

Medio Ambiente Climático

Fuente: Apuntes del la cátedra de Sistemas de Producción Animal (Producción Porcina), Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.

Ing. Agr. Msc. Daniel Campagna

MEDIOAMBIENTE

El medio ambiente se puede definir como todo aquello que rodea al animal, es decir, el entorno donde se encuentra.

Ese medio ambiente se divide en tres:

1- Clima o medio ambiente climático:

- _ Temperatura
- _ Humedad.
- _ Movimiento de aire o ventilación.

2- Medio social: es el referido a los estímulos que recibe el animal a través de los sentidos.

3- Instalaciones:

- _ Diseño
- _ Materiales empleados

En esta presentación se hará referencia especialmente al medio ambiente climático ya que es el que más afecta el desempeño de los cerdos.

MEDIOAMBIENTE CLIMÁTICO

Dentro de los factores climáticos, la temperatura ambiente es el que más afecta la producción de los cerdos. El cerdo es un animal muy particular en cuanto a la temperatura, ya que tiene categorías muy extremas. Los animales chicos son muy sensibles a las bajas temperaturas y los animales adultos (la última etapa de terminación y más específicamente los reproductores) son muy sensibles a las altas temperaturas.

Balance calórico

Todo cuerpo puede perder calor de las siguientes maneras:

Pérdidas evaporativas:

- Evaporación: es la pérdida de calor provocada por la pérdida de agua en forma de vapor. La pérdida depende de la superficie humedecida, de la humedad ambiente, de la temperatura ambiente y del movimiento del aire.

Pérdidas no evaporativas o perceptibles:

- Convección: es la pérdida de calor provocada por el movimiento del aire. Esta pérdida depende de la superficie expuesta a la corriente de aire, de la temperatura del cuerpo, de la velocidad de la corriente de aire y de la temperatura del aire.

- Conducción: es la transmisión de calor que ocurre cuando dos cuerpos que poseen distintas temperaturas se ponen en contacto de tal manera que el cuerpo más caliente pierde calor hacia el más frío hasta que se llega a un equilibrio. Puede ser en el caso de dos animales que están juntos o entre el cerdo y el piso o entre el cerdo y las paredes. La pérdida depende de la superficie que está en contacto y de la diferencia de temperatura de los dos cuerpos. Por ejemplo: cuando más frío es el suelo más pérdida de calor va a haber; si el animal está parado va a perder menos calor que si está acostado.

El cerdo puede reducir o aumentar la superficie de contacto en ambientes fríos o cálidos respectivamente asumiendo distintas posturas.

- Radiación: es la liberación de calor de un individuo hacia el medio a través de ondas electromagnéticas.

Estas formas de intercambio calórico van a depender en su magnitud, entre otras cosas, de la temperatura ambiente (cuadro 1).

Cuadro 1: Importancia relativa de las diferentes formas de intercambio calórico.

Temperatura del aire (°C)	PORCENTAJE DE LA PERDIDA DE CALOR DEBIDA A:			
	Radiación	Convección	Conducción	Evaporación
4	35	38	13	15
21	27	34	11	28
38	3	5	3	90

Se puede observar que cuando más baja es la temperatura ambiente, menos diferencias relativas hay entre cada unas de las formas de intercambio.

Si se analiza en forma separada: a bajas temperaturas hay pocas pérdidas por evaporación, la mayor cantidad de pérdidas se deben a radiación o convección. A medida que aumenta la temperatura se hacen más importantes las pérdidas evaporativas.

Cuando más elevada es la temperatura, más calor sufre el cerdo y una forma fundamental de eliminarlo es a través de la evaporación (a través del jadeo).

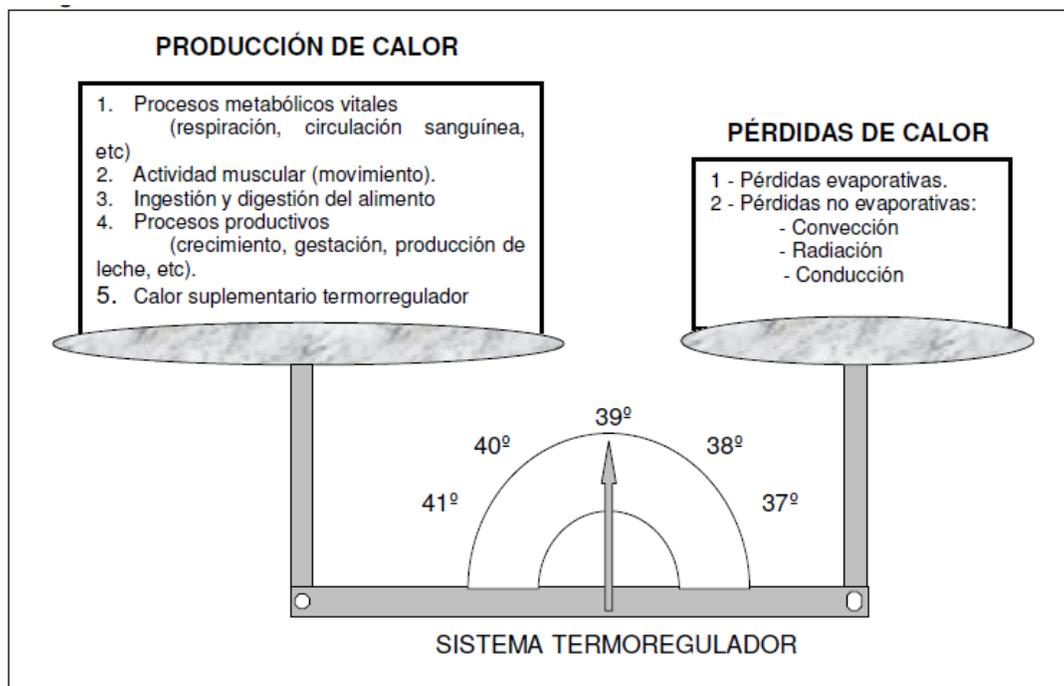
La temperatura corporal (temperatura interna) del cerdo está entre los 39 y 39,5°C.

Los intercambios calóricos son regulados de manera que en un período determinado de tiempo no existan variaciones de temperatura corporal, o sea se igualen las pérdidas con las ganancias de calor (producción de calor) permitiendo que, de este modo, la temperatura corporal se mantenga constante.

El cerdo es un animal homeotermo, es decir, que puede mantener su temperatura interna constante, aunque la temperatura exterior varíe enormemente. Esta capacidad depende de la edad y del tamaño corporal. En el lechón este margen se ubica entre los 10 y los 36 °C con aire casi inmóvil. En el cerdo adulto se estima entre los 10°C (o aun más bajo) hasta los 30°C. Todo esto para cerdos alojados en forma individual ya que para cerdos en grupo pueden existir límites más bajos (Hafez, 1972).

El cerdo, como todo ser vivo, genera calor a través de procesos como: la circulación, la respiración (procesos vitales), el movimiento y los procesos que implican el crecimiento, la producción de leche o la gestación, pero todas estas son actividades productivas (figura 1).

Figura 1: Balance calórico



Si la pérdida de calor supera a los 4 primeros procesos de producción de calor, el animal comienza a hacer uso del Calor Suplementario Termorregulatorio, empieza a activar mecanismos para mantener su temperatura corporal constante y esto son pérdidas económicas, ya que no son procesos productivos.

El animal tiene pérdidas que en algunos casos son obligadas por mal manejo, por condiciones ambientales, etc. En otro caso son pérdidas naturales que produce el animal ante determinadas condiciones.

El cerdo puede ajustar su medio ambiente térmico combinando los efectos fisiológicos, morfológicos y de conductas termorregulatorias.

Si las pérdidas superan la producción de calor, el animal, por ejemplo, deberá aumentar el consumo de alimento para mantenerse y crecer, de lo contrario activará otros mecanismos como por ejemplo degradar su grasa corporal (efecto fisiológico), ya que si el animal empieza a tener frío, deberá cubrir parte de la energía necesaria para mantenerse y crecer. Estos son procesos que van en contra de la producción. Por esto se deben arbitrar los medios para evitar que el animal tenga esas pérdidas.

Muchos investigadores han demostrado que la temperatura ambiental y el plano nutricional afectan, a través de su efecto sobre la producción de calor, la magnitud en que la energía metabolizable y la proteína son convertidas en la ganancia de proteína y grasa corporal. De esta manera hay 2 formas para controlar la ganancia de energía y la pérdida de calor del animal: manejando el consumo de alimento y manejando el medio ambiente térmico.

Rango funcional de temperatura o zona de termoneutralidad

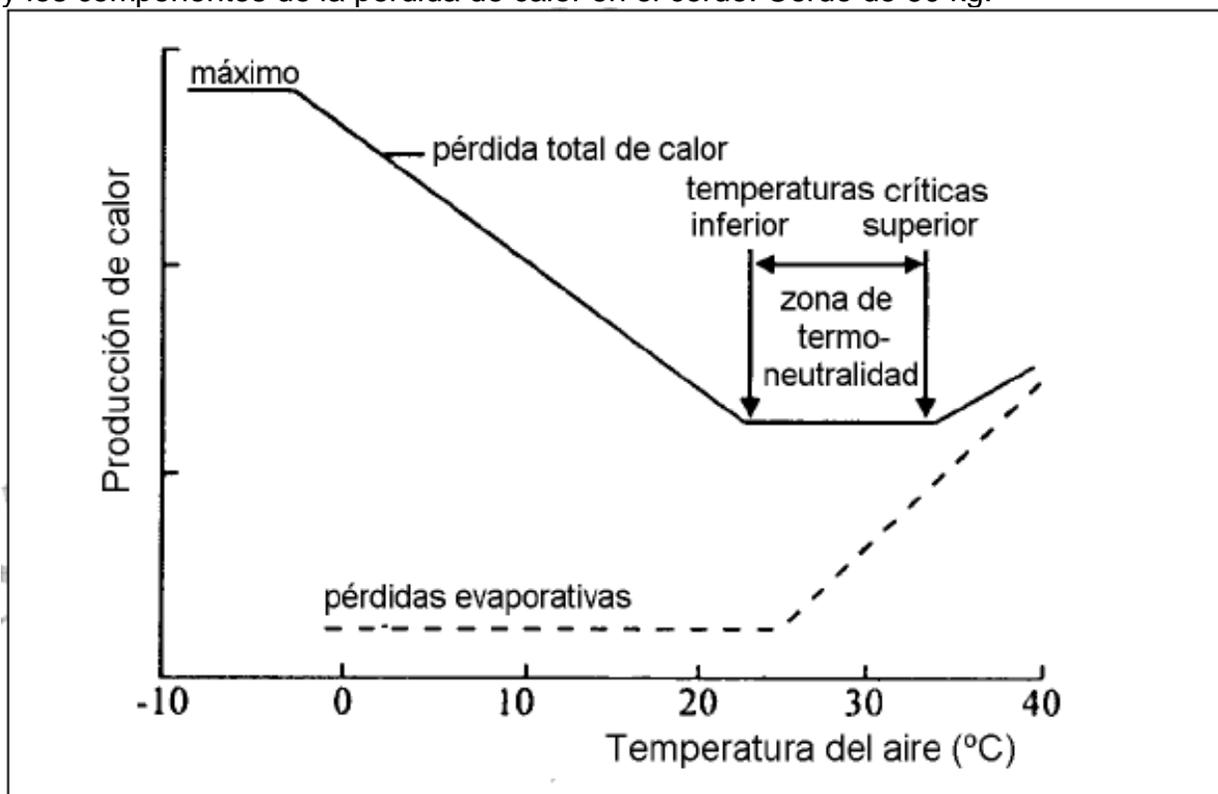
Para el cerdo existe una temperatura óptima donde expresa su máximo potencial. A esta se la llama **temperatura óptima, temperatura de confort o rango de confort térmico**. Sin embargo, mantener esa temperatura tiene un costo (en sistemas de refrigeración y calefacción). Entonces, conviene considerar los denominados **“Rangos funcionales de temperatura”** o **Zona de Termoneutralidad** para cada categoría. Dentro de estos se encuentra el rango de confort térmico. Los principios de termoneutralidad han sido ampliamente descritos. Dentro de la zona de termoneutralidad las condiciones climáticas no afectan la producción de calor. En esta zona la producción de calor depende del nivel de alimentación y del peso vivo del animal.

Los rangos funcionales para cada categoría de animales están delimitados por una temperatura inferior denominada **Temperatura Crítica Inferior** (Tci) y una superior denominada **Temperatura Crítica Superior** (TCs).

La temperatura crítica inferior es la temperatura ambiente por debajo de la cual el animal debe incrementar la producción de calor para mantener su temperatura corporal constante (39° - 39.5°C). Este incremento es el llamado **Calor Suplementario Termorregulatorio** mencionado anteriormente, para lo cual activa mecanismos metabólicos para mantener su temperatura interna en detrimento de la producción. Es decir si un animal está alojado en un ambiente frío (temperaturas

debajo de la zona de termoneutralidad) la producción de calor estará dada por el calor suplementario termoregulatorio que balanceará la pérdida de calor. La temperatura crítica superior es la temperatura ambiente por encima de la cual, el animal produce calor para mantener su temperatura corporal constante.

Figura 2: representación diagramática de la relación entre la temperatura del aire y los componentes de la pérdida de calor en el cerdo. Cerdo de 60 kg.

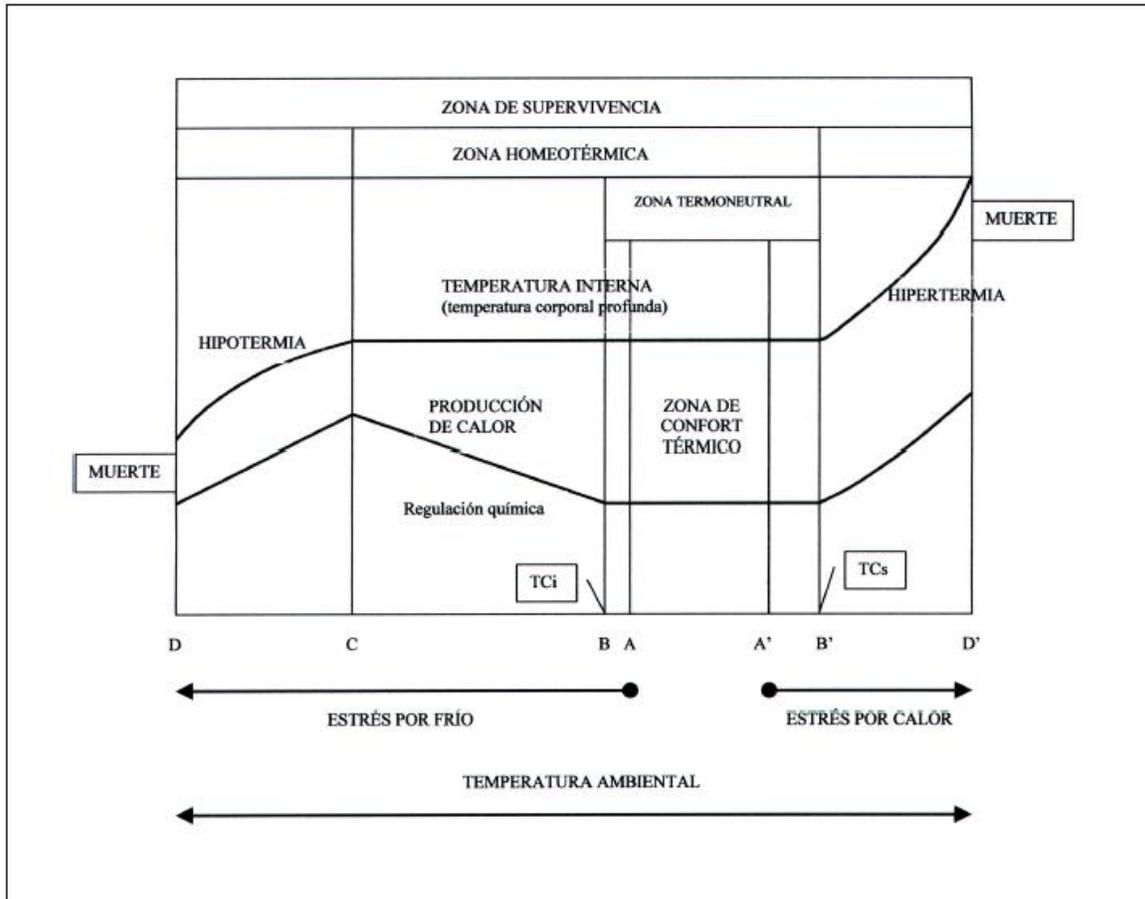


Cuando la temperatura ambiente desciende por debajo de la temperatura crítica inferior, el animal empieza a producir calor. La mayor parte de estas pérdidas son debidas al calor perceptible o no evaporativo (ver Cuadro 1). Al bajar la temperatura ambiente, el animal empieza a perder más calor hacia el suelo, ya que éste se enfría rápidamente.

Cuando baja la temperatura el animal transpira menos, por eso todas las pérdidas que va a tener van a ser, en general, no evaporativas.

Si la temperatura ambiente aumenta por encima de la temperatura crítica superior, prácticamente, el calor que va a perder el animal va a ser a través de la evaporación, fundamentalmente a través de la respiración.

Figura 3: representación esquemática de la influencia del medio térmico sobre los cambios calóricos.



En la figura 3 se observa la Temperatura Crítica inferior (B) y la Temperatura Crítica superior (B') definiendo un rango de temperaturas ambiente (Rango funcional o Zona termoneutral) (B-B') y dentro de este, una Zona de Confort Térmico (A-A'). La amplitud de estos rangos variará dependiendo, entre otros factores, de la categoría y del tipo de animal.

El animal debe mantener su temperatura corporal (temperatura interna) constante en, aproximadamente, 39°C (parte central de la figura 3) y ante variaciones en la temperatura ambiente (parte inferior de la figura 3) este objetivo se cumple a través de procesos físicos y químicos.

Estrés por bajas temperaturas

Cuando la temperatura ambiente desciende al punto de superar la Zona de Confort (A) se activan los procesos de **regulación física**:

a) Vasoconstricción periférica: se reducen los capilares a nivel superficial, limitando el fluido de sangre cutáneo lo que hace que se reduzcan las pérdidas de

calor fundamentalmente las evaporativas. La sangre es el vehículo de calor entre el exterior y el interior del organismo. Por lo tanto, las capas superficiales del cuerpo se enfrían dando como resultado un gradiente de temperatura entre el exterior y la temperatura interior del animal que evita el estrés térmico.

b) Piloerección: proceso mediante el cual se levantan los pelos de la piel inmovilizando de esta manera una capa de aire entre el cuerpo y el medio. Esta actúa como un verdadero “colchón” de aire que amortigua el efecto de la baja temperatura. Este proceso minimiza, fundamentalmente, las pérdidas evaporativas.

c) Comportamiento: los animales a través de la posición corporal tratan de reducir el área de contacto con el medio. Los cerdos pliegan sus miembros, se acuestan sobre estos y se aprietan unos contra otros. Además, tratan de ubicarse, para descansar, en un lugar del local donde encuentren una temperatura cercana a la termoneutralidad. El comportamiento y la postura asumida por los animales son los mejores indicadores del grado de confortabilidad que experimentan estos.

Estos procesos se producen entre la Zona de Confort y la Temperatura Crítica Inferior (B-A), es decir que no tienen ningún gasto energético para el animal y no afectan la producción.

Si la temperatura ambiente baja por debajo de la Temperatura Crítica Inferior (B), se activan otros mecanismos, **regulados químicamente**. Esta se inicia cuando la regulación física no es suficiente y consiste en:

a) Mayor consumo de sustratos metabólicos. El consumo voluntario de alimento aumenta a medida que desciende la temperatura ambiente (fig. 3).

En el caso particular de los lechones se da el proceso inverso. Si el frío es muy intenso, los lechones optan por quedarse amontonados antes de ir a mamar. Además, estos poseen bajas reservas hepáticas de glucógeno que, de mantenerse las bajas temperaturas, en poco tiempo se consume, agravando la situación.

b) Aumento del consumo de oxígeno y la ventilación pulmonar: a través de la distensión de los alvéolos pulmonares para aumentar la superficie de intercambio (la respiración se hace más profunda). Esta medida busca aumentar la producción de energía calórica por la oxidación de los sustratos metabólicos de la respiración. A medida que la temperatura ambiente disminuye el consumo de oxígeno por unidad de peso metabólico es mayor (aumento de la tasa metabólica).

c) Aumento de la actividad cardíaca: cumple la misma finalidad que el proceso anterior.

d) Temblores y escalofríos: como la mayor parte del calor orgánico se produce en los músculos esqueléticos, estas estructuras son de principal importancia en el

incremento metabólico que se produce como respuesta al descenso térmico ambiental. Los escalofríos son contracciones musculares rápidas que provocan un aumento de la producción de calor (efecto comparable al ejercicio físico).

Esta disminución de la temperatura tiene un límite (C) que depende de cada categoría. Luego de ese límite se entra en un estado de aletargamiento y sobreviene la muerte por HIPOTERMIA. Esto es muy raro que ocurra en cerdos, salvo en lechones recién nacidos, que en definitiva nunca mueren de frío sino que mueren antes, aplastados por la madre.

A un animal chico le va a costar más mantener su temperatura corporal si la temperatura ambiente es baja. Un lechón necesita 34°C de temperatura ambiente cuando nace, mientras que un padriño expuesto a esta temperatura se puede morir si la misma persiste por bastante tiempo y no tiene como refrescarse. Todos estos mecanismos metabólicos activados (regulación química) generan calor que se lo están restando a la producción.

Estrés por altas temperaturas

Si la temperatura ambiente se eleva superando el límite superior de la Zona de Confort (A'), se activan tres mecanismos:

a) Vasodilatación: proceso por el cual aumenta la circulación sanguínea a nivel periférico, facilitando de esta manera la transpiración (pérdidas evaporativas). Sin embargo, en el caso del cerdo esta medida es menos efectiva que en otras especies ya que este no posee medios eficaces para dispersar este calor desde la periferia. Esto es debido por un lado, a que las glándulas sudoríparas de los cerdos se encuentran en cantidades limitadas (32 por cm²) (Pereira, 1987) y además, están bloqueadas por un tapón de queratina, todo esto hace que el cerdo tenga serias dificultades para perder calor por evaporación. El cerdo transpira fundamentalmente a través de la respiración, eliminando vapor de agua con el jadeo.

b) Perspiración: una mayor evaporación de agua a nivel de los bronquios y paredes alveolares lo que se traduce en un aumento de la frecuencia respiratoria (jadeo).

c) Comportamiento: es a través de las modificaciones de la conducta que el cerdo logra eliminar la mayor parte del calor en exceso. El animal se extiende al máximo a fin de aumentar el contacto con la superficie del suelo y/o paredes (pérdidas por conducción) y con el aire circulante (pérdidas por convección). Busca lugares sombreados y húmedos, trata de colocarse cerca del bebedero, si está a campo: cava la tierra y se revuelca en el lodo; si está en confinamiento: se revuelca en las heces y orinas.

Si sigue aumentando la temperatura se llega al punto de la Temperatura Crítica superior (B') a partir de la cual hay una reducción de la termogénesis para lo cual

reduce la ingestión de alimentos. Al bajar el consumo la velocidad de crecimiento se verá afectada significativamente.

Una vez superado el límite superior de la Zona de Termoneutralidad (B') si la temperatura ambiente sigue aumentando se produce una elevación de la temperatura interna, como consecuencia de esto aumenta la tasa metabólica, creando un círculo vicioso letal (aumento de la frecuencia respiratoria - más calor - aumento de la frecuencia respiratoria). Todo este último proceso llamado HIPERtermia desencadena en la muerte del animal ¹. El riesgo es mayor en animales adultos, especialmente en reproductores, pero también lo es en cerdos jóvenes susceptibles al estrés porcino.

La temperatura ambiental fuera de la Zona de Termoneutralidad produce pérdidas de producción.

Factores que afectan la Temperatura Crítica Inferior (TCi).

De la información del cuadro 2 se deduce que, al aumentar el peso vivo la TCi disminuye, es decir los animales más pesados soportan temperaturas más bajas. Con el consumo de alimento se da una relación similar: a mayor consumo menor TCi.

Cuadro 2: Temperaturas Críticas inferiores (°C) calculadas **(1)** para tres niveles de alimentación para cerdos de distintos peso vivos y cerdas gestantes en distinto estado corporal y distintas etapas de la preñez (Verstegen, 1995).

Peso vivo (kg)	Consumo de energía metabolizable		
	M ⁽²⁾	2 M	3 M
2	31 (-4) ⁽³⁾	29 (-5)	29 (-5)
20	26 (-2)	21 (-2)	17 (-2)
60	24 (-1)	20 (-2)	16 (-3)
100	23 (-1)	19 (-2)	14 (-2)
Cerdas Gestantes			
140			
Flacas:			
Día 0	25	20	14
Día 60	22	17	12
Día 112	20	15	11
Gordas:			
Día 0	23	18	12
Día 60	21	15	10
Día 112	19	13	7

⁽¹⁾ Condiciones climáticas controladas: a) baja velocidad del movimiento del aire. b) sin cama de paja y en varios tipos de piso.

⁽²⁾ M= Mantenimiento = 0.42 MJ EM por kg^{0.75}/día²

⁽³⁾ Los valores entre paréntesis corresponden a la disminución de Tci que soportan los cerdos por estar en grupos de 3 a 6 animales

Por otro lado, si los animales están en grupo soportan más frío (TCi más baja) que si se encuentra alojados en forma individual (por ejemplo: un animal de 2 kg de peso que consume una dieta al nivel de mantenimiento, sí se encuentra solo, soporta una TCi de 31°C, ese mismo animal consumiendo el mismo nivel de alimento, pero alojado en grupo tiene una TCi de 27°C (31-4) según el cuadro anterior.

En el caso de cerdas gestantes, un animal de 140 kg y gordo tiene una TCi más baja que un animal del mismo peso pero con peor estado corporal.

Con respecto al momento de la gestación: cuanto más avanzada se encuentre la preñez más tolerante será el animal a las bajas temperaturas (TCi más bajas), esto es debido al aumento de la tasa metabólica producto de la concepción (Figura 1).

Factores que afectan la Temperatura Crítica Superior (TCs)

En animales en crecimiento, a medida que aumenta el peso vivo disminuye la Temperatura Crítica superior (TCs) (soporta menos calor).

Si aumenta el consumo, la TCs disminuye, es decir que soporta menos calor.

En el caso de la cerda preñada cuanto más avanzada se encuentre la gestación hay menos tolerancia a las altas temperaturas.

Cuadro 3: Temperaturas Criticas superiores (°C) calculadas para animales individualmente con tres niveles de alimentación para cerdos de distintos peso vivos y cerdas gestantes en distintas etapas de la preñez.

Peso vivo (kg)	Consumo de energía metabolizable		
	M ⁽¹⁾	2 M	3 M
2	33	32	31
20	33	31	30
60	32	30	29
100	32	30	28
Cerdas Gestantes			
140 kg			
Día 0	32	29	27
Día 112	30	27	25

⁽¹⁾ M= Mantenimiento = 0.42 MJ EM por kg^{0.75}/día³

¹ La elevación en pocos grados de la temperatura del cerebro provoca lesiones irreversibles que ocasionan la muerte en forma rápida.

² 3M equivale a consumo a voluntad

Con los datos de los cuadros 2 y 3 se puede confeccionar el rango funcional de temperaturas según Holmes y Close (1997) (Cuadro 4).

Cuadro 4: Temperaturas Críticas inferiores y superiores (Zona de termoneutralidad) para animales de distintas categorías. Información elaborada con datos de los cuadros 1 y 2.

Peso vivo (kg)	Consumo de energía metabolizable		
	M ⁽¹⁾	2 M	3 M
20	24 - 33	19 - 31	15 - 30
60	23 - 32	18 - 30	13 - 29

³ 3M equivale a consumo a voluntad

100	22 - 32	17 - 30	12 - 28
-----	---------	---------	---------

⁽¹⁾ M= Mantenimiento = 0.42 MJ EM por kg^{0.75}/día

De todo lo expresado hasta aquí resulta que, los factores que afectan las temperaturas críticas, es decir el rango funcional de temperaturas son: el peso vivo, el nivel de consumo y el momento del ciclo reproductivo en el caso de hembras gestantes. Por otro lado, el tamaño grupal también afecta las temperaturas críticas, como ya se vio en el cuadro 2 y como se detalla en el cuadro 5.

Cuadro 5: Temperaturas Críticas inferiores (°C) según el tamaño del grupo.

Cantidad de cerdos	TCi (°C)
9	14
4	16
1	19

Cuando para un animal aislado el rango funcional de temperatura tiene su límite inferior en 19 °C agrupándolo con 8 animales este desciende a 14°C.

Además de estos factores, existen otros que modifican la zona de termoneutralidad como lo son la velocidad del aire (cuadro 6) y el tipo de piso (cuadro 7).

Cuadro 6: Velocidad del aire y Temperatura Crítica inferior (TCi).

Velocidad del aire (m/seg.)	TCi (°C)
0.15	17.7
0.30	18.9
0.60	20.2
1.20	21.5

Cerdos de 60 Kg que consumen 1.9 Kg./día de ración en un galpón aislado y en piso de concreto.

Se observa que a mayor velocidad del aire aumenta la (TCi).

Cuadro 7: Tipo de piso y Temperatura Crítica inferior (TCi).

Tipo de piso	TCi (°C)
Listones de cemento	19
Cemento	15
Cemento con 3 cm de cama de paja	12

En el cuadro anterior se puede apreciar el efecto de la cama de paja sobre el confort de los animales. En este caso el agregado de la misma redujo la temperatura crítica inferior en 3 grados. En este caso puede ser significativo el efecto desde el punto de vista económico, es más barato colocar fardos en el piso de las instalaciones que modificar el sistema de ventilación.

EFFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL DESEMPEÑO DE LOS PORCINOS

Las adversidades climáticas pueden incidir sobre el manejo de las explotaciones a campo al brindar un ambiente hostil para el trabajo diario.

El impacto del clima adverso sobre la performance de los animales criados o alimentados bajo variados esquemas de alojamiento y manejo ha sido, y seguramente seguirá siéndolo, objeto de muchas investigaciones en el área de la producción animal, la biometeorología y la ingeniería. Las revisiones sobre estas temáticas incluyen los trabajos de Brody (1945), Ulberg (1958, 1967), Warwick (1958, 1976), Biana (1965, 1970), Johnson (1965, 1967, 1972, 1976), Warwick y Bond (1966), Bond (1967), Sainsbury (1967, 1974), Shaw (1967), Baxter (1969), Fuller (1969), Mc Dowell (1972, 1974), Stewart (1973), Siegel (1974), Kleiber (1975) y Hahn (1976 a, 1977) citados por Hahn y col. (1981).

Por lo tanto, la vulnerabilidad de los animales al clima está bien establecida. Su performance y aún su supervivencia están fuertemente influenciadas por el efecto directo del clima. El clima es un factor limitante de la eficiencia de producción animal, particularmente para los animales de alta producción cuyas necesidades nutricionales han sido satisfechas.

Si el sistema de producción es extensivo o intensivo, la depresión del resultado por el clima adverso afectará la cantidad y calidad de nuestros alimentos.

Si bien es dificultoso evaluar el grado de depresión que el ambiente climático ejerce sobre el sistema, en la elección del mismo es necesario considerar evitar o al menos minimizar estos efectos (Hahn y col., 1981). En este sentido, actualmente se dispone de la tecnología de alojamiento y manejo necesaria para reducir el impacto climático sobre el sistema de producción, pero las mismas deben ser utilizadas racionalmente de forma tal de asegurar la rentabilidad de la

empresa y por ende su supervivencia Hahn y col. (1981). Es de destacar que, a pesar de la disponibilidad de los numerosos estudios y revisiones sobre el efecto del clima, en la actualidad los productores ganaderos aún tienen problemas para aplicar esta información en la elección del manejo o el alojamiento apropiado para hacer frente a las adversidades climáticas (Hahn y col., 1981).

La valoración del impacto de las adversidades climáticas es particularmente importante para incrementar el uso eficiente de los recursos económicos y energéticos para la producción (Hahn y col., 1981).

El medioambiente del animal es complejo y frecuentemente comprende varios agentes estresantes a la vez. Además, son desconocidos los efectos aditivos, antagónicos o sinérgicos que estos agentes ejercen sobre el desempeño de los cerdos. Esta información es necesaria para manejar mejor el medioambiente del animal. Algunos trabajos (Hyun, 1998) demostraron que los efectos detrimentales de las altas temperaturas (clima), el reagrupamiento (medio social) y el reducido espacio (instalaciones) son generalmente aditivos. Por lo tanto, quitando un solo efecto, del complejo medioambiente que tiene múltiples efectos, puede mejorarse sustancialmente el desempeño de los cerdos.

Dentro de los factores climáticos, la temperatura ambiente es el que más afecta la producción de los cerdos. El cerdo es un animal muy particular en cuanto a la temperatura, ya que tiene categorías muy extremas. Los animales chicos son muy sensibles a las bajas temperaturas y los animales adultos (la última etapa de terminación y más específicamente los reproductores) son muy sensibles a las altas temperaturas.

Los rangos funcionales (zona de termoneutralidad) para cada categoría de animales están delimitados, como se mencionó, por una temperatura inferior denominada **Temperatura Crítica Inferior** (Tci) y una superior denominada **Temperatura Crítica Superior** (TCs) (figura 4).

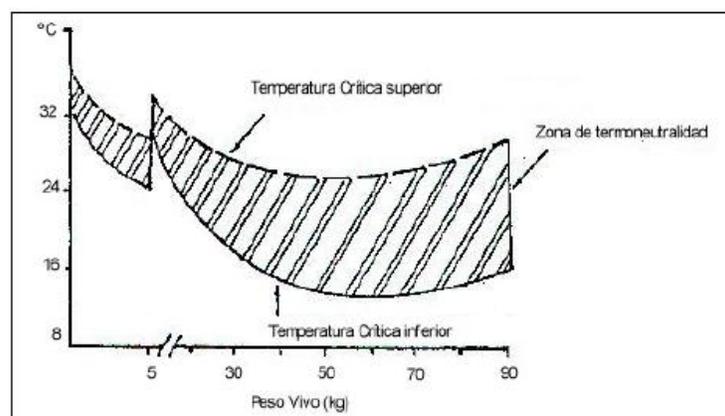


Figura 4: Variación de la Zona de termoneutralidad según el Peso Vivo (Smith, 1984)

Los principios de termoneutralidad han sido ampliamente descriptos. Dentro de la zona de termoneutralidad las condiciones climáticas no afectan en forma sensible la producción.

Se ha demostrado que el clima afecta la tasa de crecimiento y la eficiencia de conversión del alimento. Los cerdos alojados en un ambiente frío consumen más alimento y lo utilizan menos eficientemente a causa de sus mayores requerimientos en mantenimiento (Schenck y col. 1992), mientras que los cerdos alojados en ambientes cálidos reducen su consumo en un esfuerzo por disminuir la producción de calor digestivo y metabólico (figuras 5 y 6 y cuadro 8).

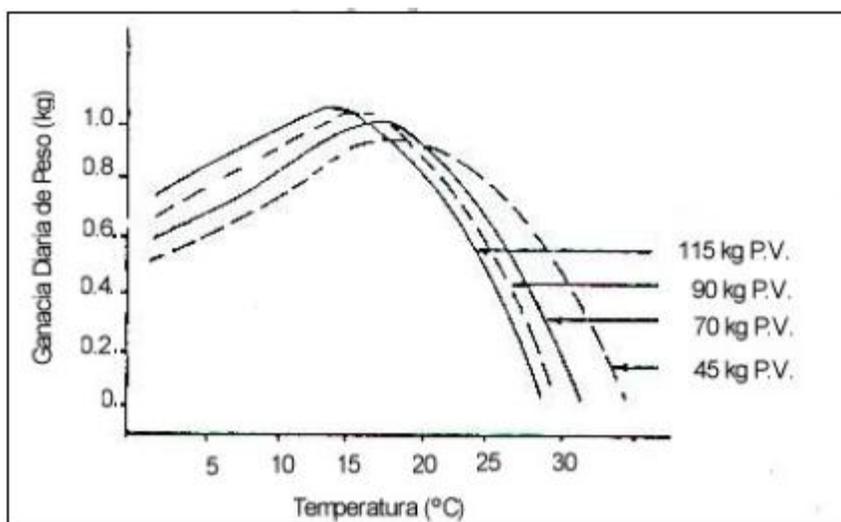


Figura 5: Relación entre la Ganancia Diaria Promedio y la temperatura a diferentes pesos vivos para cerdos en engorde (Heitman y col., 1958, citado por Bauza, 1987).

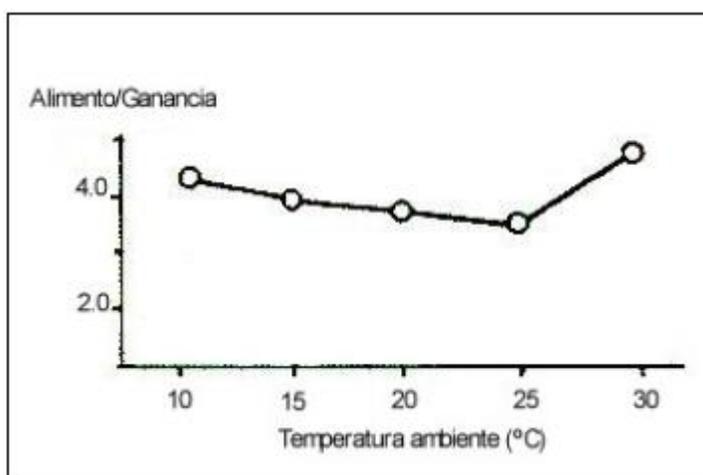


Figura 6: Efectos de la temperatura ambiental sobre la conversión alimenticia de cerdos alimentados a voluntad (Nichols y col., 1982)

Cuadro 8: Influencia de la temperatura ambiental sobre la ganancia de peso corporal con distintos pesos vivos. (Heitman y col., 1958. Citado por Pond, W. y Maner, W., 1975).

Peso vivo (kg)	10°C	16°C	21°C	32°C	38°C
45	0.62	0.72	0.91	0.64	0.18
70	0.67	0.79	0.98	0.52	-0.09
90	0.71	0.87	1.01	0.40	-0.35
115	0.76	0.94	0.97	0.28	-0.62
135	0.80	1.02	0.93	0.16	-0.88
160	0.85	1.09	0.90	0.05	-1.15

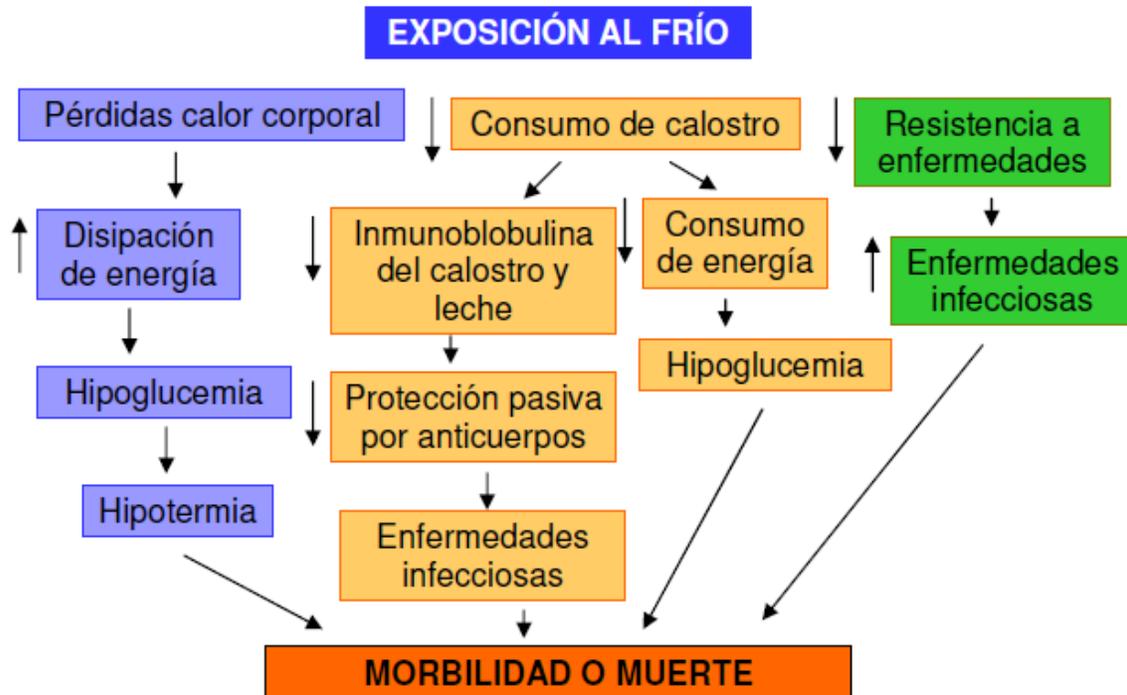
En los extremos de los riesgos por estrés térmicos se encuentran, por un lado, los reproductores, donde el **efecto del calor produce, en los padrillos:**

- Reducción de la motilidad y la concentración espermática.
- Reducción de la libido, menor nivel sanguíneo de testosterona y hormonas tiroideas.
- Mayor mortalidad embrionaria en cerdas servidas por padrillos estresados por calor.
- Menor porcentaje de preñez.
- El efecto del calor se prolonga por 50 – 60 días (espermatogénesis), después de la exposición al mismo.

Y en las cerdas:

- Se retarda la pubertad
- Menor duración del estro
- Mayor proporción de cerdas sin mostrar celo (celos silentes). Menos estógeno.
- Temperaturas altas (32 – 39°C) aún por 24 horas, puede incrementar la mortalidad embrionaria, sobretodo en las primeras semanas de gestación.
- Mayor mortalidad al parto
- Menor producción de leche
- Menor consumo de alimento en lactancia

Y por otro lado, **los lechones** donde el efecto del estrés por bajas temperaturas produce:



El lechón frente a un estrés por bajas temperaturas (por debajo de su TCi) sufre la pérdida de calor corporal, aumenta la disipación de energía y como posee pocas reservas energéticas (1% de grasa y poco glucógeno) sobreviene la hipoglucemia e hipotermia que pueden desencadenar en la muerte del animal.

Además, un lechón sometido a bajas temperaturas, se aletarga. Esto hace que no mame y como consecuencia, al no ingerir calostro sobrevienen dos fenómenos:

- Disminuye la ingestión de energía (el calostro es rico en lactosa y grasas).
- Disminuye la ingestión de anticuerpos.

Por otro lado, el frío como todo factor estresante, produce una caída en las defensas del organismo por acción de hormonas del tipo de la adrenalina.

Todos estos eventos desencadenan en la morbilidad o muerte de los lechones, los que, en la mayoría de los casos, muere debajo de la madre (aplastado) en su afán por buscar calor.

El proceso que implica convertir el alimento (ración) en carne, de la forma más eficiente posible, debe ser llevado a cabo bajo condiciones que aseguren el confort de los animales y que además ofrezcan condiciones de trabajo aceptables para el personal dedicado a su cuidado y manejo.

BIBLIOGRAFÍA

Bauza, R y Petrocelli, H. Ambiente biotérmico. Ed. Departamento de Producción Animal. Cátedra de suinotecnia. Universidad de la República. 1985. Montevideo. Uruguay. P. 46

Berbigier, R.; Dussuel, A. Y Le Dividich, J. Variation de temperature interne et superficielle, et confort thermique du porcelet nouveau-ne. In Journees de la Recherche Porcine en France, 9ª Ed, París, 1977. P. 261-296.

Doperto Díaz, J.M. y Guerra García, M.X. 1984. Programa médico zootécnico. Necesidades medioambientales de los cerdos en: Planeación y evaluación de empresas porcinas. Ed. Trilla. Mejico.

Hahn G. L .; Nienaber, J. A.; Deshazer, J. A. (1987). Air temperature influences on swine performance and behavior. St. Joseph MI: Applied Engineering in Agriculture ASAE. 3 (2):295-302.

Hyun, Y.; Ellis, M.; Riskowski, G. And Johnson, R. W. 1998. Growth performance of pigs subjected to multiple concurrent environmental stressors. J. Anim. Sci. 76:721-727

Holmes, C.E. y Close, W.H. 1977. En: Nutrición and the climatic environment. Haresign, Swan, H. Y Lewis D.

Nichols et al., 1982. Clima, crecimiento y salud. Industria Porcina. Set-oct 87 6-10

Pond, W. G. and Maner, J. H. 1975. Producción de cerdos en climas templados y tropicales. Ed. Acribia. 875 p.

Schenck, B. C.; Stahly, T. S.; Cromwell, G. L. (1992) Interactive effects of thermal environment and dietary lysine and fat levels on rate, efficiency and composition of growth of weanling pigs. J. Anim. Sci. 70: 3791-3802.

Smith, A. 1984. Pig environment. UK, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food ADAS Booklet 2410.

Verstegen, M.W.A.; de Greef, K.H. y Gerrits, W.J.J. 1995. Thermal requirements in pigs and modelling of the effects of coldness en: Modelling growth in the pig. Moughan, P.J.; Verstegen, M.W.A. y Visser-Reyneveld, M.I. Ed EAAP Publication Nº 78, 1995.