

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



**Impacto de las condiciones climáticas sobre la tasa de concepción de vacas
Holstein tratadas con somatotropina en Torreón, Coahuila**

Por:

JOSÉ MANUEL ORTIZ PINEDA

TESIS:

**Presentada como requisito parcial para
Obtener el título de:**

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila,

Abril del 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL

Impacto de las condiciones climáticas sobre la tasa de concepción de vacas Holstein
tratadas con somatotropina en Torreón, Coahuila


Por:
JOSE MANUEL ORTIZ PINEDA

TESIS:

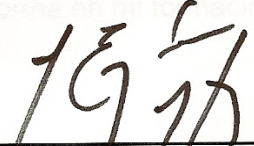
Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como Requisito Parcial
para Obtener el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

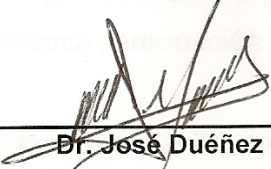
Aprobada por:



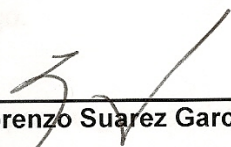
Dr. Miguel Mellado Bosque
Asesor principal



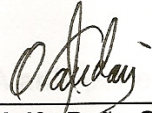
Dr. José Eduardo García Martínez
Sinodal



Dr. José Duéñez Alanís
Sinodal

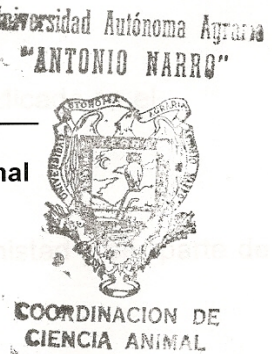


M. c. Lorenzo Suárez García
Suplente



Ing. José Rodolfo Peña Oranday
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila.
Marzo del 2009



AGRADECIMIENTOS

Te agradezco a ti **SEÑOR** por darme la oportunidad de estudiar, por cuidarme en todo momento, por compartir mis alegrías y tristezas, por estar en mis triunfos y derrotas, por ayudarme a levantarme en mis tropiezos, por darme fuerza y sabiduría para el estudio y por guiarme por el buen camino, por todo eso y más te digo **GRACIAS DIOS MIO**.

A mi **ALMA MATER** por recibirme en su lecho desde el primer momento, por darme la oportunidad de formarme profesionalmente, por darme los recursos para poder obtener la herencia más grande de la vida, por todas las experiencias tanto gratas como malas, por todo lo aprendido y más Gracias.

A todos los **MAESTROS** que influyeron de una u otra forma en mi formación profesional durante mi estancia en la Universidad.

Agradecimiento especial al **Dr. Miguel Mellado**, por todo el apoyo brindado e importante participación en la realización de este trabajo.

Agradezco al **Dr. José Eduardo García Martínez**, por su gran amistad y por el tiempo brindado en el asesoramiento de este trabajo.

Agradezco al **Dr. José Duñez Alanís** por el tiempo dedicado en el asesoramiento del trabajo.

Agradezco al **M. c. Lorenzo Suárez García** por su amistad y ser parte de este trabajo como suplente.

Agradezco especialmente al **Ing. Francisco Ortiz Serafín y Familia** por su gran amistad brindada durante mi estancia en la universidad.

Agradecimiento especial al **ING. Jesús Mata Monsiváis** por brindarme su apoyo, amistad y soportarme durante mi estancia en la **selección de fútbol rápido Gracias.**

De igual manera al † **ING. Víctor Ibarra Gonzales** por brindarme su amistad, por soportarme durante mi estancia en la **Selección de soccer Gracias.**

A todos mis compañeros de la CVI Generación, a mis paisanos, a mis Amigos: Virginio, Ramón, Carlos Eduardo, Angélica, Marcos Iván, Toribio, Agustín, Mario, Juan Ángel, Hugo casco, orbelio Do Santos, Colomo, Tapia, Luis Herrera, Gumercindo, Toñito, Héctor Contreras, Abel, José Luis, Kuiso, Gumaro, Edvino, Amauri, Moni, Paco, Ana, Carmen, Areli, Daniel, Arturo, Penagos, Vladimir, Simoni, Paco, Benito, por su amistad y con quienes compartí momentos inolvidables y a todas las personas que me apoyaron y a las que omití involuntariamente.

Por todo Gracias.....

Un Agradecimiento Especial para **mi Amiga Saltillense Esmeralda Barrios Aguilar** por su amistad incondicional y por apoyarme en todo momento, gracias Engendro por todo que dios y la virgen de Guadalupe te bendigan a ti y toda tu familia.

DEDICATORIA

Dedico no solo este trabajo, sino todos mis logros obtenidos a las dos personas que **AMO** y que son las más importantes de mi vida, **MIS PADRES**, primeramente por darme la vida, que con grandes sacrificios me han educado, por la confianza brindada, por enseñarme a ser una persona responsable. Por lo que ahora vemos la cosecha de algo que sembramos juntos por todo eso y más, **Que Dios me los bendiga hoy y siempre y me deje disfrutarlos por muchos años más.**

MA. ELENA PINEDA GARCÍA

PROF. VÍCTOR MANUEL ORTIZ PÉREZ

De igual manera les dedico este trabajo a mis hermanos que siempre me han apoyado en todo momento tanto en las buenas como en las malas, por su paciencia y confianza brindada, porque mis logros son sus logros **Gracias.**

VÍCTOR HUGO ORTIZ PINEDA

MA. ELENA ORTIZ PINEDA

También Agradezco **A mi Cuñada y A la Hermosa Sobrina que tengo** por su apoyo y confianza brindada que dios me los bendiga por siempre.

ELSA EDITH HERRERA MOLINA

PAOLA NICOLE ORTIZ HERRERA

Agradecimiento especial **A mis Abuelos** que me apoyaron en todo momento, brindándome su confianza y deseándome lo mejor, por todo eso mil gracias les doy, que Dios y La Virgen de Guadalupe me los cuiden por siempre.

LUISA GARCÍA GARCÍA

VELEN PINEDA GARCÍA

† FRUCTUOSO ORTIZ MAYA

† NICOLASA PEREZ MACEDO

De igual manera un agradecimiento especial **a todos mis tíos** que de alguna manera me brindaron su apoyo y sus palabras de aliento para sobresalir ante todos los obstáculos que se me presentaron en mi camino, a todos los llevo en el corazón mil gracias por ser como son.

Y a todas las personas que de una u otra forma han influenciado en mí para poder terminar satisfactoriamente mis estudios Gracias a todas ellas.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	v
INDICE DE CONTENIDO	vii
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS E HIPOTESIS	4
REVISION DE LITERATURA	5
MATERIALES Y METODOS	9
Ubicación	9
Animales y su manejo	9
Datos meteorológicos	10
Análisis estadístico	10
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
CONCLUSIONES	17
RESUMEN	18
LITERATURA CITADA	19

INTRODUCCIÓN

Como ya es sabido, existen zonas tropicales y subtropicales en México donde se presentan temperaturas elevadas durante el verano en diferentes regiones del país, ya que este factor es de gran interés en la productividad y tasa de concepción en vacas lecheras estabuladas.

Se tiene conocimiento que el potencial genético de las vacas lecheras se aprovecha en una forma limitada en zonas de intenso calor, y esto conlleva a que la fertilidad y salud de los mismos se vea afectada marcadamente en las zonas tropicales. Esta situación se debe a la baja calidad nutricional del forraje y a la gran susceptibilidad a enfermedades, lo cual provoca en los animales una disminución en el consumo de alimento así como el mecanismo para regular su temperatura corporal.

En regiones con clima tropical y subtropical se ha documentado el efecto de las altas temperaturas sobre la tasa de concepción en vacas lecheras estabuladas o en pastoreo; en regiones del norte del país el porcentaje de concepción durante los meses más calurosos del año ha descendido hasta un 20% en comparación con el 54% presentado durante los meses más fríos del año (Badinga *et al.*, 1985).

No debe de sorprender que las vacas lecheras sean muy susceptibles al estrés térmico cuando la temperatura supera los 26° C por más de 16 horas, porque tanto el consumo de alimento como la producción láctea tienden a declinar; Esta reducción se manifiesta en mayor intensidad en vacas con lactación temprana y en aquellas con alta capacidad de producción de leche.

Otra consecuencia del estrés calórico son las alteraciones hormonales tales como la disminución de la tiroxina (T4) lo cual afecta el desarrollo mamario, la lactogénesis y la producción de leche, así también la disminución del flujo sanguíneo hacia la glándula mamaria, lo cual evita la transferencia de nutrimentos hacia la ubre, afectando la composición de la leche, disminuyendo el porcentaje de grasa y proteína y aumentando el contenido de cloro (West, 2003).

En el aspecto reproductivo en condiciones de hipertermia las vacas de raza europeas presentan celos más cortos (alrededor de 10 horas), presentan celos menos visibles (nocturnos), Además, el estrés calórico pone en riesgo la supervivencia del embrión ya que reduce la sensibilidad de este a las altas temperaturas durante los primeros 3-7 días de vida, aun cuando el embrión logre sobrevivir a estas temperaturas superiores a 35° C, el desarrollo del feto puede verse afectado (Biggers *et al.*, 1999).

El efecto de la temperatura sobre la reproducción de las vacas Holstein se ha documentado en muy pocos lugares de México, por lo que es de sumo interés conocer y/o averiguar si la temperatura prevaleciente en Torreón Coahuila, tiene, en ciertas épocas del año, algún efecto negativo sobre la reproducción de las vacas Holstein estabuladas.

Palabras claves: Tasa de concepción, Estrés calórico, Temperatura, Fertilidad

Objetivo

- ♣ Determinar el impacto de la temperatura ambiental y estación del año sobre el comportamiento reproductivo de vacas Holstein tratadas con somatotropina durante la lactancia en Torreón, Coahuila.

Hipótesis

- ♠ Vacas expuestas a temperaturas superiores a 26° C reduce la tasa de concepción en vacas Holstein manejadas intensivamente y tratadas con somatotropina.

REVISIÓN DE LITERATURA

La declinación de las tasas de preñez en vacas lecheras en las estaciones cálidas del año ha sido ampliamente documentada (Wolfenson *et al.*, 2000; Kadzere *et al.*, 2002). Bajo condiciones subtropicales en el verano, la tasa de concepción se reduce hasta en un 10% (Cavestany *et al.*, 1985).

El ganado lechero es altamente susceptible a las altas temperaturas, prueba de ello es la reducción en fertilidad cuando este ganado es encuentra en climas tropicales 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).

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).

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 blastocito (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- τ (IFN- τ) u otros productos celulares, necesarios para el reconocimiento materno de la gestación (Putney *et al.*, 1988).

En un estudio de Ealy *et al.* (1994) que comprendió cuatro experimentos, se determinó si el enfriamiento artificial de las vacas durante la maduración final del ovocito y el desarrollo temprano del embrión, o la inyección de vitamina E al momento de la inseminación artificial prevenían los efectos adversos del estrés calórico. La aplicación de la vitamina E (3000 IU) al momento de la inseminación durante el verano en Florida. El enfriamiento de las vacas no afectó la efectividad de detección de celos de las vacas, pero este tratamiento aumentó ligeramente la tasa de preñez (8 de 50 vacas; 16.0%) comparadas con vacas que tenían acceso de sombra (2 de 32 vacas; 6.2%).

El objetivo de un estudio de Wilson (1998) fue determinar los efectos del estrés calórico controlado sobre la función ovárica de las vacas lactantes. El estro se sincronizó (estro, día 0) y las vacas se distribuyeron aleatoriamente a estrés térmico (n = 11; 29° C, 60% humedad relativa) o ambiente termoneutral (n = 11; 19°C, 60% humedad relativa).

De Rensis (2003) indica que en las vacas lecheras inseminadas durante los meses más calientes del año hay una disminución en fertilidad. Este autor menciona que diferentes factores contribuyen a esta situación, siendo la más importante la alta temperatura y humedad que resulta en una disminución del apetito. El calor reduce el grado de predominio de la selección del folículo dominante y en este se reduce la capacidad esteroidogénica en las células de la granulosa con la consecuente disminución de la concentración de estradiol en la sangre. Los niveles de progesterona en plasma pueden ser incrementados o no, dependiendo del clima, si el estrés térmico es agudo o crónico, y del estado metabólico del animal. Este cambio endocrino reduce la actividad folicular y altera el mecanismo de ovulación, destacando por una disminución en la calidad del embrión.

El apetito y el consumo de materia seca se reducen por el calor, lo que prolonga la ocurrencia del celo postparto y contribuye al balance negativo de energía particularmente en vacas de alta producción. El mismo autor señala que la utilización de sistemas refrescantes para las vacas puede tener un efecto benéfico en la fertilidad en las vacas, aunque este tratamiento es incapaz de conseguir la fertilidad conseguida en invierno. El autor concluye que el uso de gonadotropinas para inducir el crecimiento o desarrollo folicular y ovulación pueda disminuir el anestro postparto y la baja fertilidad en las vacas lecheras.

Moore *et al.* (1992) estudiaron los efectos tardíos del estrés calórico en la gestación sobre los rasgos productivos y reproductivos postparto. Estos autores usaron registros de DHI que incluían 341 lactancias de seis sitios en Mississippi. Los datos climatológicos fueron colectados de estaciones meteorológicas cerca de los sitios. Las variables consideradas fueron la edad en el parto, el número de lactancia, temperaturas máximas ($>32.2^{\circ}$ C) durante los períodos 30 y 60 d preparto, y la precipitación 30 y 60 d preparto. Los meses y sitios eran variables indicadoras. Las variables dependientes fueron la producción de leche y grasa al inicio, mitad y final de la lactancia; días para alcanzar el punto máximo de producción de leche, días abierto; servicios por concepción, y peso corporal. La edad al parto afectó la producción de leche y grasa, así como los servicios por concepción a la mitad y final de la lactancia.

La temperatura máxima 60 de preparto tuvo la mayor influencia negativa sobre variables de producción. Los días abiertos fueron más altos para julio que para vacas que parieron en agosto o septiembre. Los sitios tuvieron efectos sobre la producción de leche y grasa y algunos rasgos reproductivos. Los autores concluyeron que el estrés calórico en los 60 últimos días de gestación tiene efectos negativos sobre algunas variables de producción.

La elevación de la temperatura ambiental, de la humedad y de la radiación solar unida a la baja calidad de los forrajes, características propias de las zonas tropicales, se correlaciona negativamente con la eficiencia reproductiva, lo cual se evidencia por alteraciones en la concentración hormonal. Shearer y Beede (1991), indican que las vacas alojadas en ambiente con sombra presentan concentraciones de P_4 mayores que las vacas sin sombra, durante la fase luteal del ciclo estrual. Además la elevación del estradiol durante el pro-estro es ligeramente menor que la observada en vacas bajo sombra observándose una disminución en el pico pre-ovulatorio de LH.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación

El presente trabajo se llevó a cabo en una explotación comercial de Torreón, Coahuila. La temperatura media de la región es de 21.7° C, con una altura de 1120 metros sobre el nivel del mar, y con un promedio de precipitación anual de 227 mm.

Animales y su manejo

Se utilizaron 5460 inseminaciones de vacas Holstein pluríparas de un alto potencial lechero. Las vacas se manejaban en forma intensiva, ofreciéndoseles heno de alfalfa y concentrado 3 veces por día, de acuerdo a sus requerimientos nutricionales en sus diferentes etapas fisiológicas. Después de 50 días de lactancia, las vacas empezaban a inseminarse una vez que se presentaba el celo natural. Todos los servicios fueron registrados. Cuarenta días después de la inseminación las vacas eran palpadas rectalmente para la detección de preñez.

Datos meteorológicos

El establo contaba con su propia estación meteorológica, por lo que los datos de temperatura máxima y humedad fueron registrados durante la duración del presente estudio. La temperatura y humedad se combinaron para establecer el siguiente índice:

$$I TH = bs - (0.55 - 0.55 HR) (bs - 58)$$

Donde ITH es el índice temperatura humedad; bs es temperatura máxima (bulbo seco) y HR es la humedad relativa.

Análisis estadístico

Se consideraron las siguientes variables independientes: temperatura e índice temperatura humedad al momento de la inseminación artificial, tres días previos a la inseminación y tres días posteriores a la inseminación. La temperatura máxima al momento de la inseminación se agrupó en las siguientes categorías: menos de 24, 24-27, 27-30, 30, 33, 33-36 y más de 36 C. Respecto al índice temperatura humedad, este comprendió las siguientes categorías: 70-75, 75-80, 80-85, 85-90 y más de 90.

Se llevaron a cabo análisis de regresión polinomiales y se determinó el coeficiente de determinación para las asociaciones entre tasas de concepción y temperaturas máximas o índices de temperatura humedad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tasa de concepción general de las vacas en este estudio, independientemente de las condiciones climáticas fue de 32%, lo cual indica un pobre desempeño reproductivo de las vacas. Las bajas tasas de concepción de estos animales se atribuyen fundamentalmente a las temperaturas ambientales elevadas características de esta parte del país.

En la Figura 1 se presenta la asociación entre el índice temperatura humedad del día de la inseminación y la tasa de concepciones de las vacas. Con índices entre 70 y 85 las tasas de concepciones no se vieron afectadas, pero al alcanzarse las 85 unidades, el porcentaje de concepción fue bajando paulatinamente; cuando éste alcanzó el 95, el porcentaje de concepción bajó hasta 15.17.

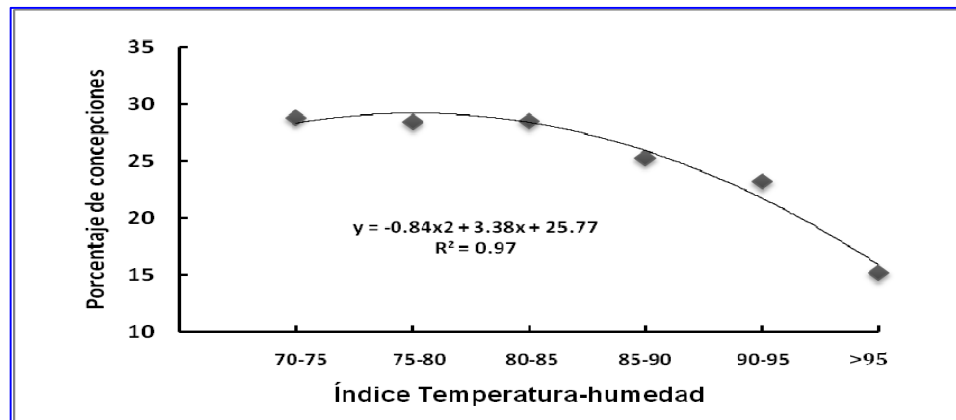


Figura 1. Asociación entre el índice temperatura humedad el día de la inseminación y la tasa de concepciones de vacas Holstein tratadas con somatotropina durante la lactancia en Torreón, Coahuila.

En la Figura 2 se observó algo inesperado que no tiene una clara explicación, ya que cuando se presentó un menor estrés calórico tres días antes de la inseminación (índice menor a 70) el porcentaje de concepción fue sorprendentemente bajo, mientras que a mayor estrés calórico aumentó el porcentaje de concepción. No se tiene una explicación para esta respuesta, ya que se esperaría un resultado muy similar al obtenido con los índices al momento de la inseminación. Dada la naturaleza de la ecuación de regresión (cúbica) pudiera ser que la temperatura y humedad antes de la inseminación realmente no tenga ninguna importancia para las vacas en esta zona.

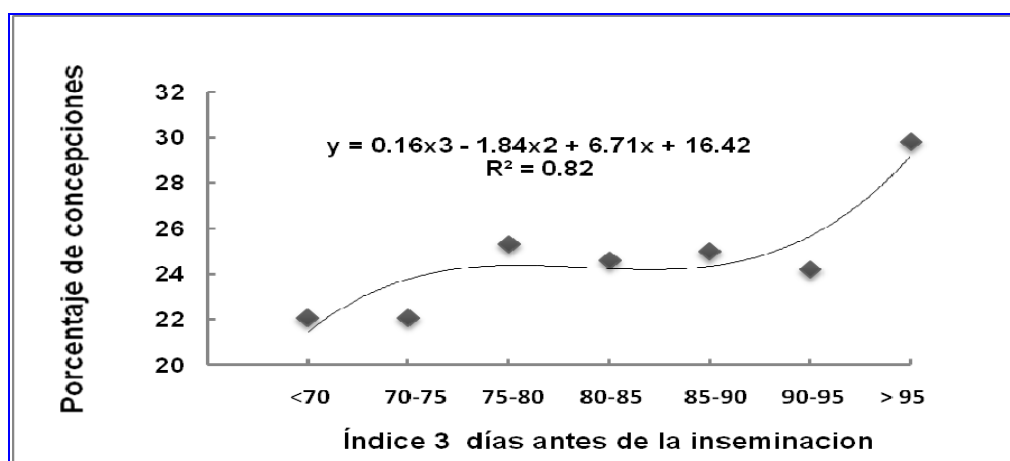


Figura 2 Asociación entre el índice temperatura 3 días antes de la inseminación y la tasa de concepciones de vacas Holstein tratadas con somatotropina durante la lactancia en Torreón, Coahuila.

Al analizar el índice temperatura humedad tres días después de la inseminación se presentó nuevamente una relación cúbica, con menores tasas de concepción sin estrés calórico, tasas de concepción moderadas con ligero estrés térmico y mayores tasas de concepción con el máximo estrés climático

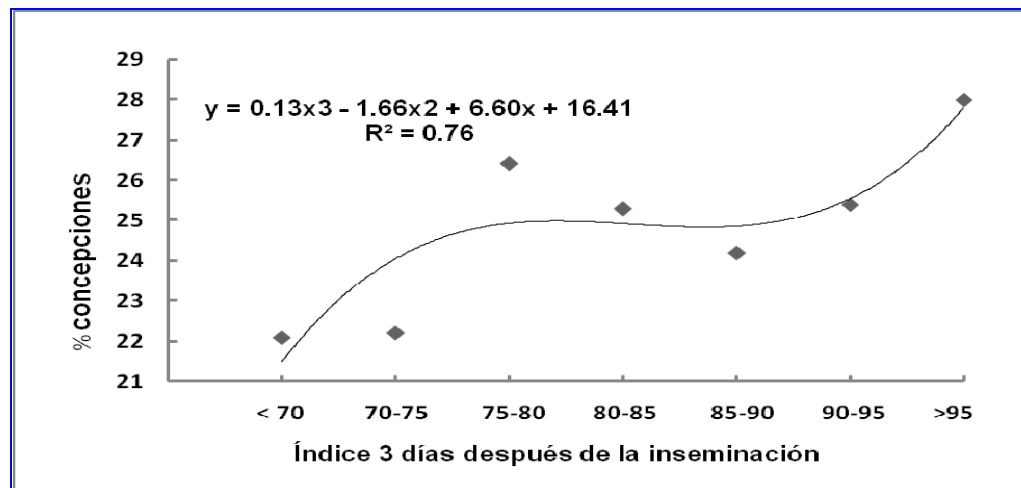


Figura 3 Asociación entre el índice temperatura 3 días después de la inseminación y la tasa de concepciones de vacas Holstein tratadas con somatotropina durante la lactancia en Torreón, Coahuila.

En condiciones in vivo, el estrés calórico durante los días 1 al 7 después del estro afecta el desarrollo embrionario en vacas superovuladas. (Edwards y Hansen, 1997), por lo que se esperaría una menor tasa de preñez con el aumento de las condiciones climáticas desfavorables. Otros investigadores también han documentado el efecto negativo de las altas temperaturas sobre la sobrevivencia del embrión (De Rensis and Scaramuzzi, 2003), siendo los días 4 a 6 postconcepción los más críticos (Santos *et al.*, 2004).

Se presume que el índice temperatura humedad antes y después de la inseminación no tiene una relación causa efecto con las tasas de preñez. Otra explicación de la bizarra asociación entre el índice y la tasa de preñez pudiera ser el índice mismo, ya que existen numerosas fórmulas para éste, y pudiera ser que no se escogió el más adecuado para este estudio.

En la Figura 4 se muestra que las temperaturas máximas al momento de la inseminación, inferiores a los 30°C no modificaron las tasas de concepción de las vacas. Sin embargo, temperaturas superiores a los 30° C deprimieron sensiblemente la tasa de concepciones, tal como lo reportó Cavestani *et al.* (1985). El estrés calórico en estas vacas es más agudo que en vacas no tratadas con somatotropina, porque el uso de esta hormona causa un incremento en la temperatura corporal (Cole and Hansen, 1993), lo cual es un efecto independiente de la producción de leche (Cole and Hansen, 1993).

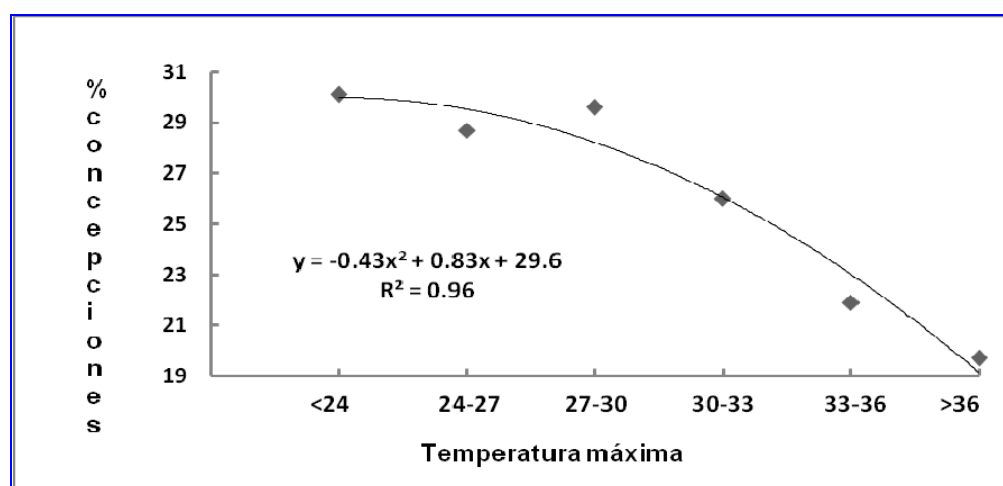


Figura 4 Asociación entre la temperatura y la tasa de concepciones de vacas Holstein tratadas con somatotropina durante la lactancia en Torreón, Coahuila.

Cabe mencionar que, a diferencia de estudios llevados a cabo en la Florida, donde la reproducción de las vacas empieza a ser afectada a los 26° C, en el presente estudio la declinación de la fertilidad se observó después de los 30° C. Esto parece deberse a la menor humedad relativa del área de Torreón, Coahuila.

En la Figura 5 se observa una declinación lineal de las tasas de concepción con el incremento de la temperatura ambiental 3 días antes de la inseminación. Estos datos indican que las temperaturas previas a la inseminación son determinantes para que las vacas queden preñadas. Las temperaturas elevadas previas a la inseminación artificial pudieran afectar la concepción por la temperatura elevada del útero, como ha sido demostrado por Gwazdauskas *et al.* (1973).

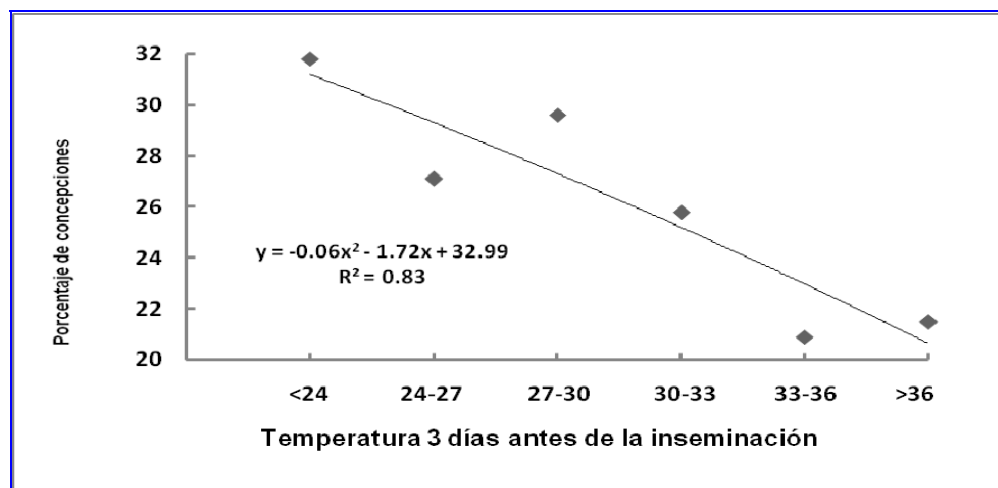


Figura 5. Tasa de concepción con el incremento de temperatura ambiental 3 días antes de la inseminación.

De igual manera, las temperaturas elevadas 3 días posteriores a la inseminación mostraron un efecto detrimental sobre las tasas de concepción. Lo anterior muestra que las temperaturas posteriores a la inseminación artificial tienen una influencia marcada sobre las tasas de concepción, aparentemente asociada a la sobrevivencia de embriones (Edwards and Hansen, 1997).

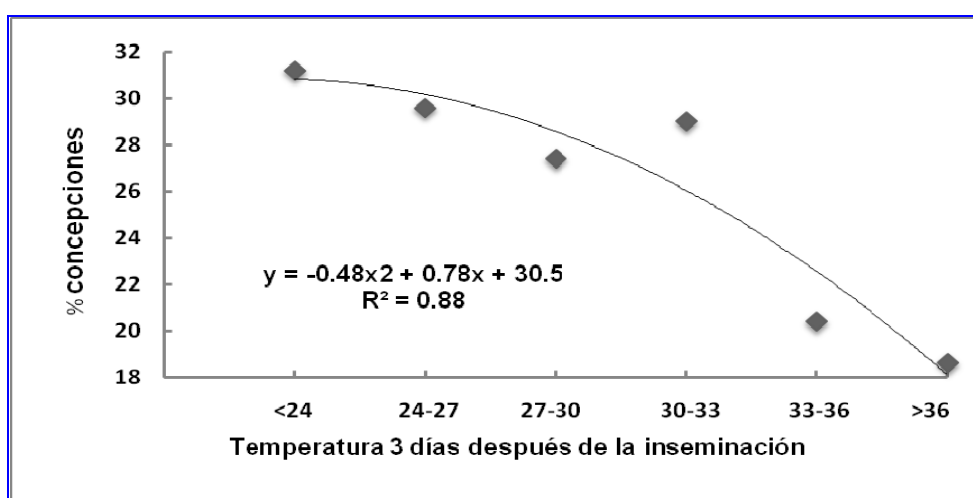


Figura 6 Tasa de concepción con el incremento de temperatura ambiental 3 días después de la inseminación.

CONCLUSIONES

Las temperaturas mayores a 30° C en la zona de Torreón Coahuila marcan el punto de inflexión de la curva de tasa de concepciones, reduciéndose esta variable hasta menos de 20% con temperaturas cercanas a los 40° C.

El índice de temperatura-humedad utilizado en el presente estudio no parece ser el más apropiado para estos experimentos, ya que tanto las asociaciones entre tasa de concepciones y temperaturas máximas antes o después de la inseminación fueron erráticas.

La asociación entre la temperatura máxima del día de las inseminaciones o el índice temperatura humedad con la tasa de concepciones fueron muy similares, por lo que, para Torreón, Coahuila, la corrección de la temperatura por la humedad no mejora la determinación del efecto del estrés calórico sobre las tasas de concepción.

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en una explotación comercial de producción de leche en Torreón, Coahuila. Se utilizaron 5460 inseminaciones de vacas Holstein pluríparas de un alto potencial lechero y manejadas en forma intensiva. Se consideraron las siguientes variables independientes: temperatura e índice temperatura humedad al momento de la inseminación artificial, tres días previos a la inseminación y tres días posteriores a la inseminación.

La temperatura máxima al momento de la inseminación se agrupó en las siguientes categorías: menos de 24, 24-27, 27-30, 30, 33, 33-36 y más de 36° C. Respecto al índice temperatura humedad, este comprendió las siguientes categorías: 70-75, 75-80, 80-85, 85-90 y más de 90. Con índices entre 70 y 85 las tasas de concepciones no se vieron afectadas, pero al alcanzarse las 85 unidades, el porcentaje de concepción fue bajando paulatinamente; cuando éste alcanzó el 95, el porcentaje de concepción bajó hasta 15.17.

En forma similar, las temperaturas máximas al momento de la inseminación, inferiores a los 30° C no modificaron las tasas de concepción de las vacas. Sin embargo, temperaturas superiores a los 30° C deprimieron sensiblemente la tasa de concepciones. Se concluyó que las temperaturas mayores a 30° C en la zona de Torreón, Coahuila marcan el punto de inflexión de la curva de tasa de concepciones, reduciéndose esta variable hasta menos de 20% con temperaturas cercanas a los 40° C.

LITERATURA CITADA

- ✚ Al-Katanani, Y.M., F.F. Paula-López, and P.J. Hansen. 2002. Effect of Season and Exposure to heat stress on oocyte competence in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 85: 390-396.

- ✚ Aréchiga F.C.F., Vázquez-Flores, S., Ortiz, O., Hernández-Cerón 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.

- ✚ Block, J., C.C. Chase, Jr. y P. J. Hansen (2002). Inheritance of resistance of bovine preimplantation embryos to heat shock: relative importance of the maternal versus paternal contribution. *Mol. Repro. Dev.* 63: 32-7.

- ✚ Cavestany, D., A.B. el-Wishy, and R.H. Foote. 1985. Effect of season and high environmental temperature on fertility in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 68:1471-1478.

- ✚ Cole, J. A., and P. J. Hansen. 1993. Effect of administration of recombinant bovine somatotropin on the responses of lactating and nonlactating cows to heat stress. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 203: 113–117.

- ✚ De Rensis F., and R.J. Scaramuzzi. 2003. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow—a review. *Theriogenology* Volume 60:1139-1151.

- ✚ Ealy, A.D. C.F. Aréchiga, D.R. Bray, C.A. Risco, and P.J. Hansen. 1994. Effectiveness of short-term cooling and vitamin E for alleviation of infertility induced by heat stress in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77:3601-3607

- ✚ Edwards, J.L., and P.J. Hansen, 1997. Differential responses of bovine oocytes and preimplantation embryos to heat shock. *Mol. Reprod. Dev.* 46: 138-145.

- Gwazdauskas, F. C., W.W. Thatcher, and C.J. Wilcox. 1973. Physiological, environmental, and hormonal factors at insemination which may affect conception. *J. Dairy Sci.* 56: 873–877.
- Hansen, P.J. y C.F. Arechiga (1999). Strategies for managing reproduction in the heat-stressed dairy cow. *J. Anim. Sci.* 77 Suppl 2: 36-50.
- 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.
- Jordan, R.E. (2003). Effects of Heat Stress on Reproduction. *J. Dairy Sci.* 86: E104-E114
- Kadzere, C.T., M.R. Murphy, N. Silanikove and E. Maltz. 2002. Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Liv. Prod. Sci.* 77: 59-91.
- Mellado, M. (1995). Respuesta fisiológica, producción de leche, eficiencia reproductiva y salud del Ganado lechero expuesto a temperaturas elevadas. *Vet. Mex.* 26:389-399
- Moreira, F., C. Orlandi, C.A. Risco, R. Mattos, F. Lopes, and W.W. Thatcher. 2001. Effects of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84: 1646–1659.
- in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84:1646–1659.in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84:1646–1659.Final del formulario
- Santos, J.E.P., S.O. Juchem, R.L.A. Cerri, K.N. Galvao, R.C. Chebel, W.W. Thatcher, C.S. Dei, and C.R. Bilby. 2004. Effect of bST and reproductive management on reproductive performance of Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87: 868–881.

- Putney, D.J., M. Drost, and W.W. Thatcher. 1988. Embryonic development in superovulated dairy cattle exposed to elevated ambient temperature between days 1 to 7 post insemination. *Theriogenology* 30:195-209.
- Santos, J.E.P. W.W. Thatcher, R.C. Chebel, R.L.A. Cerri, K.N. Galvão. 2004. The effect of embryonic death rates in cattle on the efficacy of estrus synchronization programs. *Anim. Repr. Sci.* 82-83:513-535.
- Wilson, S.J., R.S. Marion, J.N. Spain, D.E. Spiers, D.H. Keisler, and 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., Z. Roth, R. Meidan. 2000. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61:535-547.