

Cómo el *estrés térmico* afecta la *reproducción bovina*

Flávia Morag Elliff
Especialista Técnica
Ourofino Salud Animal
flavia.elliff@ourofino.com

Las *biotecnologías reproductivas* han evolucionado de manera sólida y consistente en los últimos años y son consideradas como aliadas estratégicas para mejorar el desempeño reproductivo de los animales a través del aumento en los índices de preñez, en la disminución de los días abiertos y en la reducción del periodo de servicio.

Muchas *biotecnologías reproductivas* están disponibles para uso en campo, como son: la *inseminación artificial (IA)*, la *IA en tiempo fijo (IATF)*, la *transferencia de embriones (TE)*, que puede ser realizada a partir de embriones producidos *in vivo (SOV)* o *in vitro (PIV)*. De estas *biotecnologías*, la más utilizada es la *IATF*, trayendo eficiencia y practicidad para las ganaderías de carne y de leche.

A pesar del importante crecimiento en el uso de las *biotecnologías reproductivas* en el ganado de leche, las vacas lecheras de alta producción han sido asociadas con una fertilidad reducida, debido a múltiples factores. Estos factores incluyen: *la condición corporal, alteraciones uterinas o reproductivas,*

alteraciones metabólicas debido a la alta producción, alta ingestión de materia seca y estrés térmico.

Las consecuencias negativas del *estrés por calor* pueden generar pérdidas económicas significativas para el productor, sin embargo, medir estas pérdidas puede ser un desafío, ya que debemos considerar el impacto que el *estrés por calor* puede tener en la *fertilidad, la calidad de la leche* y los *costos de producción y veterinarios*. En 2003, *St Pierre et al.* estimaron que la pérdida económica por *estrés calórico* podría variar entre USD 337 y USD 383 por animal. Actualmente, podemos considerar que las pérdidas son aún mayores, debido al aumento de la temperatura ambiental y al constante



Fotografía cortesía: Rancho Angostura.

aumento del costo de la producción animal (Rhoads, 2023). La tendencia es que las pérdidas relacionadas con este problema sigan aumentando y generando impactos económicos exorbitantes, que afectarán significativamente el costo de producción y los valores de la carne y la leche. Por lo tanto, es fundamental buscar alternativas que puedan reducir los efectos del *estrés térmico* y sus consecuencias sobre la producción y la reproducción.

Conceptos de confort térmico en bovinos

Aunque los efectos del *estrés por calor* son más evidentes en los climas tropicales y subtropicales, cualquier región del mundo puede estar sujeta a este problema. Para comprender los efectos del *estrés térmico* es importante conocer algunos conceptos de bioclimatología y adaptación según el origen animal, principalmente relacionados con los límites de temperatura en los que el animal se encuentra libre de los efectos del *estrés térmico*. Todas las razas de ganado están sujetas al *estrés por calor*; sin embargo, algunas razas son más susceptibles que otras. Los animales *Bos taurus* son originarios de regiones de clima templado, es decir, la temperatura media mensual generalmente no supera los 18°C y la humedad relativa varía entre el 65 y el 90% (Medeiros y Vieira, 1997). Mientras que los animales *Bos indicus* son originarios de regiones con clima tropical y, por esta razón, son más adaptables a las altas temperaturas y la alta humedad relativa. A pesar de esto, como ya se mencionó, cualquier animal y cualquier región está sujeta a los efectos del *estrés térmico*, y es necesario conocer los conceptos y límites de Zona Termoneutral (ZT) y Zona de Confort Térmico (ZCT; imagen 1).

Se considera que, en la ZT, la movilización de recursos termorreguladores ocurre para que el animal se adapte a las condiciones ambientales, pero sin causar estrés ni por frío ni por calor. La ZCT comprende el

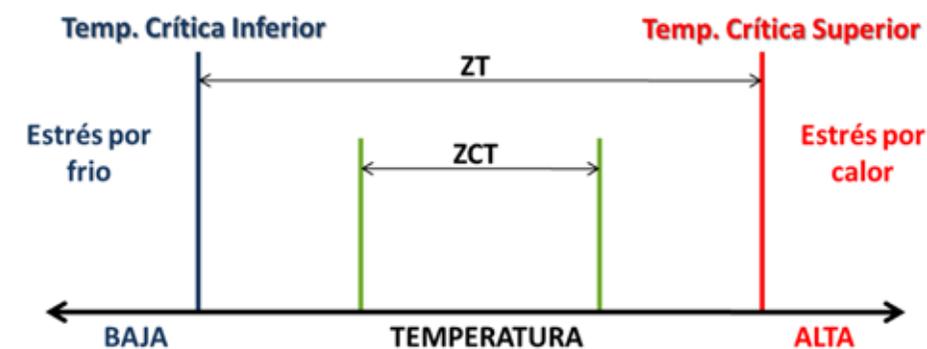


Figura 1. Diagrama que representa los conceptos de Zona Termoneutral y Zona de Confort Térmico. Adaptado de NRC, 1981 y HAHN et al., 1987 citado por PEREIRA (2005)

rango de temperatura ideal de la ZT en el que el costo fisiológico es mínimo, considerándose la condición ambiental ideal para el desempeño productivo y la salud animal. Con esto, podemos entender que temperaturas por encima o por debajo de los límites de ZT desencadenan reacciones fisiológicas y comportamentales por estrés térmico, que pueden, en casos extremos, conducir a la muerte del animal. En la tabla 1 es posible ver los límites (Temperatura Crítica Inferior – TCI; Temperatura Crítica Superior – TCS) de la ZT y ZCT (Curtis, 1983; Hafez, 1968; Mount, 1979; Pereira, 2005).

Se considera que, a temperaturas superiores al TCS y temperaturas inferiores al TCI, los animales están sufriendo los efectos negativos del *estrés por calor*. Se observa que, para las vacas *Bos taurus*, donde el TCS es de 27°C, el riesgo de que el estrés por calor tenga efectos negativos que afecten la productividad y la eficiencia reproductiva es considerable, especialmente en regiones tropicales y subtropicales, como es el caso de diversos países de América Latina. Además,

considerando que la principal raza utilizada para la producción de leche es la raza *Holstein*, queda claro que los efectos del *estrés calórico* pueden ser catastróficos en nuestras regiones.

Estrés térmico y calidad oocitaria

La duración completa del desarrollo folicular en bovinos toma aproximadamente 180 días, considerando el desarrollo de folículos primordiales a folículos preovulatorios. Este desarrollo de los folículos se compone de 3 etapas principales; la primera, que incluye folículos primarios y secundarios, es una etapa independiente de gonadotropinas y se cree que, en este punto, los folículos son menos sensibles a los efectos de las altas temperaturas (Roth, 2017). La segunda, está marcada por la transición de los folículos preantrales a los antrales, siendo su desarrollo regulado por gonadotropinas y, se cree que, en esta fase, aunque se sabe poco, los folículos están sujetos a los efectos del estrés térmico. La tercera etapa del desarrollo folicular se caracteriza por la formación del

Animal	TCI	ZCT	TCS
<i>Bos taurus</i>	- 10° C	- 1 a 16° C	27° C
<i>Bos indicus</i>	0° C	10 a 27° C	35° C

Tabla 1. Límites de TCI y TCS relacionados con los conceptos de ZT y ZCT del ganado *Bos taurus* y *Bos indicus*.

antro y los estudios demuestran que, en esta etapa, el desarrollo de los folículos puede verse afectado por los efectos del estrés térmico. Estos factores pueden indicar que los ovocitos de hembras sometidas a estrés por calor pueden sufrir impactos negativos en su desarrollo durante un período prolongado, aumentando el riesgo de sus consecuencias sobre la fertilidad, incluso en los meses posteriores a altas temperaturas.

El perfil bioquímico y hormonal del líquido folicular de los folículos dominantes puede verse comprometido por los efectos del *estrés por calor* (Roth 2017). Los estudios informan que, durante las épocas de temperaturas más altas, la concentración de estrógeno era menor en comparación con las épocas de temperaturas más bajas. Las vacas sometidas a estrés por calor también mostraron una pulsatilidad de LH reducida y un aumento preovulatorio de LH más pequeño. Además, como se mencionó, el perfil bioquímico también puede verse alterado, incluidas concentraciones reducidas de glucosa, IGF-1 y colesterol. Todos estos factores pueden contribuir negativamente a la maduración de los ovocitos y, en consecuencia, reducir la competencia del ovocito y su capacidad de fecundación y posterior desarrollo embrionario.

Estrés térmico y fertilidad

El desarrollo de los folículos durante el ciclo estral bovino se caracteriza por ondas foliculares, que pueden ocurrir en dos o tres ondas. Durante estas ondas de crecimiento es posible identificar 3 etapas: *reclutamiento folicular o emergencia de ondas, fase de selección o divergencia y fase de dominancia folicular*. El folículo dominante es capaz de sintetizar grandes concentraciones de estrógenos e inhibina y, si las concentraciones hormonales lo permiten, este folículo puede llegar a la ovulación. Los estudios muestran que el *estrés por calor* puede potencialmente reducir el tamaño del folículo dominante, lo que

impacta directamente la capacidad de este folículo para liberar inhibina y estrógeno que, a su vez, puede afectar la posibilidad de ovulación y aumentar la probabilidad de doble ovulación.

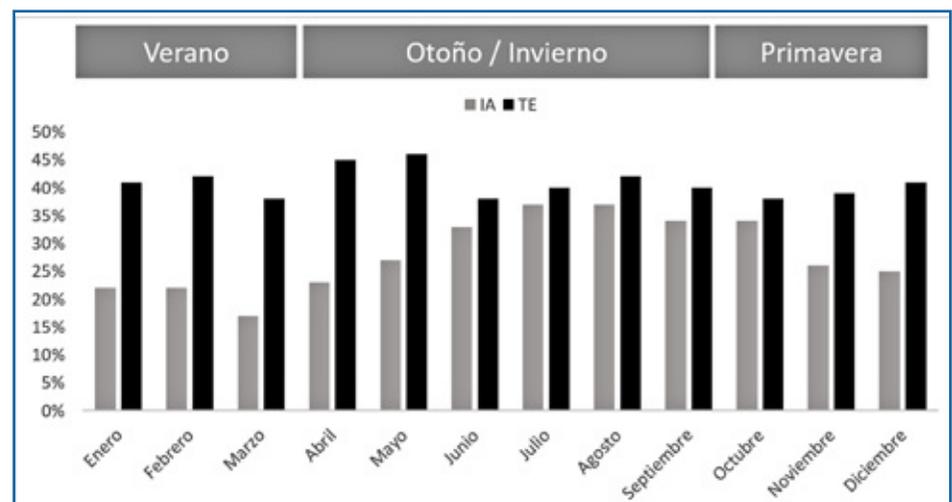
Además de los posibles efectos en el crecimiento folicular y doble ovulación, el estrés térmico también puede comprometer la luteinización del cuerpo lúteo, lo que genera una concentración de progesterona más baja después de la ovulación que puede contribuir en aumentar las pérdidas gestacionales tempranas.

Muchos estudios comprobaron que una de las principales causas de problemas en el establecimiento de la gestación en vacas lecheras especializadas es la baja concentración de progesterona después de la inseminación. Una adecuada concentración de progesterona después de la inseminación trae muchos beneficios, como: *aumento de la receptividad uterina, mejor desarrollo embrionario, más alta liberación de interferón-tau y, consecuentemente, mejor establecimiento de la gestación en bovinos*.

¿Cómo manejar el estrés térmico?

Lo primero a considerar cuando tenemos animales que puedan estar sujetos al *estrés térmico* es que necesitamos ofrecer un adecuado manejo ambiental, que pueda evitar al máximo posible las altas temperaturas ambientales. Estos manejos incluyen: *proporcionar áreas de sombra; aumentar o mejorar la ventilación del ambiente; y sistemas de enfriamiento del animal y del ambiente (por ejemplo, con el uso de aspersores o ventiladores)*.

Además del manejo ambiental, que es fundamental para garantizar la salud, bienestar, productividad y fertilidad de nuestros animales, existen estrategias reproductivas que pueden ser adoptadas para mejorar la fertilidad de los animales. Algunos estudios han reportado que la manipulación hormonal, para inducir el *turnover* folicular, mejoró la fertilidad de hembras bovinas lecheras bajo estrés térmico. Se requiere un período de dos a tres ciclos estrales para la recuperación del daño causado por el calor del verano y la aparición de ovocitos.

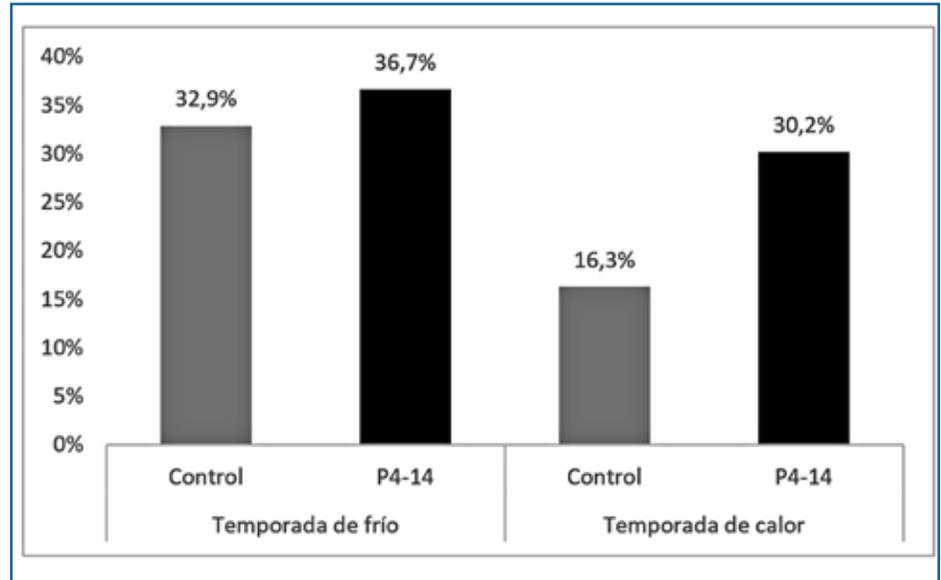


Gráfica 1. Comparación de la tasa de concepción utilizando inseminación artificial (IA) o transferencia de embriones (TE) en vacas lecheras a lo largo de un año, comparando las diferentes temporadas climáticas. Adaptado de Baruselli et al., 2020.

El protocolo de *inseminación artificial en tiempo fijo (IATF)* puede ejercer este papel, en donde se estimula la emergencia de olas de crecimiento folicular. Con el uso del dispositivo intravaginal de progesterona (*Sincrogest*) y benzoato de estradiol (*Sincrodiol*), ocurre una supresión de las hormonas LH y FSH y, consecuentemente, los folículos presentes en el ovario entran en atresia folicular, dando oportunidad para el apareamiento de una nueva ola de crecimiento folicular.

Otra estrategia que podemos adoptar es el uso de la *transferencia de embriones*. Diversos estudios han demostrado que la transferencia de embriones genera tasas de concepción superiores a la inseminación artificial durante las temporadas de alta temperatura. Durante estas temporadas, tenemos un efecto negativo bastante importante en la calidad oocitaria, y su capacidad de fertilización se reduce. Pensando en esto, utilizar las hembras sujetas al *estrés térmico* como receptoras de embriones puede ser una alternativa, ya que, en este caso, no dependeríamos de la calidad oocitaria de esta hembra.

El *estrés térmico*, como ya se mencionó, también tiene la capacidad de afectar la formación del cuerpo lúteo y, en consecuencia, la liberación de progesterona post ovulación. Esta reducida concentración de progesterona puede comprometer negativamente el desarrollo embrionario inicial y aumentar las pérdidas gestacionales tempranas. Pensando en esto, la utilización de progesterona inyectable de larga acción después de la inseminación puede ser una estrategia muy interesante para mejorar el desarrollo del embrión y evitar dichas pérdidas. Este manejo reproductivo ya fue bastante estudiado y ha demostrado buenos resultados de incremento en la concepción. *Sincrogest* inyectable es la única progesterona inyectable de larga acción y alta concentración, lo que permite su uso en dosis única después de la inseminación (*día 14 del protocolo de IATF; 4 días después de la inseminación*).



Gráfica 2. Tasa de concepción comparativa entre grupo control (protocolo de IATF convencional) y grupo tratado con 6 mL de Sincrogest inyectable 4 días después de la inseminación (protocolo P4-14). Adaptado de Souza 2015.

En este trabajo fue posible identificar que el uso de la progesterona inyectable de larga acción (*Sincrogest inyectable*) 4 días después de la inseminación en un protocolo de *IATF* mejoró significativamente la tasa de concepción en vacas lecheras de alta producción (*arriba de 30kg*) durante el verano.

El uso de las *biotecnologías reproductivas* es sumamente importante para mejorar el desempeño de los animales. Sin embargo, es fundamental hacer ajustes en los protocolos de acuerdo con la necesidad de cada finca y de cada animal, para llegar a la máxima eficiencia.

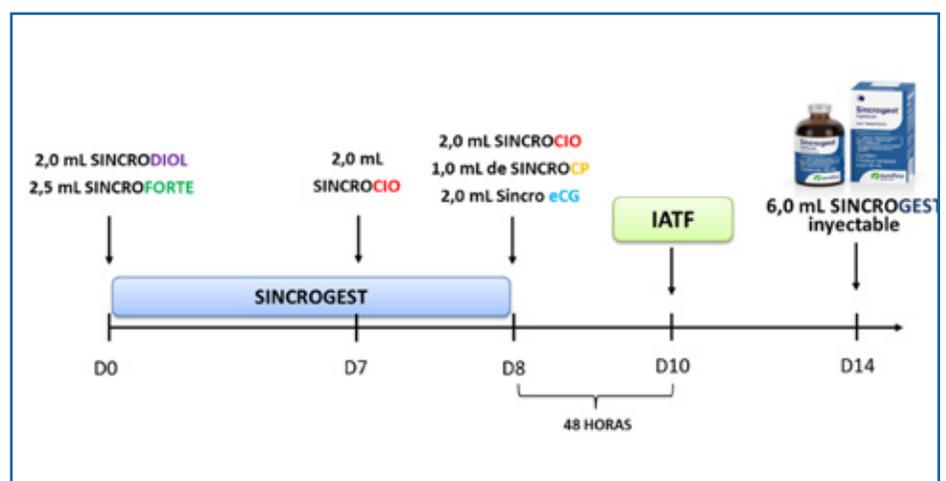


Figura 2. Protocolo P4-14 de Oufino Salud Animal.
*La dosis de las hormonas pueden ser alteradas a criterio del médico veterinario.