y d) políticas apropiadas de salud del hato; que pueden influenciar directamente el comportamiento reproductivo del hato lechero (Hillers *et al.*, 1984). Sin embargo, los factores ambientales como año, número y estación de parto no son controlados fácilmente con manejo; por tanto, entender su relación con el comportamiento reproductivo permitirá diseñar estrategias que permitan dar el tiempo suficiente a los animales para que se recuperen del estrés ocasionado por estos factores y respondan mejorando su comportamiento reproductivo.

Por otra parte, el mejoramiento de la eficiencia reproductiva a través de la selección es difícil, porque las variables reproductivas tienen bajos valores de heredabilidad y repetibilidad (Silva *et al.*, 1992). Sin embargo, la estimación del índice de constancia de este tipo de variables, puede ser de utilidad al momento de realizar la selección de los animales.

En el Capítulo II se presenta una revisión de la literatura científica en la cual se resume el efecto de algunos factores ambientales y de manejo sobre la reproducción de ganado lechero. En el Capítulo III se presenta un estudio en el

que se evaluó el efecto de factores ambientales sobre los días al primer servicio y días abiertos de vacas Holstein manejadas en un sistema intensivo en confinamiento total en el centro de México. Finalmente, en el Capítulo IV se presenta un segundo estudio en el cual se estimó el índice de constancia y se evaluó el efecto de factores ambientales sobre los días al primer servicio posparto (DPSP), días abiertos (DA), servicios por concepción (SPC), intervalo entre partos (IEP), duración de la gestación (DG), largo de lactancia (LL) y duración del periodo seco (PS) de vacas Holstein en confinamiento en un hato comercial.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

Estimadores de parámetros reproductivos de razas de bovinos lecheros

Los parámetros reproductivos de las razas de bovinos lecheros especializados están influenciados por diversos factores. En el Cuadro 1 se presenta una muestra de información de la literatura sobre parámetros reproductivos de razas de bovinos lecheros. A través de razas y países los valores en la muestra variaron de 83 a 127 días para el intervalo parto primer servicio (IPPS), de 24 a 150 días para el intervalo desde el primer servicio hasta que ocurre la concepción (IPSC), de 1.6 a 3.2 para número de servicios por concepción, de 394 a 436 días para intervalo entre partos (IEP), y para duración de la gestación (LG) desde 278 a 286 días.

Cuadro 1. Estimaciones de parámetros reproductivos¹ de bovinos lecheros especializados.

Raza	IPPS	IPSC	SPC	IEP	LG	Lugar	Referencia
Ayrshire	83±29	40±54	2.2±1.5	401±57	278	Oklahoma, USA	Slama <i>et al.</i> (1976)
Guernsey	91±37	39±56	2.3±1.7	414±54	286	Oklahoma, USA	Slama <i>et al.</i> (1976)
Guernsey	95	35		402	282	Florida, USA	Silva <i>et al.</i> (1992)
Holstein	89		1.76	400		Suecia	Löf <i>et al.</i> (2007)
Holstein	95	45		401	280	Florida, USA	Silva <i>et al.</i> (1992)
Holstein		150	2.3	434		Cuba	Menendez y Dempfle (1997)
Holstein	127±83	25±14	1.6±1.0	436±86	282	México	Fajardo (1979)
Holstein	91		3.2±1.5			Carolina del Norte, USA	Farin <i>et al.</i> (1994)
Jersey	84±31	37±54	2.0±1.3	402±66	281	Oklahoma, USA	Slama <i>et al.</i> (1976)
Jersey	87	24		394	278	Florida, USA	Silva <i>et al.</i> (1992)

¹IPPS = intervalo parto primer servicio; IPSC = intervalo primer servicio concepción; SPC = servicios por concepción; IEP = intervalo entre partos; LG = largo de gestación.

El reinicio de la actividad ovárica después del parto determina la duración de los intervalos parto-primer servicio, parto-concepción y en consecuencia el intervalo entre partos. El reinicio de la actividad reproductiva posparto depende de dos factores: el primero es la recuperación del hipotálamo y la pituitaria de los efectos de la gestación previa para que se dé el reinicio de la secreción de FSH y LH; y el segundo es la involución uterina (Lucy, 2003). Los factores que determinan si se presenta la ovulación del primer folículo dominante (FD) son: tamaño del FD, la frecuencia de pulsos de LH a la que está expuesto y la concentración sistémica de IGF-I. La frecuencia de pulsos de LH requerida para que se lleve a cabo la ovulación es de 1 pulso por hora; esta frecuencia asegura un incremento en las concentraciones de estradiol para inducir una retroalimentación positiva y ocurra la ovulación (Roche, 2006).

Por otra parte, la involución uterina no sólo afecta la recuperación de la secreción de LH, sino también afecta la fase luteal del ciclo estral, debido a la producción de prostaglandina $F_{2\alpha}$ durante esta etapa (Butler y Smith, 1989).

La actividad ovárica postergada trae como consecuencia una reproducción ineficiente, y una reducción en la producción de leche y el número de reemplazos producidos, así como también puede incrementar el costo de servicios veterinarios y afectar la tasa de desecho (Fonseca *et al.*, 1983; Gröhn y Rajala-Schultz, 2000).

Factores que afectan el comportamiento reproductivo de vacas Holstein

El estudio de los factores que afectan el comportamiento reproductivo de bovinos lecheros permite identificar las causas de la baja eficiencia reproductiva en la mayoría de las explotaciones. Por tanto, las estrategias de manejo enfocadas a incrementar la fertilidad de un hato, tendrán un mejor resultado si se toman en cuenta todos estos factores.

En el último cuarto de siglo, la disminución de la fertilidad se ha asociado con un incremento en la producción de leche y en el tamaño del hato (Lucy, 2001).

Las pérdidas en condición corporal, los problemas de salud y la dificultad al parto, se han identificado como factores de riesgo asociados con ciclicidad ovárica postergada en vacas lecheras (Opsomer *et al.*, 2000). Sin embargo, esta postergación del reinicio de la actividad reproductiva también puede ser una decisión de manejo, influenciada por factores como salud posparto (50%), estación del año (18%), nivel individual de producción de leche (18%), número de parto (14%), y otras razones (14%) (Dejarnette *et al.*, 2007).

Existen otros factores que influyen sobre los parámetros reproductivos de bovinos lecheros, tales como: tiempo de detección de estro o IA (a.m., p.m.), edad de la vaca, método de descongelación del semen, dificultad para la penetración del cérvix al momento de la IA, presencia o ausencia de moco claro al momento de la IA y número de servicio (Stevenson *et al.*, 1983), además de otros factores como la frecuencia de ordeño y la eficiencia del técnico inseminador (García *et al.*, 2007).

Factores ambientales

Número de parto

En un estudio realizado con vacas Holstein en confinamiento total, Jara *et al.* (2004) observaron que el número de parto no afectó los días a la aparición del primer folículo dominante ($p < 0.05$), y el 100% de las vacas presentaron el primer folículo dominante en los primeros 20 días posparto; sin embargo, las vacas de cuatro o más partos presentaron intervalos desde el parto a la aparición del primer cuerpo lúteo más largos que vacas de uno, dos o tres partos. Este resultado concuerda con lo obtenido por Coello (1979), quien reportó una media de días a la aparición del primer cuerpo lúteo en vacas de primer y segundo parto de 23.0 ± 4.8 y de 23.9 ± 8.2 , respectivamente, siendo esta media mayor ($p < 0.05$) para vacas de más de dos partos (27.5 ± 8.2).

Por otra parte, Hillers *et al.* (1984) reportaron que las vacas de tres o más lactancias tuvieron comportamiento reproductivo menor (48 y 44% de

concepción) que vacas en la primera o segunda lactancia (54 y 55% de concepción).

El intervalo parto primer servicio también es afectado por el número de parto. Miller *et al.* (2007) encontraron que vacas de raza Jersey y Holstein de primer parto fueron servidas más tarde que vacas de segundo parto. Sin embargo, la diferencia fue más grande ($p < 0.01$) para Jersey (3.7 d) que para Holstein (2.1 d). Farin *et al.* (1994) reportaron resultados similares en vacas Holstein, las vacas de primer parto presentaron una media para intervalo al primer servicio mayor que vacas de tres o más partos (92 vs 90 d).

Las vacas de primer parto tienen un balance de energía menor debido a que comen menos y a que tienen requerimientos de energía para crecimiento y lactación (Stahl *et al.*, 1999). Este balance negativo de energía en vacas de primer parto está asociado con intervalos postergados del parto a la primera ovulación (Lucy *et al.*, 1992), lo cual explica los resultados reportados en este apartado.

Año de parto

La influencia del año de parto sobre los parámetros reproductivos es multifactorial y difícil de explicar. Existen diversos estudios que demuestran que la fertilidad de razas de ganado lechero, como Jersey y Holstein en estabulación, ha declinado a través de los años (Silva *et al.*, 1992; Lucy, 2001; Washburn *et al.*, 2002; Melendez y Pinedo, 2007; Miller *et al.*, 2007)). Lo anterior se explica por diferencias en las condiciones climáticas y de manejo a través de los años.

Estación de parto

Cuando las vacas se encuentran fuera de la zona de confort o zona termoneutral, el estrés originado influye en las actividades productivas y reproductivas de estos animales. Periodos extendidos de alta temperatura ambiental acoplada con alta humedad relativa, compromete la habilidad de las vacas lecheras para disipar el exceso de calor corporal (West, 2003). El ganado

Holstein puede mantener una temperatura corporal estable entre 25 y 26 °C, y por arriba de los 25 °C, es recomendable instituir prácticas de manejo para minimizar los riesgos ocasionados por el estrés calórico (Berman *et al.*, 1985).

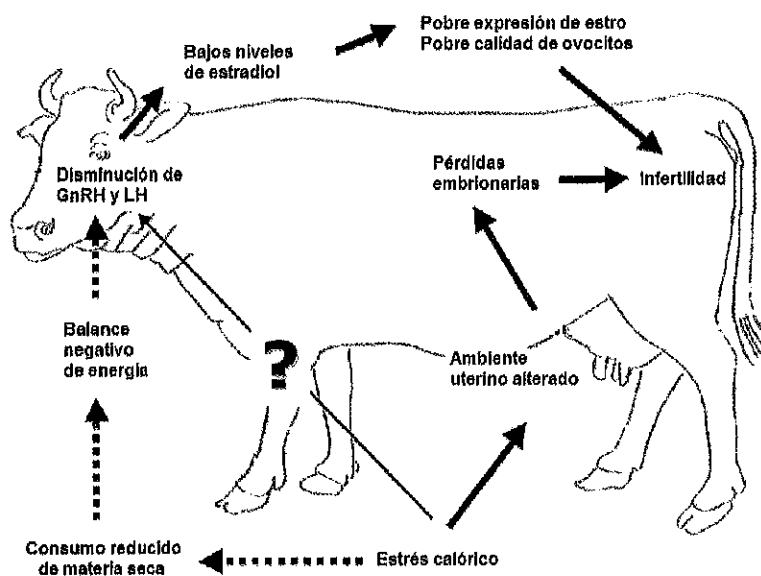
En un estudio realizado en el norte de México, Jara *et al.* (2004) reportaron que vacas que parieron en primavera reiniciaron la actividad ovárica posparto más rápido (16 vs 20 d; $p<0.01$) que aquéllas que parieron en invierno. Sin embargo, en un estudio realizado para varias regiones de E.E.U.U., Miller *et al.* (2007) reportaron que vacas Holstein que parieron en marzo y abril fueron servidas más tarde ($p<0.01$) que aquéllas que parieron durante otros meses (6.2 a 6.4 d más tarde que las paridas en diciembre). Esto puede deberse a que las vacas con partos en primavera frecuentemente se abren hasta el otoño, debido al estrés calórico sufrido durante el verano (Makuza y McDaniel, 1996).

Oseni *et al.* (2003) realizaron un estudio de la estacionalidad de días abiertos en vacas Holstein cubriendo todas las regiones de EE.UU., observando que las medias de cuadrados mínimos de días abiertos fueron más altas para aquellos animales que parieron en marzo y las más bajas para los que presentaron partos en septiembre. La media de días abiertos (155 d) más alta fue reportada para el sureste, mientras que las medias de días abiertos para el medio-oeste, noreste, noroeste, y suroeste fueron de 142, 141, 140, y 137 d, respectivamente

Por otra parte, en condiciones tropicales de Cuba, Menendez y Dempfle (1997) observaron que en vacas lecheras los mejores resultados en servicios por concepción y tasa de gestación se tenían en marzo y abril, mientras que la tasa de fertilidad más pobre fue en septiembre y octubre.

Lozano *et al.* (2005) observaron una relación negativa entre el índice de temperatura-humedad promedio del mes de servicio y la tasa de gestación ($p<0.01$). La tasa de gestación fue menor de mayo a septiembre que de octubre a abril ($p<0.05$). Resultados similares se obtuvieron en Florida y Georgia, EE.UU. por De Vries *et al.* (2005), quienes reportaron que la tasa de gestación en vacas Holstein durante el invierno (17.9%) fue mayor que durante el verano (9.0%).

Por otra parte, las vacas en estrés calórico disminuyen el consumo de materia seca provocando un balance negativo de energía, lo que trae como consecuencia una disminución en las concentraciones de GnRH, LH y estradiol, ocasionando con ello una pobre expresión del estro, desarrollo folicular alterado y baja calidad de ovocitos (Thatcher, 1974; Jordan, 2003; De Rensis y Scaramuzzi, 2003 (Figura1)).



10

Algunas estrategias para incrementar la fertilidad en el verano, incluyen la instalación de sistemas de enfriamiento para disminuir la temperatura ambiental (Jordan, 2003; Collier *et al.*, 2006), programas de inseminación a tiempo fijo, transferencia de embriones, inducción de cuerpos lúteos accesorios y cruzamientos con razas resistentes a altas temperaturas (Jordan, 2003). En algunas regiones del sur y medio-oeste de EE.UU. se pospone la actividad reproductiva durante la estación de calor como una decisión de manejo (Oseni *et al.*, 2003). Este manejo implica intervalos al primer servicio más largos para vacas que paren durante los meses de julio, agosto y septiembre (DeJarnette *et al.*, 2007).

Periodo seco

La duración del periodo seco afecta la producción y la calidad de leche de la lactancia subsecuente (Grummer y Rastani, 2004). Sin embargo, la influencia de la duración del periodo seco previo sobre el comportamiento reproductivo ha sido poco estudiada. Días abiertos más largos resultan en periodos secos más largos. Cuando las vacas tardan en quedar gestantes nuevamente, su producción de leche declina durante la lactancia extendida a un punto donde mantenerla en ordeña no es rentable y es mejor secarlas (Kunhn *et al.*, 2005). Wiltbank *et al.* (2005) observaron que las vacas con un periodo seco corto (28 d) o un periodo seco no planeado y con alimentación continua de una dieta alta en energía, presentaron un intervalo del parto a la primera ovulación más corto que las vacas con un periodo seco tradicional de 56 d. Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Hillers *et al.* (1984), quienes reportaron que el largo del periodo seco previo no afecta el porcentaje de concepción ni el intervalo al primer servicio posparto.

Nivel de producción de leche

El reinicio de la actividad ovárica se ve afectado por el nivel de producción de leche en la lactancia temprana, alterando en consecuencia los intervalos parto primer servicio y parto concepción, así como los servicios por concepción

(Cuadro 2). Jara *et al.* (2004) reportaron que en vacas con alta producción de leche al día 50 posparto el primer folículo dominante se presentó dos días más tarde que en vacas de baja producción.

Cuadro 2. Efecto del nivel de producción de leche sobre los intervalos parto primer servicio (IPPS), parto concepción (IPC) y servicios por concepción (SPC).

Nivel de producción	n	IPPS	IPC	SPC	Referencia
Bajo	112,973		96±39		Oltenacu <i>et al.</i> (1980)
Bajo	667	87±42	128±88		Farin <i>et al.</i> (1994)
Bajo	1,770	76±39	100±59	1.7±1.1	Dhaliwal <i>et al.</i> (1996)
Bajo	1,174	73±1.0		1.8±0.04	Nebel y McGilliard (1993)
Alto	102,579		104±42		Oltenacu <i>et al.</i> (1980)
Alto	508	91±39	154±78		Farin <i>et al.</i> (1994)
Alto	1,757	80±39	119±69	1.9±1.3	Dhaliwal <i>et al.</i> (1996)
Alto	241	80±1.5		3.1±0.1	Nebel y McGilliard (1993)

Por otra parte, las vacas altas productoras presentan intervalos más largos entre el parto y la primera ovulación (Sakaguchi *et al.*, 2004), entre el parto y el primer estro (Coello, 1979; Sakaguchi *et al.*, 2004), y entre el parto y el primer servicio (Fonseca *et al.*, 1983; Stevenson *et al.*, 1983; Hillers *et al.*, 1984; DeJarnette *et al.*, 2007).

Existen estudios que muestran que por cada 100 kg de producción de leche, el intervalo parto-concepción se incrementa en 0.6 d (Hamudikuwanda *et al.*, 1987; Melendez y Pinedo, 2007), la tasa de concepción al primer servicio disminuye en 0.9% (Melendez y Pinedo, 2007) y los servicios por concepción se incrementan en 0.009 (Hamudikuwanda *et al.*, 1987), y 0.014 para vacas de raza Holstein y 0.28 servicios más para vacas de raza Jersey y Guernsey (Nebel y McGilliard, 1993).

Wiltbank *et al.* (2006) mencionan que las vacas altas productoras presentan estros de corta duración y escasos signos de manifestación de celo, debido a

que el estradiol se metaboliza a una tasa más rápida que en vacas bajas productoras. La disminución de estradiol en vacas altas productoras podría también incrementar el tamaño del folículo, postergando el tiempo de inducción del estradiol a estro, la oleada de GnRH/LH y la ovulación.

El incremento en el metabolismo de hormonas esteroideas (estrógeno y progesterona), debido al alto consumo de alimento podría alterar la fisiología reproductiva de algunas especies, pero puede particularmente alterar la reproducción en bovinos lecheros (Roche, 2006; Wiltbank *et al.*, 2006).

Nutrición y condición corporal

Durante las primeras 12 semanas de lactación, la energía neta requerida para mantenimiento y producción de leche excede la energía neta consumida en la alimentación, resultando en pérdida de peso corporal (Ferguson y Chalupa, 1989). Las pérdidas de puntos de condición corporal durante la lactación temprana, incrementan el riesgo de prolongar el intervalo del parto a la primera ovulación (Jara, 2004; Shrestha *et al.*, 2005) y de baja fertilidad (Butler, 2000; Moreira *et al.*, 2000).

Las vacas que paren con una condición corporal menor a 2.5 (escala 1 a 5 puntos), tienen mayor probabilidad de tener un periodo prolongado en anestro, debido a la baja frecuencia de pulsos de LH y la subsecuente disminución en la concentración de estradiol, la cual es inefectiva para inducir el pico de LH y la ovulación (Roche, 2006).

López-Gatius *et al.* (2003) mencionan que animales con alta condición corporal al parto, mostraron una reducción en el número de días abiertos cuando se compararon con animales con una baja condición corporal. Sin embargo, Roche (2006) observó que las vacas que llegan con exceso de condición corporal al parto o aquéllas que pierden peso en exceso, tienen en su mayoría intervalos prolongados al primer estro, y por tanto días abiertos prolongados. Las vacas que llegan pesadas al parto tienen un menor consumo de materia seca, lo cual

resulta en pérdidas de condición corporal más grandes durante el posparto temprano (Opsomer *et al.*, 2000).

Las pérdidas de condición corporal se deben a que los requerimientos nutricionales incrementan rápidamente con la producción de leche después del parto y resulta en un balance negativo de energía. Este balance negativo de energía y la tasa de movilización de reservas corporales, parece estar directamente relacionado con el intervalo a la primera ovulación posparto y la baja tasa de concepción (Butler y Smith, 1989). Este retraso en el intervalo parto primera ovulación, se debe a la inhibición de la frecuencia de pulsos de LH y bajos niveles de glucosa, insulina, y factor de crecimiento parecido a la insulina (IGF-I) en sangre, que colectivamente restringen la producción de estrógenos por los folículos dominantes. Además, reduce la concentración de progesterona en suero y en consecuencia la fertilidad (Zurek *et al.*, 1995; Butler 2000; Roche, 2006; Wiltbank *et al.*, 2006; Wathes *et al.*, 2007). El balance negativo de energía también afecta la fertilidad al reducir la habilidad del útero para recobrase después del parto (Figura 2).

Los nutrientes contenidos en la dieta también pueden alterar el comportamiento reproductivo en vacas lecheras. Altos niveles de proteína pueden resultar en elevadas concentraciones de urea en plasma, que afectan el ambiente uterino y en consecuencia disminuyen la fertilidad (Swanson, 1989; Butler, 2000). El nivel diario de nutrientes digestibles totales es uno de los principales factores que influyen en el reinicio de la actividad ovárica (El-Din.Zain *et al.*, 1995). Del mismo modo, un mayor consumo de materia seca incrementa la probabilidad de acortar el intervalo parto-concepción (Patton *et al.*, 2007). Las vitaminas y minerales también afectan la función reproductiva (Hurley y Doane, 1989). La suplementación de vitamina E y Selenio antes y después del parto, reduce la incidencia de retención de placenta y los días a la primera inseminación y días abiertos, pero no mejora la fertilidad (Swanson, 1989; Romero, 2005).

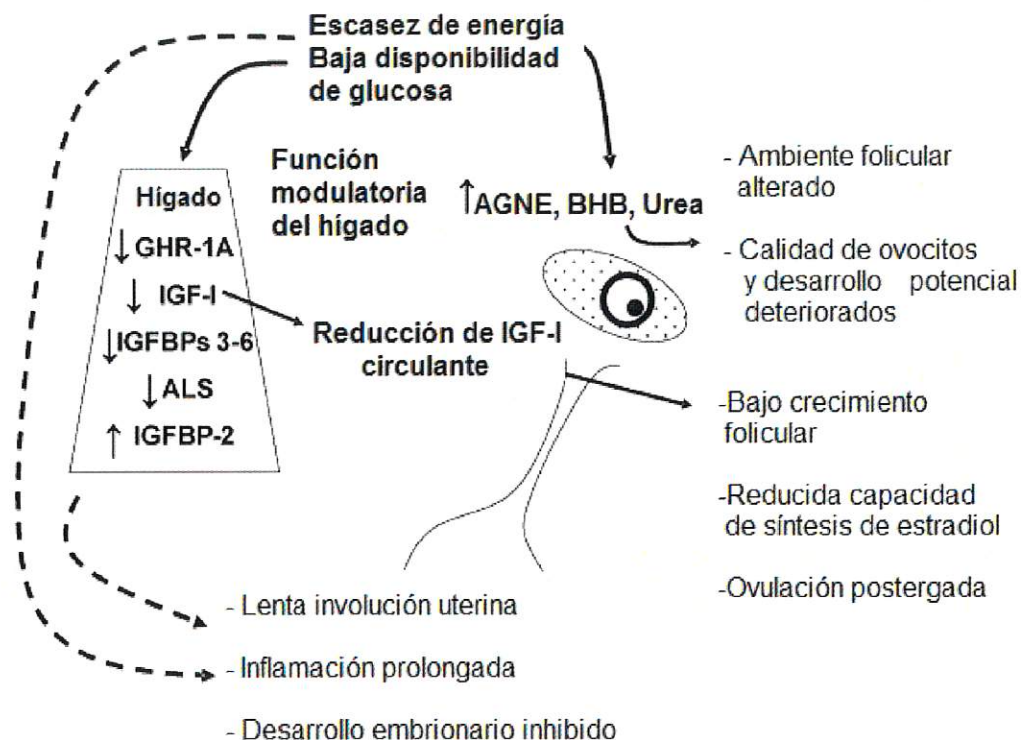


Figura 2. Diagrama que muestra como el balance negativo de energía puede influenciar la fertilidad a través de efectos sobre el hígado, ovario y útero (Wathes *et al.*, 2007).

Efecto de enfermedades

Las enfermedades afectan la productividad de vacas lecheras principalmente en tres formas: 1) reduciendo la eficiencia reproductiva, 2) acortando el largo de vida productiva (incrementando los riesgos de desecho), y 3) disminuyendo la producción de leche (Rajala y Gröhn, 1998; Santos *et al.*, 2004).

Los efectos de las enfermedades sobre la reproducción en vacas lecheras fueron revisados extensamente por Fourichon *et al.* (2000), quienes reportaron que la fiebre de leche, el desplazamiento de abomaso y la mastitis no tuvieron efecto sobre la reproducción. Sin embargo, las enfermedades que sí tuvieron efecto se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Efecto de algunas enfermedades sobre el intervalo parto primer servicio (IPPS), tasa de concepción al primer servicio (TCPS) e intervalo parto concepción (IPC) de bovinos lecheros.

Enfermedad	IPPS	TCPS	IPC
Cetosis clínica, distocia, retención de placenta	2-3 días más	4-10% menor	6 a 12 días más
Desórdenes en la locomoción			12 días más
Metritis	7 días más	20% menor	19 días más
Quistes ováricos	6-11 días más	18% menor	20-30 días más
Anestro	26 días más	18% menor	41 días más
Aborto			70-80 días más

Por otra parte, Santos *et al.* (2004) observaron que cuando se presentan casos de mastitis clínica después del primer servicio posparto se tienen los mayores efectos negativos sobre la reproducción.

En el parto y posparto temprano, las vacas deben movilizar grandes reservas de lípidos y proteínas, con un consecuente incremento de desórdenes metabólicos, tales como hipocalcemia, acidosis, cetosis, hígado graso y desplazamiento de abomaso. La ocurrencia de fiebre de leche y cetosis afecta las contracciones uterinas, posterga el parto e incrementa el riesgo de retención de placenta y endometritis. Los desórdenes metabólicos predisponen a las vacas a desórdenes ginecológicos, reduciendo su eficiencia reproductiva (Roche, 2006).

Gröhn y Rajala (2000) reportaron que la retención de placenta, la metritis y los quistes ováricos, fueron factores de riesgo que disminuyeron la probabilidad de concepción. Las vacas con placenta retenida, metritis y quistes ováricos tuvieron un 14, 15 y 21% menor tasa de concepción que vacas sin esos desórdenes. Del mismo modo, las vacas que presentan una involución uterina tardía debido a complicaciones puerperales, como la incidencia de metritis,

prolongan el intervalo a la primera ovulación posparto, presentan ciclos luteales prolongados (Opsomer *et al.*, 2000), reducen la tasa de concepción al primer servicio e incrementan el riesgo de desecho por infertilidad (El-Din.Zain *et al.*, 1995; García *et al.*, 2003; Roche, 2006). El riesgo de metritis aumenta con las distocias, el aborto, la retención de placentas o el tamaño de la explotación, y disminuye al aumentar el número de partos (García *et al.*, 2004).

La laminitis es otra de las enfermedades que afectan negativamente los parámetros reproductivos de bovinos lecheros. Garbarino *et al.* (2004) reportaron que el intervalo del parto a la primera fase luteal, fue más prolongado ($p < 0.05$) para vacas con laminitis (36 d) que para vacas sin este problema (29 d). Esta enfermedad también ocasiona otros desórdenes reproductivos, como una mayor incidencia de quistes ováricos. Al respecto, Melendez *et al.* (2003) reportaron que las vacas que presentaron laminitis en los primeros 30 días posparto, mostraron una mayor ($p < 0.05$) incidencia de quistes ováricos (25%) que las vacas del grupo control (11%).

Quistes ováricos

Los quistes ováricos son una importante causa de fallas reproductivas y pérdidas económicas para la industria lechera. Los quistes ováricos en vacas lecheras se definen como estructuras foliculares anovulatorias de 2.5 cm de diámetro o más, que persisten por 10 días en la ausencia de un cuerpo lúteo (Garverick, 1997) y se clasifican en quistes foliculares o luteales. Un quiste folicular es una estructura ovárica ≥ 25 mm de diámetro, de paredes delgadas, llena de líquido y baja concentración de progesterona. Los quistes luteales son estructuras ováricas ≥ 25 mm de diámetro, de paredes gruesas, llenas de líquido, y que secretan cantidades normales o mayores a las normales de progesterona. Los quistes foliculares son más comunes que los quistes luteales (Garverick, 1997; Fricke y Shaver, 2001).

El desarrollo de quistes ováricos en vacas lecheras se ha relacionado con una alta producción de leche, la estación de parto, el número de parto, el incremento

en puntos de condición corporal antes del parto, un puerperio anormal (López-Gatius *et al.*, 2002), la predisposición hereditaria del animal individual y a una disfunción de la hipófisis (Hafez y Hafez, 2002). El desarrollo de folículos dominantes no ovulatorios o quísticos, prolonga el intervalo a la primera ovulación posparto en 40 ó 50 días (Butler, 2000; Sakaguchi *et al.*, 2004).

Existen diversos estudios que han evaluado diferentes tratamientos hormonales para el tratamiento de quistes ováricos (López-Gatius y López-Béjar, 2002; Romero, 2005). López Gatius *et al.* (2002) mencionan que podría ser rentable el tratamiento de vacas multíparas con quistes ováricos en el posparto temprano, mientras que para vacas de primer parto este tratamiento puede esperar para darles la oportunidad de que los quistes involucionen de manera espontánea.

Factores de manejo

Periodo voluntario de espera

El intervalo que transcurre desde el parto hasta que la vaca está apta para su primer servicio se llama periodo voluntario de espera (PVE). La duración de este intervalo depende de una decisión de manejo y varía de 40 a 70 días (Fricke, 2003).

Los eventos reproductivos más importantes durante el PVE son: el inicio de la lactancia, la involución uterina, la primera ovulación posparto y el reinicio de la ciclicidad reproductiva (Fricke, 2003). DeJarnette *et al.* (2007) reportaron que las principales razones para alterar el PVE, son el estado de salud posparto de la vaca (50%), la estación del año (18%), el nivel individual de producción de leche (18%), el número de parto (14%), y otras razones (14%).

La importancia de implementar un periodo voluntario de espera radica en brindarles a las vacas una oportunidad para que se recuperen completamente del parto y así poder alcanzar mayores tasas de concepción al primer servicio. Al respecto, Hillers *et al.* (1984) reportaron que la concepción fue menor

($p < 0.05$) para vacas con menos de 50 días al primer servicio (32%) que para vacas con más de 50 días al primer servicio (49 a 57%).

Detección de celo

La baja eficiencia para observar vacas en estro alarga la duración del intervalo del parto al primer servicio, incrementa los intervalos entre servicios y contribuye a prolongar el intervalo entre partos (Stevenson *et al.*, 1983; Wiltbank *et al.*, 2006). La eficiencia de detección de celo incluye: el nivel de detección y la exactitud de detección (Wattiaux, 2000).

La intensidad de la expresión del estro es afectada por las instalaciones, el tipo de piso, el nivel individual de producción de leche, la presencia de laminitis, las altas temperaturas, la nutrición y el número de compañeras que estén en estro simultáneamente (Roche, 2006).

Wiltbank *et al.* (2005) mencionan que la eficiencia en la detección de celos está relacionada con el número de observaciones diarias y con el nivel de producción de leche. De esta manera, se podría ajustar un programa visual de detección de celos agrupando a las vacas por nivel de producción. La sincronización de celos o de la ovulación incrementa la eficiencia en la detección de estros (Moore y Thatcher, 2006).

Tamaño del hato

Las vacas manejadas en sistemas de confinamiento y en hatos grandes incrementan el riesgo de infecciones uterinas y de la glándula mamaria, por tanto presentan una baja fertilidad (Lucy, 2001). Además, las prácticas rutinarias de manejo se hacen más difíciles de controlar, por ejemplo la observación de calores (Lozano *et al.*, 2005). Löf *et al.* (2007) reportaron que hatos grandes tuvieron intervalos del parto al primer servicio más cortos, pero mayor número de servicios que hatos pequeños. Sin embargo, los hatos pequeños tuvieron un mayor porcentaje de desechos atribuidos a problemas reproductivos que los hatos grandes.

Por otra parte, Nebel y McGilliard (1993) reportaron mejor comportamiento reproductivo en hatos grandes, no obstante, este resultado estuvo asociado a mejores prácticas de manejo.

Eficiencia del técnico inseminador

La eficiencia del técnico que insemina se mide generalmente por su habilidad para determinar el momento correcto para inseminar, para manejar el semen congelado de manera correcta y para depositar el semen descongelado en el lugar preciso (Everett y Bean, 1986; Wattiaux, 2000).

Fertilidad del toro

La fertilidad del toro se refiere a la calidad del semen utilizado para la IA (Fricke, 2003). En el caso de la inseminación artificial, la fertilidad del semen es afectada por la dilución, el procesado, almacenamiento y manejo, de la recolección hasta que se deposita en el útero de la vaca (Wattiaux, 2000). Por otra parte, Nadarajah *et al.* (1988) mencionan que la selección de toros para alta fertilidad representa una ventaja para la industria lechera, ya que sus hijas tendrán un comportamiento reproductivo superior.

Literatura citada

- Berman, A., Y. Folman, M. Kaim, M. Mamen, Z. Herz, D. Wolfenson, A. Arieli, and Y. Graber. 1985. Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a subtropical climate. *Journal of Dairy Science* 68: 1488-1495.
- Butler, W. R., and R. D. Smith. 1989. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 72: 767-783.
- Butler, W. R. 2000. Nutricional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reproduction Science* 60-61: 449-457.
- Coello G., W. E. 1979. Actividad reproductiva posparto e involución uterina en vacas Holstein Friesian. 1979. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 79 p.
- Collier, J. R., G. E. Dahl, and M. J. VanBaale. 2006. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 89: 1244-1253.
- DeJarnette, J. M., C. G. Sattler, C. E. Marshall, and R. I. Nebel. 2007. Voluntary waiting period management practices in dairy herds participating in a progeny test program. *Journal of Dairy Science* 90: 1073-1079.
- De Rensis, F., and R. J. Scaramuzzi. 2003. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow: a review. *Theriogenology* 60: 1139-1151.

- De Vries, A., C. Steenholdt, and C. A. Risco. 2005. Pregnancy rates and milk production in natural service and artificially inseminated dairy herds in Florida and Georgia. *Journal of Dairy Science* 88: 948-956.
- Dhaliwal, G. S., R. D. Murray, and H. Dobson. 1996. Effects of milk yield, and calving to first service interval, in determining herd fertility in dairy cows. *Animal Reproduction Science* 41: 109-117.
- El-Din.Zain, A., T. Nakao, M. Abdel Raouf, M. Moriyoshi, K. Kawata, and Y. Moritsu. 1995. Factors in the resumption of ovarian activity and uterine involution in postpartum dairy cows. *Animal Reproduction Science* 38: 203-214.
- Everett, R. W., and B. Bean. 1986. Semen fertility. An evaluation system for artificial insemination sires, technicians, herds, and systematic fixed effects. *Journal of Dairy Science* 69: 1630-1641.
- Fajardo P., J. 1979. Análisis de algunos factores fisiológicos y ambientales que afectan la eficiencia reproductiva en ganado Holstein. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo, México. 101 p.
- Farin, P. W., B. D. Sleenning, M. T. Correa, and J. H. Britt. 1994. Effects of calving season and milk yield on pregnancy risk and income in North Carolina Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 77: 1848-1855.
- Ferguson, J. D. and W. Chalupa. 1989. Impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows. In: Symposium: Interactions of nutrition and reproduction. *Journal of Dairy Science* 72: 746-766.

- Fourichon, C., H. Seegers and X. Malher. 2000. Effect of disease on reproduction in the dairy cow: a meta-analysis. *Theriogenology* 53: 1729-1759.
- Fonseca, F. A., J. H. Britt, B. T. McDaniel, J. C. Wilk, and A. H. Rakes. 1983. Reproductive traits of Holstein and Jerseys. Effects of age, milk yield, and clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrous cycles, detection of estrus, conception rate, and days open. *Journal of Dairy Science* 66: 1128-1147.
- Fricke, P. M., y R. D. Shaver. 2001. Manejando trastornos reproductivos en vacas lecheras. Disponible en: <http://babcock.cals.wisc.edu/publications/reproduction.lasso>. (Consultado el 04 de marzo de 2008).
- Fricke, P. M. 2003. Monitoring reproduction from the starting gate. Proceedings of the 6th Western Dairy Management Conference. March 12-14. Reno NV-77. Disponible en: [www.wdmc.org/2003/Monitoring %20Reproduction%20From%20the%20Starting%20Gate.pdf](http://www.wdmc.org/2003/Monitoring%20Reproduction%20From%20the%20Starting%20Gate.pdf). (Consultado el 10 de noviembre de 2007).
- Garbarino, E. J., J. A. Hernandez, J. K. Shearer, C. A. Risco, and W. W. Thatcher. 2004. Effect of lameness on ovarian activity in postpartum Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 87: 4123-4131.
- García, M., E., L. A. Quintela, M. J. Taboada, G. Alonso, B. Varela-Portas, C. Díaz, M. Barrio, J. J. Becerra, A. I. Peña y P. G. Herradón. 2003. Influencia de las metritis en los parámetros reproductivos en ganado vacuno de producción láctea. *Archivos de Zootecnia* 52: 409-412.

- García, M., E., L. A. Quintela, M. J. Taboada, G. Alonso, B. Varela-Portas, C. Díaz, M. Barrio, J. J. Becerra, A. I. Peña y P. G. Herradón. 2004. Factores de riesgo de la metritis en vacas lecheras: estudio retrospectivo en el NO de España. *Archivos de Zootecnia* 53: 383-386.
- García, I. I., F. López-Gatius, P. Santolaria, J. L. Yáñez, C. Nogareda, and M. López-Béjar. 2007. Factors affecting the fertility of high producing dairy herds in northeastern Spain. *Theriogenology* 67: 632-638.
- Garverick, H. A. 1997. Cystic ovaries in dairy cows. Disponible en: <http://babcock.cals.wisc.edu/publications/reproduction.lasso>. (Consultado el 04 de marzo de 2008).
- Gröhn, Y. T., and P. J. Rajala-Schultz. 2000. Epidemiology of reproductive performance in dairy cows. *Animal Reproduction Science* 60-61: 605-614.
- Grummer, R. R., and R. R. Rastani. 2004. Why reevaluate dry period length?. *Journal of Dairy Science* 87: (E. Suppl.): E77-E85.
- Hafez, E., S. E y B. Hafez. 2002. Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. Séptima Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana. México D.F. 519 p.
- Hamudikuwanda, H., H. N. Erb, and R. D. Smith. 1987. Effects of sixty-day milk yield on postpartum breeding performance in Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 70: 2355-2365.
- Hillers, K. J., P. L. Senger, R. L. Darlington, and W. N. Fleming. 1984. Effects of production, season, age of cow, days dry, and days in milk on conception to first service in large commercial dairy herds. *Journal of Dairy Science* 67: 861-867.

- Hurley, W. L., and R. M. Doane. 1989. Recent developments in the roles of vitamins and minerals in reproduction. *Journal of Dairy Science* 72: 784-804.
- Jara A., D., R. Rangel S., y J. G. García M. 2004. Efecto del nivel de producción de leche, número y estación de parto sobre el reinicio de la actividad ovárica posparto en vacas Holstein. *Revista Científica, FCV-LUZ XIV*: 548-558.
- Jordan, E. R. 2003. Effects of heat stress on reproduction. *Journal of Dairy Science* 86:(E. Suppl.): E104-E114.
- Kuhn, M. T., J. L. Hutchison, and H. D. Norman. 2005. Characterization of days dry for United States Holsteins. *Journal of Dairy Science* 88: 1147-1155.
- Löf, E., H. Gustafsson, and U. Emanuelson. 2007. Associations between herd characteristics and reproductive efficiency in dairy herds. *Journal of Dairy Science* 90: 4897-4907.
- López-Gatius, F., and M. López-Béjar. 2002. Reproductive performance of dairy cows with ovarian cysts after different GnRH and cloprostenol treatments. *Theriogenology* 58: 1337-1348.
- López-Gatius, F., P. Santolaria, J. Yáñez, M. Fenech, and M. López-Béjar. 2002. Risk factors for postpartum ovarian cysts and their spontaneous recovery or persistent in lactating dairy cows. *Theriogenology* 58: 1623-1632.
- López-Gatius, F., J. Yáñez, and D. Madriles-Helm. 2003. Effects of body condition score and score change on the reproductive performance of dairy cows: a meta-analysis. *Theriogenology* 59: 801-812.

- Lozano, R. R., C. G. Vásquez P., y E. González, P. 2005. Efecto del estrés calórico y su interacción con otras variables de manejo y productivas sobre la tasa de gestación de vacas lecheras en Aguascalientes, México. *Revista Veterinaria México* 36: 245-260.
- Lucy, M. C., C. R. Staples, W. W. Thatcher, P. S. Erickson, R. M. Cleale, J. L. Firkins, M. R. Murphy, J. H. Clark, and B. O. Brodie. 1992. Influence of diet composition, dry matter intake, milk production, and energy balance on time of postpartum ovulation and fertility in dairy cows. *Animal Production* 54: 323-331.
- Lucy, M. C. 2001. Reproductive loss in high producing dairy cattle: where will it end?. *Journal of Dairy Science* 84: 1277-1293.
- Lucy, M. C. 2003. Physiological mechanisms linking reproduction to nutrition in high-producing dairy cows. Disponible en: [http:// www. txanc. org/ proceedings. html](http://www.txanc.org/proceedings.html). (Consultado el 04 de marzo de 2008).
- Makuza, S. M., and B. T. McDaniel. 1996. Effects of days dry, previous days open, and current days open on milk yield of cows in Zimbabwe and North Carolina. *Journal of Dairy Science* 79: 702-709.
- Melendez, P., J. Bartolome, L. F. Archbald, and A. Donovan. 2003. The association between lameness, ovarian cysts and fertility in lactating dairy cows. *Theriogenology* 59: 927-937.
- Melendez, P., and P. Pinedo. 2007. The association between reproductive performance and milk yield in Chilean Holstein cattle. *Journal of Dairy Science* 90: 184-192.

- Menendez, B. A., and L. Dempfle. 1997. Genetic and environmental factors affecting some reproductive traits of Holstein cows in Cuba. *Genetics Selection Evolution* 29: 469-482.
- Miller, H. R., H. D. Norman, M. T. Kuhn, J. S. Clay, and J. L. Hutchison. 2007. Voluntary waiting period and adoption of synchronized breeding in dairy herd improvement herds. *Journal of Dairy Science* 90: 1594-1606.
- Moore, K. and W. W. Thatcher. 2006. Major advances associated with reproduction in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 89: 1254-1266.
- Moreira, F., C. Risco, M. F. A. Pires, J. D. Ambrose, M. Drost, M. DeLorenzo, and W. W. Thatcher. 2000. Effect of body condition on reproductive efficiency of lactating dairy cows receiving a timed insemination. *Theriogenology* 53: 1305-1319.
- Nadarajah, K., E. B. Burnside, and L. R. Schaeffer. 1988. Genetics parameters for fertility of dairy bulls. *Journal of Dairy Science* 71: 2730-2734.
- Nebel, R. L., and M. L. McGilliard. 1993. Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 76: 3257-3268.
- Oltenacu, P. A., T. R. Rounsaville, R. A. Milligan, and R. L. Hintz. 1980. Relationship between days open and cumulative milk yield at various intervals from parturition for high and low producing cows. *Journal of Dairy Science* 63: 1317-1327.
- Opsomer, G., Y. T. Gröhn, J. Hertl, M. Cryn, H. Deluyker, and A. de Kruif. 2000. Risk factors for postpartum ovarian dysfunction in high producing dairy cows in Belgium: A field study. *Theriogenology* 53: 841-857.

- Oseni, S., I. Misztal, S. Tsuruta, and R. Rekaya. 2003. Seasonality of days open in U.S. Holsteins. *Journal of Dairy Science* 86: 3718-3725.
- Patton, J., D. A. Kenny, S. McNamara, J. F. Mee, F. P. O'Mara, M. G. Diskin, and J. J. Murphy. 2007. Relationships among milk production, energy balance, plasma analytes, and reproduction in Holstein-Friesian cows. *Journal of Dairy Science* 90: 649-658.
- Rajala, P. J., and Y. T. Gröhn, 1998. Effects of dystocia, retained placenta, and metritis on milk yield in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 81: 3172-3181.
- Roche, J. F. 2006. The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. *Animal Reproduction Science* 96: 282-296.
- Romero M., C. 2005. Evaluación de algunas estrategias para mejorar el comportamiento reproductivo y productivo de vacas Holstein. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo, México. 133 p.
- Sakaguchi, M., Y. Sasamoto, T. Suzuki, Y. Takahashi, and Y. Yamada. 2004. Postpartum ovarian follicular dynamics and estrous activity in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 87: 2114-2121.
- Santos, J. E. P., R. L. A. Cerri, M. A. Ballou, G. E. Higginbotham, and J. H. Kirk. 2004. Effect of timing of first clinical mastitis occurrence on lactational and reproductive performance of Holstein dairy cows. *Animal Reproduction Science* 80: 31-45.
- Silva, H. M., C. J. Wilcox, W. W. Thatcher, R. B. Becker, and D. Morse. 1992. Factors affecting days open, gestation length, and calving interval in Florida dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 75: 288-293.

- Shrestha, H. K., T. Nakao, T. Suzuki, M. Akita, and T. Higaki. 2005. Relationships between body condition score, body weight, and some nutritional parameters in plasma and resumption of ovarian cyclicity postpartum during pre-service period in high-producing dairy cows in a subtropical region in Japan. *Theriogenology* 64: 855-866.
- Slama, H., M. E. Wells, G. D. Adams, and R. D. Morrison. 1976. Factors affecting calving interval in dairy herds. *Journal of Dairy Science* 59: 1334-1339.
- Stahl, T. J., B. J. Conlin, A. J. Seykora, and G. R. Steuernagel. 1999. Characteristics of Minnesota dairy farms that significantly increased milk production from 1989-1993. *Journal of Dairy Science* 82: 45-51.
- Stevenson, J. S., M. K. Schmidt, and E. P. Call. 1983. Factors affecting reproductive performance of dairy cows first inseminated after five weeks postpartum. *Journal of Dairy Science* 66: 1148-1154.
- Swanson, L. V. 1989. Discussion-Interactions of nutrition and reproduction. *Journal of Dairy Science* 72: 805-814.
- Thatcher W. W. 1974. Effects of season, climate, and temperature on reproduction and lactation. *Journal of Dairy Science* 57: 360-368.
- Washburn, S. P., W. J. Silvia, C. H. Brown, B.T. McDaniel, and A.J. McAllister. 2002. Trends in reproductive performance in southeastern Holstein and Jersey DHI Herds. *Journal of Dairy Science* 85: 244-251.
- Wathes, D. C., M. Fenwick, Z. Cheng, N. Bourne, S. Llewellyn, D. G. Morris, D. Kenny, J. Murphy, and R. Fitzpatrick. 2007. Influence of negative energy balance on cyclicity and fertility in the high producing dairy cow. *Theriogenology* 68S: S232-S241.

- Wattiaux, M. A. 2000. Manejo de la eficiencia reproductiva. Disponible en: <http://babcock.cals.wisc.edu/publications/reproduction.lasso>. (Consultado el 04 de marzo de 2008).
- West, J. W. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 86: 2131-2144.
- Wiltbank, M. H. Lopez, R. Sartori, S. Sangsritavong, and A. Gümen. 2002. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Theriogenology* 65: 17-29.
- Wiltbank, M., H. Lopez, R. Sartori, and A. Gümen. 2005. The underlying physiology changing reproduction in lactating dairy cows. Mid-South Ruminant Nutrition Conference. Disponible en: <http://www.txanc.org/proceedings.html>. (Consultado el 04 de marzo de 2008).
- Wiltbank, M., H. Lopez, R. Sartori, S. Sangsritavong, and A. Gümen. 2006. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Theriogenology* 65: 17-29.
- Yaser, M. Al Katanani, D. W. Webb, and P. J. Hansen. 1999. Factors affecting seasonal variation in 90-day nonreturn rate to first service in lactating Holstein cows in a hot climate. *Journal of Dairy Science* 82: 2611-2616.
- Zurek, E., G. R. Foxcroft, and J. J. Kennelly. 1995. Metabolic status and interval to first ovulation in postpartum dairy cows. *Journal of Dairy Science* 78: 1909-1920.

CAPÍTULO III

**FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN LOS DÍAS AL
PRIMER SERVICIO POSPARTO Y LOS DÍAS ABIERTOS DE
VACAS HOLSTEIN EN CONFINAMIENTO**

**ENVIRONMENTAL FACTORS AFFECTING DAYS TO FIRST
POSTPARTUM SERVICE AND DAYS OPEN OF CONFINED
HOLSTEIN COWS**

González Ortiz Benigna¹

García Muñiz José Guadalupe¹

Núñez Domínguez Rafael¹

Rangel Santos Raymundo¹

Ramírez Valverde Rodolfo¹

Urban Ruiz Raúl Rafael²

¹Posgrado en Producción Animal, Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco, 56230, Chapingo, Estado de México, México.

²División de Estudios de Posgrado, Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México.

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto de factores ambientales sobre los días al primer servicio posparto ($n = 2607$) y los días abiertos ($n = 2537$), de vacas Holstein manejadas en un sistema intensivo en confinamiento total en el centro de México. La información provino de los registros reproductivos de un hato comercial y se analizó utilizando procedimientos de sobrevivencia. Los efectos ambientales de año, número y estación de parto, así como la estación del año en la que ocurrió el servicio efectivo, afectaron ($p < 0.05$) las variables reproductivas evaluadas. A través de los años, las medianas de días al primer servicio posparto y días abiertos, se incrementaron en 7 y 81 días del 2004 al 2007, respectivamente. Las vacas de primer parto recibieron su primer servicio 6, 4 ó 3 días más tarde que las de segundo, tercer y cuarto o más partos, aunque presentaron 5, 7 ó 10 días abiertos menos que las de segundo, tercero y cuarto o más partos, respectivamente. Las vacas que parieron en verano recibieron 10, 7 ó 12 días más tarde su primer servicio que aquellas que parieron en primavera, otoño o invierno, respectivamente. Las vacas que parieron en verano presentaron 31 días abiertos más que las que parieron en primavera y otoño, y 34.5 días más que las que parieron en invierno. A través de los años ha declinado el comportamiento reproductivo del hato estudiado; las vacas de primer parto fueron el grupo más fértil, las vacas que parieron en verano presentaron periodos más amplios de días al primer servicio y días abiertos. Los resultados sugieren reducir la presencia de partos en verano para mejorar el comportamiento reproductivo del hato estudiado.

Palabras clave: Holstein, factores ambientales, días al primer servicio, días abiertos.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of environmental factors on days to first postpartum service ($n = 2607$) and days open ($n = 2537$) of Holstein cows on a confined system in México. The data came from the reproductive records of a commercial dairy herd and were analyzed using survival techniques. The environmental effects of year, number and calving season, as well as the season of the year in which the effective service occurred, affected both traits ($p < 0.05$). Across years the medians of days to first service and days open increased 7 and 81 days from 2004 to 2007, respectively. First calving cows received their first postpartum service 6, 4, or 3 days later than those of second, third and fourth or more calvings, respectively; however, they showed 5, 7 or 10 less days open than those of second, third and fourth or more calvings, respectively. Cows calving in summer received their first service 10, 7 or 12 days later than those calving in spring, autumn or winter, respectively. Cows calving in summer had 31 more days open than those calving in spring and autumn, and 34.5 more days open than those calving in winter. The reproductive performance of the herd studied has declined across the years; first calving cows were the highest fertility group. Cows calving in summer showed both longer days to first service and longer days open. The results suggest reducing the incidence of cows calving during summer to improve the overall reproductive performance of the herd studied.

Key words: Holstein, environmental factors, days to first service, days open.

INTRODUCCIÓN

La reproducción es una de las facetas más importantes que determinan la rentabilidad de las explotaciones de bovinos lecheros. Los días al primer servicio posparto y los días abiertos son ejemplos de parámetros que miden la eficiencia reproductiva, los cuales pueden ser afectados por muchos factores.

Los días al primer servicio posparto están en función del periodo voluntario de espera (PVE); la duración de este intervalo depende de una decisión de manejo y su variación refleja el manejo de la reproducción en el posparto temprano. Los eventos reproductivos más importantes que ocurren durante el PVE son el inicio de la lactancia, la involución uterina, la presentación de la primera ovulación posparto y el reinicio de los ciclos reproductivos (Fricke, 2003). Al respecto, DeJarnette *et al.* (2007) reportaron que las principales razones para alterar el PVE de la vaca son la salud posparto (50%), la estación de parto (18%), el nivel de producción de leche de la vaca (18%), el número de parto (14%), y otras razones (14%).

Los días abiertos están en función de los días al primer servicio posparto y de la tasa de concepción al primer servicio. Su importancia radica en las pérdidas económicas ocasionadas por la disminución en la producción diaria de leche de vacas con periodos abiertos prolongados. Holmann *et al.* (1984) mencionan que cuando los días abiertos se incrementan de 120 a 180 días, hay una pérdida de 0.04 a 0.23 dólares por día abierto por vaca. En una revisión hecha por los mismos autores (Holmann *et al.*, 1984) encontraron que los costos a partir de 85 días abiertos fueron de 0.50 a 2.00 dólares por vaca por día abierto.

Las variables días al primer servicio posparto y días abiertos, son afectadas por factores ambientales como el año, el número y la estación de parto, así como la estación de servicio efectivo (Collier *et al.*, 2006). Los registros productivos y reproductivos de animales individuales, contienen información que permite evaluar el efecto de estos factores ambientales en el comportamiento reproductivo del hato. Los resultados de este tipo de análisis, se pueden utilizar

para diseñar estrategias de manejo que permitan disminuir su impacto negativo. Con base en lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de factores ambientales, sobre los días al primer servicio y días abiertos de vacas Holstein manejadas en un sistema intensivo en confinamiento total en el centro de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Origen y descripción de la información

La información utilizada provino de un rancho comercial ubicado en Texcoco, Estado de México. El sitio se localiza a 19° 31' latitud norte y a 98° 53' longitud oeste, a una altitud de 2,353 m. De acuerdo con García (1981), el clima es del tipo C(w₁) (w)b(i')g, que corresponde a templado con lluvias en verano, temperatura media anual de 15.9 °C y una precipitación anual promedio de 710.3 mm.

El rancho cuenta con alrededor de 1200 vacas adultas, que se manejan en el sistema de lechería especializada. El programa de manejo reproductivo y sanitario, incluye la revisión semanal de vacas recién paridas, vacas en anestro y con desórdenes reproductivos, vacas para diagnóstico de gestación, y vacas para secado. La información se registra en una libreta de campo para su posterior captura en tarjetas individuales.

La información de las tarjetas individuales de vacas vigentes se capturó en el software Bovisoft®, diseñado específicamente para el manejo y administración de explotaciones de bovinos. Para la captura de la información utilizada en este estudio se utilizó la ventana de control reproductivo. El reporte generado en esta ventana presenta información de cada vaca, como fecha de nacimiento, número de parto, fecha de parto, fecha de secado, duración de la lactancia, calidad de leche, edad al parto, días de gestación, servicios por concepción, días al primer servicio, días abiertos, período seco, intervalo entre partos, así

como la información de animales en crecimiento que corresponden a los hijos de las vacas registradas (ver Apéndice). Una vez generados los reportes respectivos, éstos se exportaron al programa Microsoft Excel® para generar la base de datos y proceder a su análisis.

Animales y manejo

La alimentación de las vacas varía de acuerdo con su etapa productiva. A continuación se describen las prácticas de alimentación y de manejo comunes en el rancho. Las vacas en periodo seco reciben una dieta compuesta por ensilado de maíz, salvado de trigo, maíz rolado y sales minerales. A este grupo también se les proporciona el alimento que queda como desperdicio de las vacas en producción. Las vacas secas próximas al parto se trasladan a otro corral en el cual continúan recibiendo la misma dieta pero sin el desperdicio del grupo de vacas en producción. Después de tres días de paridas, las vacas se trasladan al corral de vacas frescas donde reciben una dieta compuesta por sorgo rolado, semilla de algodón, germen de maíz, salvado de trigo, bicarbonato de sodio, grasa de sobrepaso (Megaengorda®), sales minerales, ensilado de maíz, alfalfa achicalada, alfalfa verde, pasta de canola, rastrojo de maíz y/o cebada, bagazo de cebada de la industria cervecera, cáscara y pasta de soya.

Una vez que este grupo de vacas completan su involución uterina, se trasladan a los corrales de las vacas en producción, donde reciben una dieta compuesta de los mismos ingredientes que la dieta de las vacas frescas más pulpa de cítrico.

Las vacas ingresan a la sala de ordeña tres días después del parto. La ordeña es mecánica y se realiza dos veces al día en una sala tipo espina de pescado. Para los casos en los que una vaca no baja la leche se utiliza oxitocina vía intramuscular, diluida al 80% con suero salino fisiológico.

En el rancho en estudio, se lleva a cabo la crianza artificial de las becerras que se destinarán como futuros reemplazos. Cuando las becerras alcanzan una edad promedio de ocho meses o cuando por falta de espacio es necesario su

traslado, estos animales se reubican en dos propiedades pertenecientes al mismo rancho.

El manejo reproductivo para el caso de las vaquillas es de la siguiente manera: la mitad de ellas se sirve por primera vez con inseminación artificial y el resto con monta natural. Cuando estos animales están próximos al parto se trasladan nuevamente a las instalaciones del rancho en estudio. Los servicios posteriores al primer parto se llevan a cabo con inseminación artificial, siguiendo la regla de inseminar las vacas a celo detectado. Los servicios se realizan por la mañana si la vaca fue detectada en celo por la tarde, y por la tarde si fue detectada en celo por la mañana.

El monitoreo del estado reproductivo del hato se realiza tres días a la semana: los martes se revisan y se da tratamiento a las vacas recién paridas y a aquéllas que presentan infecciones uterinas, los miércoles se revisan las vacas con problemas de anestro; los jueves se realizan diagnósticos de gestación y se confirma la gestación de las vacas que inician su periodo seco. Además, los viernes se hace una revisión a las vacas en periodo seco para detectar problemas de mastitis. Cada uno de estos eventos se registra en la libreta de campo para su posterior captura en las tarjetas individuales.

Variables de respuesta

En el software Bovisoft® se registraron las fechas de parto o aborto, secado, inseminación artificial o monta natural y diagnóstico de gestación, para cada una de las vacas. A partir de esta información el software generó para cada vaca en cada lactancia las variables número de parto, días al primer servicio posparto, días abiertos, número de servicios por concepción, intervalo entre partos, duración de la gestación, duración de la lactancia y duración del período seco.

A partir de las fechas de parto se generaron las variables año y estación de parto. Se consideraron las cuatro estaciones del año. A partir de la fecha de parto y la duración de la gestación, se obtuvo la fecha en que ocurrió el servicio

fértil; con estas fechas se determinó la estación del año en que ocurrió el servicio efectivo.

Estructura y edición de la base de datos

La base de datos general se constituyó de los registros reproductivos de 1,128 vacas de la raza Holstein de una a nueve lactancias, para un total de 2,607 partos ocurridos en el periodo de 1998 a 2007. Posteriormente, de acuerdo con Menendez y Dempfle (1997) se procedió a editar la base de datos. En la edición de éstos, los años de parto iguales o mayores a 1998, y menores a 2004, se consideraron dentro del año 2004. Los números de parto iguales o mayores a cinco y menores a nueve, se consideraron en el número de parto cuatro. Se descartaron los datos de las variables siguientes: duración de gestación menor o igual a 260 y mayor a 295 días, días abiertos menores o iguales a 20 y mayores o iguales a 450.

La presencia de 'censura' en los datos, ocurrió cuando al final de la captura de la información de campo una vaca no tenía un primer servicio registrado después de su último parto, o bien, cuando ésta no presentaba un diagnóstico de gestación positivo. En esos casos, la fecha de último registro de la información se tomó como fecha de cierre y ésta se utilizó para calcular los días al primer servicio posparto o los días abiertos de las vacas que no registraron estos eventos. A estos registros se les adicionó una variable indicadora para marcarlos como registros censurados.

Tomando en cuenta los criterios utilizados para la edición de la base de datos general, la estructura de la base de datos editada para el análisis de los días al primer servicio posparto y los días abiertos se muestra en el Cuadro 4. El número total de observaciones para las variables días al primer servicio posparto y días abiertos fue 2607 y 2537, respectivamente. El porcentaje total de censura para cada uno de los efectos analizados fue 8.6 y 21.4, para días al primer servicio posparto y días abiertos, respectivamente.

Cuadro 4. Número de observaciones en la base de datos para analizar el efecto de algunos factores ambientales sobre los días al primer servicio posparto y los días abiertos de vacas Holstein en confinamiento.

Efecto	Días al primer servicio posparto				Días abiertos			
	Total	Censura		%	Total	Censura		%
		Con	Sin	Censura		Con	Sin	Censura
Año de parto								
2004	436	436	0	0.0	434	434	0	0.0
2005	464	464	0	0.0	454	454	0	0.0
2006	773	752	21	2.7	743	696	47	6.3
2007	934	731	203	21.7	906	411	495	54.6
Número de parto								
1	1122	1083	39	3.5	1101	960	141	12.8
2	742	676	66	8.9	722	559	163	22.6
3	417	355	62	14.9	403	277	126	31.3
4+	326	269	57	17.5	311	199	112	36.0
Estación de parto								
Primavera	637	611	26	4.1	626	535	91	14.5
Verano	588	528	60	10.2	568	404	164	28.9
Otoño	680	568	112	16.5	659	466	193	29.3
Invierno	702	676	26	3.7	684	590	94	13.7
Estación de servicio efectivo								
Primavera	730	697	33	4.5	713	602	111	15.6
Verano	637	608	29	4.6	625	532	93	14.9
Otoño	552	494	58	10.5	535	379	156	29.2
Invierno	688	584	104	15.1	664	482	182	27.4

Análisis estadístico

Los días al primer servicio posparto y los días abiertos corresponden a variables del tipo 'evento-tiempo'. Es decir, éstas comprenden el tiempo que transcurre hasta la ocurrencia de un evento. En este caso, los días que transcurrieron desde el parto hasta la ocurrencia de la primera inseminación o la ocurrencia de la gestación que terminó en un parto, respectivamente. Debido a la presencia de observaciones 'censuradas' en la base de datos se utilizó el procedimiento LIFETEST de SAS (SAS, 2001). Tanto para los días al primer servicio posparto

como para los días abiertos se obtuvieron curvas de sobrevivencia, utilizando como estratos los efectos ambientales evaluados, como año de parto (2004, 2005, 2006, 2007), número de parto (1, 2, 3, 4+), y estación de parto y de servicio efectivo (primavera, verano, otoño, invierno). El procedimiento LIFETEST de SAS se ajustó mediante el método de Kaplan-Meier (opción METHOD=KM en el enunciado PROC), para obtener la mediana de la distribución de la función de sobrevivencia para cada uno de los estratos correspondientes a la variable independiente siendo modelada. Además, se ajustó la opción PLOT para obtener las gráficas de la función de sobrevivencia (S). La significancia de las diferencias entre los estratos formados por las categorías de las variables explicativas, se evaluaron con las pruebas de hipótesis LOG RANK y WILCOXON.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de algunos factores ambientales sobre los días al primer servicio posparto y días abiertos se presentan en el Cuadro 5 y se discuten a continuación.

Año de parto

El año de parto afectó ($p < 0.05$) los días al primer servicio posparto y los días abiertos. A través de los años, las medianas de días al primer servicio posparto y días abiertos, se incrementaron en 7 y 81 días del 2004 al 2007, respectivamente (Cuadro 5). Los resultados obtenidos son diferentes a los reportados por Miller *et al.* (2007), quienes observaron una declinación de 6.5 días al primer servicio posparto, para vacas Holstein paridas en los años de 1996 a 2004. Sin embargo, diversos estudios reportan un incremento en los intervalos parto primer servicio y parto concepción a través de los años (Silva *et al.*, 1992; Washburn *et al.*, 2002; Melendez y Pinedo, 2007).

Cuadro 5. Efecto de algunos factores ambientales sobre los días al primer servicio posparto y días abiertos de vacas Holstein en confinamiento.

Efecto	Días al primer servicio				Días abiertos			
	Mediana	IC al 95% ¹	Nivel de significancia ²		Mediana	IC al 95% ¹	Nivel de significancia ²	
			W	L-R			W	L-R
Año de parto								
2004	52	50-54			83	79-91		
2005	54.5	52-57	<.0001	<.0001	96.5	91-103	<.0001	<.0001
2006	59	56-61			98	93-105		
2007	59	56-62			164	144-182		
Número de parto								
1	59	57-62			102	96-108		
2	53	51-55	0.0003	0.003	107	100-116	0.047	0.001
3	55	52-58			114	101-123		
4+	56	53-61			117	108-131		
Estación de parto								
Primavera	54	52-57			101	93-112		
Verano	64	60-68	<.0001	<.0001	132	119-141	<.0001	0.041
Otoño	57	54-60			101	96-109		
Invierno	53	51-56			97.5	91-105		
Estación de servicio efectivo								
Primavera	52	50-55			98	90-105		
Verano	56	53-58	<.0001	<.0001	101	93-111	<.0001	0.026
Otoño	63	59-67			132	117-141		
Invierno	58	55-61			103	97-112		

¹IC al 95% = intervalo de confianza al 95%.

²W = Wilcoxon, L-R = Log-Rank.

El efecto de año de parto sobre el comportamiento reproductivo es difícil de explicar, ya que son varios los factores (por ejemplo, clima, manejo, alimentación) que intervienen en un mismo hato a través del tiempo.

Número de parto

El número de parto afectó ($p < 0.05$) los días al primer servicio posparto y los días abiertos. Las vacas de primer parto recibieron su primer servicio 6, 4 y 3 días más tarde que las de segundo, tercer y cuarto o más partos, respectivamente (Cuadro 5). Este resultado concuerda con Miller *et al.* (2007),

quienes reportaron que las vacas de primer parto, tanto de las razas Holstein como Jersey, fueron servidas más tarde que las vacas de segundo parto. La diferencia fue más grande para Jersey (3.7 días) que para Holstein (2.1 días). Estos resultados se deben a que las vacas de primer parto aún se encuentran en crecimiento, de tal manera que gran parte de la energía que consumen la destinan para esta actividad, además de la de lactación (Stahl *et al.*, 1999).

No obstante, en el presente estudio las vacas de primer parto presentaron 5, 7 ó 10 días abiertos menos que las de segundo, tercer y cuarto o más partos, respectivamente (Cuadro 5). Resultados similares publicaron Stevenson *et al.* (1983), quienes observaron días abiertos extendidos para vacas mayores de 60 meses de edad. Esto puede deberse a que las vacas de dos o más partos se encuentran en un mayor riesgo de presentar desórdenes reproductivos, como quistes ováricos (López-Gatius y López-Béjar, 2002) y retención de placenta (Gröhn y Rajala-Schultz, 2000).

Estación de parto

La estación de parto afectó ($p < 0.05$) los días al primer servicio posparto y los días abiertos. En las Figuras 3 y 4 se presentan las curvas de sobrevivencia por estación de parto, para las variables días al primer servicio posparto y días abiertos. Las vacas que parieron en verano recibieron su primer servicio más tarde que aquellas que parieron en cualquiera de las otras estaciones (10, 7 ó 12 días más tarde que las que parieron en primavera, otoño o invierno, respectivamente; Cuadro 5). En consecuencia, las vacas que parieron en verano presentaron más días abiertos que aquéllas que parieron en cualquiera de las otras estaciones (31 días más que las que parieron en primavera u otoño y 34.5 días más que las que parieron en invierno).

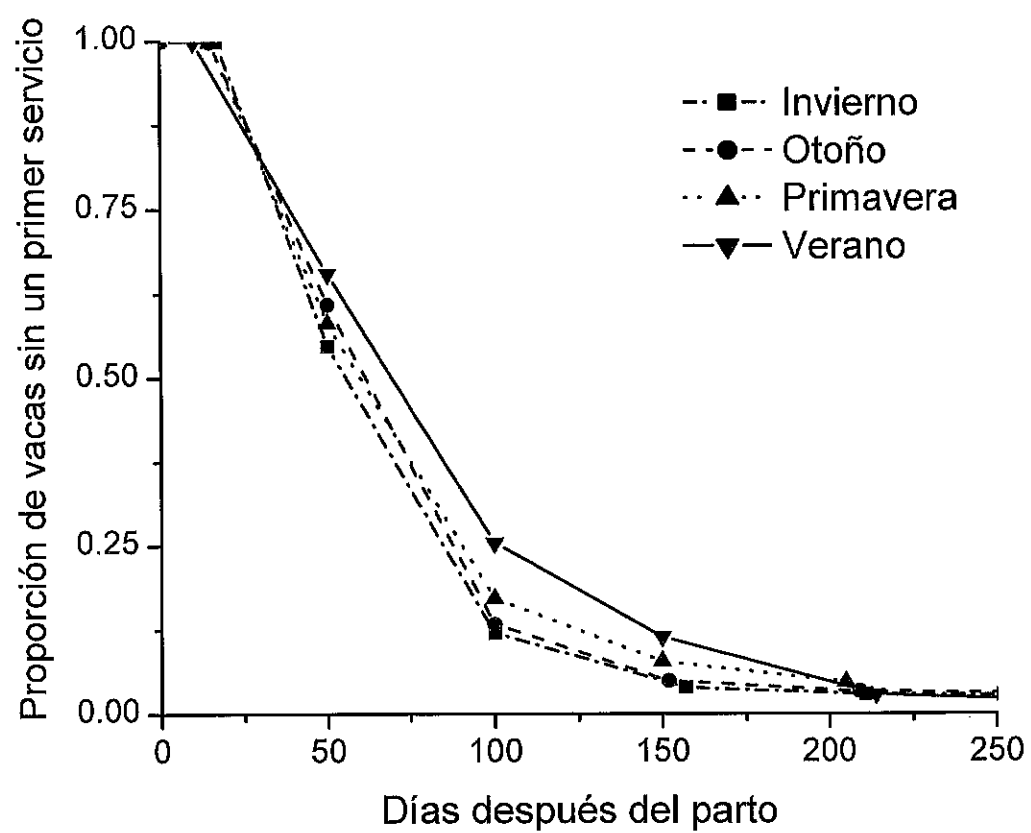


Figura 3. Curvas de sobrevivencia para días al primer servicio posparto por estación de parto.

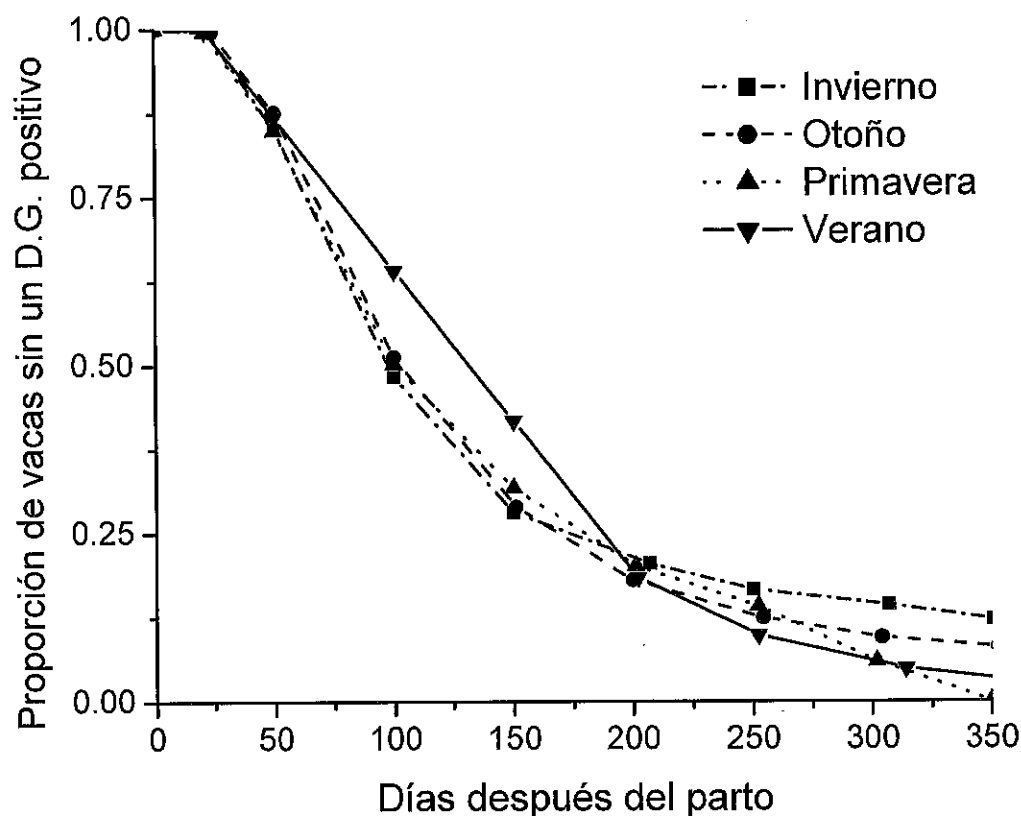


Figura 4. Curvas de sobrevivencia para días abiertos por estación de parto.

En un estudio realizado en Chile con diferentes sistemas de alojamiento de las vacas, Melendez y Pinedo (2007) reportaron medias para días al primer servicio posparto de 85.3, 86.0, 87.5 ó 89.1 días para verano (diciembre-febrero), otoño (marzo-mayo), invierno (junio-agosto) o primavera (septiembre-noviembre), respectivamente. En este estudio, las vacas que parieron en verano (recibieron su primer servicio en menos tiempo que las paridas en las otras estaciones. En E.E.U.U. Silvia *et al.* (2002) y Miller *et al.* (2007) reportaron que el número de días al primer servicio posparto fue mayor en vacas que parieron en primavera y menor en aquéllas que parieron en invierno. Asimismo, Silva *et al.* (1992) observaron un efecto negativo del estrés calórico que se reflejó en 12 días abiertos más cuando los partos se presentaron en climas cálidos. Los autores

sugieren que existe un retraso en la ocurrencia del primer estro posparto en las vacas durante la estación cálida, así como en la tasa de concepción. Por otra parte, Makuza y McDaniel (1996) publicaron en un estudio realizado en Carolina del Norte, que las vacas que parieron durante la primavera se abrieron hasta el otoño, debido al estrés calórico sufrido durante el verano.

Los resultados anteriores pueden deberse a que las vacas que paren en verano bajo estrés calórico, reducen la duración y la intensidad del estro, alteran el desarrollo folicular y deterioran el desarrollo embrionario (Jordan, 2003). Para el hato en estudio, el estrés sufrido por los animales durante el verano se debe principalmente al mal estado de los corrales, debido a las lluvias intensas de la estación. Esto, aunado a las condiciones de confinamiento total y a drenajes inadecuados, explican en parte el hecho de que las vacas paridas en verano reciban más tarde su primer servicio posparto y presenten días abiertos más prolongados. Las lluvias y las altas temperaturas empeoran las condiciones de alojamiento, provocando posiblemente un incremento en la incidencia de infecciones uterinas, mastitis y problemas de patas, disminuyendo la eficiencia reproductiva general del hato. En los Estados Unidos de América, la variación de días abiertos entre meses de parto se debe a que en algunas explotaciones se pospone el manejo reproductivo durante la estación de calor o a una disminución en la fertilidad como resultado del estrés calórico (Oseni *et al.*, 2003).

Estación de servicio efectivo

La estación de servicio efectivo afectó ($p < 0.05$) los días al primer servicio posparto y los días abiertos. Hillers *et al.* (1984) no observaron diferencias ($p > 0.05$) en el porcentaje de concepción entre los meses de servicio, aunque sí hubo diferencias significativas entre meses para el intervalo a primer servicio de vacas servidas durante cada mes, las cuales fluctuaron en un rango de 71 a 76 días.

En el presente estudio la estación de servicio efectivo que tuvo un mayor efecto sobre los días al primer servicio posparto fue otoño. Las vacas que recibieron su servicio efectivo en otoño, lo hicieron con un periodo más amplio de días al primer servicio posparto (11, 7 ó 5 días más que las que recibieron su servicio efectivo en primavera, verano o invierno, respectivamente; Cuadro 5). Esto pudo deberse al estrés causado en el verano, tanto por las lluvias como por el aumento en la temperatura, del cual las vacas aún no alcanzan a recuperarse en el otoño.

Por otra parte, las vacas que recibieron su servicio efectivo en otoño lo hicieron con más días abiertos (34, 31 ó 29 días más que durante primavera, verano o invierno, respectivamente; Cuadro 5). Collier *et al.* (2006) mencionan que la razón de la disminución de la fertilidad de vacas lecheras durante los meses frescos de otoño, puede deberse a que en los meses de verano la dinámica folicular se altera por el estrés calórico, y la calidad de los ovocitos se reduce debido a que el intervalo de estrés calórico se extiende aún después de que la estación ha concluido. Aunado a lo anterior, y a los problemas de alojamiento de los animales, en verano se reduce la incidencia de celos; además los problemas sanitarios de la explotación en estudio se acentúan, ya que durante esta época las vacas se trasladan a corrales más pequeños que cuentan con comederos techados; sin embargo, el espacio por vaca en estos corrales es reducido, ocasionando una alta acumulación de estiércol, lo que posiblemente reduce la manifestación de signos de celo e incrementa la incidencia de mastitis, metritis y problemas de patas, principalmente.

CONCLUSIONES

Los factores ambientales año de parto, número de parto, estación de parto y estación de servicio efectivo afectaron los días al primer servicio posparto y los días abiertos de vacas Holstein en el rancho analizado. El comportamiento reproductivo del hato ha declinado a través de los años. Las vacas de primer parto recibieron su primer servicio más tarde que las vacas de dos o más partos, sin embargo, fueron el grupo más fértil. Las vacas que parieron en verano presentaron periodos más amplios de días al primer servicio y días abiertos.

IMPLICACIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio sugieren implementar estrategias de manejo que eviten el estrés ocasionado a las vacas cuando éstas paren durante los meses de verano, ya que es durante esta estación de parto cuando se presenta el peor comportamiento reproductivo. Se sugiere como una alternativa de manejo para este hato en particular, reducir las inseminaciones a las vacas en otoño para reducir los partos en verano, ya que el efecto de la humedad y la temperatura aunadas a las condiciones de confinamiento empeoran el estado general de salud y reproductivo de los animales.

Literatura citada

- Collier, J. R., G. E. Dahl, and M. J. VanBaale. 2006. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 89: 1244-1253.
- DeJarnette, J. M., C. G. Sattler, C. E. Marshall, and R. L. Nebel. 2007. Voluntary waiting period management practices in dairy herds participating in a progeny test program. *Journal of Dairy Science* 90: 1073-1079.
- Fricke, M. P. 2003. Monitoring reproduction from the starting gate. Proceedings of the 6th Western Dairy Management Conference. March 12-14. Reno NV-77. Disponible en: www.wdmc.org/2003/Monitoring%20Reproduction%20From%20the%20Starting%20Gate.pdf. (Consultado el 10 de noviembre de 2007).
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema climático de Koppen. Instituto de Geografía de la UNAM. México. 252 p.
- Gröhn, Y. T., and P. J. Rajala-Schultz. 2000. Epidemiology of reproductive performance in dairy cows. *Animal Reproduction Science* 60-61: 605-614.
- Hamudikuwanda, H., H. N. Erb, and R. D. Smith. 1987. Effects of sixty-day milk yield on postpartum breeding performance in Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 70: 2355-2365.

- Hillers, K. J., P. L. Senger, R. L. Darlington, and W. N. Fleming. 1984. Effects of production, season, age of cow, days dry, and days in milk on conception to first service in large commercial dairy herds. *Journal of Dairy Science* 67: 861-867.
- Holmann, F. J., C. R. Shumway, R. W. Blake, R. B. Schwart, and E. M. Sudweeks. 1984. Economic value of days open for Holstein cows of alternative milk yields with varying calving intervals. *Journal of Dairy Science* 67: 636-643.
- Jordan, E. R. 2003. Effects of heat stress on reproduction. *Journal of Dairy Science* 86: (E. Suppl.): E104-E114.
- López-Gatius F., and M. López-Béjar. 2002. Reproductive performance of dairy cows with ovarian cysts after different GnRH and cloprostenol treatments. *Theriogenology* 58: 1337-1348.
- Lozano, R. R., C. G. Vásquez P., y E. González P. 2005. Efecto del estrés calórico y su interacción con otras variables de manejo y productivas sobre la tasa de gestación de vacas lecheras en Aguascalientes, México. *Revista Veterinaria México* 36: 245-260.
- Lucy, M. C. 2001. Reproductive loss in high producing dairy cattle: where will it end?. *Journal of Dairy Science* 84: 1277-1293.
- Makuza, S. M., and B. T. McDaniel. 1996. Effects of days dry, previous days open, and current days open on milk yield of cows in Zimbabwe and North Carolina. *Journal of Dairy Science* 79: 702-709.

- Melendez, P., and P. Pinedo. 2007. The association between reproductive performance and milk yield in Chilean Holstein cattle. *Journal of Dairy Science* 90: 184-192.
- Menendez, B., A., and L. Dempfle. 1997. Genetic and environmental factors affecting some reproductive traits of Holstein cows in Cuba. *Genetics Selection Evolution* 29: 469-482.
- Miller, H. R., H. D. Norman, M. T. Kuhn, J. S. Clay, and J. L. Hutchison. 2007. Voluntary waiting period and adoption of synchronized breeding in dairy herd improvement herds. *Journal of Dairy Science* 90: 1594-1606.
- Moore, K., and W. W. Thatcher. 2006. Major advances associated with reproduction in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 89: 1254-1266.
- Oseni, S., I. Misztal, S. Tsuruta, and R. Rekaya. 2003. Seasonality of days open in U.S. Holsteins. *Journal of Dairy Science* 86: 3718-3725.
- SAS. 2001. S. A. S. User's guide: Statistics 8th ed. SAS institute Inc., Cary, N.C. USA.
- SAS. 1989. SAS/STAT User's guide (release 6.04) SAS Inst. Inc., Cary, N.C.
- Silva, H. M., C. J. Wilcox, W. W. Thatcher, R. B. Becker, and D. Morse. 1992. Factors affecting days open, gestation length, and calving interval in Florida dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 75: 288-293.
- Silvia, W. J., R. W. Hemken, and T. B. Alter. 2002. Timing of onset of somatotropin supplementation on reproductive performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 85: 384-389.

- Stahl, T. J., B. J. Conlin, A. J. Seykora, and G. R. Steuernagel. 1999. Characteristics of Minnesota dairy farms that significantly increased milk production from 1989-1993. *Journal of Dairy Science* 82: 45-51.
- Stevenson, J. S., M. K. Schmidt, and E. P. Call. 1983. Factors affecting reproductive performance of dairy cows first inseminated after five weeks postpartum. *Journal of Dairy Science* 66: 1148-1154.
- Washburn, S. P., W. J. Silvia, C. H. Brown, B. T. McDaniel, and A. J. McAllister. 2002. Trends in reproductive performance in southeastern Holstein and Jersey DHI Herds. *Journal of Dairy Science* 85: 244-251.

CAPÍTULO IV

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto de factores ambientales sobre los días al primer servicio posparto (DPSP, $n = 1,635$), días abiertos (DA, $n = 1,584$), servicios por concepción (SPC, $n = 848$), intervalo entre partos (IEP, $n = 786$), duración de la gestación (DG, $n = 717$), largo de lactancia (LL, $n = 1,437$) y duración del periodo seco (PS, $n = 1,347$) de vacas Holstein en confinamiento, así como estimar el índice de constancia para las variables evaluadas. El año de parto afectó ($p < 0.05$) los DA y la DG. El número de parto afectó ($p < 0.05$) los DPSP, la DG y el PS. La estación de parto afectó ($p < 0.05$) los DA y la DG. La interacción año por estación de parto fue importante ($p < 0.05$) para los DPSP, los SPC, el IEP y el LL. En el periodo evaluado, los DA se incrementaron en 12.8 y la DG disminuyó en 0.8 días. Las vacas de primer parto recibieron su primer servicio 6.0, 4.3 ó 5.5 días más tarde y presentaron 2.5, 7.8 ó 2.3 días menos de PS que las de segundo, tercero y cuarto o más partos, respectivamente. Las vacas de segundo parto presentaron 1.1 ó 1.6 días menos de DG que las de tercero o cuarto partos, respectivamente. Las vacas que parieron en invierno presentaron 5.0, 18.8 ó 6.5 menos días abiertos que las que parieron en primavera, verano u otoño, respectivamente. Las vacas que parieron en primavera presentaron 1.8, 1.8 ó 1.3 días menos de DG que aquellas que parieron en verano, otoño o invierno, respectivamente. A través de los años, la respuesta promedio para DPSP, SPC, IEP y LL fue más variable cuando los partos se presentaron en verano u otoño que cuando éstos ocurrieron en invierno y primavera. El índice de constancia varió de 0.00 para SPC hasta 0.25 para DPSP. En el periodo evaluado declinó el comportamiento reproductivo del hato. Las vacas de primer parto retrasan el inicio de su actividad reproductiva, y las que paren en verano u otoño presentan un comportamiento reproductivo más pobre que cuando paren en invierno o primavera. Se sugiere implementar una estrategia dirigida a concentrar los partos en primavera e invierno.

Palabras clave: Holstein, factores ambientales, variables reproductivas, índice de constancia.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of environmental factors on days to first postpartum service (DFPS, $n = 1,635$), days open (DO, $n = 1,584$), services per conception (SPC, $n = 848$), calving interval (CI, $n = 786$), gestation length (GL; $n = 717$), lactation length (LL, $n = 1,437$) and dry period length (DPL, $n = 1,347$) of confined Holstein cows, and to estimate the repeatability of the traits evaluated. Year of calving affected ($p < 0.05$) DO and GL. Calving number affected ($p < 0.05$) DFPS, GL and DPL. Calving season affected ($p < 0.05$) DO and GL. The interaction year by calving season was important ($p < 0.05$) for DFPS, SPC, CI and LL. During the evaluated period DO increased by 12.8 and GL declined by 0.8 days. First calving cows received their first postpartum service 6.0, 4.3 or 5.5, days later, and DPL was 2.5, 7.8 or 2.3 days shorter than second, third and fourth or later calving cows, respectively. Second calving cows GL was 1.1 or 1.6 days shorter than third or fourth or later calving cows, respectively. Cows calving in winter had 5.0, 18.8 or 6.5 less DO than cows calving in spring, summer or autumn, respectively. For those calving in spring GL was 1.8, 1.8 or 1.3 days shorter than those calving in summer, autumn or winter, respectively. Across years, the average response for DFPS, SPC, CI, and LL showed more variability when cows calved during summer and autumn than when they calved during winter and spring. The repeatability estimates ranged from 0.00 for SPC to 0.25 for DFPS. Across years, the reproductive performance of this herd has declined. First calving cows delay resumption of reproductive activity, and those calving during summer or autumn showed poorer reproductive performance than those calving in winter or spring. The results suggest the implementation of a reproductive program aimed at concentrating the herd calving pattern during spring and winter.

Key Words: Holstein, environmental factors, reproductive traits, repeatability.

INTRODUCCIÓN

La reproducción afecta aspectos económicamente importantes de hatos lecheros como la producción de leche por día de lactancia y por día de vida de la vaca, el progreso genético del hato, y las políticas de desecho. La baja eficiencia reproductiva conduce a altas tasas de desecho y disminuye la rentabilidad de las empresas (Esslemont y Kossaibati, 2000).

Existen muchos factores que influyen el comportamiento reproductivo de bovinos lecheros. El tamaño del hato, el nivel de producción de leche, las políticas de manejo, entre otros, afectan directamente los parámetros reproductivos (Lucy, 2001). Sin embargo, existen factores ambientales como el año, número y estación de parto que pueden empeorar estos efectos y contribuir a la disminución de la fertilidad general del hato.

El análisis de los factores ambientales que afectan el comportamiento reproductivo, puede ayudar a diseñar estrategias de manejo encaminadas a disminuir sus efectos negativos e incrementar la eficiencia reproductiva de bovinos lecheros. No obstante, cada uno de estos factores afectan en diferente grado a cada hato en particular, por tanto las recomendaciones de manejo deben ser específicas para cada uno de ellos.

Por otra parte, la estimación del índice de constancia de las variables reproductivas indica la proporción de las diferencias observadas que van a ser repetibles en el siguiente registro de los animales y es un estimador del valor máximo de la heredabilidad, el cual se toma en cuenta cuando se realiza la selección de animales.

Con base en lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de factores ambientales sobre los días al primer servicio posparto, los días abiertos, los servicios por concepción, el intervalo entre partos, la duración de la gestación, la duración de la lactancia y la duración del periodo seco de vacas Holstein en confinamiento en un hato comercial, así como estimar el índice de constancia para las variables evaluadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El origen y descripción de la información, los animales, y su manejo tanto alimenticio como reproductivo se describen en el Capítulo III.

Variables de respuesta

En el software se registraron las fechas de parto o aborto, secado, inseminación artificial o monta natural y diagnóstico de gestación para cada una de las vacas. A partir de esta información el software generó para cada vaca en cada lactancia las variables número de parto, días al primer servicio posparto, días abiertos, número de servicios por concepción, intervalo entre partos, duración de la gestación, duración de la lactancia y duración del período seco. A partir de las fechas de parto se generaron las variables año y estación de parto; para esta última se consideraron las cuatro estaciones del año.

Estructura y edición de la base de datos

La base de datos general se constituyó de los registros reproductivos de 1,061 vacas de la raza Holstein de una a nueve lactancias, para un total de 2,541 partos ocurridos en el periodo de 1998 a 2006. Posteriormente, de acuerdo con Menendez y Dempfle (1997) se procedió a editar la base de datos. En la edición de éstos, los años de parto iguales o mayores a 1998, y menores a 2004 se consideraron dentro del año 2004. Los números de parto iguales o mayores a cinco y menores a nueve se consideraron en el número de parto cuatro. Se descartaron los datos de las variables siguientes: duración de gestación menor o igual a 260 y mayor a 295 días; intervalos entre partos menores o iguales a 300 días; días al primer servicio menores o iguales a 20, días abiertos menores o iguales a 20 y mayores o iguales a 450.

La variable duración de la gestación correspondiente al primer parto no se incluyó en el análisis ya que no se contaba con el registro del servicio efectivo para ese número de parto. Para el caso de las variables días al primer servicio posparto y días abiertos se incluyó sólo la información que cerraba cada uno de

esos eventos después de cada parto; es decir, no se utilizaron registros censurados para estas dos variables.

Análisis estadístico

Las variables de interés como los días al primer servicio posparto, los días abiertos, los servicios por concepción, el intervalo entre partos, la duración de la gestación, el largo de lactancia y la duración del periodo seco, se analizaron con el procedimiento MEANS de SAS (SAS, 2001) para obtener los estadísticos descriptivos.

Para el análisis de varianza de las variables de respuesta se utilizó el procedimiento MIXED de SAS (SAS, 2001). Se consideraron en el modelo los efectos fijos de año, número y estación de parto, y vaca como efecto aleatorio. La instrucción LSMEANS se usó para obtener las medias de cuadrados mínimos para los efectos principales y las interacciones significativas. El modelo estadístico ajustado, después de remover interacciones de primer orden no significativas, fue el siguiente:

$$Y_{ijklm} = \mu + N_i + A_j + E_k + V_l + e_{ijklm}$$

Donde:

Y_{ijklm} es cada una de las variables respuesta modeladas; μ es la media general; N_i es el efecto fijo del i -ésimo número de parto ($i = 1, 2, 3, 4+$); A_j es el efecto fijo del j -ésimo año de parto ($j = 2004, 2005, 2006$); E_k es el efecto fijo de la k -ésima estación de parto (primavera, verano, otoño, invierno); V_l es el efecto aleatorio de la l -ésima vaca ($l = 1, \dots, n$) $\sim$ NIID $(0, \sigma_v^2)$, y e_{ijklm} es el error aleatorio $\sim$ NIID $(0, \sigma_e^2)$.

Índice de constancia

Una vez obtenido el modelo de mejor ajuste se estimaron los componentes de varianza para los efectos aleatorios de vaca y residual. Con estos componentes

se estimó el índice de constancia o repetibilidad (r) para las variables de respuesta, utilizando la siguiente expresión (Becker, 1984):

$$\hat{r} = \frac{\hat{\sigma}_v^2}{(\hat{\sigma}_v^2 + \hat{\sigma}_e^2)}$$

Donde:

$\hat{r}$ = estimador del índice de constancia o repetibilidad,

$\hat{\sigma}_v^2$ = estimador del componente de varianza de vaca,

$\hat{\sigma}_e^2$ = estimador del componente de varianza residual.

El error estándar aproximado del índice de constancia [E.E. ($\hat{r}$)] se obtuvo mediante la siguiente expresión (Becker, 1984):

$$E.E.(\hat{r}) \cong \sqrt{\frac{2(m.-1)(1-\hat{r})^2[1+(k_1-1)\hat{r}]^2}{k_1^2(m.-N)(N-1)}}$$

Donde:

$E.E.(\hat{r})$ = error estándar del índice de constancia o repetibilidad,

$m.$ = número total de observaciones,

$$k_1 = \left(\frac{1}{N-1} \right) \left[m. - \left(\frac{\sum m_k^2}{m.} \right) \right],$$

N = Número total de vacas involucradas en el estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 6 se resumen los estadísticos descriptivos para cada una de las variables reproductivas evaluadas. Los valores máximos y mínimos indican la gran variabilidad en el comportamiento reproductivo general del hato.

Cuadro 6. Estadísticos descriptivos para los parámetros reproductivos de vacas Holstein.

Variable	n	Mínimo	Máximo	Media	Desv.	
					Est.	CV (%)
Largo de lactancia (días)	1,437	82	989	317.4	93.7	29.5
Duración de la gestación (días)	717	261	295	277.7	5.7	2.1
Servicios por concepción	848	1	15	2.7	2.0	74.8
Días al primer servicio posparto	1,635	21	370	65.5	36.2	55.2
Días abiertos	1,584	21	426	109.0	66.8	61.3
Duración del periodo seco (días)	1,347	2	300	85.5	32.6	38.1
Intervalo entre partos (días)	786	302	951	397.1	83.9	21.1

En el Cuadro 7 se presentan los niveles de significancia o valores de probabilidad para los efectos fijos e interacciones de primer orden incluidos en el modelo para cada una de las variables analizadas.

Cuadro 7. Nivel de significancia (probabilidad) para las variables reproductivas DPSP, DA, SPC, IEP y DG, y las variables PS y LL de vacas Holstein en confinamiento.

Fuente de variación	Variables de respuesta ¹						
	DPSP	DA	SPC	IEP	DG	LL	PS
Año de parto (A)	<0.0001	0.0048	<0.0001	0.0178	0.0457	<0.0001	0.3838
Número de parto (N)	0.0159	0.5067	0.2024	0.2918	0.0089	0.8404	0.0475
Estación de parto (E)	0.0003	0.0018	0.0766	0.0619	0.0145	0.0348	0.0568
A*E	0.0301	-----	0.0297	0.0005	-----	0.0060	-----

¹ DPSP = Días al primer servicio posparto; DA = Días abiertos; SPC = Servicios por concepción; IEP = Intervalo entre partos; DG = Duración de la gestación; LL = Largo de la lactancia; PS = Duración del periodo seco.

El efecto de algunos factores ambientales sobre días al primer servicio, días abiertos, servicios por concepción, intervalo entre partos, duración de la gestación, largo de lactancia y periodo seco, se discuten a continuación.

Año de parto

El año de parto no afectó el periodo seco ($p>0.05$), sin embargo, sí afectó los días abiertos y la duración de la gestación ($p<0.05$). A través de los años, hubo un incremento en los días abiertos de 12.8 días (Cuadro 8). Aunque hubo diferencias significativas, la disminución en la duración de la gestación en el periodo del 2004 al 2006 fue de 0.8 días (Cuadro 8). Los resultados obtenidos para días abiertos coinciden con otros estudios, los cuales reportan un incremento en los días abiertos de vacas Holstein a través de los años (Silva *et al.* 1992; Washburn *et al.* 2002).

Por otra parte, los resultados observados para duración de la gestación difieren con lo reportado por Silva *et al.* (1992), quienes publicaron un incremento de 4 días en la duración de la gestación a lo largo de 50 años, los autores atribuyen estos resultados a una probable disminución en la incidencia de partos prematuros a través del tiempo.

El efecto de año de parto sobre los días abiertos y la duración de la gestación es multifactorial y difícil de explicar. A través del tiempo, en un mismo hato puede haber cambios en la alimentación de los animales, en el manejo sanitario, e inclusive cambios de personal, así como también diferencias en el clima.

Cuadro 8. Medias de cuadrados mínimos ($\pm$ EE) para los efectos principales año, número y estación de parto para las variables evaluadas² de vacas Holstein en confinamiento.

Efecto	Variable ²						
	DPSP	DA	SPC	IEP	DG	LL	PS
Año de parto							
2004	58.1 $\pm$ 2.3	99.6 $\pm$ 4.0 ^b	2.1 $\pm$ 0.4	389.7 $\pm$ 6.9	278.2 $\pm$ 0.5 ^{ab}	320.9 $\pm$ 5.6	86.0 $\pm$ 1.9
2005	62.5 $\pm$ 1.9	111.9 $\pm$ 3.4 ^a	1.9 $\pm$ 0.4	386.0 $\pm$ 6.0	278.5 $\pm$ 0.4 ^a	333.7 $\pm$ 4.9	88.6 $\pm$ 1.7
2006	69.8 $\pm$ 1.4	112.4 $\pm$ 2.7 ^a	2.6 $\pm$ 0.4	404.4 $\pm$ 4.3	277.4 $\pm$ 0.3 ^b	306.6 $\pm$ 4.2	86.0 $\pm$ 1.6
Número de parto							
1	67.4 $\pm$ 1.3 ^a	110.1 $\pm$ 2.4	1.5 $\pm$ 1.4	-----	-----	321.4 $\pm$ 3.5	83.7 $\pm$ 1.3 ^b
2	61.4 $\pm$ 1.7 ^b	111.6 $\pm$ 3.2	2.5 $\pm$ 0.1	395.9 $\pm$ 4.2	277.1 $\pm$ 0.3 ^b	323.2 $\pm$ 4.7	86.2 $\pm$ 1.7 ^{ab}
3	63.1 $\pm$ 2.5 ^{ab}	108.2 $\pm$ 4.7	2.8 $\pm$ 0.1	398.7 $\pm$ 5.9	278.2 $\pm$ 0.4 ^{ab}	322.3 $\pm$ 6.9	91.5 $\pm$ 2.5 ^a
4	61.9 $\pm$ 3.2 ^{ab}	102.0 $\pm$ 5.9	2.5 $\pm$ 0.2	385.4 $\pm$ 7.2	278.7 $\pm$ 0.5 ^a	314.7 $\pm$ 8.6	86.0 $\pm$ 3.0 ^{ab}
Estación de parto							
Primavera	59.9 $\pm$ 2.2	105.4 $\pm$ 3.9 ^b	2.1 $\pm$ 0.4	386.3 $\pm$ 7.2	276.8 $\pm$ 0.5 ^b	322.1 $\pm$ 5.7	87.1 $\pm$ 1.9
Verano	70.5 $\pm$ 2.2	119.2 $\pm$ 3.9 ^a	2.5 $\pm$ 0.4	406.5 $\pm$ 6.8	278.6 $\pm$ 0.5 ^a	331.8 $\pm$ 5.9	88.8 $\pm$ 2.1
Otoño	62.8 $\pm$ 1.9	106.9 $\pm$ 3.5 ^b	2.2 $\pm$ 0.4	396.7 $\pm$ 5.8	278.6 $\pm$ 0.4 ^a	316.7 $\pm$ 5.2	86.3 $\pm$ 1.9
Invierno	60.8 $\pm$ 2.2	100.4 $\pm$ 3.9 ^b	1.9 $\pm$ 0.4	383.9 $\pm$ 7.0	278.1 $\pm$ 0.5 ^{ab}	310.9 $\pm$ 5.6	85.2 $\pm$ 1.9

¹ Medias en la misma columna y efecto con distinta literal, son diferentes ($P < 0.05$; Tukey).

² DPSP = días al primer servicio posparto; DA = días abiertos; SPC = servicios por concepción; IEP = intervalo entre partos; DG = duración de la gestación; LL = largo de lactancia; PS = periodo seco.

Número de parto

El número de parto afectó los días al primer servicio posparto, la duración de la gestación y el periodo seco ($p < 0.05$). Las vacas de primer parto recibieron su primer servicio 6.0, 4.3 ó 5.5 días más tarde y presentaron 2.5, 7.8 y 2.3 días menos de periodo seco que las vacas de segundo, tercero y cuarto o más partos, respectivamente. Además, las vacas de segundo parto presentaron 1.1 ó 1.6 días menos de DG que las de tercero y cuarto partos, respectivamente (Cuadro 8).

Los resultados obtenidos para días al primer servicio posparto coinciden con lo reportado por Miller *et al.* (2007), quienes encontraron que vacas Holstein de primer parto recibieron su primer servicio 2 a 4 días más tarde que vacas de segundo parto. No obstante, difieren con Hillers *et al.* (1984) quienes

encontraron un intervalo del parto al primer servicio más largo en vacas de tres o más partos que en vacas de primer parto. Stevenson *et al.* (1983) mencionan que el intervalo parto primer servicio está más relacionado con la edad que con la producción de leche, ya que cuando eliminaron el efecto de edad en el modelo el coeficiente de determinación (R^2) se redujo en un 75%, mientras que al remover producción de leche la R^2 sólo se redujo en un 56%. Por otra parte, los resultados obtenidos para duración del periodo seco coinciden con lo reportado por Coppock *et al.* (1975), quienes observaron un incremento del periodo seco con la edad de aproximadamente 5 días por lactación.

En el presente estudio, no se contó con la información para obtener la duración de la gestación de las vacas de primer parto; sin embargo, se encontró que las vacas de segundo parto presentaron una duración de la gestación 1.1 ó 1.6 días más corta que las vacas de tercer o cuarto partos. Al respecto, Silva *et al.* (1992) reportaron que en promedio las vacas de razas lecheras especializadas de primer parto presentaron una duración de la gestación 1.2 días más corta ($p < 0.05$) que las vacas de dos o más partos.

Estación de parto

En el presente estudio la estación de parto afectó ($p < 0.05$) los días abiertos y la duración de la gestación. Las vacas que parieron en invierno presentaron 5, 18.8 ó 6.5 días abiertos menos que aquellas que parieron en primavera, verano u otoño, respectivamente.

Las vacas que parieron en primavera presentaron una duración de la gestación 1.8, 1.8 ó 1.3 días menor que las que parieron en verano, otoño o invierno, respectivamente. No se encontraron estudios de referencia para compararlos con los resultados obtenidos para esta variable.

El efecto negativo de la estación de parto sobre la reproducción ha sido demostrado en diversos estudios (Thatcher, 1974; Hillers *et al.*, 1984; Silva *et al.*, 1992; De Rensis y Scaramuzzi, 2003; Miller *et al.*, 2007). Farin *et al.* (1984) observaron que las vacas que parieron en verano recibieron su primer servicio

más tarde (17, 16 ó 26 d más que las paridas en primavera, otoño ó invierno, respectivamente), y presentaron un mayor número de días abiertos que aquellas que parieron en cualquiera de las otras estaciones (45, 49 ó 70 d más que aquellas que parieron en primavera, otoño ó invierno, respectivamente).

Los resultados reportados en otros estudios y el obtenido en el presente pueden deberse en parte a que las vacas inseminadas durante los meses cálidos del año manifiestan una disminución en la fertilidad, debido a que el incremento en la temperatura y la humedad ocasiona una disminución en la expresión del estro y una reducción en el consumo de materia seca (De Rensis y Scaramuzzi, 2003).

Debido a la problemática que representa el efecto negativo del verano sobre la reproducción en ganado lechero, se han desarrollado diversas estrategias de manejo para incrementar la fertilidad durante esta estación. Algunas de estas incluyen el uso de gonadotropinas para inducir desarrollo folicular y la ovulación (De Rensis y Scaramuzzi, 2003), programas de inseminación a tiempo fijo para mejorar la tasa de concepción y descartar la necesidad de detectar celos durante el verano, la transferencia de embriones, los sistemas de enfriamiento en instalaciones (Collier *et al.*, 2006), así como postergar la actividad reproductiva durante los meses de verano. Al respecto, DeJarnette *et al.* (2007) reportaron que entre los hatos de EE.UU. que alteraron el periodo voluntario de espera debido a la estación, el 78% lo hizo para evitar inseminaciones, partos o ambos durante los meses de verano. Por otra parte, Oseni *et al.* (2003) reportaron un mayor número de días abiertos debido a la suspensión del manejo reproductivo durante el verano.

Interacción año por estación de parto

La interacción año por estación de parto fue importante ($p < 0.05$) para las variables días al primer servicio, servicios por concepción, intervalo entre partos y largo de lactancia. En general, el análisis a través de los años muestra una tendencia de que verano tiene un efecto negativo en la eficiencia reproductiva, y

que las mejores estaciones de parto para este hato fueron invierno y primavera. Las vacas que parieron en estas estaciones, presentaron un comportamiento más predecible y consistente a través de los años para cada una de las variables. A través de los años las vacas que parieron durante el invierno recibieron su primer servicio posparto en un rango más estrecho (55 a 65 días). Asimismo, el número de servicios por concepción, el largo de lactancia y el intervalo entre partos para esta estación tuvieron un comportamiento similar (Figura 5).

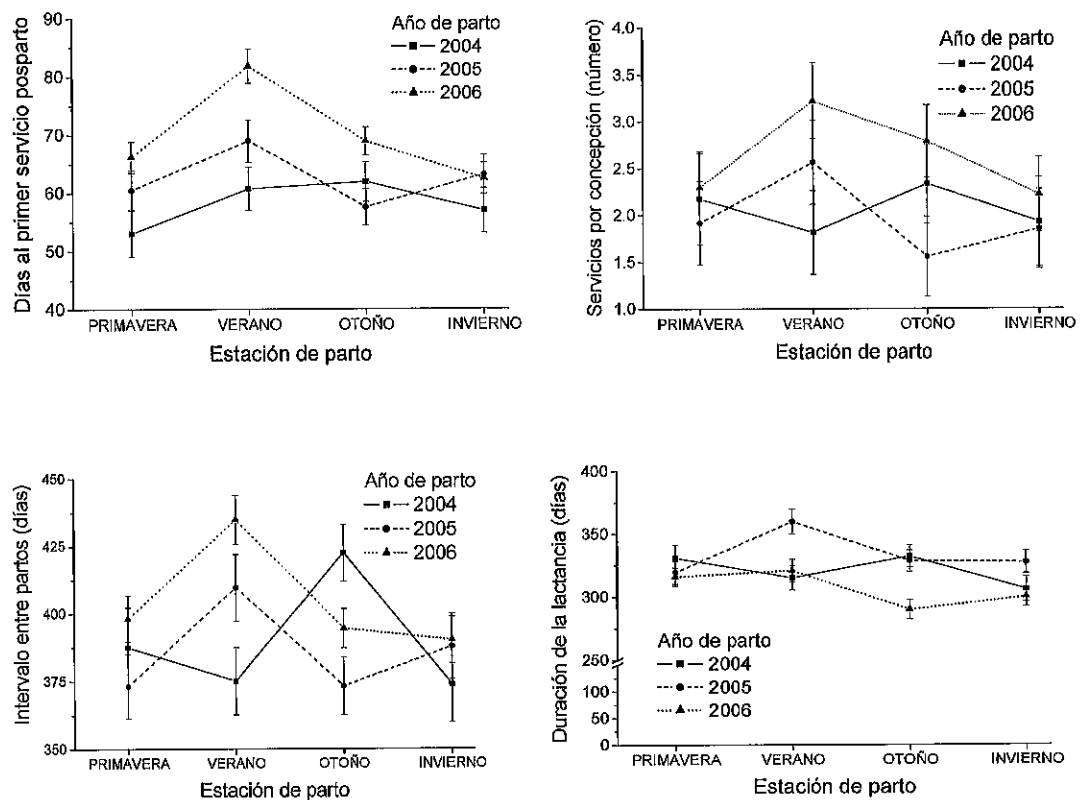


Figura 5. Interacción año por estación de parto para las variables días al primer servicio posparto, días abiertos, servicios por concepción e intervalo entre partos.

Por el contrario, las vacas que parieron durante el verano y el otoño presentaron un comportamiento impredecible e inconsistente a través de los años en las variables afectadas por esta interacción (Figura 5). Dado que en el

hato en estudio no existe un periodo voluntario de espera, era de esperarse que cuando los partos ocurrieran en verano u otoño las vacas recibieran su primer servicio posparto en un rango más amplio a través de los años (58 a 82 d), debido a que durante el verano en este ható en particular se hace más difícil la detección de celos y se incrementa la incidencia de algunas enfermedades de las cuales aún no se recuperan durante el otoño. En consecuencia, las vacas que parieron en verano u otoño presentaron también amplios rangos de intervalo entre partos (375 a 435 d) y de largo de lactancia (280 a 360 d). Del mismo modo, el rango de número de servicios por concepción a través de los años fue de 1.7 a 3.3 ó de 1.6 a 2.8 cuando los partos ocurrieron en verano u otoño, respectivamente (Figura 5).

Las diferencias de comportamiento reproductivo entre estaciones de parto a través de los años, se deben a diferencias en el clima, manejo y alimentación.

Índice de constancia

El valor del índice de constancia para las variables analizadas en este estudio corresponden a las características reproductivas del ható en general. En el Cuadro 9 se muestran los estimadores de repetibilidad para las variables analizadas. En general, los valores de repetibilidad estimados para las variables reproductivas evaluadas fueron bajos (entre 0.00 y 0.21). Sin embargo, la mayoría tienen aún variabilidad importante que puede utilizarse en la predicción de siguientes eventos de las vacas a seleccionar.

En un estudio realizado en tres razas de ganado lechero especializado, Silva *et al.* (1992) estimaron valores de repetibilidad menores que los obtenidos en este estudio para días al primer servicio (0.05), y mayores para días abiertos (0.12) e intervalo entre partos (0.10). El valor estimado más bajo de la repetibilidad en este estudio fue de 0.00 para servicios por concepción, este resultado indica que las diferencias en el número de servicios requeridos para la concepción entre vacas para un parto no serán las mismas para la siguiente concepción.

Por otra parte, el valor estimado de repetibilidad más alto fue para días al primer servicio (0.25), lo cual indica que el 25% de las diferencias observadas en los días al primer servicio van a repetirse en los partos sucesivos.

Bourdon (1997) reportó repetibilidades de 0.15 para servicios por concepción e intervalo entre partos. El autor menciona que el valor de la repetibilidad no es fijo y que varía de población en población y de ambiente en ambiente, por lo que una manera de incrementar la repetibilidad es tratar de hacer que el ambiente sea tan uniforme como sea posible. Los valores de repetibilidad estimados en el presente estudio indican la alta influencia ambiental sobre las variables analizadas.

Cuadro 9. Estimadores de componentes de varianza y del índice de constancia ($\hat{\rho}$) para las variables reproductivas analizadas y las variables largo de lactancia y duración del periodo seco de vacas Holstein en confinamiento.

Variables	Vacas	Registros	Componentes de varianza		$\hat{\rho} \pm EE$
			Vaca	Residual	
Días al primer servicio	820	1,635	320.4	997.3	0.25±0.03
Días abiertos	795	1,584	605.4	3805.2	0.14±0.03
Servicios por concepción	462	848	0.00	3.8	0.00±0.05
Intervalo entre partos	435	786	522.1	6223.5	0.08±0.05
Duración de la gestación	409	717	3.0	28.6	0.09±0.05
Largo de lactancia	739	1,437	1082.5	7495.1	0.13±0.04
Periodo Seco	692	1,347	54.2	1006.0	0.05±0.04

CONCLUSIONES

A través de los años el comportamiento reproductivo del hato en estudio ha declinado. Las vacas de primer parto retrasan el reinicio de su actividad reproductiva. A través de los años, las vacas que paren en verano presentan un comportamiento reproductivo más pobre que las vacas que paren en invierno o primavera. Los valores estimados de repetibilidad obtenidos en este estudio indican que existe poca variabilidad genética para las variables analizadas.

IMPLICACIÓN

Los resultados obtenidos sugieren la implementación de una estrategia reproductiva dirigida a concentrar los partos en primavera e invierno, para disminuir los días abiertos y en consecuencia el intervalo entre partos.

Literatura citada

- Becker, W. A. 1984. Manual of Quantitative Genetics. Fourth Edition. Washington State University. Published by Academic Enterprises. Pullman, Washington. 190 p.
- Bourdon, R. M. 1997. Understanding Animal Breeding. 1st. Ed. Prentice-Hall, Inc. United States of America. 523 p.
- Collier, J. R., G. E. Dahl, and M. J. VanBaale. 2006. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. Journal of Dairy Science 89: 1244-1253.
- Coppock, C. E., R. W. Everett, R. P. Natzke, and H. R. Ainslie. 1975. Effect of dry period length on Holstein milk production and selected disorders at parturition. Journal of Dairy Science 57: 712-718.
- DeJarnette, J. M., C. G. Sattler, C. E. Marshall, and R. L. Nebel. 2007. Voluntary waiting period management practices in dairy herds participating in a progeny test program. Journal of Dairy Science 90: 1073-1079.
- De Rensis, F., and R. J. Scaramuzzi. 2003. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow: a review. Theriogenology 60: 1139-1151.
- Esslemont, R. J., and M. A. Kossaibati. 2000. The use of databases to manage fertility. Animal Reproduction Science 60-61: 725-741.
- Farin, P. W., B. D. Slenning, M. T. Correa, and J. H. Britt. 1994. Effects of calving season and milk yield on pregnancy risk and income in North Carolina Holstein cows. Journal of Dairy Science 77: 1848-1855.

- Hillers, K. J., P. L. Senger, R. L. Darlington, and W. N. Fleming. 1984. Effects of production, season, age of cow, days dry, and days in milk on conception to first service in large commercial dairy herds. *Journal of Dairy Science* 67: 861-867.
- Lucy, M. C. 2001. Reproductive loss in high producing dairy cattle: where will it end?. *Journal of Dairy Science* 84: 1277-1293.
- Menendez B., A., and L. Dempfle. 1997. Genetic and environmental factors affecting some reproductive traits of Holstein cows in Cuba. *Genetics Selection Evolution* 29: 469-482.
- Miller, H. R., H. D. Norman, M. T. Kuhn, J. S. Clay, and J. L. Hutchison. 2007. Voluntary waiting period and adoption of synchronized breeding in dairy herd improvement herds. *Journal of Dairy Science* 90: 1594-1606.
- Oseni S., I. Misztal, S. Tsuruta, and R. Rekaya. 2003. Seasonality of days open in U.S. Holsteins. *Journal of Dairy Science* 86: 3718-3725.
- SAS. 2001. S.A.S. User's Guide: Statistics 8th Ed. SAS Institute Inc., Cary, N.C. USA.
- Silva, H. M., C. J. Wilcox, W. W. Thatcher, R. B. Becker, and D. Morse. 1992. Factors affecting days open, gestation length, and calving interval in Florida dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 75: 288-293.
- Stevenson, J. S., M. K. Schmidt, and E. P. Call. 1983. Factors affecting reproductive performance of dairy cows first inseminated after five weeks postpartum. *Journal of Dairy Science* 66: 1148-1154.
- Thatcher, W. W. 1974. Effects of season, climate, and temperature on reproduction and lactation. *Journal of Dairy Science* 57: 360-368.

Washburn, S. P., W. J. Silvia, C. H. Brown, B.T. McDaniel, and A.J. McAllister.
2002. Trends in reproductive performance in southeastern Holstein and
Jersey DHI herds. *Journal of Dairy Science* 85: 244-251.

APÉNDICE

BOVISOFT®

UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN DE RANCHOS DE GANADO BOVINO

Durante el presente trabajo de tesis, BOVISOFT®, el sistema para la administración de ranchos estuvo en fase de prueba. En un principio, el sistema sólo estaba destinado a la administración de ranchos de ganado bovino de doble propósito, por lo que las ventanas de captura para el caso de registros reproductivos no se ajustaban a los llevados en un sistema de lechería especializada. Durante el tiempo destinado a la captura de la información reproductiva de vacas individuales del hato en estudio, se hicieron los ajustes necesarios en la ventana de control reproductivo y se participó en la creación de nuevos reportes para un mejor análisis de la información.

A continuación se describe la operación de cada una de las ventanas del software que se utilizaron para generar la base de datos. La descripción fue tomada del manual de operaciones del mismo sistema.

Modos de trabajo

Los procesos considerados en BOVISOFT® se agrupan de acuerdo con su ámbito de trabajo en: Administración del Rancho, Producción y Reproducción, Reportes y Recursos, y están disponibles en la barra de comandos, línea superior de la pantalla (Figura 1).

Adicionalmente, se incluyó un módulo de ayuda que sirve para asistir en el manejo del sistema, y consiste básicamente en el manual indexado para una búsqueda fácil de una temática en particular.

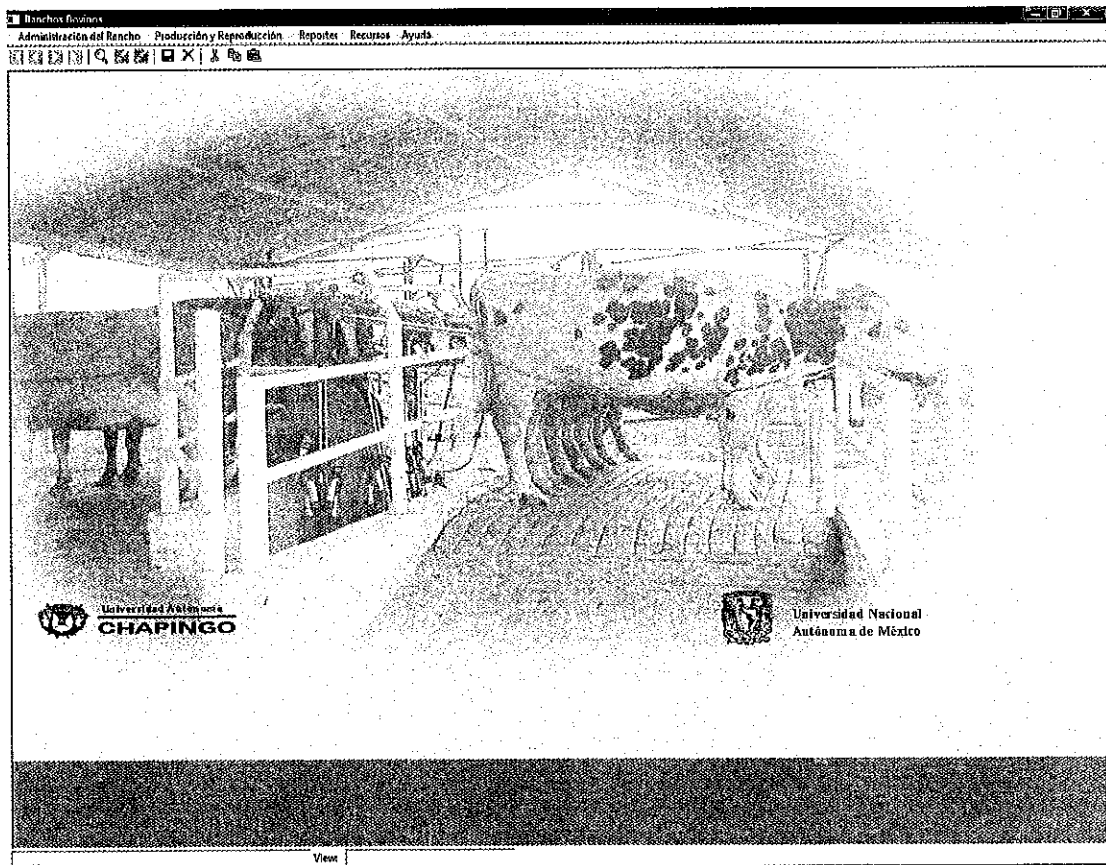


Figura 6. Ventana de inicio del software donde se muestran los módulos de trabajo.

A continuación, se describe a grandes rasgos cada uno de los procesos definidos en los módulos de trabajo.

1. Administración del rancho

En este módulo se concentra la información del rancho y de los animales que forman el hato, por lo que es posible consultar de forma inmediata y agrupada toda la información relativa al rancho y de cada animal dado de alta (Figura 7). Es en este módulo en donde se efectúan los ingresos tanto del rancho como de los animales. Además, también se ingresan los movimientos contables y se registra el personal técnico que labora en el rancho. En este apartado, es posible llevar el control de manejo de los potreros y praderas en caso de que la explotación cuente con este recurso.

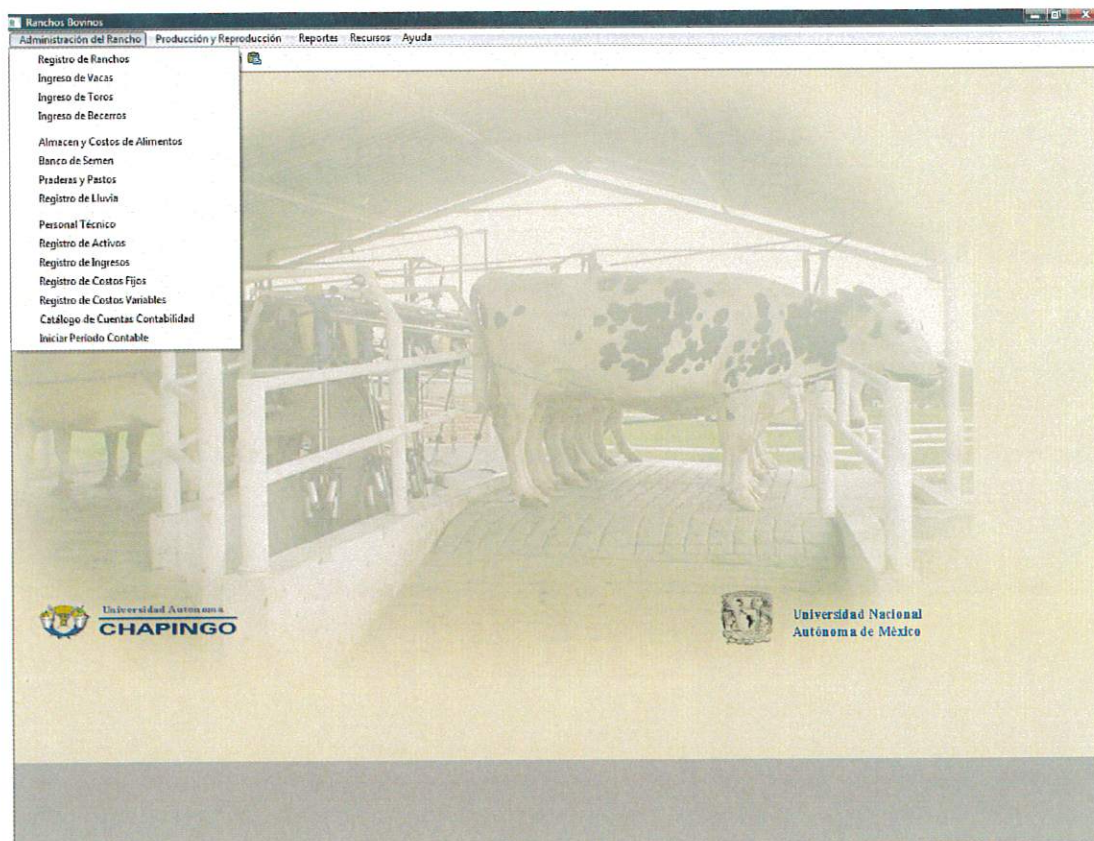


Figura 7. Despliegue de la ventana de administración del rancho.

El módulo de administración de ranchos está integrado por los siguientes procesos:

1.1 Ranchos

Es el módulo básico e inicial del sistema. En este apartado se definen los datos generales de la unidad productiva tales como: nombre del rancho, tipo (doble propósito, lechería especializada, pie de cría o producción de carne), tecnologías que utiliza, plano de ubicación, etc. La información más importante en este módulo es la clave del rancho, ya que en procesos posteriores será necesaria para ubicar la información con la que opera el sistema, por ejemplo una unidad animal.

1.2 Ingreso de vacas

En este módulo se dan de alta las vacas del rancho (Figura 8). La información básica de la vaca se modifica y actualiza en este proceso. A partir de la clave del rancho y el arete de la vaca, el sistema puede ubicar automáticamente la información del animal. En este apartado se recomienda dar de alta, al inicio, vacas gestantes como una condición inicial de trabajo. Las vacas de reposición se dan de alta automáticamente por el sistema.

Para la identificación de la vaca el sistema dispone de un código alfanumérico de hasta diez dígitos (arete). En la puesta en marcha del programa, las hembras del rancho se codifican por este apartado.

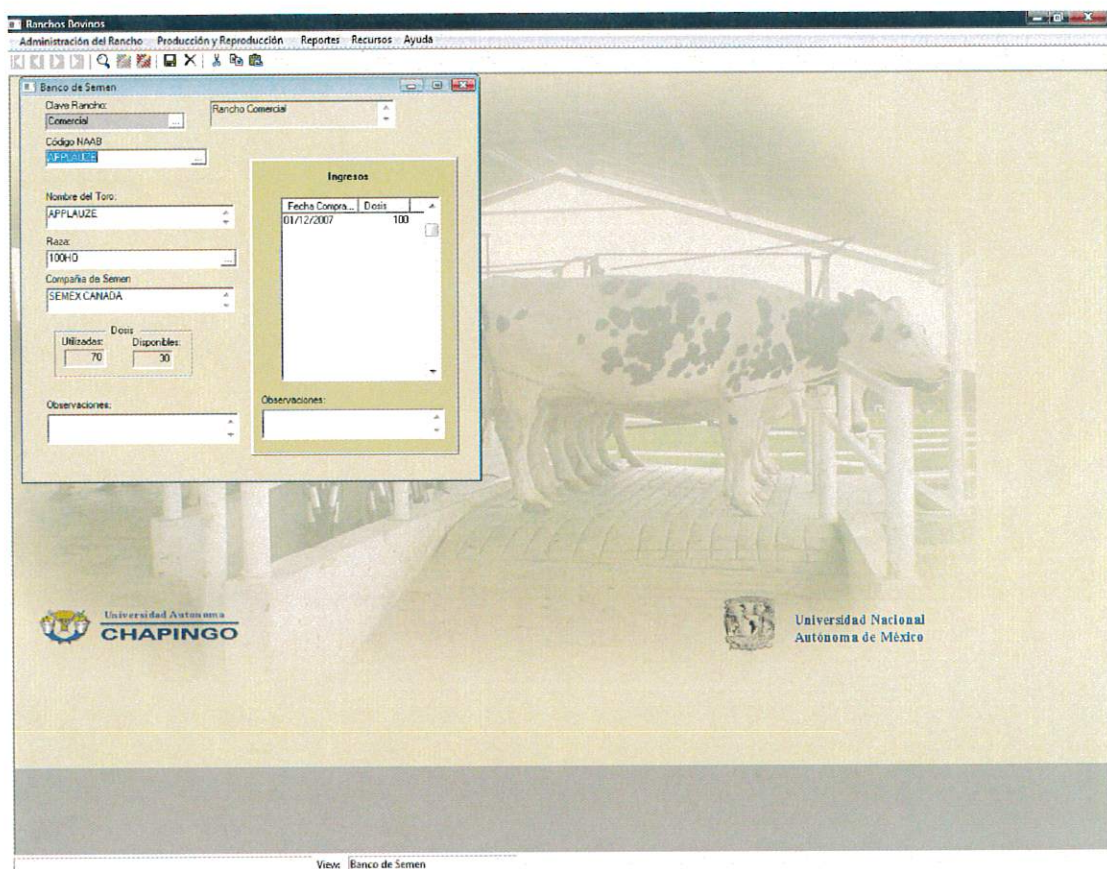


Figura 9. Despliegue del módulo del banco de semen.

2. Producción y reproducción

En este módulo se registran los pesajes de leche de la ordeña diaria, los resultados del análisis de calidad de leche, los eventos reproductivos y la calificación de la condición corporal, en una escala de 1 a 9 puntos (Figura 10).

Con base en estos registros, se programan las agendas tanto individuales como del rancho en general. En este módulo, también se incluyen los indicadores del rancho, el manejo de toros y de animales en crecimiento, además se presenta

un resumen de actividades de las vacas, en el cual cualquier vaca se puede dar de baja del rancho, pero no de la base de datos.

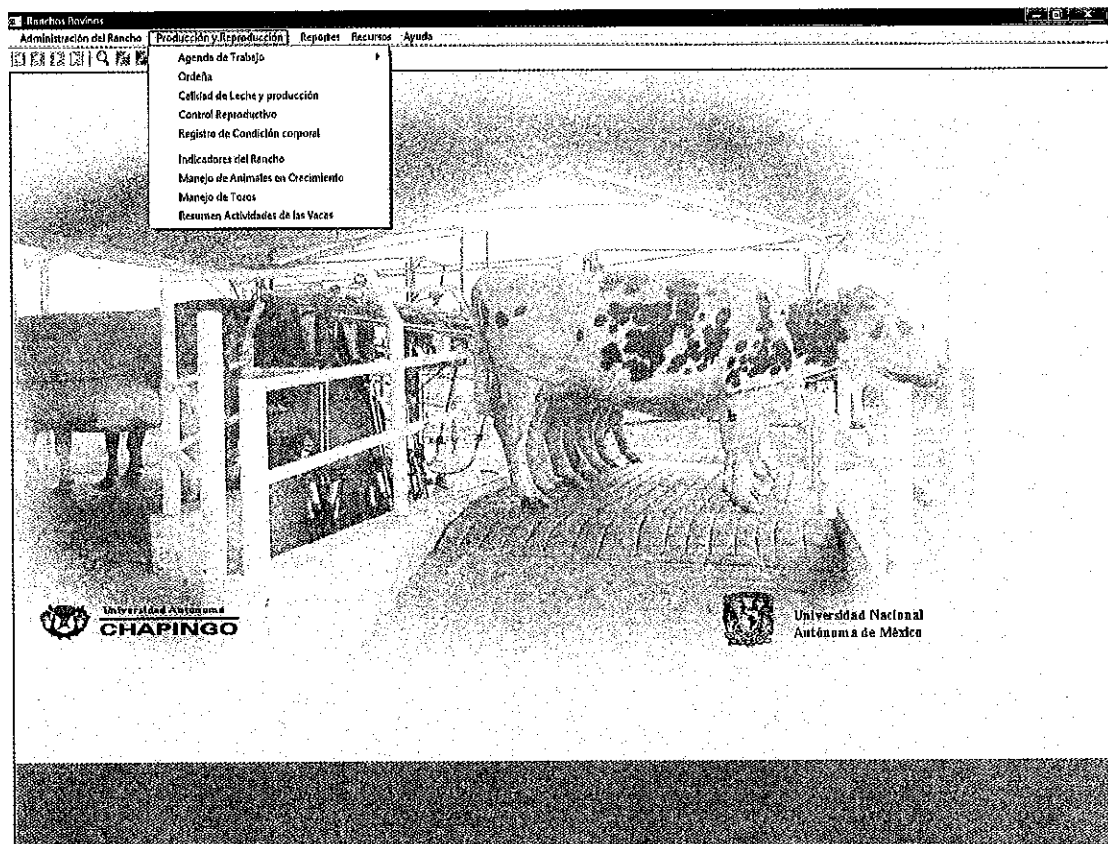
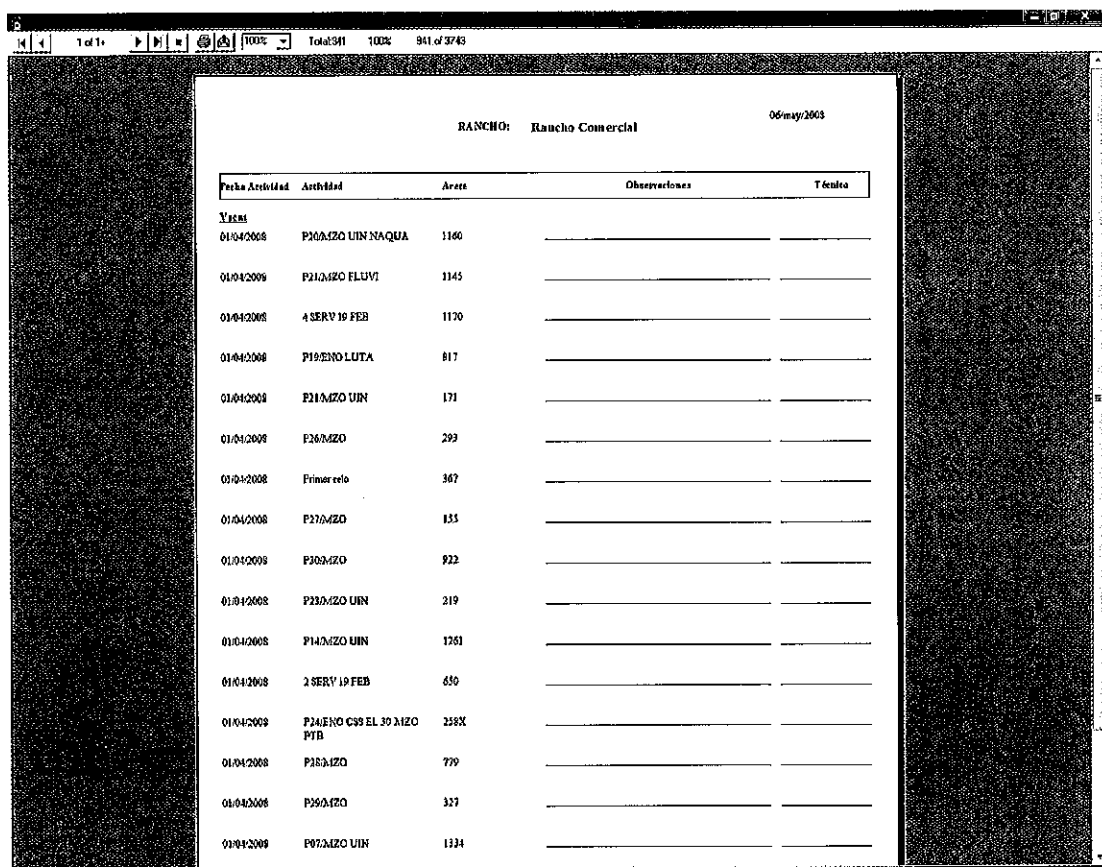


Figura 10. Despliegue de la ventana de producción y reproducción.

Dentro de la ventana de control reproductivo se consideran los siguientes procesos:

2.1 Agenda de actividades por vaca

A partir de la captura y edición de cada uno de los eventos, en la ventana de control reproductivo existe una opción que indica la programación de las actividades a realizar con cada vaca en días próximos. Se pueden programar actividades de forma manual o automática tales como revisiones posparto, diagnósticos de gestación, inicio de secado y fecha probable de parto. Una vez capturada la programación de actividades de manera individual, éstas aparecen en la agenda general del rancho (Figura 11).



Fecha Actividad	Actividad	Arrete	Observaciones	Técnica
YACI				
01/04/2003	P30/MZO UIN NAQUA	1160		
01/04/2003	P21/MZO ELUVI	1145		
01/04/2003	4 SERV 19 FEB	1170		
01/04/2003	P19/ENO LUTA	817		
01/04/2003	P21/MZO UIN	171		
01/04/2003	P26/MZO	293		
01/04/2003	Primer celo	367		
01/04/2003	P27/MZO	133		
01/04/2003	P203/MZO	922		
01/04/2003	P230/MZO UIN	219		
01/04/2003	P140/MZO UIN	1261		
01/04/2003	2 SERV 19 FEB	650		
01/04/2003	P24/ENO C39 EL 30 MZO PTB	258X		
01/04/2003	P283/MZO	799		
01/04/2003	P250/MZO	327		
01/04/2003	P072/MZO UIN	1334		

Figura 11. Presentación de la agenda del rancho.

2.2 Control reproductivo

Cuando se trabaja con información histórica, se requiere ingresar en el módulo de producción de leche actual e histórica, las fechas de inicio de lactancia y de secado antes de iniciar la captura de la información de las tarjetas a la ventana de control reproductivo (Figura 12). De no hacerlo, la edición de partos en la ventana de control reproductivo no se podrá llevar a cabo.

Producción de Leche actual e histórica

Clave Rancho: [Campo de texto] Rancho Comercial: [Campo de texto]

Fecha Último Parto: [04/11/2007] Partos: [5]

Fecha Próximo Parto: [09/10/2008] Estado Fit: [LG]

Producción de Leche | Registro de calidad de Leche | Lactación | Producción Total de Leche

Fecha de ordeña	a.m.	p.m.	Total	observaciones
>>>	Kg	Kg	Kg	
	.00	.00	.00	

No. Lact.	Fecha inicio Lactación	Fecha de Secado	Producción
1	10/10/2002	28/05/2003	.00
2	09/09/2003	29/04/2004	.00
3	12/08/2004	26/07/2005	.00
4	15/11/2005	29/06/2006	.00
5	08/12/2006	26/07/2007	.00
6	04/11/2007		.00

Universidad Autónoma de Chapingo

Universidad Nacional Autónoma de México

Presione la clave única del Rancho

Vista: Producción de Leche actual e histórica

Figura 12. Despliegue de la ventana de producción actual e histórica en el rancho.

Una vez realizado lo anterior, en el módulo de control reproductivo (Figura 13) se registran los eventos reproductivos para cada animal registrado en el sistema. Las fechas de parto, inseminación artificial o monta natural, diagnósticos de gestación, secado, revisiones posparto, revisiones veterinarias y control y tratamiento de enfermedades, son los eventos que se requiere registrar y editar en esta ventana.

Cuando una vaca está gestante, en esta misma ventana se indican las fechas probables de secado y de parto. A partir de la información editada se genera un reporte donde se resume la vida productiva y reproductiva de cada vaca.

Cada reporte se puede exportar al programa Microsoft Excel® para generar una base de datos y proceder a su análisis.

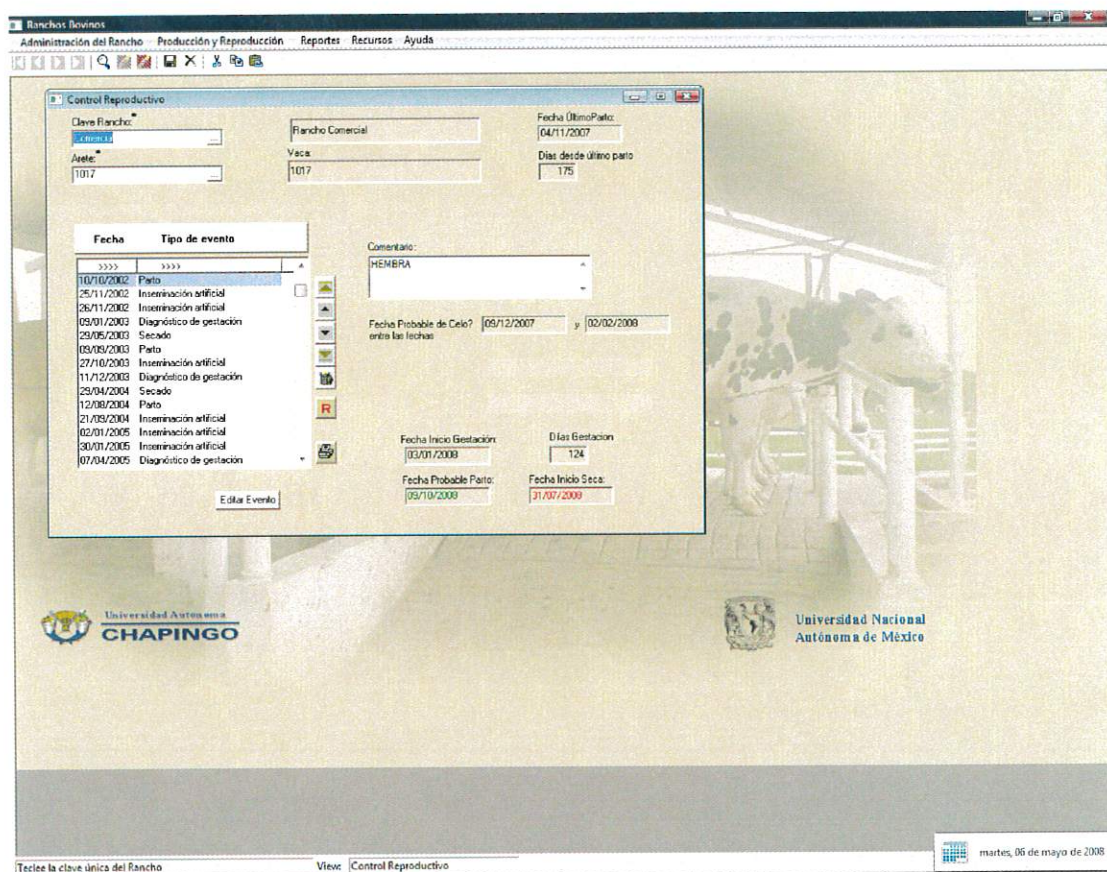


Figura 13. Despliegue de la ventana de control reproductivo.

3. Reportes

Una parte importante de los sistemas de información son los reportes que se obtienen. Éstos permiten evaluar los resultados del rancho, los cuales se pueden enviar a pantalla para vista previa, a papel o a un archivo en formato EXCEL. Dependiendo del Reporte que se seleccione en el menú principal, siempre se tendrá una ventana de selección para reproducir el reporte de acuerdo con ciertas características (Figura 14).

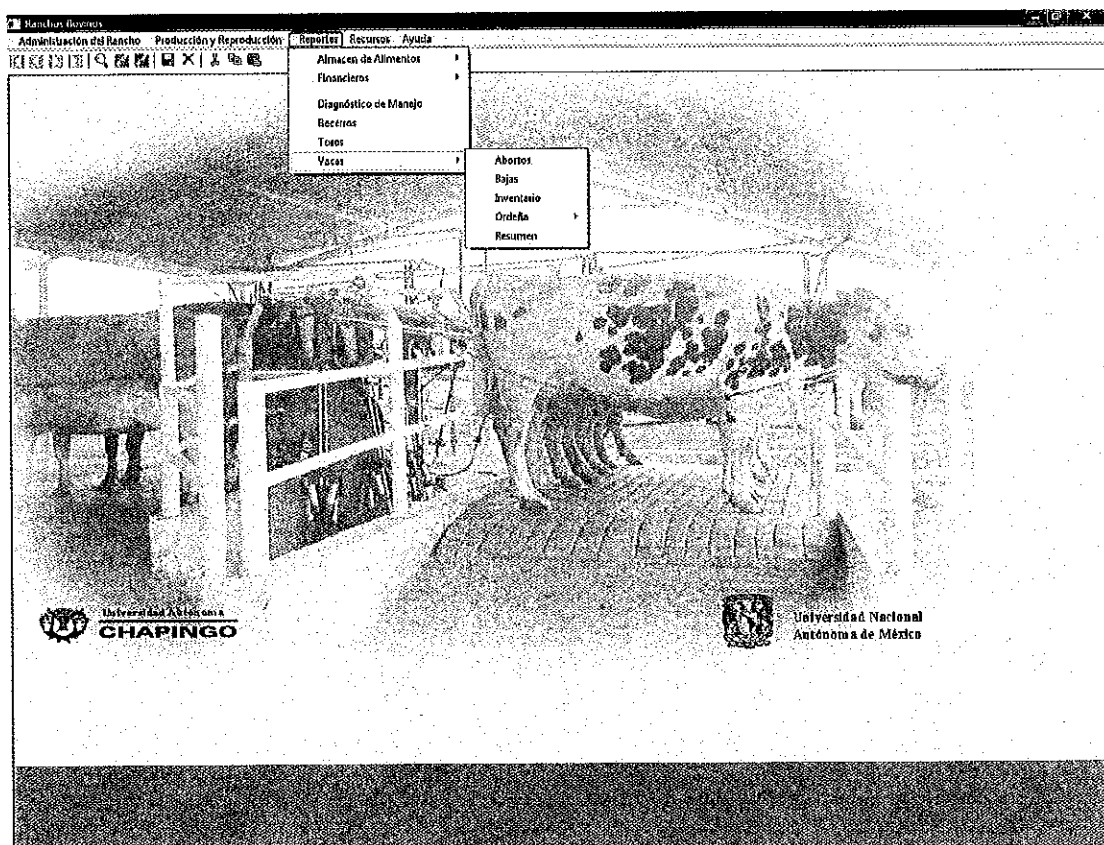


Figura 14. Selección en el menú de los reportes.

En este apéndice, sólo se describirán los reportes generados a partir de los registros reproductivos de los animales.

3.1 Control productivo y reproductivo

Es el reporte de los eventos productivos y reproductivos de cada vaca, en el cual se selecciona el rancho y una vaca en específico (Figura 15).

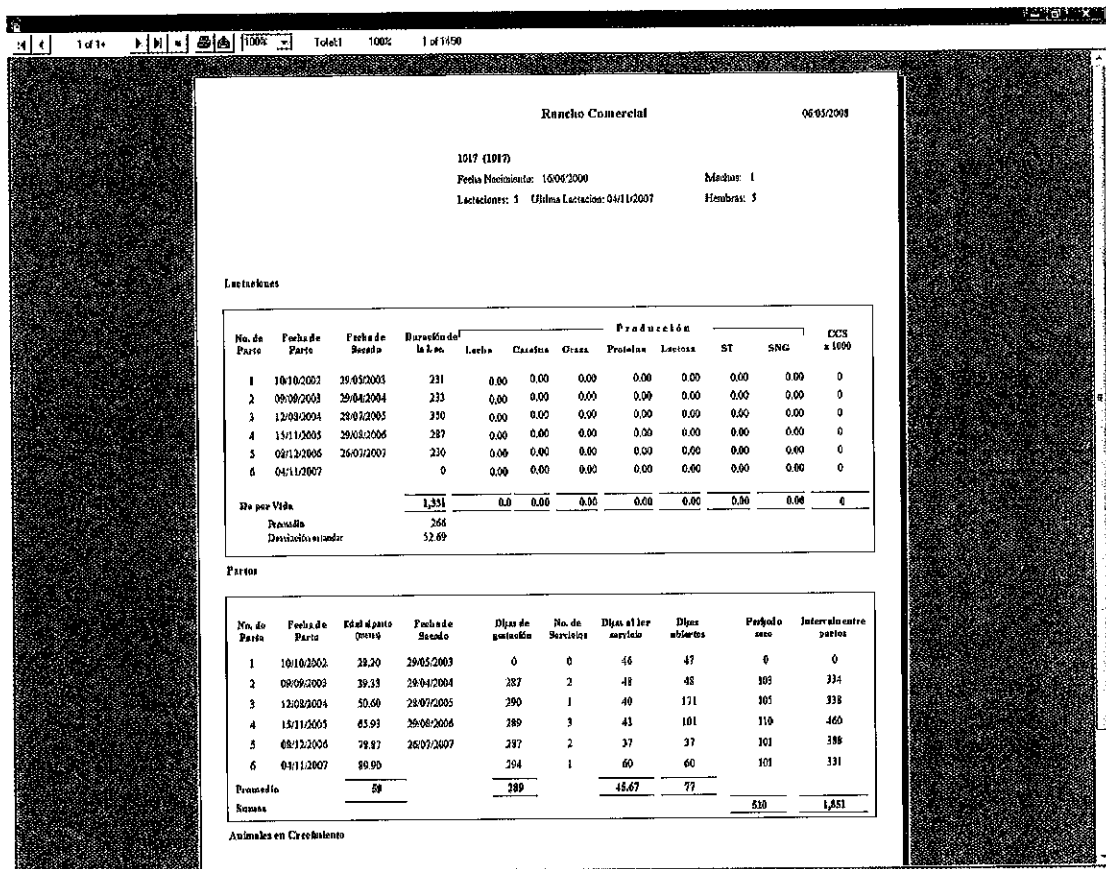


Figura 15. Visualización del reporte de los eventos productivos y reproductivos de cada vaca.

En este reporte se resumen los parámetros reproductivos de mayor importancia en cada lactancia como son: duración de la gestación, número de servicios por concepción, días al primer servicio, días abiertos e intervalo entre partos, así como también los resultados del análisis de calidad de leche, duración de la lactancia y del periodo seco.

3.2 Diagnóstico de manejo

Una vez que se tiene la información actualizada de los eventos reproductivos de todas las vacas del rancho, es posible solicitar el reporte de Diagnóstico de

manejo. Éste muestra de forma sintetizada un reporte estadístico del estado reproductivo del hato en las últimas cuatro semanas, tomando como referencia la fecha en la cual se solicita el reporte. En este reporte se indica el número de vacas abiertas existentes entre las fechas indicadas, sin embargo, dentro de la misma ventana se encuentra una opción que despliega un segundo reporte que muestra no sólo cuántas son las vacas abiertas, sino cuáles son (Figura 16).

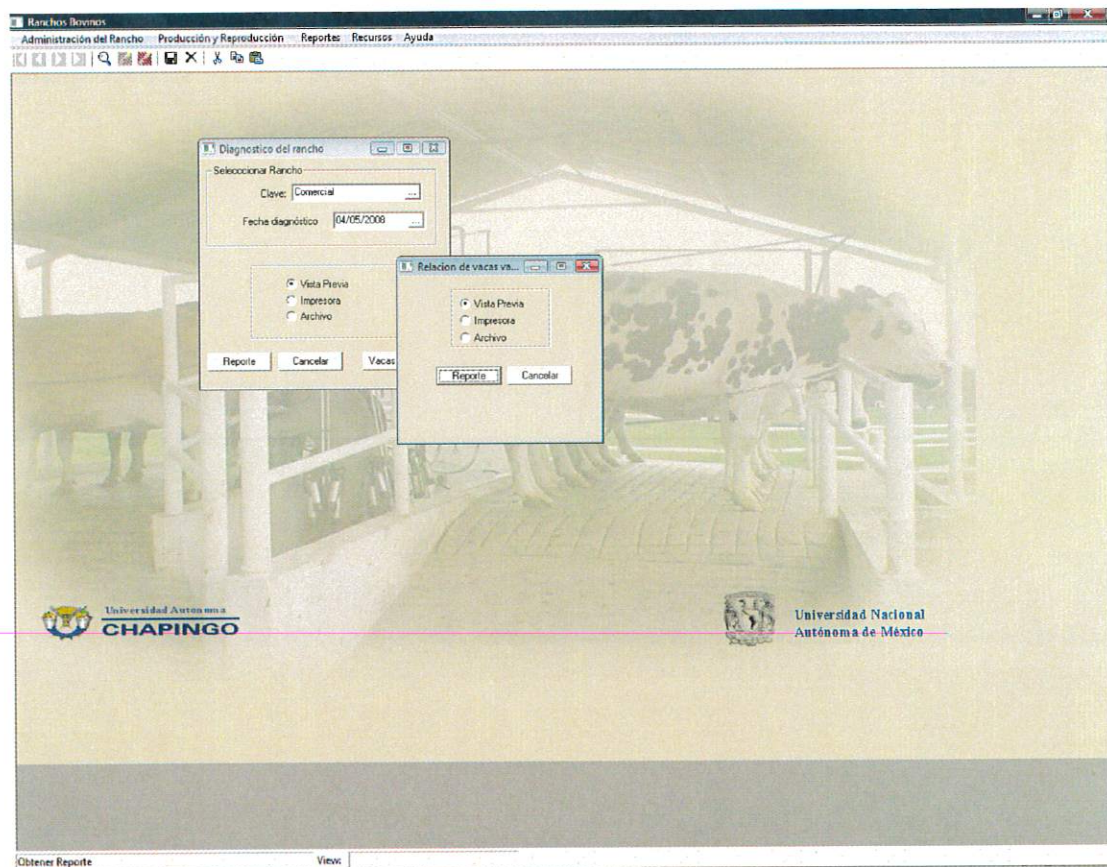


Figura 16. Presentación de las ventanas de diagnóstico del rancho y la relación de las vacas abiertas.

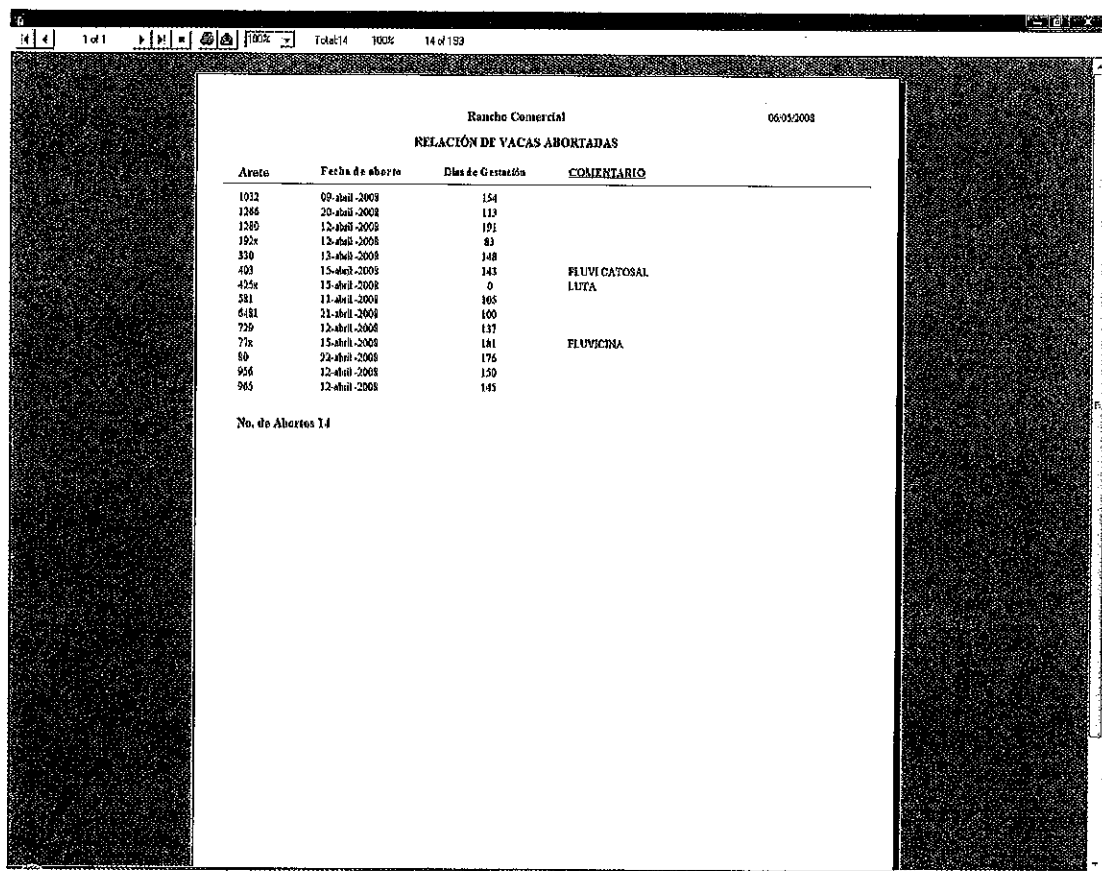
El reporte estadístico, también incluye información sobre las ventas, eliminación y muertes de las vacas, así como de los becerros/as nacidos en el rancho (Figura 17). La importancia de este reporte radica en que permite realizar un diagnóstico rápido del comportamiento reproductivo del hato, así como de la tasa de desecho de los animales.

REPORTE ESTADISTICO		06/05/2008
Rancho Comercial		
En el periodo comprendido entre 06/04/2008 y 04/05/2008		
	No de Vacas	
Total de vacas inseminadas	135	
Total de Servicios	139	
Total preñadas	46	
% de Concepción	22.77	
Servicios por preñez	3.02	
Vacas sin servicio hasta 40 días de paridas	73	
Vacas abiertas de 41 a 60 días de paridas	30	
Vacas abiertas de 61 a 90 días de paridas	28	
Vacas abiertas de 91 a 120 días de paridas	16	
Vacas abiertas con mas de 120 días de paridas	36	
Vacas		
Paridas	51	
A desecho	0	
Vendidas	13	
Muertas	1	
Abortos	14	
Beceros		
Vendidos	0	
Machos	0	
Hembras	0	
A desecho	0	
Machos	0	
Hembras	0	
Muertos	0	
Machos	0	
Hembras	0	

Figura 17. Visualización del reporte estadístico del manejo reproductivo del rancho.

3.3 Abortos

En la ventana de control reproductivo se registran y editan los abortos que llegan a ocurrir en las vacas del hato. Dentro del módulo de reportes, en la opción de vacas, es posible ver un despliegue de cuáles son las vacas abortadas en el periodo de fechas solicitado, así como también la fecha de aborto y los días de gestación transcurridos hasta del día del aborto (Figura 18). El disponer de este tipo de reporte permite poner a consideración la permanencia o no de las vacas abortadas en el hato.



Aborto	Fecha de aborto	Días de Gestación	COMENTARIO
1012	09-abril-2008	154	
1266	20-abril-2008	113	
1280	12-abril-2008	101	
192x	12-abril-2008	83	
330	13-abril-2008	148	
403	15-abril-2008	143	FLUVI CATOSAL
425a	15-abril-2008	0	LUTA
581	11-abril-2008	166	
6481	21-abril-2008	100	
729	12-abril-2008	137	
77x	15-abril-2008	141	FLUVICINA
80	22-abril-2008	176	
956	12-abril-2008	150	
965	12-abril-2008	145	

No. de Abortos 14

Figura 18. Visualización del reporte de vacas abortadas.

3.4 Bajas

Un reporte adicional que refleja el comportamiento reproductivo del hato es el de bajas, ya que indica las causas por las cuáles se están eliminando los animales del hato (Figura 19). A partir de este reporte es posible evaluar cuál es el porcentaje de desechos debido a fallas reproductivas.

REPORTE DE BAJAS				
05 mayo / 2008				
Comercial		Rancho Comercial		
AREJE	YACA	Fecha de Baja	Tipo de Baja	Observaciones
1158	1158	05/04/2008	Venta	ABORTADA, SECA
1288	1288	05/04/2008	Venta	SECA
131	131	05/04/2008	Venta	VACIA SECA
209	209	05/04/2008	Venta	PENGIA
353	353	05/04/2008	Venta	UBRONA
465	465	05/04/2008	Venta	MASTITIS, VACIA
523	523	05/04/2008	Venta	SECA, MASTITIS
560	560	05/04/2008	Venta	ABORTADA, SECA
972	972	05/04/2008	Venta	NO GESTO, SECA
1153	1153	12/04/2008	Venta	ABORTADA
163	163	12/04/2008	Venta	MULONA
326	326	12/04/2008	Venta	MULONA
436x	436x	12/04/2008	Venta	SECA
531	531	12/04/2008	Venta	SECA
692x	692x	12/04/2008	Venta	MULONA
926	926	12/04/2008	Venta	ENFERMA
NZ5497	NZ5497	15/04/2008	Muerte	MUERTA
1302	1302	25/04/2008	Venta	SECA REPETIDORA
427	427	23/04/2008	Venta	UBRONA
618	618	23/04/2008	Venta	MULONA UBRONA
640	640	23/04/2008	Venta	
686	686	25/04/2008	Venta	3 ABTOS SEGUIDOS
835	835	26/04/2008	Venta	MASTITIS

Figura 19. Visualización del reporte de bajas.