

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**LA ALTA PRODUCCIÓN DE LECHE INCREMENTA LA
PRESENTACIÓN DE ANESTROS EN VACAS HOLSTEIN DE LA
COMARCA LAGUNERA**

POR:

ERIKA DEL CARMEN ARBEZ ABNAL

TESIS:

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE 2013

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**LA ALTA PRODUCCIÓN DE LECHE INCREMENTA LA
PRESENTACIÓN DE ANESTROS EN VACAS HOLSTEIN DE LA
COMARCA LAGUNERA**

POR:

ERIKA DEL CARMEN ARBEZ ABNAL

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 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



LA ALTA PRODUCCIÓN DE LECHE INCREMENTA LA PRESENTACIÓN DE
ANESTROS EN VACAS HOLSTEIN DE LA COMARCA LAGUNERA

TESIS POR:
ERIKA DEL CARMEN ARBEZ ABNAL

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

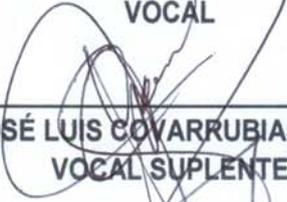
Médico Veterinario Zootecnista

JURADO:


DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA
PRESIDENTE


DR. JOSÉ MONCEBÁEZ Y PÉREZ
VOCAL


MVZ ERIC ALEJANDRO REYES RAMÍREZ
VOCAL


MC JOSÉ LUIS COVARRUBIAS CASTRO
VOCAL SUPLENTE


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



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**LA ALTA PRODUCCIÓN DE LECHE INCREMENTA LA
PRESENTACIÓN DE ANESTROS EN VACAS HOLSTEIN DE LA
COMARCA LAGUNERA**

TESIS POR:

ERIKA DEL CARMEN ARBEZ ABNAL

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

ASESORA PRINCIPAL

DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA

ASESORES:

DR. JOSÉ MONCEBÁEZ Y PÉREZ

MVZ. ERIC ALEJANDRO REYES RAMÍREZ

MC. JOSÉ LUIS COVARRUBIAS CASTRO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE 2013

DEDICATORIA

A Dios

A mis padres Antonia Abnal Maas y Tomás Arbez Ku. Por darme la vida, y las herramientas como también una guía por sus sugerencias necesarias para construir mi propia vida.

A mis hermanos: Miguel Armando Arbez Abnal y Tomás Alexander Arbez Abnal, por sus consejos.

A mi tía Virginia Arbez Ku y a Heydi Alejandra Dzul Arbez, por permitirme ser parte de su familia.

A la familia Arbez Kú por los momentos de felicidad, unión y apoyo para resolver problemas.

A todos mis primos, por su cariño.

A mis amigos. Omaira, Laura, Reséndiz, Angel, Heriberto, Marysonia, Berenice. Porque han estado en las malas y en las buenas experiencias y decisiones en el tiempo que hemos estado juntos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser mi guía en toda la vida, por las oportunidades que me ha brindado, porque me ha enseñado a no perder la fe y esperanza en los momentos difíciles, por mándame a personas increíbles en este mundo. Eternamente agradecida por que nunca me ha abandonado.

Con mi madre por su ayuda económicamente y por sus sugerencias, como también su apoyo en cada decisión que tomo, para formarme profesionalmente y las herramientas necesarias para una vida mejor.

A mi padre: por sus consejos, sugerencias, y ser un guía importante en el ámbito profesional.

A la Dra. Ilda Graciela Fernández García. Por asesorarme en la profesión ya que gracias a ella obtuve experiencias importantes y apoyo en este proyecto.

A mi Alma Terra Mater, ya que gracias a ella tuve muchas experiencias y oportunidades de formarme como profesionista.

A mi tía Virginia Arbez, por sus sabios consejos y apoyo incondicional por permitirme ser parte de una familia al igual que mi prima Heydi.

A mis amigos y a la familia Pech Canul, por su cariño y su amistad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
Índice de Figuras.....	IX
Resumen.....	X
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Producción de leche.....	4
2.2 Factores que influyen en la producción de leche.....	5
2.2.1 Anestro.....	5
2.2.2 Nutrición.....	6
2.2.3 Condición corporal.....	8
2.2.4 Temperatura.....	9
2.2.5 Edad de la vaca y número de partos.....	10
2.2.6 Época del año.....	11
2.2.7 Posparto.....	11
III. OBJETIVO.....	15
IV. HIPÓTESIS.....	15
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
5.1 Descripción del área de estudio.....	16
5.2 Registros utilizados.....	16

5.3 Alimentación.....	17
5.4 Semen utilizado.....	17
5.5 Manejo sanitario.....	17
5.6 Variables analizadas.....	18
5.7 Análisis estadísticos.....	18
VI. RESULTADOS.....	19
6.1 Producción de leche.....	19
6.2 Porcentaje de Anestros.....	19
VII. DISCUSIÓN.....	25
VIII. CONCLUSIÓN.....	28
IX. LITERATURA CITADA.....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Cuadro 1	Nivel productivo del hato, en relación al promedio de producción de leche por litros al día y el promedio de porcentaje de anestros a través de los años de estudio.	20
Figura 1	Promedio de producción de leche en los 16 hatos lecheros de la Comarca Lagunera de 2002 al 2012.	21
Figura 2	Promedio de producción de leche mensual a través de los años de estudio de 2002 al 2012 de la Comarca Lagunera.	22
Figura 3	Promedio del porcentaje de anestros mensual a través de los años de estudio de 2002 al 2012 de la Comarca Lagunera.	23
Figura 4	Promedio de porcentaje de anestros en los hatos lecheros de la Comarca Lagunera de los años de estudio de 2002, 2008 y 2012.	24

Resumen

El objetivo del presente estudio fue determinar la relación del nivel de producción de leche y el porcentaje de anestros en vacas Holstein en hatos de la Comarca Lagunera. Se utilizaron los registros individuales ($n= 2, 946,924$) de los promedios mensuales de 16 hatos de vacas Holstein, durante el periodo de enero 2002 a diciembre de 2012. La producción de leche se obtuvo del total de litros producidos entre el total de vacas ordeñadas en un mes dado. El porcentaje de anestros se obtuvo del total de vacas que no fueron detectadas en estro más las vacas reportadas en anestro. Los efectos fijos fueron el año, el mes, el nivel productivo y la interacción mes por nivel. El factor aleatorio fue el hato, el cual se añadió dentro del nivel de producción de leche, el total de anestros y de la producción de leche. El análisis se llevó a cabo con la subrutina de modelos mixtos implementados en el SPSS. La producción de leche fue de 26.3 ± 0.6 , 28.2 ± 0.5 y 30.4 ± 0.6 L/día en los niveles bajo, medio y alto, respectivamente. La producción de leche varió a través de los años de estudio registrando el cenit en el mes de marzo (30.2 ± 0.4 L/día) y su nadir en el mes de septiembre (26.3 ± 0.4 L/día). Los anestros registrados de acuerdo al nivel de producción de leche fueron: 7.6 ± 0.3 , 6.0 ± 0.3 y $6.0 \pm 0.3\%$, en los niveles alto, medio y bajo de producción de leche, respectivamente. Se concluye que los hatos con el nivel más alto de producción de leche presentan mayor porcentaje de anestros.

Palabras claves: Producción de leche, anestros, vacas Holstein, niveles, porcentajes.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de leche de vaca representa la quinta parte del valor económico total de la producción nacional pecuaria de México, es la tercera en importancia, y supera al valor de la producción de carne de cerdo y de huevo (SAGARPA, 2013).

El mercado mundial de la leche está dominado por países que reciben apoyo de su gobierno y reciben subsidios e incentivos a la producción y a la exportación de los excedentes, mismos que han desarrollado con alta tecnología, con sistemas administrativos y organización eficiente, tal es el caso de los países Unión Europea, EUA, Canadá y los países que tienen condiciones agroclimáticas favorables y bajos costos de producción lo que les dan ventajas competitivas como Australia, Nueva Zelanda, Argentina y Uruguay (Aguilar-Valdés y López-Lozano, 2006).

En México, la producción lechera se desarrolla en todo el territorio; sin embargo, en el periodo de 2002 al 2012 se concentró en cuatro estados (Jalisco, Coahuila, Durango y Chihuahua) mismos que contribuyeron conjuntamente con el 45% de la producción nacional en este período. Cabe señalar que los estados de Coahuila y Durango se encuentran ubicados en la Región Lagunera, que es la cuenca lechera del país más importante (Secretaría de Economía, 2012). Coahuila ocupa el segundo lugar y Durango el tercer en producción láctea, con un porcentaje de participación con respecto al total nacional de Coahuila con un 11.84 % y Durango con un 9.54 % (SAGARPA, 2013).

Un aspecto a tomar en cuenta es la problemática de los efectos asociados al cambio climático, o a eventos no previstos en los mercados internacionales, mismos que incrementan aún más el precio de los insumos para fabricar alimentos balanceados (SEDESOL, 2006). La producción de leche de bovino en México en el año de 2002 fue de 9, 658, 282 litros, con un crecimiento anual de 1.7%. En el transcurso de los años la producción de leche ha crecido, en el 2012 tenía una producción de 10, 946, 015 miles de litros lo cual representó un crecimiento anual de 2.1% (SAGARPA, 2013).

Los incrementos permanentes alcanzados en los últimos 10 años en la producción de leche son consecuencia de mejoras en la tecnificación de la producción lechera en las regiones identificadas como altamente productoras, así como en la aplicación de técnicas en el manejo de ganado con mejores características productivas de razas especializadas en producción lechera y en el equipamiento de las explotaciones, propiciando una mayor inversión en el sector (SAGARPA, 2010). La industria lechera especializada cada vez impone mayor exigencia fisiológica a las vacas con lactaciones de mayor cuantía (Lozano-Domínguez *et al.*, 2005). En los hatos lecheros de alto rendimiento, como sucede en algunos establos de Estados Unidos de Norteamérica, presentan mayor incidencia de anestros, debido probablemente a una partición cada vez mayor de energía dirigida a la producción de leche y a otras funciones esenciales, produciendo un retraso en el reinicio de la actividad ovárica (Peter *et al.*, 2009).

Por ello, sería interesante determinar el nivel de producción láctea y el porcentaje de anestros que han registrado los hatos lecheros de la Comarca Lagunera, durante el periodo comprendido de enero 2002 a diciembre de 2012.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Producción de leche

La producción de leche en México se desarrolla en condiciones muy heterogéneas, tanto desde el punto de vista tecnológico y socioeconómico, como por la localización de las explotaciones. Además, dada la variabilidad de condiciones climatológicas, adquieren características propias por región en los diferentes estados del país. El objetivo de toda empresa lechera es producir la mayor cantidad de litros de leche de buena calidad, esto es, libre de patógenos que pudieran poner en peligro la salud del humano, además de producirla al menor costo posible. La producción lechera es de gran importancia debido a que la leche tiene un alto valor nutritivo para el humano y por el alto consumo de dicho producto a nivel mundial (SAGARPA, 2010).

La productividad de leche es dependiente del desempeño reproductivo, y este a su vez se encuentra íntimamente relacionado con la fertilidad. De esta manera un intervalo entre partos normal (que tiene un promedio de tiempo, 45 a 60 días) incrementa tanto el número de terneros nacidos como la cantidad de leche producida por vaca durante la vida útil. Un factor determinante para lograrlo es reducir al máximo el periodo de anestro posparto (Báez y Grajales, 2009). Pero se ha calculado que en los últimos 25 años, el incremento de la producción de leche por vaca ha implicado la reducción en la tasa de fertilidad del primer servicio entre 0.5 y 1 % anual (Lozano-Domínguez *et al.*, 2005) al igual que hay una mayor incidencia de anestros (Peter *et al.*, 2009).

El periodo prolongado de inactividad sexual es uno de los mayores limitantes en el rendimiento reproductivo para obtener una buena rentabilidad en toda explotación lechera (Sanz *et al.*, 2003). La mayor parte de la vida en un animal fértil está constituida por períodos donde no hay actividad cíclica regular (anestro), por la gestación y por la lactación. Sin embargo los períodos de ciclicidad ocupan la mayor parte de la atención (La Torre, 2001).

2.2 Factores que influyen en la producción de leche

2.2.1 Anestro

El anestro es sentido amplio significa falta de expresión de estro, en otras palabras, es la ausencia de los signos visuales del estro. El anestro generalmente se caracteriza por falta de progesterona ovárica (Peter *et al.*, 2009).

El restablecimiento de la preñez dentro de los 85 días después de parto requiere de la involución del útero (del hipotálamo, de la hipófisis y de los ovarios) manifestándose como la reanudación de la ciclicidad ovárica, expresión del estro y concepción después de una crianza oportuna (Peter *et al.*, 2009).

Actualmente hay una nueva clasificación de los anestros, la cual se basa en la dinámica folicular y luteal. Considerando las etapas de crecimiento folicular (emergencia, desviación, crecimiento y ovulación) y la formación del cuerpo lúteo (CL). El anestro se clasifica en cuatro categorías. El anestro tipo I, es aquel en el cual hay emergencia de una onda folicular pero no desviación, cuya principal causa sería una subnutrición severa. En el tipo II hay desviación

y crecimiento folicular pero seguido de atresia o regresión, debido posiblemente a bajos niveles de estrógenos. El anestro tipo III hay desviación, crecimiento y establecimiento de un folículo dominante que no ovula y se vuelve persistente; esto puede ser debido a una falla en la sensibilidad del hipotálamo a los estrógenos o una respuesta alterada del folículo a las hormonas hipofisarias (FSH y LH) mediada por las hormonas metabólicas como la Insulina y el IGF-I. En un considerable porcentaje de casos, estos folículos pueden transformarse en quistes (Peter *et al.*, 2009). El desarrollo de los folículos dominantes o enquistados no ovulatorios prolonga el intervalo para la primera ovulación a 40 o 50 días después del parto (Butler, 2000). El anestro tipo IV es debido a una fase luteal prolongada debido a la falta de un folículo dominante estrogénico al momento de la regresión del CL. En este sentido, el estradiol proveniente de un folículo dominante induce la formación de receptores uterinos para la oxitocina, lo que llevan a una secreción pulsátil de prostaglandina F₂α y la regresión del CL. Algunas de las causas de este tipo de anestro podrían ser las infecciones uterinas (Peter *et al.*, 2009).

2.2.2 Nutrición

Las vacas con alta producción lechera, al final de la gestación y el principio de la lactancia, coinciden con un dramático incremento en las necesidades de nutrientes y con una disminución en el consumo de materia seca. La primera fase de la lactancia coincide con condiciones metabólicas adversas originadas por un déficit energético ocasionado por el bajo consumo de energía y la alta producción lechera; en esta fase, el catabolismo puede alcanzar altas magnitudes (Galvis *et al.*, 2007).

La nutrición de la vaca lechera es considerada como un factor de éxito en las explotaciones ganaderas si es correctamente manejada, o como un factor de riesgo si presenta un inadecuada manejo, lo cual altera el equilibrio fisiológico, incluyendo los mecanismos involucrados en la síntesis y en la secreción de la leche (Hernández y Ponce, 2005).

La demanda de alimento durante el período posparto se incrementa al tener el pico más alto de producción de leche cercano al punto más negativo del balance energético posparto (nadir). Esto hace que el animal en este período entre fácilmente en desbalance metabólico (Díaz, 2011).

El balance energético se define como la diferencia entre el consumo de energía de un animal y la energía requerida para el mantenimiento y la secreción de leche. Las vacas lecheras desarrollan un balance energético negativo (BEN) durante la lactancia temprana debido a que la máxima producción se alcanza antes del desarrollo de la máxima capacidad de consumo. El pico de producción se alcanza varias semanas antes que el pico de consumo y como resultado se produce un BEN que persiste durante 4 a 12 semanas. Esta situación induce una respuesta compensatoria reconocida como homeorresis, la cual induce un incremento de la lipólisis, glucogénesis, gluconeogénesis y movilización ósea de minerales. Cerca de los 50 días postparto las vacas adquieren la máxima capacidad de consumo de alimento, tienden a incrementar el consumo de energía y entran en un balance energético positivo (Henaó-Restrepo, 2001).

El tiempo transcurrido entre el parto y el restablecimiento del balance energético positivo se afecta por la cantidad de reservas de tejido graso y la

eficiencia con la cual se movilizan; las vacas con mejor condición corporal reinician más temprano el ciclo estral postparto (Henao-Restrepo, 2001).

El BEN provoca un retraso a la primera ovulación mediante la inhibición de la LH pulso frecuencia y bajos niveles de glucosa en la sangre, la insulina y el factor de crecimiento similar a la insulina (IGF-I). En resumen, el BEN reduce la fertilidad y las concentraciones séricas de progesterona (Bulter, 2000).

2.2.3 Condición corporal

La estimación de la condición corporal (CC) en vacas lecheras es un indicador de la cantidad de reservas energéticas almacenadas. Su evaluación periódica permite prever la producción de leche, y la eficiencia reproductiva (Grigera y Bargo, 2005). La movilización de reserva corporal, y la consecuente pérdida de CC, permite sostener más del 30 % de la producción durante el primer mes de lactancia, y su utilización se extiende hasta que la producción se reduce al 80 % de la lograda en el pico (Gallo *et al.*, 1996).

La CC puede evaluarse utilizando diferentes escalas, la escala más comúnmente utilizada se basa en puntos de 1 a 5 donde 1 es una vaca flaca y 5 es una vaca gorda (Ferguson *et al.*, 1994). Al parto la condición corporal óptima debe ser de 3.5 puntos y los animales no deberían perder más de un punto en los primeros 60 días de lactancia. Las vaquillas deben continuar su etapa de crecimiento durante la lactancia por lo que la recomendación es lograr una CC al parto de 3.5 a 3.7. En la medida que los animales se van recuperando su capacidad de consumo, dejan de perder reservas y progresivamente comienzan a recuperar reservas. Al secado debería

alcanzarse una CC de 3.25 a 3.5 para terminar de lograr, en caso de ser necesario, con una CC al parto de 3.5, durante los primeros 30 días del período de secado. Esta recuperación de reservas corporales se logra alimentando al hato por arriba de sus requerimientos en lactancia tardía y/o en el primer mes de secado con el objetivo de crear reservas para la próxima lactancia (Grigera y Bargo, 2005).

2.2.4 Temperatura

La vaca es un animal que mantiene su temperatura corporal constante (38.4 a 39 °C) a pesar de los cambios en la temperatura ambiental (Hansen, 1990). La condición climática durante el verano es uno de los problemas más serios que afectan la industria lechera en áreas tropicales, subtropicales y áridas del país, donde el estrés calórico juega un papel de importancia sobre la productividad del ganado lechero (Her *et al.*, 1988).

Cuando la temperatura rebasa los 25°C, la cantidad de leche producida disminuye considerablemente; y cuando se alcanza los 40°C el descenso de la producción puede representar hasta un 20% de su valor medio, siendo esto, resultado de los mecanismos fisiológicos del animal para disipar calor (Carvajal-Hernández *et al.*, 2002).

La vaca es incapaz de disipar el exceso de calor por rutas normales y ello evita la ganancia de calor por medio de estrategias como son: disminución en el consumo de alimento, incremento en el consumo de agua, aumento de la frecuencia respiratoria para proporcionar las pérdidas de calor por evaporación, cambios en la conducta social (Hall, 2000).

En estado de estrés se estimula la secreción de la hormona liberadora de corticotropina (CRH) por parte del hipotálamo que desencadena la secreción de la hipófisis de la hormona suprarrenal corticotropina (ACTH); esta hormona es transportada por la sangre hasta la corteza suprarrenal, en la que desencadena la secreción de glucocorticoides, inhibiendo la secreción de prolactina por la adenohipófisis (reduce producción) al tiempo que inhibe la descarga de oxitocina por la neurohipófisis (reduce eyección) de manera que el resultado es una disminución en la producción de leche con el consiguiente efecto negativo sobre el nivel de producción para las hembras en ordeño (Gómez-Brunet y López, 1991).

2.2.5 Edad de la vaca y número de partos

Debido a que las vacas de primer parto continúan en crecimiento, la frecuencia de pulsos de LH en el posparto es menor, y el anestro posparto se prolonga de 1 a 4 semanas más que en vacas multíparas (Báez y Grajales, 2009).

El pico de producción marca la pauta de la lactación completa. Las vacas primerizas tienden a dar curvas prolongadas y bajas, ya que el pico de lactación es de 25% menor al de las vacas adultas. Las vacas adultas, aunque alcanzan mayores picos, no muestran gran persistencia después del pico de producción (Gasque, 2008).

Se ha observado un incremento progresivo en la producción de leche del primer hasta el quinto parto para luego declinar. El número de parto tiene un efecto en la producción de leche hasta los 305 días. La mayor producción se

registra en las vacas de tercero, cuarto y quinto partos, las cuales tienen mejor comportamiento que las vacas de primero, segundo y sexto partos (Carvajal-Hernández *et al.*, 2002).

La diferencia en el volumen de leche se explica por el crecimiento y desarrollo corporal mayor, conjuntamente con el tamaño del tracto gastrointestinal, las vísceras y la glándula mamaria mayores con respecto a las vacas más jóvenes. El crecimiento corporal de animales Holstein inicia durante la vida fetal y continúa hasta después del cuarto parto, cuando las condiciones ambientales y el manejo lo permiten (Vite-Cristóbal *et al.*, 2007).

2.2.6 Época del año

El efecto de la época de parto sobre la curva de lactancia enfatiza la necesidad de un manejo diferencial, sin embargo, aunque la época de parto no parece tener efecto sobre la curva de lactancia, sí lo tiene sobre la producción de leche durante toda la lactancia de las vacas (Osorio-Arcea y Segura-Correa, 2005). Como en otras áreas geográficas, la estación de partos representa la conjunción de factores climáticos y las condiciones de manejo de los animales. La conjunción de elementos que definen el ambiente físico de una temporada a otra puede tener una connotación especial, dependiendo de la dominancia de una u otra variable (Vite-Cristóbal *et al.*, 2007).

2.2.7 Posparto

Después del parto, las vacas tienen limitada su capacidad de concebir en un tiempo variable. Su duración depende de la involución uterina, del anestro postparto y de los cuerpos lúteos de vida media corta. La primera que tiene una duración promedio de 25-32 días. En la mayoría de los mamíferos, después del parto, el estímulo del amamantamiento de la cría induce un período sin ciclos estral es, conocido como anestro postparto, cuya finalidad es permitir que la madre se recupere de los efectos de la preñez y que asegure la supervivencia de su cría. La prolongación de este período con frecuencia resulta en pérdidas económicas (Pérez- Hernández, 2001).

En vacas lecheras este intervalo desde el parto hasta la primera ovulación es por lo general de 19 a 22 días (Rhodes *et al.*, 2003).

Un aumento significativo en los días que la primera ovulación y primer estro se asoció con cada incremento de la producción de leche diariamente. Además, se observó que intervalos al primer estro y la ovulación eran más largos para las vacas con mayor potencial genético para producción de leche, y esa actividad ovárica postparto fue más estrechamente relacionada con la producción de leche que con el consumo de energía (Stevenson y Britt, 1979).

Después del parto los niveles altos de progesterona y el gran aumento en la concentración sérica de estrógenos placentarios actúan sobre el hipotálamo mediante una retroalimentación negativa prolongada que disminuye la síntesis de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y sus reservas hipotalámicas a niveles tan bajos, que la cantidad disponible para ser liberada es insuficiente para estimular normalmente la función gonadotrópica

hipofisiaria. Como consecuencia de esta insuficiencia y carencia de estímulo se reduce la actividad y el volumen de los gonadotropos y se disminuye el nivel basal de hormona folículo estimulante (FSH) y de hormona luteinizante (LH), hasta hacerlas insuficientes para estimular el crecimiento y la maduración folicular (Henaó-Rastrepo, 2001). Durante el crecimiento de este folículo dominante se produce un aumento de estrógeno e inhibina, lo que provoca un efecto de reacción negativa en la liberación de FSH produciéndose la atresia de los folículos pequeños. Es así que bajo la influencia de la hormona luteinizante (LH), el folículo dominante madura. La primera ovulación postparto es frecuentemente asociada con una ausencia de comportamiento estral y una fase lútea de corta duración. Este CL de corta duración es consecuencia de la interacción del útero, el CL y probablemente el folículo preovulatorio. Pulsos prematuros de prostaglandina ($PGF2\alpha$) provenientes del útero, provocan un inadecuado desarrollo del CL, siendo la principal causa de la corta duración de este. Animales con cuerpos lúteos de corta duración, baja expresión de los signos de estro y periodos anovulatorios de variable duración (Rhodes *et al.*, 2003).

Después del parto, se produce una onda de desarrollo folicular en 5-7 días sin importar BEN y en respuesta a una elevación en las concentraciones plasmáticas de FSH. La iniciación de una onda folicular y la formación de un gran folículo dominante durante BEN no parecen ser una limitación para la primera ovulación (Butler, 2000).

Una de las funciones del sistema endocrino es sincronizar la función mamaria. Hormonas, como estrógenos, progesterona y prolactina actúan

directamente sobre la glándula mamaria. Las hormonas metabólicas, como GH, glucocorticoides, insulina y leptina son responsables de coordinar la respuesta del cuerpo a la homeostasis metabólica. La leptina ha demostrado ser un factor importante en la regulación de la adaptación metabólica de nutrientes participando durante los procesos de consumo de energía de la lactancia en donde la leptina es segregada de la grasa mamaria y está regulada por la prolactina (Feuermann *et al.*, 2006).

En la fase inicial de la lactancia, determinará el rendimiento potencial de leche de la ubre. La prolactina, una hormona secretada de las células hipofisarias desempeña un papel importante en la diferenciación morfológica y bioquímica de las células epiteliales durante la preñez y regula la síntesis de proteína de la leche durante la lactancia (Feuermann *et al.*, 2006).

III. OBJETIVO

Determinar la relación entre la producción de leche y el porcentaje de anestros en vacas Holstein en hatos de la Comarca Lagunera.

IV. HIPÓTESIS

La alta producción de leche de las vacas incrementa la presentación de anestros en los hatos lecheros de la Comarca Lagunera.

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 en el centro norte de México a 24° 22' de latitud norte y 102° 22' de longitud oeste, la temperatura promedio fluctúa entre los 28 y 40 grados centígrados, pero puede alcanzar hasta 48°C (2008) en verano y -8°C (1997) en invierno siendo la temperatura media anual es 21.11°C. La altura de 1,120 msnm (SEMARNAT, 2010).

Los hatos lecheros cuentan con tecnología de vanguardia, como sala de ordeños automatizados (paralelos y carrusel). Cuentan con control de temperatura (ventiladores, 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.

5.2 Registros utilizados

Se analizaron los registros individuales (n= 2 946 924) de los promedios mensuales de 16 hatos de vacas Holstein de la Comarca Lagunera, desde enero 2002 a diciembre de 2012. Estos registros fueron obtenidos por un especialista en reproducción animal en las visitas mensuales a los hatos lecheros.

5.3 Alimentación

La alimentación que se proporcionó a las vacas de estudio se basó en el estado de producción en el que se encontraba el lote (vaca fresca, en pico de producción y vacas en persistencia) y según su nivel de producción de leche (alta, media y baja).

La alimentación que recibieron las vacas en producción fue de acuerdo a TMR (total de materia requerida), la cantidad y los requerimientos nutricionales dependían del estado de producción del lote y del nivel de producción de leche.

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

Los hatos de estudio estuvo bajo un programa sanitario en donde incluye: arcos sanitarios, pediluvios, tapetes sanitarios, cercos perimetral. La desinfección de las salas de ordeño se realizó con sales cuaternarios de amonio, piretrinas. Se llevó a cabo controles de plagas contra la mosca y ratones, también el control de maleza. Se contó con programas de vacunación contra: rinotraqueitis infecciosa bovina, diarrea viral bovina, brucelosis, leptospirosis, neosporosis y ántrax. Se llevó a cabo un programa de desparasitación según los parásitos presentes en la esta región como: *Haemonchus spp.*, *Trichostrongylus spp.*, *Trichuris spp.*, *Ostertagia spp.*, *Cooperia spp.* y *Oesophagostomus spp.*

5.6 Variables analizadas

Las variables analizadas fueron el nivel de producción de leche obtenidos del promedio mes/año/vaca y el porcentaje de anestros mensuales, el cual se obtuvo del total de vacas que no fueron detectadas en estro más las vacas reportadas en anestro en un mes determinado.

5.7 Análisis estadístico

Se utilizó un modelo mixto con medidas repetidas, siendo los efectos fijos el año, mes, el nivel productivo, la interacción mes por nivel, el factor aleatorio fue el hato, el cual se anidó dentro del nivel de producción de leche, el total de anestros y la producción de leche. Se empleó el criterio de información Akaike para seleccionar la estructura covarianza que ajustara mejor los datos fue autoregresiva de primer orden. Para la estimación de los parámetros se empleó la metodología de máxima verosimilitud restringida (REML). El análisis se llevó a cabo con la subrutina de modelos mixtos implementados en el paquete estadístico SPSS 16.0 (2007).

VI. RESULTADOS

6.1 Producción de leche

La media de mínimos cuadrados (MMC \pm e.e.) indicaron que la producción de leche fue de 26.3 ± 0.6 , 28.2 ± 0.5 y 30.4 ± 0.6 L/día en los niveles bajo, medio y alto, respectivamente (Cuadro 1). La producción de leche en el año 2002 fue 26.8 ± 0.4 L/día, incrementando 0.3 L/día ($P < 0.0001$) hasta registrar 30.9 ± 0.4 L/día en el año de 2012 (Figura 1). La producción de leche varió a través de los años de estudio en forma de onda, registrando el cenit en marzo con una producción de 30.2 ± 0.4 L/día y su nadir septiembre fue de 26.3 ± 0.4 L/día (Figura 2).

6.2 Anestros

El porcentaje de anestros registrados de acuerdo al nivel de producción de leche fueron: 7.6 ± 0.3 , 6.0 ± 0.3 y $6.0 \pm 0.3\%$, en los niveles alto, medio y bajo de producción de leche, respectivamente (cuadro 1). En los meses de octubre a febrero se registraron más del 7% de anestros. En el mes de Diciembre fue $7.4 \pm 0.3\%$. En los meses de abril a julio se detectaron valores por abajo al 6%. En mayo registró un valor de $5.7 \pm 0.3\%$ (Figura 3). En el año de 2002, 2008 y 2012, se registraron 6.7 ± 0.2 , 7.9 ± 0.2 y $5.8 \pm 0.3\%$, respectivamente (Figura 4).

Cuadro 1. Nivel productivo del hato, en relación al promedio de producción de leche por litros al día y el promedio de porcentaje de anestros a través de los años de estudio.

Nivel productivo del hato	Producción de leche (L/d)	<u>Anestros</u> (%)
Baja	26.3 ± 0.6 ^a	6.0 ± 0.3 ^a
Media	28.2 ± 0.5 ^b	6.0 ± 0.3 ^a
Alta	30.4 ± 0.6 ^c	7.6 ± 0.3 ^b

abc (P < 0.0001); ab (P < 0.02)

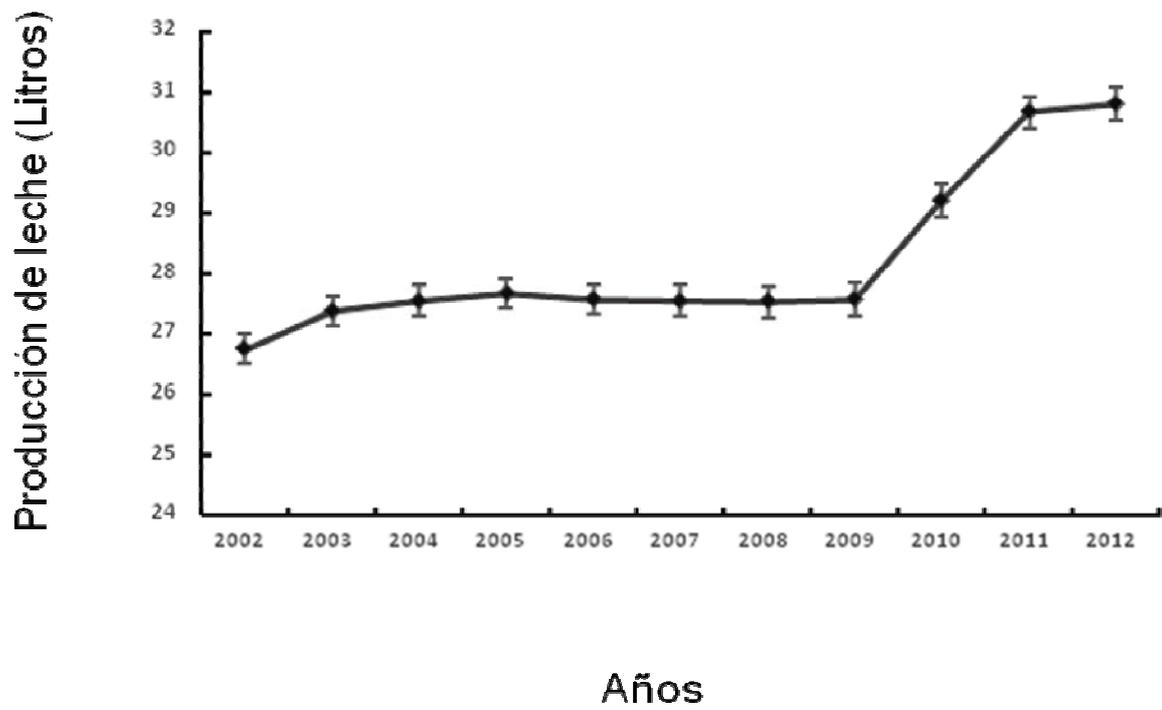


Figura 1. Promedio de producción de leche en los 16 hatos lecheros de la Comarca Lagunera del 2002 al 2012.

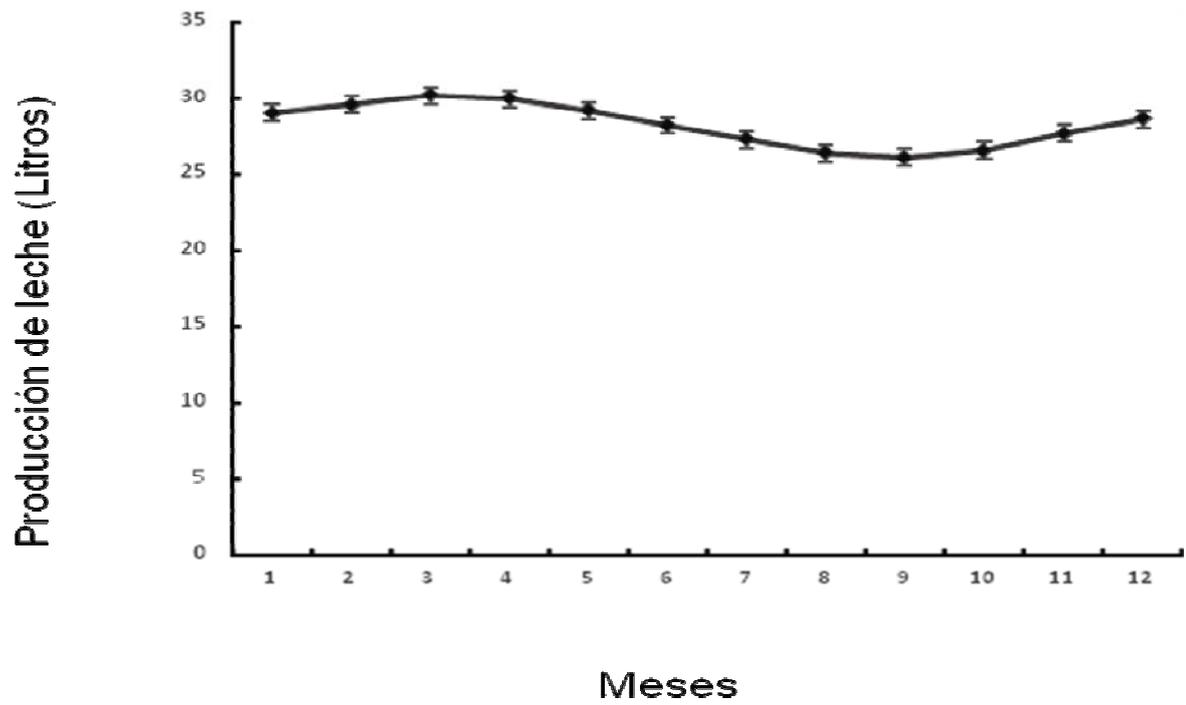


Figura 2. Promedio de producción de leche mensual a través de los años de estudio de 2002 al 2012 de la Comarca Lagunera.

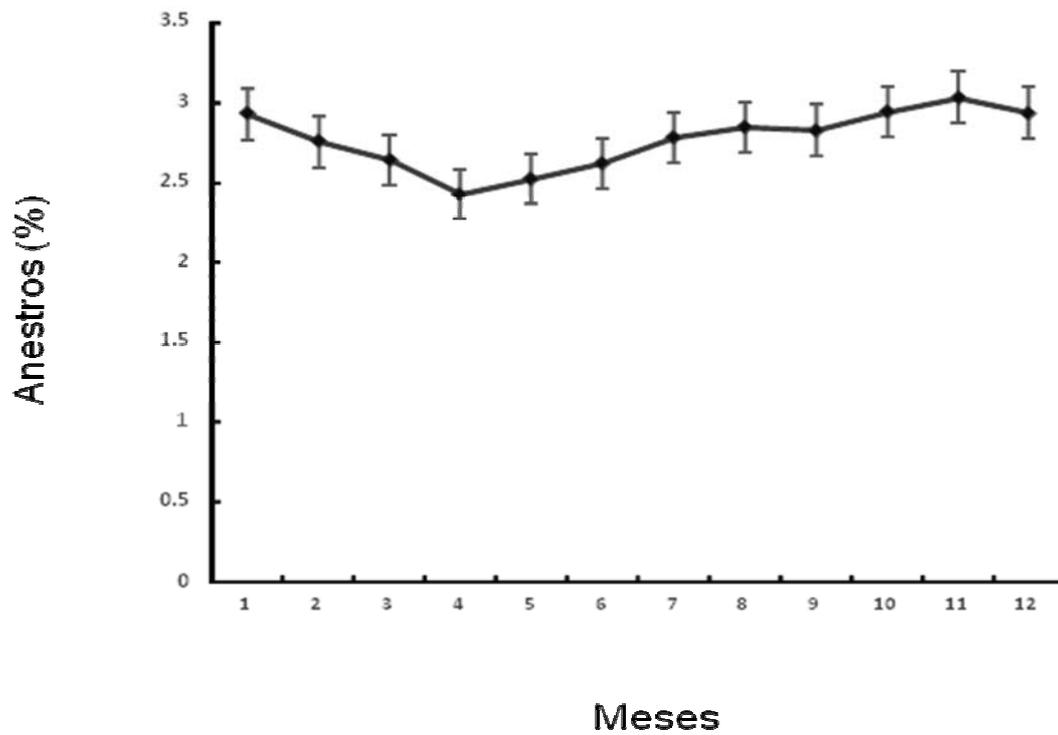


Figura 3. Promedio del porcentaje de anestros mensual a través de los años de estudio de 2002 al 2012 de la Comarca Lagunera.

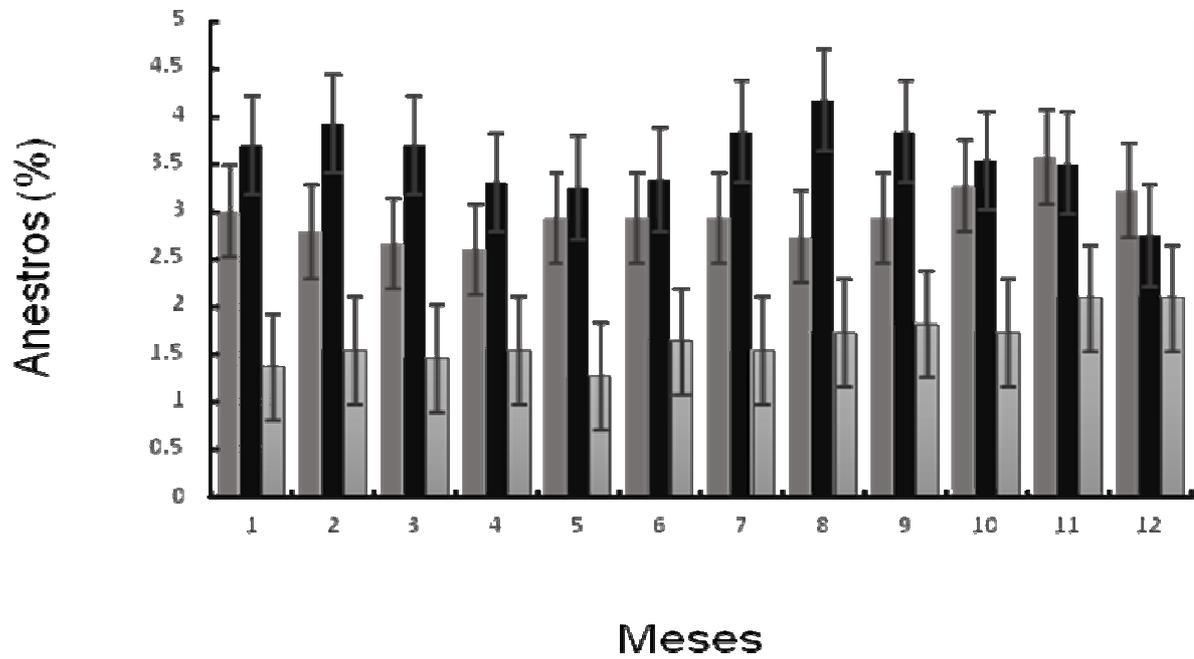


Figura 4. Promedio de porcentaje de anestros en los hatos lecheros de la Comarca Lagunera de los años de estudio de 2002, 2008 y 2012.

VII. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente tesis confirman la hipótesis presentada previamente. Las vacas con nivel alto de producción de leche presentaron también significativamente más anestros en los hatos estudiados. Estos resultados concuerdan con Peter *et al.* (2009), quienes argumentan que en los hatos lecheros de alto nivel productivo hay una mayor incidencia de anestros. En la presente tesis se clasificó la producción de leche de vacas en niveles, encontrando que el nivel más alto de producción de leche registró también el porcentaje más alto de anestros, no hubo diferencia entre baja y media probablemente se debe a que el nivel de producción de leche no ejerce un efecto negativo en el eje reproductivo de la vaca. Así mismo, el porcentaje más alto de anestros se observó en los meses de octubre a febrero, hecho que coincide cuando las vacas producen más leche. Efectivamente, la mayor incidencia de anestros ha aumentando a nivel mundial en un rango de 7 a 38% (Fagan y Roche, 1986; Lucy, 2001; Wiltbank *et al.*, 2007). Sin embargo, se encontró que el menor porcentaje de anestros se registró en el mes de mayo, este hecho se debe probablemente a que la vaca se encuentra aún bajo en condiciones ambientales residuales de la temperatura no alta y aún no experimenta estrés calórico (Cruz-Velázquez *et al.*, 2009). En relación al porcentaje de anestro en el presente estudio indica que en el año de 2002 se observó un valor de $6.7\% \pm 0.2$, en el 2008 se registró $7.9\% \pm 0.2$ y en lo que respecta al 2012 se detectó un $5.8 \pm 0.3\%$ de anestros, estos resultados muestran coincidencia con investigaciones llevadas a cabo por Fagan y Roche (1986). La incidencia de anestros posparto prolongado ha ido en aumento a

nivel mundial de 7%, llegando hasta un 38% como lo indican Opsomer *et al.* (2000) y Wiltbank *et al.* (2007). Así mismo, está reportado que en Uruguay el porcentaje de vacas en anestros es alto, observando valores de un 8% a un 47%. En otro estudio llevado a cabo en 84 818 lactancias en más de 100 hatos lecheros de alta producción en Michigan, EUA., encontraron una incidencia de anestro posparto de aproximadamente 18% (Francos y Mayer, 1988). De igual manera se detectó que las vacas también presentan (25%) diversos problemas reproductivos. Por su parte, Bartlett *et al.* (1987) reporta una incidencia mucho mayor de anestro posparto de un 40 a un 45%.

En la presente tesis se encontró que la producción de leche se incrementó a través de los años de estudio, por ejemplo, en el año de 2002 fue de 26.8 ± 0.4 L/día y el año de 2012 fue 30.9 ± 0.4 L/día. Estos resultados concuerdan con Lucy *et al.* (2001) quienes indican que la vaca moderna cada vez incrementa su producción láctea. Así mismo, Carvajal-Hernández *et al.*, (2002) indican que la producción de leche incrementa al año en 1 al 2%. En nuestro estudio el nivel más alto de producción de leche fue en el mes de marzo lo cual coincide que las vacas consumen más forrajes (Pérez *et al.*, 2007). Así mismo, el nivel más bajo de producción de leche fue en septiembre. Este mes se considera como el más crítico para la vacas de la Comarca Lagunera, ya que es cuando las vacas sufren del efecto residual más severo del estrés calórico. Está ampliamente demostrado que el estrés calórico disminuye la ingesta de alimento y también disminuye la producción de leche (Her *et al.*, 1988).

El anestro posparto disminuye la eficiencia de los sistemas productivos. Son diversos factores que contribuyen a dicha alteración mediante una

compleja interacción de mecanismos fisiológicos y neuroendocrinos. De igual manera, el anestro posparto es el principal componente de la infertilidad posparto; sin embargo, la producción de leche va en aumento en los sistemas intensivos de producción láctea.

VIII. CONCLUSIÓN

Se concluye que los hatos con el nivel más alto de producción de leche presentan mayor porcentaje de anestros, mientras que los niveles medio y bajo de producción láctea mantuvo similar el porcentaje de anestros. Así mismo, se observó que el porcentaje más alto de anestros se incrementó en los meses de octubre a febrero, lo cual se asoció probablemente con el ascenso de la producción de leche.

IX. LITERATURA CITADA

- Aguilar-Valdés, A., López-Lozano, M. 2006. Cómo lograr que la ganadería lechera mexicana sea competitiva a nivel internacional. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 18: 1-13.
- Báez, G., Grajales, H. 2009. Anestro posparto en ganado Bovino en el Trópico. *Revista MVZ Córdoba*. 14: 1867-1875.
- Bartlett P.C., Kirk J., Coe P., Marteniuk S., Mather E.C. 1987. Descriptive epidemiology of anestrus in Michigan Holstein-Fresian cattle. *Theriogenology*. 27: 459-76.
- Butler, W.R. 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reproduction Science* 60–61: 449–457.
- Carvajal-Hernández, M., Valencia-Heredia, E.R., Segura-Correa, J.C. 2002. Duración de la lactancia y producción de leche de vacas Holstein en el Estado de Yucatán, México. *Rev. Biomed*. 13: 25-31.
- Cruz-Velázquez, J.E., Elizondo-Vázquez, A.E., Ulloa Arvizu, R., Fernández-García, I.G. 2009. Efecto de la GnRH postinseminación sobre la concentración de progesterona y las tasas de concepción en vacas repetidoras Holstein en condiciones de estrés calórico. *Téc. Pecu. Méx*. 47: 107-115.
- Díaz, R. 2011. Manejo Reproductivo posparto en vacas lecheras. Consultado el 20 de agosto del 2013. Disponible en: <http://www.buiatriaecuador.org>.

- Fagan J.G., Roche, J.F. 1986. Reproductive activity in postpartum dairy cows based on progesterone concentrations in milk or rectal examination. *Ir. Vet J.* 40: 124-31.
- Ferguson, D.J., Galligan D., Thomsen, N. 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 77: 2695-2703.
- Feuermann, Y., Mabweesh, S.J., Niv-Spector, L., Levin, D., Shamay, A. 2006. Prolactin affects leptin action in the bovine mammary gland via the mammary fat pad. *Journal of Endocrinology.* 191: 407–413.
- Francos G., Mayer E. 1988. Analysis of fertility indices of cow with extended postpartum anestrus and other reproductive disorders compared to normal cows. *Theriogenology.* 29: 399-412.
- Gallo, L., Carnier, P., Cassandro, M., Montavani, R., Bailoni, L., Contiero, B., Bittante, G. 1996. Change in body condition score of Holstein cows as affected by parity and mature equivalent milk yield. *J. Dairy Sci.* 79: 1004-1015.
- Galvis, R.D., Agudelo, D., Saffon, A. 2007. Condición corporal, perfil de lipoproteínas y actividad ovárica en vacas Holstein en lactancia temprana. *Rev. Col. Cienc. Pec.* 1: 16-27.
- Gasque, R. 2008. *Enciclopedia Bovina.* Universidad Nacional Autónoma de México. Primera edición. Mexico D.F. pp: 7-431.
- Gómez-Brunet, A., López, S. 1991. Effect of season on plasma concentrations of prolactin and cortisol in pregnant, non-pregnant and lactating ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 26: 251-268.

- Grigera, J., Bargo, F. 2005. Evaluación del estado corporal en vacas lecheras. Consultado: 30/septiembre/2013. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar.
- Hansen, P.J., 1990. Effects of coat color on physiological responses to solar radiation in Holstein. *Vet. Rec.* 127: 333-334.
- Hall, M. 2000. Meet the challenges of heat stress feeding. *Howard`s Dairyman*. May. . pp. 344.
- Her, E., Wolfenson,D., Flamenbaum, I., Berman, A. 1988. Thermal, productive responses of high cow sex posed to short – term cooling in summer. *J Dairy Sci.* 71: 1085-1092.
- Henao-Restrepo, Guillermo. 2001. Reactivación ovárica postparto en bovinos. Revisión. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín.* 54: 1285-1302.
- Hernández, R., Ponce, P. 2005. Efecto de tres tipos de dieta sobre la aparición de trastornos metabólicos y su relación con alteraciones en la composición de la leche en vacas Holstein-Friesian. *Zootecnia Tropical.* 3: 295-310.
- La Torre, Walter. 2001. Métodos de reducción de los días abiertos en bovinos lecheros. *Rev Inv Vet Perú.* 12: 179-184.
- Lozano-Domínguez, R., Vásquez-Peláez, C., González-Padilla, E. 2005. Factores asociados del estrés calórico y producción de leche sobre la tasa de gestación en bovinos en sistemas intensivos. *Téc. Pecu. Méx.* 4: 197-210

- Lucy, M.C. (2001). Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? *J. Dairy Sci.* 84: 1277-1293.
- Opsomer, G., Grohn, Y.T., Hertl, J., Coryn, M., Deluyker, H., De Kruif, A. 2000. Risk factors for postpartum ovarian dysfunction in high producing dairy cows in Belgium: a field study. *Theriogenology*. 53: 841-857.
- Osorio-Arcea, M. y Segura-Correa, J. 2005. Factores que afectan la curva de lactancia de vacas *Bos taurus* x *Bos indicus* en un sistema de doble propósito en el trópico húmedo de Tabasco, México. *Téc. Pecu. Méx.* 43: 127-137.
- Pérez-Hernández, P., Sánchez del Real, C., Gallegos-Sánchez, J. 2001. Anestro postparto y alternativas de manejo del amamantamiento en vacas de doble propósito en trópico. *Invest. Agr. Prod. Sanid. Anim.* 2: 258-267.
- Pérez, L., Anrique, R., González, H. 2007. Factores no genéticos que afectan la producción y composición de la leche en un rebaño de pariciones biestacionales en la décima región de los lagos, Chile. *Agricultura Técnica Chile*. 67: 39-48.
- Peter, A., Vos, P., Ambrose, D. 2009. Postpartum anestrus in dairy cattle. *Theriogenology*. 71: 1333-1342.
- Rhodes, F., McDougall, S., Burke, C., Verkerk, G., Macmillan, K. 2003. Treatment of cows with an extended postpartum estrous interval. *J. Dairy Sci.* 86: 1876-1894.
- SAGARPA. 2013. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

SAGARPA. 2010. Situación actual y perspectiva de la producción de leche de bovino en México 2010. Consultado el 17 de Agosto de 2013. Disponible en: www.infoaserca.gob.mx.

Sanz, A., Bernués, A., Casasús, I., Villalba, D., Revilla, R. 2003. Factores de explotación asociados a la duración del anestro posparto en vacas nodrizas en raza Parda de Montaña y Pirenaica. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 1: 7-21.

Secretaría de Economía. 2012. Análisis del Sector Lácteo en México. Dirección General de Industrias Básicas. Consultado el 17 de agosto de 2013. Disponible en <http://www.economia.gob.mx>.

SEDESOL. 2006. Diagnóstico del sector de producción de leche bovina. Centro de Estudios Estratégicos del Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México. Consultado el 17 de agosto de 2013. Disponible en: <http://www.2006-2012.sedesol.gob.mx>.

SEMARNAT. 2010. Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Región de la Comarca Lagunera 2010-2015. Consultado el 27 de Agosto de 2013. Disponible en: www.semarnat.gob.mx.

Stevenson, J.S., Britt, J.H. 1979. Relationships among luteinizing hormone, estradiol progesterone, glucocorticoids, milk yield, body weight and postpartum ovarian activity in Holstein cows. *J Anim Sci*. 48: 570-577.

SPSS 16.0. 2007. Consultado el 20 de Enero de 2013. Disponible en: [www.ask.com/ Spss Version 16](http://www.ask.com/SpssVersion16).

- Vite-Cristóbal, C., López-Ordaz, R., García-Muñiz, J.G., Ramírez-Valverde, R., Ruiz-Flores, A., López-Ordaz, R. 2007. Producción de leche y comportamiento reproductivo de vacas de doble propósito que consumen forrajes tropicales y concentrados. *Vet. Méx.* 38: 63-79.
- Wiltbank, M.C., Gumen, A., López, H., Sartorio, R. 2007. Manejo y tratamiento de vacas de leche no cíclicas o con quistes foliculares. VII Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina. pp. 114-130.