

Importancia del calostro en la termorregulación del lechón

Alberto Quiles

Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. 30071-Murcia. quiles@um.es.



Las primeras 48 horas de vida del lechón son de vital importancia para la ontogenia de la termorregulación. Existe una correlación directa entre ingesta de calostro y supervivencia de los lechones en los primeros dos días tras el parto.



La ingesta del calostro garantiza el suministro de recursos energéticos.

La especie porcina se caracteriza por presentar un porcentaje de mortalidad neonatal muy elevado en comparación con otras especies como la bovina, ovina o equina, constituyendo aproximadamente del 10 al 15% de los lechones nacidos vivos.

La mortalidad perinatal es una causa mayor de ineficacia en la Producción Porcina, con una alta incidencia en los rendimientos finales. Sin embargo, y a pesar de ello, son muy pocos los ganaderos que le prestan la atención suficiente para evitar una alta incidencia, acostumbrándose la mayoría de ellos a unos determinados porcentajes, entendiéndolos como normales. Solamente cuando comparan sus resultados con otras explotaciones adquieren conciencia del problema.

Las primeras 48 horas de vida del lechón son de vital importancia para la ontogenia de la termorregulación, ya que un fracaso de adaptación post-natal aumenta el porcentaje de mortalidad neonatal. La mayoría de las bajas (55-65%) se producen en las primeras dos o tres horas post-parto. En ello el calostro juega un papel protagonista, ya que existe una correlación directa entre ingesta de calostro y supervivencia de los lechones en las primeras 48 horas.

El estrés por frío es uno de los factores críticos que más afecta a la supervivencia del lechón recién nacido. Hemos de tener en cuenta que el lechón va a experimentar un cambio muy brusco de temperatura ambiente, en torno a 15-20° C, entre la temperatura del útero de la cerda (39°C) y la temperatura ambiente de la sala de partos (20-24° C).

La zona termoneutra del lechón es bastante elevada y estrecha (30-35° C), limitada por una temperatura crítica inferior (T.C.I.) y una temperatura crítica superior (T.C.S.), de tal manera que cuando la temperatura ambiente supera la T.C.S. o disminuye por debajo de la T.C.I., se pone en marcha el mecanismo de termorregulación del lechón, bien para disipar calor o bien para producir calor, de esta forma puede mantener una temperatura corporal más o menos constante. Debido a lo elevado de la T.C.S. el principal problema que nos encontramos en la sala de partos es cuando la temperatura ambiente es inferior a la T.C.I., ante lo cual el lechón se muestra muy sensible y con muy pocos recursos. El lechón debe mantener su temperatura por encima de la termoneutralidad y para conseguirlo es imprescindible una ingesta de calostro de 100 a 150 g.

A medida que va creciendo el lechón va ampliando su zona termoneutra, como consecuencia, fundamentalmente, de la disminución de la T.C.I. Así, entre las 24 y 48 horas de vida la T.C.I. disminuye de 33,3° C a 30,1° C; y a la semana de vida desciende a 25° C.

Las razones por las cuales el lechón recién nacido cuenta con pocos recursos para hacer frente a la hipotermia son varias:

- 1.- Posee un escaso aislamiento térmico del exterior, debido a sus características fisiológicas en el momento del nacimiento:
 - Nace con muy poca grasa subcutánea, solo representa del 1 al 2% de la grasa de la canal; pero, además, es una grasa no biodisponible. A partir del tercer día comienza a acumular grasa periférica, lo que contribuye a mejorar el aislamiento térmico del lechón durante el resto de la lactancia.
 - Nace con pelo poco denso y corto, que apenas supone el 15% del aislamiento térmico.
 - Nace con una piel muy fina.

Debido a este escaso aislamiento térmico, el mantenimiento del equilibrio homeotérmico del lechón depende exclusivamente de su capacidad para producir calor.



Las primeras 48 horas son de vital importancia para la ontogenia de la termorregulación.

2.- Las reservas de glúcidos y de energía son escasas en el momento del nacimiento, pues nacen con exiguas reservas de glucógeno, en torno a 30-35 g/kg de peso vivo, siendo casi en su totalidad glucógeno muscular, ya que el glucógeno hepático tan solo representa el 10%. Por otra parte, las reservas grasas son bajas al nacimiento y solo van a suponer el 20% del gasto energético. En las primeras 12 horas de vida el 80% del glucógeno del que disponía el lechón al nacimiento ha desaparecido y, teniendo en cuenta que dispone de muy poca grasa, las reservas corporales se han agotado. Sin embargo, estas reservas se incrementan rápidamente a partir del primer día en condiciones termoneutras. Ello lo va a hacer a expensas de la grasa del calostro y de la leche, como lo demuestra el hecho que el perfil de los ácidos grasos del lechón se parece mucho al del calostro.

Ante una situación de frío, el lechón reacciona mediante ajustes fisiológicos y etológicos, 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 etológicos, 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.

Capacidad del lechón para producir calor

Entendemos por tasa metabólica mínima (TMM): "la tasa de producción de calor en reposo, en la zona térmica en la que la tasa metabólica ha alcanzado un mínimo y es independiente de la temperatura ambiente en esa zona". En el caso del lechón recién nacido, si bien la TMM desciende en las tres primeras horas de vida, aumenta progresivamente en las primeras 24-48 horas, de igual manera que aumenta el consumo de oxígeno. Todo ello está

relacionado proporcionalmente con el aumento progresivo en la ingesta de calostro. Asimismo, este aumento de la TMM está relacionado con la disminución de la T.C.I. que pasa de 34,6° C en el momento del nacimiento a 33,3° C y 30,1° C a las 24 y 48 horas post-nacimiento, respectivamente (Cuadro 1). Por cada grado que desciende la T.C.I., el lechón responde incrementando la producción de calor en 1,46 kJ/kg de peso metabólico/hora.

| | 2 horas | 24 horas | 48 horas |
|------------------------|---------|----------|----------|
| Tasa metabólica mínima | 12,4 | 17,4 | 19,9 |
| Tasa metabólica máxima | 36,6 | 43,3 | 46,8 |
| T.C.I. (en °C) | 34,6 | 33,3 | 30,1 |
| Temperatura MM | 17,8 | 12,8 | - |

Tasa metabólica mínima y máxima (kJ/h x kg), temperatura crítica inferior (T.C.I.) en °C y temperatura en la que se alcanzó el metabolismo máximo (MM) en °C en el lechón a las 2, 24 y 48 horas de vida (Berthon y cols., 1993).

La temperatura mínima a la cual las pérdidas de calor no pueden ser compensadas por el animal es proporcional al peso corporal (PV) elevado a -1 (PV-1) en los lechones de dos horas de vida.

El metabolismo máximo del lechón para producir calor es aproximadamente el triple de la TMM (12,4 vs 36,6 kJ/kg de peso metabólico/hora). Depende, principalmente, de la disponibilidad de las reservas energéticas, las cuales en el momento del nacimiento le permiten al lechón la tasa metabólica máxima durante once horas. De ahí que el lechón deba ingerir el calostro rápidamente para poder mantener una determinada producción de calor.

A la hora de producir calor el lechón solo va a contar con el calor generado por el temblor, ya que el generado sin temblor es prácticamente inexistente, al no contar con tejido adiposo pardo en el momento del nacimiento. Por tanto, el lechón solo va a producir calor mediante la contracción rítmica involuntaria de las miofibrillas del músculo esquelético, lo que va a ocasionar lo que vulgarmente se conoce como temblores. El lechón se va a caracterizar por ser un animal que, ya desde el mismo momento del nacimiento, va a tener una gran capacidad para temblar, lo que se hace más evidente en ambientes fríos. A medida que aumentan las contracciones musculares aumenta el consumo de oxígeno. La temperatura ambiente por debajo de la cual comienzan los temblores está 1 ó 2° C tan solo por debajo de la T.C.I.

La eficacia para producir calor mediante el temblor aumenta conforme aumenta la edad del lechón, debido a varias razones entre las que podemos citar las siguientes:



El lechón nace con escasas reservas de glucógeno (30-35 g/Kg de peso vivo).



Mediante el amontonamiento los lechones reducen la superficie corporal que es capaz de disipar calor.

- Mejor aporte de nutrientes al músculo, como consecuencia de la mejor actividad enzimática y del mayor flujo sanguíneo al músculo.
- Cambios histológicos y bioquímicos a nivel de la fibra muscular.
- Una mayor eficacia en la producción y utilización de ATP durante la contracción muscular.

A pesar de que esta producción de calor por medio del temblor juega un papel esencial en la termogénesis del lechón neonato, no es suficiente para mantener la termorregulación en condiciones ambientales frías; por lo que el lechón ha de contar con otros mecanismos para la producción de calor como son la actividad física y la producción de calor originada tras la ingesta del calostro.

La actividad física contribuye a la producción de calor del lechón neonato tanto por el gasto de energía empleado en la contracción de las fibras musculares (aproximadamente el 75% de la energía se transforma en calor), como por los procesos de resíntesis de ATP asociados a la contracción muscular. Siendo la actividad física responsable del 30% de la producción de calor generada por el lechón durante el primer día. Durante este primer día el lechón dedica el 46% del tiempo a la actividad física, de la cual, aproximadamente el 37% es consecuencia de los amontonamientos, entre sus congéneres de camada.

La producción de calor consecuencia de la actividad física ha sido cuantificada en 0,159 kJ/kg de peso vivo/minuto.

El 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. Esta producción de calor también contribuye a la termorregulación en condiciones de hipotermia, si bien cuantitativamente no es muy importante, ya que el gasto energético para la síntesis de tejido nuevo no es muy elevado debido a la ausencia de lipogénesis en los primeros días.

La capacidad de resistencia al frío del lechón recién nacido 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 unas reservas energéticas relativamente superiores.

Se han detectado diferencias en cuanto a la sensibilidad al frío en el momento del nacimiento en función de la raza, así para igualdad de pesos se ha comprobado como lechones Meishan son más

resistentes al frío, debido, no a su mayor peso corporal al nacimiento sino a su mayor madurez fisiológica en ese momento y al mayor contenido graso del calostro de las cerdas Meishan con respecto a la raza Largewhite. En efecto, en estudios llevados a cabo a este respecto, se ha observado que los lechones de raza Meishan que pesan entre 800 y 1.300 g tienen la misma capacidad para aumentar la termogénesis o disminuir las pérdidas de calor en ambiente frío. En cambio, el peso corporal tiene unos efectos mucho mayores en las capacidades de termorregulación de los cruzados, con una relación directa con las pérdidas de calor por frío y un progresivo debilitamiento de la capacidad termogénica por debajo de un peso de 1.125 g.

¿ Con qué reservas energéticas cuenta el lechón en el momento del nacimiento?

Las reservas energéticas con las que cuenta el lechón al nacimiento son bajas (450 KJ/kg de peso vivo), lo que apenas cubre las necesarias para el mantenimiento durante el primer día de vida; de ahí la importancia del calostro como fuente de energía. Para que el lector se haga una idea del valor real de esta cifra, basta recordar que un niño al nacer tiene 5.600 KJ/kg d energía total disponible.

La principal fuente de energía con la que cuenta el lechón en el momento del nacimiento es el glucógeno, ya que el catabolismo proteico es prácticamente nulo, aún en condiciones de hipotermia y ayuno. Las reservas de grasa corporal son muy bajas, estando la mitad de ellas en forma de fosfolípidos, lo que implica que la cantidad disponible como sustrato energético es escasa, representando, tan solo el 10% de la producción de calor. Este bajo nivel de reservas grasas parece ser que es debido al escaso transporte de ácidos grasos de cadena larga y media a través de la placenta.



El lechón debe mantener su temperatura corporal por encima de la termoneutralidad (30-35° C).

Las reservas de glucógeno en el momento del nacimiento oscilan entre 30-35 g/kg de peso vivo, estando casi en su totalidad localizadas en el hígado y en los músculos. Tras el nacimiento, el glucógeno es utilizado rápidamente por el metabolismo del lechón como fuente energética para producir calor, consumiéndose partes del glucógeno hepático y el 50% del muscular en las primeras 12 horas de vida. Este glucógeno va a permitir al lechón hacer frente al frío en los primeros momentos y mantener una cierta actividad física que le va a permitir establecer el vínculo materno-filial y realizar los primeros amamantamientos y la consiguiente ingesta de calostro.



El 75% de los lechones que mueren no han llegado a consumir calostro.

La ingesta de calostro contribuye a la termorregulación

Antes estas escasas reservas energéticas se hace totalmente imprescindible la ingesta de calostro en los primeros momentos que aporte los nutrientes necesarios para mantener una alta tasa metabólica, la cual comienza a ser cada vez más eficiente para la termorregulación, debido a la maduración bioquímica de las rutas metabólicas y a la posibilidad de utilización de sustratos con alto rendimiento energético como es la grasa del calostro. Los lechones neonatos necesitan energía para cubrir sus necesidades de mantenimiento (incluidas la termorregulación y la actividad física) y de crecimiento. En este sentido, el calostro estimula específicamente la síntesis de proteína muscular, que está restringida en su mayor parte al compartimento de proteína miofibrilar. Ello puede contribuir a la maduración del músculo esquelético pues éste contiene muy pocas miofibrillas al nacimiento.

El primer amamantamiento con éxito debe ocurrir dentro de las dos primeras horas post-parto, ya que de lo contrario se compromete la vida del lechón. Las tres cuartas partes de los lechones nacidos vivos que mueren no han llegado a consumir el calostro de la madre. El lechón debe aumentar su peso vivo en 100 g en las primeras 24 horas para no ver comprometida su supervivencia, ya que aquellos que pierden peso o no llegan a esta ganancia de 100 g tienen más posibilidades de morir. En condiciones normales el lechón recibe los primeros calostros en la primera media hora de vida, estando influido este intervalo por el peso al nacimiento y por el orden de nacimiento dentro de la camada. Los lechones que consumen menos calostro tienen menos vigor y capacidad para competir por las mamas más productivas, por lo que van a tener mayor probabilidad de morir por hipotermia y/o subnutrición.

La ingesta de calostro en el primer día oscila entre 210 y 400 g, siendo consumido aproximadamente un 25% de dicha cantidad en las tres primeras tetadas, con un consumo entre 10 y 60 g/tetada. Durante el primer día el intervalo entre amamantamientos ronda alrededor de una hora, con un rango de 20 a 90 minutos. Se estima un consumo de 27 g de calostro por cada 100 g más de peso vivo del lechón al nacimiento. El consumo de calostro está influenciado por factores tales como la variabilidad individual de la cerda, el tamaño de la camada, el peso vivo del lechón al nacimiento, presencia de splay-leg o la temperatura ambiente. Se estima que el mínimo de energía requerida para la supervivencia del lechón es de 1000 KJ (aproximadamente 165 g de calostro) durante el primer día de vida.

Durante el primer día, dado las escasas reservas energéticas, no solo es importante la cantidad de calostro ingerido, sino tam-



El calostro estimula la síntesis de proteína muscular.

bién el grado de metabolismo y de rendimiento que es capaz de obtener el lechón en forma de energía. De ahí que tenga una gran importancia la composición química del calostro (Cuadro 2).

La ingesta de calostro produce un aumento de la actividad lactasa en los enterocitos del intestino delgado, provocando un aumento de la glucosa y galactosa en sangre. Asimismo, la digestibilidad de la grasa calostrual suele ser alta.

En líneas generales, podemos decir que el tránsito de calostro a leche en la cerda ocurre en las primeras 24-36 horas post-parto. El calostro se caracteriza por ser con respecto a la leche muy rico en proteínas, sobre todo en inmunoglobulinas, y más pobre en grasa y en lactosa (Cuadro 3). A pesar de ello, la grasa constituye la principal fuente energética del lechón en las primeras horas, constituyendo el 35% y el 50%, en el momento del nacimiento y en el primer día, respectivamente. El contenido graso del calostro varía entre un 5% en el momento del nacimiento y el 10% en el tercer día, para posteriormente descender hasta un 8% e incluso más bajo.

El contenido graso del calostro está influenciado, principalmente, por la composición de la dieta de la cerda, aunque también existe un cierto grado de influencia racial. Por el contrario, el contenido en lactosa y en aminoácidos está menos influenciado por la dieta de la cerda.



El calor generado por temblor no es suficiente para mantener la termorregulación en condiciones ambientales frías.

Cuadro 2.

| | CALOSTRO | | LECHE |
|--|------------------|--------------------|----------------------|
| | Durante el parto | 24 h tras el parto | 15 días de lactación |
| Materia seca (%) | 23,40 | 22,00 | 19,20 |
| Proteína bruta (%) | 13,10 | 9,10 | 5,50 |
| Grasa (%) | 5,10 | 6,80 | 8,10 |
| Lactosa (%) | 3,80 | 3,90 | 4,80 |
| Energía (KJ/g) | 5,93 | 5,89 | 5,23 |
| Aminoácidos (g/16g N) | | | |
| Arginina | 5,53 | 5,80 | 6,50 |
| Histidina | 2,97 | 2,99 | 2,78 |
| Isoleucina | 3,77 | 3,98 | 3,71 |
| Leucina | 9,85 | 9,40 | 8,36 |
| Lisina | 7,34 | 7,43 | 7,42 |
| Met + cys | 3,40 | 3,02 | 3,34 |
| Fenilalanina | 4,49 | 4,29 | 4,08 |
| Treonina | 5,90 | 5,10 | 5,03 |
| Valina | 6,45 | 6,04 | 5,68 |
| Ácidos grasos (% total ácidos grasos) | | | |
| C 14:0 | 1,90 | 1,80 | 3,40 |
| C 16:0 | 23,50 | 22,50 | 38,70 |
| C 16:1 | 4,70 | 5,20 | 10,70 |
| C 18:0 | 5,30 | 5,80 | 5,50 |
| C 18:1 | 38,70 | 42,80 | 23,20 |
| C 18:2 | 20,20 | 16,90 | 13,10 |
| C 18:3 | 1,60 | 1,30 | 1,10 |
| C 20:0 | 0,20 | 0,10 | 0,20 |
| C 20:1 | 0,50 | 0,50 | 0,20 |
| C 20:2 | 0,50 | 0,50 | 0,20 |
| C 20:3 | 0,30 | 0,20 | 0,10 |
| C 20:4 | 1,10 | 0,90 | 0,60 |
| Minerales y oligoelementos | | | |
| Cálcio (%) | 0,066 | 0,103 | 0,146 |
| Fósforo (%) | 0,110 | 0,127 | 0,117 |
| Magnesio (%) | 0,007 | 0,009 | 0,008 |
| Potasio (%) | 0,119 | 0,143 | 0,083 |
| Sodio (%) | 0,082 | 0,048 | 0,043 |
| Cobre (%) | 3,21 | 2,46 | 1,79 |
| Zinc (%) | 14,00 | 8,31 | 5,88 |
| Manganeso (%) | 0,12 | 0,11 | 0,06 |
| Hierro (%) | 4,68 | 3,52 | 2,88 |

Composición química del calostro y la leche de cerda (Burrin, 2001).

El calostro ejerce un papel fundamental en la termorregulación del lechón, en el sentido que a medida que aumenta la ingesta del mismo aumenta la producción de calor y, por tanto, es capaz de mantener constante su temperatura corporal. El calostro le propor-

Cuadro 3.

| | Calostro ¹ | Leche ² |
|--------------------------------------|-----------------------|--------------------|
| Proteínas totales (g/100 g de leche) | 15,14 | 5,47 |
| Caseína (g/100 g de leche) | 1,48 | 2,74 |
| Proteínas séricas (g/100 g de leche) | 14,75 | 2,22 |
| Seroalbúmina (mg/100 g de leche) | 15,79 | 4,61 |
| Inmunoglobulina G | 95,60 | 0,90 |
| Inmunoglobulina A | 21,20 | 5,30 |
| Inmunoglobulina M | 9,10 | 1,40 |
| Lactoferrina (mg/100 g de leche) | 1.200 | < 100 |

¹ Tomado inmediatamente después del parto.

² Tomado entre el día 14 y 21 de lactación.

Contenido proteico del calostro y de la leche de cerda (Darragh y Moughan, 1998).

ciona al lechón el 60% de la energía requerida durante el primer día a una temperatura ambiente de 20° C. Esta función, junto con el aporte de inmunoglobulinas que proporcionan la inmunidad pasiva al lechón tras su absorción intactas antes de la maduración intestinal, constituyen las dos principales funciones del calostro.

Cuando el lechón no sea capaz, por sí solo, de ingerir el calostro necesario en las primeras horas, hemos de llevar a cabo el encalostamiento del mismo o bien pensar en administrarle una fuente energética extra, como puede ser una solución de glucosa al 2%. La administración de ácidos grasos de cadena media mejora sensiblemente la termorregulación de los lechones recién nacidos, ya que son digeridos y metabolizados rápidamente, constituyendo una buena fuente energética.

Para que el lechón pueda obtener el máximo rendimiento energético de la ingesta del calostro ha de ajustar rápidamente su metabolismo, ya que tras la ingesta de los primeros calostros la fuente energética pasa de ser la glucosa a ser la grasa.

En el momento del nacimiento, el lechón utiliza glucosa como fuente energética, la cual procede por una parte del glucógeno hepático y, por otra, del metabolismo de la lactosa. Entre ambas fuentes proporcionan al lechón unos 8 g de glucosa/kg de peso vivo, pero ello solo cubre el 50% de las necesidades de glucosa del lechón, de ahí que el lechón ya desde el nacimiento deba utilizar otras rutas metabólicas para obtener la cantidad necesaria de glucosa, como es la gluconeogénesis, la cual tiene lugar, principalmente, en el hígado.

El mayor o menor nivel de gluconeogénesis activa en el lechón neonato va a depender fundamentalmente de tres factores:

- Presencia de enzimas glucogénicas, entre las que podemos destacar: piruvato carboxilasa, fosfoenolpiruvato carboxiquinasa, fructosa 1, 6 difosfatasa, glucosa-6-fosfatasa.
- Disponibilidad de precursores de la glucosa como lactosa, piruvato, glicerol, alanina o galactosa.
- Nivel hormonal adecuado en lo que se refiere a la insulina y glucagón, manteniéndose durante la ingesta de la leche una relación baja insulina:glucagón.

Si el lechón no es capaz de ingerir la cantidad de alimento necesario, no podrá mantener la homeostasis de la glucosa y

entrará en un estado de hipoglucemia. En el mantenimiento de unos niveles de glucosa en sangre fisiológicos (1 g/L) va a intervenir activamente la grasa del calostro, ya que se ha observado que cuando el lechón ingiere calostro pobre en grasa (menos del 10%) no es capaz de mantener unos niveles de glucosa normales en sangre, pudiendo verse comprometida su termorregulación si la temperatura ambiente baja por debajo de los 21° C. De nuevo vemos la importancia de la ingesta rápida del calostro, ya que éste constituye la única fuente de grasa para el lechón.

La glucosa comienza, poco a poco, a ser sustituida por la grasa del calostro y de la leche. En los primeros momentos, el lechón tiene poca capacidad para oxidar grasas, debido a su bajo contenido en carnitina, necesaria para el transporte de los ácidos grasos de cadena larga al interior de las mitocondrias. Sin embargo, a medida que transcurren las horas aumenta el metabolismo lipídico a nivel del hígado, como lo demuestra el hecho del aumento de la actividad de la lipasa lipoproteica y de la citocromo oxidasa, de tal manera que el lechón recién nacido adquiere rápidamente la capacidad para oxidar ácidos grasos.

Después del amamantamiento los lechones incrementan sus niveles de glucosa y galactosa en plasma como consecuencia de la gluconeogénesis del glicerol, lactosa y de pequeñas contribuciones de aminoácidos. Los niveles de lipasa procedente del páncreas son bajos, pero la grasa del calostro tiene una digestibilidad alta, ya que el calostro proporciona unos adecuados niveles de carnitina., lo que permite al hígado oxidar ácidos grasos. El lechón recién nacido apenas tiene reservas de grasa 10-20 g grasa/kg de peso vivo, mientras que a los 21 días la grasa aumenta hasta 150-200 g de grasa/kg de peso vivo.

BIBLIOGRAFÍA.

BERTHON, D., HERPIN, R., DUCHAMP, C., DAUNCEY, M.J. Y LE DIVDICH, J. 1993. MODIFICATION OF THERMOGENIC CAPACITY IN NEONATAL PIGS BY CHANGES IN THYROID STATUS DURING LATE GESTATION. JOURNAL OF DEVELOPMENT PHYSIOLOGY, 19: 252-261.

BURRIN, D.G., SHULMAN, R.J., REEDS, P.J., DAVIS, T.A. Y GRAVITT, K.R. 1992. PORCINE COLOSTRUM AND MILK STIMULATE VISCERAL ORGAN AND SKELETAL MUSCLE PROTEIN SYNTHESIS IN NEONATAL PIGLETS. J. NUTR., 122(6):1205-1213.

BURRIN, D.G., DAVIS, T.A., EBNER, S., SCHOKNECHT, P.A., FIOROTTO, M.L., REEDS, P.J. Y S. MCAVOY. 1995. NUTRIENT-INDEPENDENT AND NUTRIENT-DEPENDENT FACTORS STIMULATE PROTEIN SYNTHESIS IN COLOSTRUM-FED NEWBORN PIGS. PEDIATR. RES., 37: 593-599.

BURRIN, D.G. 2001. NUTRIENT REQUIREMENTS AND METABOLISM. EN: WILSON G. POND AND HARRY J. MERSMANN. BIOLOGY OF THE DOMESTIC PIG. ED. COMSTOCK PUBLISHING ASSOCIATES. CORNELL UNIVERSITY PRESS. ITHACA AND LONDON.

CLOSE, W.H. 1992. THERMOREGULATION IN PIGLETS: ENVIRONMENTAL AND METABOLIC CONSEQUENCES. EN: VARLEY, M. A., WILLIAMS, P.E.V. AND LAWRENCE, T.L.J. (EDS) NEONATAL SURVIVAL AND GROWTH OCCASIONAL PUBLICATION NO. 15. BRITISH SOCIETY OF ANIMAL PRODUCTION, LEEDS, PP. 25-33.

DARRAGH, A.J. Y MOUGHAN, P.J. 1998. THE COMPOSITION OF COLOSTRUM AND MILK. EN: M.W.A. VERSTEGEN, P.J. MOUGHAN AND J.W. SCHRAMA. THE LACTATING SOW. ED, WAGENINGEN PRESS.

EDWARDS, S.A. 2002. PERINATAL MORTALITY IN THE PIG: ENVIRONMENTAL OR PHYSIOLOGICAL SOLUTIONS? LIVESTOCK PRODUCTION SCIENCE, 78: 3-12.

ELLIOT, J.I. Y LODGE, G.A. 1977. BODY COMPOSITION AND GLYCOGEN RESERVES IN THE NEONATAL PIG DURING THE FIRST 96 HOURS POST-PARTUM. CANADIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE, 51:141-150.

FIOROTTO, M.L., DAVIS, T.A., REEDS, P.J. Y BURRIN, D.G. 2000. NONNUTRITIVE FACTORS IN COLOSTRUM ENHANCE MYOFIBRILLAR PROTEIN SYNTHESIS IN THE NEWBORN PIG. PEDIATR. RES., 48: 511-517.

Cuadro 4.

| | Calostro a las 3 horas del parto | | | Leche a los 7 días de lactación | | |
|--------------------------|----------------------------------|-------|-------------------|---------------------------------|-------|-------------------|
| | g/Kg | Kj/Kg | Contribución en % | g/Kg | Kj/Kg | Contribución en % |
| Proteínas totales | 175 | 4148 | 56,5 | 36 | 1327 | 21 |
| Inmunoglobulinas | 96 | | | 20 | | 5 |
| Prealbúminas + albúminas | 47 | | | 13 | | |
| Caseínas | 32 | | | 23 | | |
| Lípidos totales | 67 | 2653 | 36,1 | 101 | 4000 | 65,0 |
| Lactosa | 32 | 544 | 7,4 | 49 | 833 | 13,5 |
| Energía total | | 7345 | 100 | | 6160 | 100 |

Principales componentes del calostro y de la leche de cerda y su contribución (en %) a la energía total (Lyons y Cole, 2001).

FRASER, D. Y RUSHEN, J. 1992. COLOSTRUM INTAKE BY THE NEWBORN PIGLETS. CANADIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE, 72: 1-13.

HERPIN, P., LEDVIDICH, J. Y VAN OS, M. 1992. CONTRIBUTION OF COLOSTRUM FAT TO THERMOGENESIS AND GLUCOSE HOMEOSTASIS IN THE NEWBORN PIG. JOURNAL OF DEVELOPMENT PHYSIOLOGY, 17: 133-141.

HERPIN, P. Y LE DIVDICH, J. 1995. THERMOREGULATION AND THE ENVIRONMENT. EN: M.A. VARLEY. THE NEONATAL PIG DEVELOPMENT AND SURVIVAL. ED. CABI INTERNATIONAL.

HERPIN, P., DAMON, M., Y LE DIVDICH, J. 2002. DEVELOPMENT OF THERMOREGULATION AND NEONATAL SURVIVAL IN PIGS. LIVESTOCK PRODUCTION SCIENCE, 78: 25-45.

HERPIN, P.; VINCENT, A. Y DAMON, M. 2004. EFFECT OF BREED AND BODY WEIGHT ON THERMOREGULATORY ABILITIES OF EUROPEAN (PIETRAIN X (LANDRACE X LARGE WHITE)) AND CHINESE (MEISHAN) PIGLETS AT BIRTH. LIVESTOCK PRODUCTION SCIENCE, 88: 17-26.

LE DIVDICH, J. Y NOBLET, J. 1981. COLOSTRUM INTAKE AND THERMOREGULATION IN THE NEONATAL PIG IN RELATION TO ENVIRONMENTAL TEMPERATURE. BIOLOGY OF THE NEONATE, 40: 167-174.

LE DIVDICH, J., ESNAULT, TH., LYNCH, B., HOO-PARIS, R., CASTEX, CH. Y PEINIAU, J. 1991. EFFECT OF COLOSTRAL FAT ON FAT DEPOSITION AND PLASMA METABOLISES IN THE NEWBORN PIG. JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE, 69: 2480-2488.

LE DIVDICH, J., HERPIN, R. Y ROSARIO-LUDOVINO, R.M. 1994. UTILIZATION OF COLOSTRUM ENERGY BY THE NEWBORN PIG. JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE, 72: 2082-2089.

LE DIVDICH, J. 1999. A REVIEW- NEONATAL AND WEANER PIG: MANAGEMENT TO REDUCE VARIATION. IN: P.D. CRANWELL. MANIPULATING PIG PRODUCTION VII. ED. AUSTRALIAN PIG SCIENCE ASSOCIATION. WERRIBEE, VICTORIA, AUSTRALIA.

LE DIVDICH, J. Y SEVE, B. 2001. ENERGY REQUIREMENTS OF THE YOUNG PIG. EN: M. A. VARLEY AND J. WISEMAN. THE WEANER PIG NUTRITION AND MANAGEMENT. ED. CABI PUBLISHING.

LYONS, T.P. Y COLE, D.J.A. 2001. CONCEPTS IN PIGS SCIENCE. THE 3RD. ANNUAL TURTLE LAKE PIG SCIENCE CONFERENCE. NOTTINGHAM UNIVERSITY PRESS

NOBLE, J. Y LE DIVDICH, J. 1981. ENERGY METABOLISM OF THE NEWBORN PIG DURING THE FIRST 24 H AFTER BIRTH. BIOLOGY OF THE NEONATE, 40: 175-182.

OKAI, D.B., AHERNE, FX. Y HARDIN, R.T. 1977. EFFECTS OF SOW NUTRITION IN LATE GESTATION ON THE BODY COMPOSITION AND SURVIVAL OF THE NEONATAL PIG. CANADIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE, 57: 439-448.

OKAI, D.B., WYLLIC, D., AHERNE, A.H. Y EWAN, R.C. 1978. GLYCOGEN RESERVES IN THE FETAL AND NEWBORN PIG. JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE, 46: 391-340.

VEUM, T.L. Y ODLE, J. 2000. FEEDING NEONATAL PIGS. EN: AUSTIN J. LEWIS AND L. LEE SOUTHERN. SWINE NUTRITION. ED. CRC PRESS LCL. BOCA RATON, FLORIDA USA.

WILLIAMS, I.H. 1995. SOWS' MILK AS A MAJOR NUTRIENT SOURCE BEFORE WEANING. EN: D.P. HENNESY AND P.D. CRANWELL. MANIPULATING PIG PRODUCTION V. ED. AUSTRALIAN PIG SCIENCE ASSOCIATION. WERRIBEE, VICTORIA, AUSTRALIA.

XU, R.J. 2003. COMPOSITION OF PORCINE MILK. EN: R.J. XU AND P.D. CRANWELL, EDITORS. THE NEONATAL PIG: GASTROINTESTINAL PHYSIOLOGY AND NUTRITION. ED. NOTTINGHAM UNIVERSITY PRESS, ENGLAND. PP. 213-246.

ZHOU, H. 1998. BEHAVIOR BASED ASSESSMENT OF THERMAL REQUIREMENTS OF PIGLETS FROM BIRTH TO WEANING. THESIS. IOWA STATE UNIVERSITY.