

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/304462567>

# Termorregulación y bienestar del neonato

Technical Report · March 2016

DOI: 10.13140/RG.2.1.1860.0561

CITATIONS

0

READS

6,308

6 authors, including:



**Juliana Sarubbi**

Universidade Federal de Santa Maria

35 PUBLICATIONS 89 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Patricia Mora-Medina**

Universidad Nacional Autónoma de México

154 PUBLICATIONS 1,082 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Paloma Islas-Fabila**

Metropolitan Autonomous University

7 PUBLICATIONS 15 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Patricia Roldán-Santiago**

Universidad Nacional Autónoma de México

118 PUBLICATIONS 536 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Libro: El búfalo de agua. Generalidades y características productivas [View project](#)



Buffalo calves production system [View project](#)



**Dra. Juliana Sarubbi.**  
Profesora. Departamento de Zootecnia y Ciencias Biológicas Universidad Federal de Santa María (Brasil). Coordinadora del Laboratorio Ambiente y Bienestar Animal Universidad Federal de Santa María (Brasil). Especialista en bienestar de equinos y cerdos. juliana.sarubbi@pq.cnpq.br



**Dr. Daniel Mota Rojas.**  
Editor en Jefe del Libro Bienestar Animal Una Visión Global en Iberoamérica. Editorial ELSEVIER-España. Fisiopatología del Estrés y Bienestar de los Animales Domésticos. DPAA. Universidad Autónoma Metropolitana. UAM. dmota100@yahoo.com.mx



**Dra. Patricia Mora Medina.**  
Programa de Bienestar Animal. Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud Universidad Autónoma Metropolitana. UAM. Departamento de Ciencias Pecuarias. FESC Universidad Nacional Autónoma de México. UNAM.



**EMC. MVZ. Paloma Islas Fabila.**  
Posgrado en el área de Bienestar Animal. Fisiopatología del Estrés y Bienestar de los Animales Domésticos. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM).



**M. en C. Ariadna S. Yáñez-Pizaña.**  
Posgrado en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal. FMVZ-UNAM. Programa de Bienestar Animal. Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud Universidad Autónoma Metropolitana (UAM).



**M. en C. Patricia Hóldan-Santiago.**  
Posgrado en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal, FMVZ-UNAM. Programa de Bienestar Animal. Licenciatura en MVZ. Universidad del Valle de México. UVM.

Lectura recomendada para la asignatura de BIENESTAR ANIMAL.

# LA TERMOR Y EL BIENES

## INTRODUCCIÓN

Para mantener la temperatura interna dentro de los límites fisiológicos adecuados, los animales homeotermos (mamíferos y aves) han desarrollado respuestas fisiometabólicas muy eficaces, y en algunos casos especializadas. Por ejemplo, a medida que la temperatura ambiental disminuye, el mamífero o el ave deben elevar su tasa de producción metabólica de calor hasta valores cada vez mayores con el fin de mantener su temperatura corporal idónea con los procesos metabólicos del organismo. La finalidad de esas respuestas es facilitar la conservación, producción o eliminación del calor corporal y requieren la coordinación firmemente controlada de varios sistemas corporales; sin embargo el sistema termorregulador del neonato no es eficiente ante temperaturas ambientales extremas. La transición intra-uterina a la vida extra-uterina es uno de los más importantes desafíos



# REGULACIÓN TAR DEL NEONATO

fisiológicos que se producen en la vida de los animales. Inmediatamente después del nacimiento, los recién nacidos tienen que habituarse a las nuevas condiciones ambientales y de alimentación (Kirovski, 2015). Durante la etapa perinatal las crías de los mamíferos se exponen a un desbalance térmico, ya que abruptamente pasan de una temperatura promedio de 38.8°C en el útero a una temperatura ambiental de 20°C o inferior. Por este hecho se han realizado estudios en los que se demuestra que el estrés térmico, en particular la hipotermia, contribuye significativamente al riesgo de mortalidad más importante en neonatos, aunado a ello, los eventos de hipoxia o inanición son considerados problemas que conllevan a incrementar la mortalidad (Merlot *et al.*, 2013). Cabe mencionar que la temperatura corporal de los homeotermos es el resultado de un balance entre la producción (termogénesis) y la eliminación de calor (termólisis). En este sentido, la estabilidad térmica neonatal, que se define como el mantenimiento de una temperatura corporal constante dentro del rango fisiológicamente aceptable



regular su temperatura corporal. Algunos animales homeotermos, son capaces de mantener su temperatura interna en márgenes muy estrechos, independientemente de los cambios ambientales (Palacios *et al.*, 2000). En los mamíferos existe el fenómeno de la endotermia. La cual está asociada con una producción de calor importante que permite que tanto mamíferos y aves puedan mantener constante su temperatura interna corporal, gracias a que tienen estrategias para minimizar o maximizar las pérdidas de calor mediados por

de 37,5 a 38,5°C (en la mayoría de las especies), es esencial para garantizar la supervivencia de las crías (Giannetto *et al.*, 2015). En el caso de los neonatos caninos la temperatura normal puede oscilar entre 35,5 a 36,5.

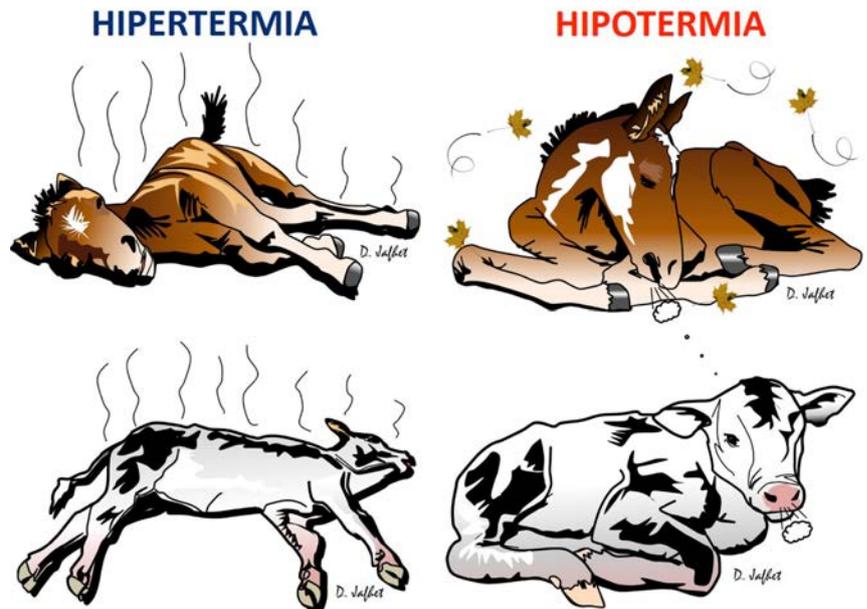
Para mayor información sobre esta especie consulte el artículo de Silva *et al.* (2008)- Avaliação clínica neonatal por escore Apgar e temperatura corpórea em diferentes condições obstétricas na espécie canina. Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias. 103 (567-568) 165-170.

Así, los animales recién nacidos, especialmente débiles, de bajo peso o con problemas al parto y que no pueden obtener calor a través de la ingesta de leche materna, son más susceptibles al estrés por frío en comparación con los animales adultos que han demostrado ser más resistentes a estas condiciones, por lo que mantener un adecuado ambiente térmico es un punto crítico para el cuidado y nivel de supervivencia de las crías (Fraguela *et al.*, 2015).

Ante situaciones ambientales en donde se presenten variaciones entre calor y frío, los mamíferos y las aves utilizan respuestas efectoras autonómicas y de comportamiento para

el hipotálamo anterior, en donde se encuentra el centro termorregulador encargado de que el cuerpo se mantenga a la temperatura adecuada.

De este modo, cuando la temperatura corporal del mamífero sube por encima de los valores normales se activan los mecanismos responsables de perder calor. Por ejemplo, a nivel fisiológico, los animales dilatan los

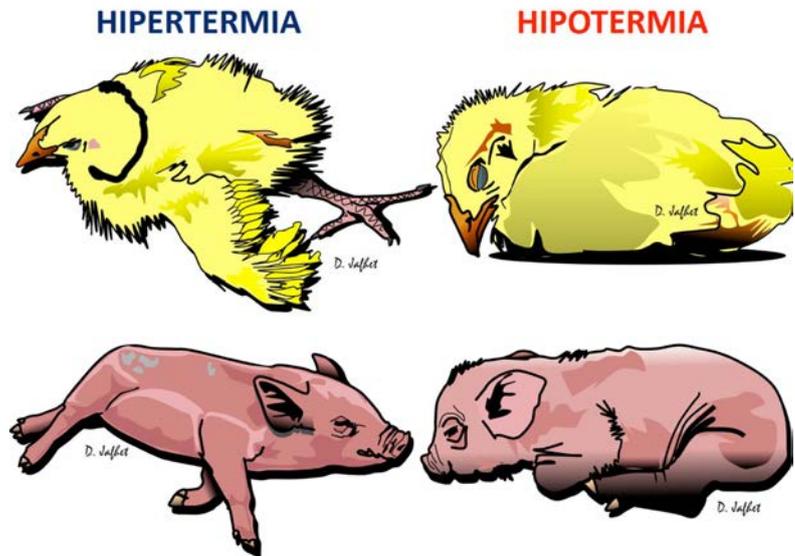


**FIGURA 1.** POSTURAS CORPORALES ANTE PROCESOS DE HIPERTERMIA (LADO IZQUIERDO) E HIPOTERMIA (LADO DERECHO) EN POTRO Y BECERRO. Cuando las pérdidas de calor superan a la producción, el organismo pone en marcha mecanismos termorreguladores para aumentar la temperatura corporal a expensas de un gran costo energético.

vasos sanguíneos de la piel cuando se someten a una ambiente cálido, lo cual permite redistribuir la sangre caliente del interior del cuerpo a la superficie corporal y aumentar la pérdida de calor seco (es decir, por conducción y convección) y por otro lado incrementan la frecuencia ventilatoria pulmonar (taquipnea) para liberar calor por esta vía (evaporación). Debido a intercambio de calor húmedo, la humedad relativa es también importante en la eficiencia de la termorregulación de los animales.

En cambio, cuando el organismo experimenta un ligero enfriamiento, enseguida actúan los mecanismos que conservan el calor del animal. Sin embargo, el recién nacido hipotérmico usa sus reservas de glucosa (en forma de glucógeno) y oxígeno para producir calor, exponiéndolo ante una situación de riesgo en su integridad por hipoxia, adinamia e hipoglucemia. Con el objetivo de sobrellevar los cambios de temperatura y el estrés que éste les genera, los animales también emiten una respuesta conductual, para ello buscan un ambiente más confortable o desarrollan cambios de postura (Figuras 1 y 2). Sin embargo, cuando los animales no logran termorregularse y la adaptación a su ambiente resulta difícil con temperaturas constantes bajas o elevadas puede causarse la muerte por hipotermia o hipertermia.

Por lo tanto un ambiente que conserva la temperatura corporal en un punto óptimo en el que el metabolismo consume la menor cantidad de oxígeno y de energía se denomina zona termoneutral. Por ello, resulta importante conocer el límite inferior de la zona termoneutral que se deno-



**FIGURA 2.** POSTURAS CORPORALES ANTE PROCESOS DE HIPERTERMIA (LADO IZQUIERDO) E HIPOTERMIA (LADO DERECHO) EN EL POLLO Y LECHÓN. En el recién nacido, la capacidad de producir calor es limitada y los mecanismos de pérdida pueden estar aumentados, según la edad gestacional, los cuidados en el momento del nacimiento y el periodo de adaptación. Para compensar el frío, los animales intentan reducir el contacto con el suelo y se amontonan para evitar la pérdida de calor (derecha), mientras que ante un calor extremo, los animales evitan el contacto con sus compañeros a la vez que incrementan el contacto con el suelo para disipar el calor (izquierda).

mina Temperatura Crítica Inferior (TCI), el que se define como la temperatura ambiental por debajo de la cual, el animal debe incrementar su producción metabólica de calor para mantener el equilibrio térmico, o bien, el límite superior de la zona termoneutral denominado Temperatura Crítica Superior (TCS), el cual depende de la tasa metabólica, aislamiento térmico y de la habilidad del animal para disipar calor por evaporación, y es definido como la temperatura del aire (punto hipertérmico) por encima de la cual se incrementa la producción metabólica de calor (Lantz y Ottosson, 2015).

La termorregulación realizada por mamíferos o aves requiere neuronas (células nerviosas) que registran la temperatura corporal y también necesita centros de control de la termorregulación en el cerebro, que mediante el procesamiento de la información térmica obtenida, dirigen el uso de los mecanismos productores y perdedores de calor en forma apropiada para estabilizar la temperatura corporal. Los mamíferos y las aves detectan la temperatura corporal en muchas partes del cuerpo, hay neuronas termo sensibles en la piel, médula espinal y el cerebro. Los centros de control principales que procesan toda la información sensitiva y dirigen los mecanismos termorreguladores, se localizan en el hipotálamo y las regiones preópticas del cerebro (Para mayor profundidad sobre el tema de “Homotermia en mamíferos y aves” consulte el capítulo 8 del libro Fisiología animal de Richard Hill y colaboradores. 2010). El objetivo del presente artículo es dar a conocer la importancia de la termorregulación en los animales de granja



**FIGURA 3.** FACTORES QUE INFLUYEN EN LA TERMORREGULACIÓN DEL POLLITO. El estrés por frío en los pollitos resulta ser un factor que influye directa y negativamente en su capacidad de crecimiento, en bajas reservas energéticas, y el bajo consumo de alimento, estos son algunos factores que no permiten que el pollito pueda termorregularse y sobrevivir exitosamente.

recién nacidos y entender de forma muy general algunos mecanismos fisiológicos involucrados.

## TERMORREGULACIÓN DEL POLLITO

La termorregulación del pollito es un proceso que debe revisarse desde que el embrión se encuentra en desarrollo dentro del huevo, ya que en este estado hay factores que influyen en el despliegue de su capacidad para termorregularse. El embrión responde al frío con un cambio en la producción de calor (aunque éste no sea suficiente para el mantenimiento de su temperatura) o consumo de oxígeno y energía (Whittow y Tazawa 1991). Se ha demostrado que durante la primer semana post-eclosión el desarrollo de la capacidad de regular la temperatura corporal en respuesta a la alteración de la temperatura ambiental, implica la rápida maduración de los elementos que regulan el ritmo cardiaco (Tazawa, Chiba *et al.*, 2004).

La capacidad de termorregulación es claramente inferior en los pollitos de un día de edad y depende fundamentalmente de su aislamiento por las plumas, del grado de desarrollo muscular y del grado de control metabólico a través de su sistema nervioso central (Figura

3). Esto demuestra que al nacer y durante los primeros 21 días los polluelos aún no pueden regular su temperatura corporal y, durante esta etapa, son considerados heterotermos. Por lo tanto, durante los días de crianza es importante que estén bajo una fuente de calor, la cual debe brindar un ambiente de 32°C. Una temperatura más elevada causa deshidratación, afectando su desarrollo, y temperaturas inferiores a los 30°C interfieren con la absorción del saco vitelino evitando protección inmunitaria durante los primeros días de vida (Estrada *et al.*, 2007).

El mecanismo para la termorregulación en pollitos recién nacidos no está bien desarrollado, siendo éstos más sensibles a temperaturas

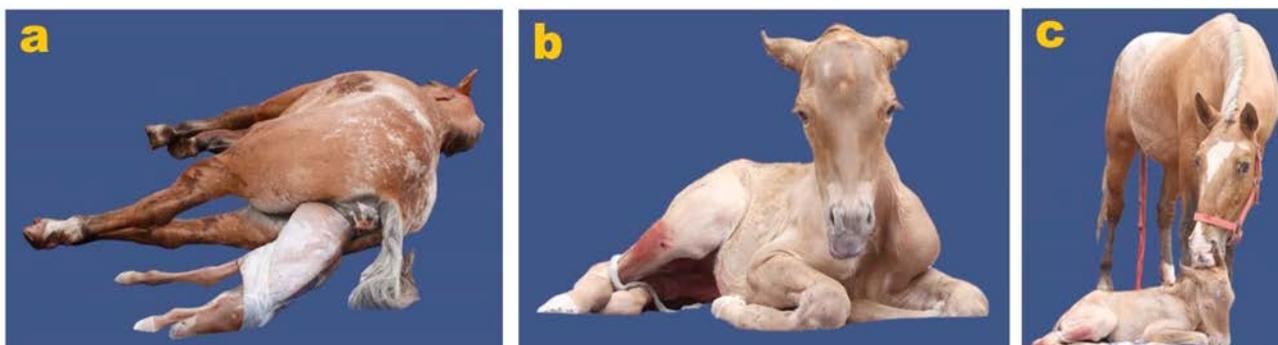
altas que bajas. A las tres semanas de edad, la exposición a estrés por frío ocasiona incremento en el metabolismo así como la movilización de reservas de carbohidratos y lípidos, de los cuales, sólo los carbohidratos son usados en la termorregulación (Dunnington y Siegel 1984), por lo tanto, la habilidad de los pollitos para regular efectivamente su temperatura corporal tiene un efecto directo en su capacidad de crecimiento. Cuando los pollitos son expuestos a altas temperaturas, su consumo de alimento disminuye en las primeras 48 h de exposición al calor (Lin, *et al.*, 1996). Por ello, mantener a las aves a temperaturas ambientales extremas bajas reduce la eficiencia alimenticia debido a la necesidad de incrementar la producción de calor a través de la ingesta de alimento o en temperaturas altas incrementa el jadeo y la disipación de calor (Dale y Fuller, 1980), por lo que es importante que los pollitos se desarrollen en un ambiente en donde la temperatura no sea un estrés para el ave, de esta manera, entre más fácilmente se adapten a los cambios de temperatura se reducirá el porcentaje de mortalidad (Havenstein *et al.*, 2003). Finalmente, el control de la temperatura ambiental garantiza los valores óptimos y de confort en el pollito, desde su proceso de eclosión hasta su nacimiento. Esto es muy

importante porque le permite asegurar su supervivencia, ya que inmediatamente después del nacimiento, el pollito utilizará en menor medida sus reservas energéticas para mantenerse en su zona termoneutral. De no ser posible establecer ese adecuado rango térmico, el pollito modificará su comportamiento y se mantendrá estático evitando con ello perder energía, lo cual limitará su consumo de alimento y ocasionará pérdidas de peso.

## TERMORREGULACIÓN DEL POTRO

El potro neonato nace húmedo e incluso en el peor de los casos tendrá que soportar un choque térmico con el ambiente al momento del nacimiento. La zona termoneutral del potro neonatal sano es de 23 a 25°C (73 a 77°F). La temperatura ambiental no siempre es lo suficientemente alta como para superar la pérdida de calor por evaporación o por la pérdida directa en superficies frías (Stoneham, 2006). Durante el cuidado de los potros neonatos, es importante evitar el descenso de la temperatura corporal manteniendo al recién nacido en un ambiente cálido y seco. La hipotermia es un factor de estrés grave en potros recién nacidos y, a menudo puede ser la causa principal del colapso cardiorrespiratorio que requiere reanimación (Stoneham, 2006). Semejante al cordero y ternera, el potro puede soportar una temperatura del aire tan bajo como 2°C sin que exista una importante disminución de la temperatura rectal, ello se

logra aumentando la producción del calor metabólico. La limpieza del recién nacido por parte de la madre ayuda a secar el potro y estimular la circulación sanguínea. Esto contribuye a la eficiencia de la termorregulación. Aunado a ello, Ousey *et al.* (1992) evaluaron a potros expuestos entre 2 y 40°C y observaron que un potro mantenido a 12.5°C durante 8.5 h mantiene su tasa metabólica elevada (100 W m<sup>-2</sup>). De igual manera, estos autores, mencionan que potros de 2 a 9 días de edad, aumentan el cociente respiratorio con la disminución de la temperatura del aire, sugiriendo que los potros incrementan la utilización del glucógeno muscular con el temblor ocasionado por el frío, además de ello, la pilo-erección y vasoconstricción son mecanismos importantes para la producción de calor principalmente cuando la temperatura del aire está cerca de la TCI. Por lo anterior, Ousey *et al.* (1997) sugieren una TCI para potros de 2-4 días de edad de 22°C. Así, cuando la temperatura desciende por debajo de la TCI, tanto la pilo-erección y la vasoconstricción permiten al animal aumentar la resistencia térmica del pelaje y del tejido corporal, respectivamente (Mount, 1979). Por otro lado, si la temperatura corporal es menor a 38.7°C, la combinación de lámparas de calor, almohadillas térmicas de agua circulante, botellas de agua caliente y mantas se pueden utilizar para elevar su temperatura. La regulación central de la temperatura (hipotálamo) en la vida temprana de los potros es buena y el animal sano resiste adecuadamente las temperaturas ambientales



**FIGURA 4.** a) Expulsión del feto; b) Potro neonato echado y c) Limpieza del potro recién nacido por parte de la madre, conducta que además de ayudar a secar al potro y estimular la circulación sanguínea, tiene gran importancia en el desarrollo de la relación materno-filial (vínculo o impronta maternal). Durante el cuidado de los potros neonatos, es importante evitar el descenso de la temperatura corporal por secado al nacer y mantener al animal en un ambiente cálido y seco. La zona termoneutral del potro neonatal sano es de 23 a 25°C. La hipotermia es un factor de estrés grave en potros recién nacidos y, a menudo puede ser la causa principal del colapso cardiorrespiratorio que requiere reanimación. Para profundizar sobre cuidados del potro y el síndrome de aspiración de meconio consulte el capítulo 28 del autor Martínez-Burnes y colaboradores. (2008) del Libro “Perinatología y ginecología animal”. BM editores.

extremas por periodos cortos de tiempo. La actividad muscular (temblor) y el comportamiento ambulatorio son probablemente los elementos de mayor importancia en la producción de calor en los potros neonatos (Figura 4) (Stoneham, 2006).

En los potros la principal acción de las hormonas tiroideas (THs) es estimular el consumo de oxígeno. Las THs estimulan la síntesis y el catabolismo de proteínas, las cuales ayudan a regular el metabolismo lipídico, el metabolismo basal y la producción de calor corporal (Hulbert 2000). El crecimiento y la termogénesis dependen de la presencia de THs, por ejemplo, la T<sub>3</sub> favorece el consumo de oxígeno, incrementa la síntesis de proteínas, la tasa metabólica, la absorción de carbohidratos y el metabolismo de la glucosa. Asimismo estimula la tasa cardiaca, el gasto cardiaco y el flujo sanguíneo, incrementa la transmisión neural además del desarrollo cerebral y neuronal en los animales jóvenes, favoreciendo la supervivencia de los potros al nacimiento (Baragli *et al.* 2011). No obstante, en potros prematuros (nacen con edad gestacional inferior a 320 días) las capacidades de termorregulación y gluconeogénesis se ven afectadas, mostrando mayor riesgo de sufrir hipotermia e hipoglucemia (Ousey *et al.* 1992; Ousey *et al.* 1997). Finalmente los mecanismos fisiológicos de termorregulación en potros neonatos están activos desde el primer día de vida resistiendo temperaturas ambientales extremas; sin embargo, para potros con problemas de hipotermia (descenso de la temperatura corporal) la combinación de lámparas de calor, así como almohadillas térmicas de agua circulante y mantas son recomendadas para elevar su temperatura interna, en el caso contrario, potros que presenten hipertermia (aumento de la temperatura corporal) es recomendable retirar cualquier fuente exógena de calor.

## TERMORREGULACIÓN DEL LECHÓN

En lechones, se estima que aproximadamente el 50% de la mortalidad pre-destete ocurre durante los 3 primeros días de vida (Panzardia *et al.*, 2013), principalmente porque la adaptación a la vida extrauterina es un reto considerable para el lechón neonato (Baxter *et al.*, 2008). Durante la gestación, el lechón se encuentra a una temperatura uterina que oscila entre 38 a 40°C y al

nacer experimenta un cambio drástico en su entorno al exponerse a una temperatura ambiente que oscila entre 20 a 22°C, induciendo a un estrés por frío (Berthon *et al.*, 1993; Tuchscherer *et al.*, 2000; Malmkvist *et al.*, 2006), en el cual los neonatos reducen la producción total de calor, debido a su menor rendimiento y/o aumento de la capacidad de disipación de calor (por evaporación y la pérdida de calor sensible). De igual manera, se estima que los neonatos pueden perder más de 2°C de su temperatura corporal desde el nacimiento hasta que realicen su primer contacto con la teta de la madre (Tuchscherer *et al.*, 2000; Malmkvist *et al.*, 2006; Baxter *et al.* 2008). El lechón nace prácticamente sin defensas inmunológicas, es termo dependiente, presenta poco pelo y piel húmeda. Para calentarse requiere consumir fuentes de energía que podrían canalizarse para funciones de crecimiento y homeostasis (Alonso *et al.*, 2006).

Dicha falta de producción de calor también es ocasionada en gran parte por la falta de tejido adiposo integral y a las bajas reservas de glucógeno con las que nace el lechón (Herpin *et al.*, 2002). Asimismo, la piel juega un papel clave en la termorregulación de los cerdos; ya que controla la tasa de transferencia de calor desde el núcleo del cuerpo a la superficie mediante el ajuste de aislamiento de tejido, en particular, por el cambio en el flujo sanguíneo periférico.

La medición de la temperatura rectal 2 horas después del nacimiento es un importante indicador de termorregulación exitosa (Baxter *et al.*, 2008). A temperatura rectal entre 38 y 39°C indica una homeostasis térmica en los lechones de hasta 24 horas posteriores a su nacimiento (Berthon *et al.*, 1993; Herpin *et al.*, 1994). Así, con el fin de aumentar la producción de calor, los lechones dependen de la termogénesis (temblor muscular), que exige el uso de las reservas energéticas (Berthon *et al.*, 1994). Por lo cual, el alcance y la duración de la baja producción de calor se correlacionan negativamente con las posibilidades de supervivencia (Tuchscherer *et al.*, 2000), afectando principalmente a los lechones débiles y pequeños, ya que están en mayor riesgo de ser aplastados por la madre o morir de hambre (Baxter *et al.*, 2008; Pedersen *et al.*, 2010). De hecho, la termorregulación en los lechones está influenciada por distintos factores como: el peso al nacimiento, tamaño de la camada, duración del parto,



**FIGURA 5.** EL PESO, LA TEMPERATURA CORPORAL Y EL VIGOR AL NACIMIENTO. La falta de una lechonera (microclima) después del nacimiento lleva a los recién nacidos a establecer mayor contacto físico con su madre con la finalidad de obtener mayor calor, pero incrementando de esta manera la probabilidad de ser aplastado y morir. Es importante que los lechones se mantengan a una temperatura constante, pues aquellos expuestos a ambientes más fríos tienen menor capacidad para mamar, se reduce el consumo de calostro y presentan signos de letargia e hipotermia. Para profundizar consulte los capítulos 35 y 36 del libro “Perinatología y Ginecología Animal” de los editores Mota-Rojas y colaboradores. (2008). Casellas *et al.* (2004) encontraron que el peso al nacer influye en la temperatura rectal en el momento del nacimiento y 60 min más tarde, mientras que la puntuación de la vitalidad influye en las temperaturas rectales (al nacimiento y 60 min más tarde), en el tiempo para llegar a la teta y latencia para mamar. Los neonatos porcinos con una puntuación < 5 presentaron un descenso en la temperatura en el nacimiento, resultados similares a los de Orozco *et al.* (2008), quienes mencionan que la temperatura corporal baja está asociada con una menor puntuación de la vitalidad y prolongación del primer contacto con la ubre, lo que indica un deterioro en la auto-termorregulación del lechón recién nacido por la falta de ingesta de calostro.

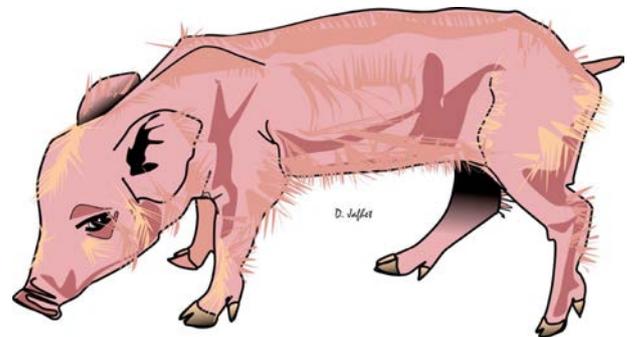
distocia, orden de nacimiento, temperatura ambiental, estado nutricional, vitalidad, sexo, habilidad materna y el comportamiento de los lechones (Lay *et al.*, 2002).

La temperatura y la producción de calor se relacionan positivamente con la ingesta de calostro, demostrando que aquellos lechones que no logran ingerir calostro son incapaces de llegar a una termoequilibrio y éstos pueden ver afectado su ritmo de crecimiento, reducir el vigor para pelear por una teta e incluso propiciar un mayor crecimiento de pelo como una capa de aislamiento para conservar mejor la temperatura (Le Dividich y Noblet, 1981; Mota-Rojas *et al.*, 2008) (Figura 6).

Por lo tanto, aquellos lechones hambrientos a menudo se quedan cerca de la ubre de las cerdas, lo que puede aumentar aún más el riesgo de aplastamiento (Weary *et al.*, 1996).

En este mismo sentido, Steiner *et al.* (2002) señalan que aquellos lechones recién nacidos con una calificación de vitalidad baja ( $\leq 5$ ) se caracterizan principalmente por presentar baja temperatura corporal y a su vez una disminución en las concentraciones de oxígeno sanguíneo dentro del primer minuto posterior al nacimiento. En el otro extremo, lechones que conectan la teta más rápida-

mente y que presentan calificaciones de vitalidad altas, les permite una mayor capacidad para extraer el calostro de la ubre de la madre (Devillers *et al.*, 2007; Trujillo *et al.*, 2011). Todo ello reflejándose en el incremento del porcentaje de supervivencia y expresando mayores pesos al destete (Tuchscherer *et al.*, 2000; Baxter *et al.*, 2008).



**FIGURA 6.** Cerdo con retraso de crecimiento y pelo hirsuto. En los cerdos llamados “peludos” o “redrojos”, se aprecia un signo de desarrollo incompleto, en los cuales el pelo ha crecido demasiado y se encuentra hirsuto como una respuesta a la falta de protección climática o a la hiponutrición energética. Para mayores detalles consulte el libro de -Clínica de cerdos- del autor Ramiro Ramírez-Necochea (2008).

**FIGURA 7.** El cerdo posee algunos mecanismos que le permiten adaptarse a las temperaturas bajas como son vasoconstricción periférica, que provoca un menor flujo de sangre a la piel y como resultado transferencia circulatoria de calor desde el centro a la superficie; y pilo-erección, que le permite la formación de una capa de aire caliente alrededor de su cuerpo. Bajo condiciones de estrés por frío los lechones presentan temblor, adinamia y se reduce su disposición para atender al llamado de la madre durante el amamantamiento. En este sentido es importante señalar que está plenamente demostrado que los lechones con hipotermia maman menos calostro y la probabilidad de supervivencia se reduce (Mota-Rojas *et al.* 2008). Durante el nacimiento, el lechón transita de un confortable ambiente in útero a una fría temperatura ambiental de 15 a 20°C, lo que provoca una pérdida de calor de 2 a 4°C en los primeros 20 min de vida. Por lo tanto, si en esta etapa al lechón no se le provee de las condiciones medioambientales adecuadas, en un intento por mantener su temperatura comenzará a utilizar sus bajas reservas energéticas, alcanzando su normotermia (39°C) a las 48 h. Para mayores detalles sobre este tema consulte el artículo (Herpin P, Damon M, Le Dividich J. 2002. Development of thermoregulation and neonatal survival in Pigs. *Livest Prod Sci.* 78: 25–45).



Por otra parte, el secado de los neonatos al momento del nacimiento y el uso de ambientes controlados, por sí solos pueden reducir la mortalidad de los lechones recién nacidos en un 6 a 8% (Christison *et al.*, 1997; Andersen *et al.*, 2009). Es importante tener presente que los lechones recién nacidos no tienen la habilidad para termorregularse como lo pueden hacer otros mamíferos, ejemplo de ello es que inmediatamente al nacer, el lechón húmedo se expone a una temperatura ambiente inferior, siendo más propenso a enfriarse rápidamente si no encuentra una fuente de calor próxima, así, a medida que la temperatura corporal baja, el lechón disminuye su capacidad de movimiento, impidiendo incluso que el neonato ingiera calostro, por lo tanto se debilita y puede morir por aplastamiento o hipotermia.

## TERMORREGULACIÓN DEL BECERRO

La capacidad del becerro para mantener su temperatura normal durante el periodo neonatal, es directamente proporcional a su capacidad de termorregulación (Blaxter, 1989; Vasseur *et al.*, 2009; Murray, 2014). La cría después del nacimiento está expuesta a un ambiente que es a menudo sustancialmente más frío (Probo, 2012; Barrier *et al.*, 2013), enfrentando así pérdidas de calor por evaporación y otras no evaporativas. En el caso de que la pérdida de calor sea de manera no evaporativa implica el flujo de calor a través de gradientes de temperatura amplios entre las fuentes

de calor metabólico del animal y el medio ambiente por radiación, convección y conducción (Blaxter, 1989; Dietz *et al.*, 2003; Probo, 2012). Por otra parte, la pérdida de calor por evaporación en el neonato se produce por la piel y las superficies de las vías respiratorias. Asimismo, es directamente proporcional a la temperatura ambiente, es decir, si la temperatura ambiente aumenta rápidamente, la temperatura corporal también (Murray, 2014). Aunado a ello, al momento del nacimiento los becerros experimentan pérdidas de calor a causa de la evaporación de humedad en el pelaje por los residuos del líquido amniótico, por acidosis e hipotiroxemia (disminución de la concentración de tiroxina) en becerros nacidos de partos distócicos (Vermorel *et al.*, 1989; Dietz *et al.*, 2003; Mee, 2008; Vasseur *et al.*, 2009), los cuales, provocan una disminución inmediata de calor en el animal (Vermorel *et al.*, 1989) que puede ser en promedio de 180 kcal/m<sup>2</sup>/hora después de la primera hora de vida y de 78 kcal/m<sup>2</sup>/hora de la primera a las 6 horas de vida. Las altas tasas de pérdida de calor por evaporación durante las primeras horas superan la producción de calor del neonato y como resultado, la temperatura rectal disminuye de 39.5°C en el nacimiento a 38.8°C a las 2 horas después del nacimiento y a 38.3°C a las 6 horas de edad (Dietz *et al.*, 2003). Lo anterior provoca una absorción alterada de las inmunoglobulinas del calostro y un aumento en la mortalidad de terneros (Olson *et al.*, 1980; Norheim y Simensen, 1985; Azzam *et al.*, 1993; Vasseur *et al.*, 2009; Barrier *et al.*, 2013).



**FIGURA 8.** TERMOREGULACIÓN DEL BECERRO AL NACIMIENTO. Las altas tasas de pérdida de calor por evaporación durante las primeras horas de la expulsión, superan la producción de calor del ternero y como resultado, la temperatura rectal disminuye de 39.5°C en el nacimiento a 38.8°C a las 2 horas después del nacimiento y a 38.3°C a las 6 horas de edad; provocando una absorción alterada de las inmunoglobulinas del calostro y un aumento en la mortalidad de terneros.

Para evitar la pérdida de calor sustancial como resultado de estos mecanismos, la temperatura corporal de los mamíferos se mantiene a través de procesos regulatorios como: vasoconstricción, termogénesis con y sin temblor (Biazzotto *et al.*, 2006; Probo, 2012). En la vasoconstricción cutánea el flujo sanguíneo cutáneo puede ser dividido en dos compartimientos, uno nutricional, representado por los capilares y otro termorregulador, representado por los desvíos arteriovenosos (Mee, 2008; Dietz *et al.*, 2003).

El flujo termorregulador es mediado por la noradrenalina en los receptores  $\alpha_2$ -adrenérgicos y puede disminuir hasta 100 veces durante la hipotermia, principalmente, en las extremidades (Sessler y Ponte, 1990; Biazzotto *et al.*, 2006; Cannon y Nedergaard, 2011). Por otra parte, la termogénesis sin temblor ocurre por aumento de la producción metabólica de calor y del consumo de oxígeno, sin aumento del trabajo muscular. Sus principales fuentes son el músculo esquelético y el tejido adiposo marrón (grasa café del becerro). Éste constituye el principal mecanismo termorregulador en el recién nacido (Dawkins and Scopes, 1963; Cannon y Nedergaard, 2011), teniendo poca contribución en el adulto (Bruck *et al.*, 1976; Plattner *et al.*, 1997; Probo, 2012). La estimulación de receptores  $\alpha_3$ -adrenérgicos en las terminaciones nerviosas de la grasa marrón es responsable de la producción de calor (Takahashi *et al.*, 1994). Sin embargo, el temblor muscular es una actividad involuntaria que ocurre apenas cuando hay vasoconstricción de máximo grado y, así

como la termogénesis sin temblor, no es suficiente para mantener la temperatura corporal (Cohen, 1967; Sessler y Sladen, 1997; Cannon y Nedergaard, 2011). Los temblores musculares determinan aumento del consumo de oxígeno en torno de 200% a 600%, además de desencadenar descarga simpática, aumento de las presiones intracraneana e intraocular y la isquemia miocárdica (Frank *et al.*, 1995; Frank *et al.*, 1997). En relación a ello, la eficacia de la termorregulación depende de la edad, por ejemplo, los animales más grandes presentan menor respuesta vasoconstrictora en relación a los jóvenes y menor umbral al temblor, siendo propensos a la hipotermia (Kurz *et al.*, 1993), por el contrario, los neonatos, especialmente los prematuros, presentan vasoconstricción limitada y temblores de baja intensidad o ausencia de ellos (Bissonnette y Sessler, 1993).

Asimismo, las prácticas de manejo en el recién nacido pueden contribuir sustancialmente a la pérdida de calor, especialmente en las primeras horas de vida; por ejemplo, el colocar al recién nacido descubierto en el suelo u otra superficie a la espera de la expulsión de la placenta, el retraso en el secado y la lactancia, el peso al nacer, temperatura ambiente (Mee, 2008) pueden aumentar el riesgo de pérdida de calor. Debido a lo ya mencionado, diversos trabajos de investigación se han enfocado a buscar soluciones para disminuir hipotermia postnatal, por ejemplo, se ha observado que aquellos terneros neonatales de 4 a 21 horas de edad incrementan

la producción de calor, cuando se ponen de pie durante 10 minutos; aumentado la producción de calor hasta un 40% conforme aumenta el tiempo en que se ponen de pie a 30 minutos (Vermorel *et al.*, 1989; Murray, 2014). En este sentido, resulta importante controlar la temperatura inmediatamente después del nacimiento, implementando diferentes procedimientos de calentamiento; como la colocación de la cabeza del becerro hacia la madre, para alentar a ésta a lamerlo o secar al becerro con paja y asegurar una ingesta temprana de suficiente calostro, que es esencial para que la producción de calor continúe después del nacimiento y de esta manera se alcance la termo-estabilidad del becerro recién nacido.



**FIGURA 9.** PROTECCIÓN CONTRA EL FRÍO. La cría de becerros a temperaturas bajas en el invierno nos debe mantener atentos porque existe un punto crítico de temperatura ambiente por debajo de la cual los terneros necesitan utilizar energía para mantener su temperatura corporal. El mantener a los terneros en sitios secos y evitando corrientes frías de aire cuando se encuentran en pastoreo, o bien, alojarlos en cobertizos durante las temperaturas congelantes evitarán que el pelo se humedezca y se generen condiciones desfavorables para la crías. Muy impráctico resulta usar suéteres o capitas para cubrir al animal.

Los terneros menores de un mes comienzan a sufrir estrés por frío cuando la temperatura baja de los 6 grados centígrados, la principal causa es que su rumen aún no está en funcionamiento con lo que no hay producción de calor como consecuencia de la fermentación.

## EFFECTOS ADVERSOS DE LA HIPOTERMIA EN ANIMALES DE GRANJA

En los pollitos, los efectos de la hipotermia varían según tres factores: el tiempo de exposición al nuevo ambiente en condiciones húmedas, la temperatura del microambiente y la edad del ave (Mortola, 2006). Por ejemplo, si la incubación es dada a una temperatura 36-35°C, la eclosión tiende a retrasarse de 1 a 2 días (a 34°C no eclosionan) o disminuye el crecimiento del embrión. También hay efectos en el desarrollo de la termogénesis la cual es disminuida tanto en embriones como en los pollitos recién eclosionados, además éstos mantienen un metabolismo bajo durante la incubación. Por otro lado Giurgea *et al.* (1982), determinó que la exposición de pollitos a temperaturas bajas ( $12 \pm 1^\circ\text{C}$  7 h por día por 15 días) no tiene influencia en el consumo de alimento pero promueve la eliminación y el decremento de algunos componentes alimenticios y en las aves más jóvenes induce la depleción de reservas energéticas en músculo e hígado. En caso de que la temperatura constante sea por debajo de la zona de confort, el pollito gastará su energía en termorregulación por lo que su tasa de crecimiento se verá retrasada.

En el potro neonato, los efectos relacionados con la hipotermia afectan negativamente funciones fisiológicas, la hipotermia puede causar hipoxemia y acidosis, inhibe la motilidad gástrica y ocasiona bradicardia que puede finalmente resultar en una menor tasa respiratoria y en colapso vascular. El neonato utiliza sus reservas energéticas para compensar los efectos causados por la hipotermia, sin embargo, al agotarse estas reservas, el neonato está propenso a caer en un estado de hipoglucemia si no consume calostro de la madre, esta inanición puede provocar debilidad en el potro, es por esto que es importante atender a neonatos que presenten hipotermia. Mantener caliente al neonato es un primer paso importante en la atención (Stonehan, 2006 y Ousey, 1992).

Los lechones ante la hipotermia, reaccionan mediante ajustes fisiológicos y de comportamiento, que le van a permitir hacer frente a esa situación; entre los primeros podemos citar: vasoconstricción, piloerección y disminución de la circulación periférica; y entre

los ajustes de comportamiento, cambios posturales y amontonamiento entre los propios lechones. El lechón adopta estas posturas de defensa frente al frío para reducir la superficie corporal que es capaz de disipar calor por convección y radiación. Otro mecanismo con el que cuenta el lechón, para la producción de calor es consecuencia del metabolismo y digestión de los nutrientes aportados por el calostro (Para mayores detalles sobre el metabolismo energético en lechones consulte el artículo de Mota-Rojas y colaboradores, 2011). Esta producción de calor también contribuye a la termorregulación en condiciones de hipotermia, debido a que el gasto energético para la síntesis de tejido nuevo no es muy elevado por la ausencia de lipogénesis en los primeros días de nacidos. Por lo tanto, la capacidad de resistencia al frío depende principalmente de su peso al nacimiento, en el sentido que cuanto mayor sea éste, mayor será su resistencia. Ello es debido a que tiene una superficie corporal proporcionalmente menor que su masa corporal, por lo que tendrá una menor pérdida de calor y mayores reservas energéticas. Para más detalles consulte el manual “Guía de monitoreo ambiental en granjas porcinas” de los autores Alonso y colaboradores, (2006). Editorial UAM.

Cuando los becerros cursan por un estado de hipotermia, se ven obligados a producir más calor para mantener su temperatura. Al presentarse el tremor, el organismo no realiza un trabajo exterior postural, ya que produce un trabajo mecánico de contracción

muscular sin cambiar de posición. La totalidad de la energía que surge en la transferencia de la energía química la libera en el músculo en forma de calor. Cuando la superficie corporal acusa los efectos del frío, se inicia la producción de los escalofríos, a la vez que el pelo entra en erección en un intento por retener la capa de aire caliente en contacto con la superficie corporal, con lo cual se reduce la pérdida de calor por convección. De igual manera, los depósitos de tejido adiposo pueden constituir una fuente de energía en ausencia de alimento, con el objetivo de ser una barrera que transforme energía química en energía metabólica (Cannon y Nedergaard, 2011).

## CONCLUSIONES

El mantenimiento de la temperatura corporal dentro de estrechos límites propios de cada especie, es fundamental en todos los animales, siendo primordial durante el nacimiento cuando la temperatura ambiente resulta ser inferior a la mantenida in útero en mamíferos o in ovo en el caso de las aves. Asimismo, la implementación de diversas técnicas que les provean calor a los animales se convierte en un factor crítico que determina su supervivencia, ya que de no proporcionarse, los animales realizan un gasto energético para compensar las pérdidas de calor, disminuyen el consumo de alimento (calostro), modifican su comportamiento y finalmente pueden morir a causa de hipotermia. 

### DEDICATORIA A BM EDITORES S.A. DE C.V. POR SU 18° ANIVERSARIO.

Los autores del presente artículo queremos hacer un reconocimiento especial al equipo BM Editores no sólo por haber alcanzado sobresalientes logros editoriales en estos primeros 18 años, sino por preocuparse siempre por ser los mejores en el día a día. Por compartir los valiosos resultados de ensayos científicos de la industria farmacéutica y de investigadores de prestigiosas Universidades, por ponernos al alcance las experiencias de Veterinarios de campo expertos en muy variados temas, todos ellos con la intención de mejorar la productividad de los animales de granja. Muchas gracias por mantener informado al medio pecuario y por promover y difundir hallazgos relevantes que sin duda son de gran utilidad para Los Avicultores, Porcicultores y Ganaderos de nuestro país y Latinoamérica. No podemos dejar de mencionar que es un placer reconocer el equilibrio entre el éxito profesional y la calidad humana que siempre ha distinguido a cada uno de los integrantes de la Familia BM Editores.

**!!!Muchas Felicidades y que cumplan 18 años más !!!**

REFERENCIAS DISPONIBLE CON LOS AUTORES O EN BM EDITORES.