



11663  
2  
2ej.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

EFEECTO DE LA EDAD AL PRIMER PARTO O ABORTO  
SOBRE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA Y  
PRODUCTIVA DURANTE LA PRIMERA LACTANCIA.

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
**MAESTRO EN CIENCIAS  
EN REPRODUCCION ANIMAL  
P R E S E N T A :**  
**FERNANDO OSNAYA GALLARDO**

ASESOR: DR. FELIPE DE JESUS RUIZ LOPEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, ESTADO DE MEXICO

1997

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **RESUMEN**

---

### **EFFECTO DE LA EDAD AL PRIMER PARTO O ABORTO SOBRE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA DURANTE LA PRIMERA LACTANCIA**

**MVZ FERNANDO OSNAYA GALLARDO**

**ASESOR: Dr. FELIPE DE JESUS RUIZ LOPEZ**

El trabajo se realizó en un hato comercial de bovinos productores de leche. Se utilizaron los registros reproductivos de 2104 vaquillas de la raza Holstein-Friesian que nacieron durante los años de 1985 a 1991 y que contenían la fecha de primer parto ( $n= 1724$ ) o de aborto ( $n= 380$ ) así como los datos de producción de las vacas que parieron ( $n= 509$ ) o abortaron ( $n= 85$ ) durante el transcurso de los años de 1992 y 1993. El objetivo fue evaluar el efecto de la edad al primer parto o aborto sobre la eficiencia reproductiva y productiva durante el desarrollo de la primera lactancia. Las variables dependientes fueron analizadas usando el modelo lineal general (GLM) y las medias se compararon utilizando el procedimiento de Fisher'S de diferencia de mínimos cuadrados. Se usaron como variables de respuesta los Días al Primer Servicio Postparto (DPS); Días al Servicio Fértil Postparto (DSF); Número de Servicios por Concepción (NSC); Intervalo entre Partos (IP) y Nivel de Producción Láctea Estandarizado (NPL), empleando solo los registros que presentaron la información requerida. La edad promedio  $\pm$  error estándar al primer parto fue a los  $27.4 \pm 0.06$  meses, no se detectó efecto de la edad al primer parto sobre las variables reproductivas DPS, DSF, NSC e IP ni tampoco sobre el NPL ( $P > 0.10$ ). El aborto se presentó en el 18.1% de las 2104 vaquillas a una edad promedio de  $25.2 \pm 0.15$  meses, la interrupción de la gestación ocurrió a los  $214.4 \pm 2.47$  días en promedio. No se presentó efecto del aborto sobre los DPS, DSF y NSC ( $P > 0.10$ ). Sin embargo, el 38.1% de las vacas diagnosticadas gestantes después del primer aborto, volvieron a abortar durante el transcurso del siguiente evento

reproductivo y el restante 61.9% lograron el parto. Se demostró un efecto del aborto sobre el IP ( $P < 0.05$ ), siendo mayor al grupo de vacas de primer parto. La menor producción láctea durante la primera lactancia estuvo asociada a la presentación del aborto en comparación con las vacas paridas ( $P < 0.05$ ). En las vacas abortadas se presentó efecto de los días de interrupción de la gestación sobre las variables reproductivas y productivas ( $P < 0.05$ ), obteniéndose los siguientes coeficiente de regresión DPS ( $\beta = 0.154$ ), DSF( $\beta = 29.5$ ), NSC( $\beta = 0.006$ ), IP ( $\beta = 34.5$ ) y NPL( $\beta = 0.01$ ). El nivel de producción láctea estandarizado no afectó los DPS, DSF, NSC, y el IP en el grupo de vacas de primer parto ( $P > 0.10$ ). Pero se encontró efecto en el grupo de vacas abortadas ( $P < 0.05$ ), obteniéndose un coeficiente de regresión en los DSF de ( $\beta = 29.5$ ) y en el IP de ( $\beta = 34.5$ ). Se concluye que es posible reducir la edad al primer parto sin afectar la eficiencia reproductiva y productiva durante la primera lactancia. Es necesario implementar programas de manejo y prevención, para reducir la incidencia de abortos que ocasionaron pérdidas económicas por la disminución en la producción de leche durante la primera lactancia e incremento en el intervalo entre el aborto y siguiente parto (IP). En las vacas abortadas, los parámetros reproductivos y la eficiencia productiva se afectan a menor o mayor grado dependiendo de los días en que se presenta la interrupción de la gestación, concluyendo que cuando las vaquillas abortan a menos días de gestación, presentan un mejor comportamiento reproductivo y una menor producción de leche en comparación a las vaquillas abortadas a más días de gestación.

## **AGRADECIMIENTOS**

---

---

### **A mis padres**

Miguel Osnaya y Carmen Gallardo

Por ser la razón de mi existencia, por todo el amor, esfuerzo y dedicación que me brindaron durante el tiempo que vivimos juntos que fue la base de mi formación humana y profesional..

### **A mi esposa**

Lic. Sonia González Concha

Por todas las muestras de cariño y amor que me ha brindado desde siempre, así como de su apoyo incondicional en los momentos felices y difíciles de nuestras vidas.

### **A mis hijos:**

Assiyadeth, Sonia Ivette y Fernando

Quienes han llenado de luz mi existencia, deseando de todo corazón que logren las metas que se planten en la vida y que sean siempre muy felices. Los ama su papá.

### **A mis hermanos**

Aurora, Yolanda, Jesús, Rosa, Carlota, Elsa, Miguel, Eduardo, Carmen, Patricia y Arturo

De quienes siempre he recibido muestras de cariño y amistad.

### **A mis tíos, suegros, cuñados y sobrinos**

Por todos los momentos de amistad y apoyo que hemos compartido en beneficio de la familia.

**Al Dr. FELIPE DE JESUS RUIZ LOPEZ por la asesoría y tiempo destinado en la realización del presente trabajo, al Ing JUAN GARIBAY BERMUDEZ por sus consejos y enseñanzas en los procedimientos estadísticos.**

**Al jurado y en particular al Dr EVERARDO GONZALEZ PADILLA ha quien siempre he admirado en el campo profesional y por las enseñanzas brindadas durante mis estudios de la maestría.**

**A los amigos de la FES Cuautitlán, por su amistad brindada y en especial al M.C. GUILLERMO OVIEDO FERNANDEZ.**

**A Aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización del presente trabajo .**

# CONTENIDO

<b>RESUMEN.....</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>iii</b>
<b>CONTENIDO.....</b>	<b>v</b>
<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<b>vi</b>
<b>INDICE DE GRAFICAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>I.- INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>II.- REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
Edad a la presentación de la pubertad.....	4
Edad al primer servicio.....	6
Reconocimiento materno de la gestación.....	7
Factores desencadenantes del parto.....	8
Fisiología de la glándula mamaria.....	11
Edad al primer parto.....	13
Días al primer calor postparto.....	15
Días al primer servicio postparto.....	18
Intervalo entre partos.....	19
Intervalo entre parto y servicio fértil.....	22
Objetivos.....	23
Hipótesis.....	24
<b>III.- MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>25</b>
<b>IV.- RESULTADOS.....</b>	<b>30</b>
<b>V.- DISCUSION.....</b>	<b>48</b>
<b>VI.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>55</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>56</b>

## **INDICE DE CUADROS**

---

<b>1.- Promedios generales de los parámetros reproductivos en vaquillas Holstein.....</b>	<b>30</b>
<b>2.- Regresión de los parámetros reproductivos en vaquillas Holstein,.....</b>	<b>35</b>
<b>3.- Regresión de la producción láctea en vacas de primera lactancia.....</b>	<b>38</b>
<b>4.- Nivel de producción láctea estandarizada.....</b>	<b>40</b>
<b>5.- Promedios de los parámetros reproductivos y productivos en vaquillas Holstein de primer parto o aborto.....</b>	<b>41</b>
<b>6.- Días a primer servicio postparto o postaborto.....</b>	<b>42</b>
<b>7.- Días al servicio fértil postparto o postaborto.....</b>	<b>43</b>
<b>8.- Número de servicios por concepción postparto o postaborto...</b>	<b>45</b>
<b>9.- Porcentaje de vacas que presentaron el siguiente parto con o sin antecedentes de aborto.....</b>	<b>46</b>
<b>10.- Intervalo entre partos o aborto y parto.....</b>	<b>47</b>

## **INDICE DE GRAFICAS**

---

---

<b>1.- Interacción año-trimestre sobre la edad al primer servicio.....</b>	<b>31</b>
<b>2.- Interacción año-trimestre sobre la edad al servicio fértil.....</b>	<b>32</b>
<b>3.- Interacción año-trimestre sobre el número de servicios.....</b>	<b>33</b>
<b>4.- Interacción año-trimestre sobre la edad al primer parto.....</b>	<b>34</b>
<b>5.- Curva de regresión para la edad al primer servicio.....</b>	<b>35</b>
<b>6.- Curva de regresión para la edad al servicio fértil.....</b>	<b>36</b>
<b>7.- Curva de regresión para servicios por concepción.....</b>	<b>36</b>
<b>8.- Curva de regresión para la edad al primer parto.....</b>	<b>37</b>
<b>9.- Curva de regresión para la edad al primer aborto.....</b>	<b>38</b>
<b>10.- Curva de lactación.....</b>	<b>39</b>
<b>11.- Producción de leche.....</b>	<b>41</b>
<b>12.- Días al primer servicio.....</b>	<b>42</b>
<b>13.- Días al servicio fértil.....</b>	<b>44</b>
<b>14.- Servicios por concepción.....</b>	<b>45</b>
<b>15.- Intervalo entre partos.....</b>	<b>47</b>

## **INTRODUCCION**

---

En la República Mexicana, una de las preocupaciones que tiene la industria lechera es la de mejorar la productividad en los hatos de bovinos, para hacer frente a los factores que afectan su rentabilidad. Poca ha sido la atención a la crianza de vaquillas de reemplazo que es el futuro del negocio, por lo que deben hacer esfuerzos para establecer sistemas de crianza eficientes que disminuyan la importación de vaquillas. La situación económica actual por la que atraviesa nuestro país ha puesto en manifiesto, la necesidad de prestar mayor interés a la cría de sus propios reemplazos.

El aspecto reproductivo en los bovinos productores de leche, se encuentra relacionado con la eficiencia productiva. El óptimo aprovechamiento de los eventos reproductivos en el ganado, requiere de un complejo programa de manejo, alimentación, medidas de control y prevención de enfermedades, para alcanzar la regularidad de los ciclos reproductivos, que son la base de una buena rentabilidad (Lin et al., 1986; Moore et al., 1991; Troccon, 1993).

Con la finalidad de obtener una adecuada eficiencia del ganado bovino, es necesario conocer el comportamiento de los animales y aplicar los conocimientos adquiridos en el manejo, nutrición, reproducción, genética, sanidad y economía. En el plano reproductivo sobresalen dos periodos de consideración, uno que corresponde a la edad al primer parto y otro que es el intervalo entre partos, ya que existen pérdidas económicas asociadas con la mayor edad al primer parto y al intervalo entre partos prolongado, que ocasionan una reducción en la producción de leche por día de vida, así como de crias nacidas al año y por lo tanto un retraso en el progreso genético (Gardner et al., 1978; Troccon, 1993; Lin et al., 1988; Simeri et al., 1991).

Con respecto a la edad al primer parto, la meta ideal de todo programa reproductivo es lograr este objetivo cuando el animal cumpla los 24 meses de edad y de ahí en adelante que tenga un parto cada 12 meses, por lo que deben realizarse programas de manejo en las vaquillas de reemplazo, considerando los aspectos fisiológicos productivos que tienen influencia sobre la economía. En las tres últimas décadas se ha realizado una serie de investigaciones, con la intención de proporcionar las bases en la crianza de becerros que permitan disminuir los costos de producción sin afectar la capacidad reproductiva y productiva en las siguientes lactaciones (Hoffman y Funk, 1992).

Con base en los resultados de las pasadas investigaciones, Hoffman y Funk (1992), han establecido la necesidad de considerar seis factores básicos en todos los programas de manejo en la cría de vaquillas de reemplazo para que de esta manera se logren cambios positivos en la eficiencia reproductiva y productiva de las becerras.

- 1.- El costo de crianza puede reducirse logrando una disminución de la edad al primer parto.
- 2.- Para lograr la disminución de la edad al primer parto, se requiere la aplicación de una adecuada nutrición (Gardner et al., 1977; Gardner et al., 1978).
- 3.- El incremento en el plano nutricional tiene una correlación negativa, sobre el desarrollo de la glándula mamaria, durante el período prepúber y por lo tanto reduce el potencial de producción láctea durante la vida productiva (Harrison et al., 1983; Sejrsen et al., 1982; Sejrsen et al., 1983; Stelwagen y Grieve, 1990).
- 4.- Favoreciendo el aumento de peso al primer parto, se logra reducir la incidencia de problemas distócicos (Erb et al., 1985; Thompson et al., 1983).
- 5.- Aumentando el peso al primer parto, se presenta un efecto positivo sobre la primera lactancia y en la vida productiva (Fisher et al., 1983; Keown y Everett, 1986; Lin et al., 1984).
- 6.- La mejor ganancia de peso al primer parto, tiene un efecto negativo sobre la eficiencia nutricional (Sieber et al., 1988)

El aplicar programas de manejo sobre la base de cada uno de los factores en forma independiente puede ser una tarea fácil de conseguir, sin embargo existen interacciones entre cada uno de ellos, que interfieren sobre el buen desarrollo y aprovechamiento de las vaquillas. Es de interés primario lo relacionado con el plano nutricional y el peso alcanzado al primer parto ya que de alguna manera influyen o se interaccionan con algunos de los demás factores, produciendo impactos positivos o negativos sobre la eficiencia productiva y reproductiva (Hoffman y Funk, 1992).

En términos generales ha sido recomendado y aceptado que las vaquillas de reemplazo se incorporen al hato productivo cuando alcancen en promedio los 24 meses de edad. Las ventajas económicas que se obtienen por reducir la edad al primer parto de las vaquillas son debidas al aumentar los porcentajes de los cambios genéticos al acortar el intervalo entre generaciones, mayor número de crías por vaca,

reducción de los costos fijos de mantenimiento y más producción de leche por día de vida productiva (Simeril et al., 1991; Lin et al., 1988).

La presentación del aborto interfiere con el cumplimiento de las metas reproductivas, al alterar la edad al primer parto o el intervalo entre partos. El aborto ocasiona grandes pérdidas económicas a los productores por concepto de pérdida del producto, incremento en los costos de crianza de las vaquillas improductivas, baja en la producción láctea en la siguiente lactancia y durante la vida productiva e incrementa la tasa de desecho sin que los animales hayan amortizado sus costos de producción (Swanson, 1970).

En las vacas el aborto es definido como la expulsión de un feto ocurrido después de los 42 días y antes de los 260 de gestación, periodo durante el cual el feto es incapaz de sobrevivir fuera del útero (Thurmond y Picanso, 1990). Las causas de aborto en el ganado de leche son muy variadas, aunque los agentes infecciosos han sido involucrados en el 31 % de los casos de abortos diagnosticados, de los cuales el 15 % han sido causados por agentes bacterianos, el 11 % por agentes virales y el 5 % restante por hongos. El 2 % de los abortos fue considerado como no infeccioso, ya que aunque se encontraron lesiones que indicaban la posible presencia de una infección, no se aisló ningún agente infeccioso, mientras que en el 67 % de los abortos examinados no fue determinada la causa (Kirkbride, 1992). Las pérdidas económicas se agudizan conforme se aumenta el porcentaje de abortos en las explotaciones, siendo aceptado pero no deseable un porcentaje anual menor al 5% (Avila, 1986), sin embargo, en zonas endémicas en enfermedades abortivas los porcentajes pueden alcanzar o exceder el 10% (Klingborg, 1987; Thurmond et al. 1989).

## REVISIÓN DE LITERATURA.

### Edad a la presentación de la pubertad.

La edad de presentación de la pubertad se encuentra influenciada por factores genéticos (Nelsen et al., 1982; Witbank et al., 1969), ambientales (Moran et al., 1989), y su interacción. El inicio de la actividad sexual es dependiente de los factores endocrinos que favorecen el inicio de la actividad ovárica y el crecimiento de las estructuras tubulares del tracto reproductor.

Las vaquillas durante la fase prepuber presentan patrones de secreción endocrina regulados por el sistema hipotálamo-hipofisario. El hipotálamo sintetiza neurohormonas que estimulan la producción y liberación de gonadotropinas a nivel de la adenohipófisis, las cuales al incrementar sus niveles sanguíneos favorecen el inicio de la actividad ovárica en las vaquillas (Schams et al., 1981). Desjardins y Hafs (1968) encontraron que las concentraciones de gonadotropinas en el tejido adenohipofisario se encuentran elevadas a los 7 meses de edad y que cuando los niveles de la hormona foliculo estimulante (FSH) y luteinizante (LH) disminuyen en la adenohipófisis se presenta la primera ovulación. Los niveles sanguíneos de FSH en vaquillas prepúberes son más o menos constantes (González-Padilla et al., 1975a; McLeod et al., 1985) pudiendo existir ligeras fluctuaciones. Los niveles de FSH tienden a elevarse paralelamente a los incrementos de LH, lo cual puede ser el resultado de la estimulación de las células basófilas de la adenohipófisis que son las responsables de la síntesis y liberación de ambas gonadotropinas.

Schams et al. (1981) observaron un primer pico de elevación pulsátil de LH alrededor de los 3 meses de edad, para luego disminuir y meses después se presenta una segunda elevación pulsátil que favorece la primera ovulación. El incremento de LH en la segunda elevación pulsátil se presenta aproximadamente 50 días antes de la primera ovulación (Day et al., 1984), por lo que las elevaciones de LH son esenciales en el proceso fisiológico de la ovulación (Kinder et al., 1987).

Los estrógenos y la progesterona son hormonas esteroides importantes en la actividad reproductiva de los animales, en las vaquillas los niveles sanguíneos son bajos y constantes (Schams et al., 1981), pero cuando alcanzan patrones similares a los que se presentan en los animales adultos se hace inminente la primera ovulación (González-Padilla et al., 1975a; Day et al., 1984), esto implica que juegan un papel sobresaliente en la presentación de la pubertad.

Numerosos factores ambientales intervienen en el inicio de la actividad ovárica entre los que se incluyen el peso, tamaño corporal, época de nacimiento y plano nutricional etc. (Moran et al., 1989). Diversas investigaciones han demostrado que cuando los animales son sometidos a un plano nutricional alto, se disminuye la edad al primer parto, lo anterior se debe a que aumentando las necesidades nutricionales de las becerras durante la crianza se logra una mejor ganancia diaria de peso que reduce la edad a la pubertad (Swanson, 1967).

El National Research Council (NRC, 1978) recomienda ganancias diarias de 700 a 800 g/día en las becerras de las razas lecheras de tallas grandes (Holstein), entre la semana 10 y la 67 de edad, tiempo en el cual las becerras alcanzan un peso promedio de 350 kg que es el peso deseado para recibir la primera inseminación artificial y lograr la concepción. La pubertad aparece alrededor de los 9 meses de edad, si las becerras tienen una ganancia de peso diaria de 900 g y entre los 12 y 13 meses con ganancias de 600 g/día (Swanson, 1967).

Brelin et al. (1985) mencionaron que cuando las ganancias de peso son de 600 a 700 g/diarios alrededor de la presentación de la pubertad, se reducen los impactos negativos sobre la producción láctea. El elevar el plano nutricional en las vaquillas en el periodo postpuberal favorece el aumento de peso, proporciona mayores reservas corporales y permite el desarrollo satisfactorio del tejido secretor de la glándula mamaria, traduciéndose en un mejor efecto sobre la producción láctea durante la primera y subsecuentes lactaciones.

En un estudio realizado por Sejrnsen et al. (1982) alimentando a las becerras con una proporción de 60:40 de forraje y concentrado ad libitum, agruparon a las vaquillas en prepúberes y postpúberes, observaron un efecto negativo en los animales prepúberes al ocasionar una disminución del 23% de tejido glandular. Otras investigaciones encontraron también el efecto detrimental sobre el desarrollo de la glándula mamaria, cuando se incrementó el plano nutricional en las becerras prepúberes (Gardner et al., 1977; Stelwagen y Grieve, 1990). El mecanismo por el cual la dieta elevada durante la fase prepúber, afecta el desarrollo de la glándula mamaria, cuando se tienen ganancias de peso superiores a los 900 g/diarios no está bien entendido, pero se ha encontrado una correlación positiva con la presencia de la hormona somatotropina (bST) (Sejrnsen et al., 1983).

Las ganancias diarias de 1 kg de peso antes de la primera concepción, ocasionó una disminución en la producción láctea en la primera y en las tres siguientes lactaciones, comparadas con los controles que presentaron ganancias de peso de 740 g/día (Clark y Touchberry, 1962). Foldager y Sejrnsen (1991) obtuvieron resultados similares en cuanto a la reducción en la producción, cuando a los

animales se les proporcionó un elevado régimen de alimentación alrededor de la presentación de la pubertad. Esta fase crítica según Brelín et al. (1985) ocurre a partir de los 3 o 6 meses de edad y hasta la realización de la concepción, mientras que Foldager y Serjsen (1987) consideraron el peso del animal, para enmarcar este periodo, comprendido desde los 90 hasta los 350 kg de peso. Sejrnsen et al. (1984) en su investigación realizada en becerras, sometidas a un régimen de alimentación restringida, comparado con otro ad libitum, obtuvieron ganancias de peso de 600 y de 1,220 g/día respectivamente, determinando que el nivel nutricional tiene un efecto negativo sobre el desarrollo de la glándula mamaria en los animales prepúberes alimentados ad libitum, al presentar un menor desarrollo del tejido secretor.

Harrison et al. (1983) encontraron que el peso de la glándula mamaria no se afecta cuando los animales tienen ganancias de peso de 570, 760, y 1,180 g/día, observando menor cantidad de tejido secretor en las vaquillas que tuvieron ganancias diarias de 1,180 g. Little y Kay (1979) mencionan que dicha disminución del tejido secretor puede ocasionar una disminución en la producción de leche durante la primera lactancia. En un estudio más reciente, Stelwagen y Greve (1990) concluyeron que el plano nutricional elevado no afecta el total de DNA en la glándula mamaria, pero que la cantidad de tejido adiposo se incrementa considerablemente teniendo un efecto adverso sobre la mamogénesis.

## Edad al Primer Servicio

La edad al primer servicio es un factor importante que influye sobre el comportamiento productivo y reproductivo en las vaquillas. El inseminar a las vaquillas a una edad temprana, tiene la ventaja de reducir los costos de crianza por reducir la edad al parto. Sin embargo, las desventajas son la disminución en la producción de leche durante la primera y siguientes lactaciones e incremento de las dificultades al primer parto (Little y Kay, 1979; Lin et al., 1988).

La decisión de aplicar la primera inseminación esta en función del peso, tamaño y la edad de la vaquilla. Es deseable que se inseminen por primera vez a los 15 meses de edad, con un peso de 350 kg (NRC, 1978; Lin et al., 1988). Bartone et al. (1994) reportaron que la primera inseminación en las vaquillas se realizó a las 67 semanas de edad, la concepción a las 71 semanas, requiriendo de 1.4 servicios por concepción, cuando se cubrieron el 100% de los requerimientos nutricionales (NRC, 1978) de los 3 a los 12 meses de edad y el 115% después de los 12 meses hasta 21 días antes del parto.

Trocon (1993) en su investigación determinó que las vaquillas recibieron el primer servicio en promedio a los 440 días de edad, con un peso promedio de 346 kg cuando emplearon diferentes planos nutricionales. Las becerras que quedaron gestantes en la primera inseminación parieron en promedio a los 736 días, concluyendo que el plano nutricional no afectó la longitud de la gestación, ni el peso al nacimiento.

La edad promedio de exposición al primer servicio en 456 vaquillas Holstein fue a los 410 días, en la cual las becerras recibieron la primera inseminación al presentarse el primer calor detectado, considerando el peso y condición corporal. Durante los siguientes 30 días de exposición, el 54 % de los animales se inseminaron al menos una vez. La primera inseminación se realizó en promedio a los 439 días de edad, con un intervalo entre primer servicio y servicio fértil de 34 días, con un número de servicios por concepción de 2.11, lográndose el primer parto en promedio a los 25.8 meses de edad (Simeril et al., 1991).

El resultado de la decisión de inseminar a las vaquillas a los 12.4 meses de edad favoreció que el primer parto se presentara a los 23 meses de edad, con la desventaja de disminuir el porcentaje de fertilidad al primer servicio y la producción de leche. Cuando se inseminaron a las vaquillas a los 15.6 meses de edad el parto se presentó en promedio a los 26.1 meses de edad. Obteniéndose un porcentaje de fertilidad al primer servicio del 47% y un mejor comportamiento productivo en la primera lactancia (Lin et al., 1986). Gardner et al. (1977) encontraron que las vaquillas inseminadas a los 9.6 meses de edad requirieron de 2.1 servicios por concepción, mientras que las inseminadas a los 16.8 meses fue de 1.5 servicios por concepción.

Hansen et al. (1983) reportaron edades al primer servicio de 18.5 meses basado en la información generada por Dairy Herd Improvement Association (DHIA) en la zona noroeste de los Estados Unidos.

## Reconocimiento materno de la gestación

Durante el establecimiento y mantenimiento de la gestación se suceden cambios hormonales que se encuentran regulados por la interacción entre el producto y la madre, que tienen la finalidad de mantener el cuerpo lúteo (CL). Por consiguiente la secreción continua de progesterona permite una actividad uterina propicia para la implantación y supervivencia del producto durante la vida intrauterina. Al final de la gestación el producto emite una serie de mensajes químicos que desencadenan el inicio del parto (Bazer y First, 1983). Al comienzo de

la gestación, el blastocisto alargado alcanza los cuernos uterinos entre los días 13 y 16 teniendo la capacidad de producir dos factores que permiten el reconocimiento materno de la gestación, el primer factor producido es la estrona sulfato que tiene una acción luteotrópica al incrementar la secreción de la hormona luteinizante, que es esencial para el mantenimiento del CL. El segundo factor tiene características antiluteolíticas al evitar la acción de las prostaglandinas F2  $\alpha$ , evitando la regresión del CL (Thatcher et al., 1979; Thatcher y Bazer, 1983).

Robertson y King (1979) detectaron incrementos de estrona sulfato en el fluido alantoideo entre los días 41 y 132, seguido de una disminución alrededor del día 170, iniciando un segundo incremento entre los días 200 y 230, para ir disminuyendo hasta el final de la gestación. Por lo tanto el feto produce el factor luteotrópico durante casi toda la gestación y de esta manera fortalece la presencia del CL, que es indispensable en los bovinos durante toda la gestación, al ser la fuente principal de progesterona.

Los procedimientos quirúrgicos, como son la ovariectomía, hipofisectomía y fetotomía, han permitido conocer la naturaleza del complejo luteotrópico fetal y el papel del cuerpo lúteo durante el desarrollo de la gestación en los bovinos. La ovariectomía y hipofisectomía, realizada en cualquier momento de la gestación, ocasiona la interrupción de la gestación, al disminuir el efecto luteotrópico (Bazer y First, 1983). Cuando el feto por diversas razones deja de producir los factores luteotrópicos y antiluteolíticos, se ocasiona la interrupción de la gestación por la disminución de los niveles de progesterona (Thatcher y Bazer, 1983; Morthey y French, 1980).

Las hormonas esteroides producidas por el ovario y la placenta influyen sobre el desarrollo del producto y su supervivencia en el útero, ya que favorecen las adaptaciones uterinas requeridas para el mantenimiento de la gestación, el crecimiento de la glándula mamaria y el establecimiento de la lactación. También participan en los eventos reproductivos postparto que involucran la involución uterina y el reinicio de la actividad ovárica (Thatcher et al., 1979; Bazer y First, 1983).

## Factores desencadenantes del parto.

La longitud de la gestación en los bovinos tiene un rango de 270 a 292 días dependiendo de la raza, número de crías y sexo del feto (Jaidudeen y Hafes, 1980). En forma general, los cambios hormonales asociados con el inicio de parto se

encuentran relacionados con la maduración final del feto, que pone fin a la gestación y favorece la contractibilidad uterina, síntesis y eyeción de leche.

Existen evidencias que las señales que desencadenan el parto en los bovinos, son originadas a través del eje hipotálamo-hipofisario-adrenal del feto (First, 1979). Investigaciones realizadas en borregas, cerdas y cabras, demostraron que al aplicarle a sus fetos la hormona adrenocortitrópica (ACTH), ocasionó un parto prematuro (Jones et al., 1978). La ACTH producida por la adenohipófisis fetal, tiene como células blanco a las de la corteza adrenal fetal, las cuales al ser estimuladas favorecen el crecimiento de la glándula y la esteroidogénesis teniendo como producto final al cortisol (Glickman y Challis, 1980; Lohse y Nara, 1982). Cuando el cortisol o análogos sintéticos, fueron administrados en grandes dosis en animales con gestación casi al término, se inició el trabajo del parto (First, 1979).

El cortisol fetal actúa sobre la placenta e incrementa las concentraciones maternas de estrógenos. A partir de las membranas extraembrionarias y en respuesta a este incremento de estrógenos placentarios, se estimula la síntesis de prostaglandina F2  $\alpha$ , que se incorpora a la circulación materna, ocasionando la lisis del cuerpo lúteo y la caída de los niveles de progesterona (First et al., 1982).

Como ya se señaló anteriormente el cuerpo lúteo, es el sitio de producción de progesterona y su regresión se inicia días antes del parto. Removiendo el cuerpo lúteo antes de los 200 días de gestación, se produce un aborto con la expulsión del producto muerto. Las concentraciones de progesterona en el plasma materno disminuyen gradualmente en los últimos 20 días de la gestación y de una manera abrupta 2 a 3 días antes del parto (Donalson et al., 1970). Estas concentraciones de progesterona se correlacionan con un bajo nivel de contractibilidad uterina 2 a 4 días antes del parto (Gillette, 1966).

Los corticoesteroides de origen fetal se encuentran a una concentración plasmática de 5 ng/ml 20 días antes del parto y posteriormente se incrementan a 70 ng/ml aproximadamente un día antes del parto (Comline et al., 1974; Hunter et al., 1976). La administración de ACTH induce al parto, 7 días después de su aplicación y la continua administración de dexametasona, induce el parto en las siguientes 19 a 72 horas (Comline et al., 1974), observándose que cuando se realiza la inducción, se presenta una elevación en las concentraciones de estrógenos y la caída de progesterona, dicha relación endocrina es similar a la observada durante el parto normal.

Los niveles plasmáticos maternos de estrógenos se incrementan linealmente alrededor de 30 pg/ml los últimos 30 días de gestación hasta 300 pg/ml dos días

antes del parto para descender a 50 pg/ml al primer día postparto (Thorburn et al., 1977). En las vacas el 17- $\beta$  estradiol juega un papel importante en la iniciación del parto y particularmente en la expulsión de las membranas placentarias e iniciación de la lactogénesis. La producción de estrógenos puede ser estimulada por la acción de los glucocorticoides exógenos durante los últimos 30 días de la gestación, sin embargo, la incidencia de retenciones placentarias se incrementa y solo puede reducirse con la aplicación de estrógenos exógenos junto con los glucocorticoides (Garverich et al., 1974). La elevación de los estrógenos antes del inicio del parto, estimula la secreción de prostaglandinas F2  $\alpha$ , y favorece la formación de receptores para oxitocina en las células miométriales y un incremento en la actividad miométrial (Taverne et al., 1979). La oxitocina no es muy efectiva hasta que los receptores son formados por la acción de los estrógenos (Bazer y First, 1983).

En las vacas, los niveles de prostaglandinas en el plasma de las venas uterinas son relativamente constantes < 0.5 ng/ml entre los días 5 y 7 antes del parto e inician un incremento gradual a 1.5 ng/ml, 24 a 48 horas antes del parto, las concentraciones de prostaglandinas aumentan rápidamente hasta 5.5 ng/ml durante la fase del trabajo de parto (Fairclough et al., 1975).

Los niveles elevados de prostaglandinas se relacionan ampliamente con la caída de las concentraciones plasmáticas de progesterona, por lo que se determinó que la prostaglandina F2  $\alpha$  ejerce un efecto luteolítico en las vacas (Thorburn et al., 1977). Cuando la prostaglandina F2  $\alpha$  fue aplicada antes de los 159 días para inducir el parto en cabras, los fetos expulsados presentaron fallas respiratorias y posteriormente murieron, también se presentó una mayor incidencia de retención placentaria y se observaron alteraciones en la lactogénesis, debido probablemente a que no existió activación de la corteza adrenal fetal y por consiguiente las acciones hormonales del cortisol y de los estrógenos placentarios no se presentaron (Currie y Thorburn, 1977).

Los altos niveles de progesterona durante la gestación, disminuyen el tono muscular e inhiben las contracciones uterinas y bloquean la acción de otras hormonas sobre el miometrio, los niveles de estrógenos son bajos durante las primeras etapas de la gestación, incrementándose días antes del parto y disminuyendo abruptamente un día después. Por lo tanto, con la reducción de progesterona y el aumento de estrógenos inician la fase de contractibilidad miométrial. La respuesta contráctil del útero permanece latente durante la gestación, por el bloqueo de la actividad miométrial ejercido por la progesterona. Días antes del parto los niveles de progesterona caen y por acción del cortisol se incrementan los niveles de estrógenos que estimulan la actividad uterina provocando contracciones

rítmicas y regulares momentos antes del parto e incrementan su actividad fuertemente un día antes y después del parto (Thorburn et al., 1977).

Con el incremento de los niveles de estrógenos se favorece la síntesis de prostaglandina F<sub>2</sub> α que es un factor determinante en la contractibilidad uterina al momento del parto (Bazer y First, 1977), también favorece la formación de receptores en las células miometriales para oxitocina, la cual al ser liberada por los estímulos mecánicos ejercidos por el feto sobre las terminaciones nerviosas en el momento del parto, incrementa sus niveles produciendo fuertes contracciones del miometrio (Thorburn et al., 1977).

La interacción de estrógenos, prostaglandinas y oxitocina juega un papel sobresaliente en la contractibilidad del miometrio durante el parto, sin embargo los niveles de estrógenos disminuyen al siguiente día y las contracciones continúan por el efecto de las prostaglandinas y la oxitocina, con lo cual se favorece la expulsión de las membranas fetales y los loquios al inicio del puerperio y favorece por lo tanto la involución uterina (Thatcher et al., 1993; Bazer y First, 1983; Thorburn et al., 1977).

## Fisiología de la glándula mamaria

El desarrollo de la glándula mamaria desde el nacimiento a la pubertad se caracteriza por un crecimiento alométrico; alrededor de los 9 a los 12 meses de edad, los estrógenos estimulan la proliferación de los conductos, pero el desarrollo alveolar requiere del sinergismo de los estrógenos y la progesterona (Anderson, 1974), observándose que el tejido alveolar inicia su desarrollo durante el transcurso de la primera gestación.

La glándula mamaria inicia su crecimiento conforme avanza la gestación, el tejido conjuntivo se reduce, y se incrementa el tejido parenquimatoso o alveolar, regulado por los cambios hormonales presentes durante esta fase reproductiva. La progesterona y los estrógenos durante la gestación, son las hormonas primarias que estimulan el desarrollo de la glándula mamaria, por favorecer la proliferación del tejido secretor y de los conductos. En general, las hormonas esteroideas de origen ovárico y placentario interactúan con las hormonas hipofisarias, ya que la aplicación exógena de las hormonas esteroideas fue incapaz de estimular el crecimiento mamario en animales hipofisectomizados, lo que implica que las hormonas esteroideas juegan un papel importante sobre la glándula mamaria pero mediado por las hormonas hipofisarias (Baldwin y Miller, 1991).

Durante el desarrollo de la gestación, se han enunciado tres eventos de consideración que se presentan durante los periodos pre y postparto, indispensables para el establecimiento e inicio de la lactación y que se encuentran regulados por la actividad hormonal. Las concentraciones de progesterona y estrógenos durante el desarrollo de la gestación, estimulan la proliferación del tejido secretor. El primer evento consiste en la división mitótica de las células secretoras progenitoras, inducida por la acción de la insulina; el segundo evento es regulado por la acción del cortisol, que estimula la diferenciación de las células hijas y el tercer evento depende de la acción de la prolactina que inicia la actividad de síntesis y secreción láctea (Baldwin y Miller, 1991; Erb, 1977).

Los eventos anteriormente mencionados requieren de dos días para lograr su máxima respuesta, si el desarrollo secuencial se interrumpe más de cuatro días y no existe estímulo por parte del cortisol y la prolactina, las células secretoras hijas formadas en el primer evento sufren un proceso de regresión citológico hacia una apariencia similar a las células progenitoras (Erb, 1977).

Cuando se incubó tejido mamario de vacas no lactantes que se encontraban a 40 días de la fecha del primer parto, se observó que requerían de insulina para su proliferación, de cortisol para la diferenciación y de prolactina para la biosíntesis de leche (Collier et al., 1976). Diferentes trabajos han mencionado la realización de la lactancia en animales vírgenes tratados hormonalmente, así como en interrupciones de la gestación. En los bovinos productores de leche que abortaron después de los 120 días de su primera gestación, lograron el establecimiento de la lactación (Swanson, 1970).

La glándula mamaria de las vaquillas se desarrolla a través de la gestación, sin embargo la diferenciación y la actividad de síntesis de leche es relativamente incompleta antes de dos días del primer parto (Heald, 1974; Kinsella et al., 1972), la diferenciación y síntesis de leche se completa con la caída de la progesterona, que actúa como un inhibidor de la lactación, lo cual sucede tres días antes del parto (Convey, 1974), incrementándose al mismo tiempo, los niveles de cortisol, de prolactina, de hormona de crecimiento (STH) y de oxitocina (Bazer y First, 1983).

Los glucocorticoides se incrementan significativamente en el suero sanguíneo durante el parto y disminuyen sus niveles en las siguientes 12 horas postparto, mientras que los estrógenos se incrementan en sangre, orina y leche durante la última semana de la gestación, alcanzando sus máximos niveles alrededor de las 24 horas antes y después del parto observándose posteriormente una caída abrupta (Thorburn et al., 1977).

En las vacas se prolonga la gestación por una elevada concentración de progesterona y bajos niveles de estrógenos. La glándula mamaria permanece colapsada hasta que el feto es removido e inicia la síntesis y eyección de leche, la cual puede ser comparada a la de un parto a término (Callahan, 1969). La glándula mamaria de las vaquillas no muestra evidencias de llenado cuando el aborto ocurre en el último tercio de la gestación, sin embargo inician su lactación, produciendo menos leche en el transcurso de la primera lactancia. El nivel de producción de leche es menor conforme disminuyen los días de interrupción de la gestación (Swanson, 1970).

### Edad al primer parto.

Lin et al. (1988) estudiaron el posible efecto de la edad al primer parto en vaquillas que parieron en promedio a los 23 meses contra las que lo hicieron a los 26 meses de edad, determinaron que durante la primera lactancia las vaquillas que parieron a los 23 meses de edad produjeron 275 kg menos de leche que sus contemporáneas que parieron a los 26 meses, pero al comparar la producción por día de vida productiva las vaquillas que parieron a una edad temprana lograron 107 días más de producción, con un incremento de 1475 kg de leche en 61 meses de edad. En la investigación realizada por Gardner et al. (1978) se encontraron resultados similares cuando las vaquillas parieron a una edad temprana, compararon a becerras de la raza Holstein con una edad promedio al primer parto de 22.2 meses con las de 24.6 meses, la única diferencia que encontraron fue que la edad al primer parto no afectó la producción de leche durante la primera lactancia. Por otro lado, en una evaluación de 933 vaquillas Holstein se encontró que las vaquillas que parieron a los 23 meses de edad lograron un mayor tiempo de vida productiva, pero existió un mayor aprovechamiento en los animales que lograron el primer parto a los 25 meses de edad (Gill y Allaire, 1986)

Powell (1985) realizó un estudio en seis millones de registros reproductivos en diferentes razas durante los años de 1960 a 1982 pertenecientes a diversas explotaciones comerciales de los Estados Unidos, determinando que el promedio de la edad al primer parto en las vaquillas Holstein fue a los 27.52 meses. La información presentada por Powell (1985) y Nieuwolf et al. (1989) sugiere que las recomendaciones relativas a que las becerras de reemplazo se optimicen, logrando el primer parto a los 24 meses de edad, no han sido aceptadas entre los productores de ganado en forma comercial, lográndose ligeros cambios a este respecto. Una situación muy similar se ha presentado en México (Ruiz et al., 1994).

Muchas investigaciones han señalado las ventajas de reducir la edad al primer parto, pero otros han encontrado problemas cuando se reduce a 21 o 22 meses de edad, ya que también es menor el peso de la vaquilla al momento del parto, ocasionando una mayor presentación de problemas de distocias. Erb et al. (1985) determinaron que las distocias ocasionan desórdenes reproductivos postparto entre los que se encuentran la retención de placenta, la metritis y un aumento de los días al primer servicio. La presentación de las distocias se encuentra altamente correlacionada con el peso de las vaquillas al momento del parto, trayendo como consecuencia una alteración en la eficiencia reproductiva, dentro de las que se encuentra la retención placentaria, mortalidad del producto o de la madre. Pero al utilizar buenas técnicas de manejo y selección adecuada del semental en base al tamaño de la cría es posible reducir la incidencia de distocias (Thompson et al., 1983).

Pollak y Freeman (1976) sugirieron que el tamaño de la cría es la causa de las dificultades al parto y no el tamaño de la madre, aunque el tamaño de la madre influye sobre el tamaño del producto. Sin embargo, otras investigaciones destacan que las vacas pequeñas tienen crías pequeñas, por lo que disminuye el riesgo de distocias, pero ha sido discutido que la edad temprana o tardía del primer parto pueden incrementar la incidencia de distocias.

La reducción de la edad al primer parto, se puede lograr mediante el empleo de un adecuado programa nutricional que permita una ganancia diaria de peso, con la finalidad de llegar con un peso satisfactorio al momento del parto (Hoffman y Funk, 1992). Debido a que el plano nutricional y el peso al primer parto, tienen un interés primario, ya que de alguna forma influyen o interaccionan con los demás conceptos, teniendo impactos positivos o negativos sobre la eficiencia productiva y reproductiva (Simeril et al., 1991).

Numerosos trabajos han demostrado el efecto positivo entre el peso al parto y la producción de leche durante la primera lactancia. Keown y Everett (1986) encontraron una máxima producción cuando el peso al primer parto fue de 635 kg en ganado Holstein, resultados similares obtuvieron Heinrichs y Hargrove (1991). Los animales que llegan al parto con un peso de 539 kg lograron producciones de leche de 5,180 kg durante la primera lactancia. Heinrichs y Hargrove (1987) determinaron que las becerras con un peso de 525.9 kg a los 24 meses de edad tuvieron lactancia superiores a los 7,264 lts.

Moore et al. (1991) en un trabajo evaluaron los registros productivos y reproductivos de un total de 112,371 becerras Holstein, encontraron que la edad

promedio al primer parto fue de  $858 \pm 152$  días con un peso promedio de  $504 \pm 86$  kg teniendo una producción en la primera lactancia ajustada a 305 días de 5,528 lts.

En resumen, la edad temprana al primer parto reduce el período improductivo de las vaquillas de reemplazo, con una reducción en los costos de producción pero para lograr reducir los impactos negativos es necesario aplicar adecuados programas nutricionales.

A pesar de todas las investigaciones relacionadas con el adecuado plano nutricional, para favorecer la presentación del primer parto a los 24 meses de edad con un peso superior a los 525 kg, no han sido aplicadas en las explotaciones comerciales de producción de leche, que se encuentran por arriba de la edad recomendada al primer parto (Powell, 19850).

### Días al primer calor postparto.

Con la finalidad de ubicar cada uno de los procesos fisiológicos que se presentan durante el desarrollo del puerperio es útil dividir al período postparto en tres etapas que son: 1) Etapa inicial o postparto temprano que comprende las dos primeras semanas después del parto, 2) Etapa intermedia o postparto intermedio, comprendida entre los 16 y 45 días postparto; 3) Etapa tardía o postparto tardío período que va de los 46 días en adelante.

Durante el período del postparto temprano, las vaquillas presentan cambios en los niveles hormonales y metabólicos al pasar de un estado no productivo a otro productivo. En el transcurso de este período el sistema inmune se encuentra disminuido debido a que las inmunoglobulinas son incorporadas a la glándula mamaria para formar parte del calostro durante la fase del parto y por otro lado es considerable la demanda del consumo y necesidades de nutrientes, en donde el consumo de materia seca disminuye poco antes del parto, mientras que la demanda de nutrientes se incrementa, por lo que si las necesidades de energía y proteínas no son satisfechas las vaquillas caen en un balance energético negativo que trae como consecuencia un retraso en el reinicio de la actividad ovárica postparto así como incrementos en los porcentajes de problemas reproductivos y metabólicos postparto.

Después del primer parto, se inicia la regresión del cuerpo lúteo con la consecuente disminución de los niveles sanguíneos de progesterona por lo que se presenta un período anovulatorio de duración variable, antes que se presente la primera ovulación (Savio et al., 1990). La duración del período anovulatorio puede estar afectado por el nivel nutricional, condición corporal, amamantamiento,

lactación, raza, edad al parto e infecciones uterinas (Kalthenbach, 1980; Lamming et al., 1981; Chauhan et al., 1984).

Savio et al. (1990) empleando la técnica del ultrasonido para determinar el desarrollo folicular durante el postparto temprano, encontraron dificultades en el examen entre los 5 y 15 días debido al gran peso uterino, pero observaron la presencia de folículos dominantes a los  $11.6 \pm 8.9$  días en promedio (rango 5-39), existiendo un efecto de la época del parto. Los niveles de las hormonas gonadotrópicas fueron bajos en este periodo al igual los de progesterona y estrógenos, indicando que el desarrollo inicial de los folículos no está regulado por el control gonadotrópico. Desde el punto de vista hormonal el proceso del desarrollo folicular está regulado por dos etapas: la primera es la basal que se realiza en ausencia de gonadotropinas o bajo un control ovárico y la segunda, corresponde a la etapa tónica que es dependiente de la estimulación de las hormonas gonadotrópicas, para alcanzar la maduración y ovulación (Driancourt, 1991).

Las gonadotropinas no son requeridas al inicio del desarrollo folicular, ya que sus niveles sanguíneos son bajos en presencia de folículos dominantes, sin embargo requieren de la hormona foliculo estimulante (FSH) para la formación del antro folicular (Hirshfield, 1991).

En el transcurso del postparto intermedio, la etapa tónica del desarrollo de los folículos dominantes es sobresaliente, ya que los folículos se hacen dependientes de la acción de las gonadotropinas particularmente de la FSH, para establecer una interacción de factores con el sistema hipotálamo-hipofisis-gonada (Driancourt et al., 1987; Fortune et al., 1991). Mediante la acción de la FSH se favorece la formación del antro folicular y se estimula la esteroidogénesis por parte de las células de la granulosa, con la consecuente producción y liberación de estrógenos momentos cercanos al estro. La FSH y estrógenos favorecen la acción de la hormona luteinizante (LH) durante el periodo preovulatorio (Hansel y Convery, 1983), ocasionando la ovulación y la luteinización de las células de la granulosa, iniciando la formación del primer cuerpo lúteo postparto e incrementando los niveles de progesterona y la disminución de los estrógenos (Brinkley, 1981).

Savio et al. (1990) determinaron la ovulación a los  $27.4 \pm 23$  días postparto (rango 9-85 días) en donde al 94 % de los animales se les detectó el primer celo en ausencia de complicaciones durante el parto. Zain et al. (1995) observaron el reinicio de la actividad ovárica a los  $25 \pm 13$  días (rango 13-64 días), siendo afectado por el plano nutricional y la condición puerperal, también encontraron que la involución uterina se lleva a cabo entre los 23 y 42 días y solo en el 19.4 % de las vaquillas Holstein se completó después de los 36 días.

Troccon (1993) encontró que las vaquillas de primer parto, pierden el 15% de su peso corporal en las siguientes 5 semanas postparto, por la pérdida del contenido uterino y el inicio de la producción de leche. Durante los primeros 6 días postparto, las vacas presentaron una producción promedio de 15.2 kg de leche y de 24.5 kg durante el pico de la curva de lactación, lo que conlleva a colocar a la vaca primeriza en un balance energético negativo que retrasa el reinicio de la actividad ovárica durante el periodo postparto ocasionando cambios en el comportamiento reproductivo.

El balance energético negativo ha sido considerado como el factor limitante de mayor importancia para el establecimiento del patrón pulsátil de LH, requerido para la maduración final de los folículos y la ovulación (Butler y Canfields, 1989). Randel (1990) concluyó que las evidencias indican que el plano nutricional afecta la producción y secreción de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), y Peters et al. (1985) señalaron que la causa primaria del anestro postparto es causado por la ausencia de GnRH.

Butler et al. (1981) indicaron que la primera ovulación se presenta en promedio a los 10 días después de que las vaquillas alcanzan el punto más bajo del balance energético negativo e inicia hacia un balance con tendencias positivas y que entre mayor sea el nivel de rendimiento lácteo más prolongado será el reinicio de la actividad ovárica postparto.

En las vacas se han presentado manifestaciones del celo entre los 14 y 17 días después del parto que generalmente son irregulares o silenciosos, dependiendo del plano nutricional de los animales y del nivel de producción láctea. Sin embargo, se ha determinado que la primera ovulación se presenta entre los 15 y 30 días (Carstairs et al., 1980; Villa-Godoy et al., 1988; Canfield y Butler, 1990). La mayoría de las vacas se encuentran ciclando entre los 40 y 60 días postparto y pueden estar en condiciones fisiológicas satisfactorias para recibir la primera inseminación artificial (Zarco, 1990).

Para conocer la relación entre la elevada producción de leche y su efecto sobre la eficiencia reproductiva, se menciona que no es el grado de rendimiento lácteo el que influye sobre la reproducción, si no su repercusión en el balance energético.

En un estudio empleando los registros reproductivos de 396 vacas Holstein de primer parto, se presentó la primera manifestación de estro a los 36 días en promedio y se notó que la edad al primer parto no influyó sobre los días al primer servicio, pero cuando se presentaron dificultades al parto o problemas en el

puerperio hubo efecto sobre este parámetro reproductivo (Simeril et al., 1992). Carrillo (1994) al analizar los datos reproductivos de 818 lactancias de una explotación comercial del Estado de México, encontró que al 51.96 % de los animales se les detectó el primer calor postparto a los 35 días con una alta variación.

La duración del intervalo entre parto y primer calor en las vacas en forma individual es muy variable y es posible observarlo desde los 6 hasta los 83 días por lo que un porcentaje de vacas pueden verse afectadas desde el punto de vista reproductivo por presentar un periodo de anestro postparto prolongado (Butler et al., 1981).

La tercera etapa incluye la condición uterina y ovárica adecuada que permita la primera inseminación postparto, mencionando los detalles en el siguiente tema.

### Días al primer servicio postparto.

A través del tiempo se ha recomendado realizar el primer servicio entre los 45 y 75 días ya que este parámetro influye de manera amplia sobre la eficiencia reproductiva, logrando una reducción de los días abiertos y del intervalo entre partos. Cuando se emplea el servicio temprano sin un plan preconcebido es factible reducir el intervalo entre partos con el correspondiente incremento en el número de servicios por concepción (Meraz, 1980).

En diferentes investigaciones realizadas en la República Mexicana se concluyó que los días al primer servicio fueron en promedio 76.5 días (Anta et al., 1989). Sin embargo en trabajos realizados en la Cuenca de Tizayuca, Estado de Hidalgo, en donde en un establo constituido por 120 vacas se analizaron los datos reproductivos, se observó que el 91.67 % de vacas presentaron el primer parto, el primer servicio se realizó en promedio a los 64 días, mientras que las abortadas se inseminaron por primera vez a los 73 días ambos grupos se encontraron por arriba de la media general, donde se consideraron todas las lactancias con 63 y 71 días promedio respectivamente. Una situación muy parecida se encontró en otro establo de la cuenca que contaba con 143 registro de vacas de primer parto a término presentó un promedio de 63 días al primer servicio y de 69 días en 27 vacas abortadas con una media general de todas las lactancia de 61 y 66 días respectivamente (Arizmendi y Rodríguez, 1995). Cruz (1994) estudiando 120 vacas agrupadas en 30 por trimestre de acuerdo a la fecha de parto y que se les detectó el primer estro en promedio a los 32 días, encontró un promedio de 73 días al primer servicio postparto, no existiendo efecto del trimestre de parto. En otro trabajo

realizado en el Estado de México empleando los registros reproductivos de 818 lactancias, se encontró que al 97 % se les proporcionó el primer servicio en promedio a los 82 días (Carrillo, 1994).

Mientras que Simeril et al. (1992) empleando 396 observaciones de vacas a primer parto encontró que el primer calor se presentó en promedio a los 36 días con un intervalo entre parto y primer servicio de 70 días en promedio. Se han obtenido bajos porcentajes de fertilidad cuando las vacas son servidas antes de los 50 días postparto, mejorando cuando la primera inseminación se realiza después de los 60 días. En vacas con lactancias superiores a los 7371 kg, se presenta una disminución en el porcentaje de fertilidad en los tres primeros servicios en relación a sus contemporáneas con producciones de 6550 kg por lactancia. Otros factores que influyen sobre los días al primer servicio son los problemas durante e inmediatamente después del parto entre los que se incluyen el aborto, retención de placentas, metritis, quistes foliculares y anestro, los cuales tienen un impacto negativo sobre los días al primer servicio, el porcentaje de fertilidad y el intervalo entre partos (Bailey, 1994).

Con base en la revisión bibliográfica sobre los días al primer servicio postparto, es posible sugerir que cada una de las explotaciones determine el tiempo óptimo de primer servicio ya que existen muchos factores de manejo que influyen sobre este parámetro, entre los que se pueden enunciar el plano nutricional, el porcentaje de problemas al parto y el tamaño de la población animal.

### **Intervalo entre partos (IP).**

La reproducción juega un papel sobresaliente en las explotaciones de ganado productor de leche ya que influye directamente sobre la producción, por los cambios hormonales que se suceden durante el parto y que se encuentran estrechamente relacionados con el inicio de la galactogénesis y galactopoyesis. El IP es la medida general para evaluar la eficiencia reproductiva del ganado, en el que se involucran otros parámetros que lo afectan de manera directa o indirecta.

Con el inicio de la lactación el ganadero comienza a recibir ingresos por la venta de la leche, que está en función del precio y de los costos de producción, lo que determina la rentabilidad por vaca. Los ingresos no son constantes durante el transcurso de la lactación ya que el 50 % de la producción total de la lactancia, se obtiene durante los primeros 120 días postparto y a partir de este tiempo se inicia una disminución de aproximadamente el 10 % mensual, lo que trae como consecuencia una baja en la utilidad por día vaca (Nieto, 1991).

Por tal razón una máxima utilidad derivada de la venta de leche se encuentra relacionada con el intervalo entre partos, que tiene la finalidad de lograr un mayor número de lactaciones por vida productiva, favoreciendo de esta manera la presentación de más picos máximos de producción (Nieto, 1991). En virtud de que el ingreso económico es elevado durante la lactación temprana, se hace necesario establecer programas sólidos de manejo que consideren los aspectos sanitarios, reproductivos y nutricionales, que influyen sobre el rendimiento lácteo. Durante esta etapa, la ingestión de energía es baja y no satisface las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción del animal, sometiéndolos a un balance energético negativo, por lo que recurren a la movilización de las reservas de tejidos corporales. La mayoría de las vacas entran en una fase de balance negativo durante las tres primeras semanas de lactación, para iniciar una recuperación al equilibrio positivo de energía entre la quinta y décima semana, dependiendo del estado corporal al momento de parto y del plano nutricional (Butler et al., 1981).

En una revisión bibliográfica realizada por Zarco (1994), concluyó que el balance energético durante el inicio de la lactación tiene efectos marcados sobre el reinicio de la actividad ovárica durante el periodo postparto y que la magnitud del balance energético negativo depende del plano nutricional ofrecido, del consumo por parte de la vaca y de la calidad y composición de la leche. Pero que no esta muy claro si el balance energético negativo repercute en una reducción de la eficiencia reproductiva del hato, en cambio es evidente que se puede reducir la fertilidad cuando el aporte energético de la dieta no es suficiente para promover una adecuada utilización de las proteínas degradables en el rumen, lo que trae como resultado una elevada concentración sanguínea de urea y amoníaco que entre otras cosas altera la composición fisicoquímicas de las secreciones uterinas que afectan la supervivencia de los espermatozoides.

Los modelos económicos fundamentan que las vacas proporcionan una óptima utilidad por los ingresos obtenidos por la venta de leche cuando los intervalos entre partos (IP) por vaca son de 12 a 13 meses. Los IP satisfactorios para las vacas de primer parto se encuentran entre los 13 y 14 meses, mientras que para las vacas multiparas se espera que el intervalo entre partos ideal sea menor o igual a los 12 meses; cabe señalar que el IP se incrementa después del quinto o sexto parto lo que trae como consecuencia el factor de desecho de dichos animales. Para lograr intervalos entre partos de 12, 13, y 14 meses se hace necesario que los animales queden gestantes a partir de los 85, 115 y 145 días después del parto respectivamente, a dicho periodo que transcurre desde el parto a la siguiente gestación se le conoce como días abiertos.

El intervalo entre partos promedio en los hatos lecheros incluidos en Dairy Herd Improvement Association (DHIA) es de 13.1 en la zona noroeste y son valores típicos para la mayor parte de los Estados Unidos en donde el 30 % de las vacas tienen periodos secos de más de 70 días. Simeril et al. (1992) encontraron que el 67 % de las vacas de primer parto, presentaron un intervalo de 394 días basados en 266 registros reproductivos de vacas Holstein, determinando que los problemas durante el parto y el inicio de la lactación tienen un efecto negativo sobre los días a primer calor, días a primer servicio y sobre los días abiertos, ocasionando un incremento sobre el IP. Nieuwolf et al. (1989) analizando el intervalo entre partos de datos recolectados de diferentes razas de bovinos, durante el transcurso de 20 años, encontraron que en el caso de las vacas de la raza Holstein alcanzaron su segundo parto a los 41.2 meses de edad con un intervalo entre partos de 394 días, y de 405 días entre el quinto y sexto parto, resultados similares obtuvo Troccon (1993). en donde las vacas primerizas tuvieron un IP promedio de 388 días.

Lin et al. (1988) compararon a un grupo de vaquillas que fueron inseminadas por primera vez a los 350 días de edad contra otro servidas a los 462 días, encontraron que el primer parto se presentó entre los 20 y 25 meses de edad, no existiendo diferencias estadísticas entre grupos con respecto a la presentación de problemas al parto y retenciones de placentas. También evaluaron la edad al segundo parto en donde los rangos fueron de 35.2 meses para el primer grupo y de 38.4 para el segundo y los intervalos entre partos fueron de 384 y 386 días, respectivamente, e incrementándose a 394 para su siguiente etapa reproductiva.

Revisiones bibliográficas de trabajos realizados en el altiplano mexicano han encontrado que cuando los animales Holstein se localizan en un clima templado, el promedio del intervalo entre partos fue de 398 días, sin embargo este se incrementó cuando se encuentran ubicados geográficamente en las regiones tropicales, en donde los IP obtenidos en promedio fueron de 427 días, sobresaliendo el hecho de que cuando los animales están sujetos al medio ambiente de tipo tropical, existe un efecto de la época de parto sobre el intervalo entre parto debido a las condiciones climáticas y del manejo que se emplea en estos sistemas de producción (Anta et al., 1989; Cervantes et al., 1987; Silva et al., 1990).

En un trabajo realizado en una explotación comercial localizada en el Estado de México, no se presentó un efecto de la época de parto cuando a las vacas se les detectó el primer calor antes de los 80 días postparto, obteniéndose un promedio de 375 días como intervalo entre partos (Cruz, 1994). En otro estudio realizado por Carrillo (1994) encontró que solo al 79.10 % de un total de 818 registros reproductivos, presentaron un siguiente parto lográndose un intervalo entre

partos de 403 días como promedio, presentándose una gran variación en los resultados.

Por otro lado analizando los registros reproductivos de 120 vacas de primer parto, se observó que el 91.67 % de las vacas lograron un segundo parto a término con IP promedio de 394 días, encontrándose por arriba de la media general de las primeras 5 lactancias, resultados similares también se encontraron en otro estable situado en la cuenca de Tizayuca, Estado de Hidalgo en donde mediante el empleo de la información reproductiva de 170 vacas de primer parto, el intervalo entre partos promedio obtenido fue de 425 días cifra superior a la media de toda la población (Arizmendi y Rodríguez, 1995).

### Intervalo entre parto y servicio fértil

En los bovinos, al tiempo que transcurre desde el parto hasta el momento del servicio fértil se le conoce como días abiertos, si a estos les sumamos 280 días que en promedio dura la gestación, da como resultado el intervalo entre partos. Existen varios factores que afectan la duración de los días abiertos como son los días primer calor, días al primer servicio, número de servicios por concepción y el porcentaje de fertilidad, los cuales a su vez dependen de los programas de manejo, sanidad y del plano nutricional. Por lo tanto para obtener una adecuada eficiencia del ganado bovino es necesario conocer el comportamiento del animal y aplicar los conocimientos existentes sobre el manejo, nutrición, reproducción, genética y sanidad con la finalidad de incrementar la producción. Por lo que la mayoría de las empresas en la actualidad no deben seguir sin el empleo de registros productivos, clínicos y reproductivos de forma individual, que proporcione la información mínima necesaria para realizar las evaluaciones correspondientes.

Dentro de los trastornos que afectan al aparato reproductor, el aborto es uno de los problemas de mayor consideración, por las pérdidas económicas que causan a los productores al alterar la edad al primer parto y la pérdida del producto en vaquillas que quedan en estado improductivo. Por otro lado cuando las vaquillas abortadas se incorporan al hato productivo, pueden ser causa de desecho debido a sus bajas producciones de leche. Sin embargo cuando la producción de leche de las vacas abortadas durante las primeras fases de la lactancia es satisfactoria para el productor permanecerá en el hato productivo. Por tal razón surgió la inquietud de estudiar el efecto del aborto y de los días de interrupción de la gestación sobre la eficiencia productiva y reproductiva durante el transcurso de la primera lactancia.

## **OBJETIVOS**

---

### **OBJETIVO GENERAL**

**-Estudiar el efecto de la edad al primer parto o edad al aborto sobre la eficiencia productiva y reproductiva en el transcurso de la primera lactación en vaquillas de la raza Holstein-Friesian.**

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Estudiar el efecto de la edad al primer parto sobre la eficiencia reproductiva y productiva.**
- Determinar si la presentación del aborto altera la eficiencia reproductiva y productiva durante el desarrollo de la primera lactancia.**
- Conocer el efecto de los días de interrupción de la gestación sobre la eficiencia reproductiva y productiva en el siguiente evento reproductivo**
- Estudiar el efecto del nivel de producción durante la primera lactancia sobre la eficiencia reproductiva.**

## **HIPOTESIS**

---

---

**La edad de presentación del parto o aborto en la primera gestación, incrementa los días al primer servicio, los días al servicio fértil, el número de servicios por concepción y el intervalo entre partos durante el siguiente evento reproductivo.**

**La presentación del aborto disminuye el nivel de producción de leche durante la primera lactancia.**

**Los días en que se presenta la interrupción de la gestación afecta la eficiencia reproductiva y productiva en el transcurso de la primera lactancia.**

## **MATERIALES Y METODOS**

---

### **Localización del estudio.**

El presente trabajo se realizó en un hato de bovinos productores de leche, ubicado en el Estado de México entre las siguientes coordenadas: 48° 21' 7" norte y 49° 21' 8" oeste. El clima es templado, con lluvias invernales menores al 5% anual; C(WO) (W) según la clasificación climatológica de Köppen. La temperatura media anual oscila entre 14°C y 16°C, con una precipitación pluvial media anual de 600 a 700 mm y presentación de heladas con un rango de 8 a 69 días así como granizadas de 0 a 2 días. (citado por Martínez, 1995)

### **Estructura del hato**

La explotación trabaja bajo un sistema intensivo, con un promedio de 1150 cabezas de ganado, de las cuales 980 integran el lote de producción obteniéndose 22,200 litros de leche diaria, y el restante de vacas se encuentran en periodo seco, con aproximadamente 85 partos mensuales y la obtención promedio de 40 becerros, las cuales se crían en la explotación para constituir los reemplazos. La alimentación proporcionada fue en base a la utilización de alfalfa verde o achicalada, ensilaje de maíz y concentrado.

### **Registros reproductivos.**

Se utilizaron los registros reproductivos de un total de 2104 vaquillas de la raza Holstein que nacieron durante los años de 1985 a 1991 y que contenían la información de la fecha de nacimiento, fecha del primer servicio, fecha de servicio fértil, número de servicios por concepción y fecha de terminación de la primera gestación. Se agruparon de acuerdo al año y trimestre de nacimiento para determinar la eficiencia reproductiva de las vaquillas, mediante la evaluación de los parámetros reproductivos (edad al primer servicio, edad al servicio fértil, número de servicios por concepción y edad al primer parto o aborto). Después de la terminación de la primera gestación se formaron dos grupos, el grupo (1) vacas de primer parto y el grupo (2) vacas abortadas (gestación menor de 265 días); cada uno de los grupos incluyeron cuatro subgrupos de acuerdo a los rangos de edades al primer parto o aborto; subgrupo (1) vacas paridas o abortadas antes de los 25 meses de edad; subgrupo (2) vacas paridas o abortadas entre los 25 y 27 meses de edad; Subgrupo (3) vacas paridas o abortadas entre los 27 y 29 meses de edad y subgrupo (4) vacas

paridas o abortadas después de los 29 meses de edad. Se emplearon los registros reproductivos de los animales que contenían la fecha del primer servicio postparto, fecha del servicio fértil postparto, número de servicios por concepción postparto y fecha de segundo parto o aborto, con la finalidad de evaluar los parámetros reproductivos (días al primer servicio, días al servicio fértil, número de servicios por concepción, e intervalo entre partos), durante el desarrollo de la primera lactancia.

## Registros Productivos

Se utilizaron las producciones y los días en leche de 3213 pesajes de 594 vacas, 2756 registros de pesajes fueron de 509 vacas de primer parto y 457 registros de 85 vacas que lactaron después de la presentación del aborto. Lo anterior con la finalidad de emplear la función gama incompleta propuesta por Wood (1967) para ajustar la curva de producción de leche durante la primera lactancia de las vacas paridas o abortadas.

Modelo de Wood:  $Y_n = A * n * e$

en donde:

$Y_n$  = Producción estimada en el n-ésimo día de lactación.

A b c = Coeficientes de regresión

A: Constante que representa el nivel inicial de producción de la vaca

b: Constante que representa el índice de incremento al pico de producción.

c: Constante que representa el índice de declinación después del pico.

e = Base del logaritmo natural.

Mediante el empleo de los coeficientes de regresión obtenidos a partir de la aplicación del modelo de Wood se determinó la producción ajustada a 305 días para cada una de las vacas paridas o abortadas. Se utilizaron las lactaciones estimadas de las vacas paridas o abortadas durante los años de 1992 y 1993. Con la finalidad de excluir el efecto del año de terminación de la gestación se estandarizó la producción estimada por lactancia, por cada uno de los años en estudio.

$$PLE = \frac{(x - \bar{x})}{\sigma}$$

PLE= Producción de leche estandarizada por vaca/año.

$x$  = Producción de leche ajustada a 305 días de cada vaca.

$\bar{x}$  = Promedio de las producciones ajustadas, por año de parto o aborto..

$\sigma$  =Desviación estándar de las producciones ajustadas, por año de parto o aborto.

Las vacas también se agruparon en paridas y abortadas y los respectivos rangos de edades al parto o aborto descritos en los registros reproductivos. Lo anterior con la finalidad de determinar la eficiencia productiva de cada grupo y subgrupo durante el transcurso de la primera lactación.

### Parámetros Reproductivos a evaluar.

- Edad al primer servicio (EPS).
- Edad al servicio fértil (ESF).
- Número de servicios por concepción en vaquillas (NSCV).
- Edad al primer parto (EPP).
- Días de interrupción de la gestación.
- Edad al aborto (EPA).
- Días a primer servicio postparto o aborto (DPS).
- Días a primer servicio fértil postparto o aborto (DSF).
- Número de servicios por concepción postparto o aborto (NSC).
- Intervalo entre partos o aborto y parto (DIP).
- Producción láctea Estandarizada (PLE).

### Análisis estadísticos.

Las variables dependientes estudiadas fueron analizadas, mediante un diseño con diferente número de observaciones para lo cual se utilizó el procedimiento del modelo lineal general (GLM) y las medias fueron comparadas por el procedimiento de Fisher'S de diferencia de mínimos cuadrados con la opción de PDIFF, utilizando el paquete Statistical Analysis System (1988). Para evaluar el comportamiento reproductivo de los grupos de vaquillas estudiadas, considerando el efecto del año y trimestre de nacimiento de los animales sobre las variables dependientes (EPS, ESF, NSCV, EPP, EPA en vaquillas) se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = M + A_i + T_j + (A * T)_{ij} + e_{ijk}$$

en donde:  $Y_{ijk}$  = Variable dependiente

$M$  = Media de la población.

$A_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo año de nacimiento.

$T_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo trimestre de nacimiento.

$(A * T)_{ij}$  = Efecto de interacción.

$e_{ijk}$  = Error experimental.

\* (NSCV) se ajusto para el análisis = La raíz cuadrada de (NSCV) + 0.5

Para determinar los cambios en el comportamiento reproductivo de las vaquillas nacidas durante los años de 1985 a 1991, se utilizó una regresión simple cúbica, de acuerdo al siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \alpha + \beta x_i + \gamma x_i^2 + \delta x_i^3 + e_{ij}$$

en donde:

- $Y_{ij}$  = Variable dependiente
- $\alpha$  = Punto de origen o Intercepto.
- $X_i$  = Valor del i-ésimo trimestre (0-27)
- $\beta$  = Coeficiente de regresión lineal.
- $\gamma$  = Coeficiente de regresión cuadrático.
- $\delta$  = Coeficiente de regresión cúbico.
- $e_{ij}$  = Error experimental

Para analizar el efecto del primer parto o aborto y los días de terminación de la gestación sobre las variables reproductivas y productivas (DPS, DSF, NSC, DIP, PLE), durante el transcurso de la primera lactancia, se utilizó el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ijkl} = M + A_i + T_j + E_k + (A*T)_{ij} + (T*E)_{jk} + \beta e(Dg*T)_{jl} + e_{ijkl}$$

en donde :

- $Y_{ijkl}$  = Variable dependiente.
  - $M$  = Media de la población.
  - $A_i$  = Efecto del i-ésimo año de término de la gestación.
  - $T_j$  = Efecto de j-ésimo tipo de término de la gestación (1=normal, 2=aborto).
  - $E_k$  = Efecto de k-ésimo grupo de edad (meses) al término de la gestación.  
(1= < 25, 2= 25-27, 3= 27- 29, 4= > 29)
  - $(A*T)_{ij}$  = Efecto de interacción
  - $(T*E)_{jk}$  = Efecto de interacción.
  - $\beta e(Dg*T)_{jl}$  = Efecto de la covariable duración de la gestación en vacas paridas o abortadas.
  - $e_{ijkl}$  = Error experimental.
- \* (NSC) se ajusto para el análisis = La raíz cuadrada de(NSC) + 0.5

Para analizar el efecto del nivel de producción sobre las variables reproductivas (DPS, DSF, NSC, DIP) durante la primera lactancia, se empleo el siguiente modelo estadístico, empleando exclusivamente la información detallada en los registros productivos.

$$Y_{ijkl} = M + A_i + T_j + E_k + (A * T)_{ij} + (T * E)_{jk} + \beta e(PLE * T)_{jl} + e_{ijkl}$$

en donde :

$Y_{ijkl}$  = Variable dependiente.

$M$  = Media de la población.

$A_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo año de término de la gestación.

$T_j$  = Efecto de  $j$ -ésimo tipo de término de la gestación (1=normal, 2=aborto).

$E_k$  = Efecto de  $k$ -ésimo grupo de edad (meses) al término de la gestación.  
(1= < 25, 2= 25-27, 3= 27- 29, 4= > 29)

$(A * T)_{ij}$  = Efecto de interacción

$(T * E)_{jk}$  = Efecto de interacción.

$\beta e(PLE * T)_{jl}$  = Efecto de la covariable producción de leche estandarizada en vacas paridas o abortadas.

$e_{ijkl}$  = Error experimental.

## **RESULTADOS**

### **Eficiencia reproductiva en vaquillas.**

El resumen de la eficiencia reproductiva de las vaquillas evaluadas se presenta en el Cuadro 1, en el cual se muestran los promedios generales de cada uno de los parámetros reproductivos analizados.

**Cuadro 1.- Promedios generales de los parámetros reproductivos en vaquillas Holstein.**

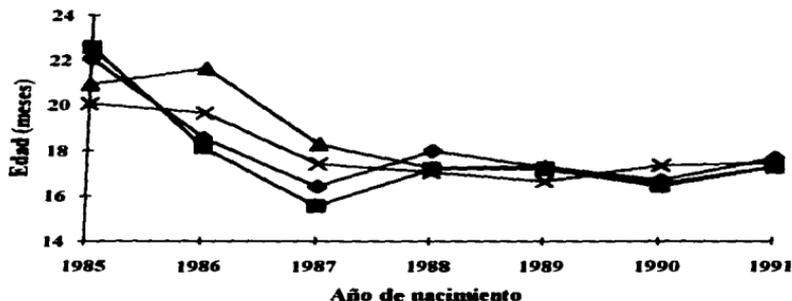
<b>Parámetro</b>	<b>N° obs</b>	<b>Promedio ± e.e</b>
<b>Edad a primer servicio (EPS)*</b>	2104	17.8 ± 0.05
<b>Edad a servicio fértil (ESF)*</b>	2104	18.2 ± 0.06
<b># Servicios por concepción (NSC)</b>	2104	1.2 ± 0.01
<b>Edad a primer parto (EPP)*</b>	1724	27.4 ± 0.06
<b>Edad a primer aborto (EPA)*</b>	380	25.2 ± 0.15
<b>Días de Interrupción de la gestación</b>	380	214.4 ± 2.27

e.e = Error estándar

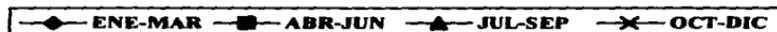
\* = cifra en meses

## Edad al Primer Servicio (EPS).

Se detectó efecto de interacción entre el año y trimestre de nacimiento de las vaquillas ( $P < 0.05$ ) sobre la EPS (Gráfica 1, Apéndice 1). Las vaquillas que nacieron durante el primero y segundo trimestre del año de 1985 y el tercero de 1986 se inseminaron por primera vez a una edad mayor con respecto a los demás trimestres de los años en estudio ( $P < 0.05$ ). Los resultados más satisfactorios de la EPS se presentaron en las vaquillas nacidas en el segundo trimestre del año de 1987, el cual fue diferente a los demás trimestres analizados ( $P < 0.05$ ). Las vaquillas nacidas entre el segundo trimestre de 1988 al tercer trimestre de 1989 y del cuarto trimestre de 1990 en adelante no presentaron diferencias en la EPS ( $P > 0.10$ ), mientras que las nacidas a partir del cuarto trimestre de 1989 y los tres primeros del año de 1990, se inseminaron a una edad menor en comparación a las vaquillas nacidas en los trimestres de los últimos 4 años analizados.

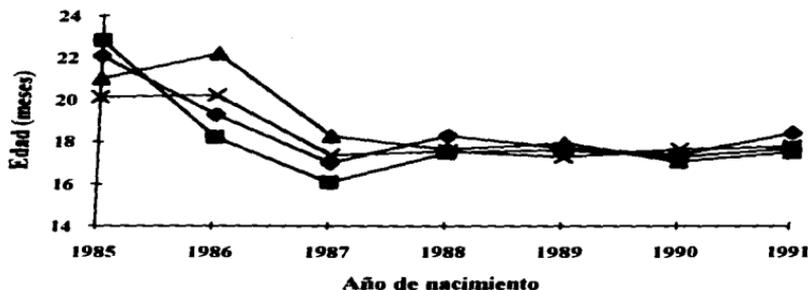


Gráfica 1.- Interacción año-trimestre sobre la edad al primer servicio



## Edad al Servicio Fértil (ESF)

De los registros reproductivos analizados, se observó un efecto de interacción entre el año y trimestre de nacimiento de las vaquillas sobre la ESF ( $P < 0.05$ ) (Gráfica 2, Apéndice 2). Las nacidas en el transcurso de los años de 1985 y 1986, quedaron gestantes a una edad mayor, en comparación a los demás años ( $P < 0.05$ ), sobresaliendo que las vaquillas que nacieron durante el primero y segundo trimestre de 1985 y las nacidas en el tercero de 1986, iniciaron la gestación a una edad más avanzada al resto de los trimestres de nacimiento. Las vaquillas nacidas en el segundo trimestre de 1987, presentaron una ESF satisfactoria, que fue diferente estadísticamente a los demás trimestres analizados ( $P < 0.05$ ). En las vaquillas que nacieron en el transcurso de los años de 1988, 1989, 1990 y 1991, no se observó efecto del trimestre sobre la ESF ( $P > 0.10$ ), excepto en las vaquillas nacidas en los primeros trimestres de los años de 1988 y 1991, las cuales presentaron la primera gestación a una mayor edad.

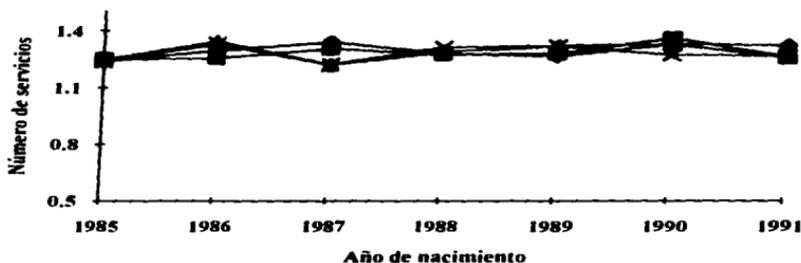


**Gráfica 2.- Interacción año-trimestre sobre la edad al servicio fértil**

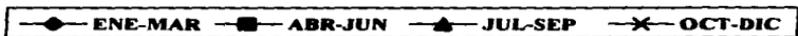


## Número de Servicios por Concepción en Vaquillas (NSCV).

Con respecto al número de servicios por concepción, el 84.1 % de las vaquillas analizadas requirieron de una sola inseminación artificial para lograr la gestación, mientras que al 11.5 % se les proporcionaron dos servicios y el 4.3 % requirieron de tres o más inseminaciones para lograr la primera gestación. Se presentó un efecto de interacción entre el año y trimestre nacimiento de las vaquillas ( $P < 0.05$ ), sobre el NSCV (Gráfica 3, Apéndice 3).



Gráfica 3.- Interacción año-trimestre sobre el número de servicios



## Edad al Primer Parto (EPP).

Es importante resaltar que de los registros de las 2104 vaquillas asignadas a investigación el 81.9 % presentaron el desarrollo de la gestación en forma normal, con una duración promedio de 278.7 días, de las cuales el 16.4 % de vaquillas parieron antes de los 25 meses de edad; el 35.2 % entre los 25 y 27 meses; el 25.5 % entre los 27 y 29; y el 22.9 % parieron después de los 29 meses de edad. Al realizar el análisis estadístico se determinó la existencia de un efecto de interacción entre el año y trimestre de nacimiento de las vaquillas ( $P < 0.05$ ), sobre la EPP (Gráfica 4 Apéndice 4). Las vaquillas nacidas durante el primero y segundo trimestre de 1985 y el tercero de 1986 parieron a una edad mayor con respecto a los demás trimestres en

estudio ( $P < 0.05$ ). La menor edad al primer parto se observó en las vaquillas que nacieron durante el segundo trimestre del año de 1987, siendo diferente a los demás trimestres analizados ( $P < 0.05$ ). La mayoría de vaquillas nacidas a partir del primer trimestre de 1987, presentaron el primer parto a una edad similar ( $P > 0.10$ ), excepto las vaquillas nacidas durante el tercer trimestre de los años de 1987, 1989 y el primer trimestre de 1988, que parieron en promedio a una edad mayor.

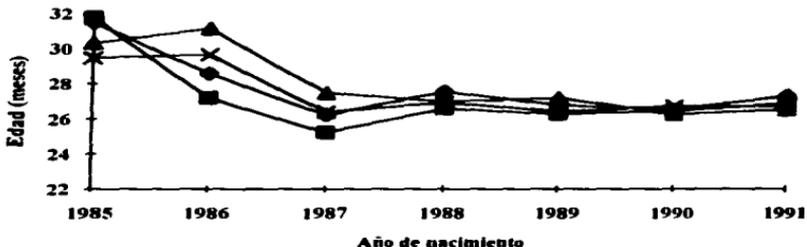


Gráfico 4.- Interacción año-trimestre sobre la edad al primer parto.

◆ ENE-MAR    ■ ABR-JUN    ▲ JUL-SEP    ✕ OCT-DIC

### Edad al Primer Aborto (EPA).

En el 18.1 % de los registros reproductivos de las vaquillas analizadas equivalente a 380 registros se detectó la presentación de interrupción de la gestación (aborto) la cual se presentó en promedio a los  $214.4 \pm 0.15$  días de gestación. El 77.1 % de los abortos se presentó en el transcurso del tercer tercio de la gestación; el 22.6 % durante el segundo tercio; y el restante 0.3 % en el primer tercio de gestación. El 50.3 % de las vaquillas abortaron antes de los 25 meses de edad; el 24.7 % entre 25 y 27; el 12.4 % entre 27 y 29; y con más de 29 meses de edad abortaron el 12.6 %. Existió un efecto de interacción entre el año y trimestre de nacimiento sobre la EPA ( $P < 0.05$ ).

## Desarrollo de la eficiencia reproductiva en vaquillas

Los resultados de los cambios que con el tiempo han tenido lugar en los eventos reproductivos de las vaquillas se presentan en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.- Regresión de los parámetros reproductivos en vaquillas Holstein.**

PARAMETRO	$\alpha$	ee $\alpha$	$\beta$	ee $\beta$	$\gamma$	ee $\gamma$	$\delta$	ee $\delta$
Edad al primer servicio	22.66*	0.183	-0.887*	0.055	0.044*	0.0047	-0.0006*	0.0001
Edad al servicio fértil	22.81*	0.218	-0.846*	0.066	0.042*	0.0036	-0.0007*	0.0001
Servicios por concepción	1.11*	0.055	0.011	0.017	0.0001	0.0014	-0.0009	0.0000
Edad al primer parto	32.00*	0.220	-0.836*	0.070	0.0439*	0.0060	-0.0007*	0.0001
Edad al primer aborto	31.17*	1.013	-0.966*	0.251	0.049*	0.0190	-0.0008*	0.0004

\* - (P < 0.05)

ee - Error estándar

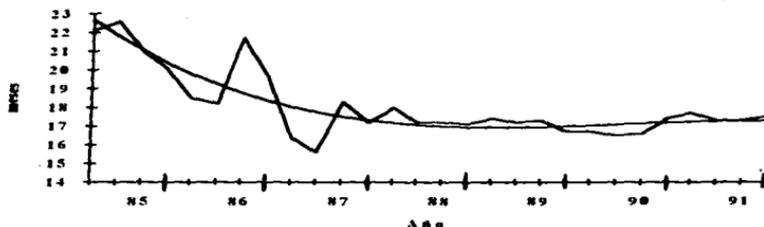
$\alpha$  - Intercepto

$\beta$  - Coeficiente de regresión lineal

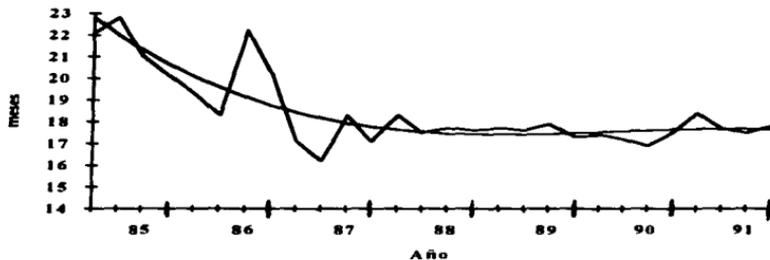
$\gamma$  - Coeficiente de regresión cúbica

$\delta$  - Coeficiente de regresión cúbica

El efecto del trimestre de nacimiento de las vaquillas sobre la edad al primer servicio fue significativo ( $P < 0.05$ ). Observándose la menor edad al primer servicio durante el primer trimestre de 1989, con una EPS de 16.93 meses, luego incrementó a 17.29 meses en el transcurso del tercer trimestre de 1991, para disminuir a 17.28 durante el siguiente trimestre (Gráfica 5). Una situación muy similar se observó con respecto a la ESF. La edad más temprana a la primera gestación se presentó en el primer trimestre de 1989, con una ESF de 17.42 meses, posteriormente incrementó a 17.68 meses en el segundo y tercer trimestre de 1991, disminuyendo .03 meses la ESF en el siguiente trimestre (Gráfica 6).

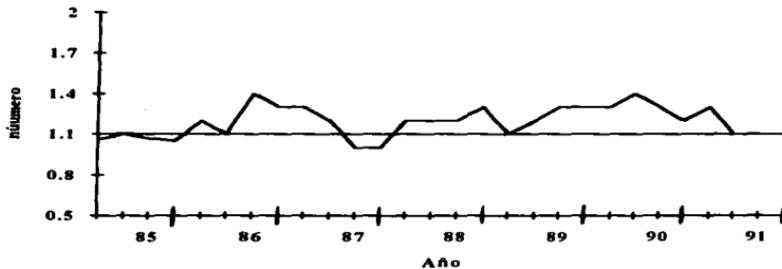


**Gráfica 5.- Curva de regresión para la edad al primer servicio**



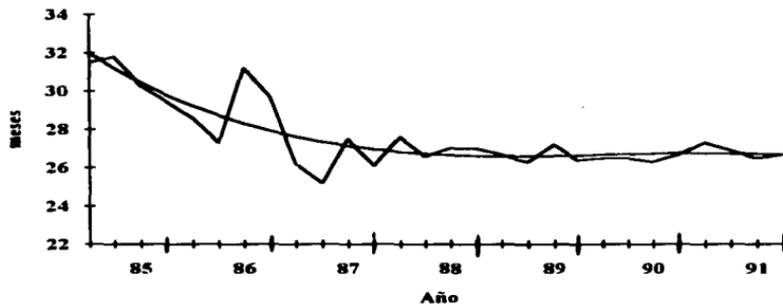
Gráfica 6.- Curva de regresión para la edad al servicio fértil

Con respecto al número de servicios por concepción en vaquillas se presentó solamente significancia a nivel del intercepto ( $P < 0.05$ ) (Gráfica 7).

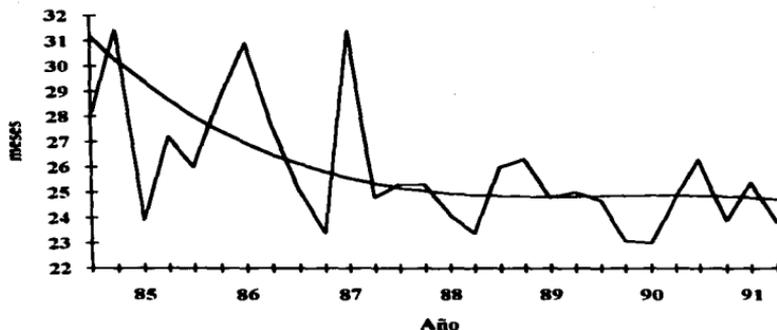


Gráfica 7.- Curva de regresión para servicios por concepción

Al analizar el efecto del trimestre de nacimiento sobre la edad al primer parto, se encontraron significancias ( $P < 0.05$ ). La EPP mínima se presentó a los 26.62 meses durante el primero y segundo trimestre de 1989, posteriormente se denotó una tendencia positiva hasta el primer semestre de 1991, La EPP más temprana al primer parto se observó en último trimestre de 1991 (Gráfica 8). En relación al análisis estadístico de la EPA se presentaron diferencias ( $P < 0.05$ ). Se presentó un intercepto de 31.17 meses que disminuyó a una EPA mínima de 24.84 meses durante el tercero y cuarto trimestre de 1989, luego se incrementó a 24.89 meses de EPA en el cuarto trimestre de 1990, para disminuir a 24.72 meses de edad durante el cuarto trimestre de 1991 (Gráfica 9).



Gráfica 8.- Curva de regresión para la edad al primer parto



Gráfica 9.- Curva de regresión para la edad al primer aborto

### Eficiencia productiva en vacas de primer parto o aborto.

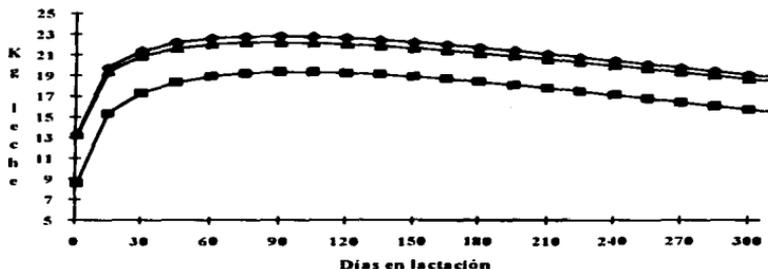
Los resultados de las curvas de ajuste a 305 días de las producciones de leche obtenidas durante el transcurso de la primera lactancia en vacas paridas o con antecedentes de aborto se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3.- Curvas de ajuste de las producciones de leche en vacas de primera lactancia con o sin antecedentes de aborto.

PRIMER	a	ee a	b	ee b	c	ee c
Parto	13.340*	0.0528	0.1543*	0.0156	-0.00176*	0.000167
Aborto	8.635*	0.2250	0.2250*	0.0643	-0.00229*	0.000630
General	13.289*	0.0533	0.1479*	0.0157	-0.00169*	0.000165

a, b y c = Constantes del modelo.  
 ee = Error estándar.  
 \* = (P < 0.05)

Al analizar la constante (a) que representa al origen de la curva de lactación, desencadenada por la realización del primer parto o del primer aborto, presentó significancias ( $P < 0.05$ ) tanto en el grupo de vacas paridas como en de abortadas. En el grupo de vacas paridas se determinó una mejor producción de leche en el inicio de la lactación en comparación a las abortadas. La constante (b) representa el índice de incremento de producción hasta alcanzar su punto máximo, observándose significancia en las vacas paridas y abortadas ( $P < 0.05$ ), las vacas paridas alcanzaron su pico de producción entre los 79 y 97 días con 22.8 kg de leche y las vacas que abortaron el pico de producción se observó con 19.3 kg entre los días 85 y 113 (Gráfica 10). La constante (c) representa la persistencia de la curva la cual fue significativa ( $P < 0.05$ ) en ambos grupos de vacas estudiadas.



Gráfica 10.- Curva de lactación



Es importante mencionar que el promedio de producción por lactancia estimada fue de 21.2 kg para las vacas de parto normal, obteniéndose una producción de 6475 kg de leche por lactancia ajustada a 305 días, mientras que el promedio general por lactancia en las vacas abortadas fue de 17.7 kg de leche, obteniéndose una producción por lactancia de 5400 kg de leche ajustada a 305 días. Por lo que las vacas abortadas tuvieron una producción de leche de 1074 kg menos que las de parto normal durante la primera lactancia.

Al considerar todos los registros productivos de las vacas que fueron utilizados en la investigación, el promedio por lactancia fue de 20.72 kg de leche por

lactancia ajustada a 305 días, se determinó una producción total de 6319 kg de leche, alcanzando el pico de producción entre los 79 y 98 días con 22.2 kg de leche .

### Producción láctea estandarizada durante la primera lactancia

Los resultados obtenidos con respecto a la edad al primer parto o aborto sobre el nivel de producción de leche estandarizado durante el transcurso de la primera lactancia se detallan en el Cuadro 4

**Cuadro 4.- Nivel de producción láctea estandarizada**

EDAD (meses)	PARTO			ABORTO		
	n	Media (PLE)	ee	n	Media (PLE)	ee
< 25	116	0.17	0.10	52	0.15	0.26
25-27	212	0.09	0.09	16	-0.16	0.26
27-29	109	0.20	0.11	9	0.34	0.36
> 29	72	0.14	0.14	8	-0.37	0.36
<b>TOTAL</b>	<b>509</b>	<b>0.15 a</b>	<b>0.07</b>	<b>85</b>	<b>-0.006 b</b>	<b>0.20</b>

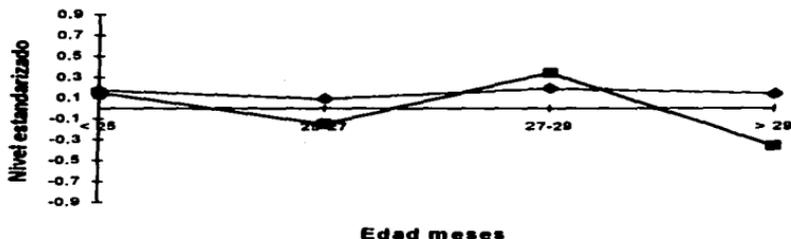
ee = Error estándar

PLE = Producción de leche estandarizada.

Letras diferentes en el mismo renglón señalan diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ).

No se presentó efecto del año y de la EPP o de la EPA sobre el nivel de PLE durante la primera lactancia ( $P > 0.10$ ) (Apéndice 6). Se presentaron diferencias significativas entre los grupos de vacas paridas y las abortadas ( $P < 0.05$ ) sobre PLE. El aborto tuvo un efecto negativo sobre la producción de leche durante la primera lactación (Gráfica 11).

Se observó un efecto de los días de interrupción de la gestación sobre PLE ( $P < 0.05$ ), obteniéndose en las vacas abortadas un coeficiente de regresión de ( $\beta = 0.1$ ) con un nivel de significancia ( $P < 0.05$ ).



Gráfica 11.- Producción de leche.

—●— PARTO —■— ABORTO

### Eficiencia reproductiva en vacas de primer parto o aborto.

Los resultados de los promedios generales de los parámetros reproductivos durante el desarrollo de la primera lactancia en vacas Holstein con presentación del primer parto o aborto se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5.- Promedios de los parámetros reproductivos en vaquillas Holstein de primer parto o aborto.

Parámetro	PARTO		ABORTO	
	n	$\mu \pm ee$	n	$\mu \pm ee$
Días al primer servicio (DPS)	1601	64.6 $\pm$ 1.6	353	70.7 $\pm$ 3.1
Días al servicio fértil (DSF)	1294	115.8 $\pm$ 5.0	305	128.5 $\pm$ 9.5
Servicios por concepción (NSC)	1294	2.3 $\pm$ 0.1	305	2.4 $\pm$ 0.2
Intervalo entre partos (IP)	1089	393.7 $\pm$ 4.5	189	400.6 $\pm$ 12.0

$\mu \pm ee$  = media  $\pm$  error estándar

## Intervalo entre Parto o Aborto y Primer Servicio (DPS)

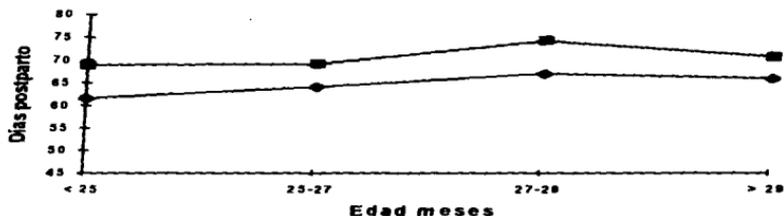
En el Cuadro 6 se resumen los resultados obtenidos con respecto a la edad al primer servicio después de la realización del primer parto o aborto y considerando la edad del animal.

**Cuadro 6.- Días a primer servicio postparto o postaborto.**

EDAD (meses)	PARTO			ABORTO		
	n	Media (días)	ee	n	Media (días)	ee
< 25	274	61.6	2.3	190	68.9	4.1
25-27	561	64.1	2.0	86	69.1	4.0
27-29	406	67.0	2.1	43	74.2	5.2
> 29	360	65.9	2.3	44	70.7	5.2
<b>TOTAL</b>	<b>1601</b>	<b>64.6</b>	<b>1.6</b>	<b>353</b>	<b>70.7</b>	<b>3.1</b>

ee = Error Estándar

No se presentó efecto entre las vacas paridas y las abortadas sobre los DPS ( $P > 0.10$ ). La edad de las vacas al momento de parto o aborto no influyó sobre los días al primer servicio ( $P > 0.10$ ), no existió efecto de interacción ( $P > 0.10$ ) (Gráfica 12, Apéndice 7).



**Gráfica 12.- Días al Primer Servicio.**

—■— PARTO —■— ABORTO

Los días de duración de la gestación en vacas paridas o abortadas, ejercieron un efecto sobre los DPS ( $P < 0.05$ ), obteniéndose en las vacas con antecedentes de aborto un coeficiente de regresión de ( $\beta = 0.154$ ), ( $P < 0.05$ ).

El nivel de producción de leche estandarizada en las vacas paridas o abortadas tuvo efecto sobre los días al primer servicio postparto ( $P < 0.05$ ) (Apéndice 8), sin embargo los coeficientes de regresión obtenidos para cada uno de los grupos (paridas o abortadas) no fueron significativos ( $P > 0.10$ ).

### Intervalo entre Parto o Aborto y Servicio Fértil (DSF).

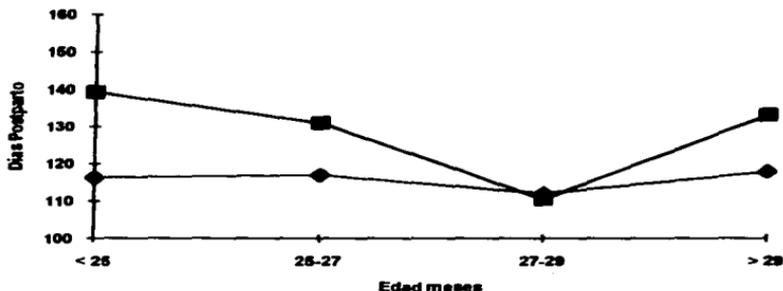
La información obtenida con respecto a los días al servicio fértil después de la realización del primer parto o aborto y considerando la edad del animal en momento que lo presetaron se detallan en el Cuadro 7.

**Cuadro 7.- Días al servicio fértil postparto o postaborto .**

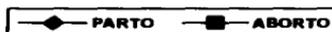
EDAD (meses)	PARTO			ABORTO		
	n	Media (días)	ee	n	Media (días)	ee
< 25	221	116.3	6.9	155	139.2	12.2
25-27	453	117.0	5.8	77	131.0	11.6
27-29	315	112.0	6.3	37	110.5	15.0
> 29	305	117.9	6.9	36	133.2	15.3
<b>TOTAL</b>	<b>1294</b>	<b>115.8</b>	<b>5.0</b>	<b>305</b>	<b>128.5</b>	<b>9.5</b>

ee = Error Estándar

En relación a esta variable dependiente, se utilizaron para el análisis de varianza un total de 1599 registros reproductivos, no se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.10$ ) entre las vacas paridas y las abortadas sobre los días al servicio fértil (Gráfica 13, Apéndice 9). El año y la edad al parto o aborto no influyeron sobre los DSF ( $P > 0.10$ ), y no hubo efecto de interacción ( $P > 0.10$ ).



Gráfica 13.- Días al Servicio Fértil.



Los días de duración de la gestación entre los grupos de vacas paridas o abortadas, tuvieron un efecto ( $P < 0.05$ ) sobre los DSF (Apéndice 9), obteniéndose un coeficiente de regresión en las vacas abortadas de ( $\beta = 0.50$ ) con significancia estadística ( $P < 0.05$ ).

El análisis estadístico de la covariable nivel de producción de leche estandarizada en los grupos de vacas paridas o abortadas sobre los días al servicio fértil postparto fue significativo ( $P < 0.05$ ) (apéndice 10). En el grupo de vacas abortadas, se obtuvo un coeficiente de regresión de ( $\beta = 29.5$ ) ( $P < 0.05$ ).

### Número de Servicios por Concepción Postparto o Aborto (NSC).

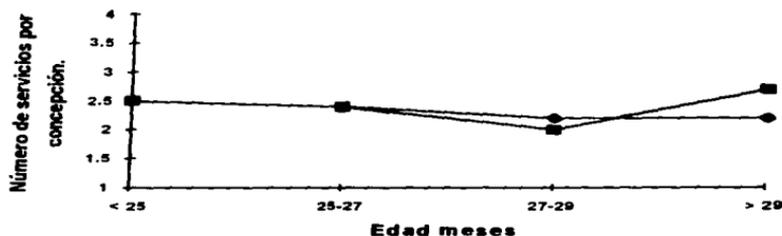
En el Cuadro 8 se resumen los resultados obtenidos con respecto al número de servicios por concepción, después de la realización del primer parto o aborto y considerando la edad del animal.

Cuadro 8.- Número de servicios por concepción postparto o aborto.

EDAD (meses)	PARTO			ABORTO		
	n	Media (#)	ee	n	Media (#)	ee
< 25	221	2.5	0.14	155	2.5	0.25
25-27	453	2.4	0.12	77	2.4	0.24
27-29	315	2.2	0.13	37	2.0	0.31
> 29	305	2.2	0.14	36	2.7	0.32
<b>TOTAL</b>	<b>1294</b>	<b>2.3</b>	<b>0.10</b>	<b>305</b>	<b>2.4</b>	<b>0.20</b>

ee = Error Estándar

Al evaluar el número de servicios por concepción, las edades de las vacas al momento del parto o aborto, no presentaron efecto sobre NSC ( $P > 0.10$ ). No se detectó un efecto entre las vacas paridas y las abortadas ni tampoco en el año del parto o aborto ( $P > 0.10$ ) sobre el NSC (Gráfica 14, Apéndice 11).



Gráfica 14.- Servicios por Concepción.

◆ PARTO    ■ ABORTO

Se presentaron diferencias significativas al analizar la duración de la gestación en vacas abortadas o paridas sobre el NSC ( $P < 0.05$ ), (Apéndice 11). Solo en las vacas con antecedentes de aborto se obtuvo un coeficiente de regresión con significancia ( $P < 0.05$ ) que fue de ( $\beta = 0.006$ ).

No existió efecto de nivel de producción de leche estandarizada en los grupos de vacas paridas y abortadas sobre el número de servicios por concepción ( $P > 0.10$ ) (Apéndice 12).

### Intervalo entre Partos o entre Aborto y Parto (IP).

Al analizar la información de las 1599 vacas diagnosticadas gestantes después de la presentación del primer parto o aborto, se observó que el 20.1 % de los animales presentaron interrupción de la gestación durante su siguiente evento reproductivo. De las vacas 305 vacas con antecedentes de primer aborto y que lograron la siguiente gestación, el 38.1 % repitieron el aborto en promedio a los  $203.5 \pm 2.94$  días de gestación, mientras que de las 1294 vacas de primer parto el 15.8 % abortaron en promedio a los  $192.4 \pm 1.98$  días de su segunda gestación (Cuadro 9). Por lo anteriormente expuesto solo se emplearon un total de 1278 registros reproductivos para el análisis de varianza del intervalo entre partos o del intervalo entre aborto y siguiente parto, obteniéndose un promedio general de 389 días, presentándose diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) entre las vacas paridas y las abortadas (Apéndice 13).

**Cuadro 9.- Porcentaje de vacas que presentaron el siguiente parto con o sin antecedentes de aborto.**

EDAD (meses)	PARTO			ABORTO		
	SF	SP	%	SF	SP	%
< 25	221	184	83.3	155	95	61.3
25-27	453	381	84.1	77	43	55.8
27-29	315	260	82.5	37	25	67.6
> 29	305	264	86.6	36	26	72.2
<b>TOTAL</b>	<b>1294</b>	<b>1089</b>	<b>84.2</b>	<b>305</b>	<b>189</b>	<b>61.9</b>

SF = Número de vaquillas diagnosticadas con servicio fértil.

SP = Número de vaquillas con presentación del siguiente parto.

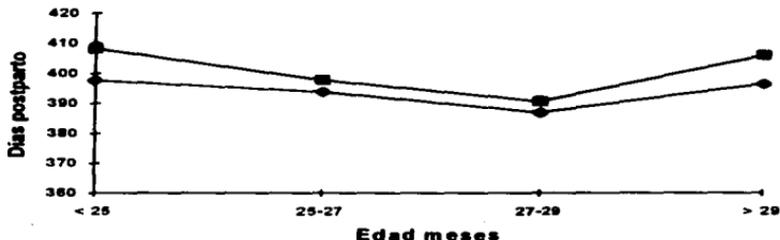
% = Porcentaje de vaquillas con presentación del siguiente parto.

En el Cuadro 10 se detallan los resultados obtenidos con respecto al intervalo entre partos, no se determinó efecto del año y rangos de edades al primer parto o aborto sobre el IP ( $P > 0.10$ ) (Gráfica 15).

Cuadro 10.- Intervalo entre partos o aborto y parto.

EDAD (meses)	PARTO			ABORTO		
	n	Media (días)	e.e	n	Media (días)	e.e
< 25	184	397.7	6.8	95	408.3	15.6
25-27	381	393.8	5.4	43	397.8	15.3
27-29	260	386.9	6.2	25	390.6	18.7
> 29	264	396.5	6.7	26	405.9	18.3
<b>TOTAL</b>	<b>1089</b>	<b>393.7 a</b>	<b>4.5</b>	<b>189</b>	<b>400.7 b</b>	<b>12.1</b>

E.E = Error Estándar

Letras diferentes en el mismo renglón presentan diferencias  $P < 0.05$ 

Gráfica 15.- Intervalo entre Partos.

◆ PARTO    ■ ABORTO

La días de duración de la gestación en vacas paridas o abortadas tuvieron un efecto sobre el IP ( $P < 0.05$ ) (Apéndice 14), en grupo de vacas abortadas se encontró significancia ( $P < 0.05$ ) en el coeficiente de regresión que fue de ( $\beta = 0.436$ ) y no existiendo significancia en el grupo de vacas paridas ( $P > 0.10$ ).

El nivel de producción de leche estandarizada en el grupo de vacas paridas o abortadas, no afectó el intervalo entre partos o el intervalo entre el aborto y el siguiente parto ( $P > 0.05$ ), obteniéndose un coeficiente de regresión de ( $\beta = 34.5$ ) para el grupo de vacas abortadas ( $P < 0.05$ ).

## DISCUSION

### **Eficiencia reproductiva en vaquillas.**

La mejor forma de evaluar la eficiencia reproductiva de las vaquillas, es a través de la edad al primer parto. En el presente trabajo, el promedio obtenido de la edad al primer parto fue 3.4 meses superior a la meta de los 24 meses de edad (Lin et al., 1988; Gardner et al., 1978; Gill y Allaire, 1986; Hoffman y Funk, 1992). Powell (1985) encontró que la edad promedio al primer parto en ganado Holstein en explotaciones comerciales de los Estados Unidos fue de 27.5 meses, resultados que fueron similares a los obtenidos en esta investigación. Moore et al. (1991) utilizando registros individuales en explotaciones de Canadá y Ruiz et al. (1994) en México, reportaron edades al primer parto de aproximadamente 28 meses. Lo que indica, que las recomendaciones resultantes de las distintas investigaciones, de lograr el primer parto alrededor de los 24 meses de edad no han podido ser reflejadas en explotaciones comerciales de ganado Holstein.

El efecto de interacción entre el año y trimestre de nacimiento de las vaquillas sobre las edades al primer servicio, a la concepción y a la edad al primer parto, estuvo ligado principalmente a los animales que nacieron durante los trimestres de los años de 1985, 1986 y 1987. Años en los cuales se estimaron mayores edades y dispersiones de los promedios trimestrales en los parámetros reproductivos de las vaquillas, siendo más elevados durante los meses de enero a junio de 1985 y de julio a septiembre de 1986. A partir del año de 1988, se observaron progresos en la reducción de las edades al primer servicio, al servicio fértil y al primer parto. Al igual que Lin et al. (1986) y Ribas y Pérez (1987) se encontró un efecto del año de nacimiento sobre la edad al primer parto. El cual puede explicarse por la influencia de las condiciones ambientales y de la aplicación de distintos programas de manejo y alimentación (Trocon, 1993; Hoffman y Funk, 1992).

La edad a la primera inseminación de las vaquillas, es un factor importante que influye sobre la edad al primer parto. La decisión de cuando proporcionar el primer servicio está en función de peso, tamaño corporal, edad, o de combinaciones de estos factores (Lin et al., 1988). El criterio tomado en la explotación fue en base a la determinación del peso del animal mediante la apariencia corporal. La mayor edad al primer servicio observada durante los años de 1985 y 1986 fue ocasionada por posibles deficiencias en los programas nutricionales y no por causas reproductivas

ya que el porcentaje de fertilidad fue similar durante todos los años en estudio. Hoffman y Funk (1992) reportaron que cuando las ganancias diarias promedio se encuentran por abajo de las recomendaciones de la NRC (1978), hay un retraso en la presentación de la pubertad e incremento de edad al primer servicio.

El porcentaje de abortos obtenido es por mucho una cifra muy superior a la tolerada de menos del 5%; sin embargo, Rivera et al. (1989) incluyendo vacas primizas y multiparas reportaron un porcentaje promedio de abortos de 24.6% con una gran variación en investigaciones realizadas en el altiplano mexicano, mientras que Norton et al. (1989) encontraron un incremento lineal de presentación de abortos durante tres años en estudio, en los cuales encontraron un promedio de  $7.3 \pm 2.1\%$  con un rango de 4.5 a 10%.

La presentación del aborto afectó el cumplimiento de las metas reproductivas, al alterar la edad al primer parto, ocasionando pérdidas económicas al productor por concepto de pérdida del producto, incremento en los costos de crianza en vaquillas improductivas, baja en la producción láctea en la siguiente lactación y por vida productiva e incremento en la tasa de desecho sin que los animales hayan amortizado sus costos de producción. Las pérdidas económicas se agudizaron por el alto porcentaje de abortos observado.

### **Eficiencia productiva en vacas de primer parto o abortadas.**

Los esfuerzos por reducir la edad al primer parto han generado como resultado una reducción en la producción de leche durante el transcurso de la primera lactancia, como lo apoya la investigación realizada por Lin et al. (1986), quienes reportaron que las vaquillas paridas a los 23 meses de edad tuvieron una menor producción que sus contemporáneas de 26 meses al parto, aunque estas diferencias no se apreciaron por día de vida productiva. Moore et al. (1991) encontraron una baja correlación entre la edad al primer parto y el nivel de producción, lo cual puede ser indicativo que el efecto de la edad al parto sobre la producción es más dependiente del manejo y del medio ambiente.

En el presente trabajo no se encontró efecto de la edad al primer parto sobre el nivel de producción de leche estandarizada durante la primera lactancia. En una investigación realizada por Hoffman y Funk (1992) citaron un bajo efecto de la edad al primer parto sobre la producción láctea, lo cual puede ser aplicado en las vaquillas con parto mayor a los 24 meses de edad. Por otro lado, Sejrnsen et al. (1986) mencionaron que la influencia primaria sobre la reducción en la producción láctea en el parto temprano correspondió a la tasa de crecimiento y no a la edad al primer

parto. Lo anterior puede explicarse por lo escrito por Stelwagen y Grieve (1990) quienes mencionaron que el alto plano nutricional empleado en la etapa prepupal, con la finalidad de reducir la edad al primer parto, afecta el desarrollo de la glándula mamaria al reemplazar el tejido secretor por tejido adiposo afectando por consecuencia el nivel producción láctea.

La edad de las vaquillas al momento del aborto no afectó el nivel de producción de leche estandarizada durante el desarrollo de la primera lactancia, sin embargo tuvieron una producción de leche menor en comparación a las vacas paridas. Swanson (1970) encontró que la glándula mamaria de las vaquillas no mostraban evidencias de llenado cuando el aborto ocurrió en el último tercio de la gestación, sin embargo iniciaron su lactación, observándose que el nivel de producción fue menor conforme disminuían los días de interrupción de la gestación. Resultados similares fueron obtenidos en esta investigación, por lo que la presentación temprana del aborto ejerce un mayor impacto negativo sobre la producción láctea en la siguiente lactación. Lo anterior puede deberse a que la fase de diferenciación y de actividad de síntesis de leche no se realizan en una forma completa por falta de una actividad hormonal propicia (Heald, 1974; Kinsula et al., 1972).

El nivel de producción de leche presentó un efecto en las vacas abortadas sobre los DPS, DSF, y IP, lo que es indicativo que la eficiencia reproductiva postaborto es inversamente proporcional al nivel de producción láctea o sea que a menor producción de leche, se presenta una mejor eficiencia reproductiva durante el siguiente evento reproductivo.

En el caso de las vacas de primer parto, el nivel de producción láctea no influyó sobre la eficiencia reproductiva postparto. Sin embargo, cuando el promedio de rendimiento de leche por vaca aumenta, se observa una alteración insatisfactoria en el comportamiento reproductivo evaluado a través del momento de la primera ovulación y de la tasa de concepción. En un estudio reportado por Butler y Smith (1989), la tasa de concepción en una población de vacas disminuyó del 66% en 1951 a 50% en 1973, lapso durante el cual el promedio de producción anual de leche se incrementó 1500 kg.

### **Eficiencia reproductiva en vacas de primer parto o aborto.**

No se detectó efecto de la edad al primer parto sobre las cuatro variables reproductivas en estudio DPS, DSF, NSC, IP, por lo que la eficiencia reproductiva durante la primera lactación no estuvo influenciada por la edad al primer parto,

resultados similares fueron reportados por Simeril et al. (1992). Tampoco se presentó efecto del nivel de producción de leche estandarizado, lo que indica que no es solo el rendimiento de leche por sí mismo lo que causa la disminución de la eficiencia reproductiva sino el efecto que tiene esa elevada producción láctea sobre el balance de energía (Ferguson et al., 1990). Al considerar exclusivamente a las vacas abortadas, la edad a la primer aborto no influyó sobre las variables reproductivas descritas anteriormente.

Con respecto a los días al primer servicio postparto (DPS), se ha determinado que éstos se encuentran influenciados por el periodo de espera voluntario que consiste en la determinación de cada explotación en particular de decidir cuando inseminar por primera vez a las vacas después del parto (Anta et al., 1989). Con respecto a esta variable dependiente se encontró en la investigación que el 80% de las vacas recibieron la primera inseminación artificial antes de los 80 días del periodo postparto. El promedio DPS fue similar a los reportado por Lucy et al. (1986) quienes encontraron un promedio de 63 días, logrando una reducción a 57 días con el empleo de prostaglandinas F2  $\alpha$ . Sin embargo, en una revisión bibliográfica realizada por Anta et al. (1989) se comunica que el promedio de días a primer servicio postparto en bovinos del altiplano mexicano fue de 76.5 días, cifra superior a las recomendaciones de inseminar por primera vez antes de los 70 días con la finalidad de mantener la posibilidad de lograr un intervalo entre partos de 12 meses.

Diferentes investigaciones han demostrado los cambios hormonales y metabólicos a los que son sujetas las vacas alrededor del parto influyen sobre el desarrollo del parto, lactación y puerperio (Savio et al., 1990; Driancourt, 1991; Hiershfield, 1991). El reinicio de la actividad ovárica se presenta entre los 13 y 64 días postparto según Zain et al. (1995), mientras que Savio et al. (1990) reportaron su presentación en un rango de 9 a 85 días pudiendo ser afectado por el plano nutricional, nivel de producción y condición puerperal. La involución uterina se completa entre los 23 y 42 días en el 80% de las vacas, por lo que la mayoría de los animales se encuentran ciclando entre los 40 y 60 días pudiendo estar en condiciones fisiológicas satisfactorias desde el punto de vista reproductivo para recibir la primera inseminación postparto (Zarco, 1990), lo cual coincide con los resultados obtenidos, ya que el 80% de las vacas fueron consideradas aptas reproductivamente para recibir la primera inseminación artificial antes de los 80 días postparto.

El 84.4% de las vacas abortadas recibieron también la primera inseminación antes de los 80 días postparto manteniéndose en el rango superior de la meta reproductiva de lograr un intervalo entre aborto y parto de un año, determinándose un comportamiento similar al presentado en las vacas de primer parto, lo cual puede

explicarse que mediante el empleo de una adecuada terapéutica reproductiva aplicada durante la fase pueperal permite la presentación de la actividad ovárica y la involución uterina, requisitos indispensables para proporcionar la primera inseminación postparto que normalmente se caracteriza por un periodo de espera voluntario más corto en comparación con las vacas de parto normal. No se detectó en ésta investigación efecto de la presentación del aborto sobre los días al primer servicio postparto, aunque las vacas abortadas recibieron el primer servicio postparto 6 días más tarde que las paridas y con una mayor variación.

Con respecto a los días al servicio fértil (días abiertos), el 42% de los animales analizados lograron la gestación después de los 100 días postparto, el 37.5% entre los 60 y 100 días, mientras que el restante 22.8% de las vacas quedaron gestantes con el empleo del servicio temprano realizado antes de los 60 días. En términos generales la gestación se presentó 51 días después de la aplicación de la primera inseminación artificial y los días promedio al servicio fértil se encuentran por arriba de la meta de los 100 días para mantener la posibilidad de un intervalo entre partos de 12.5 meses en vacas de primer parto. Simeril et al. (1992) y Revar et al. (1989) reportaron una prolongación de 5 días al servicio fértil en comparación a lo encontrado en la presente investigación. El promedio de días al primer servicio fértil en bovinos del altiplano de México reportados por Anta et al. (1989) fueron de 114.5 días, cifras similares a las obtenidas en este trabajo.

En el caso de las vacas abortadas, no existió efecto de la edad al primer aborto, en donde el 40.3% de los animales abortados lograron quedar gestantes después de los 100 días postparto, el 30.2% entre los 60 y 100 días, mientras que el restante 29.5% gestaron antes de los 60 días postparto. En términos generales la gestación se logró 58 días después del promedio de días al primer servicio. El aborto no afectó los días al servicio fértil en donde las vacas quedaron gestantes 11 días después que el grupo de vacas de primer parto.

Al analizar el número de servicios por concepción, el 83.6% de las vacas quedaron gestantes en los tres primeros servicios y el 16.4% necesito de la aplicación de 4 o más servicios por concepción, presentándose un promedio de fertilidad de 44.6% en cada uno de los tres primeros servicios. Roy (1985) señaló que la meta del número de servicios debe ir encaminada a lograr un porcentaje de fertilidad del 50% en cada uno de ellos, de tal manera que después de 2 servicios se logre la gestación del 75% de las vacas, esto significa que el 25% de los animales reciban por tercera vez su inseminación artificial, con lo cual alrededor de la mitad de ellas pueden ser consideradas como vacas repetidoras, por presentar alguna anomalía clínica del tracto reproductor que contribuye a la repetición del estro, el estimativo de la incidencia de vacas repetidoras es de aproximadamente el 12.5%. Las vacas paridas

antes de los 27 meses de edad presentaron un porcentaje de vacas repetidoras mayor al promedio general. Revar (1989) reportó resultados similares con 2.3 servicios por concepción, mientras que Anta et al. (1989) con ganado localizado en el altiplano mexicano encontró en su revisión bibliográfica un promedio de 2.1 servicios por concepción, al igual que los reportes de Arizmendi y Rodríguez (1995) quienes reportan que las vacas de primer parto requirieron .3 servicios más para lograr la gestación. Lo anterior puede explicarse por los mayores requerimientos de energía de las vacas de primer parto para satisfacer sus necesidades de mantenimiento, ganancia de peso y producción (Butler y Smith, 1989). Ferguson et al. (1990) lograron mejorar la eficiencia reproductiva cuando suministraron ácidos grasos a las vacas de tres hatos comerciales de Pensilvania y a uno de Israel. La administración de ácidos grasos en los primeros 150 días postparto evitó el déficit de energía, el número de servicios por concepción fue de 1.57 o sea .41 menos servicios que el grupo control manteniéndose en una clasificación de excelente o por abajo de la meta de los 2 servicios por gestación.

Con respecto al número de servicios por concepción en las vacas abortadas, el 86.6% quedaron gestantes en los tres primeros servicios y el 13.4% necesitaron más de cuatro servicios por concepción, estimándose un promedio de fertilidad de 48.2% por cada uno de los tres primeros servicios. A pesar que las vacas abortadas requirieron en promedio de .1 servicios por concepción más que las vacas de primer parto, el porcentaje de fertilidad estimada en los tres primeros servicios fue ligeramente superior en las vacas abortadas, así mismo el porcentaje de vacas repetidoras con antecedentes de aborto fue menor con respecto a las paridas. No se presentaron diferencias significativas entre el grupo de vacas paridas y abortadas sobre el número de servicios por concepción, por lo que en esta investigación la presentación del aborto no influyó sobre NSC.

Con respecto al intervalo entre partos, los resultados obtenidos se encuentran 14 días por encima de la meta de los 12.5 meses, el 32.5% de las vacas rebasó el intervalo de los 13 meses, reportes similares se encontraron en investigaciones extranjeras Simeril et al. (1992)  $IP = 394$ ; Nieuwolf et al. (1989)  $IP = 394$  y de 398 días en hatos lecheros incluidos en DHIA en la zona noroeste de los Estados Unidos, al igual que las nacionales reportadas por Anta et al. (1989) quienes en su revisión encontraron un intervalo entre partos de 398 días, mientras que Ruiz et al. (1994) en su investigación observaron un  $IP$  de 395 días.

Las vacas abortadas presentaron un intervalo de 7 días mayor en comparación al grupo de vacas paridas y de 21 días por encima de la meta de los 12.5 meses, determinándose que el 32% de las vacas abortadas rebasó el intervalo entre aborto y siguiente parto de 13 meses.

Los días de interrupción de la gestación en abortadas presentaron un efecto significativo sobre todas las variables reproductivas analizadas (DPS, DSF, NSC y IP), lo que es indicativo que la eficiencia reproductiva postaborto es inversamente proporcional a los días de interrupción de la gestación o sea que a menores días de presentación del aborto mejor eficiencia se observa en el siguiente evento reproductivo y a mayores días de interrupción de la gestación menor eficiencia reproductiva se presenta durante el transcurso de la primera lactancia. Lo anterior puede ser explicado por el grado de desarrollo uterino. Mellado y Reyes (1994) señalaron que cuando el aborto ocurre antes de los 182 días es probable una rápida involución uterina y reactivación temprana de la actividad ovárica. Por otro lado Gronh et al. (1990) encontraron que las vacas abortadas son un 20% más propensas a la retención de placentas y 3,5% a la presentación de metritis lo cual influye sobre el desarrollo del puerperio y si consideramos que la frecuencia de retenciones de placentas esta correlacionada con los días de interrupción de la gestación ya que se ha observado que cuando el aborto sucede antes de los 120 días es casi nula, pero si se realiza entre los 121 y 150 días se incrementa la incidencia al 15%, elevándose a un 50% con la presentación del aborto entre los 240 y 265 días. Lo anterior conlleva a un retraso en la involución uterina y reactivación ovárica postparto (Salma et al., 1991), incrementándose los días al primer servicio con las consecuentes repercusiones sobre los días abiertos e intervalo entre partos, lo cual explica la variación encontrada en la eficiencia reproductiva después de la presentación del aborto.

## CONCLUSIONES

Es posible reducir la edad a la primera parición sin que se vea afectada la eficiencia productiva y reproductiva durante el transcurso de la primera lactancia y de esta manera disminuir los costos de crianza de las vaquillas.

La presentación del aborto afecta de forma considerable el cumplimiento de las metas reproductivas, al alterar la edad al primer parto con las consecuentes pérdidas económicas para los productores, entre las que podemos mencionar el incremento de los costos de producción en la cría de reemplazos, sobre todo en las vaquillas que después de la presentación del aborto quedaban en un estado improductivo, así mismo como la menor producción de leche durante el desarrollo de la primera lactancia en comparación a sus contemporáneas que lograron el primer parto. Agudizándose las pérdidas económicas por la elevada incidencia de abortos. La presentación de aborto e incrementa de forma significativa el intervalo entre partos, observándose a su vez un porcentaje considerable de repeticiones de abortos en el siguiente evento reproductivo.

La eficiencia productiva y reproductiva en las vaquillas con antecedentes de aborto, es dependiente del tiempo en que se presenta la interrupción de la gestación, concluyendo que a menos días de interrupción de la preñez se observa una menor eficiencia productiva y mejor eficiencia reproductiva durante la primera lactancia en comparación con las vaquillas que abortan a mayores días de gestación.

## **REVISION BIBLIOGRAFICA**

---

- 1.- Anderson, R.R. 1974. Endocrinological control. page 97 In: B.L. Larson y V.R. Smith (ed.) lactation: A comprehensive treatise Vol 1 Academic Press inc New York and London.
- 2.- Anta, E., A. Rivera, H.C. Galina, A. Porras y L.A. Zarco. 1989. Análisis de la información publicada en México sobre la eficiencia Reproductiva de los Bovinos, III.- Factores que la afectan. Vet. Méx. 20:19.
- 3.- Arizmendi, M.N. y R.A. Rodriguez. 1995. Reproducción Bovina (área Reproducción). Informe de servicio social titulación. FES-Cuautitlán UNAM. Mex.
- 4.- Bailey, T. 1994. El uso de los registros para la evaluación de los resultados reproductivos del hato. Memorias de la 10a Conferencia Internacional sobre Ganado Lechero. Méx, D.F.
- 5.- Bazer, F.W. y N.L. First. 1983. Pregnancy and Parturition. J. Anim. Sci. 52(suppl.2):425.
- 6.- Brelin, B., B. Berglund y E. Brannag. 1985. Comprehensive experiments on traits affecting longevity in Swedish dairy cattle breeds 2. The effects of breed and rearing intensity on daily gain and feed efficiency of heifers during the rearing period. Swed. J. Agric. Res. 15:53.
- 7.- Brinkley, H.J. 1981. Endocrine signaling and female reproduction. Biol. Reprod. 24:22.
- 8.- Butler, W.R. y R.W. Canfield. 1989. Interrelationships between energy balance and postpartum reproduction In: proceedings Cornell Nutrition Conference for feed Manufacturers pp 66-74.
- 9.- Butler, W.R., R.W. Everette y C.E. Coppock. 1981. The relationship between energy balance, milk production and ovulation in postpartum Holstein cows. J. Anim. Sci. 53:742.
- 10.- Butler, W.R. y R.D. Smith 1989. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. J. Dairy Sci. 72:767.

- 11.- Callahan, C.J., J.F. Fessler, R.E. Erb, E.D. Plotka y R.D. Randel. 1969. Prolonged gestation in a Holstein-Friesian cow. *Clinical and reproductive steroid studies*. *Comell Vet.* 49:370.
- 12.- Canfields, R.W. y W.R. Butler. 1991. Energy balance, first ovulation and the effect of naloxone on LH secretion in early postpartum dairy cows. *J. Anim. Sci.* 69:740.
- 13.- Carrillo, V.G. 1994. Evaluación de los parámetros reproductivos del ganado bovino lechero en la explotación del rancho la Trini en Visitación Edo. de Mex. (1988-1991). Tesis de licenciatura Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM.
- 14.- Carstaire, J.A., D.A. Morrow y R.S. Emery. 1980. Postpartum reproductive function of dairy cows as influenced by energy and phosphorus status. *J. Anim. Sci.* 51(5):1122.
- 15.- Cervantes, N., J.P. Choisis y P. Lhostel. 1987. Epocas de nacimiento e intervalos entre parto en el trópico seco (Estado de Colima). *Memorias VI Congreso Internacional de Buiatria y XIII Congreso Nacional de Buiatria Méx.* pp 71-74.
- 16.- Chauhan, F.S., F.O.K. Mgongo y B.M. Kessy. 1984. Recent advances in hormonal therapy of bovine reproductive disorders. A review. *Vet. Bull.* 54:991.
- 17.- Clark, R.D. y R.W. Touchberry. 1962. Effect of body weight and age at calving on milk production in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 45:1500.
- 18.- Collier, R.J., D.E. Bauman, W.J. Croom y R.L. Hays. 1976. Lactogenesis in explants cultures of cow mammary tissue page 59 in *Proc 71st Ann. Meeting Amer. Dairy Sci. Ass., Champaign, IL 61820 (abstr.)*.
- 19.- Comline, R.S., L.W. Hall, R.B. Lavelle, P.W. Nathanielsz y M. Silver. 1974. Parturition in the cow: endocrine changes in animals with chronically implanted catheters in the foetal and maternal circulations. *J. Endocr.* 63:451.
- 20.- Convey, E.M. 1974. Serum hormone concentration in ruminants during mammary growth, lactogenesis, and lactation: A review. *J. Dairy Sci.* 57:905.
- 21.- Cruz, D.O. 1995. Efecto de la época de parto sobre la eficiencia reproductiva en un hato comercial de bovinos productores de leche. Tesis licenciatura FES-Cuautitlán UNAM. Mex.

- 22.- Currie, W.B. y G.D. Thorburn. 1977. The fetal role in timing the initiation of parturition. In: *The Fetus and Birth*. Ciba Fdn. Symp. No 47.
- 23.- Day, M.L., K. Imakawa, M. Garcia-Winder, D.D. Zalesky, B.D. Schanbacher, R.J. Kittok y J.E. Kinder. 1984. Endocrine mechanisms of puberty in heifers-estradiol negative feedback regulation of luteinizing hormone secretion. *Biol. Reprod.* 31:332.
- 24.- Desjardins, C. y H.D. Hafs. 1968. Levels of pituitary FSH and LH in heifers from birth through puberty. *J. Anim. Sci.* 27:472.
- 25.- Donaldson, L.E., J.M. Bassett y G.D. Thorburn. 1970. Peripheral progesterone concentration of cows during puberty oestrous cycles, pregnancy and lactation and the effects of undernutrition or exogenous oxytocin on progesterone concentration. *J. Endocr.* 48:599.
- 26.- Driancourt, M.A., R.C. Fry, I.J. Clarke y L.P. Cahill. 1987. Follicular growth and regression during the 8 days after hypophysectomy in sheep. *J. Reprod. Fertil.* 79:635.
- 27.- Driancourt, M.A. 1991. Follicular Dynamic in sheep and cattle. *Theriogenology* 35:55.
- 28.- Erb, H.N., R.D. Smith, P.A. Oltenacu, C.L. Guard, R.B. Hillman, P.A. Powers, M.C. Smith y M.E. White. 1985. Path model of reproductive disorders and performance, milk fever, mastitis, milk yield and culling in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 68:3337
- 29.- Erb, R.E. 1977. Hormonal control of mammatogenesis and onset of lactation in cows.-A review. *J. Dairy Sci.* 60:155.
- 30.- Fairclough, R.J., J.T. Hunter y R.A.S. Welch. 1975. Peripheral plasma progesterone and utero-ovarian prostaglandin F2 $\alpha$  concentration in the cow around parturition. *Prostaglandins.* 9:901.
- 31.- Ferguson, J.D., D. Sklan, W.V. Chalupa y D.J. Kronfeld. 1990. Effects of hard fats on in vitro and in vivo rumen fermentation, milk production, and reproduction in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73:2864.

- 32.- First, N.L., J.K. Lohse y B.S. Nara. 1982. The endocrine control of parturition In: D.J.A. Cole and G.R. Foxerol. (Control of pig reproduction) pp 311-342. Butterworths, London.
- 33.- First, N.L. 1979. Mechanisms controlling parturition in farm animals In: H. Haw (ed.) Animal Production. pp 215-257 Allanheld Osmun, Montclair, New Jersey.
- 34.- Fisher, L.J., J.W. Hall y S.E. Jones. 1983. Weight and age at calving and weight change related to first lactation milk yield. J. Dairy Sci. 66: 2167.
- 35.- Foldager, J. y K. Sejrsen. 1991. Rearing intensity in dairy heifers and the effect on subsequent milk production. 693. Beretning Fra statens Husdyrbrugsforsog Copenhagen 131 pp.
- 36.- Foldager, J. Y K. Sejrsen. 1987. Mammary gland development and milk production in dairy cows in relation to feeding and hormone manipulation during rearing. Research in dairy cattle: Danish status and perspectives. Det Kgl. danske Landhusholdningsselskab Copenhagen, DK.
- 37.- Fortune, J.E., J. Sirois, A.M. Turzillo y M. Lavoie. 1991. Follicle selection in domestic ruminants. J. Reprod. Fertil. 43:187.
- 38.- Gardner, R.W., J.D. Schuh y L.G. Vargus 1977. Accelerated growth and early breeding of Holstein heifers. J. Dairy Sci 60:1941.
- 39.- Gardner, R.W., L.W. Smith y R.L. Park. 1978. Feeding and management of dairy heifers for optimal life productivity. J. Dairy. Sci. 71:996.
- 40.- Garverich, H.A., B.N. Day, E.C. Mather, L. Gómez y G.B. Thompson. 1974. Use of estrogen with dexametasone for inducing parturition in beef cattle. J. Anim. Sci. 38:584.
- 41.- Gill, G.S. y F.R. Allaire. 1986. Relationship of age at first calving, days open, days dry and herd life to a profit function for dairy cattle. J. Dairy Sci. 5:1131.
- 42.- Gillette, D.D. 1966. Placental influence on uterine activity in cow. Am. J. Physiol. 211:1095.
- 43.-Glickman, J.A. y J.R.G. Challis. 1980. The changing response pattern of Sheep fetal adrenal cells throughout the course of gestation. Endocrinology. 106:1371.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- 44.- Gonzalez-Padilla, E., J.N. Wiltbank y G.D. Niswender. 1975a. Puberty in beef heifers I.- The interrelationships between pituitary, hypothalamic and ovarian hormones. *J. Anim. Sci.* 40:1091
- 45.- Grohn, Y.T., N.E. Hollis, E.M. Charles y S.S. Hannu. 1990. Epidemiology of reproductive disorders in dairy cattle: Associations among host characteristics disease and production. *Prev. Vet. Med.* 8:25.
- 46.- Hansel, N. y E. Convey. 1983. Physiology of estrous cycle. *J. Anim. Sci.* 57:404.
- 47.- Hansen, L.B., A.E. Freman y P.J. Berger. 1983. Association of Heifer Fertility with cow Fertility and yield in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 66:306.
- 48.- Harrinson, R.D., I.P. Reynolds y W. Little. 1983. A quantitative analysis of mammary glands of dairy heifers reared at different rates of lives weight gain. *J. Dairy Res.* 50:405.
- 49.- Heald, C.W. 1974. Hormonal effects on mammary cytology. *J. Dairy Sci.* 57:917.
- 50.- Heinrichs, A.J. y G.L. Hargrove.1987. Standards of weight and height for Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 70:653
- 51.- Heinrichs, A.J. y G.L. Hargrove.1991. Standards of weight and height for Guernsey and Jersey heifers. *J. Dairy Sci.* 74:1684.
- 52.- Hirshfield, A.N. 1991. Development of follicles in the mammalian ovary. *Int. Rev. Cytol.* 124:43.
- 53.- Hoffman, P.C. y D.A. Funk. 1991. Growth rates of Holstein in select Winsconsin dairy herds. *J.Dairy Sci.* 74(suppl. 1): (abstr.)
- 54.- Hoffman, P.C. y D.A. Funk.1992. Applied Dinamic of Dairy Replacement Growth and Management. *J. Dairy Sci.* 75: 2504-2516
- 55.- Hunter, J.T., R.J. Fairclough, A.N. Peterson y R.A.S. Welch. 1976. Foetal and maternal hormonal changes preceding normal bovine parturition. *J. Endocr.*

- 56.- Jaidudeen, M.R. y E.S.E. Hafes. 1980. Gestation, Prenatal physiology and Parturition In E.S.E. Hafes (ed.) **Reproduction in farm Animals**. pp 247-383. Lea Febiger, Philadelphia.
- 57.- Jones, C.T., J.Z. Kendall, J.W.K. Rithie, J.S. Robinson y G.D. Thorburn. 1978. Adrenocorticotrophin and corticosteroid changes during dexamethasone infusion to intact and synacthen infusion to hypophysectomized foetuses. *Acta endocrinol.* 87:203.
- 58.- Kaltenbach, C.C. 1980. Initiation of puberty and postpartum estrus in beef cattle, In *Current Therapy in Theriogenology* pp 164-168 (ed.) D.A. Morrow. W.B Saunders company Philadelphia.
- 59.- Keown, J.F. y R.W. Everett. 1986. Effect of days carried calf, days dry and weight of first calf heifers on yields. *J. Dairy Sci.* 69:1891.
- 60.- Kinder, J.E., M.L. Day y R.J. Kittok. 1987. Endocrinology of puberty in cow and ewes. *J. Reprod. Fertil. suppl* 34:167.
- 61.- Kinsella, J.E. y C.W. Heald. 1972. Na 1-14 C stearate and Na 2- 14C acetate metabolism and morphological analysis of late prepartum bovine mammary tissue. *J Dairy Sci.* 55:1085.
- 62.- Klinborg, D. 1987. Normal reproductive parameters in large California-style daires. *Vet. Clin. N. Am.* 3:483.
- 63.- Lamming, G.E., D.C. Wathes y A.R. Peters. 1981. Endocrine patterns of the post-partum cow. *J. Reprod. Fertil.(suppl)* 30:155.
- 64.- Lin, C.Y., A.J. McAllister, T.R. Batra, A.J. Lee, G.L. Roy, J.A. Vasely y J.M. Wauthy. 1986. Production and reproduction of early and late bred dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 69:760.
- 65.- Lin, C.Y., A.J. McAllister y A.J. Lee. 1984. Multitrait stimation of relationships of first lactation yields to body weight changes in Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 68:2954.
- 66.- Lin, C.Y., A.J. McAllister, T.R. Batra y J. Lee. 1988. Effects early and breeding of heifers on multiple lactation performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71:2735.

- 67.- Little, W y R.M. Kay. 1979. The effect of rapid rearing and early calving on the subsequent performance of dairy heifers. *Anim Prod.* 29:131.
- 68.- Loshe, J.K. y B.S. Nara. 1982. Effects of prologed ACTH administration on the porcine fetal adrenal. *Biol. Reprod.* 26(suppl.1):255.
- 69.- Lucy, M.C., J.S. Tevenson y E.P. Call. 1986. Controlling first service and calving interval y prostaglandin F2  $\alpha$  gonadotropin-releasing hormone and timed insemination. *J. Dairy Sci.* 69:2186.
- 70.- McLeod, B.J., A.R. Peters, W. Haresign y G.E. Lamming. 1985. Plasma LH and FSH responses and ovarian activity in prepuertal heifers treated with repeated injections of low doses of GnRh for 72 hrs. *J. Reprod. Fertil.* 74:589.
- 71.- Mellado, M. y C. Reyes. 1994. Associations between periparturient disorders and reproductive efficiency in Holstein cows in northern México. *Prev. Vet. Med.* 19:203.
- 72.- Meraz, N.T. 1980. Eficiencia reproductiva en vacas Holstein servidas en diferentes periodos de tiempo después del parto. Tesis licenciatura. FMVZ. UNAM. Mex.
- 73.- Moore, R.K., B.N. Kennedy, L.R. Schaeffer y J.E. Moxley. 1990. Parameter estimates for feed intake and production in first lactation using milk recording data. *J. Dairy Sci.* 73:826.
- 74.- Moore, R.K., B.W. Kennedy, L.R. Schaffer y J.E. Moxley. 1991. Relationships between age and body weight at calving and production in first lactation Ayrshires and Holstein. *J. Dairy Sci.* 74:269.
- 75.- Moran, C., J.F. Quirke y J.F. Roche. 1989. Puberty in heifers: A Review. *Anim. Reproduction Sci.* 18:167.
- 76.- Nelsen, T.C., C.R. Long y T.C. Cartwright. 1982. Postinfection growth in straight bred and crossbred cattle. II.- Relationships among, height and pubertal characters. *J. Anim. Sci.* 55:295.
- 77.- Nieto, O.R. 1991. El control de Producción su interpretación y su uso correcto (para mejorar la producción y reproducción) Memoria de la 7ma Conferencia Internacional de Ganado Lechero, México D.F. Agosto 1991 BN editores S.A. de CV. México D.F.

- 78.- Nieuwolf, G.L., R.L. Powell y H.O. Norman. 1989. Age at calving and calving intervals for dairy cattle in the United States. *J. Dairy Sci.* 72:685.
- 79.- Nortey, D.L. y L.R. French. 1980. Effect of embryo removal and intrauterine infusion of embryonic homogenates on the lifespan of the bovine corpus luteum. *J. Anim. Sci.* 50:298.
- 80.- Norton, J.H., W.P. Tranter, R.S.F. Campbell y A.T. Lisle. 1988. A farming systems study of abortion in dairy cattle on the Atherton Tableland. *J. Reproductive performance. Austr. Vet. J.* 66:161.
- 81.- National Research Council. 1978. Nutrient requirements of dairy cattle. *Natl. Acad. Sci., Washington, D.C.*
- 82.- Peter, A.R., M.G. Pimental y G.E. Lamming. 1985. Hormone responses to exogenous GnRH pulses in postpartum dairy cows. *J. Reprod. Fertil.* 75:557.
- 83.- Pollak, E.J. y A.E. Freeman. 1976. Parameter estimation and sire evaluation for dystocia and calf size in Holstein. *J. Dairy Sci.* 59:1817.
- 84.- Powell, R.L. 1985. Trend of age at first calving. *J. Dairy Sci.* 68:768.
- 85.- Randel, R.D. 1990. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *J. Anim. Sci.* 68:853.
- 86.- Revah, I., R. Lomas., L. Zarco. y C. Galina. 1989. Evaluación del tratamiento rutinario con prostaglandinas F2  $\alpha$  en el día 30 o 40 postparto sobre la actividad ovárica y la eficiencia reproductiva de vacas Holstein. *Vet. Mex.* 20:135.
- 87.- Ribas, M. y B. Pérez. 1987. Análisis genético de la edad y peso al primer parto en Holstein en un distrito de la provincia de la Habana. Primeros indicadores. *Rev. cubana Cienc. agric.* 21:123.
- 88.- Rivera, J.A., E. Anta, C. Galina, A. Porras y L. Zarco. 1989. Análisis de la información publicada en México sobre eficiencia reproductiva de los bovinos. III.- Factores que la afectan. *Vet. Mex.* 20:19.
- 89.- Robertson, H.A. y G.J. King. 1979. Conjugated and unconjugated estrogens in fetal and maternal fluids of the cow throughout pregnancy. *J. Reprod. Fertil.* 55:453.

- 90.- Roy, L. 1985. Manejo reproductivo de la vaca postparto. Memorias de la 1a Conferencia Internacional sobre Ganado Lechero Mex. D.F.
- 91.- Ruiz, L.F., P.A. Oltenacu y R.W. Blake. 1994. Efecto del nivel de producción de leche sobre la duración de vida productiva de ganado Holstein de registro en México. Tec. Pec. Méx. 32:105.
- 92.- SAS Procedures Guide: Statistics, (release 6.03) 1988 SAS Institute, Inc. Cary, NC.
- 93.- Savio, J.D., M.P. Boland, N. Hynes y J.T. Roche. 1990. Resumption of follicular activity in the early post-partum period of dairy cows. J. Reprod. Ferti. 88:569.
- 94.- Schams, D., E. Schallenberger, S. Gombe y H. Korg. 1981. Endocrine patterns associated with puberty in male and female cattle. J. Reprod. Fertil. 30(suppl.):103.
- 95.- Sejrsen, K., J.T. Huber, H.A. Tucker y R.M. Akers. 1982. Influence of nutrition on mammary development in pre and postpubertal heifers. J. Dairy Sci. 65:793.
- 96.- Sejrsen, K., J.T. Huber y H.A. Tucker. 1983. Influence of amount feed on hormone concentration and their relationship to mammary growth in heifers. J. Dairy Sci. 66:845.
- 97.- Sejrsen, K., J. Foldager, M. Sorensen, R.M. Akes y D.E. Bauman. 1986. Effect of exogenous bovine somatotropin on pubertal mammary development in heifers. J. Dairy Sci. 69:1528.
- 98.- Sieber, M.A., E. Freeman y D.H. Kelley. 1988. Relationships between body measurement, body weight and productivity in Holsteins dairy cows. J. Dairy Sci. 71:3437.
- 99.- Silva, E., C.H. Galina y J. Palma. 1990. Efecto de la época de parto sobre el intervalo entre partos en ganado Holstein en el Trópico seco. Memorias anais da associacao latino Americana de Producao Animal, Campinas, Brasil pp. 170.
- 100.- Simeril, N.A., C.J. Wilcox, W.W. Thatcher y F.G. Martin. 1991. Prepartum and peripartum reproductive performance of Dairy Heifers Freshening at young ages. J. Dairy Sci. 74:1724.

- 101.- Simeril, N.A., C.J. Wilcox y W.W. Thatcher. 1992. Postpartum performance of dairy heifers freshing at young ages. *J. Dairy Sci.* 75:590.
- 102.- Slama, H., D. Vaillancourt y A.K. Goff. 1991. Pathophysiology of the puerperal period: Relationship between prostaglandin E2 (PGE2) and uterine involution in cow. *Theriogenology.* 36:1071.
- 103.- Stelwagen, K. Y D.G. Grieve. 1990. Effect of plane of nutrition on growth and mammary gland development in Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 73:2333.
- 104.- Swanson, E.W. 1970. Effect of abortions and short gestations on lactation. *J. Dairy Sci.* 53:381.
- 105.- Swanson, E.W. 1967. Optimum growth patterns for dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 50:244.
- 106.- Taveme, M.A.m., C. Nasktgeboren y G.C. Vander Weyden. 1976b. Myometrial activity and expulsion of fetuses. *Anim. Reprod. Sci.* 2:117.
- 107.- Thatcher, W.W. Y F.W. Bazer. 1983. Bovine and porcine signals associated with maternal recognition of pregnancy. *Proc. Symp. on General Steroid Biochim.* México, City.
- 108.- Thatcher, W.W., C.J. Wilcox, F.W. Bazer, R.J. Collier, R.M. Eley, D.G. Stoner y F.F. Bartel. 1979. Bovine conceptus effects prepartum and potential carryout effects postpartum in H.W. (ed.) *Animal Reproduction* allanheld Osmun, Montclair, NJ.
- 109.- Thompson, J.R., E.J. Pollak y C.L. Pelisser. 1983. Interrelationships of parturition problems, production of subsequent lactation, reproductive and age at first calving. *J. Dairy Sci.* 66:1119.
- 110.- Thorburn, G.D., J.R.C. Challis y W.B. Currie. 1977. Control of parturition in domestic animals. *Biol of Reprod.* 16:18.
- 111.- Thurmond, M.C. y J.P. Picanso. 1990. A Surveillance system for bovine abortion. *Prev. Vet. Med.* 8:41.
- 112.- Troccon, J.L. 1993. Effect of winter feeding during the rearing period on performance and longevity in dairy cattle. *Livestock Prod. Sci.* 36:157.

113.- Villa-Godoy, A., T.L. Hughes, R.S Emery, L.T. Chapin y R.L. Fogwell. 1988. Association between energy balance and luteal function in lacting dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71:1063.

114.- Wiltbank, J.N., C.W. Kasson y J.E. Ingalls. 1969. Puberty in crossbred and straight bred beef heifers on two levels of feed. *J. Anim. Sci.* 29:602.

115.- Zain, A.E. T. Nakao, M.A. Raouf, M. Moriyoshi, K. Kawata y Y. Moritsu. 1995. Factors in the resumption of ovarian activity and uterine involution in postpartum dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 38:203.

116.- Zarco, L. 1990. Factores que afectan los resultados de la inseminación artificial en el bovino lechero. *Vet. Méx.* 21(3):235.

117.- Zarco, Q.L. 1994. Efecto del balance energético sobre la reproducción en la vaca lechera de alta producción. Mecanismo importancia y prevención. Memorias de V curso Internacional de Reproducción Bovina. Academia de investigación en Biología de la Reproducción. México, D.F. pp 147-176.