

# Incidencia de estrés calórico y su impacto en la fertilidad en un establo lechero

## Incidence of heat stress and its impact on fertility in a dairy farm

JAVIER ANTILLÓN-RUIZ<sup>1</sup>, MOISÉS BARCELÓ-FIMBRES<sup>1</sup>, ALFREDO ANCHONDO-GARAY<sup>1</sup>  
Y FELIPE ALONSO RODRÍGUEZ-ALMEIDA<sup>1,2</sup>

Recibido: Mayo 28, 2012

Aceptado: Junio 20, 2012

### Resumen

El objetivo fue determinar la incidencia y efecto del estrés calórico (EC) sobre el porcentaje de preñez (PP) en un establo del municipio de Jiménez, Chihuahua. Los datos climáticos (temperatura del bulbo seco y humedad relativa) para el cálculo del índice de temperatura-humedad (ITH) se recabaron de una estación meteorológica próxima al establo. Los registros de inseminación artificial (IA) y PP fueron para un periodo de 13 meses (julio de 2009 a julio de 2010). Se corrió un análisis de regresión lineal múltiple del PP en el ITH promedio en el mes en que se llevó a cabo la IA (ITH<sub>0</sub>) y uno (ITH<sub>1</sub>), dos (ITH<sub>2</sub>) y tres (ITH<sub>3</sub>) meses antes de la IA. También se monitoreó la temperatura vaginal en seis vacas con más de 90 d de preñez cada hora durante cuatro meses (agosto a noviembre). El efecto del EC se reflejó durante el periodo comprendido de julio a noviembre con PP de 19 a 22%, donde se presentó una reducción en el PP de 10 a 14% respecto al periodo comprendido de enero a mayo, cuando el PP fue de 29 a 33%. El ITH que mejor predijo la tasa de preñez fue el ITH<sub>2</sub>, con una R<sup>2</sup> de 0.91 y un coeficiente de regresión de  $-0.59 \pm 0.057$ . La temperatura vaginal promedio durante los meses de monitoreo (agosto a noviembre) fue de  $39.5 \pm 0.2$  °C, obteniendo temperaturas superiores a los 40 °C a las 18:00 h en agosto y septiembre. En conclusión, el EC observado en la región durante los meses cálidos tiene un efecto negativo sobre el PP.

**Palabras clave:** temperatura vaginal, ganado, condiciones climáticas.

### Abstract

The aim of this study was to determine the incidence and effect of heat stress (HS) on the pregnancy rate (PR) in a dairy farm in the municipality of Jiménez, Chihuahua. Climatic data (dry bulb temperature and relative humidity) for calculating the temperature-humidity index (THI) were collected from a weather station near to the dairy farm. Records of artificial insemination (AI) and PR were taken for a period of 13 months (July-2009 to July-2010). A multiple linear regression analysis of the PR on the average THI of the month when the AI was conducted (THI<sub>0</sub>) and one (THI<sub>1</sub>), two (THI<sub>2</sub>) and three (THI<sub>3</sub>) months before the AI. Vaginal temperature was also monitored in six cows over 90 d of pregnancy every hour for four months (August to November). The effect of HS was reflected during the period from July to November with PR of 19 to 22%, which showed a reduction of 10 to 14% compared to PR over the period from January to May, when the PR was 29 to 33%. The THI that best predicted pregnancy rate was the THI<sub>2</sub>, with an R<sup>2</sup> of 0.91 and a regression coefficient of  $-0.59 \pm 0.057$ . The average vaginal temperature during the months of monitoring (August to November) was  $39.5 \pm 0.2$  °C, recording temperatures above 40 °C at 18:00 h in August and September. In conclusion, HS observed in the region during the warmer months has a negative effect on the PR.

**Keywords:** vaginal temperature, cattle, climate conditions.

### Introducción

Los animales experimentan estrés cuando las condiciones climáticas en que se encuentran sufren cambios notables. Estos cambios pueden ser temporales; en tal caso, la reacción del animal hacia este cambio terminará tan pronto como el efecto estresante termine; o será permanente, donde el animal tratará de adaptarse a esta nueva situación (Ravagnolo y Misztal, 2002). Los animales reducen la producción y reproducción para adaptarse a esta nueva situación (Bianca, 1965).

<sup>1</sup> Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada, Km 1 de la Carretera Chihuahua-Cuauhtémoc. Chihuahua, Chih., México, 31031. Tel (614) 434-0303.

<sup>2</sup> Dirección electrónica del autor de correspondencia: frodrigu@uach.mx.

Con base en lo antes mencionado, el estrés calórico (EC) puede ser cualquier situación ambiental que produzca condiciones fuera del rango de temperatura de la zona termo neutral de los animales (Buffington *et al.*, 1981). Así, durante periodos de EC prolongados, la producción de leche, el consumo de alimento y la actividad física se disminuyen (Fuguay, 1981). Un indicador ampliamente utilizado en áreas cálidas alrededor del mundo es el índice temperatura-humedad (ITH), el cual determina el impacto del EC sobre el ganado lechero. El umbral de estrés de este índice es 68. A este ITH, la tasa de respiración excede sesenta respiraciones por minuto y comienza a observarse una disminución en la producción de leche; la temperatura rectal de las vacas se elevará por encima de los 38.5 °C (Zimbleman y Collier, 2011).

El EC experimentado durante el verano en los establos lecheros a lo largo del sur de los EUA se ha reconocido como un factor que afecta ampliamente la eficiencia tanto productiva como reproductiva (Jordan, 2003). En el estado de Chihuahua, la industria lechera genera una derrama económica importante; sin embargo, con las condiciones climáticas que se presentan durante los meses de verano (ITH de 73), se infiere que se presenta EC y que éste repercute sobre la productividad de los animales; pero es poca la información que se tiene acerca del efecto del EC sobre el ganado lechero en esta región. Así, el objetivo fue evaluar la incidencia del EC durante el periodo de estudio y su impacto sobre la fertilidad en vacas Holstein de un establo de Jiménez, Chihuahua, representativo de las condiciones climáticas de la región norte – centro de México.

## Materiales y métodos

Se trabajó con información del establo «Rancho San Antonio», localizado en el kilómetro 0.5 de la carretera a Búfalo, en el municipio de Jiménez, Chihuahua. El clima de la zona es semiárido extremo, con una temperatura media anual de 18.7 °C, una temperatura máxima de 42 °C y una mínima de -14 °C. Se tiene un promedio anual de 61 d de

lluvia, con una humedad relativa del 45% y una precipitación pluvial media anual de 374.1 mm. El establo maneja alrededor de 2,800 vacas en línea de ordeño, con un promedio de producción diaria por vaca de 32 l de leche en dos ordeños. Cuenta con áreas de sombra y ventilación mediante abanicos rotatorios, así como aspersores en la sala de ordeño. El número de animales inseminados por mes varió entre 721 y 1000, lo que representa un promedio de 28 animales por día; sin embargo, estos números tienden a variar dependiendo del número de vacas repetidoras, de vacas eliminadas, así como vaquillas que se integran al hato. Para llevar a cabo la inserminación artificial (IA) se utilizó el protocolo Ovsynch®, el cual consiste en la aplicación de GnRH (Cystorelin®), 7 d más tarde se aplica PGF<sub>2α</sub> (Lutalyse®) y una segunda dosis de GnRH se aplica 48 h después de la PGF<sub>2α</sub>. La IA se realizó a tiempo fijo 24 h después de la última aplicación de GnRH.

Se utilizaron los registros de IA y porcentaje de preñez (PP) mensual de la base de datos «Lactofox» del establo antes mencionado, para el periodo de julio de 2009 a julio de 2010. También se obtuvieron los registros de temperaturas y humedad relativa tomados cada 10 min durante el tiempo del estudio en una estación meteorológica marca Davis modelo VantagePro Plus2, con software WeatherLink 5.7.1, ubicada en las coordenadas 27° 02' 15" de Latitud Norte y 105° 11' 56" de Longitud Oeste, a 1503 msnm. Esta información se procesó para determinar las temperaturas mínima, media y máxima, así como la media de humedad relativa por día durante los meses en que se realizó el estudio. A partir de ella se determinó el índice de temperatura-humedad mediante la siguiente fórmula (Mader *et al.*, 2006):

$$ITH = (0.8 * T_{db}) + [(HR/100) * (T_{db} - 14.4)] + 46.4$$

Donde:

ITH es el índice de temperatura-humedad

T<sub>db</sub> es la temperatura del bulbo seco; y

HR es la humedad relativa.

Posteriormente, se corrió un análisis de regresión lineal múltiple del porcentaje de preñez (PP= indicador de fertilidad expresado como número de hembras inseminadas que quedaron gestantes entre el número total de hembras inseminadas) en el ITH promedio en el mes en que se realizó la IA (ITH<sub>0</sub>), y uno (ITH<sub>-1</sub>), dos (ITH<sub>-2</sub>) y tres (ITH<sub>-3</sub>) meses antes de la IA, mediante el procedimiento REG de SAS® (2003) utilizando el método paso a paso (stepwise) para la selección del mejor modelo.

Adicionalmente se monitoreó la temperatura vaginal de un grupo de seis vacas con preñez de más de 90 d, a las cuales se les colocó un termómetro OneWire® sujeto a un dispositivo CID-R® impregnado con P<sub>4</sub>. Esta hormona (P<sub>4</sub>) realiza diversas funciones relacionadas con el desarrollo del feto; de esta manera, el dispositivo utilizado no tiene ningún efecto adverso sobre el producto en desarrollo. El termómetro colectó la temperatura vaginal cada hora, las 24 h del día durante un periodo de cuatro meses (agosto a noviembre de 2009).

## Resultados y discusión

Al correr la regresión múltiple del PP en el ITH medido en los diferentes meses, el único ITH que entró al modelo fue el ITH<sub>-2</sub>. En el Cuadro 1 se presentan las ecuaciones de regresión incluyendo sólo el ITH de cada mes a la vez. De acuerdo al coeficiente de regresión del PP en el ITH<sub>-2</sub>, se presenta una disminución de 0.59% en el PP por cada unidad de incremento en el ITH dos meses antes, con un coeficiente de determinación de 0.91. De este modo, dado que existe un incremento de aproximadamente 21.3 unidades en el ITH durante el verano, se espera una disminución en el PP de 12.6% durante el mismo periodo. Aunado a esto, es importante señalar el efecto acumulativo del ITH, puesto que los mayores valores se presentan en los meses de junio a agosto; sin embargo, repercuten sobre el PP dos meses después. En consecuencia, las intervenciones de manejo para reducir los efectos de la carga de calor sobre el PP deben ser implementadas al menos cinco semanas antes del servicio y una semana después del mismo (Morton *et al.*, 2007).

Esto indica el efecto detrimental acumulativo debido a una gran variedad de factores, que repercute finalmente sobre la salud y rendimiento del animal (Kumar *et al.*, 2011). Dentro de estos factores se encuentran las altas temperaturas registradas en los meses de verano, la HR y la velocidad del viento, trayendo consigo signos comunes del EC como lo es el incremento de la temperatura corporal (> 39.2 °C) y las palpitations (> 80 latidos/min); así como la reducción en la actividad física, el consumo de alimento y la producción de leche (West, 2003).

**Cuadro 1.** Ecuaciones de regresión lineal simple estimadas de la tasa de preñez sobre el índice de Temperatura-Humedad (ITH) en el mismo mes (ITH<sub>0</sub>), un mes antes (ITH<sub>-1</sub>), dos meses antes (ITH<sub>-2</sub>) y tres meses antes (ITH<sub>-3</sub>) de llevarse a cabo la inseminación artificial en bovinos de leche.

ITH	Ecuación de regresión	R <sup>2</sup>
Mes actual	$\hat{Y}_i = 40.0794 - 0.2344 * ITH_0$	0.15
Mes anterior	$\hat{Y}_i = 55.0468 - 0.4699 * ITH_{-1}$	0.63
Dos meses antes	$\hat{Y}_i = 62.3923 - 0.5890 * ITH_{-2}$	0.91
Tres meses antes	$\hat{Y}_i = 58.2081 - 0.5255 * ITH_{-3}$	0.70

En la Figura 1 se presenta el comportamiento del ITH y el PP a lo largo de los trece meses en que se realizó el estudio, donde se muestra un incremento en el ITH (73 vs 51) y una clara disminución en el PP (19 vs 33%) durante los meses cálidos del año. El mayor PP se obtuvo en el periodo de enero a mayo, y a partir de junio comienza a decaer para llegar a su nivel más bajo en el mes de septiembre. Huang *et al.* (2008) reportan un PP del 55% durante los meses de invierno en Nueva York y Georgia, y una caída de 10 y 24% durante los meses cálidos, respectivamente.

Katanani *et al.* (2002) reportaron que el EC puede causar daño al ovocito y puede tomar hasta dos meses recuperar la calidad del ovocito una vez que el efecto del EC ha finalizado. En otro estudio, Morton *et al.* (2007) encontraron

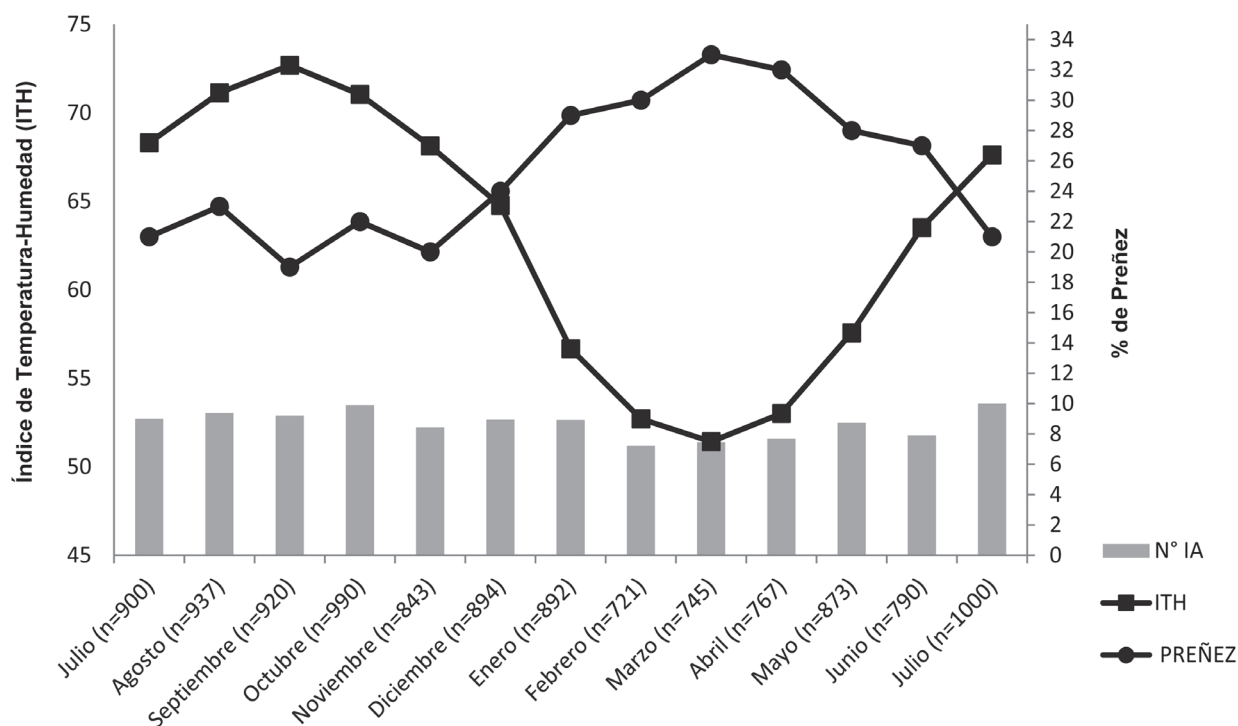
que la tasa de concepción fue afectada por las altas temperaturas antes y después del servicio; la incidencia de calor durante un tiempo prolongado tiene un efecto acumulativo, con reducciones observadas en la tasa de concepción en climas cálidos, reflejando este efecto desde la semana cinco antes del servicio hasta la semana uno después del mismo. Así, las temperaturas ambientales registradas en la región son superiores a los 26 °C y con HR de 46% durante los meses de verano, dando como resultado un ITH de 73, por lo que se sugiere que en este estado el animal se encuentra bajo EC y se tendrá un decremento en la fertilidad del hato.

Por otra parte, en la Figura 2 se presenta el promedio de la temperatura vaginal registrada por hora del día durante los cuatro meses de monitoreo. En ésta, se observa que la temperatura máxima se alcanza a las 18:00 h, con valores superiores a los 40 °C en los meses de agosto y septiembre, a pesar de que el

establo cuenta con sombra y ventilación, así como sistema de aspersión en la sala de ordeño; posteriormente, en los siguientes meses la temperatura tiende a disminuir. El patrón de comportamiento de las temperaturas registradas por hora del día durante los cuatro meses de monitoreo, sugiere que éstas tienden a aumentar con base en la actividad física del animal, como lo es la hora de ordeño (06:00 y 18:00 h) y servida del alimento (08:00 y 16:00 h).

Bouraoui *et al.* (2002) mencionan que se presenta un incremento de 0.5 °C en la temperatura rectal cuando el ITH se incrementa de 68 a 78; la frecuencia cardiaca y respiratoria se incrementa en seis latidos y cinco respiraciones por minuto, respectivamente. Por su parte, Dikmen y Hansen (2009) mencionan que temperaturas del bulbo seco de 29.7 °C estuvieron asociadas a temperaturas rectales de 39 °C y temperaturas del bulbo seco de 31.4 °C se asociaron a temperaturas rectales de 39.5 °C. En otro estudio realizado por Gwazdauskas

**Figura 1.** Porcentaje de preñez en el periodo de julio de 2009 a julio de 2010 con respecto al índice de Temperatura-Humedad con desfase de dos meses (ITH<sub>2</sub>). N° IA = Número de vacas inseminadas artificialmente.



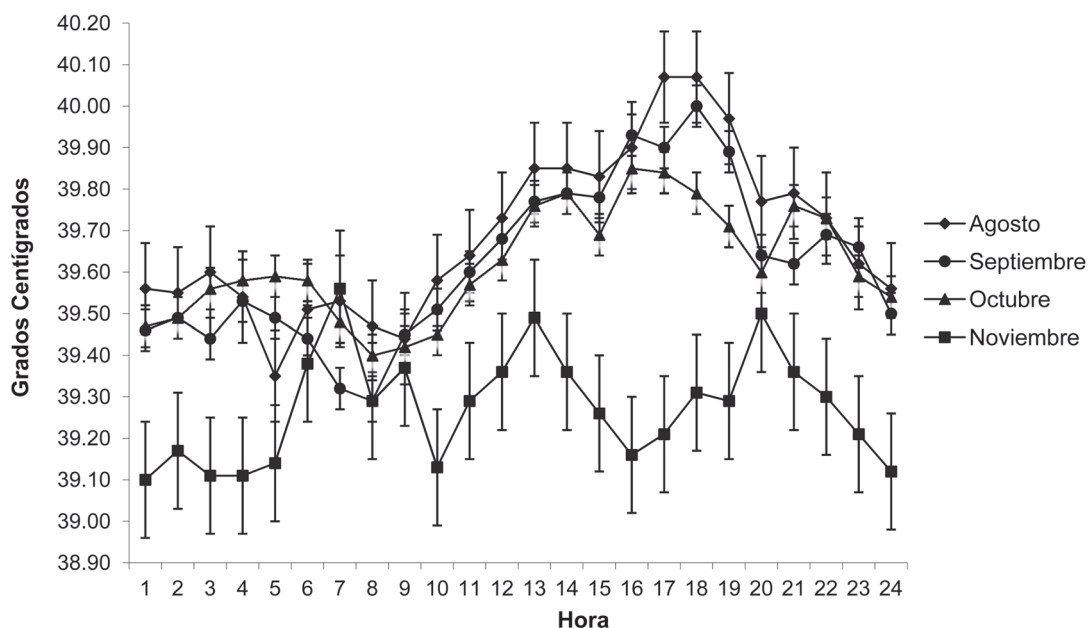
*et al.* (1973), estimaron una reducción del 12% en el PP por cada incremento en 0.5 °C de la temperatura uterina, por encima de los 38.6 °C. Como se mencionó anteriormente, la exposición de embriones en estadio temprano (una a dos células) a temperaturas similares a las que experimentan las vacas bajo EC puede conllevar a una reducción en el porcentaje de blastocistos obtenidos. Bajo ciertas circunstancias, es probable que el desarrollo embrionario se vea comprometido por las acciones directas del incremento en la temperatura sobre el ovocito y el embrión (Rivera y Hansen, 2001).

Las altas temperaturas ambientales ocasionan efectos detrimentales sobre los importantes procesos fisiológicos necesarios para el establecimiento y mantenimiento de la preñez después de la fertilización (Morton *et al.*, 2007). Dentro de estos efectos se encuentran un deterioro de la calidad del ovocito y desarrollo embrionario, incremento en mortalidad embrionaria, disfunción del endometrio, esteroidogénesis alterada en folículos ováricos y cuerpo lúteo, pérdida de los patrones normales

de dominio folicular y reducción del flujo sanguíneo uterino (Wolfenson *et al.*, 2000; De Rensis y Scaramuzzi, 2003).

Así, el EC reduce la eficiencia reproductiva del ganado lechero a través de una variedad de diferentes mecanismos. Para cuantificar con precisión la magnitud de la reducción en la eficiencia reproductiva que ocurre durante el verano en el norte del país, el cálculo de las variables de manejo reproductivo se debe de hacer mensualmente, en lugar de tener una base de datos anual. El uso de varios métodos de enfriamiento puede mejorar la fertilidad de las vacas bajo estrés térmico comparado con vacas que no están bajo estos sistemas de enfriamiento. Ya que los efectos negativos del EC han sido identificados desde 42 d antes de la inseminación hasta 40 d después de la misma. Los sistemas de enfriamiento deben estar disponibles para los animales continuamente. Aunque los programas de IA a tiempo fijo eliminan errores al detectar estros, como una razón de ineficiencia reproductiva, las tasas de concepción no han sido mejoradas.

**Figura 2.** Promedio de temperatura vaginal ( $\pm$  D. E.) registrada por hora del día en las vacas Holstein monitoreadas durante los meses de agosto a noviembre de 2009.





Dos métodos que muestran posibilidades de mejorar las tasas de concepción durante el verano son la transferencia de embriones de donadoras superovuladas y la inducción de un cuerpo lúteo accesorio (Jordan, 2003). Es necesario investigar para evaluar el potencial de cruzar razas lecheras tradicionales y no tradicionales para mejorar la capacidad reproductiva, mientras se mantengan los niveles de producción aceptables para el productor lechero. Además, es necesario comparar aspectos económicos de varias estrategias utilizando modelos para examinar múltiples escenarios basados en el costo de inversión.

## Conclusiones

Las altas temperaturas ambientales, así como la humedad relativa registradas en Jiménez, Chihuahua, resultan en la presencia del EC, dando valores de ITH de hasta 73 en los meses de verano. La temperatura vaginal registrada alcanzó valores superiores a los 40 °C en los meses de agosto y septiembre y un promedio de 39.5 °C durante el periodo de julio a noviembre. El EC registrado trae como consecuencia un decremento significativo en el PP durante esta época.

De esta manera, la combinación de sistemas de enfriamiento y el uso de tecnologías reproductivas podría ayudar a mitigar los efectos negativos del EC. Dentro de ellos está la utilización de ventiladores y aspersores en corral y sala de ordeño para reducir el grado de hipertermia en los animales, la IA a tiempo fijo para evitar la pobre detección de estros, y la transferencia de embriones para incrementar la sobrevivencia embrionaria, así como la modificación genética al desarrollar animales adaptados a climas cálidos.

## Agradecimientos

Al MVZ Carlos Campuzano (Establo «Rancho San Antonio», Jiménez, Chihuahua), por su valiosa colaboración y buena disposición al proporcionarnos los datos productivos y reproductivos del establo, así como los animales necesarios para la elaboración de esta investigación.

## Literatura citada

- AL KATANANI, Y. M., F. F. Paula-Lopes, and P. J. Hansen. 2002. Effects of season and exposure to heat stress on oocyte competence in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 85:390-396.
- BIANCA, W. 1965. Reviews of the progress of dairy science. *Dairy Res.* 32:291-345.
- BOURAOULI, R., M. Lahmar, A. Majdoub, M. Djemali, and R. Belyea. 2002. The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. *Anim. Res.* 51:479-491.
- BUFFINGTON, D. E., A. Collazo-Aruchu, H. H. Canton, D. Pritt, W. Thatcher, and R. J. Collier. 1981. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equations for cows. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.* 7:329.
- DE RENSIS, F. and R. J. Scaramuzzi. 2003. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow –A review. *Theriogenology* 60:1139-1151.
- DIKMEN, S. and P. J. Hansen. 2009. Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment? *J. Dairy Sci.* 92:109-116.
- FUGUAY, J. W. 1981. Heat stress as it affects animal production. *J. Anim. Sci.* 52:164-174.
- 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.
- HUANG, C., S. Tsuruta, J. K. Bertrand, I. Misztal, T. J. Lawlor, and J. S. Clay. 2008. Environmental effects on conception rates of Holsteins in New York and Georgia. *J. Dairy Sci.* 91:818-825.
- JORDAN, E. R. 2003. Effects of heat stress on reproduction. *J. Dairy Sci.* 86:104-114.
- KUMAR, S., K. Ajeet, and K. Meena. 2011. Effect of heat stress in tropical livestock and different strategies for its amelioration. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry.* 7:45-54.
- MADER, T. L., M. S. Davis, and T. Brown-Brandl. 2006. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 84:712-719.
- MORTON, J. M., W. P. Tranter, D. G. Mayer, and N. N. Jonsson. 2007. Effects of environmental heat on conception rates in lactating dairy cows: Critical periods of exposure. *J. Dairy Sci.* 90:2271-2278.
- RAVAGNOLO O. and I. Misztal. 2002. Effect of heat stress on nonreturn rate in Holstein cows: genetic analyses. *J. Dairy Sci.* 85:3092-3100.
- RIVERA, R. M. and P. J. Hansen. 2001. Development of cultured bovine embryos after exposure to high temperatures in the physiological range. *Reproduction.* 121:107-115.
- SAS Institute. 2003. SAS/STAT Software: Change and enhancements through release 9.2 for windows. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- WEST, J. W. 2003. Effects of heat stress on production in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 86:2133-2134.
- WOLFENSON, D., Z. Roth, and R. Meidan. 2000. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: Basic and applied aspects. *Anim Reprod. Sci.* 60-61: 535-547.
- ZIMBLEMAN, R. B. and R. J. Collier. 2011. Heat hits cows sooner than we thought. *Hoard's Dairyman.* April, 2011: 281.

Este artículo es citado así:

Antillón-Ruiz, J., M. Barceló-Fimbres, A. Anchondo-Garay y F. A. Rodríguez-Almeida. 2012: *Incidencia de estrés calórico y su impacto en la fertilidad en un establo lechero*. *TECNOCIENCIA Chihuahua* 6(2): 94-100.

## Resúmenes curriculares de autor y coautores

**JAVIER ANTILLÓN RUIZ.** Obtuvo el título de Ingeniero Zootecnista en Sistemas de Producción en el 2008 y el grado de Maestría en Ciencias en el área de Reproducción y Genética Animal en el 2012 en la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Desde el 2010 labora en esta Facultad y su área de especialización es la producción in vitro de embriones. Es autor de un artículo científico y una ponencia en congreso.

**MOISÉS BARCELÓ FIMBRES.** Obtuvo el título de Médico Veterinario Zootecnista (1999) por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y el grado de Maestría en Ciencias en Producción Animal, con área mayor en Reproducción y Genética Animal (2002), por la Universidad Autónoma de Chihuahua. En el 2007 obtuvo su grado de Doctor en la Universidad Estatal de Colorado, con el tema de disertación "Sustratos de energía, reguladores metabólicos y acumulación de lípidos durante el cultivo en embriones de bovino producidos in vitro". Estuvo adscrito a la Facultad de Zootecnia y Ecología del 2007 al 2010. Actualmente labora en una empresa privada, en un laboratorio de investigación y desarrollo sobre embriología, en Wisconsin, E.U.A. Es autor y coautor de 6 artículos en revistas indizadas internacionales con alto factor de impacto, así como de 18 trabajos presentados en congresos nacionales e internacionales. Tuvo el reconocimiento del Sistema Nacional de Investigadores como Candidato en el periodo 2009-2011.

**ALFREDO ANCHONDO GARAY.** Es Ingeniero Zootecnista (1981) y Maestro en Ciencias en Producción Animal, con área mayor en Reproducción y Genética (1986), por la Universidad Autónoma de Chihuahua. Se ha desempeñado como maestro investigador de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, Universidad de Guanajuato y a partir de 1987 en la Universidad Autónoma de Chihuahua, impartiendo diversas cátedras de licenciatura y posgrado. Cuenta con el perfil PROMEP desde noviembre del 2006 a la fecha. Ha desempeñado en diversos puestos administrativos: Jefe del Departamento de Reproducción y Genética, Coordinador Académico de la Secretaría de Investigación y Posgrado, Secretario de Extensión y Divulgación y Presidente de la Academia de Reproducción y Genética Animal. A la fecha, es autor y coautor de 12 artículos en revistas arbitradas e indizadas, 25 memorias en extenso de congresos nacionales e internacionales y 12 artículos en revistas de divulgación.

**FELIPE ALONSO RODRÍGUEZ ALMEIDA.** Es Ingeniero Zootecnista (1988) y Maestro en Ciencias en Producción Animal, con área mayor en Reproducción y Genética (1990), por la Universidad Autónoma de Chihuahua. Obtuvo su doctorado en la Universidad de Nebraska-Lincoln (1994) en el área de Mejoramiento Animal, para lo cual realizó su disertación enfocada al desarrollo de modelos para la evaluación genética de bovinos carne en poblaciones multirraciales. Su trabajo de investigación en México lo ha enfocado principalmente al desarrollo de evaluaciones genéticas nacionales, el mantenimiento de la integridad de la membrana espermática en semen criopreservado de ovino, y la evaluación de cruza para la producción de cordero, con énfasis especial en la eficiencia biológica y los factores que influyen en la misma. Es autor y coautor de más de 30 artículos en revistas indizadas y arbitradas, tres capítulos en libro, y más de 50 trabajos presentados en congresos nacionales e internacionales. Se ha desempeñado como académico en la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua desde 1990 y ha sido Miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 1993 (Candidato 1993-1996, Nivel I 1996-2002, 2008-2014).