

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA  
Y ZOOTECNIA

FUNCIÓN DEL CUERPO LÚTEO EN OVEJAS PELIBUEY Y SUFFOLK EN  
CONDICIONES DE ESTRÉS CALÓRICO

TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**  
PRESENTA  
**MARIO ARTURO RODRÍGUEZ MENDOZA**

Asesores:

MVZ, Dr. Joel Hernández Cerón  
MVZ, MPA Juan Alberto Balcázar Sánchez



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIAS

A mi madre:

Por ser el mayor ejemplo de mi vida, gracias por enseñarme a llegar a la meta a pesar de todos y de todo...  
...y mira hasta donde llegamos juntos.

A dos grandes personas que aún sin saber que llegaría,  
soñaron con este momento y aunque se fueron antes de vivirlo sé que lo están disfrutando  
tanto como yo, mis muy queridos abuelitos:  
Faustino Rosendo Mendoza Cuellar y  
Tayde González Ugalde.

A quienes partieron antes de tiempo pero nunca perdieron la fe en mi:  
Mi tío Ignacio Mendoza y  
A mi buen amigo Gerardo.

“La diferencia entre lo ordinario y lo extraordinario es un pequeño esfuerzo”.  
Anónimo

## AGRADECIMIENTOS

A DIOS por que de ti e obtenido todo lo que tengo y gracias a ti puedo disfrutar de este momento, por que has sido un gran apoyo en mi vida y un fiel amigo.

A mi Madre Ma. de la Luz Alicia Mendoza González: por tomar el papel de madre y padre; por que a base de cansancio, sudor y lagrimas siempre me apoyaste y me diste la oportunidad de ser un profesionista y por que tu ejemplo me hizo convertirme en una persona de bien. Las mejores enseñanzas de mi vida me las has dado tú. Te amo mamá.

A la Universidad Nacional Autónoma de México: por haberme tomado como un niño y transformarme en un hombre comprometido con la sociedad; y por que ser universitario siempre ha sido una gran experiencia y siempre será un gran honor.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia: por ser mi segundo hogar, por haberme formado como médico y convertirme en un apasionado de una de las carreras más hermosas que pueden existir; y por que las experiencias y las personas que conocí en este lugar serán inolvidables.

Al Centro de Enseñanza, Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal de la FMVZ: por haber proporcionado todas las facilidades para la realización de la fase experimental dentro de sus instalaciones, y tener bajo su cuidado a las ovejas que formaron parte de este trabajo.

A mi H. Jurado: Dr. Jesús Romero Martínez, Dr. Antonio I. Porras Almeraya, Dra. Blanca Cervantes Odriozola, Dr. Joel Hernández Cerón y Dr. Aldo B. Alberti Navarro: por tomar parte en tan importante momento de mi vida profesional.

A mis asesores: Dr. Joel Hernández Cerón por guiarme durante la realización de esta tesis, por abrirme las puertas del Departamento de Reproducción y por haberme dado la oportunidad, el apoyo y la confianza de formar parte de él; MPA. Juan Alberto Balcázar Sánchez por haberte convertido en un buen amigo, despertar en mi la pasión por la reproducción animal, por compartir tus conocimientos conmigo y además darme la oportunidad de transmitirlos.

Al Dr. Hugo H. Montaldo del Departamento de Genética y Bioestadística: por haberme apoyado con el análisis estadístico de este trabajo.

A los profesores de la FMVZ que a lo largo de la carrera pusieron su mejor esfuerzo en transmitir sus conocimientos y dejaron una profunda huella en mi formación.

Al PAPIIT (IN-222305) de la UNAM por financiar este proyecto de investigación

A mis hermanos: Bruno Octavio por ser compañero de tantas buenas y malas experiencias juntos, por ser mi más cercano colega y apoyo dentro de la facultad y por haber sufrido conmigo durante los momentos más difíciles de esta tesis; y Marco Antonio que aunque hemos compartido un poco menos, siempre que ha estado en tu mano ayudarme lo has hecho sin esperar nada a cambio.

A mis tíos y primos, por haberme llenado de tanto cariño, cuidados y hacerme sentir lo maravilloso que es tener una familia; en especial para Aida, Conchita, Fernando, Joaquín y Lenis quienes nunca han perdido la fe en mi y de quienes siempre he tenido un apoyo incondicional, ustedes son parte importante en mis logros y ocupan un lugar muy especial en mi corazón.

A mis hermanos mayores por que además del cariño que les tengo son mis modelos a seguir y un ejemplo de constancia y tenacidad: César, Citlalli; y Yessica gracias por ser mi confidente y amiga, talvez sin tu ayuda no hubiera llegado este día.

A mis grandes amigos:

David, ya son muchos los años de conocernos y me da gusto que al voltear la cara sigues caminando conmigo y sigo contando con tu apoyo así como tu cuentas con el mío, hay mucho que decir, pero sobre todo gracias por seguir aquí hermano.

Jetzabet que aun cuando nuestros caminos tomaron diferente dirección nunca has dejado de pensar en mí.

Annabel por ser una de las personas más tiernas y alegres que conocí en esta facultad gracias por tantos buenos momentos, por tu amistad y por ser como una pequeña hermana para mí.

Stephanie por seis años en los cuáles crecieron un gran cariño y mucha confianza entre los dos, por escuchar y comprender, por tantos consejos y por qué has sido mi principal apoyo en el Departamento de Reproducción, gracias por ser mucho más que una amiga.

A todos aquellos quienes desinteresadamente contribuyeron con esta tesis ya sea en el trabajo de campo y en los partos en el CEPIPSA o en el Departamento de Reproducción, su esfuerzo contribuyó a hacer menos difícil la realización de este trabajo (perdón a algunos por las desveladas, mal pasadas y las mojadas pero nos divertimos):

Bruno, Abigail, Antonio Roldán, Stephanie, Beto Balcázar, Lorena, Chayo, Edith, Linda, Alejandro, Yola, Óscar, Ricardo, Annabel, Rafa, David, Luis Victorio, Rosita, y a mi mamá.

A todos aquellos familiares, amigos y conocidos que tuvieron a bien apoyar mi educación y superación personal, académica y profesional.

# CONTENIDO

Página

RESUMEN . . . . .	1
INTRODUCCIÓN . . . . .	2
OBJETIVO E HIPÓTESIS . . . . .	4
MATERIAL Y MÉTODOS. . . . .	5
RESULTADOS . . . . .	7
DISCUSIÓN . . . . .	8
CONCLUSIÓN . . . . .	10
REFERENCIAS. . . . .	11

## RESUMEN

RODRÍGUEZ MENDOZA MARIO ARTURO. Función del cuerpo lúteo en ovejas Pelibuey y Suffolk en condiciones de estrés calórico (bajo la dirección de: MVZ, Dr. Joel Hernández Cerón y MVZ, MPA. Juan Alberto Balcázar Sánchez).

En éste trabajo se probó si la alta temperatura ambiental afecta la función del cuerpo lúteo y si éste efecto es menor en ovejas adaptadas al clima cálido (Pelibuey) que en no adaptadas (Suffolk). Se utilizaron 32 ovejas, 16 de raza Pelibuey y 16 de raza Suffolk, sincronizadas con esponjas intravaginales con FGA. El día 2 del ciclo estral (día del estro=0), las ovejas fueron asignadas a dos tratamientos: 1) Estrés térmico [n=16 (8 Pelibuey, 8 Suffolk)], desde el día 2 y hasta el retorno al estro permanecieron durante 6 h al día en una cámara climática a una temperatura  $>32^{\circ}\text{C}$  ( $35\pm 1.4^{\circ}\text{C}$ ) y 31% de humedad relativa (HR). 2) Testigo [n=16 (8 Pelibuey, 8 Suffolk)], se alojaron a temperatura ambiente ( $19\pm 4^{\circ}\text{C}$  y HR de 31%). Se tomaron dos muestras de sangre diariamente (9:00 a.m. y 4:00 p.m.) del día 0 hasta el siguiente estro y se determinaron las concentraciones de progesterona mediante radioinmunoanálisis. Las concentraciones de progesterona se compararon mediante modelos lineales mixtos. Se probaron los efectos del tratamiento, raza, hora de la toma de muestra y sus interacciones. La duración de la fase lútea se analizó con un modelo que incluyó el efecto del tratamiento, raza, y la interacción raza x tratamiento, su duración fue similar ( $P>0.05$ ) entre grupos ( $11.1 \pm 0.15$  días vs.  $11.5 \pm 0.15$  días, estrés térmico y testigo respectivamente). Las concentraciones de progesterona fueron similares entre tratamientos y no se observó efecto de la raza ni de la interacción tratamiento-raza ( $P>0.05$ ). No se encontró evidencia de que la exposición a una temperatura ambiental mayor de  $32^{\circ}\text{C}$  afecte la función del cuerpo lúteo en forma diferente en ovejas de la raza Pelibuey o Suffolk.

## INTRODUCCIÓN

En la oveja la exposición a una temperatura ambiental mayor de 32°C disminuye la fertilidad<sup>1</sup>. La exposición a un estrés térmico durante 6 h es suficiente para afectar el desarrollo embrionario en la oveja<sup>2</sup> y en la vaca<sup>3,4</sup>. Las concentraciones subnormales de progesterona están relacionadas con retraso del desarrollo embrionario y con la falla en la concepción<sup>5</sup>, y pueden ser una causa de la baja fertilidad observada en condiciones de estrés térmico<sup>6</sup>. En la vaca lechera la exposición a altas temperaturas disminuye la producción de progesterona<sup>7,8</sup>. En estudios *in vitro* en la vaca, se encontró que la producción de progesterona por células lúteas de ovarios colectados durante el verano es menor a la secretada por células lúteas de ovarios colectadas en invierno<sup>8</sup>. En la oveja los estudios del efecto de la alta temperatura ambiental en la función del cuerpo lúteo son limitados. Sheikheldin *et al.*<sup>9</sup> encontraron un incremento marginal de los niveles séricos de progesterona en ovejas expuestas a un estrés térmico.

Por otra parte, se han observado diferencias genéticas en la tolerancia al estrés térmico; de ésta forma, las razas que evolucionaron en climas cálidos, regulan mejor su temperatura corporal en condiciones de estrés calórico que las razas que lo hicieron en climas templados o fríos. La raza Pelibuey o Tabasco tiene su origen en las ovejas que llegaron a América durante los siglos XVI procedentes de las Islas Canarias y África, y es una raza de pelo adaptada a los climas subtropical y tropical<sup>10</sup>. Las ovejas Pelibuey mantienen su temperatura corporal más baja y sus células producen mayores concentraciones de la Proteína de Choque Térmico 70 (HSP-70) que las ovejas de la raza Suffolk en condiciones de estrés térmico<sup>11</sup>.

Sería interesante determinar si la exposición a altas temperaturas ambientales afecta la función del cuerpo lúteo en la oveja y conocer si hay diferencias genéticas en la susceptibilidad a dicho efecto. Por tanto el objetivo del presente estudio fue evaluar la función del cuerpo lúteo en ovejas Pelibuey y Suffolk expuestas a un estrés térmico.



## **OBJETIVO**

Determinar el efecto del estrés calórico en la función del cuerpo lúteo en ovejas adaptadas al clima cálido (Pelibuey) y en ovejas no adaptadas (Suffolk).

## **HIPÓTESIS**

El estrés calórico afecta la producción de progesterona por parte del cuerpo lúteo y este efecto es menor en las ovejas adaptadas al clima cálido (Pelibuey) que en las no adaptadas (Suffolk).

## MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEPIPSA) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en el poblado de Topilejo de la delegación Tlalpan en México D.F. El clima de la región es templado subhúmedo con lluvias en verano, con una temperatura anual mínima de 7°C y una máxima de 24°C y una precipitación pluvial de 800 a 1200 mm anuales<sup>12</sup>. Se utilizaron 32 ovejas, 16 Pelibuey y 16 Suffolk. Las ovejas se sincronizaron mediante la aplicación de esponjas intravaginales con 40mg de Acetato de Fluorogestona (FGA) por 10 días y al momento de retirarlas se aplicó una dosis luteolítica de PGF<sub>2</sub>α. Veinticuatro horas después, se detectaron estros (mañana y tarde) con un macho provisto con mandil. El día que las ovejas aceptaron la monta fue considerado como día 0. En el día 2 del ciclo, se formaron dos grupos: El grupo Estrés Térmico (n=16; ocho Pelibuey y ocho Suffolk), fue alojado durante 6 h (11 am a 17 pm) al día en una cámara climática a una temperatura de 35±1.4°C y una humedad relativa de 31% [Índice de Temperatura-Humedad (THI) = 27.2] hasta el retorno al estro. Durante este tiempo se les proporcionó alimento y agua a libre acceso. Después del estrés térmico las ovejas se alojaron en un corral a temperatura ambiente. El grupo Testigo (n=16; ocho Pelibuey y ocho Suffolk) se alojaron a temperatura ambiente durante todo el estudio (19±4°C y una humedad relativa de 31%; THI=17.6). Se tomaron dos muestras de sangre al día (9:00 a.m. y 4:00 p.m.) del día 0 hasta el día en que regresaron en estro. Las muestras fueron colectadas mediante punción en la vena yugular en tubos de vacío con anticoagulante (EDTA) y se centrifugaron a 1500rpm durante 15 minutos. El plasma fue separado y se conservó a -20°C hasta su análisis. Se determinaron las concentraciones de progesterona mediante radioinmunoanálisis en fase sólida<sup>13</sup>, con una sensibilidad del ensayo de 0.1 ng/ml y un coeficiente de variación intra-ensayo de 4.1%.

Se consideró el inicio de la fase lútea cuando las concentraciones de progesterona superaron 1 ng/ml, y el final de la misma cuando se redujeron a menos de 1 ng/ml<sup>14</sup>.

Las concentraciones de progesterona se compararon mediante modelos lineales mixtos. Se probaron los efectos del tratamiento, raza hora de la toma de muestra y sus interacciones (tratamiento\*raza, hora de la

toma de muestra\*hora de la toma de muestra, hora de la toma de muestra\*raza, hora de la toma de muestra\*grupo y tratamiento\*raza\*hora de la toma de muestra). Se añadió el efecto aleatorio de la oveja anidada en la raza para considerar la estructura repetida de la información, se utilizó el procedimiento Mixed de SAS®<sup>15</sup>. La duración de la fase lútea se analizó con un modelo que incluyó el efecto del tratamiento, raza, y la interacción raza\*tratamiento (GLM de SAS®)<sup>15</sup>.

## RESULTADOS

La duración de la fase lútea fue similar entre grupos ( $11.1 \pm 0.15$  vs.  $11.5 \pm 0.15$ , grupos estrés calórico y testigo, respectivamente). Las concentraciones de progesterona fueron similares entre tratamientos y no se observó efecto de la raza ni de la interacción tratamiento\*raza ( $P>0.05$ ; figura 1).

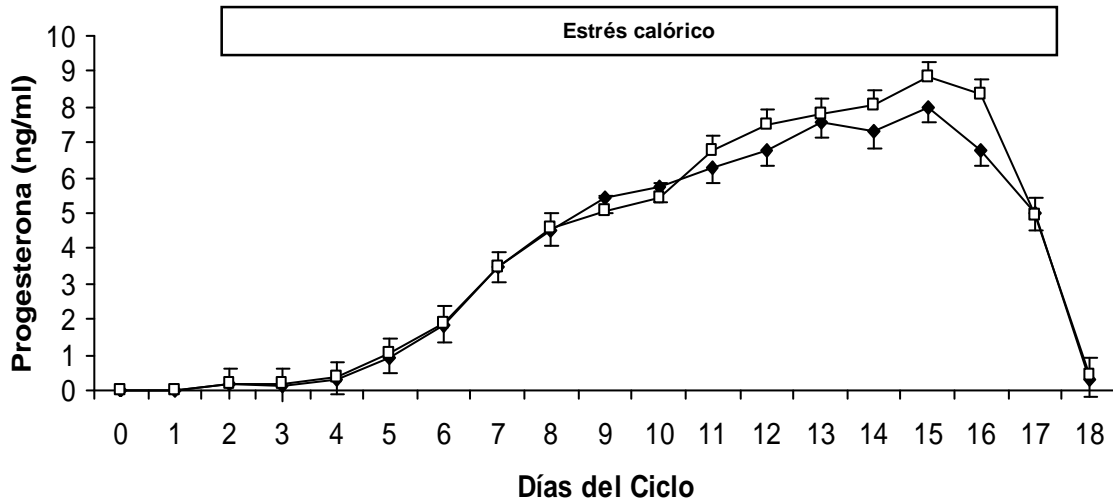


Figura 1. Concentraciones de progesterona durante el ciclo estral en ovejas Pelibuey y Suffolk en condiciones de estrés térmico (-◆-) y testigos (-□-). No hubo efecto del tratamiento, de la raza ni de la interacción tratamiento\*raza ( $P>0.05$ ).

## DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio contrastan con estudios realizados en vacas, en los cuales es evidente la reducción en las concentraciones de progesterona durante el periodo de exposición al estrés térmico <sup>7,16</sup> y menor capacidad de síntesis de progesterona por las células lúteas de ovarios colectados durante el periodo de estrés térmico <sup>8</sup>. Sin embargo, son similares a los resultados obtenidos en cabras lecheras sometidas a condiciones de estrés térmico (33.3°C). En éste estudio las cabras bajo estrés térmico tuvieron concentraciones de progesterona similares a las cabras mantenidas en termoneutralidad <sup>17</sup>. En nuestro conocimiento, en el único estudio realizado en ovejas para evaluar la función lútea en condiciones de estrés térmico <sup>9</sup> se observó una tendencia (P=0.09) de las ovejas bajo estrés a tener mayores concentraciones de progesterona en comparación con el ciclo previo (no expuesto).

La falta de efecto del estrés calórico en la función lútea observada en el presente estudio y el efecto negativo encontrado en la vaca lechera, se puede explicar probablemente por las diferencias metabólicas entre estas dos especies. En la vaca lechera los efectos del estrés calórico se agudizan por la generación de calor metabólico debida a la alta producción de leche y a la incapacidad de las razas lecheras para eliminar eficazmente el calor <sup>18</sup>. Lo anterior ocasiona que la temperatura rectal de las vacas bajo estrés térmico aumente más de 1.5°C mientras que en las ovejas expuestas a estrés térmico sólo muestran incrementos de no más de 0.7 °C <sup>19,20</sup>. Así, el aumento de la temperatura corporal que experimentan las vacas lecheras durante condiciones de estrés térmico es de tal magnitud que afecta las características del folículo ovulatorio <sup>21,22</sup> y el proceso de luteinización <sup>23</sup>, y disminuye la

síntesis de progesterona, lo que en conjunto ocasiona menores concentraciones séricas de ésta hormona <sup>8</sup>.

Existen estudios que demuestran que a temperaturas  $>32^{\circ}\text{C}$  hay una disminución en la fertilidad de la oveja <sup>1,2</sup>, y que esta puede deberse a alteraciones en el desarrollo temprano del embrión <sup>2</sup>; el resultado de este estudio apoya lo anterior al no encontrarse alteraciones en la función lútea. Esto concuerda con estudios realizados en vacas en donde la disminución de la fertilidad obedece a los efectos directos de la temperatura en la maduración del ovocito y en el desarrollo temprano del embrión <sup>3,24</sup>.

En el presente trabajo se utilizó el índice de temperatura humedad como un indicador del grado de estrés causado por la temperatura ambiental <sup>17,25,26</sup>. En éste estudio el THI (27.2) fue superior al índice a partir del cual ya se observan efectos negativos en la producción de leche en la oveja (THI de 23) <sup>25</sup>. Además, la temperatura a la cual se sometieron las ovejas ( $35^{\circ}\text{C}$  en promedio) fue superior a la temperatura ( $>32^{\circ}\text{C}$ ) en la cual ya hay efectos negativos en la fertilidad en ésta especie <sup>1</sup>. Por otra parte, en un estudio en la misma cámara climática y con temperaturas similares, se observó un incremento de la temperatura rectal y de la frecuencia respiratoria en las ovejas, propias de un estrés provocado por una alta temperatura ambiental <sup>20</sup>.

## **CONCLUSION**

En éste estudio no se encontró evidencia de que la exposición a una temperatura ambiental mayor de 32°C afecte la función del cuerpo lúteo en forma diferente en ovejas de la raza Pelibuey o Suffolk.

## REFERENCIAS

1. Kleemann DO, Walker SK. Fertility in South Australian commercial Merino flocks: relationships between reproductive traits and environmental cues. *Theriogenology* 2005;63:2416-2433.
2. Naqvi SMK, Maurya VP, Gulyani R, Joshi A, Mittal JP. The effect of thermal stress on superovulatory response and embryo production in Bharat Merino ewes. *Small Ruminant Res* 2004;55:57-63.
3. Rivera RM, Hansen PJ. Development of cultured bovine embryos after exposure to high temperatures in the physiological range. *Reproduction* 2001;121:107-115
4. Hernandez-Cerón J, Chase JrCC, Hansen PJ. Differences in heat tolerance between preimplantation embryos from Brahman, Romosinuano and Angus breeds. *J Dairy Sci* 2004;87:53-58.
5. Mann GE, Lamming GE. The influence of progesterone during early pregnancy in cattle. *Reprod Dom Anim* 1999;34:269-274.
6. Wolfenson D, Roth Z, Meidan R. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. *Anim Reprod Sci* 2000;60-61:535-547.
7. Howell JL, Fuquay JW, Smith AE. Corpus luteum growth and function in lactating Holstein cows during spring and summer. *J Dairy Sci* 1994;77:735-739.
8. Wolfenson D, Sonogo H, Bloch A, Shaham-Albalancy A, Kaim M, Folman Y, *et al.* Seasonal differences in progesterone production by luteinized bovine thecal and granulosa cells. *Dom Anim Endocrinology* 2002;22:81-90.
9. Sheikheldin MA, Howland BE, Palmer WM. Effects of heat stress on serum progesterone in cyclic ewes and on progesterone and cortisol response to ACTH in ovariectomized ewes. *J Reprod Fertil* 1988;84:521-529.
10. Delgado JV, Perezgrovas R, Camacho ME, Fresno M, Barba C. The Wool-Less Canary Sheep and their relationship with the present breeds in America. *Agri* 2000;28:27-34.
11. Montero A, Hernández-Cerón J, Montaldo H, Cortéz A, Romero R. Concentración de la proteína de choque calórico 70 (HSP-70) en linfocitos de ovejas Pelibuey y Suffolk en condiciones de estrés calórico.



Memorias de XLII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria; Veracruz México. 2006:4

12. García de ME. Modificaciones al sistema de clasificación climatológica de Köppen. 4ª ed. México DF: Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, 1988.
13. Pulido A, Zarco L, Galina CS, Murcia C, Flores G, Posadas E. Progesterone metabolism during storage of blood samples from Gyr cattle: effects of anticoagulant, time and temperature of incubation. *Theriogenology* 1991;35:965-975.
14. Zarco QL, Stabenfeldt GH, Kindahl H, Quirke JF, Granstrom E. Persistence of luteal activity in the non-pregnant ewe. *Anim Reprod Sci* 1984;7:245-267.
15. SAS Institute. 2000. User's Guide, Version 8. Statistical Analysis System Institute, Inc., Cary, NC.
16. Ronchi B, Stradaoli G, Verini-Supplizi A, Bernabucci U, Lacetera N, Accorsi PA, *et al.* Influence of heat stress or feed restriction on plasma progesterone, oestradiol-17 $\beta$ , LH, FSH, prolactin and cortisol in Holstein heifers. *Livestock Prod Sci* 2001;68:231-241.
17. Uribe-Velásquez LF, Oba E, De Albuquerque LH, Neves DeSF, Stéfano F. Efeitos do estresse térmico nas concentrações plasmáticas de Progesterona (P<sub>4</sub>) e Estradiol 17- $\beta$  (E<sub>2</sub>) e temperatura retal em cabras da raça Pardo Alpina. *Rev Bras Zootec* 2001;30(2):388-393.
18. Kadzere CT, Murphy MR, Silanikove N, Maltz E. Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Prod Sci* 2002;77:59-91.
19. Srikandakumar A, Johnson EH, Mahgoub O. Effect of heat stress on respiratory rate, rectal temperature and blood chemistry in Omani and Australian Merino sheep. *Small Ruminant Res* 2003;49:193-198.
20. Martinez DN, Montaldo VH, Valencia MJ, Porrás AA, Hernandez-Ceron J. Temperatura rectal, frecuencia respiratoria y niveles de cortisol en ovejas Pelibuey y Suffolk en condiciones de estres termico. *Memorias XIX Reunion de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal*; Tampico México. 2005:654.
21. Wolfensosn D, Thatcher WW, Badinga L, Savio JD, Meidan R, Lew BJ, *et al.* Effect of heat stress on follicular development during the estrous cycling in lactating dairy cattle. *Biol Reprod* 1995;52:1106-1113.

22. Roth Z, Meidan R, Braw-Tal R, Wolfenson D. Immediate and delayed effects of heat stress on follicular development and its association with plasma FSH and inhibin concentration in cows. *J Reprod Fertil* 2000;120:83-90.
23. Wise ME, Armstrong DV, Huber JT, Hunter R, Wiersma F. Hormonal alterations in the lactating dairy cow in response to thermal stress. *J Dairy Sci* 1988;71(9):2480-2485 [abstract].
24. Roth Z, Hansen PJ. Disruption of nuclear maturation and rearrangement of cytoskeletal elements in bovine oocytes exposed to heat shock during maturation. *Reproduction* 2005;129:235-244.
25. Finocchiaro R, Van Kaam JB, Portolano B, Misztal I. Effect of heat stress on production of Mediterranean dairy sheep. *J Dairy Sci* 2005;88:1855-1864.
26. García-Ispuerto I, López-Gatius F, Santolaria P, Yániz JL, Nogareda C, López-Béjar M, *et al.* Relationship between heat stress during the peri-implantation period and early fetal loss in dairy cattle. *Theriogenology* 2006;65:799-807.