

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**EN LAS VACAS HOLSTEIN CON ALTA PRODUCCIÓN DE LECHE  
LAS TASAS DE CONCEPCIÓN NO DISMINUYEN EN SISTEMAS DE  
MANEJO CON TECNOLOGIAS DE VANGUARDIA**

**POR:**

**RAMON OLGUIN MAQUEDA**

**TESIS:**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**NOVIEMBRE DE 2010**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**EN LAS VACAS HOLSTEIN CON ALTA PRODUCCIÓN DE LECHE  
LAS TASAS DE CONCEPCIÓN NO DISMINUYEN EN SISTEMAS DE  
MANEJO CON TECNOLOGÍAS DE VANGUARDIA**

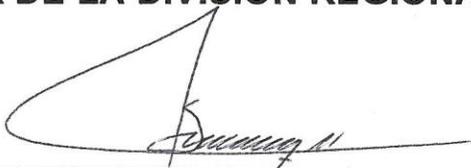
**POR:**

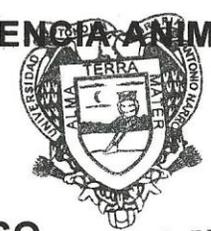
**RAMON OLGUIN MAQUEDA**

**ASESORA PRINCIPAL**

  
**DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

  
**MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO**

  
Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**NOVIEMBRE DE 2010**

**Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro  
Unidad Laguna  
División Regional de Ciencia Animal**



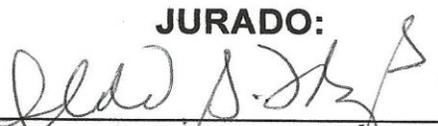
**EN LAS VACAS HOLSTEIN CON ALTA PRODUCCIÓN DE LECHE  
LAS TASAS DE CONCEPCION NO DISMINUYEN EN SISTEMAS DE  
MANEJO CON TECNOLOGIAS DE VANGUARDIA**

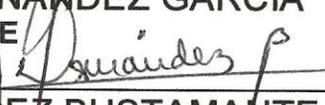
**TESIS POR:  
RAMON OLGUIN MAQUEDA**

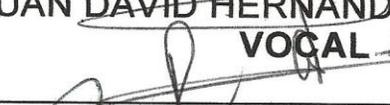
Elaborado bajo la supervisión del comité particular de asesoría y  
aprobada como requisito parcial para optar por el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

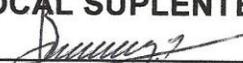
**JURADO:**

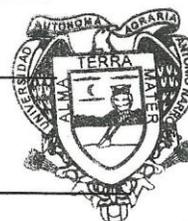
  
\_\_\_\_\_  
DRA. ILDA GRACIELA FERNANDEZ GARCÍA  
PRESIDENTE

  
\_\_\_\_\_  
DR. JUAN DAVID HERNANDEZ BUSTAMANTE  
VOCAL

  
\_\_\_\_\_  
MVZ. JOSÉ GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ  
VOCAL

  
\_\_\_\_\_  
MVZ. JESUS A. AMAYA GONZÁLEZ  
VOCAL SUPLENTE

  
\_\_\_\_\_  
MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

**TORREÓN, COAHUILA., MÉXICO**

**NOVIEMBRE DE 2010**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**



**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**EN LAS VACAS HOLSTEIN CON ALTA PRODUCCIÓN DE LECHE  
LAS TASAS DE CONCEPCIÓN NO DISMINUYEN EN SISTEMAS DE  
MANEJO CON TECNOLOGIAS DE VANGUARDIA**

**TESIS POR:**

**RAMON OLGUIN MAQUEDA**

**ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ  
PARTICULAR DE ASESORÍA**

**ASESORA PRINCIPAL:**

**DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA**

**ASESORES:**

**DR. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE  
MVZ. JOSE GUADALUPE RODRIGUEZ MARTÍNEZ  
MVZ. JESUS A. AMAYA GONZÁLEZ**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**NOVIEMBRE DE 2010**

# *Dedicatorias*

*A mis padres Aureliano Olguín Estrada y Juana Maqueda Olguín que me han apoyado en todo el trayecto de mi vida y me han dado todo sin pedirme nada a cambio, los quiero.*

*A mis abuelos que me criaron desde pequeño y siempre procuraron que fuera una persona de bien y un triunfador en la vida.*

*A mi hermana Renata Olguín Maqueda que ha sido un pilar importante en mi vida y formación profesional más que una hermana una amiga y compañera, un mundo para mi, Gracias hermana.*

*A Miriam Torres Díaz por haberme acompañado en las buenas y en las malas todo el tiempo que hemos estado juntos.*

# *Agradecimientos*

*A Dios que me ha puesto en este camino y que me ha dado la oportunidad de formarme profesionalmente y espiritualmente, gracias Dios por nunca abandonarme y dejarme en los momentos más difíciles de mi vida siempre estás ahí Señor cuando más te necesito Gracias.*

*A mi familia ya que por ellos estoy aquí formándome como profesionista. Gracias familia.*

*A la Dra. Ilda Graciela Fernández García, por brindarme su apoyo y confianza en este proyecto.*

*Al Dr. Juan David Hernández Bustamante, MVZ. José Guadalupe Rodríguez Martínez y MVZ. Alfonso Amaya González por el apoyo brindado para la revisión de este proyecto.*

*A mi Alma Mater por darme la oportunidad de ser parte de ella y formarme como profesional y haber tenido tantas experiencias bonitas e inolvidables durante mi carrera.*

*A todos mis maestros por haberme transmitido parte de sus conocimientos que son una base firme para mi formación profesional.*

*Al Dr. Jorge Fernández Díaz de León, por facilitarme los datos de los registros de los hatos lecheros estudiados.*

*A mi compañeros de grupo por haber convivido e interactuado conmigo durante todo el transcurso de la carrera.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>Índice de Figuras</b> .....	IX
<b>RESUMEN</b> .....	X
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
2.1 Los registros en los hatos lecheros.....	3
2.2 Producción de leche.....	4
2.3 Factores que influyen en la producción de leche.....	5
2.3.1 Consumo de alimento.....	6
2.3.2 Factores medioambientales.....	6
2.4 Tasas de concepción.....	7
2.5 Tamaño del hato.....	8
2.6 Factores que influyen en la fertilidad.....	9
2.6.1 Muerte embrionaria.....	9
2.6.2 Balance energético negativo.....	10
2.6.3 Retorno a la actividad ovárica.....	11
2.6.4 Alteraciones hormonales.....	12
2.6.5 Potencial genético.....	12
2.6.6 Alimentación.....	14
2.6.7 Estrés calórico.....	15
2.6.8 Detección de estros.....	18
2.6.9 Enfermedades reproductivas.....	20
<b>III. OBJETIVO</b> .....	21

<b>IV. HIPÓTESIS.....</b>	<b>21</b>
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
5.1 Descripción del lugar de estudio.....	22
5.2 Registros utilizados.....	22
5.3 Alimentación proporcionada a las vacas.....	23
5.4 Semen utilizado.....	23
5.5 Manejo sanitario de los hatos estudiados.....	23
5.6 Variables analizadas.....	24
5.7 Análisis estadístico.....	24
<b>VI. RESULTADOS .....</b>	<b>25</b>
6.1 Producción de leche.....	25
6.2 Tasas de concepción (Fertilidad).....	29
<b>VII. DISCUSIÓN.....</b>	<b>33</b>
<b>VIII. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>36</b>
<b>IX. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>37</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

		<b>Página</b>
<b>1</b>	Nivel de producción de leche anual a través de los años de estudio en los hatos de estudio.....	26
<b>2</b>	Clasificación de los hatos de acuerdo a su nivel de producción (alto, medio y bajo).....	27
<b>3</b>	Número de registros utilizados anualmente en el período de estudio.....	28
<b>4</b>	Tasas de concepción anual de los hatos a través de los años de estudio.....	30
<b>5</b>	Tasas de concepción mensual del nivel alto, medio y bajo de producción de los hatos.....	31
<b>6</b>	Tasas de concepción anual general de los hatos a través de los años de estudio.....	32

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue analizar los niveles de producción de leche y las tasas de concepción de hatos de vacas Holstein en la Comarca Lagunera. Se utilizaron los registros de 12 a 16 hatos por año, con una población de 1, 971,969 vacas durante el periodo de 2002 a 2009. Se realizó un análisis exploratorio de los registros, se obtuvieron correlaciones Spearman y se ajustaron a un modelo lineal de las características sobre la producción de leche por vaca. Los resultados encontrados indicaron que la producción de leche por vaca en el año de 2002 fue de 26.9 L, teniendo un incremento a 28 L en año de 2009. Las tasas de concepción mostraron una tendencia negativa con respecto a la producción de leche, así mismo, se observó que las tasas de concepción mantuvieron casi el mismo porcentaje en 2002 (27.1%) y en 2009 (27.2%). La producción de leche tuvo un aumento de 4% a través de los años de estudio, mientras que las tasas de concepción tuvieron un aumento de solo 0.1% en el mismo periodo. Se concluye que la producción de leche se incrementó del año 2002 al 2009; sin embargo, tasa de concepción no mostró el mismo aumento a pesar de las tecnologías de vanguardia utilizadas en las explotaciones lecheras.

**Palabras clave:** Vacas Holstein, Producción, Leche, Tasas de concepción, Fertilidad.

## I. INTRODUCCION

En México, la leche de ganado bovino es considerada como un producto prioritario. La producción de leche aumentó un 1.5% anual en respuesta a una creciente demanda de leche líquida. En el año de 2000 la producción de leche disminuyó un 3%, debido al debilitamiento de la demanda interna y a un aumento de los costos de los alimentos. En el año 2003 la producción ascendió a 9,869.3 millones de litros con un crecimiento respecto al año anterior (de 2.2%, SAGARPA, 2004).

El análisis del desempeño de esta rama de la ganadería muestra que los mayores crecimientos se registraron en la segunda mitad de la década de los 90's, disminuyendo el crecimiento en los últimos tres años de esa década. Uno de los factores que ha afectado la producción nacional de leche es el creciente mercado de productos secundarios, elaborados con subproductos de la industrialización de la leche, o bien, con materias primas de otro origen, siendo el caso de los aceites y grasas vegetales (FAO, SAGARPA 2008).

La leche se produce bajo diversos sistemas que van desde el tecnificado, hasta el de subsistencia. Se distinguen de forma general cuatro sistemas: el especializado, el semiespecializado, el de doble propósito y el familiar. De la producción generada en 2003, el 73% se obtuvo en tan sólo 9 estados. Destacan, en orden de importancia, los estados de Jalisco (17.4%), Coahuila (10.7%), Durango (9.7%) y Chihuahua (8.1%), que ocupan los cuatro lugares de producción de leche (SAGARPA, 2004).

El crecimiento de la producción en las principales zonas lecheras, ha obedecido al incremento en el número de vacas en producción y, en menor medida al incremento de la productividad. El inventario de ganado bovino en la Comarca Lagunera en 1990 fue de 200,584 cabezas llegando hasta 440,876 en el año de 2001, y posteriormente en el año de 2007 fue de 458,941 cabezas (SAGARPA, 2008).

En la Comarca Lagunera la ganadería lechera es intensiva o tecnificada, este tipo de ganadería se desarrolla principalmente en extensiones comparativamente reducidas, con un sistema de producción moderno y de carácter industrial. La infraestructura disponible se caracteriza por contar con modernas salas de ordeña y equipo tecnificado para el posterior enfriamiento de la leche; en este tipo de infraestructura, la mano de obra utilizada es mínima, adquiriendo el producto un alto valor agregado por el nivel de calidad que se obtiene en estos procesos (SIAP, SAGARPA 2008). Con base en lo anteriormente expuesto, el propósito del presente estudio es conocer si la fisiología de la producción y reproducción de las vacas Holstein es modificada por la implementación de tecnologías de vanguardia en los hatos lecheros de vacas Holstein.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Los registros en los hatos lecheros

El uso de registros en los hatos lecheros representa una herramienta importante que brinda información valiosa acerca de la presentación de problemas en un hato o en un grupo de vacas, del momento en que éstos comenzaron y sus posibles causas, así como los niveles de producción, programas de alimentación y manejo y algunos parámetros productivos y reproductivos que conduzcan a la solución de problemas y en consecuencia al aumento de la producción y a la rentabilidad del hato (Correa, 2001).

En estos registros se tiene la información en detalle de cada una de las vacas que conforman el hato reproductor. Existen mediciones importantes respecto al hato en general y respecto a cada vaca en particular. Las mediciones importantes al hato son: tasa de preñez, tasa de becerros nacidos vivos, tasa de mortalidad (becerros) y tasa de destete. Entre las medidas importantes por vaca están; edad a pubertad, edad a primer parto, peso al primer empadre, intervalo entre parto, facilidad al parto y condición corporal (Guevara, 2009).

Algunos de los beneficios que pueden ofrecer los registros son: recolección de información exacta, confiable y oportuna, planificación de las actividades realizadas o por ejecutar, elaboración de análisis de la situación actual del hato, control de la producción, realización del descarte de animales, implementación y control de estrategias reproductivas orientadas a mejorar las características

genéticas en los animales, implementación de planes sanitarios para el control de enfermedades con la incorporación de planes de vacunación controlada por los registros, lo que permite conocer el estado financiero de la finca, permite la identificación de problemas financieros, productivos, nutricionales, reproductivos y/o sanitarios, así como la toma de decisiones en estado de certidumbre puesto que los registros proporcionan la información necesaria y los recursos para el análisis y la implementación de estrategias para el desarrollo de planes a ejecutar (Guevara, 2009).

## **2.2 Producción de leche**

El sistema lechero mexicano no es homogéneo, es decir, las unidades productivas no son iguales en cuanto a tecnología, a número de vientres, a técnicas y a procedimientos reproductivos utilizados, así como a la calidad de los forrajes y a la alimentación de los animales. Otro aspecto a considerar son los mecanismos de comercialización y de aprovechamiento de los recursos disponibles. Los avances alcanzados en la tecnificación de la producción lechera, la aplicación de técnicas de manejo del ganado con mejores características productivas y el equipamiento de las explotaciones ha permitido, en cierta medida este crecimiento (Villamar y Olivera, 2004).

Existen grandes hatos y modernos como los de la Comarca Lagunera (Durango-Coahuila) y en algunas granjas altamente tecnificadas en estados de Baja California, Querétaro e Hidalgo, algunos con más de dos mil 500 vacas en

producción. Existen también unidades productivas con un nivel de tecnificación menor como las que se encuentran en el estado de Jalisco, cuyas utilidades están en función del número de animales y no en términos de productividad. La existencia de unidades explotadas de manera familiar, con mínimo o nulo desarrollo tecnológico, con un bajo número de vientres en explotación, donde se utiliza tecnologías y procedimientos productivos atrasados, como es la ordeña manual y donde los animales consumen forrajes de menor calidad, además de poseer instalaciones rústicas (Gallardo, 2007).

### **2.3 Factores que influyen en la producción de leche**

El manejo alimenticio de las vacas lecheras es uno de los factores que tiene mayor incidencia en la producción de leche. Esto se hace más importante si se considera que el costo alimenticio incide por lo menos en un 50% del costo total del litro de leche. Por otra parte, una buena alimentación permite un incremento en la producción de leche, así como en la sanidad y en la reproducción del ganado lechero (Cañas, 2008).

Las vacas deben ser alimentadas de acuerdo a sus requerimientos nutritivos. Estos varían de acuerdo al peso vivo, al nivel de producción y al nivel de lactancia en que se encuentran los animales. Todos estos aspectos deben ser considerados para formular una ración óptima, en lo que se considera una cierta proporción de forraje y concentrado (Ávila, 2002).

### **2.3.1 Consumo de alimento**

El ganado expuesto a períodos cortos de calor disminuye su consumo de materia seca (CMS), especialmente cuando se utilizan dietas de alta densidad energética. La reducción del CMS durante la época de calor es un intento del animal por alinear sus demandas energéticas con su capacidad de perder calor. Esta reducción del CMS es sin duda la mayor influencia en la disminución de la productividad del ganado. Por otra parte, en condiciones de clima frío los animales intentan conservar el calor ya sea a través de un incremento en el aislamiento del medioambiente (mayor cobertura grasa, pelaje más largo y grueso, etc.), o bien produciendo más calor mediante un mayor CMS o el consumo de dietas más calóricas, aunque lo más probable sea una combinación de ambos (West, 2003).

### **2.3.2. Factores medioambientales**

Los fenómenos meteorológicos que influyen en el consumo de alimento son la temperatura, la humedad, el viento, la radiación, la lluvia y la altitud. Los efectos del clima sobre la producción animal son directos e indirectos. Directos porque afectan las necesidades energéticas de los animales, e indirectos debido a que influyen sobre la disponibilidad de forraje. Uno de los factores más estudiados es el efecto de la temperatura. Está demostrado que la temperatura afecta negativamente el consumo de alimento, el consumo de agua, la producción y la composición de la leche y la tasa de concepción, entre otros ya que la máxima

producción de leche se logra con una temperatura que oscila entre 4 y 21°C (Cañas, 2008).

## **2.4 Tasas de concepción**

La falla en la concepción o infertilidad es el problema reproductivo más importante en los hatos lecheros. En Estados Unidos se ha observado una clara reducción del porcentaje de concepción en los últimos 40 años, en el año 1951, se gestaba a casi un 65% de las vacas servidas, mientras que en el año 2000 se obtuvo un 40% (Lucy, 2001).

En México ocurrió algo similar, hace 30 años el 50% de las vacas servidas quedaron gestantes, mientras que en la actualidad es menor de 40%. Ésta tendencia también se ha observado en Europa o Australia y en países en los cuales el sistema de manejo no es tan intensivo como en América del Norte. La disminución de la fertilidad ha coincidido con un incremento considerable en la producción de leche, lo cual podría indicar que la alta producción de leche tiene un efecto negativo en la fertilidad; sin embargo, hay variabilidad, ya que existen hatos con alta producción de leche y con parámetros reproductivos aceptables (Hernández, 2008).

Después del parto las vacas básicamente tienen una fertilidad de cero, aunque esto cambia rápidamente en el transcurso de las semanas, al tiempo que el útero involuciona y retorna a su tamaño normal reasumiendo sus actividades estrales

normales. Este progreso natural hacia el pico de fertilidad post parto, toma más de dos meses en la mayoría de las ocasiones, ya que este proceso varía de explotación a explotación y de vaca a vaca dependiendo del manejo de la nutrición y del medio ambiente. Cualquier vaca que haya tenido algún tipo de incidente metabólico o reproductivo durante el parto o después, necesitará más tiempo para su recuperación. Estas vacas típicamente retornan al estro aproximadamente un ciclo más tarde de lo que lo hacen sus compañeras de hato que parieron sin dificultades. Por ejemplo, la primera ovulación en vacas con parto normal, ocurre aproximadamente 15 días postparto (Campuzano, 2000).

## **2.5. Tamaño del hato**

En México, se llevó a cabo un análisis que incluyó la información de 72 hatos (26 676 vacas) con un rango de producción de leche de 7 503-12 225 Kg (365 días), en dicho estudio se observó que la producción de leche no afectó el intervalo entre partos, los servicios por concepción, ni días abiertos. Entonces, es posible que pueda ser un factor que influye en la fertilidad cuando se asocia con un manejo deficiente en los sistemas de producción de un hato lechero (Hernández, 2008).

## **2.6 Factores que influyen en la fertilidad**

La eficiencia reproductiva constituye un conjunto de medidas, expresadas en parámetros reproductivos con un beneficio rentable, mientras que la ineficiencia reproductiva comprende uno de los problemas más costosos que se enfrenta la ganadería lechera. La baja fertilidad ha coincidido con un incremento en la producción de leche, lo que indica que la alta producción de leche tiene un efecto negativo en la fertilidad (Lara *et al.*, 2002).

Otro factor que se ha asociado con la baja fertilidad es el aumento del número de vacas en los hatos (industrialización de la producción de leche). El tamaño del hato conlleva a otros tipos de problemas asociados con el manejo (detección de estros), y además el confinamiento en grandes grupos puede afectar la fertilidad, ya que ésta se asocia con la incidencia de diferentes condiciones que afectan la reproducción como retención de placenta, infecciones uterinas, abortos (Hernández, 2008).

### **2.6.1 Muerte embrionaria**

Se ha observado que casi el 90% de los ovocitos son fertilizados después de la monta o inseminación; sin embargo, una alta proporción de estas gestaciones se pierden. La muerte de los embriones antes del reconocimiento materno de la gestación (días 16 a 19) se considera como muerte embrionaria temprana; la que ocurre entre el reconocimiento materno de la gestación y el

momento en que se ha completado la organogénesis (alrededor del día 42), se denomina muerte embrionaria tardía, y la pérdida de la gestación posterior al día 42 se llama muerte fetal (Ayalon, 1998).

La muerte embrionaria temprana contribuye con la mayor proporción de pérdidas de gestaciones (40-60%), la muerte embrionaria tardía lo hace con 10-15% y la muerte fetal con 5 a 15%. Las causas de las pérdidas de gestaciones son de naturaleza diversa y están asociadas con la alta producción de leche, con el intervalo entre el parto y la primera ovulación, con la profundidad del balance energético negativo, con problemas del puerperio, con el momento de la inseminación, número de servicios, técnica de inseminación utilizada, con las características de la dieta, con el estrés calórico, con las infecciones uterinas y con factores genéticos (Hernández, 2008).

### **2.6.2 Balance energético negativo**

Después del parto, el consumo de materia seca (MS) es necesario incrementarlo para cubrir la demanda de nutrientes para la producción de leche. Sin embargo, la vaca es incapaz de consumir la materia seca necesaria para cubrir sus necesidades, por lo que recurre a sus reservas de grasa y de proteína. Las vacas lecheras después del parto caen en un balance energético negativo (BEN), lo cual significa que la suma de la energía necesaria para su propio mantenimiento, y la que requieren para la producción de leche es mayor que la

energía consumida, por lo que las vacas se ven obligadas a utilizar sus reservas corporales. Estas vacas llegan a su punto más bajo de BEN (nadir) entre los días 10 y 20 posparto, y siguen en BEN aproximadamente hasta el día 70 a 80 y en algunos casos (vacas de primer parto) hasta el día 100 posparto (Villa-Godoy et al., 1998).

El BEN afecta algunos procesos reproductivos, de esta forma se ha asociado con un retraso en la primera ovulación posparto y con una disminución de las concentraciones séricas de progesterona, en el segundo y tercer ciclo posparto, lo que potencialmente puede afectar la supervivencia embrionaria. Por otra parte, el BEN también afecta el desarrollo folicular y el potencial de los ovocitos para desarrollar embriones viables (Villa-Godoy et al., 1998; Butler, 2000).

### **2.6.3 Retorno a la actividad ovárica**

La primera ovulación posparto es uno de los parámetros que se ha correlacionado con la fertilidad. Se conoce que el periodo del parto a la primera ovulación ha aumentado en las vacas en la actualidad. En 1964 era de  $29 \pm 3$  días y actualmente es de  $43 \pm 5$  días. El intervalo del parto a la primera ovulación es afectado principalmente por los cambios metabólicos que ocurren después del parto. Así, se ha observado que la pérdida de condición corporal de más de 1 punto (escala 1 a 5) durante las primeras cuatro semanas posparto alarga el periodo del parto a la primera ovulación (Lara et al., 2002).

#### **2.6.4 Alteraciones hormonales**

Anteriormente, la baja fertilidad se enfocaba sólo a las vacas repetidoras con más de tres servicios infértiles. En la actualidad este problema es crítico desde el primer servicio, con frecuencia el porcentaje de concepción no es mayor al 30% (Morales, 2000).

Se a observado en vacas altas productoras de leche, con bajas concentraciones séricas de progesterona se asocia con una disminución en la fertilidad, de igual manera, se encontró que las vacas en lactación tienen un flujo sanguíneo hepático mayor que las vacas no lactantes, lo cual se relaciona directamente con una mayor capacidad hepática para metabolizar las hormonas esteroides, ya que las vacas altas productoras tienen menores concentraciones séricas de estradiol, lo que se ha asociado con una disminución en la intensidad de la conducta estral (López, 2003).

#### **2.6.5 Potencial genético**

Hansen (2001) demuestra que en los Estados Unidos de América (EUA) se ha incrementado la consanguinidad en forma dramática desde el año de 1980, factor asociado con la disminución de la fertilidad. Si bien en México no se cuenta con información acerca del nivel de consanguinidad presente en el ganado lechero, se debe de tener presente que la base genética del ganado lechero mexicano tiene su origen principalmente en EUA.

En décadas pasadas, las características reproductivas se consideraban como no heredables debido a que se asumía, que estas obedecían más a factores ambientales y en menor grado a la expresión de los genes. Sin embargo, en evaluaciones recientes se ha confirmado su baja heredabilidad, aunque es evidente una amplia variación genética, lo que permite proponer que es posible un mejoramiento debido a la selección (Royal *et al.*, 2000).

Se sabe que algunos parámetros reproductivos no tradicionales como, el intervalo del parto a la formación del primer cuerpo lúteo (periodo del parto a primera ovulación) tienen una heredabilidad de  $h^2 = 0.13$  a  $0.28$ , considerada como moderada. La condición corporal tiene una heredabilidad también moderada  $h^2 = 0.2-0.3$  y esta variable está asociada con el balance energético posparto y con el periodo de parto a primera ovulación (Jones *et al.*, 1999).

Se debe recordar que el inicio de la actividad ovárica posparto está correlacionado positivamente con un incremento en la fertilidad y por cada día de retraso a la primera ovulación se ha observado un aumento de  $0.24$  y  $0.41$  días abiertos. Bajo estas circunstancias, ya se están incluyendo parámetros reproductivos en los criterios de selección, ya que es probable que se hayan seleccionado vacas para producciones altas sin considerar la fertilidad (Darwash *et al.*, 1997)

### **2.6.6 Alimentación**

Independientemente del efecto de los cambios metabólicos provocados por el BEN, las dietas ofrecidas a las vacas altas productoras también pueden afectar su fertilidad. Este efecto se puede ver cuando se administran dietas con alto contenido de proteína con relación al consumo de energía. Las dietas con contenidos de proteína cruda de 17 a 19% llegan a ocasionar una disminución de la fertilidad; se ha demostrado que las vacas alimentadas de esta forma tienen altas concentraciones de urea y amoníaco en sangre y en los fluidos uterinos, lo cual afecta la viabilidad de los espermatozoides, óvulo y embrión (Butler, 1998).

En condiciones de campo es frecuente la medición de las concentraciones de urea en sangre o en leche, lo que permite evaluar las dietas. Las concentraciones sanguíneas de urea mayores de 20 mg/dl se asocian con baja fertilidad. En condiciones *in vitro* se ha observado que concentraciones equivalentes a las que tendrían las vacas consumiendo dietas altas en proteína, afectan el desarrollo embrionario, lo cual se refleja en una reducción de la proporción de embriones (González, 2006).

Proveer todos los nutrimentos a las vacas altas productoras obliga a ofrecer dietas altas en energía basadas en altas proporciones de granos. Es frecuente que se presenten alteraciones subclínicas en el pH ruminal, lo cual se ha asociado con la baja fertilidad. Un factor de riesgo en la pérdida de gestaciones tempranas es la acidosis ruminal. Una hipótesis propuesta del mecanismo de este fenómeno consiste en que la dieta alta de granos ocasiona acidosis y una elevación de

endotoxinas libres, las cuales provocan liberación de prostaglandina F<sub>2α</sub> y regresión del cuerpo lúteo (González, 2006).

Por ejemplo, la semilla de algodón se utiliza en las dietas de las vacas bajo sistemas intensivos de producción. Esta semilla, además de ser una excelente fuente de energía, proteína y fibra, contiene altas concentraciones de gossypol. Las dietas comunes ofrecidas a las vacas lecheras (10% de la MS) provocan concentraciones de gossypol en plasma que caen dentro del margen de seguridad (<5 µg/ml de gossypol). Sin embargo, el uso de mayores cantidades de semilla de algodón y/o la utilización de variedades con mayor contenido de este pigmento generan concentraciones plasmáticas de gossypol mayores (>5 µg/ml), las cuales si pueden afectar la fertilidad.

Observaciones realizadas por Santos et al. (2003), en vacas lecheras con dietas que contenían semilla de algodón con mayor contenido de gossypol, mostraron una disminución significativa de la fertilidad. Además, estudios *in vitro* demuestran un efecto negativo del gossypol en el desarrollo embrionario (Hernández *et al.*, 2008).

### **2.6.7 Estrés calórico**

El estrés provocado por las altas temperaturas (estrés calórico) afecta la eficiencia reproductiva del ganado bovino en general. Sin embargo, algunas razas son más susceptibles que otras, lo cual depende básicamente de los mecanismos

que tiene cada raza para regular su temperatura corporal en condiciones de estrés calórico. Algunas razas de bovinos (*Bos indicus*) evolucionaron en climas cálidos, lo que les confirió tolerancia a las altas temperaturas, mientras que las que lo hicieron en climas fríos y templados (*Bos taurus*) son más sensibles al efecto negativo del estrés calórico.

El ganado lechero (Holstein Friesian) es una raza altamente susceptible a las altas temperaturas, prueba de ello, está la reducción en fertilidad cuando este ganado es encuentra en climas cálidos o durante la época del año con mayor temperatura. Así, el porcentaje de concepción llega a caer de 40%, obtenido en los meses templados o fríos del año, hasta 15% durante el verano (Aréchiga, 2000).

Los efectos del estrés calórico en la reproducción del ganado lechero se han incrementado en los últimos años, lo que ha coincidido con el incremento en la producción de leche (Wolfenson *et al.*, 2000). Se ha observado que el aumento en la producción de leche se refleja en un incremento de la generación de calor metabólico. Esta generación de calor se ha asociado con el incremento del peso vivo de las vacas lecheras. De esta forma, vacas más grandes tienen un mayor aparato digestivo, lo que les permite consumir y digerir más alimento.

Durante el metabolismo de los nutrimentos se genera calor, el cual contribuye con el mantenimiento de la temperatura corporal, condición favorable en climas fríos. Sin embargo, en climas cálidos el calor se debe eliminar para

mantener la temperatura corporal dentro de los rangos normales. La capacidad de termorregulación de la vaca lechera es insuficiente, lo cual ocasiona un incremento de la temperatura corporal. En vacas en estrés calórico es común que la temperatura alcance valores entre 39.5 a 41 °C, lo cual afecta, en primer lugar, la función celular (Hansen *et al.*, 2001).

El aumento de la temperatura corporal tiene efectos negativos en la reproducción. En México hay regiones en donde es evidente el efecto negativo del estrés calórico en la fertilidad; así, en las cuencas lecheras de Aguascalientes, Comarca Lagunera, Chihuahua y Mexicali, se observa una reducción del porcentaje de concepción en los meses cálidos (mayo a septiembre). En otras regiones del centro del país como Querétaro, San Luis Potosí o Guanajuato, todavía no se observa una clara reducción de la fertilidad debida al estrés calórico; sin embargo, dado que las vacas llevan una tendencia ascendente en la producción de leche y, en consecuencia, en la generación de calor, es posible que en los próximos años comience a ser más evidente este fenómeno (Aréchiga, 2000).

Una reducción de la fertilidad se ha observado en regiones de EUA y Canadá, en donde hasta hace pocos años no era evidente el efecto del estrés calórico y, actualmente ya es evidente durante el verano (Kadzere *et al.*, 2002).

En condiciones *in vivo*, el estrés calórico durante los días 1 al 7 después del estro afecta el desarrollo embrionario en vacas superovuladas. En condiciones *in*

*vitro*, la exposición de los embriones a temperaturas equivalentes a la temperatura rectal de las vacas bajo estrés calórico (41 °C), disminuye la proporción de embriones que llegan a la etapa de blastocisto (Hansen *et al.*, 2001). La susceptibilidad de los embriones al estrés calórico disminuye conforme los embriones avanzan en su desarrollo (Edwards y Hansen, 1997).

Así, los embriones de dos células son más susceptibles que los embriones en la etapa de mórula. Independientemente de la etapa del desarrollo en que los embriones son susceptibles al estrés térmico, el resultado final es un aumento de la muerte embrionaria. Por otro lado, el estrés calórico puede afectar el mecanismo de reconocimiento materno de la gestación. Las altas temperaturas comprometen la habilidad de los embriones para producir cantidades suficientes de interferón-*t* (IFN-*t*) u otros productos celulares, necesarios para el reconocimiento materno de la gestación (Putney *et al.*, 1988).

### **2.6.8 Detección de estros**

La baja eficiencia de la detección de estros limita la fertilidad global del hato. Este problema lo padecen todos los hatos de ganado lechero en todo el mundo. En México se detecta, en el mejor de los casos, el 60% de las vacas en estro y casos extremos en los cuales escasamente observan el 30% (Hernández, 2008).

Desde hace más de 50 años se ha aplicado el esquema de inseminación AM-PM y PM-AM, lo que significa que las vacas que presentan el estro en la

mañana son inseminadas en la tarde y las de la tarde se inseminan en la mañana siguiente. Este esquema proporciona buenos resultados en fertilidad, siempre y cuando se cuente con una eficiente y precisa detección de estros. En condiciones deficientes en la observación de estros, no se sabe si la vaca observada en estro se encuentra en las primeras o en las últimas horas del periodo de aceptación. Si se programa la inseminación 12 h después, es probable que se realice demasiado tarde, cuando ya haya ocurrido la ovulación (Zarco y Hernández, 1996). Esta situación aumenta la probabilidad de encontrar óvulos viejos, ya que la viabilidad de estos es de 10 h. Así, el óvulo se fertiliza pero da origen a un embrión que muere en los siguientes días (Hunter, 1995). Este error es el más frecuente en los hatos y contribuye con la baja fertilidad.

Mejorar la fertilidad del hato, a través de un incremento del porcentaje de concepción, es una ardua tarea. Una posibilidad de mejorar la fertilidad es mediante el aumento de la tasa de preñez. Es decir, con el mismo porcentaje de concepción se puede aumentar el número de vacas gestantes por ciclo, sólo aumentando el número de vacas inseminadas. El único recurso para aumentar el número de vacas inseminadas es el incremento de la eficiencia en la detección de estros. Algunos de los factores que afectan la eficiencia en la detección de estros

son el poco tiempo dedicado a esta actividad, la deficiente capacitación del personal, la falta de motivación y las instalaciones con pisos de cemento mal diseñado (Hernández, 2008).

### **2.6.9 Enfermedades reproductivas**

Dentro de las enfermedades venéreas la Campylobacteriosis Genital Bovina (CGB) y la Trichomoniasis Genital Bovina (TGB), son frecuentes en las zonas de cría bovina del país. Estas mismas pueden provocar disminución de los porcentajes de preñez del 15% al 25% ó aún mayores, según se encuentren solas o asociadas. La CGB es una enfermedad venérea causada por *Campylobacter fetus* subsp. *venerealis* y *Campylobacter fetus* subsp. *fetus* que causa principalmente pérdidas en la gestación temprana y abortos ocasionales y la TGB es causada por un protozoario *Trichomonas foetus* provocando también pérdidas en la gestación temprana y en algunos casos piometras.

### **III. OBJETIVO**

Analizar retrospectivamente el nivel de producción de leche y la tasa de concepción en hatos lecheros de la Comarca Lagunera durante los años de 2002 a 2009.

### **IV. HIPÓTESIS**

La producción de leche y la fertilidad en vacas Holstein se incrementa en hatos que tienen implementadas tecnologías de vanguardia.

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Descripción del área de estudio**

En el presente estudio se utilizaron los registros de vacas Holstein en hatos localizados en la Comarca Lagunera en los estados de Coahuila y Durango de México, ubicados entre los 24° 22' Norte y 102° 22' Oeste, cuenta con una altitud promedio de 1400 msnm. El clima es semí-árido, la temperatura máxima es de 39° con una mínima de 4°C (CONAGUA, 2010).

Los hatos lecheros estudiados cuentan con tecnologías de vanguardia, como sala de ordeño automatizados (en paralelo y carrusel), control de temperatura (ventiladores y aspersores en sala de ordeña, apretaderos y comederos), sombras en los corrales tipo galerones, carros mezcladores (horizontales y verticales), bebederos automáticos, camas de descanso y podómetros, entre otros.

### **5.2 Registros utilizados**

Se analizaron los registros de 12 y 16 hatos lecheros en cada año de estudio, la población de vacas Holstein fue de 1, 971, 969, con un promedio de 1521 vacas/año/establo, durante el periodo comprendido de 2002 a 2009. Los registros fueron obtenidos por un especialista en reproducción animal en las visitas mensuales a los hatos lecheros.

### **5.3 Alimentación proporcionada a las vacas**

La alimentación de los hatos de estudio se basó en el criterio de producción, ya que las vacas fueron lotificadas en corrales de acuerdo a su etapa reproductiva (vaca fresca, en pico de producción y vacas en persistencia) y a los requerimientos nutricionales según su nivel de producción de leche (altas, medias y bajas).

La alimentación que recibieron las vacas en producción fue una dieta mixta TMR, (total de materia requerida) con un contenido de 20% de PC con 1.62 Mcal de ENL/kg de MS (materia seca) y 20 kg de MS de acuerdo a los requerimientos de mantenimiento y producción de leche de cada animal. El consumo de concentrado y materia seca dependió del estado y nivel de producción de cada grupo de vacas.

### **5.4 Semen utilizado**

En todos los hatos lecheros se utilizó inseminación artificial con diferentes toros probados de alto valor genético.

### **5.5 Manejo sanitario de los hatos de estudio**

Los hatos incluidos en el estudio estuvieron bajo un programa sanitario que incluyó: tapete o arco sanitario, pediluvios, cerco perimetral, vacunación contra Rinotraqueítis Infecciosa Bovina, Diarrea Viral Bovina, Brucelosis, Leptospirosis, Neosporosis, Rabia Paralítica Bovina, Pasteurelisis, Ántrax. La desparasitación se

basó según los parásitos de ésta región (*Ostertagia sp.*, *Haemonchus sp.*, *Cooperia sp.*, *Nematodirus sp.*, *Oesophagostomum sp.*, *Trichuris sp.*, *Trichostrongylus sp.*). La desinfección de salas de ordeña se realizó con piretrinas y sales cuaternarios de amonio, se llevó a cabo control de plagas contra mosca (*Stomoxis calcitrans*) establera y roedores (*Mus Musculus*), además control de malezas.

## **5.6 Variables analizadas**

Las variables analizadas fueron producción de leche, la cual fue obtenida del promedio mensual/año/vaca en cada hato y las tasas de concepción que se obtuvieron del porcentaje de vacas preñadas/el total de vacas servidas en un mes dado a través de los años de estudio

## **5.7 Análisis estadísticos**

Se utilizó un modelo mixto para medidas repetidas, como efecto fijo se incluyó el nivel de producción de leche, el mes y su interacción mes-nivel de producción de leche. Como efecto aleatorio se utilizó al hato lechero dentro del efecto del nivel de producción de leche. La estructura de la matriz de covarianza fue auto regresiva de primer orden, el método de estimación empleada fue el REML se obtuvieron las medias de cuadrados mínimos ( $MCM \pm e.e.$ ) del nivel de producción de leche y de la fertilidad en general. Se utilizó el paquete estadístico Systat 10, 2000.

## VI. RESULTADOS

### 6.1 Producción de leche

Los hatos fueron clasificados de acuerdo al nivel de producción, se obtuvo el promedio de producción de leche mensual a lo largo del periodo de estudio, encontrándose con un aumento significativo a través del periodo de estudio (Figura 1). Se determinaron 3 niveles de producción de leche (alto, medio y bajo). El nivel bajo fue constituido por hatos que se ubicaron en el primer cuartil, con una producción de leche de 26.8 L, el nivel medio la producción de leche se detectó entre el primer, y tercer cuartil, su producción láctea fue 28.4 L, y el nivel alto de producción de leche estuvo por arriba del tercer cuartil (29.1 L; Figura 2).

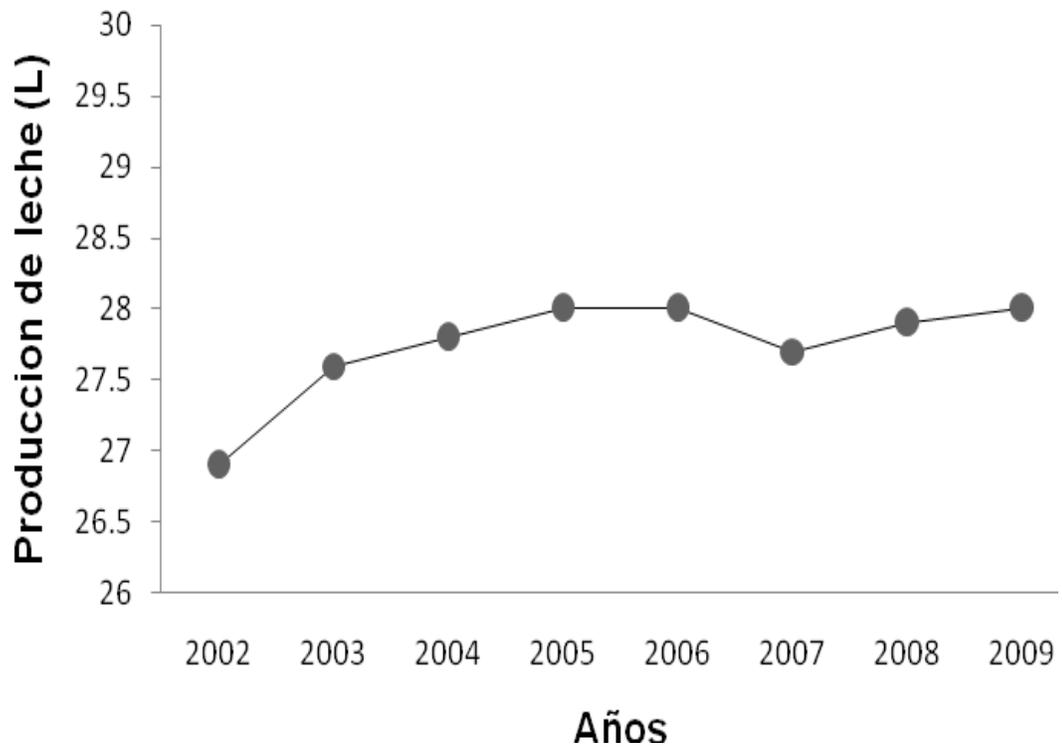


Figura 1. Promedio de la producción de leche en los hatos a través del periodo de estudio.

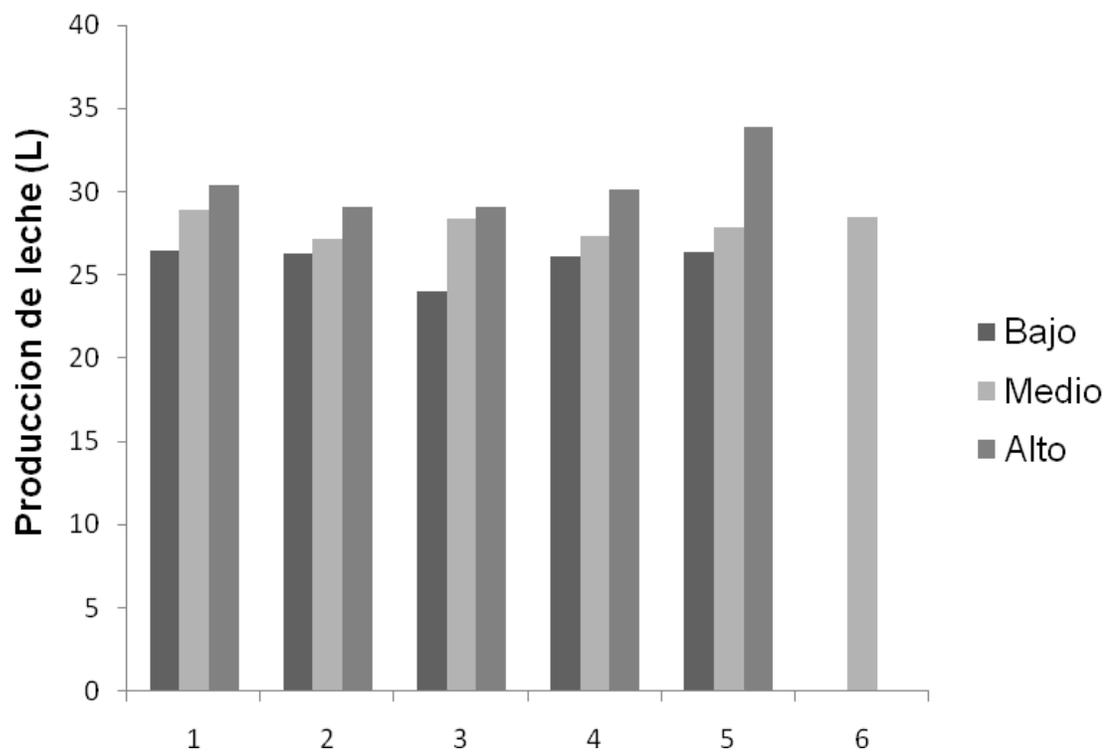


Figura 2. Clasificación de los hatos según su producción.

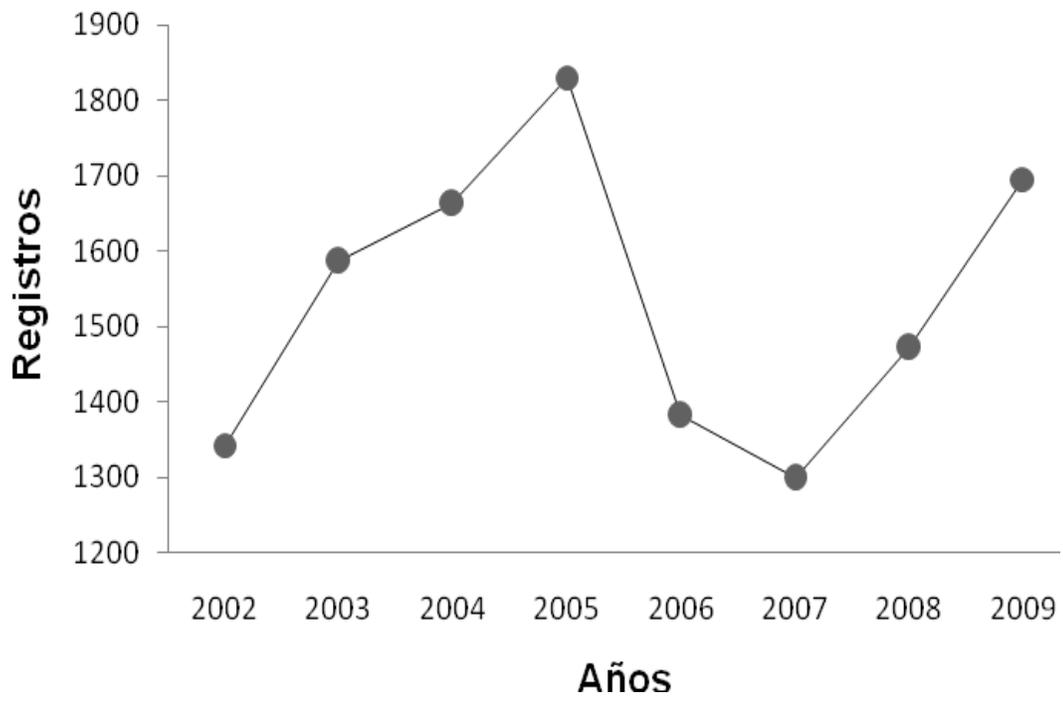


Figura 3. Registros utilizados durante el periodo de estudio.

## 6.2 Tasas de concepción (Fertilidad)

Los hatos con nivel bajo de producción de leche presentaron los porcentajes más bajos en la tasa de concepción, la cual fue  $24.9 \pm 0.7\%$ . El porcentaje en la tasa de concepción en los hatos con un nivel medio de producción de leche fue de  $26.9 \pm 0.6$  ( $P < 0.05$ ). En los hatos con un nivel alto de producción de leche no se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en la tasa de concepción que fue  $27.3 \pm 0.7$ .

Se observó que la tasa de concepción fue afectada por el mes ( $P < 0.0001$ ) y por el nivel de producción de leche ( $P=0.038$ ; Gráfica 5).

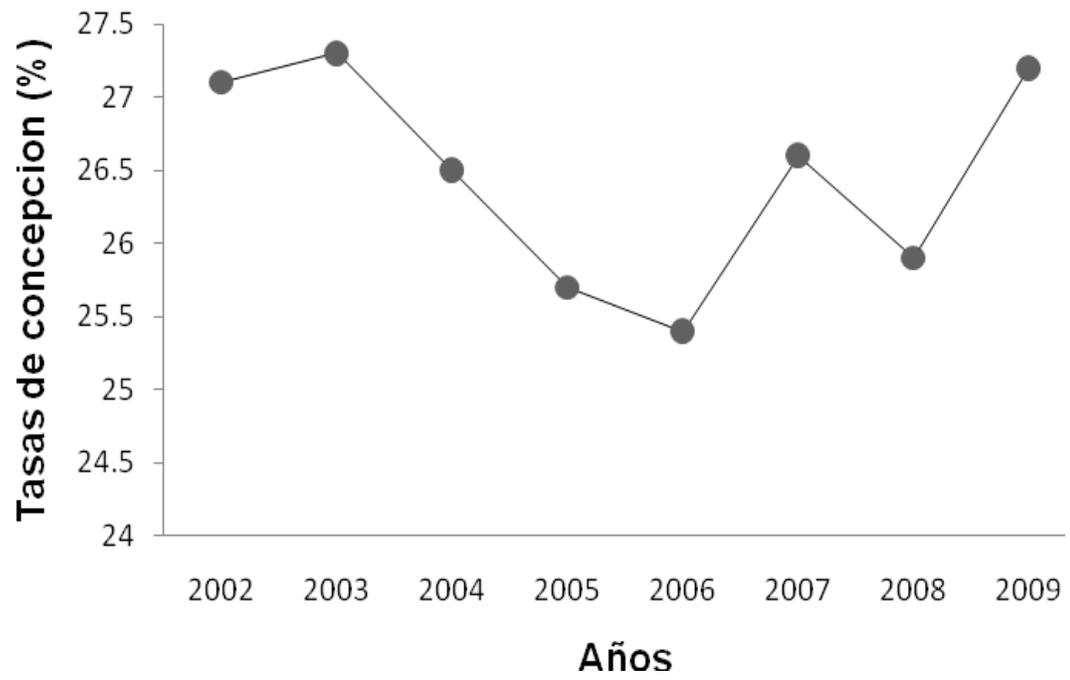


Figura 4. Promedio anual de las tasas de concepción a través de los años de estudio.

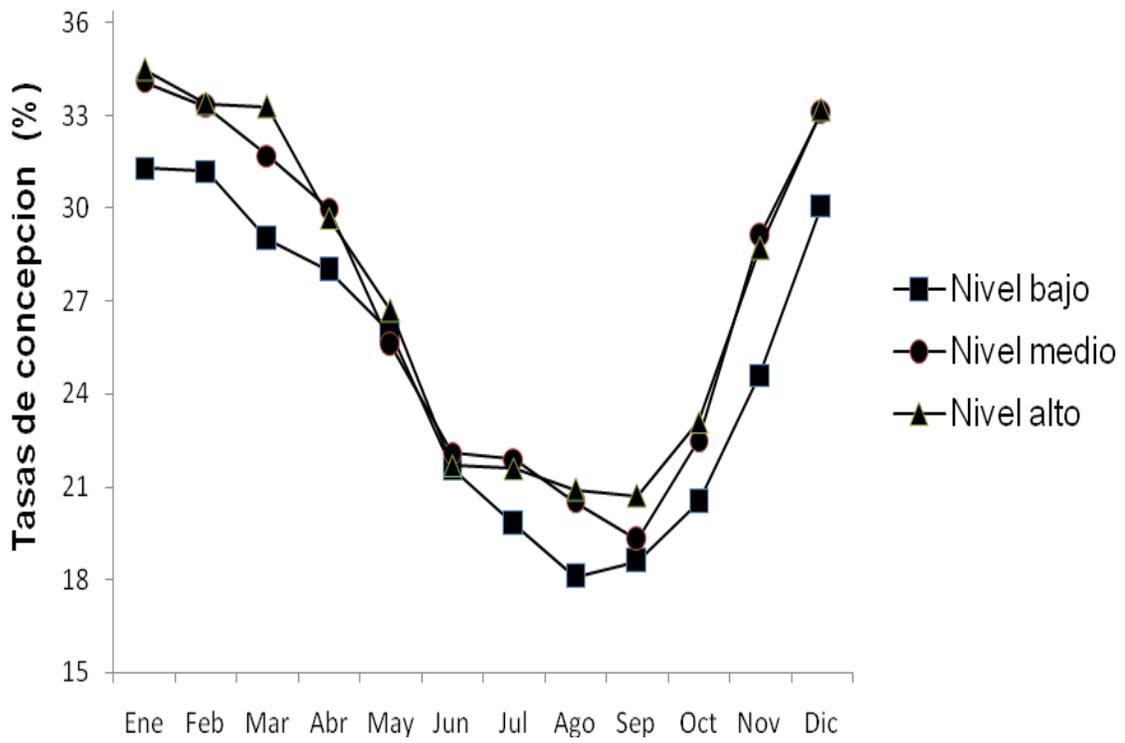


Figura 5. Tasas de concepción mensuales de acuerdo al nivel de producción de leche durante los años de estudio.

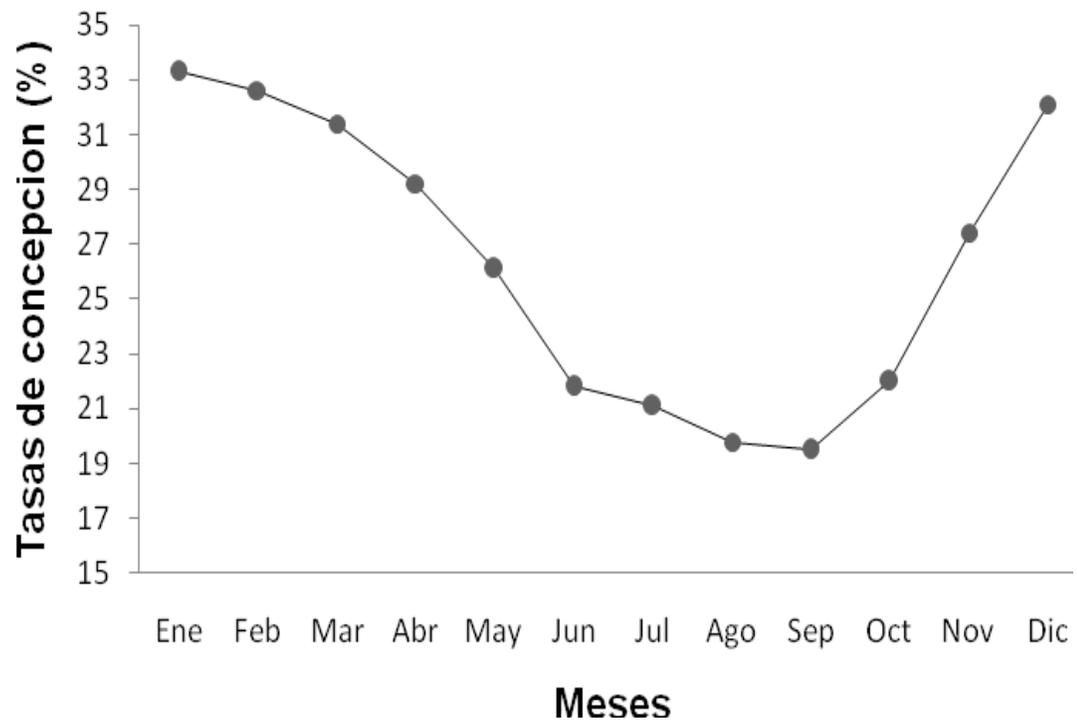


Figura 6. Promedio de las tasas de concepción mensual a través de los años de estudio.

## VII. DISCUSION

Los resultados del presente estudio indican que la producción de leche se incrementó de 26.9 L en el año de 2002 a 28. L en 2009, así mismo se demuestra que la tasa de concepción no mostró un cambio considerable, ya que en el año 2002 fue de 27.1% y de 27.2% en 2009. Estos resultados concuerdan con Lucy et al. (2001) en vacas Holstein de EUA, donde la producción de leche se incrementó en un 20% en los años 1990-2000. Mientras que Nebel y McGilliard (1993), indican que existe un poco efecto de la producción de leche sobre la eficiencia reproductiva, debido a que las vacas altas productoras muestran un mejor comportamiento reproductivo. Ello, probablemente refleja que las vacas reciben mejor alimentación, en consecuencia las vacas están sanas, presentando mejor respuesta reproductiva en los hatos lecheros.

En relación a la tasa de concepción, está reportado que en ganado Holstein Chileno dicho parámetro disminuyó de un 54% reportado en 1990, a un 34% observado en 2003 (Meléndez y Pinedo, 2007), situación similar se observó en el ganado Holstein en EUA, donde la tasa de concepción detectada fue de un 30 y 40% en el año 1996 (Pursley *et al.*, 1998). Los resultados encontrados en el presente trabajo muestran una coincidencia en una disminución en la tasa de concepción través de los años, en particular en los meses de junio con un 21.8% a septiembre con un 19.5%, siendo éste último el más bajo observado en los años de estudio, lo cual concuerda con los resultados presentados por Morton *et al.* (2007), donde se indica que hay una disminución en el porcentaje en la tasa de

concepción que asociado a climas cálidos. Por ejemplo, la exposición al calor ambiental elevado, el día del servicio, tiene un impacto negativo en la tasa de concepción, es decir, la temperatura ambiental alta en el periodo alrededor del día del servicio se asocia persistentemente con una reducción en la tasa de concepción, además se ha encontrado que el intervalo entre partos se prolonga debido a que se reduce la tasa de concepción (Lopez-Gatius, 2003). En ese sentido, los resultados mostrados en la presente trabajo sugieren que las vacas de la Comarca Lagunera, en las estaciones primavera-verano presentan una carga de calor más elevada (24 a 44°C), afectando negativamente la tasa de concepción, ya que el promedio de temperatura ambiente en dichos meses es de 32°C, como lo sugiere Morton *et al.* (2007). De igual modo Huang *et al.* (2008) indican que la tasa de concepción disminuye en primavera-verano, mejorando en el otoño, como lo indica los resultados aquí mostrados.

Por su parte Oleggini *et al.* (2001), indican que los grandes hatos lecheros incrementan la producción de leche disminuyendo los costos de producción, y, tomando como base estos conceptos, los productores tienden a reducir el número de hatos y al mismo tiempo incrementan el número de cabezas por hato, situación que coincide en los hatos de la Comarca Lagunera, donde el promedio de vacas en los hatos estudiados fue de 1 521 cabezas, en los años de estudio, valor significativamente diferente a los reportados en EUA, donde el 30% de los hatos tienen en promedio 500 animales (Bailey *et al.*, 1997).

Como se argumentó anteriormente, los hatos estudiados tienen implementadas tecnologías de vanguardia para el manejo de los animales, lo que esperaríamos que ello contribuyera en la mejora de los principales parámetros reproductivos en los hatos lecheros, por ejemplo, en Argentina, hatos con pocas tecnologías la producción de leche está en 12 L y la tasa de concepción de 30%. En este sentido, está demostrado que hatos con poca tecnología implementada en sus sistemas de producción tienen mayores problemas para incrementar la producción láctea y mejorar la tasa de fertilidad (Chávez, 2001), así mismo, está reportado en hatos lecheros argentinos, que este nivel de sistemas muestran menor incidencia de patologías reproductivas y de problemas asociados con la fertilidad, aunque presentan un mejor rendimiento en la producción de leche (Chávez, 2001).

## **VIII. CONCLUSION**

La producción de leche se incrementó en los años de estudio a diferencia de las tasas de concepción, las cuales mantuvieron casi el mismo porcentaje. Así mismo, se demostró que al clasificar los hatos en niveles de producción de leche, las vacas altas productoras no disminuyeron las tasas de concepción en relación a al nivel medio y bajo de producción de leche.

## IX. LITERATURA CITADA

Aréchiga FCF, Vázquez F. S, Ortiz O, Hernández C. J, Porras A, McDowell LR, Hansen PJ 1998. Effect of injection of B-carotene or vitamin E and selenium on fertility of lactating dairy cows. *Theriogenology*; 50:65-76.

Ávila T. S. 2002. Estado actual de la ganadería bovina, consumo e importancia de productos lácteos en México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM.

Ayalon N. A review of embryonic mortality in cattle. *J Reprod Fertile* 1998; 54:483-493.

Bailey, K., Hardin, D., Spain, J., Garrett, J., Hoehne, J., Randle, R., Ricketts R., Steevens, B., Zulovich, J. 1997. An Economic Simulation Study of Large-Scale Dairy Units in the Midwest. *J Dairy Sci* 80: 205-214.

Butler WR. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim Reprod Sci* 2000; 60-61:449-457.

Campuzano R. Luis, 2000. Evaluación de la duración del periodo de espera voluntario en vacas especializadas en la producción de leche. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM. México.

- CAÑAS, R. 2008. Alimentación y Nutrición Animal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. Colección en Agricultura. Santiago, Chile. 551p.
- Chávez, C. J. 2001. Sistemas de producción lechera de Argentina y Cuba. Facultad de ciencias veterinarias de la UBA Buenos Aires Argentina.
- CONAGUA. 2010. Comisión Nacional del Agua. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Consultado septiembre de 2010.
- Correa C. J. 2000. Relación Producción, Reproducción de Alto Potencial Genético. Departamento de producción agrícola y animal. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Darwash A. O., Lamming GE, Woolliams JA. 1997. The phenotypic association between the interval to postpartum ovulation and traditional measures of fertility in dairy cattle. *J Anim Sci* b; 65:9-16.
- Edwards, J. L., P.J. Hansen, 1997. Differential responses of bovine oocytes and preimplantation embryos to heat shock. *Mol. Reprod. Dev.* 46: 138-145.
- Gallardo N. J. L. 2007. Situación actual de la producción de leche de bovino en México. Coordinación General de Ganadería.

González, F. Koenekamp, I. 2006. Adaptaciones metabólicas hepáticas en el período periparto en vacas de alta producción de leche. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Departamento de Ciencias Animales.

Guevara, L. Enayarix Castillo, Noris Roa A. INIA. Ceniap 2009. Fisiología de la Reproducción Animal. Universidad Nacional de Venezuela.

Hansen, P.J., Drost, M., Rivera, R. M., Paula-Lopes, F.F., Al-Katanani, Y.M., Krininger III, C.E., and C.C. Chase, Jr., 2001. Adverse impact of the heat stress on embryo production: causes and strategies for mitigation. *Theriogenology*. 55: 91-103.

Hernández Cerón J. 2008. Causas y tratamientos de infertilidad en la vaca lechera. Departamento de reproducción. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.

Huang, C., Tsuruta, S., Bertrand, J.K., Misztal, I., Lawlor, T.J., Clay, J.S., 2008. Environmental Effects on Conception Rates of Holsteins in New York and Georgia. *J Dairy Sci* 91, 818-825.

Hunter, R. H. F. 1985. Fertility in cattle: basic reasons why late insemination must be avoided. *Anim Breed Abstr*; 53:83-87.

Jones HE, White IMS, Brothstone S 1999. Genetic evaluation of Holstein Friesian sires for daughter condition score changes using a random regression model. *Anim Sci*; 68:467-475.

Kadzere, C.T., Murphy, M.R., Silanikove, N. and E. Maltz, 2002. Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Productions Science*. 77: 59-91.

Lara V, Hernández CJ, Cruz O, Ortiz O, Gutiérrez CG 2002. Inicio de la actividad ovárica posparto y características de la función lútea de vacas Holstein. *Memorias del XXVI Congreso Nacional de Buiatría 2002. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos. Acapulco Guerrero.*

López - Gatiús, F. 2003. Is fertility declining in dairy cattle? A retrospective study in northeastern Spain. *Theriogenology* 60 (1), 89-99.

Lucy, M.C. 2001. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end? *J Dairy Sci* 2001; 84:1277-1293.

Melendez, P., Pinedo, P. 2007. The Association Between Reproductive Performance and Milk yield in Holstein Cattle. *J Dairy Sci* 90, 184-192.

Morales RS, Hernandez CJ, Rodriguez TG, Peña FR 2000. Comparación del porcentaje de concepción y la función lútea en vacas de primer servicio, vacas repetidoras y vaquillas Holstein. *Vet Méx*; 31:179-184.

- Morton, J.M., Tranter, W.P., Meyer, D.G., Jonsson, N.N. 2007. Effects of Environmental Heat on Conception Rates in Lactating Dairy Cows: Critical Periods of exposure. *J Dairy Sci* 90, 2271-2278.
- Nebel, R.L., McGillart, M.L. 1993. Interactions high milk yield and reproductive performance in dairy cows. *J Dairy Sci* 76, 3257-3268.
- Oleggini, G.H., Ely, L.O., Smith, J.W. 2001. Effects of Region and Herd Size on Dairy Herd Performance Parameters. *J Dairy Sci*, 84: 1044-1050.
- Padilla Anzures, E. 2009. La producción de leche se incrementa a través de los años pero no los principales indicadores reproductivos en vacas Holstein en hatos de la Comarca Lagunera. (Tesis de licenciatura) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coahuila, México.
- Pursley, J. R., R. W. Silcox, and M. C. Wiltbank. 1998. Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss, and gender ratio after synchronization of ovulation in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81:2139–2144.
- Putney, D. J., M. Drost, and W. W. Thatcher, 1998. Embryonic development in superovulated dairy cattle exposed to elevated ambient temperature between days 1 to 7 post insemination. *Theriogenology* 30: 195-209.

Royal M, Mann GE, Flint APF 2000. Strategies for reversing the trend towards subfertility in dairy cattle. *Vet J*; 160:53-60.

SAGARPA. 2004. Situación actual de la producción de leche de bovino en México 2004. Coordinación General de Ganadería México DF. Citado 13 de Septiembre 07:45, disponible en:

[www.sagarpa.gob.mx/Dgg](http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg). Consultado en septiembre 2010.

Systat 10, Evanston, ILL USA 2000.

Villa-Godoy A, Hughes TL, Emery RS, Chapin LT, Fogwell RL 1998. Association between energy balance and luteal function in lactating dairy cows. *J Dairy Sci*; 71:1063-1072.

Villamar Ángel Luis y Enrique Olivera Cazares 2004. Situación actual y perspectiva de la producción de leche de bovino en México 2004, Coordinación General de Ganadería SAGARPA.

West JW, GG Mullinix, JK Bernard. 2003. Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating cows. *J Dairy Sci* 86, 232-242.

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

Zarco QL, Hernández CJ 1996. Momento de ovulación y efecto del intervalo entre el inicio del estro y la inseminación artificial sobre el porcentaje de concepción de vaquillas Holstein. *Vet Mex*; 27:279-283.