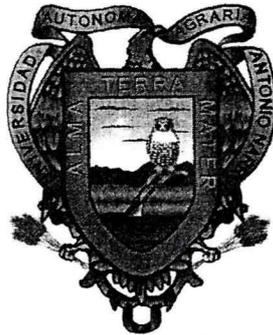


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

División Regional de Ciencia Animal



**“EFECTO DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL,
CORPORAL Y DOSIS DE SEMEN EN VACAS
HOLSTEIN BAJO ESTRÉS CALÓRICO”**

POR:

JUAN CARLOS VELÁZQUEZ OLVERA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

División Regional de Ciencia Animal

T E S I S

“EFECTO DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL,
CORPORAL Y DOSIS DE SEMEN EN VACAS
HOLSTEIN BAJO ESTRÉS CALÓRICO”

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

PRESIDENTE DEL JURADO



DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



M.V.Z. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA

TORREÓN, COAHUILA

Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

UAAAN

JUNIO DE 2004

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

División Regional de Ciencia Animal

T E S I S

JUAN CARLOS VELÁZQUEZ OLVERA

**“EFECTO DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL,
CORPORAL Y DOSIS DE SEMEN EN VACAS
HOLSTEIN BAJO ESTRÉS CALÓRICO”**

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

ASESOR PRINCIPAL: Dra. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA

CO-ASESOR: DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2004

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

División Regional de Ciencia Animal

TESIS

POR

JUAN CARLOS VELÁZQUEZ OLVERA

“EFECTO DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL,
CORPORAL Y DOSIS DE SEMEN EN VACAS
HOLSTEIN BAJO ESTRÉS CALÓRICO”

TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE
ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESIDENTE:


DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA

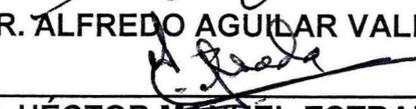
VOCAL:


DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO

VOCAL:


DR. ALFREDO AGUILAR VALDÉS

VOCAL:


I.Z. HÉCTOR MANUEL ESTRADA FLORES

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2004

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

División Regional de Ciencia Animal

TESIS

POR

JUAN CARLOS VELÁZQUEZ OLVERA

“EFECTO DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL,
CORPORAL Y DOSIS DE SEMEN EN VACAS
HOLSTEIN BAJO ESTRÉS CALÓRICO”

TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE
ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESIDENTE:


DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA

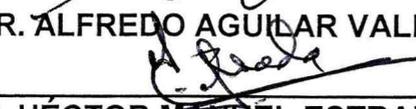
VOCAL:


DR. JESÚS ENRIQUE CANTU BRITO

VOCAL:


DR. ALFREDO AGUILAR VALDÉS

VOCAL:


I.Z. HÉCTOR-MANUEL ESTRADA FLORES

TORREÓN, COAHUILA

JUNIO DE 2004

AGRADECIMIENTOS

A LA U.A.A.A.N. U.L. Y TODO SU PERSONAL POR HABERME BRINDADO EL TESORO CON MAYOR VALOR EN EL MUNDO LA EDUCACIÓN, SIEMPRE LOS RECORDARÉ

A MI ASESOR EL DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO Y LA DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA POR SU COLABORACIÓN EN LA REALIZACIÓN Y ELABORACIÓN DE LA MISMA PUES SIN SU VALIOSA AYUDA NO HUBIERA SIDO POSIBLE LA EXITOSA CULMINACIÓN DE ESTA.

AL ING. RUBEN DIAZ FLORES VEYAN POR SU VALIOSA PARTICIPACION EN LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO.

AL CONSEJO ESTATAL DE CIENCIA Y TECNONOLOGIA (COECYT), POR EL APOYO ECONÓMICO OTORGADO.

AL JURADO DE MI EXAMEN PROFESIONAL POR SUS CONSEJOS, SUGERENCIAS, OBSERVACIONES Y CORRECCIONES EN LA REVISIÓN DE ESTE TRABAJO, A TODOS MUCHAS GRACIAS

DEDICATORIAS

A MI ESPOSA E HIJOS:

POR EL APOYO BRINDADO DURANTE LA REALIZACIÓN DE MIS ESTUDIOS Y EN LOS MOMENTOS MAS DIFÍCILES QUE HEMOS PASADO; POR QUIENES SEGUIRÉ LUCHANDO CONSTANTEMENTE PARA SUPERARME DÍA CON DÍA Y SOBRE TODO, DARLES LO MEJOR DE MÍ.

A MI PADRE Y A MI MADRE:

SIXTO VELÁZQUEZ SIFUENTES Y MA. HILARIA OLVERA BARBOSA POR EL ESFUERZO REALIZADO DURANTE ESTE TIEMPO PARA DARME LA HERENCIA MÁS VALIOSA QUE ES LA EDUCACIÓN, POR LA CONFIANZA DEPOSITADA EN MI PERSONA PARA PERMITIRME REALIZAR MIS METAS PERSONALES, ADEMÁS POR LA FORMACIÓN QUE HE RECIBIDO EN CASA DESDE PEQUEÑO Y DE LA CUAL ME SIENTO MUY ORGULLOSO.

A MIS HERMANOS:

ROSA CARMINA, EDITH Y SANDRA; POR SU MOTIVACIÓN Y APOYO INCONDICIONAL DURANTE MI FORMACIÓN PROFESIONAL RESPETANDO CADA UNA DE MIS DECISIONES Y MOTIVÁNDOME PARA SEGUIR ADELANTE.

A MIS COMPAÑEROS DE SECCIÓN CON LOS CUALES COMPARTÍ UNA DE LAS MEJORES ETAPAS DE MI VIDA A LOS QUE AGRADEZCO EL HABERME BRINDADO SU AMISTAD INCONDICIONAL.

ÍNDICE GENERAL

| | Página |
|--|--------|
| AGRADECIMIENTOS | V |
| DEDICATORIAS | VI |
| INDICE DE GRAFICAS..... | VIII |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| OBJETIVOS | 3 |
| REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| 3.1 Importancia de la Ganadería Lechera en México..... | 4 |
| 3.2 Importancia de la Ganadería Lechera en la Comarca Lagunera | 5 |
| 3.3 Estrés Calórico | 7 |
| 3.4 Fertilidad y Estrés Calórico..... | 9 |
| 3.5 Zona Termoneutral en los Bovinos..... | 10 |
| 3.6 Desarrollo Folicular..... | 11 |
| 3.7 Aspectos Endocrinológicos Bajo Estrés Calórico..... | 12 |
| 3.8 Estrategias para Reducir el Efecto del Estrés Calórico..... | 13 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 15 |
| 4.1 Características de la Comarca Lagunera..... | 15 |
| 4.2 Localización del Area de Estudio..... | 15 |
| 4.3 Duración del Estudio | 16 |
| 4.4 Materiales | 16 |
| 4.4 Tratamientos..... | 17 |
| 4.5 Análisis Estadístico de la Información..... | 17 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 19 |
| CONCLUSIONES | 27 |
| LITERATURA CITADA | 28 |

INDICE DE GRAFICAS

| | | |
|----|---|----|
| 1 | Inventarios ganaderos de bovinos de leche a nivel nacional de 1990-2000 según SAGARPA..... | 4 |
| 2 | Inventarios ganaderos de bovinos de leche a nivel Comarca Lagunera de 1993-2003 según SAGARPA..... | 5 |
| 3 | Producción de leche a nivel Comarca Lagunera de 1998-2003 según datos de la SAGARPA..... | 6 |
| 4 | Número de vacas distribuidos por cada mes..... | 16 |
| 5 | Resultados obtenidos para el porcentaje de concepciones y porcentaje de vacas vacías para el T1 (dos IA) y T2 (una IA) en el mes de julio..... | 19 |
| 6 | Resultados obtenidos para el porcentaje de concepciones y porcentaje de vacas vacías para el T1 (dos IA) y T2 (una IA) en el mes de agosto..... | 20 |
| 7 | Resultados obtenidos en el mes de julio para la temperatura rectal tomada por la mañana para el T1..... | 21 |
| 8 | Resultados obtenidos en el T1 respecto a las mediciones de la temperatura rectal en el mes de agosto tomada por la mañana..... | 21 |
| 9 | Resultados obtenidos en el mes de julio para la temperatura rectal tomada por la mañana para el T2..... | 22 |
| | Resultados obtenidos en el T2 respecto a las mediciones de la temperatura rectal en el mes de agosto tomada por la mañana..... | 23 |
| 10 | Resultados obtenidos en el T1 en el mes de julio para la temperatura ambiental..... | 24 |
| 11 | Resultados obtenidos en el T1 en el mes de agosto para la temperatura ambiental..... | 24 |
| 12 | Resultados obtenidos en el T1 en el mes de agosto para la temperatura ambiental..... | 24 |

| | | |
|----|--|----|
| 13 | Resultados obtenidos en el T2 en el mes de julio para la temperatura ambiental..... | 25 |
| 14 | Resultados obtenidos en el T2 en el mes de agosto para la temperatura ambiental..... | 26 |

INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera se caracteriza por ser una de las cuencas lecheras más importantes del país. La Unión Ganadera Regional de la Laguna indica que en la Laguna se produce 1,804,237 litros de leche lo que equivale a una producción de 141 millones de litros mensuales de leche con una producción diaria de 4.7 millones de litros. La producción pecuaria en la región esta compuesta por la leche, la carne, el huevo, lana, miel y cera; siendo la producción de leche la principal fortaleza del sector, ya que tiene una participación del 53.19% del valor de la producción total, teniendo un incremento respecto al año 2003 de una variación de 9.04%, lo que representa un valor de \$ 6,854,812 millones de pesos (SAGARPA, 2004).

El objetivo de cualquier explotación lechera es la producción de leche; sin embargo, uno de los principales factores que interfieren para cumplir con dicho objetivo se encuentran los relacionados con la reproducción bovina. Dentro de estos factores cabe mencionar la interacción reproducción-alimentación, aspectos sanitarios, el manejo reproductivo posparto, la detección de celos, el aspecto hormonal, y uno de los principales factores que ocasiona los mayores estragos en la reproducción bovina es el estrés calórico (Lee, 1993).

La Comarca Lagunera forma parte del Desierto Chihuahuense, presentando temperaturas extremas durante la mayor parte del año. El 80% de los días del año la temperatura es mayor a los 28°C (Aguilar y García, 2000).

Se ha demostrado que durante la exposición a temperaturas ambientales altas, la vaca lechera reduce drásticamente el consumo de alimento como un intento de disminuir la producción de calor metabólico disminuyendo en consecuencia la producción láctea (Fuquay, 1981).

La explotación de vacas lecheras en climas calurosos disminuye la función reproductiva al alterar la ovulación y el momento preciso en que esta ocurra, la intensidad del comportamiento y actividad del estro. En consecuencia reduciendo los parámetros reproductivos (Guzeloglu *et al.*, 2000).

La función reproductiva de las especies domésticas representa uno de los aspectos que más repercuten en la eficiencia económica de los sistemas de producción animal. En el bovino, la actividad reproductiva permite la gestación del animal y la subsecuente obtención de crías e inducción de la lactación, lo que representa una fuente importante de proteína de origen animal, así como ingresos económicos en los sistemas de producción animal. De esta manera, la función reproductiva se convierte en una actividad prioritaria dentro del ciclo de producción en cualquier especie doméstica. El ganado bovino productor de leche, caracterizado por un excesivo gasto metabólico destinado para su producción, la actividad reproductiva es postergada por los efectos adversos de las condiciones climáticas produciendo como consecuencia una interrupción en el ciclo de producción y afectando por lo tanto lactancias subsecuentes y la vida productiva en general del animal (Ealy *et al.*, 1993).

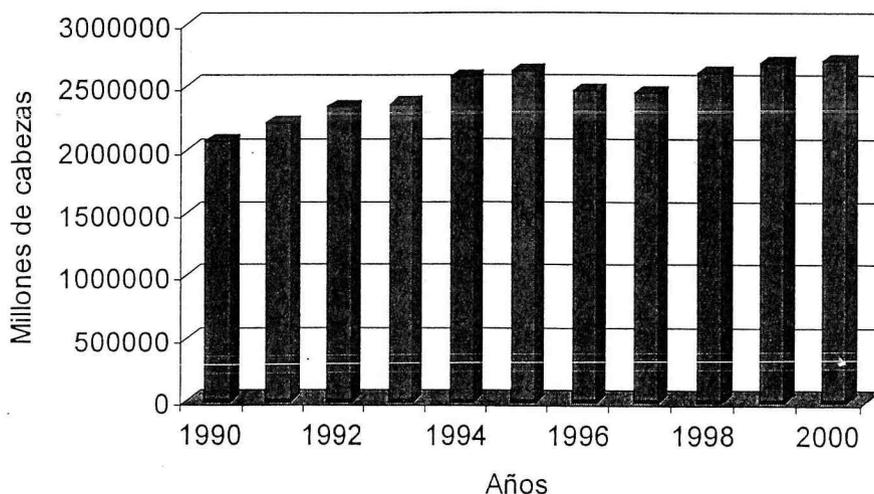
La Comarca Lagunera, considerada como la cuenca lechera más importante del país, la investigación con relación a los efectos detrimentales ocasionados por el estrés calórico es incipiente. De ahí la importancia de investigar, participar y contribuir con la resolución de problemas por la que atraviesa la ganadería regional.

En base a lo anterior en el presente trabajo de investigación se establece el siguiente objetivo:

- Medir la temperatura rectal al momento de la Inseminación Artificial (IA) en meses cálidos en vacas Holstein, y comparar el efecto en la aplicación de una dosis contra dos dosis de semen.

Importancia de la Ganadería Lechera en México

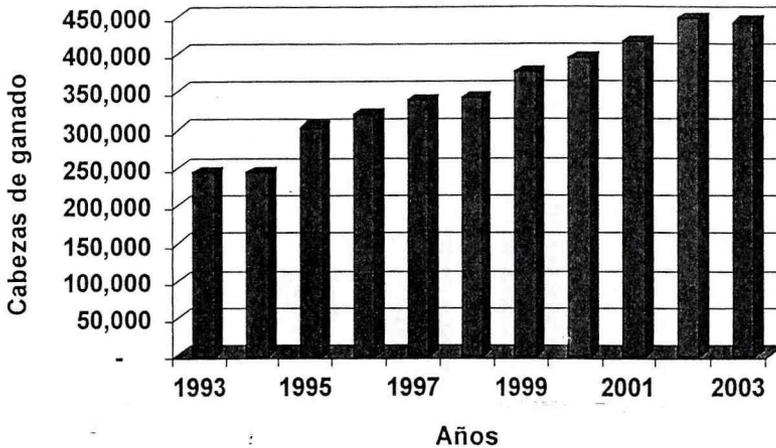
La actividad lechera no tan solo ha ofrecido un producto higiénico y rico en proteínas a amplias capas de la población, sino que también por mucho tiempo ha servido para no encarecer el salario y favorecer la industrialización del país. El mantener el buen ritmo la producción lechera nacional no tan solo se ha traducido en una creciente producción, además de ello, la actividad impacto sus beneficios a diversas ramas económicas a las cuales la ganadería lechera las vende o compra (Aguilar y García, 2000). En la Gráfica 1 se muestra los inventarios ganaderos de bovinos de leche a nivel nacional de 1990 a 2000 según SAGARPA (2004).



Gráfica 1. Inventarios ganaderos de bovinos de leche a nivel nacional de 1990-2000 según SAGARPA (2004).

Importancia de la Ganadería Lechera en la Comarca Lagunera

La producción de leche en la Comarca Lagunera durante el año 2002, aunque mostró un ligero retroceso mantuvo la tendencia ascendente de los últimos años, misma que la ha situado como la primera cuenca lechera del país (Patronato para la Investigación Agropecuaria de la Laguna, PIAL, 2003). En la Gráfica 2 se muestra los inventarios ganaderos de bovinos de leche a nivel Comarca Lagunera de 1993 a 2003 según SAGARPA (2004).

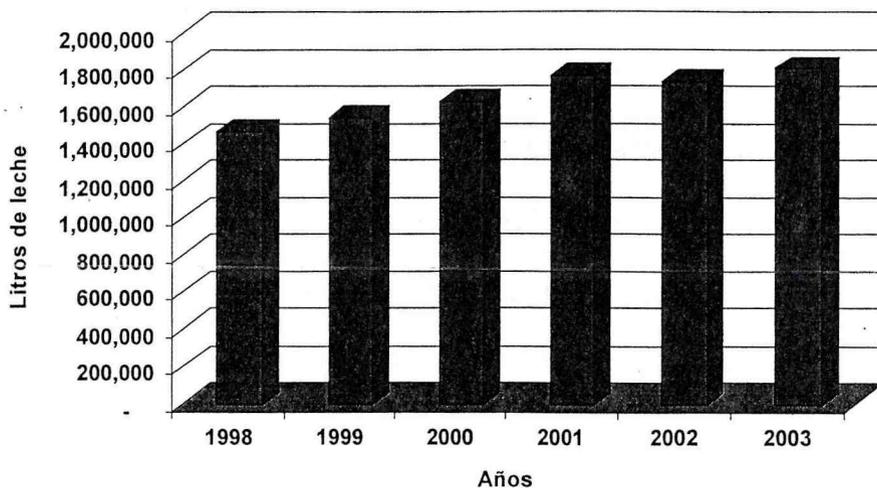


Gráfica 2. Inventarios ganaderos de bovinos de leche a nivel Comarca Lagunera de 1993-2003 según SAGARPA (2004).

El fundamento característico se basa en un alto nivel de tecnificación y eficiencia de la cadena productiva, que va desde la producción de los insumos, a la actividad primaria como el forraje, concentrados y selección genética, además de contar con establos altamente tecnificados y excelentes sistemas de enfriamiento,

pasteurización, elaboración de derivados lácteos, envases, una completa red de transportes y distribución local y foránea. Adicionalmente se han eficientado los recursos que inciden en la explotación de esta actividad como lo son la prevención y tratamiento de enfermedades que afectan al ganado bovino lechero (PIAL, 2003).

Dicho Patronato indica que la producción total de leche producida en la Comarca Lagunera, es el 18% el cual se destina al consumo regional y el 82% restante se distribuye a otras ciudades del país. En la Gráfica 3 se muestra la producción de leche a nivel Comarca Lagunera de 1998 a 2003 según SAGARPA (2004).



Gráfica 3. Producción de leche a nivel Comarca Lagunera de 1998-2003 según SAGARPA (2004).

Estrés Calórico

Debido a los sistemas intensivos de producción las vacas lecheras deben procesar gran cantidad de alimentos a leche, lo que implica una fuerte generación de calor que debe ser disipada para mantener el funcionamiento del animal en homeostasis. Las altas temperaturas y la humedad relativa del ambiente, que son comunes en el verano en la mayor parte de México, con frecuencia rebasan la capacidad de los mecanismos normales de los animales para la disipación del calor que generan, provocando condiciones de estrés que afectan su fisiología y homeostasis los cuales se reflejan en la disminución del consumo voluntario de alimentos, en la producción de leche y de manera muy importante en la eficiencia reproductiva de las vacas en producción (West, 1999; Wilson *et al.*, 1998).

El aumento de la productividad animal está directamente asociado con el aumento en la producción de calor metabólico, lo cual agrava el problema del mantenimiento de la homeotermia bajo condiciones de temperatura ambiental y/o humedad elevada (Thatcher *et al.*, 1997).

La temperatura ambiental ideal para las vacas lecheras es de -5°C a 24°C , independientemente de la edad del animal o del período de lactancia de la vaca. Para el caso de que dicha temperatura rebase los 26°C se activan en el animal procesos fisiológicos compensatorios, tendientes a mantener el balance energético, térmico, del agua, hormonal y mineral (Mellado, 1995). La temperatura ambiental confortable para el ganado lechero está entre los 5 y los 24°C . Temperaturas fuera

de esta zona altera el metabolismo basal para mantener una temperatura corporal normal. Las temperaturas superiores a 25°C se acompañan de una degradación en el consumo de alimento y en la producción de leche (Hansen, 1994).

La exposición de vacas lecheras a temperaturas ambientales elevadas durante el verano resulta en períodos de infertilidad y en consecuencia un incremento en los días abiertos, quedando las vacas preñadas en épocas más favorables en cuanto a clima se refiere (Howell *et al.*, 1994).

El estrés calórico en el verano es el principal factor que contribuye a la fertilidad baja en vacas lecheras lactantes en ambientes cálidos. Aunque los sistemas modernos de enfriamiento que son usados en algunas granjas lecheras, la fertilidad continua siendo baja (Wolfenson *et al.*, 2000).

Dobson y Smith (1995), indican que en las vacas lecheras, el estrés crónico de enfermedades durante el proceso del parto incrementa el intervalo entre el parto y concepción y el número de inseminaciones requeridas por concepción.

Para eliminar el calor generado y almacenado en su cuerpo, las vacas responden al estrés calórico en varias formas, esto es, reducen el consumo de alimento, así como la absorción de nutrientes; disminuyen la actividad física; se incrementa el consumo de agua en alrededor del 30%, así como los requerimientos de potasio y sodio, y finalmente se incrementa la tasa respiratoria, el flujo sanguíneo periférico, la sudoración y el jadeo (Verbeek *et al.*, 1994).

La sudoración y el jadeo son los principales mecanismos para la disipación del calor de las vacas sometidas a estrés calórico, cuando la temperatura se incrementa de 20°C a 29°C, la pérdida de agua de la superficie de las vacas es 2.5 veces mayor que cuando las vacas están en ambientes frescos (Mellado,1995).

Fertilidad y Estrés Calórico

En los sistemas de producción intensiva de ganado lechero, las temperaturas ambientales altas se han relacionado con una reducción en el porcentaje de concepción, siendo esto más crítico cuando la temperatura y la humedad ambiental fueron elevadas días antes, durante y después del servicio (Avendaño *et al.*, 1990).

El estrés calórico en el verano es el principal factor que contribuye a la fertilidad baja en vacas lecheras lactantes. Esto es un problema mundial, el cual puede causar pérdidas económicas fuertes y afecta cerca del 60% de la población mundial de ganado vacuno (Hansen,1997; Wolfenson *et al.*,2000).

El índice o porcentaje de preñez con inseminación artificial en vacas lecheras lactantes es común que baje durante épocas cálidas (Ambrose *et al.*,1999).

El estrés calórico antes de la inseminación esta asociado con fertilidad disminuida en el ganado vacuno (Al-Katanani *et al.*,2002).

El estrés calórico, en sentido físico, no puede ser medido en un sistema biológico, pero mediante manifestaciones específicas como son los cambios en la temperatura corporal, la frecuencia cardíaca y respiratoria, es posible determinarlo, ya que el animal responde funcionalmente para tratar de mantener la homeostasis (Du Preez, 2000). Por el contrario, Lee (1993) indica que es posible medirlo debido a que hay un cambio en la tasa metabólica del equilibrio normal en respuesta a un incremento en la temperatura ambiente.

El estrés calórico es responsable de algunos aspectos, incluyendo la subfertilidad. Se ha encontrado que algunos asesores agrícolas y médicos veterinarios están muy relacionados con esos aspectos intangibles que reducen la fertilidad en las explotaciones pero a menudo no es posible precisar puntualmente las causas que contribuyen a dicho estrés calórico (Dobson y Smith, 2000).

Zona Termoneutral en los Bovinos

La zona de confort o zona termoneutral para el ganado bovino varía con la raza y los elementos climáticos del viento, radiación solar, temperatura y humedad. Esta zona generalmente se expresa como índice humedad temperatura (THI), donde un valor de 72 indica un nivel crítico para la mayoría de los bovinos (Lee, 1993).

Cuando el THI excede los 72, las vacas altas productoras llegan a presentar estrés calórico, el estrés calórico severo sucede cuando el THI está por encima de 80 (Tarazón-Herrera *et al.*, 1999).

La zona termoneutral para las vacas Holstein se encuentra entre -5 y 21°C (Johnson, 1986; Mellado, 1995); el estrés calórico se presenta cuando la temperatura se encuentra por arriba a los 23.8°C con un 80% de humedad (Nickerson, 1987).

Desarrollo Folicular

Putney *et al.* (1988) indican que la baja fertilidad en el verano es un problema multifactorial, ya que la hipertermia presente en algunos órganos y tejidos produce alteraciones y daños a nivel funcional del organismo. Existen estudios que indican que los folículos ováricos son susceptibles al estrés calórico (Badinga, 1993) ya que se ha encontrado que la primera onda en el folículo dominante presentan un diámetro más pequeño y contienen menos líquido folicular.

El estrés calórico produce alteraciones en el desarrollo folicular en las vacas lactantes y éstas pueden interactuar con otros componentes del sistema reproductivo. Por ejemplo, el estrés calórico altera la función folicular preovulatoria misma que puede afectar la subsecuente función del cuerpo lúteo, así como la secreción de progesterona, dando como resultado alteraciones potenciales en el oviducto o bien en el medio ambiente uterino pudiendo de cierta manera afectar el desarrollo del embrión (Breuel *et al.*, 1993).

En un estudio llevado a cabo por Wolfenson *et al.* (1995) encontraron que el estrés calórico alteró el tamaño de los folículos. Las vacas con estrés calórico

($P < 0.10$) tendieron a presentar folículos más pequeños (3 – 5 mm) que las vacas que no se encontraban bajo estrés calórico. Dichos autores concluyen que el estrés calórico parece deprimir no solo la dominancia del primer folículo dominante sino también la segunda onda del folículo dominante. Los folículos dominantes ejercen una influencia inhibitoria transitoria sobre el crecimiento de la corte de los folículos subordinados, disminuyendo el número de folículos de tamaño medio, aspecto considerado como un indicador de dominancia folicular.

Aspectos Endocrinológicos Bajo Estrés Calórico

Las altas temperaturas ambientales alteran el perfil hormonal reproductivo en la vaca lechera. Se ha reportado que las vacas bajo estrés calórico secretan altos niveles de progesterona (Gu *et al.*, 1989). El nivel de progesterona (>0.7 ng/mL) puede inhibir la oleada de LH (Hormona Luteinizante) en el estro. Se ha demostrado que la progesterona exógena tiene la habilidad de inhibir la oleada de LH en el estro y previene la ovulación.

Madan y Johnson (1973) demostraron que la LH disminuye durante el estro, los referidos autores indican que el pico bajo de LH contribuye en las bajas tasas de preñez. La intensidad de la conducta estral disminuye bajo condiciones de estrés calórico, es posible que se reduzca las manifestaciones de estro, así como también es posible que se presente anestro.

Bajo condiciones de estrés calórico se altera los niveles de cortisol, de prolactina y de tiroxina. Los niveles de cortisol están presentes en respuesta aguda al calor; sin embargo, hay concentración baja cuando existe un medio ambiente crónico de estrés calórico. La tiroxina y la triyodotironina disminuyen en condiciones de estrés calórico. Estos aspectos tienen una repercusión en la reducción en la producción de calor, en la baja producción de leche y en una disminución en los aspectos reproductivos, debido a la disminución de nutrientes esenciales y energéticos para el animal (Magdub *et al.*, 1982).

Estrategias para Reducir el Efecto del Estrés Calórico

Dentro de las principales estrategias para reducir los efectos adversos del estrés calórico en la reproducción bovina que han sido implementadas, es el modificar el medio ambiente de la vaca mediante el uso de sombras, sistemas de ventilación o de refrescamiento evaporativo. El refrescar a las vacas no es un método completamente efectivo para mejorar la función reproductiva durante los períodos de estrés calórico. Sin embargo, a pesar de dichos métodos y prácticas realizadas en campo, los resultados han sido parcialmente efectivos, y las consecuencias negativas del estrés calórico en la vacas lecheras no han sido totalmente eliminadas (Aréchiga *et al.*, 1999).

De ahí que se haga el planteamiento de nuevas estrategias para incrementar la fertilidad en las vacas bajo estrés calórico.

Dentro de dichas estrategias se propone: a) encontrar el momento óptimo para la inseminación artificial (IA) mediante la implementación de un protocolo de inseminación artificial a tiempo fija (TAI) apoyándose mediante la administración de GnRH y PGF_{2α}, y b) suplementación adicional de antioxidantes y de sustancias termoreguladoras (Trout *et al.*, 1998; Cartmill *et al.*, 2001; Willard *et al.*, 2003).

La TAI presenta un futuro promisorio para ser incorporada en el manejo reproductivo de los establos lecheros, ya que elimina los problemas relacionados con una pobre detección de celos, especialmente durante los meses más calurosos del año (Pursley *et al.*, 1997)

Por su parte, la GnRH (Hormona liberadora de gonadotropinas) inducirá a una onda folicular nueva y proveerá un folículo dominante (Alnimer *et al.*, 2002).

En lo que se refiere a la suplementación de antioxidantes en las vacas lecheras, se ha encontrado que es posible incrementar la fertilidad mediante la administración de antioxidantes al inicio de la gestación, ya que probablemente se reducirían los niveles de radicales libres que se incrementan a nivel celular a consecuencia de las altas temperaturas. Otra alternativa de manejo en el estrés calórico es tener presente el balance nutricional, ya que la vaca bajo estrés calórico disminuye el consumo de materia seca ya que al mismo tiempo pierde grandes cantidades de sodio, potasio y cloruros debido al jadeo, sudoración y a la salivación (West *et al.*, 1991).

MATERIALES Y MÉTODOS

Características de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera se ubica en la parte central de la porción norte de la República Mexicana, entre los meridianos 102° 00' y 104° 47' W.G. longitud oeste y los paralelos 24° 22" y 26° 53' latitud Norte, la extensión territorial es de 47887 Km² distribuidos en 15 municipios siendo 5 del estado de Coahuila y 10 de Durango. El 80% de la topografía es semiplana (Aguilar y García, 2000).

La temperatura media anual histórica es de 22.1°C siendo su máxima extrema 41.5°C y su mínima -5.5°C. La precipitación promedio anual es de 263 mm siendo cuatro los meses lluviosos de junio a septiembre. El tipo de clima es BWhw (e) seco desértico semicálido con lluvias en verano (Aguilar y García, 2000).

Localización del Area de Estudio

El presente estudio se realizó en el establo "La Cúpula", localizado en la carretera Torreón-Fco. I. Madero, municipio de Torreón. Coahuila, y en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna.

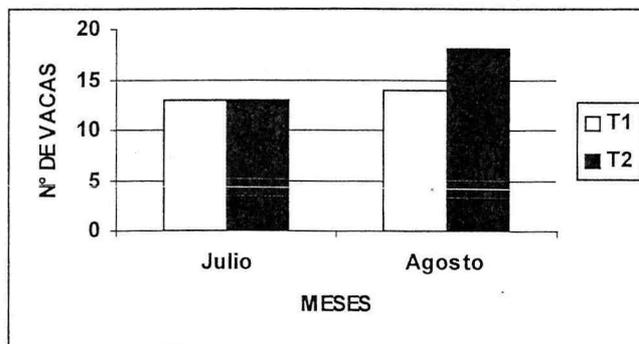
Duración del Estudio

El trabajo de campo se inició en el mes de julio de 2003 finalizando la toma de datos en noviembre del mismo año. La búsqueda de información y el análisis estadístico comprendieron de diciembre del 2003 a junio de 2004.

Materiales

Para la realización del presente proyecto se requirió del apoyo del siguiente material:

1.- Se utilizaron cincuenta y ocho (n=58) vacas Holstein en el experimento, seleccionadas con las mismas características con tres ordeños y con condiciones similares de manejo y alimentación, en los meses de julio y agosto, realizando los diagnósticos de gestación a cabo a los 45 días post inseminación artificial mediante palpación rectal. Las vacas se distribuyeron para cada uno de los tratamientos de la siguiente manera. Gráfica 4 (Número de vacas distribuidos por cada mes).



Gráfica 4. Número de vacas distribuidos por cada mes.

Tratamientos

Se aplicaron dos tratamientos , el Tratamiento 1 (T1) las vacas recibieron dos dosis de semen, las vacas del Tratamiento 2 (T2) recibieron una dosis de semen, además se midió la temperatura rectal al momento de la inseminación artificial y la temperatura ambiental. Se obtuvieron medias entre tratamientos y la desviación estándar en los meses de julio (n=26) y agosto (n=32) por mes de las cuales 13 vacas (n=13) y 13 vacas (n=13) correspondieron al T1 y T2 para el mes de julio y (n=14) para el T1 y (n=18) para el T2 en el mes de agosto. El diagnóstico de gestación se realizó a los 45 días.

Analisis Estadístico de la Información

Modelo utilizado fue:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \varepsilon_{ij}$$

Donde: y = la variable respuesta (o dependiente)= Preñez

β_i = Variables independientes ($i = 1 \dots p$)

X_1 = Efecto de tratamiento

X_2 = Efecto de la Temperatura ambiental

X_3 = Efecto de la Humedad relativa

X_4 = Efecto de la Temperatura rectal

ε_{ij} = Error experimental

Variables a medir

Porcentaje de preñez

Temperatura ambiental

Temperatura corporal

Se tomó la temperatura rectal al momento de la I.A. con un termómetro digital.

La temperatura ambiental se registro tres veces al día durante el trabajo experimental con un termómetro-higrometro.

El semen que se utilizó fue de toros jóvenes y toros probados de alto valor genético proporcionados por la empresa Reproducción Animal Holstein, S.A. de C.V.

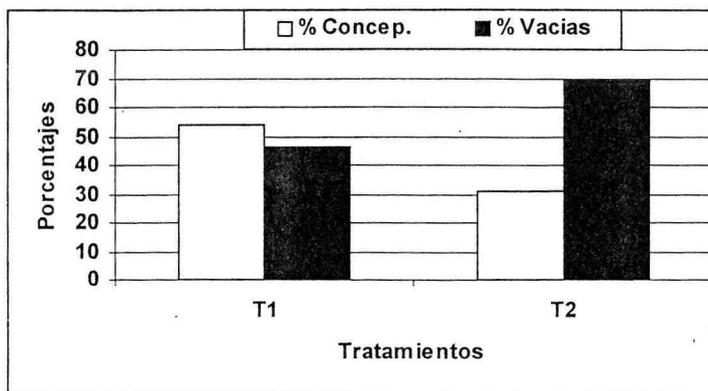
El diagnóstico de gestación se realizó a los 45 d mediante palpación rectal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

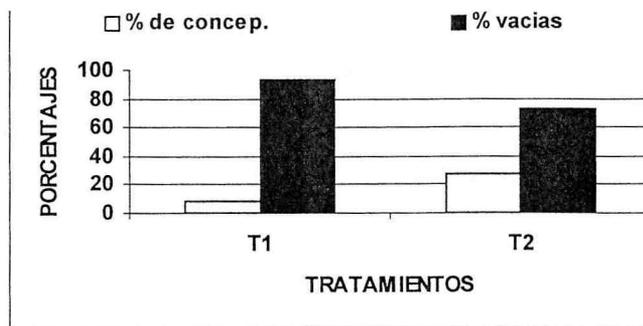
En la Gráfica 5 se muestran los resultados obtenidos el mes de julio para los tratamientos utilizados en este estudio, encontrando que el T1 (dos dosis de semen) en el mes de julio presenta un 53.8% de concepciones y 46.1% de vacas vacias.

Los resultados obtenidos para el T2 (una dosis de semen) en el mes de julio muestran una disminución del porcentaje de concepción con respecto al tratamiento 1 teniendo solamente el 30.7% de concepciones y un 69.23% de vacas vacias tal y como se muestra en la Gráfica 5.

Estos datos coinciden con Stevenson *et al.* (1990), quien encontro resultados similares en un estudio en cinco hatos de California y Kansas, EEUU.



Gráfica 5. Resultados obtenidos para el porcentaje de concepciones y porcentaje de vacas vacias para el T1 (dos IA) y T2 (una IA) en el mes de julio.

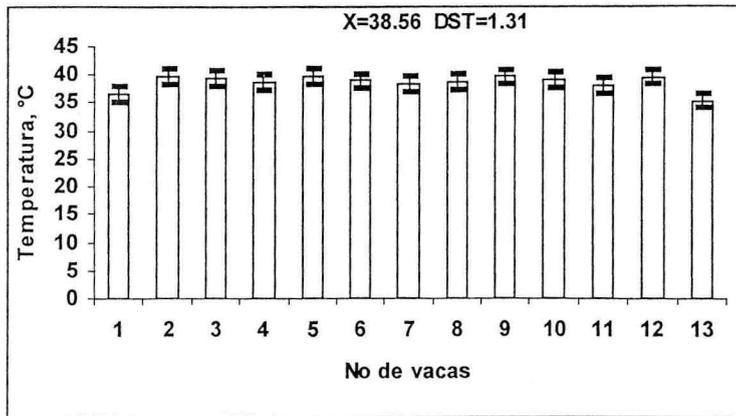


Gráfica 6. Resultados obtenidos para el porcentaje de concepciones y porcentaje de vacas vacías para el T1 (dos IA) y T2 (una IA) en el mes de agosto.

En lo que se refiere al porcentaje de preñez fue más alto el T1 en el mes de julio, con un 53.8% de concepciones contra un 46.1% de vacas vacías y un 7.69% de concepciones contra un 92.85% de vacas vacías en el mes de agosto.

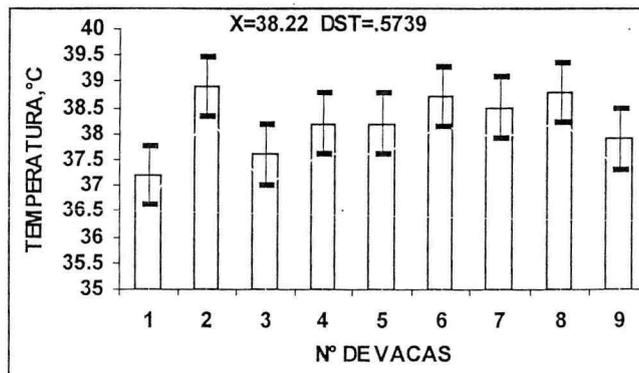
Para el T2 en el mes de julio en lo que se refiere al porcentaje de preñez nuevamente fue más alto con un 30.7% de concepciones contra un 69.2% de vacas vacías y un 27.7% de concepciones contra un 72.2% de vacas vacías para el mes de agosto.

Los resultados obtenidos en el T1 respecto a las mediciones de temperatura rectal el mes de julio tomada por la mañana se muestran en la Gráfica 7 para cada una de las vacas (n=13), encontrando que la máxima temperatura por la mañana (8:00 AM) fue de 39.7°C y la más baja de 35.3°C, indicando un promedio de todas las vacas de temperatura de 38.5°C.



Gráfica 7. Resultados obtenidos en el mes de julio para la temperatura rectal tomada por la mañana para el T1.

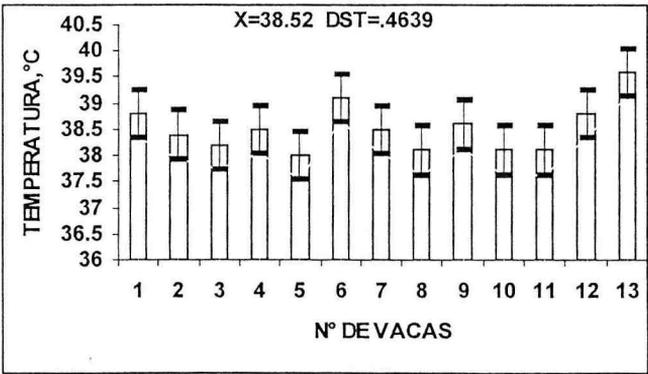
Los resultados obtenidos en el T1 respecto a las mediciones de temperatura rectal el mes de agosto tomada por la mañana se muestran en la Gráfica 8 para cada una de las vacas (n=14), encontrando que la máxima temperatura por la mañana (8:00 AM) fue de 38.9°C y la mas baja de 37.2°C mostrando el promedio de todas las vacas una temperatura de 38.22°C.



Gráfica 8. Resultados obtenidos en el T1 respecto a las mediciones de la temperatura rectal en el mes de agosto tomada por la mañana.

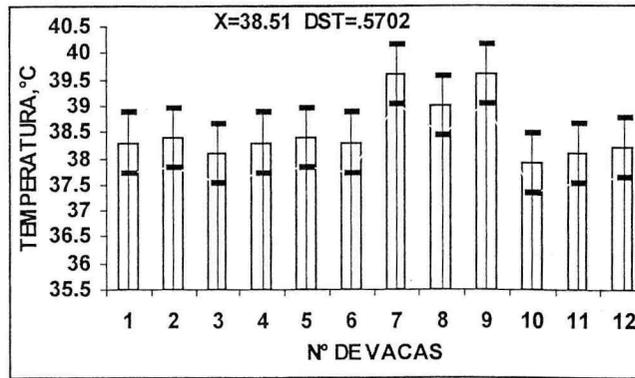
Los resultados de la temperatura rectal matutina para el T1 en julio y T1 en agosto fueron similares. Esto indica que no afecto la temperatura sobre el porcentaje de preñez de estos meses, ya que fueron los más altos.

Los resultados obtenidos en el T2 respecto a las mediciones de temperatura rectal el mes de julio tomada por la mañana se muestran en la Gráfica 9 para cada una de las vacas (n=13), encontrando que la máxima temperatura por la mañana (8:00 AM) fue de 39.6°C y la mas baja de 38°C mostrando el promedio de todas las vacas una temperatura de 38.5°C.



Gráfica 9. Resultados obtenidos en el mes de julio para la temperatura rectal tomada por la mañana para el T2.

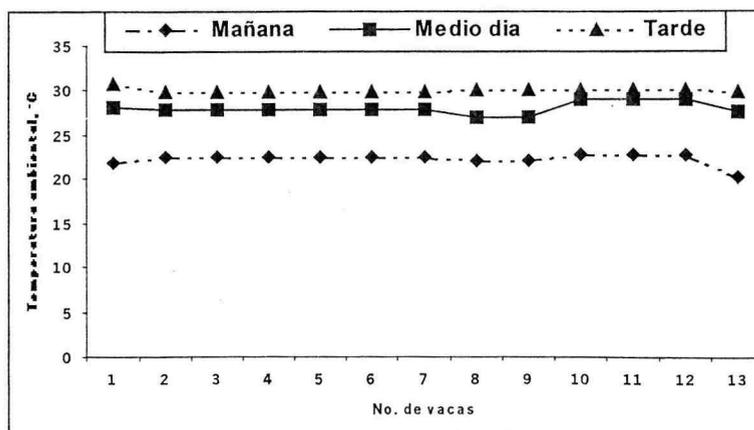
Los resultados obtenidos en el T2 respecto a las mediciones de temperatura rectal el mes de agosto tomada por la mañana se muestran en la Gráfica 10 para cada una de las vacas (n=18), encontrando que la máxima temperatura por la mañana (8:00 AM) fue de 39.6°C y la mas baja de 37.9°C mostrando el promedio de todas las vacas una temperatura de 38.5°C.



Gráfica 10. Resultados obtenidos en el T2 respecto a las mediciones de la temperatura rectal en el mes de agosto tomada por la mañana.

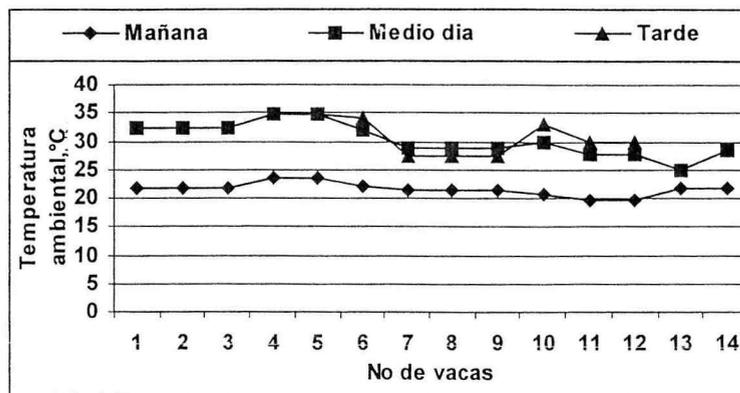
Los resultados de la temperatura rectal matutina para el T2 en julio y T2 en agosto fueron similares. Esto indica que la temperatura matutina no influyó sobre el porcentaje de preñez, tal vez lo que si contribuye fue que a estas vacas se les aplicó una dosis de semen, ya que el porcentaje de preñez fue más bajo.

En lo que se refiere a la temperatura ambiental el T1 en el mes de julio se muestra en la Gráfica 11 donde la temperatura promedio durante la mañana fue de 22.29°C, al medio día de 27.99°C y por la tarde de 30°C.



Gráfica 11. Resultados obtenidos en el T1 en el mes de julio para la temperatura ambiental.

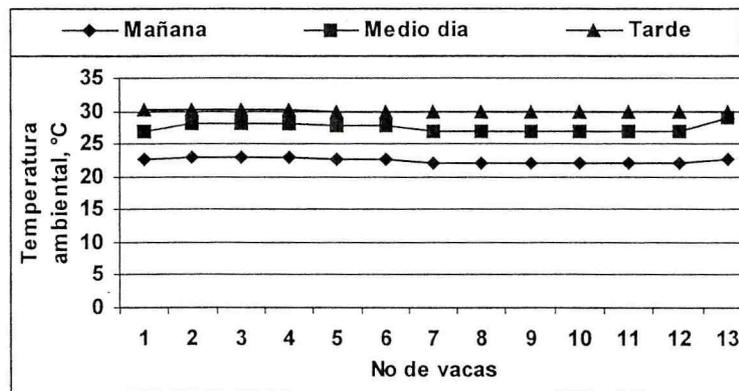
Los resultados obtenidos en el T1 en el mes de agosto para la temperatura ambiental se muestran en la Gráfica 12 donde la temperatura promedio durante la mañana fue de 21.5°C, al medio día de 30.1°C y por la tarde de 30.93°C.



Gráfica 12. Resultados obtenidos en el T1 en el mes de agosto para la temperatura ambiental.

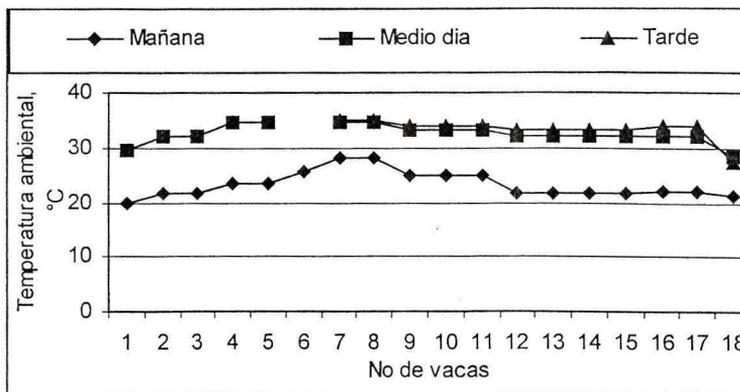
Una vez más el porcentaje de gestación fue más alto en el mes de julio que en el mes de agosto. Du Preez (2000) indica que pequeñas diferencias en la temperatura ambiental se refleja en el estado reproductivo del animal.

Para el T2 en el mes de julio para la temperatura ambiental se muestran en la Gráfica 13 donde la temperatura promedio durante la mañana fue de 22.40°C, al medio día de 27.46°C y por la tarde de 30°C.



Gráfica 13. Resultados obtenidos en el T2 en el mes de julio para la temperatura ambiental.

Los resultados obtenidos en el T2 en el mes de agosto para la temperatura ambiental se muestran en la Gráfica 14 donde la temperatura promedio durante la mañana fue de 23.58°C, al medio día de 33°C y por la tarde de 34°C.



Gráfica 14. Resultados obtenidos en el T2 en el mes de agosto para la temperatura ambiental.

De igual manera se demostro que los porcentajes de preñez fue mejor en el mes de julio que también se reportó temperatura ambiental menor que en el mes de agosto.

LITERATURA CITADA

Aguilar V. A. y L. A. García. 2000. El Impacto Social y Económico de la Ganadería Lechera en la Región Lagunera. Grupo Industrial LALA, S.A. DE C.V. Séptima Edición. Marzo.

Al-Katanani Y.M., F.F. Paula Lopes., J. Hansen., 2002. Effect of season and exposure to heat stress on oocyte competence in Holstein cows. J. Dairy Sci. 85:390-396

Ambrose J. D., M Drost., R. L. Monson., J.J. Rutledge., M.L. Leibfried-Rutledge., M-J.Thatcher., T. Kassa., M. Binelli., P.J.Hansen., P.J. Chenoweth., W.W.Thatcher. 1999. Efficacy of timed embryo transfer with fresh and frozen in vitro produced embryos to increase pregnancy rates in heat-stressed dairy cattle. J. Dairy Sci. 82:2369-2376

Alnimer M., G. De Rosa, F. Grasso, F. Napolitano y A. Bordi. 2002. Effect of climate on the response to three oestrus synchronisations techniques in lactating dairy cows. Anim. Repr. Sci. Article in Press. 2241:1-12.

Aréchiga F. C., Galina H. C., Hernández C. J., Porrás A. A., Rangel P. L., Romo G. S., Saharrea M. A., Valencia M. J., Zarco Q. L. 1999. Mejoramiento Animal Reproducción Bovinos. División Sistema Universidad Abierta y Educación a

Distancia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.

Avendaño R.L., Molina R.L. y Correa C.A. 1990. Factores ambientales que influyen sobre la eficiencia reproductiva en un hato Holstein de Baja California. Reun. Nac. Inv. Pec. P. 447-11m

Badinga L., W. W. Thatcher, T. Diaz, M. Drost y D. Wolfenson. 1993. Effect of environmental heat stress on follicular development and steroidogenesis in lactating Holsteins cows. Theriogenology 39:797-810.

Breuel K. F., P. E. Lewis, F. N. Schrick, A.W. Lishman, E. K. Inskeep y R. L. Butcher. 1993. Factors affecting fertility in the postpartum cow: role of the oocyte and follicle in conception rate. Biol. Reprod. 48:655.

Cartmill J. A., S. Z. El-Zarcouny, B. A. Hensley, T. G. Rozell, J. F. Smith y J. S. Stevenson. 2001. An Alternative AI Breeding Protocol for Dairy Cows Exposed to Elevated Ambient Temperatures before or after Calving or Both. J Dairy Sci 84: 799-806

Dobson H. y R.F. Smith.1995. Stress and reproduction in farm animals. Journal of Reproduction and Fertility Supplement 49,451-461

Dobson H. Y R.F. Smith. 2000. What is stress, and how does it affect reproduction?. *Animal Reproduction Science* 60-61 743-752

Du Preez J. H. 2000. Parameters for the determination and evaluation of heat stress in dairy cattle in South Africa. Onderstepoort. *Journal of Veterinary Research*. 67: 263-271.

Ealy A. D., M. Drost y P. J. Hansen. 1993. Developmental changes Embryonic Resistance to Adverse Effects of Maternal Heat Stress in Cows. *J Dairy Sci* 76: 2899-2905

→ Fuquay J. W. 1981. Heat stress as it affects animal production. *J. Anim. Sci.* 52:164.

Gu Y., Y. Rikihisa y Y. C. Lin. 1989. Inhibitory effect of gossypol (GP) on steroid metabolic pathways in cultured bovine luteal cells (BIC). *Biol. Reprod.* 40:59.

→ Guzeloglu A., J. D. Ambrose, T. Kassa, T. Diaz, M. J. Thatcher y W. W. Thatcher. 2001. Long-term follicular dynamics and biochemical characteristics of dominant follicles in dairy cows subjected to acute heat stress. *Animal Reproduction Science* 66: 15-34

Hansen P. J. 1994. Causes and possible solutions to the problem of heat stress in reproductive management of dairy cows. National Reproduction Symposium. Pittsburg, PA. Ed. E. R. Jordan. P. 161-170.62m

Hansen P. J. 1997. Effects of environmental on bovine reproduction. In Current Therapy in Large Animal Theriogenology p.p. 403-415. Ed. R. S. Youngquist. W. B. Saunders, Philadelphia.

Howell J.L., J. W. Fuquay y A. E. Smith. 1994. Corpus luteum growth and function in lactating holstein cows during spring and summer. J. Dairy Sci. 77:735-739

Johnson D. E. 1986. Climatic stress and production efficiency. Page 17 in Limiting the Effects of Stress on Cattle. Res. Bull. 512. Western Regional Res. Publ. No. 009 and Utah Agric. Exp. Stn., Logan.

Lee C. N. 1993. Environmental stress effects on bovine reproduction. Female Bovine Infertility 9:263-273.

Madan M. L. y D. Johnson. 1973. Environmental heat effects on bovine luteinizing hormone. J. Dairy Sci. 56:1420.

Magdub A., H. D. Johnson y R. L. Belyea. 1982. Effect of environmental heat and dietary fiber on thyroid physiologic of lactating cows. J. Dairy Sci. 65:2323.

Mellado Miguel. 1995. Respuesta fisiológica, producción de leche, eficiencia reproductiva y salud del ganado lechero expuesto a temperaturas ambientales elevadas. Vet. Méx. 26 (4) p 389-399

Nickerson S. C. 1987. Mastitis management under hot humid conditions. Page 32 in Proc. Dairy Herd Manage. Conf., Macon, GA. Univ. Georgia, Athens.

PIAL (Patronato para la Investigación Agropecuaria de la Laguna). 2003. Análisis de las perspectivas de la industria lechera en la Comarca Lagunera. Revista oficial de la unión ganadera regional de la Laguna. Año 7. Volumen 48. Noviembre-Diciembre 2003.

Pursley J. R., M. R. Kosorok y M. C. Wiltbank. 1997. Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. J Dairy Sci; 80 (2): 301-306

Putney D. J., W. W. Thather, M. Drost, J. M. Wright, y M. A. De Lorenzo. 1988. Influence of environmental temperature on reproductive performance of bovine embryo donors and recipients in the southwest region of the United States. Theriogenology 60:905.

SAGARPA. 2004. Anuario estadístico de producción agropecuaria. 2003. Sistema de Información Agropecuaria. Región Lagunera Coahuila-Durango. Alianza para el Campo. Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural. Cd. Lerdo, Dgo.

Stevenson J. S., E. P. Call., R. K. Scoby y A. P. Phatak. 1990. Double Insemination and Gonadotropin-Releasing Hormone Treatment of Repeat-Breeding Dairy Cattle. *J Dairy Sci* 73: 1766-1772

Tarazon-Herrera M., J.T. Huber, J. Santos, H. Mena, L. Nusso y C. Nussio. 1999. Effects of bovine somatotropin and evaporative cooling plus shade on lactation performance of cows during summer heat stress. *J. Dairy Sci.* 82:2352-2357

Thatcher W. W., F. Moreira, J. D. Ambrose, C.A. Risco y R. L. de la Sota. 1997. Manejo reproductivo de hatos lecheros bajo estrés calórico. III Ciclo de Conferencias Internacionales sobre Nutrición y Manejo. P29-50

Trout J. P., L. R. McDowell y P. J. Hansen. 1998. Characteristics of the Estrous Cycle and Antioxidant Status of Lactating Holstein Cows Exposed to Heat Stress. *J Dairy Sci* 81: 1244-1250

Verbeck R., F. I. Smith and V. D. Armstrong. 1994. Heat stress in dairy cattle. New México State University and the department of agriculture cooperating. 156m

West J.W. 1999. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. *J. Anim. Sci.* 77 (suppl. 2): 21.161m

West J. W., B. G. Mullinix, T. G. Sandifer. 1991. Changing dietary balance for dietary cows in cool and hot environmental. *J. Dairy Sci.* 74:1662.

Willard S., S. Gandi, S. Bowers, K. Graves, A. Elias, C. Whisnant. 2003. The effects of GnRH administration postinsemination on serum concentrations of progesterone and pregnancy rates in dairy cattle exposed to mild summer heat stress. *Theriogenology* 59: 1799- 1810

Wilson S. J., R.S. Marion, J.N. Spain, D.E. Spiers, D.H. Keisler y M.C. Lucy.1998. Effects of controlled heat stress on ovarian function of dairy cattle. 1. Lactating cows. *J. Dairy Sci.* 81:2124-2131

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

Wolfenson D., Z. Roth y R. Meidan. 2000. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. *Animal Reproduction Science* 60-61 535-547