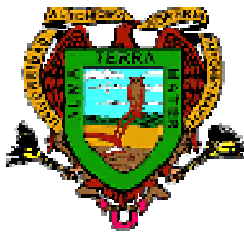


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL



**Efecto de la Temperatura Ambiental Sobre la Fertilidad en Vacas
Beefmaster en Soto la Marina**

Por:

GABRIEL ROCHA GARCIA

TESIS

Presentada como requisito Parcial para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Buenavista, Saltillo Coahuila México

Noviembre del 2008.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICION ANIMAL

Efecto de la Temperatura Ambiental en la Fertilidad en Vacas
Beefmaster en Soto la Marina

POR:

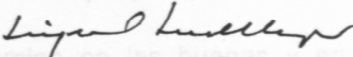
GABRIEL ROCHA GARCIA

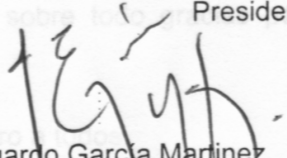
TESIS


Que se somete a consideración del H. jurado examinador como
requisito parcial para obtener el título de:

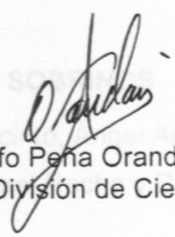
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA


APROBADA


Dr. Miguel Mellado Bosque
Presidente del jurado


Dr. Eduardo García Martínez
Asesor


MC. Camelia Cruz Rodríguez
Asesor


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


Buenavista, Saltillo Coahuila México
COORDINACION DE
CIENCIA ANIMAL

Noviembre del 2008.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Narciso Rocha y Manuela Garcia, por haberme dado la oportunidad de seguir adelante, por el apoyo incondicional que siempre me han brindado y sobre todo por la confianza que depositaron en mí.

Gracias por el sacrificio que han hecho para cumplir un paso más en mi vida y por el apoyo moral que me han dado para ser lo que soy y lo que quiero ser en un futuro.

Gracias por ser mis padres los quiero mucho.

A MIS HERMANOS

Antonia, Jorge, Rubén, Elvira y Angélica.

Por todo su apoyo, sus consejos y su paciencia.

Gracias por estar conmigo en las buenas y en las malas, gracias por escucharme y sobre todo gracias por no dejarme nunca solo a pesar de la distancia.

Los quiero a todos.

A MIS SOBRINOS

Jorge Luis Rocha, Daniela Jacinto, Ángel Adrian Goytia, Ariel González,
Emanuel Goytia, Israel Rocha y Diego Jacinto.

Por ser una adoración y unos inocentes niños que aun no saben lo que es la vida.

Tal vez ahorita no vean esto pero en un futuro sabrán que desde niños siempre los tomo en cuenta a todos

Gracias por darme alegría y paz.

A MIS ABUELOS

Natividad Garcia, Reymunda de la Fuente, Eusebio Rocha, Natalia.

Que aunque ya no los tengo siempre los llevo en mi pensamiento. A mi abuela Natalia Mata que gracias a dios todavía la tengo.

Gracias por sus consejos y sus regaños que de algo me sirvieron.

Nunca los olvidare.

AGRADECIMIENTOS

A toda mi familia (mis papas, hermanos, sobrinos, mis tíos, mis primos) por el gran apoyo que me dieron durante toda mi carrera.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por la oportunidad de estudiar y por todo lo que me dio durante toda mi estancia en el sus instalaciones.

Al Dr. Eduardo García por el apoyo que me dio durante mi carrera y por los conocimientos que compartió conmigo.

Al Dr. Miguel Mellado Bosque por la oportunidad y el apoyo que me dio para realizar este trabajo.

A la MC. Camelia Cruz por el apoyo que me dio en todo el tiempo que estuve en la universidad y por su colaboración con su revisión.

A Alejandra por su gran paciencia, por esperarme, por darme esa confianza y por todos los consejos que me dio.

A todos mis amigos

Sergio (matehualo), Alain (la gorda), Eleuterio (tello), Efren (el colgao), Eulalio (el sonso, Alberto Guerrero etc. Por su compañía y consejos, por estar conmigo cuando los necesite.

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pagina
1	Porcentaje de preñez en las vacas Beefmaster en función del mes de inseminación.....	21
2	Porcentaje de preñez de vacas Beefmaster en función de la temperatura el día de la inseminación.....	23
3	Porcentaje de preñez de vacas Beefmaster en función de la temperatura un día después de la inseminación.....	24
4	Porcentaje de preñez de vacas Beefmaster en función de la temperatura tres días después de la inseminación.....	24

INDICE DE FIGURAS

Figura		Pagina
1	Relación entre la temperatura máxima el día de la inseminación y la tasa de preñez de vacas Beefmaster.....	25

INDICE DE CONTENIDO

	Pagina
INDICE DE CUADROS.....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
I. INTRODUCCION.....	1-2
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	2
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
Estrés térmico y producción animal.....	4-5
Deterioro de la reproducción en ganado en estrés calórico: Aspectos básicos y aplicados.....	5-16
III. MATERIALES Y METODOS.....	17
Ubicación.....	17
Materiales.....	18
Instalaciones y manejo de los animales.....	18-19
Recopilación de información.....	19-20
IV. PROCEDIMIENTO.....	20
V. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	21-25
VI. CONCLUSIONES.....	26
VII. LITERATURA CITADA.....	27-31

PLABRAS CLAVE: Estrés calórico, Temperatura ambiental, Eficiencia reproductiva, Taza de concepción, Beefmaster, Producción animal.

INTRODUCCIÓN

Después de la conquista del Imperio Azteca (1524) se inició la introducción de los primeros bovinos en México. En 1997, México ocupaba el 7º lugar en producción de carne a nivel mundial. En Latinoamérica ocupa el 3er lugar en producción de carne, después de Brasil y Argentina.

Existe una gran variedad de razas en todo el mundo, que se crían en México para producción de carne. Una de ellas es la Beefmaster, la cual, a diferencia de otras razas que se desarrollaron en granjas chicas y hatos pequeños (20 a 30 vacas), se desarrolló en grandes extensiones de terreno semidesértico del sur de Texas. Se considera que el Beefmaster tiene en su composición genética, aproximadamente 50% Cebú, 25% Hereford y 25% Shorthorn.

El Beefmaster de la actualidad es un animal de tamaño mediano de excelente conformación cárnica que se aprecia grandemente en corrales de engorda por la excelente calidad de su carne y su ganancia diaria de peso. Esta raza es ampliamente utilizada en México tanto en zonas desérticas como en zonas tropicales. En ambos ecosistemas, la temperatura ambiental en las estaciones de primavera y verano es intensa.

En el ganado productor de leche se ha documentado ampliamente el efecto nocivo de la temperatura ambiental elevada sobre la fertilidad de las vacas. El impacto de la temperatura sobre la fertilidad de ganado productor de carne poco se ha estudiado, por lo que se consideró pertinente determinar la influencia de la temperatura ambiental, en un ambiente muy húmedo, sobre la fertilidad del ganado Beefmaster.

OBJETIVOS

Determinar el porcentaje de preñez en función de la temperatura del medio ambiente.

Determinar el porcentaje de preñez en función del mes que se inseminaron las vacas.

HIPÓTESIS

La temperatura ambiental afecta a la reproducción en vacas Beefmaster, de tal manera que existe una temperatura óptima donde se tiene mayor eficiencia reproductiva.

REVISIÓN DE LITERATURA

Las variables climáticas tienen importancia en la distribución de las especies, en ausencia de barreras geográficas abruptas (Hoffmann y Parson, 1991). Así, determinar si una zona geográfica particular tiene un clima limitante para el desarrollo de cierta especie, requiere un análisis cuidadoso del bioclima, lo que incluye la evaluación de la meteorología, tipo de vegetación nativa, las enfermedades y la adaptabilidad (bienestar) de los organismos al estrés ambiental (Johnson, 1987).

El bienestar se define como un estado de armonía física y fisiológica entre el organismo y su entorno, caracterizado por la ausencia de privación, estimulación adversa, o cualquier otra condición impuesta que afecte adversamente la salud y productividad del organismo. Otra definición de bienestar es la forma en que un organismo intenta adaptarse a su medio ambiente, mostrado en la respuesta fisiológica o de comportamiento que presenta (Broom, 1993).

El bienestar es difícil de definir, parece razonable asumir que aquellos organismos que se adaptan mejor a un medio ambiente particular,

pueden tener un mayor bienestar que aquellos que no lo hacen (Simm *et al.*, 1996). Los cambios fisiológicos y de comportamiento asociados con la respuesta de un organismo al estrés, han sido usados ampliamente como indicadores de bienestar, sobre la premisa de que si el estrés se incrementa, el bienestar disminuye (Diverio *et al.*, 1996).

Dentro de las respuestas fisiológicas, la temperatura corporal y la tasa respiratoria, indican el grado de eficiencia de los procesos termorreguladores del cuerpo, y por lo tanto, la habilidad de un organismo para continuar satisfactoriamente su rendimiento fisiológico bajo estrés calórico (Harris *et al.*, 1960). Así, el estrés medio ambiental productor de hipertermia en los animales, activa procesos fisiológicos compensatorios (Abdelatif y Ahmed, 1992).

Estrés térmico y producción animal

Está bien documentado que el estrés calórico disminuye la eficiencia productiva y reproductiva en los animales de la granja. Asimismo, se dispone de información para mitigar este estrés en la explotación de la ganadería en esas condiciones adversas. Sin embargo, los métodos prácticos para alcanzar los niveles deseados de comportamiento productivo

y reproductivo en zonas de alta temperatura y humedad no están bien definidos. Se necesita más información sobre el total de necesidades alimentarias de todos los animales de la granja en ambientes cálidos. El énfasis dietético debe ser el aumento de la ingesta para alterar los niveles de proteínas, aminoácidos y otros nutrientes para mejorar la conversión de los nutrientes en carne y leche. El aumento de la ingesta de nutrientes apoya a un mayor nivel de producción en animales más sensibles, en términos de eficiencia productiva, a las modificaciones ambientales, porque mejoran el confort. Esto debería ser especialmente pertinente en el trópico y subtropical húmedo y en otras regiones donde la producción de los animales decrece con las temperaturas elevadas. No hay información sobre los efectos de la temperatura ambiental en la eficiencia productiva de ganado Beefmaster, y sobre el efecto del grave estrés térmico sobre la reproducción de fenómenos no relacionados con la concepción de este ganado.

Deterioro de la reproducción en ganado en estrés calórico: Aspectos básicos y aplicados.

Wolfenson *et al.* (2000) indica que el estrés térmico (HS) es un importante factor que contribuye a baja fertilidad en vacas lecheras en ambientes calientes. Aunque modernos sistemas de refrigeración ya se utilizan en algunas explotaciones lecheras, la fecundidad sigue siendo baja. El predominio de los folículos grandes es suprimido durante HS, y la

capacidad de las células de la teca y células de la granulosa se ve comprometida. La secreción de progesterona por las células lúteas se reduce durante el verano, y en vacas sometidas a HS crónico; éste también se refleja en una menor concentración plasmática de progesterona. HS afecta la disminución de la concentración plasmática de LH y aumenta la de FSH, la cual se asocia con una reducción drástica en la concentración plasmática de inhibina. HS menoscaba la calidad de oocitos y embriones de desarrollo, y aumenta la mortalidad del embrión. Las altas temperaturas comprometen la función endometrial y alteran la función secretora de su actividad, lo que puede dar lugar a la terminación de la preñez. Además de los efectos inmediatos, efectos retardados de la HS se han detectado. Entre ellos, la dinámica folicular alterada, disminuye la producción de esteroides foliculares, y disminuye la calidad de los ovocitos y embriones desarrollados. Esto puede explicar la baja fertilidad del ganado durante el mes de otoño. Los tratamientos hormonales mejoran la baja fertilidad del verano, en cierta medida, pero no lo suficiente como para igualar la fertilidad del invierno. Un factor limitante es la incapacidad del alto rendimiento de la vaca lechera para mantener su temperatura corporal. Un protocolo de manipulación hormonal que induce el tiempo de la inseminación, mejora la tasa de preñez y reducir el número de días abiertos durante el verano.

De Rensis *et al.* (2006) llevaron a cabo un estudio para establecer el índice de valores temperatura-humedad, como una medida de confort térmico, de los días de 1 a 40 de gestación el cual podría estar asociada con la tasa de pérdida de embriones de vacas lecheras de alta producción. Los datos de 1391 preñeces se registraron. La preñez fue diagnosticada por ultrasonografía transrectal entre los días 34 y 45, y de nuevo 90 días después de la inseminación. La pérdida de embriones en el segundo diagnóstico de preñez, el día 90, resultó negativo y se registró en 7.8% (108/1391) de los preñeces. La media del índice de temperatura máxima y la humedad de se establecieron para cada vaca para los días 0 (día de la inseminación), 1, 2 y 3 después de la inseminación, y los promedios establecidos para días 0-3, 0-10, 11-20, 21-30 y 31-40 después de la inseminación. El manejo de la vaca y gestión de las variables anteriormente indicadas se correlacionaron significativamente con la pérdida temprana del feto. La contribución relativa de cada factor a la probabilidad de pérdida de preñez fue determinado utilizando modelos de regresión logística. Basados en la relación de probabilidad, una fuerte asociación con la pérdida de preñez de los factores cálidos, período de preñez (periodo cálido de mayo a septiembre frente frío de octubre a abril), preñez gemelar (como factores negativos: la relación de probabilidad de 3.1 y 3.4, respectivamente) y un cuerpo lúteo (como un factor positivo: relación de probabilidad 0.32) fue confirmado. La probabilidad de la pérdida embrionaria aumentó en un factor de 1.05 por cada unidad adicional de la temperatura máxima media-índice

de humedad en los días 21 a 30 de gestación. El análisis de regresión logística no reveló efectos significativos del índice temperatura-humedad de valores para el resto de períodos de la gestación. Los resultados de estos autores indican que el estrés térmico puede comprometer el éxito de la gestación durante el periodo de peri-implantación, de manera que a alta temperatura-humedad entre 21-30 días de gestación son un factor de riesgo para la posterior pérdida temprana del feto.

En un estudio de Moore (1882) se determinaron los efectos del estrés térmico a finales de la gestación, periodo posparto, etapa de producción y reproducción. Estos rasgos se calcularon a partir de registros utilizando DHI 341 lactancias de seis sitios en Mississippi. Los datos climatológicos fueron obtenidos de los registros de estaciones meteorológicas cercanos a los sitios. Usando análisis de regresión lineal múltiple, las variables de predicción por lactancia fueron la edad al momento del parto, número de lactación, máximo de días-grado (por encima de 32.2 °C) durante los períodos 30 y 60 días preparto, y las precipitaciones 30 y 60 días preparto. Meses y sitios fueron incluidos en el modelo. Las variables dependientes incluidas fueron la producción de leche y grasa durante la primera lactación, a mediados y finales de la lactancia, días al pico de la lactancia, días abiertos, servicios por concepción, y el peso corporal. Edad al momento del parto afectó la producción de leche y grasa a mediados y finales de la lactancia y servicios por concepción.

Grados-día durante 60 días preparto tuvo la mayor influencia negativa en las variables de producción de leche, su efecto estadístico se muestra en las predicciones de la leche y la producción de grasa al inicio y mitad de la lactación. Los días abiertos fueron más altos para el mes de julio para las vacas que parieron en agosto o septiembre. Los sitios afectaron la producción de leche y las mediciones de grasa y algunos rasgos reproductivos. Estos resultados indican que el estrés térmico en los últimos 60 días de la gestación tiene efectos negativos sobre algunas variables de producción.

Vasconcelos *et al.* (2006) evaluaron los factores que podrían afectar a la tasa de preñez después de la transferencia de embriones (ET) en vacas lecheras lactantes receptoras. El estudio se llevó a cabo en una granja lechera ubicada en Descalvado, SP, Brasil de octubre de 2003 a septiembre de 2004. 1037 vacas con CL fueron tratadas con una inyección de $\text{PGF}_{2\alpha}$, el 43.3% se detectaron en calor; 263 fueron asignadas previamente en el día de $\text{PGF}_{2\alpha}$ a IA y 186 para TE. La tasa de ovulación fue 85.7% (385/449). La tasa de preñez de las vacas con CL de IA y la transferencia de embriones beneficiarios fueron de 36.5% (84/230) y 58.7% (91/155) en el día 25, y el 33.0% (76/230) y 45.8% (71/155) en 46 días, respectivamente. Las pérdida embrionarias fueron del 9.5% (8 / 84) para el grupo de IA y 21.9% (20/91) para el grupo de TE. La producción de leche promedio fue de 31.4L/día/vaca. El promedio diario de la producción de

leche 7 días antes de la inyección de $\text{PGF}_{2\alpha}$ a 7 días después de TE tendieron a influir la tasa de preñez en los días 25 y 46. El promedio diario de la producción de leche a partir de la fecha de la transferencia de embriones a 7 días después influyó en la pérdida de embriones. Las vacas con mayor producción de leche presentaron menor probabilidad de preñez y mayor probabilidad de pérdida embrionaria. Las vacas con mayor número de días en leche tuvieron mayor probabilidad de preñez. Las vacas con mayor temperatura corporal rectal presentaron menor probabilidad de preñez y mayor probabilidad de pérdida embrionaria. La influencia de la alta producción de leche y la temperatura corporal sobre la fertilidad en vacas lecheras lactantes receptoras sugiere que estos efectos pueden ocurrir también después de que el embrión llega a la fase de blastocito.

Wolfenson *et al.* (1995) examinaron, en dos experimentos con vacas, los patrones de desarrollo folicular y la posición dominante en condiciones de estrés térmico. El ciclo estral fue programado para incluir dos ondas foliculares (onda 1 y 2). El día 1 del ciclo estral (día 0 = estro), las vacas fueron asignadas al azar a enfriarse (C, n = 6) o sujetas a calor (H, n = 6). En el experimento 1, el día 12 de PGF_2 se insertó un dispositivo intravaginal liberador de progesterona (1.9 g de progesterona) y éste fue removido el día 17. En el experimento 2, PGF_2 se inyectó en el día 14. Estructuras del ovario fueron examinadas diariamente por ecografía, y muestras de sangre se recolectaron en cada exploración. El Ciclo de

longitudes fueron 20 y 17 días en los experimentos 1 y 2, respectivamente. La media de las temperaturas máximas fueron superiores en vacas H (40.3 °C) que en C (38.8 °C). En el experimento 1, la tasa de aumento en el número de folículos grandes (≥ 10 mm) fue mayor en H que en las vacas C, lo que resultó en un 53% más folículos grandes en vacas H durante el ciclo 1; lo que se asoció con un menor número de folículos pequeñas y medianas (6-9 mm) entre los días 7 y 10 del ciclo. El estrés térmico provocó la disminución en el tamaño del folículo dominante de la primera ola y apresuró la aparición del folículo dominante de la segunda ola (preovulatorio) por 2 días.

Hansen *et al.* (2001) indican que la producción de embriones por superovulación es a menudo reducida en los períodos de estrés térmico. La asociada reducción en el número de embriones transferibles se debe a la reducción de superovulación, menor tasa de fertilización y la reducción de la calidad del embrión. También hay informes de que el éxito de procedimientos de fecundación *in vitro* se ha reducido durante los períodos cálidos del año. El estrés térmico puede comprometer los eventos reproductivos necesarios para la producción de embriones por la disminución de la expresión del comportamiento del estro, alterando el desarrollo folicular, comprometiendo la competencia de oocitos, e inhibiendo el desarrollo embrionario. Si bien la prevención de los efectos de estrés térmico puede ser difícil, existen varias estrategias para mejorar la

producción de embriones durante el estrés térmico. Entre estas estrategias están el cambiar los animales de instalaciones para reducir la magnitud del estrés térmico, la utilización de las vacas con mayor resistencia al estrés térmico (es decir, vacas con baja producción de leche o térmica a partir de razas adaptadas), y la manipulación de la fisiología y función celular para superar la nociva consecuencias del estrés térmico. Los efectos del estrés térmico sobre el comportamiento del estro pueden ser mitigados con la ayuda de la detección del estro o la utilización de tratamientos de sincronización de la ovulación para permitir el tiempo de transferencia de embriones. Hay algunas pruebas de sobrevivencia de embriones que puede mejorar la administración de antioxidantes y que los tratamientos farmacológicos pueden ser desarrollados que reduzcan el grado de hipertermia experimentada por las vacas expuestas a estrés térmico.

Rensis *et al.* (2003) indican que en vacas lecheras inseminadas durante los meses calurosos del año, hay una disminución de la fecundidad. Diferentes factores contribuyen a esta situación, los más importantes son una consecuencia del aumento de la temperatura y la humedad que se traducen en una disminución de la expresión del estro y una reducción en el apetito y la ingesta de materia seca. El estrés térmico reduce el grado de dominio de la selección de folículo y esto puede ser visto como la reducción de la capacidad esteroidal de la teca y las células de la granulosa y un descenso en las concentraciones de estradiol en sangre.

Los niveles de progesterona en plasma pueden aumentar o disminuir en función de si el estrés térmico es agudo o crónico, y sobre el estado metabólico del animal. Estos cambios endocrinos reducen la actividad folicular y la ovulación alterando el mecanismo folicular, lo que lleva a una disminución de los ovocitos y embriones de calidad. El medio ambiente uterino es también modificado, reduciendo la probabilidad de la implantación del embrión. El apetito y la ingesta de materia seca se reduce por el estrés térmico, por lo tanto, prolongar el balance negativo de energía en el período de postparto conduce al aumento del intervalo parto-concepción, en particular en vacas lecheras de alta producción. La utilización de sistemas de refrigeración puede tener un efecto benéfico sobre la fertilidad de las vacas lecheras, pero enfriando de esta manera a las vacas sigue sin poder alcanzar la fertilidad lograda en invierno. Estudios recientes sugieren que el uso de gonadotrofinas para inducir el desarrollo folicular y la ovulación puede reducir la severidad de la infertilidad post-temporada en las vacas lecheras.

En un estudio de Biggers *et al.* (1987) se utilizaron vacas Hereford y Angus x Hereford (n = 31) para determinar los efectos del estrés térmico sobre el desarrollo embrionario precoz y la sobrevivencia. Después de la aclimatación a la manipulación, las vacas fueron canuladas a través de la vena yugular en el día 7 y asignado a un grupo control (C), cámara de medio ambiente de 22 °C, 35% de humedad relativa (RH) o uno de los dos

tratamientos de estrés térmico. La temperatura ambiente se mantuvo a 37 °C durante 12 h seguida de una disminución de 33 °C para el resto del día en ambos grupos de tratamiento. La humedad relativa se mantuvo en 27% en el tratamiento 1 (TRT 1) y 38% en el tratamiento 2 (TRT 2). Del día 8 al 16, las mediciones diarias de la tasa de respiración (RES), la temperatura rectal (REC) y la ingesta de agua se registraron junto con muestras de sangre, que fueron analizadas para hematocrito (HEM) y la concentración plasmática de proteína (PP), la progesterona (P4), estradiol-17 β (E2), tiroxina (T4) y glucosa (GLU). El útero se recuperó y se lavó con solución salina el día 17 al recuperar el feto y contenido uterino. El feto (si esta presente) y el peso húmedo del cuerpo lúteo (CL) se determinaron. En las vacas sometidas a TRT 2 se aumentó RES y REC, mientras que HEM se redujo en comparación con las vacas testigo. La concentración plasmática de T4 se redujo en vacas de TRT 2 en comparación con el TRT 1, mientras que la concentración de P4 no difirió entre grupos. El peso del cuerpo lúteo húmedo se redujo en vacas bajo estrés calórico comparado con vacas testigo. Aunque el estrés térmico no alteró significativamente las tasas de preñez (C, 82; TRT 1, 67; TRT 2, 55%), el peso húmedo de los fetos se redujo con el estrés calórico. En comparación con vacas no preñadas, las vacas preñadas mostraron reducidas concentraciones de P4 en plasma. Los resultados indican que el estrés térmico durante la preñez precoz en el ganado bovino reduce el peso del cuerpo lúteo y posiblemente aumenta la mortalidad embrionaria.

Gary *et al.* (1976) señalan que diversas condiciones de estrés tienen un efecto adverso sobre la reproducción en la vaca lechera. Si bien los efectos de distintos ambientes (o meteorológicos) destacan sobre la reproducción. Varios autores han revisados los efectos de estrés térmico durante la gestión sobre la reproducción. Wagner (1952) ha sugerido posibles factores durante la gestión en grandes hatos lecheros que pueden ser estresantes y, a su vez, pueden afectar a la salud y la reproducción de la vaca.

Jordán *et al.* (2003) señalan que cuando el ganado lechero está sometido a estrés térmico, la eficiencia reproductiva disminuye. En vacas bajo estrés térmico se ha reducido la duración y la intensidad del estro, alterando el desarrollo folicular, además de presentarse problemas de desarrollo embrionario. Sin embargo, la medida de reducción en la eficiencia reproductiva durante el verano en los Estados Unidos o en otros lugares es difícil de evaluar, a menos que las medidas sean calculadas mensualmente, basadas en los resultados de las inseminaciones actuales más que como un promedio móvil anual. Métodos comunes para mejorar los efectos del estrés térmico son la refrigeración en forma de evaporadores, rociadores, ventiladores, o refrigeradores evaporativos. Los efectos negativos del estrés térmico se han identificado de 42 días antes a 40 días después de la inseminación, por lo que la refrigeración continua

debe ser proporcionada a las vacas. Se han desarrollado herramientas para la sincronización del estro, en gran medida para reducir la necesidad de la detección del estro. Las tasas de preñez fueron más coherentes en el tiempo de la temporada cuando los programas de inseminación artificial se han utilizado en comparación con la inseminación artificial después del estro detectado, aunque los efectos negativos del estrés térmico se siguen observando. Recientemente se ha observado, que con parto en el verano se reduce el éxito de una primera inseminación (entre 60 y 66 días postparto), aunque algunos investigadores han encontrado partos en el verano para tener un impacto positivo en los días abiertos. Otras técnicas que se han investigado para reducir el impacto negativo del estrés térmico sobre la reproducción incluyen la transferencia de embriones, la inducción cuerpo lúteo y el mestizaje con razas adaptadas al calor excesivo. Cada técnica tiene ventajas potenciales, pero no sin limitaciones o costos. Evaluaciones económicas comparativas de diversas combinaciones de estrategias para atenuar los efectos negativos del estrés térmico, tanto en la producción de leche y la reproducción son necesarios.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación

El presente trabajo se llevo acabo en el Rancho el Lucero en Soto la Marina Tamaulipas. En las coordenadas 27° 47 " Latitud Norte y 90° 12 " Longitud Oeste, con una altura de 25 msnm. Debido a que los meses más fríos del año, Diciembre y Enero, presentan una temperatura media de 17°C y por lo tanto inferior a 18°C, el clima es margin almente subtropical húmedo de acuerdo al sistema Köppen, se caracteriza por veranos largos y calurosos, a menudo la época más húmeda, y por inviernos moderados.

Los meses más cálidos son de Mayo a Septiembre con temperaturas medias en torno a los 29°C. Las precipitaciones son máximas de Agosto a Octubre, y mínimas de Febrero a Abril, y el total anual suma en promedio 730 mm con alrededor de 60 días de lluvia.

Materiales

La ganadería Lucero Beefmaster se inició en los 70's como una ganadería en principio de cría comercial en la Sierra de Maratines en Soto la Marina, años mas tarde se adquirieron vaquillas de registro y desde entonces se ha manejado un ható cuyo objetivo es producir reproductores (toretas y vaquillas) de registro. Actualmente cuenta con mas de 1,750 vientres registrados y 800 receptoras. En las cuales se realiza por medio de inseminación artificial, se llevan registros de los animales así como algunas variables del medio ambiente.

El presente trabajo se llevo acabo con la información recopilada durante todo el año (2007) en el rancho el Lucero en Soto la Marina Tamaulipas.

Instalaciones y manejo de los animales

La producción de este rancho es en forma extensiva, para lo cual cuenta con corrales de alambre de púas para los potreros en las cuales se aplica el pastoreo rotacional. Los animales son suplementados con concentrado en las épocas de escasez de forraje.

Se tienen corrales tubulares para el manejo de la sanidad, inseminación, transferencia de embriones, etc.

Los bebederos son naturales en lagunas y ríos, además de otros bebederos alimentados a través de tuberías.

Se cuenta con bodegas de material y planta de alimento.

La condición corporal de las vacas se monitorea permanentemente, de tal forma que las vacas nunca bajan de una calificación 6 (escala 1-9). La mayor parte de las vacas son inseminadas artificialmente con semen congelado de sementales de la misma explotación. Previo a la inseminación artificial, las vacas son inducidas al celo con el uso de progestágenos aplicados durante 9 días. Las inseminaciones se llevan a cabo luego de la detección de celo de las vacas.

Métodos

Recopilación de información:

Para obtener los datos se tomaron registros durante todo el año del 2007.

Los parámetros que se tomaron son:

- Fecha de servicio (día que se inseminó por primera vez).
- Fecha de segundo servicio.
- Fecha de tercer servicio.
- Fecha de cuarto servicio.
- Temperatura máxima cada día del año.
- Temperatura mínima cada día del año
- Precipitación en mm

Procedimiento

Después de la recopilación de los datos, se procedió a ordenar la fecha de inseminación, la temperatura máxima y mínima de dicha fecha.

La temperatura un día antes de cada inseminación.

Le temperatura un día después de cada inseminación.

La temperatura tres días antes de cada inseminación.

La temperatura tres días después de cada inseminación.

Ordenar el mes de inseminación.

Calcular los días entre primer servicio y la concepción (en animales que tenían más de un servicio).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 4.1. Se presenta el porcentaje de preñez en las vacas Beefmaster en función del mes de inseminación. Los mayores valores de preñez se obtuvieron para los meses de octubre, junio, Julio y agosto, cuyas cifras fueron diferentes ($P < 0.05$) a los valores registrados en los meses más frescos del año; y los menores para los meses de enero, febrero, marzo y noviembre.

Cuadro 4.1. Porcentaje de preñez en vacas Beefmaster en función del mes de inseminación.

Mes	No. Inseminaciones	% preñez (media de cuadrados mínimos)	Error estándar
Enero	16	0.06 ^a	0.10
Febrero	58	0.07 ^a	0.05
Marzo	78	0.37 ^b	0.05
Abril	103	0.34 ^{bd}	0.04
Mayo	195	0.65 ^{cd}	0.03
Junio	125	0.82 ^c	0.04
Julio	129	0.73 ^c	0.05
Agosto	81	0.68 ^c	0.04
Septiembre	193	0.79 ^c	0.04
Octubre	146	0.92	0.03
Noviembre	8	0.50 ^d	0.15

Es difícil precisar las causas de estas variaciones de preñez, ya que es posible que varios factores ambientales estén influyendo al mismo tiempo y en diferente intensidad, pudiendo haber una compensación entre los efectos de los diferentes factores involucrados. Entre los factores ambientales que posiblemente hayan sido determinantes en afectar la fertilidad en estos animales está principalmente la temperatura ambiental. Sin embargo, distinto a lo observado con las vacas lecheras (Cavestani *et al.* 1985) las temperaturas más frescas redujeron la tasa de preñez de las vacas en el presente estudio. Este es el primer estudio que muestra evidencias de que las altas temperaturas ambientales en Tamaulipas no tienen un efecto negativo sobre la tasa de concepción de las vacas Beefmaster.

Sorpresivamente se detectaron menores tasas de concepción en las vacas inseminadas los meses menos calurosos. Estos resultados deben tomarse con reserva, ya que el número de observaciones en los meses de invierno fueron muy limitadas, y es posible que estos resultados estén sesgados, por el bajo número de observaciones al final del año.

No se descarta, sin embargo, que las temperaturas frescas incidan negativamente en la reproducción de las vacas Beefmaster, ya que los genes cebú de esta raza, le confieren una adaptación al calor, y posiblemente una inadaptación a temperaturas frescas. La nutrición no fue

un factor que haya influenciado la reproducción de estas vacas, pues la condición corporal de estos animales se mantenía uniforme a través del año.

Los promedios de temperatura ambiente, el día de la inseminación (T_0), el día luego de la inseminación (T_1) y tres días después de la inseminación (T_3) fueron de 34°C, respectivamente, en todos los días. Las constantes y errores típicos se muestran en los Cuadros 2, 3, 4. Estos resultados coinciden parcialmente con un porcentaje de preñez mayor en los rangos de temperatura de 30-34°C sin existir diferencia estadística. Sin embargo las temperaturas inferiores a los 30°C influyeron negativamente en la reproducción de estas vacas. Así mismo, las temperaturas superiores a los 34°C al momento de la inseminación redujeron ($P < 0.05$) la tasa de preñez de las vacas, comparado con temperaturas más frescas o más calientes.

Cuadro 4.2. Porcentaje de preñez de vacas Beefmaster en función de la temperatura el día de la inseminación

Temperaturas Máximas (°C)	No. Observaciones	% Preñez (medias de cuadrados mínimos)	Error estándar
<30	115	0.55 ^a	0.04
30-34	352	0.73 ^b	0.03
34-38	352	0.60 ^c	0.03
>38	313	0.67 ^c	0.03

Cuadro 4.3. Porcentaje de preñez de vacas Beefmaster en función de la temperatura un día después de la inseminación.

Temperaturas Máximas (°C)	No. Observaciones	% Preñez (medias de cuadrados mínimos)	Error estándar
<30	115	0.35 ^a	0.04
30-34	352	0.75 ^b	0.03
34-38	352	0.60 ^c	0.03
>38	313	0.69 ^b	0.03

Cuadro 4. 4. Porcentaje de preñez de vacas Beefmaster en función de la temperatura tres días después de la inseminación.

Temperaturas Máximas (°C)	No. Observaciones	% Preñez (medias de cuadrados mínimos)	Error estándar
<30	115	0.54 ^a	0.04
30-34	352	0.73 ^b	0.02
34-38	352	0.59 ^a	0.02
>38	313	0.68 ^b	0.03

Lo anterior coincide con Gwazduskas *et al.* (1973) quienes indican que la tasa de preñez fue influenciada por la temperatura ambiente máxima (determinada 14.5 horas luego de la IA) y por el promedio de temperatura ambiental estimada el día siguiente de la IA. No hubo correlación entre los valores T_0 y T_1 con el porcentaje de preñez. Esto tiene relación con lo que indican los cuadros del trabajo, que en temperaturas mayores de 38 °C la tasa de preñez disminuye (Figura 4.1.). Al igual que en temperaturas menores a los 30 °C hay tasa baja de preñez cuando se supone que a menor temperatura debe existir mayor tasa de preñez, aunque esto no se pudo demostrar en el presente estudio por el número limitado de observaciones que se utilizaron.

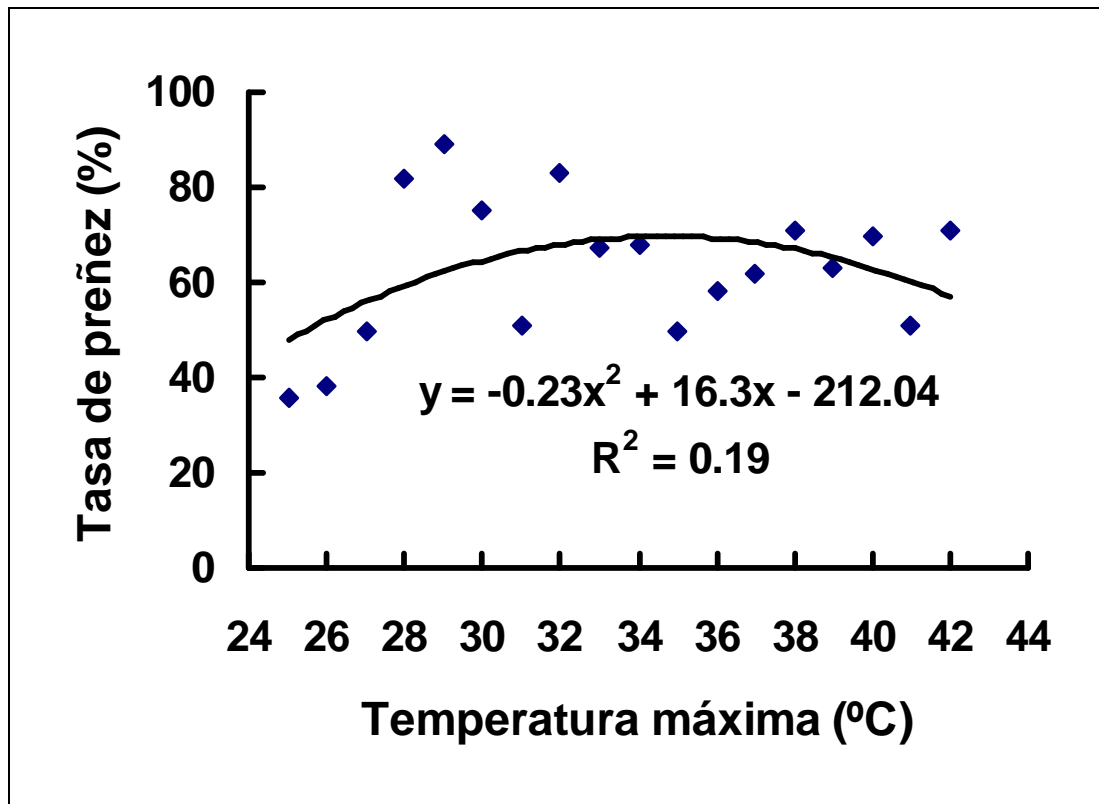


Figura 4.1. Relación entre la temperatura máxima el día de la inseminación y la tasa de preñez de vacas Beefmaster.

Finalmente, las temperaturas elevadas uno y tres días posteriores a la inseminación artificial no repercutieron negativamente en la tasa de preñez de las vacas, lo cual sugiere que los embriones de las vacas Beefmaster son tolerantes a la hipertermia en la etapa temprana de desarrollo.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se observó que las vacas Beefmaster tienen un mayor porcentaje de preñez en los días de la inseminación que hay temperaturas entre 30-34 °C. También se comprobó que estas temperaturas se presentan en los meses que hace más calor. Estos datos muestran también que cuando las vacas se inseminan en los meses mas frescos disminuye el porcentaje de preñez. No queda claro, sin embargo, si las vacas Beefmaster recientes temperaturas frescas, o los resultados se deben al limitado número de observaciones que se utilizaron en el trabajo.

Finalmente, existen claras evidencia que las temperaturas mayores de 38 °C al momento de la inseminación reducen el porcentaje de preñez de esta raza.

LITERATURA CITADA

- Aschbacher, P.W., V.R. Smith y W.H. Stone. 1956. Observation on following insemination at three stages of the same cycle. *J. Anim. Sci.* 15:952-958.
- Austin C. R. 1969. Fertilization and development of the egg. *Reproduction in domestic animals.* H.M. Cole y P.T. Cupps Ed. 2^d Ed. Academic Press, N.Y. 355- 381.
- Bianca W. Thermoregulation. 1968. *Adaption of domestic animals.* E.S.E. Hafez Ed. Lea & Fabiger, Phyladelphia. 565.
- Biggers B. G., R. D. Geisert, R. P. Wetteman and D. S. Buchanan. 1987. Effect of heat stress on early embryonic development in the beef cow. *Animal Science.* 64:1512-1518.
- Bellow R. A. y E. R. Short. 1978. Effects of precalving feed level on birth weight difficulty and subsequent fertility. *J. Anim. Sci.* 46:1522-1528.
- Bodisco, V. Manejo y reproducción. 1968. Seminario de reproducción en ganado bovino. Barquisimeto, Venezuela. 137-181.
- Bodisco V., O. Verde y C.H. Wilcox. 1971. Producción de un lote de ganado pardo suizo. *Mem. ALPA,* 6:81-95.
- Broadway J. L., J. R. Beverly, A.M. Sorensen y J. L. Fleger. 1975. Optiming timing for insemination of cattle. *J. Anim. Sci.* 4:188.
- Burges T. O. 1990. The effect of months and season upon breeding efficiency obtained with artificial insemination under ontario condition. *Canadian J. Agric. Sci.* 33:396-398.
- Cavestany et al. 1985. Effect of season and high environmental temperature on fertility of holstein cattle. *Journal of Dairy Science.* 68:1471-1478
- Desilva, A. W. M., G. W. Anderson, F. G. Gwazdaus, M. L. Mcgilliard y J. A. Lineweower. 1981. Interrelationship with estrous behaviour and conception in dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 64:2409-2418.

- Erb, R. E., J. W. Wilbur y J. H. Hilston. 1940. Some factors affecting breeding efficiency in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 23:549-556.
- Escobar, J. y F. Huertas. 1975. Influencias climáticas sobre la reproducción en ganado holstein. V Reunión ALPA, Maracay, Venezuela. G-70.
- Fallon, G. R. 1958. Artificial insemination of dairy cattle in queensland Influence of certain aspects of oestrus on fertility. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 2:90-96.
- Fenton, F. R. y N. D. Martinez. 1980. Momento óptimo para la inseminación artificial en dos zonas climáticas de venezuela. *Proc. Anim. Trop.* 5:281-287.
- Field, M. S., A.C. Warnick, T. Wise, J. Bass y M. Koger. 1975. A revaluation of artificial, insemination in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 4:1119.
- Fote R. H. 1979. Time of artificial insemination and fertility in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 62:355-362.
- Fryer, H. C., G. B. Marion y E. L. Farmer. 1958. Non return rate of artificially insemination dairy cows as affected by age semen, breed of bull and season. *J. Dairy Sci.* 41:897-903.
- Fuquay, J. W. 1981. Heat stress as it affects animal production. *J. Anim. Sci.* 52:164-174.
- García Ispuerto, F. López Gatus, P. Santolaria, J. Yániz, C. Nogareda, M. López Béjar, F. De Rensis. 1988. Relationship between heat stress during the peri-implantation period and early fetal loss in dairy cattle. *Theriogenology* 65:799 - 807.
- Gonzalez Stagnaro, C. 1981. Factores que afectan la fertilidad al primer servicio en vacas mestizas. VIII Reunión ALPA, Santo Domingo. 21.
- Gwazdauskas, F. C., W. W. Thatcher y C. J. Wilcox. 1973. Physiological, environmental and hormonal factors at insemination which may affect conception. *J. Dairy Sci.* 56:873-877.
- Gwazdauskas, F. C., F. Linewear, R. Saacke y W. Vinson. 1979. Influence of management, environment and estrous activity on conception rate. *J. Dairy Sci.* 62:171.
- Hansen P. 2001. Adverse impact of heat stress on embryo production: causes and strategies for mitigation. *Theriogenology* 55:91-103.

- Ingraham, R. H., D. D. Gillette y W. D. Wagner. 1974. Relationship of temperature and humidity to conception rate of holstein cows in subtropical climate. *J. Dairy Sci.* 57:476-481.
- Iturbe, A. y E. Estrada. 1971. Características reproductivas en un hato santa gertrudis en guatemala. *ALPA.* 6:80-82.
- Kellgren, H. C., T. E. Patrick, J. O. Shewick y J. D. Russel. 1962. Seasonal variation in fertility of the female bovine. *J. Dairy Sci.* 45:293.
- Labhstwar, A. P., W. J. Tyler y L. E. Casida. 1963. Genetic and environmental factors affecting quiet ovulations in holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 46:843- 850.
- Laster, D. B., H. A. Glimp y K. E. Gregory. 1972. Age and weight at puberty and conception in different breeds and breedcrossed of beef heifers. *J. Dairy Sci.* 33: 885-892.
- Magnani, G. y R. Casatl. 1964. The influence of environmental on fecundity in bovines. 5th Int. Cong. Animal Rep. A. I. 2:552-557.
- Mazzari, G., y C. Fuenmayor. 1973. Comportamiento y eficiencia reproductiva en vacas lecheras. Seminario sobre la Producción de leche en Venezuela. 153-170.
- Mcdowell, R. E. 1987. The role of physiology in animal production for tropical and subtropical areas. *World Rew. Anim. Prod.* 1:39-46.
- Menendez, A., D. Guerra, J. Dora y J. R. Morales. 1977. Factores que afectan las características del eyaculado en el semental Cebú. VI Reunión ALPA, Cuba. 81
- Mercier, E. y G. Salisbury. 1947. Fertility level in artificial breeding associated with season hours of day light and the age of cattle. *J. Dairy Sci.* 3:817- 827.
- Moore R. B., Fuquay J. W., and W. J. Drapala. 1877-1882 Effects of late gestation heat stress on postpartum milk production and reproduction in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 75:7
- Nodot, P. T. Olson, M. Koger y D. Hargrove. 1981. Rendimiento reproductivo en hembras indú brasil en méxico. VIII Reunión ALPA, Santo Domingo. 8.
- Plasse, D., D. Bauer y O. Verde. 1981. Eficiencia reproductiva de quince grupos de apareamiento en ganado de carne en el beni bolivia. VII Reunión ALPA, Santo Domingo. 5.

- Rensis F. 2003. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow a review. *Theriogenology* 60:1139.
- Rodriguez Henandez, T. 1980. Momento óptimo de inseminación artificial en vacas y novillas. II Cong. Venez. Zoot., Guanare. 9.
- Roman Ponce, H. W. W. Thatcher, D. Buffington, C. L. Wilcox y H. H. Vanhorn. 1977. Physiology and production responses of cattle to a shade structure in a tropical environment. *J. Dairy Sci.* 60:424-430.
- Salisbury, G. W., N. L. Vandermark y J. R. Lodge. 1978. Fisiología de la reproducción e inseminación artificial de los bovinos. Ed. Acribia. 831.
- Seth, D. M. y C. H. Staples. 1941. Some factors influencing the reproductive efficiency of louisiana herds. *J. Dairy Sci.* 24:510-518.
- Shannon, P. 1965. Contribution of binomial variation, technician, herds and cows to observation between cow variance of conception rate. *J. Dairy Sci.* 48:85
- Stott, G. H. 1961. Females and breed associated with seasonal fertility variation in cattle. *J. Dairy Sci.* 4:1698-1704.
- Toups G., L. Shaffer, J. Soussel, L. Gomila y B. Farthine. 1980. Effect of bovine reproductive tract massage upon conception rate and blood profile. Supplement *J. Dairy Sci.* 63:181.
- Turner, H. G. 1982. Genetic variation of rectal temperature in cows and its relationship to fertility. *Anim. Prod.* 35:401-412.
- Vaccaro, R. y J. Venanzi. 1988. Comportamiento productivo y reproductivo de vacas acebuadas y sus cruces con pardo suizo. V Cong. Venezolano de Zootecnia, Maracay. 22.
- Valle A. y F. A. Moura Duarte. 1978. Comportamiento productivo y estimación de los parámetros genéticos de la raza holstein en un clima tropical húmedo del brasil. *Agron. Trop.* 28:177-193.
- Vasconcelos J., D. Demétrio, R. Santos, J. Chiari, C. Rodrigues, O. Filho, Factors potentially affecting fertility of lactating dairy cow recipients. *Theriogenology* 65:192 – 200.
- Vasquez P. y L. Vaccaro. 1988. Relación entre valor genético estimado para la producción de leche y causa de salida del rebaño en vacas holstein importadas y nacidas en el trópico. V Cong. Venezolano de Zootecnia, Maracay. 19.

Vicent, C. K. y J. W. Turner. 1972. Sperm number and time of IA on fertility in synchronized heifers. *J. Anim. Sci.* 35:250.

Warnick, A. C., J. H. Meade y M. Koger. 1969. Factors influencing pregnancy rate in florida beef cattle, agricultural experiment station Bull. Gainesville, Florida. 623.

Wolf, L. K. y D. E. Monty. 1974. Physiological response to intense summer heat and its effects on the estrous cycle of non lactating and lactating holstein-friesian cows in arizona. *Am. J. Vet. Res.* 35:187-192.

Wolfenson D, Roth Z, Meidan R. 2000. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspectos. *Anim. Reprod. Sci.* 2;60-61:535-47.