Estrategias de diferenciación de la calidad del jamón Ibérico

Prof. Dr. Jesús Ventanas Barroso
Catedrático de Tecnología de Alimentos
Facultad de Veterinaria. 10071 Cáceres

Se me ha encargado por parte de los editores de Anaporc una colaboración sobre la calidad de los productos del cerdo Ibérico; y más en concreto del jamón Ibérico. Ello coincide con mi experiencia de más de 15 años, a lo largo de los cuales me he venido dedicando a investigar con numerosas empresas del sector e instituciones, en definir la calidad, principalmente la calidad organoléptica o sensorial, y también la nutricional, así como a establecer su relación con los factores que intervienen en la cadena que va "desde la dehesa hasta la mesa".

Como veremos, la extraordinaria calidad sensorial de estos productos, es la base que sustenta su éxito comercial y su expansión, como lo demuestra el hecho que los censos se hayan prácticamente duplicado en los últimos 7 años y donde la expansión de la demanda parece no haber alcanzado aún la saturación. Además haré alusiones a las implicaciones de la calidad tanto en el mercado nacional como con vistas a la exportación, donde el conocimiento de nuestros jamones por los consumidores es menor. Por ello, es necesario una labor previa de responder a sus inquietudes sobre cual es su composición y características nutricionales, sobre las que tiene las lógicas prevenciones de un producto con aspecto graso, del que desconoce como es producido y transformado, y también prestar atención a las formas de presentación que faciliten su consumo.

Paso a abordar directamente el tema de la calidad; para ello trataré de responder a las siguientes preguntas, y al final de cada una, extraer conclusiones:

- ¿Qué es calidad? Es decir, que entiende el consumidor que es más importante para la calidad.
- ¿Cuáles son las características que se relacionan con la calidad? Es decir, cuales son los atributos sensoriales y compuestos que más influyen sobre la calidad.
- ¿Cómo podemos mejorar la calidad? Es decir, como las diferentes estrategias que podemos seguir en el sistema de producción y de transformación nos llevan a adecuar la calidad a las expectativas del consumidor.
- ¿De qué manera certificamos la calidad? Es decir, en base a qué componentes y características podemos diferenciar los tipos de jamón con diferente calidad.

Veremos que el consumidor tiene claro qué es calidad, que hay características sensoriales más determinantes, que se puede conseguir una mejora efectiva de la calidad, y que podemos discriminarla.

¿Qué idea de calidad tiene el consumidor?

Tradicionalmente el consumidor se encuentra al final de la cadena, pero es el eslabón que más nos interesa. En el caso que nos ocupa, los productos del cerdo Ibérico, la mejor manera de conocer lo que demanda el consumidor es pedirle su opinión, (a) mediante encuestas de consumidores en las que estos responden a unas preguntas, ó (b) mediante test de consumidores, en las que también responde a preguntas, pero en este caso, tras degustar el producto.

En relación con las encuestas, un estudio reciente, promovido por el MAPA cuyo objetivo general era "conocer los parámetros actuales que determinan el consumo del jamón Ibérico...", revela muy claramente que entre los factores de selección por el consumidor, los aspectos organolépticos (sabor y textura, aspecto, olor) son los más importantes, los que más tiene en cuenta el consumidor a la hora de comprar jamón Ibérico, por encima del precio, formato de venta y la marca o Denominación de Origen. Por consiguiente, de todos los factores, el componente "hedónico" es el esencial, situando al jamón Ibérico en el lugar de privilegio que ocupa. Y es que en la mayoría de los países desarrollados, existen grupos cada vez más numerosos e importantes de consumidores que buscan alimentos agradables, gratificantes a los órganos de los sentidos, como lo refleja muy bien la frase genial de Harold McGee "las uvas fermentadas (el vino), la leche madurada con mohos (el queso azul) y la carne curada (el jamón), hacen nuestra vida mucho más interesante". En consecuencia, la calidad organoléptica o sensorial es el elemento (beneficio) fundamental que espera encontrar el consumidor, por lo que no puede fallar y ser adecuada al precio que paga.

En los tests de consumidor, éste responde qué producto prefiere o sobre la aceptabilidad global del mismo tras su consumo y nos permite dilucidar si el consumidor es capaz de percibir las diferencias de calidad en los productos del cerdo Ibérico. Los resultados correspondientes a una prueba de este tipo cuyo objetivo era que los consumidores clasificaran 3 tipos de lomos curados de cerdo Ibérico de distinta genética (cruzados al 50% con Duroc e Ibéricos puros, ambos de pienso, e Ibéricos de montanera), por orden de preferencia tras visualizar el aspecto de los lomos y consumirlos, ponen de manifiesto que mientras que los consumidores menores de 25 años parecen no mostrar una mayor preferencia, los mayores de 25 años las diferencias fueron mucho más evidentes en que prefirieron claramente los lomos de raza Ibérica pura frente a los cruzados con Duroc, y los Ibéricos de montanera frente a los de Ibérico también puro pero de pienso. Además consideraron como más jugosos los Ibéricos de montanera que los de pienso y los Ibéricos "puros" que los cruzados. Este mismo comportamiento también lo observamos en los test de consumidores con jamón curado de cerdo Ibérico, evidenciando que hay una segmentación del mercado y que los consumidores, con un consumo más frecuente de productos del cerdo Ibérico (> 25 años), muestran una clara preferencia por los de mayor calidad. Lo que nos indica que no debemos menospreciar la aptitud de los consumidores habituales para valorar diferentes calidades.

Por lo tanto, como conclusión a la primera pregunta, el consumidor tiene claro qué es calidad (lo más importante es la calidad sensorial) y que es capaz de valorarla, de diferenciar y preferir los productos de mayor calidad.

¿Cuáles son las características del jamón claves para la calidad?

Si queremos profundizar más en la idea de calidad del consumidor y establecer qué características influyen más en que prefiera un producto frente a otro, hemos de disociar la calidad en sus dife-

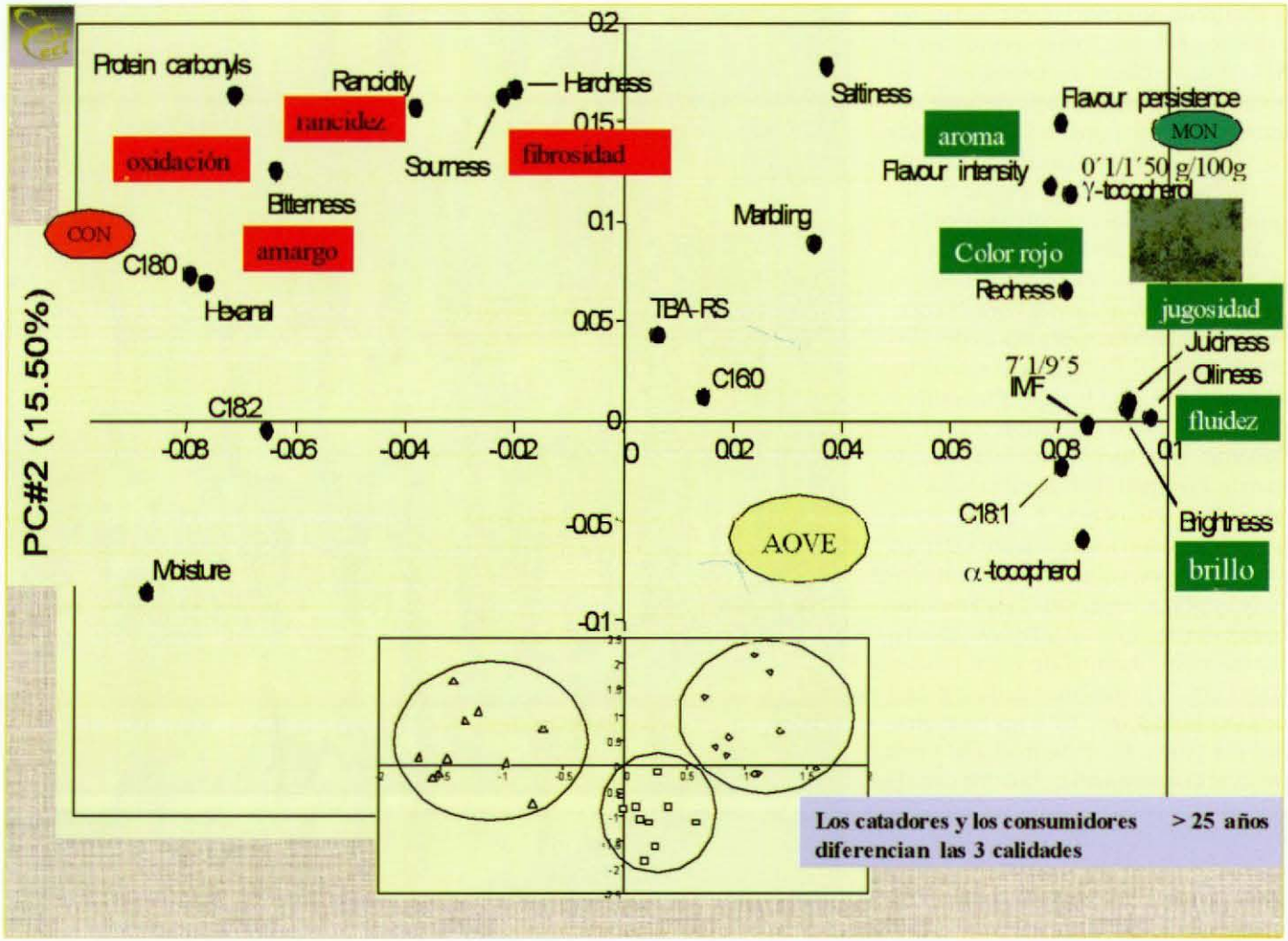
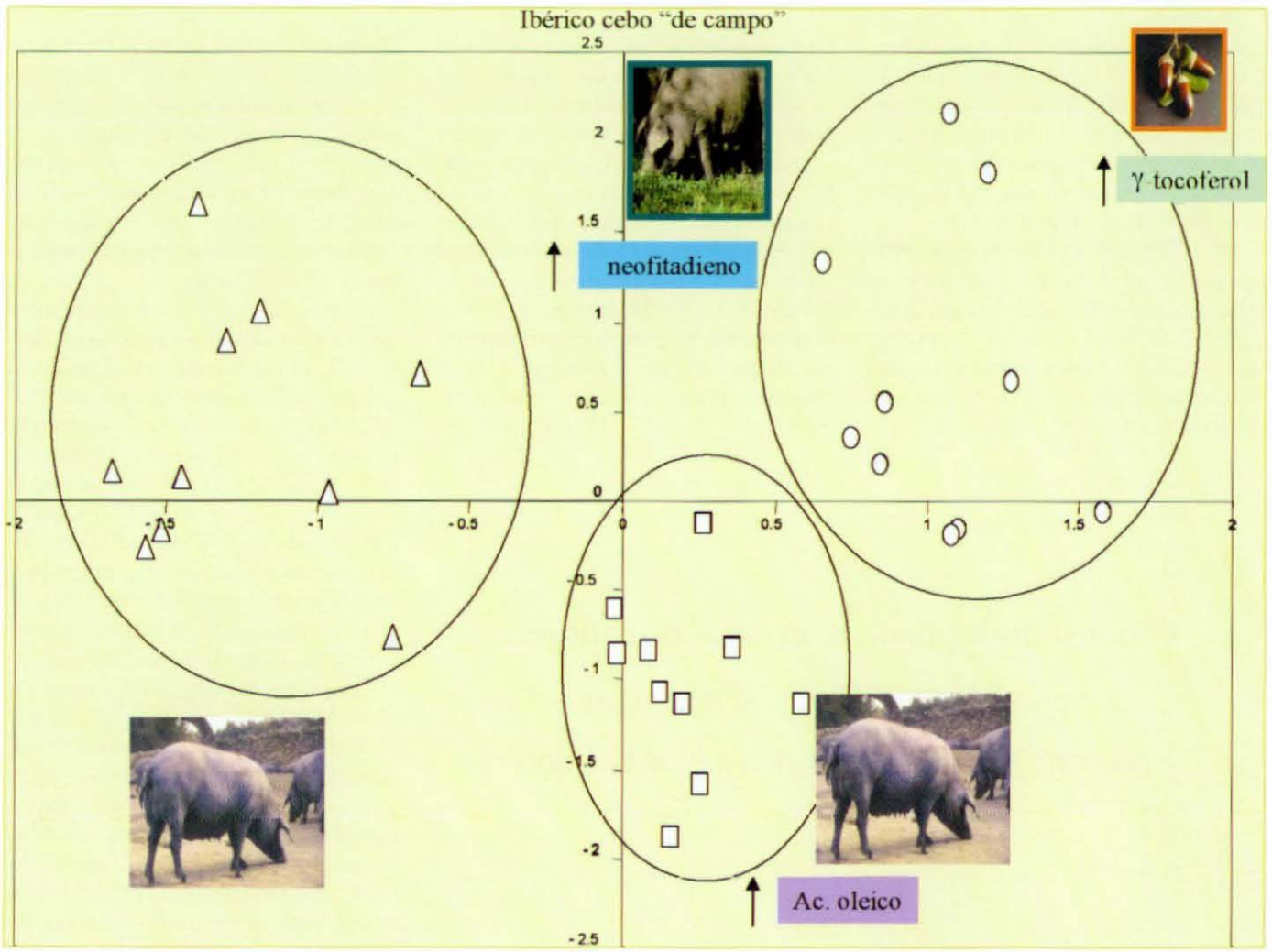


Figura 1. Parámetros de calidad de los distintos jamones Ibéricos. Proyección de las principales características físico-químicas y sensoriales de los jamones curados en el espacio definido en el análisis de componentes principales. Las más favorables se desplazan a partir del origen (en el centro) hacia el cuadrante superior derecho y las desfavorables se sitúan en el extremo opuesto (a la izquierda) en dicho espacio.

rentes atributos sensoriales. Para ello recurrimos al análisis sensorial con catadores seleccionados y entrenados, que reproducen en unas condiciones controladas y aisladamente (en cabinas de cata) la misma secuencia de sensaciones que perciben los consumidores a través de los órganos de los sentidos. En primer lugar, sobre el aspecto, siendo importante el nivel de veteado que observa, la fluidez de la grasa, su color blanquecino y brillante, el brillo del magro, que preludian un buen aroma. A continuación, el olor característico que detecta por aspiración antes de introducirlo en la boca. Y, finalmente, durante la masticación el sabor ligeramente salado, la sensación de poca sequedad y de una marcada jugosidad, y sobre todo el aroma intenso "a curado", con remembranzas a frutos secos, tostado determinado por los componentes volátiles liberados durante la masticación y que llegan a los receptores olfatorios a través de la vía retronasal. Califican separadamente cada uno de los atributos de la ficha de cata, con lo cual podemos establecer qué características tienen los jamones que los hacen ser preferidos por los consumidores, y cuales influyen negativamente.

Así, en numerosos estudios que hemos realizado acerca de la influencia de la alimentación (tipo de pienso, duración de la montanera, etc.), y también de la genética y otros factores del proceso sobre la calidad, se repite siempre que la mayor aceptabilidad del jamón Ibérico se relaciona precisamente con la calidad de las percepciones olfativas, principalmente el olor y el aroma retro-nasal (su intensidad, persistencia, etc.) aunque también la jugosidad, la fluidez y el brillo del magro están muy bien correlacionados, y por tanto tienen un peso elevado sobre la calidad global del producto. En el



Posicionamiento de los tipos de jamones considerados en dicho espacio. Pienso "comercial" (Δ), pienso "mejorado" con ac. oleico y tocoferoles (□), y de montanera (○). Se apunta la posible ubicación del jamón Ibérico de cebo "de campo", a tenor de su composición química (contenido en grasa intramuscular y mioglobina). También se indican los componentes del jamón que podrían ser utilizados como marcadores de la calidad de los diferentes tipos de jamones.

plano contrario, hay atributos que influyen negativamente como el sabor salado, y a que en cuanto el jamón es percibido como salado los consumidores lo juzgan mal, pudiendo penalizar incluso jamones de alta calidad. Y también la rancidez, aunque en el jamón Ibérico se tolera una cierta rancidez, sobre todo si el producto es muy aromático.

En conclusión, hay determinadas características organolépticas como el aspecto veteado y brillante del magro, y la jugosidad en los lomos. En el jamón Ibérico además de estas características son sobre todo los aromas los que condicionan en mayor medida las preferencias y la aceptabilidad por los consumidores.

¿Cómo podemos mejorar la calidad?

De lo que acabamos de señalar, se deduce que la calidad sensorial de los productos del cerdo Ibérico es un fenómeno complejo y multidimensional en el que intervienen numerosos atributos y compuestos. Evidentemente, esas sensaciones organolépticas deben tener una base físico-química. Analizando las lonchas de jamón que se destinan alternativamente a las catas y al laboratorio, hemos visto que existen compuestos que están relacionados con los atributos que hemos señalado como más importantes del jamón Ibérico y cuyas tasas pueden ser modificadas mediante variaciones en la producción o la transformación. Entre ellos están el porcentaje de grasa intramuscular o de veteado, el perfil de ácidos grasos, el contenido en pigmentos, la tasa de sal, el porcentaje de humedad, los niveles de antioxidantes como los tocoferoles, compuesto sápidos (aminoácidos libres) y aromáticos (com-

puestos volátiles). Por lo que constituiría un error, o al menos una simplificación, atribuir la calidad a un solo componente (por ejemplo a que en su perfil de ácidos grasos tenga más de un 53-54 % de ácido oleico, lo que, como veremos, evidentemente influye).

Por ello, disponemos de un amplio margen de posibilidades para mejorar la calidad y atender a la demanda de un mercado nacional creciente y la exportación de los jamones Ibéricos. Dejando a un lado los productos de máxima calidad (Ibéricos de montanera), que sólo cubren un 15-20% de la demanda actual del mercado, y cuyo crecimiento va a estar siempre limitado, existen otras posibilidades, que resultarán especialmente interesantes, sobre todo a partir del 15 de abril del 2007 (fecha límite para que los jamones sean certificados de acuerdo a la Norma de Calidad), donde muchos empresarios buscarán una estrategia de diferenciación dentro de la categoría más numerosa (el cebo). Dichas estrategias pueden estar inspiradas en los sistemas tradicionales, como es el mejorar el perfil de ácidos grasos incrementando el porcentaje de ácido oleico (bellota) y la suplementación con tocoferoles (hierba), o implementar la extensificación de los cerdos con el cebo "de campo", en los que con una buena base genética se busca una mejor infiltración y una mayor tasa de pigmentos en el músculo.

Cuando se han analizado los componentes del jamón y los atributos sensoriales en muestras, la proyección de los diferentes tipos de jamón muestra (**Figura 1**) que precisamente los jamones de Ibéricos de montanera de larga curación se posicionan en la zona de los atributos más favorables, lo que se corresponde por tanto esencialmente con su mayor contenido en grasa intramuscular, pigmentos hemínicos (mioglobina) y γ-tocoferol (procedente de las bellotas) y también con un alto contenido en ácido oleico y α-tocoferol. Por el contrario, en el otro extremo donde están los atributos más desfavorables como la rancidez, y los ácidos grasos esteárico y linoleico, estarían los jamones de cerdos alimentados con pienso comercial (no mejorado). En una posición intermedia pero separada de ambos en la zona de atributos favorables como la fluidez de la grasa y el brillo del magro, se sitúan los jamones de cerdos alimentados con un pienso enriquecido en ácido oleico y tocoferoles (α-tocoferol), cuyos contenidos alcanzan valores equiparables a los de montanera, pero no de otros parámetros importantes, como la grasa intramuscular, que condiciona muchos atributos clave, la tasa de mioglobina, que además de influir sobre el color rojo implica una más acentuada liberación de aminoácidos con sabores cárnicos intensos, como el ácido glutámico y también el contenido en γ-tocoferol, que aparte de su acción antioxidante puede ser indicador de la existencia de otros compuestos aromáticos procedentes de las bellotas.

> “El consumidor tiene claro qué es calidad y es capaz de valorar, diferenciar y preferir los productos de mayor calidad”

Con vistas al mercado exterior podría resultar aún más ventajoso la producción en un sistema más próximo al que por antonomasia es característico del cerdo Ibérico y que se asocia con su imagen de calidad, el cerdo "Ibérico de campo", criado en semiextensividad (máximo 10-15 animales/ha), que realizan ejercicio por estar situados los comederos y bebederos a un mínimo de 100 m de distancia en línea recta, y que se alimentan al menos durante los 2 meses de engorde en base a los recursos naturales de la dehesa durante buena parte del año y por tanto abundante en hierba fuente de antioxidantes, complementados con piensos cuya grasa tenga un perfil en ácidos grasos equilibrado y llevados hasta una edad al sacrificio superior a los 12 meses. Es decir, que reúnan unas características susceptibles de ser certificados por las DO que recogen esta figura en su Reglamento (como Dehesa de Extremadura) o en la Norma de Calidad, si se confirma (lo cual sería muy deseable) la posibilidad contemplada en el borrador de modificación de designar específicamente este tipo de alimentación (el jamón Ibérico de cebo "de campo").

En los momentos actuales a nivel de la UE se apuesta por los sistemas de producción porcina respetuosos con el bienestar animal y el medio ambiente; y este interés lo avalan los trabajos publicados en los últimos años sobre cerdos de razas blancas (Landrace, Pietrain...) explotados "outdoor" e "indoor" y cuyos efectos sobre la calidad de la carne han resultado por cierto bastante inapreciables. Sorprendentemente (y paradójicamente) no existe hasta

ahora ningún estudio sobre la influencia en la calidad de los productos derivados del cerdo Ibérico de campo, ni hay una caracterización de su carne y de los productos derivados que permitan valorar de forma objetiva su competitividad en el mercado. Sin embargo, a tenor de los datos preliminares obtenidos en nuestra Cátedra, esa imagen de calidad ligada a un sistema de explotación semi-extensiva no es una entelequia, ya que puede ir acompañada de importantes beneficios nutritivo-dietéticos, como una mejora de la ratio entre los ácidos grasos omega-3 (procedentes de la hierba) y omega-6, a la que conceden gran importancia actualmente los nutricionistas, de una mejora en la percepción del aroma y el descenso de la rancidez como consecuencia de la ingesta en extensividad de tocoferoles y otros micronutrientes.

Pero, posiblemente una de las características que más acusadamente puedan asociarse con los productos de este tipo de cerdo Ibérico "de campo" sea la percepción de un "flavor" (sabor+olor) más intenso por parte de los consumidores, ligado al incremento de las fibras rojas. Diversos estudios han correlacionado la mayor aceptabilidad de los jamones curados de cerdo blanco con el atributo color rojo, y si observamos la **Figura 1** es una de las características situadas en la zona del cuadrante idóneo para la calidad del jamón Ibérico (el superior derecho), que va a estar correlacionada positivamente con otros parámetros claves como el contenido en grasa intramuscular y con los atributos más favorables (intensidad del aroma, persistencia del mismo, etc.).

En consecuencia, desde el punto de vista de la ampliación del mercado exterior del jamón Ibérico, puede suponer una ventaja importante el disponer de un producto acorde con las tendencias en boga en la UE, que preconizan una explotación extensiva, con las ventajas medioambientales, nutricionales (además de ácido oleico es fuente de ácidos grasos n-3, de antioxidantes y de hierro hemo, altamente biodisponible) y sobre todo con una calidad sensorial diferenciada por la intensidad del color rojo y un flavor más intenso y persistente. Producto que, por su buena estabilidad oxidativa se adecuaría a las formas de presentación más demandadas por los consumidores de dichos países (deshuesado y loncheado); al minimizar el deterioro y la pérdida de aroma post-proceso. Y ello podría compensar el sobrecoste que supone la producción en semi-extensividad y la mayor edad para el sacrificio.

En conclusión vemos como disponemos de un amplio margen para mejorar la calidad de los jamones Ibéricos, y que la solución puede estar basada (inspirada) en los sistemas tradicionales. Las estrategias de modificación del sistema productivo o del proceso deberán ir orientadas, por lo tanto, a conseguir que en el jamón Ibérico se alcance adecuadas tasas de aquellos compuestos favorables (ácido oleico y tocoferoles; o la grasa intramuscular y los pigmentos hemínicos), y limitar otros, como el nivel de sal y el contenido acuoso que se relacionan, negativamente con la calidad percibida por el consumidor.

¿De qué manera certificamos la calidad?

Si bien el perfil de ácidos grasos del tejido adiposo permite diferenciar una alimentación con distintos ingredientes, presenta ciertas limitaciones como método de clasificación, puesto que no permite establecer diferencias entre la materia prima procedente de cerdos explotados en intensivo con piensos alto oleico de aquella procedente de cerdos explotados en régimen de montanera. El que sea factible conseguir en los jamones Ibéricos alimentados con un pienso alto oleico valores de este ácido graso y un perfil equiparables a los de recebo, o incluso de montanera, pero cuya calidad es inferior a la de estos como hemos visto, ha llevado a la búsqueda de métodos alternativos al análisis de los ácidos grasos que permitan llevar a cabo una clasificación más acorde con la alimentación que han recibido los animales durante la fase de engorde, así como con la calidad de los jamones obtenidos. Algunos compuestos pertenecientes a la fracción insaponificable son considerados por muchos investigadores como una "huella dactilar" utilizada para la caracterización de los aceites vegetales y cómo método para la detección de mezclas extrañas y/o adulteraciones. En este sentido, determinados hidrocarburos ramificados presentes en la hierba (Neofitadieno), así como los tocoferoles presentes en las bellotas (γ-tocoferol) consumidas por los cerdos explotados en montanera se han propuesto como posibles marcadores de los alimentos (hierba y bellotas respectivamente) que ingieren durante la alimentación en la dehesa. Con la ventaja adicional que los estudios realizados durante el proceso de curación de los lomos y jamones procedentes de dichos cerdos, confirma que dichos compuestos se mantienen estables en los productos salazonado-deshidratados de larga curación (lomos y jamones Ibéricos), por lo que su análisis puede realizarse tanto en la materia prima, como en el producto en curso o en el producto final (jamón curado de cerdo Ibérico).

La determinación de estos compuestos "marcadores" permitiría certificar el grado de extensividad en el jamón Ibérico de cebo "de campo" (para lo cual serían más adecuados los hidrocarburos procedentes de la hierba, como el neofitadieno) y/o la mayor o menor reposición en montanera (mediante los tocoferoles procedentes directamente de las mismas, como el γ-tocoferol). La utilización conjunta de ambos posibilitaría establecer el predominio de hierba o bellota en función de la finca o añada.

Recomendaciones prácticas en la alimentación vitamínica de las reproductoras (y II)

José Ángel López (1) y Álvaro Calderón (2)
(1) Western Europe Swine Technical Expert
(2) Product Manager de Porcino Iberia
DSM Nutritional Products

La suplementación vitamínica de los piensos de reproductores en condiciones de producción presentan actualmente algunos conceptos nuevos puestos en práctica. Los autores de este trabajo continuan repasando los avances experimentales en la nutrición vitamínica.

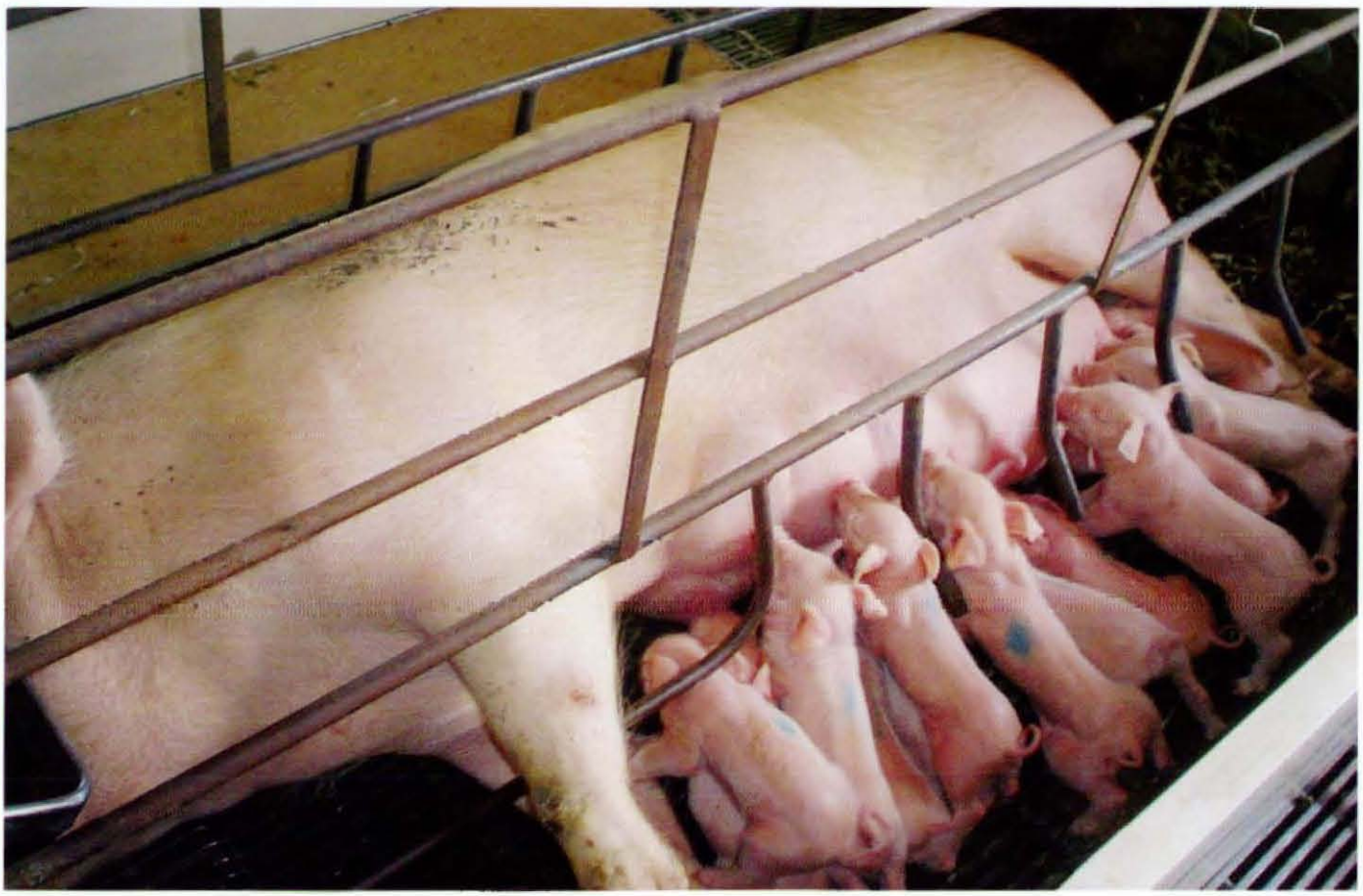
Biotina en cerdas lactantes

Entre los años 2005 y 2006 se llevó a cabo una prueba de carácter experimental en el Instituut voor Landbouw en Visserij Onderzoek, Department Animal Nutrition and Husbandry (Melle, Bélgica) en el que se estudiaron los efectos que sobre las cerdas en lactación tenía la suplementación con 2,3 ppm de biotina en comparación con el grupo control con una suplementación de 0,3 ppm.

El trabajo realizado por Van Oeckel M.J., Warnants N., De Paepe M., y De Brabander D.L. dice en sus conclusiones finales que la suplementación con 2 ppm de biotina en el pienso de la cerda lactante da lugar a una mejora de la ganancia de peso de los lechones (+4,5%). Como el número de lechones por cerda se estandarizó al principio de la prueba, la mejora de la ganancia de peso de los lechones puede entenderse como un indicador de la mejora de la producción de leche por parte de la cerda. Aunque esta mejora no fue estadísticamente significativa ($p < 0,05$), se observó una clara tendencia en este sentido en las cuatro series de cerdas que fueron testadas y un número mayor de cerdas hubiese sido necesario para obtener diferencias estadísticamente significativas. De la misma forma que se ha demostrado para el vacuno de leche, este estudio confirma una mejoría similar de la producción de leche de las cerdas. Adicionalmente, este incremento de biotina ayuda a proteger a las cerdas contra la laminitis, que es una de las causas más importantes de desecho prematuro (**Figura 1**).

Las vitaminas, la inmunidad y el rendimiento de los lechones destetados

Lauridsen en los trabajos presentados en diversas conferencias pronunciadas en Europa en 2004 dijo que es bien sabido que la nutrición es crucial para obtener una respuesta inmune adecuada y la desnutrición puede producir inmunosupresión. Durante la época de transición que representa el destete, los lechones se enfrentan a numerosos cambios que generalmente dan como resultado una reducción en el consumo voluntario de alimento, crecimiento por debajo de lo óptimo y, frecuentemente, se presenta diarrea. Las prácticas modernas de destete eliminan de manera abrupta la protección pasiva derivada de las inmunoglobulinas presentes en la leche materna y otros factores inmunes pro-



tectores, exponiendo a los lechones a una gran cantidad de antígenos ambientales y de la dieta, que hasta entonces le eran desconocidos. Surgen muchas preguntas sobre cuáles son los niveles óptimos de nutrientes para obtener los mejores niveles de inmunidad y rendimiento en estos animales. Las razones de interesarnos en la relación que existe entre las vitaminas y la inmunología son que muchas vitaminas son importantes para la respuesta inmune óptima, pudiendo intensificarla o incluso actuando como inmunomoduladores. En este trabajo la autora se refiere principalmente al efecto de la suplementación con las vitaminas E y C sobre el status de la primera de ellas en el organismo y sobre la función inmune en los lechones destetados.

En sus conclusiones Lauridsen finaliza diciendo que los estudios indican que cuando se incrementan los niveles de vitaminas A y E muy por encima de las recomendaciones del NRC 1998, no hay un efecto ni benéfico ni nocivo sobre los resultados del postdestete. Varios factores influyen en el status de nutrientes y vitaminas en el cerdo antes y después del destete. La reducción posdestete en las concentraciones de α-tocoferol se ha asociado con el inicio de la deficiencia de este nutriente, probablemente seguido por un retraso en el crecimiento, e incluso la muerte. Por lo tanto, con el objeto de proteger la salud de las cerdas y de sus lechones al destete, y para elevar al máximo la productividad de la camada, es esencial la suplementación con vitamina E y, de acuerdo con los resultados antes mencionados, la suplementación no sólo debe evitar la deficiencia sino también asegurar los niveles óptimos de vitamina E en cerdas y lechones. A continuación se resumen las conclusiones más importantes:

- Las cerdas se deben suplementar con un nivel sustancialmente elevado (de 150 a 250 UI/kg de dieta) de vitamina E durante la lactancia (muy superior a lo recomendado).
- Se requieren más de 70 UI vitamina E/kg de dieta para asegurar un buen nivel de esta vitamina en los lechones.
- Parece que la suplementación con altos niveles de vitamina E en las cerdas ejerce un efecto positivo de transporte con respecto al status de la vitamina E y sobre la respuesta inmune de los lechones después del destete.
- La suplementación con vitamina C de la dieta de los lechones al destete tiene una influencia positiva sobre los niveles de vitamina

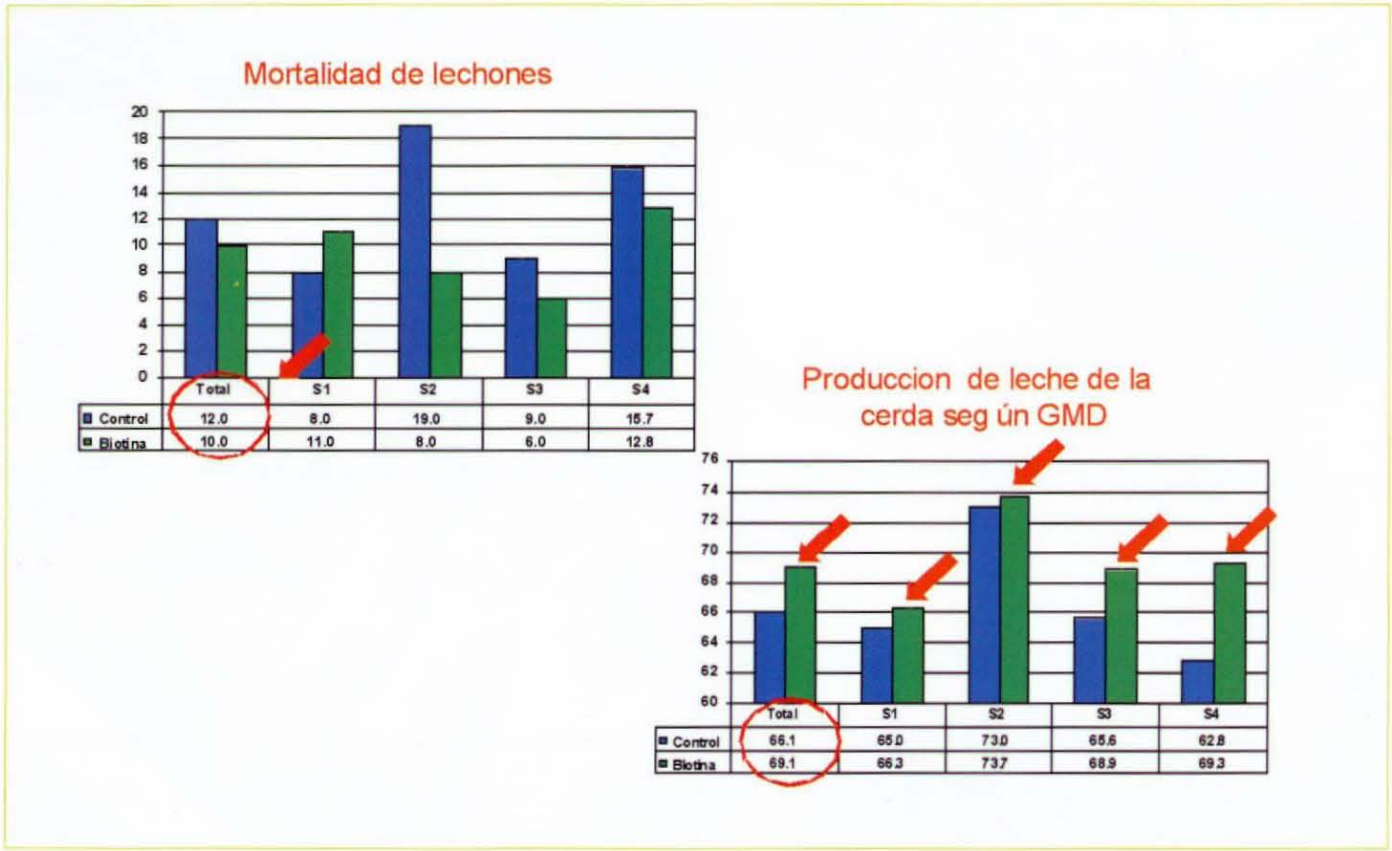


Figura 1. Efecto sobre la producción de leche de la cerda de 2 ppm extra de biotina en el pienso de lactación.

E de los lechones y sobre su función inmune.

Ácido fólico y vitamina B12 en cerdas reproductoras

Jean Jacques Matte en el Symposium sobre nutrición vitamínica de la Sociedad Canadiense de Ciencia Animal en julio de 2005, presentó sus conclusiones para estas dos vitaminas. Un aumento de los niveles de ácido fólico dio lugar a un aumento del número de lechones nacidos vivos por camada, siendo más manifiesto en las cerdas multíparas que en las nulíparas. La mortalidad embrionaria descendió sensiblemente en ambos tipos de cerdas (-11 y -17%). Asimismo los niveles uterinos de PGE2 y TGFβ2 en el líquido alantoico aumentaron sensiblemente. Matte termina diciendo que los niveles de fólico para las cerdas gestantes deberían de ser al menos de 10 mg por kg de pienso y de 12 a 13 para las cerdas lactantes.

El caso de la vitamina B12 es también interesante. Matte cita en su trabajo un estudio de Simard en el que se compararon niveles de 0, 20, 100, 200 y 400 ppb de esta vitamina y con un aporte de 10 ppm de ácido fólico. Se utilizaron algunos aspectos de la B12 y el metabolismo de la homocisteina para evaluar la concentración óptima de B12, observando como la concentración en plasma de B12 aumentaba según aumentaba la inclusión en la dieta, obteniéndose la mejor concentración en plasma a 200 ppb de vitamina B12 y valores inferiores con niveles de B12 por debajo de esta cantidad.

Matte concluye que la falta de datos o la antigüedad de los mismos para el complejo B tiene importantes implicaciones en la dieta de las cerdas y esto es particularmente cierto para el ácido fólico y la vitamina B12. Además, una óptima relación fólico/B12, que todavía no ha sido estimada, podría permitir un efecto beneficioso completo del ácido fólico y por tanto una mejor prolificidad de la cerda. Una actualización de esta relación y los niveles de ambas vitaminas sería importante, considerando una "dieta de sintonía fina" que se necesita en los momentos actuales para los cerdos de alta producción.

Conclusiones finales para las cerdas reproductoras

La determinación de niveles de vitaminas en las cerdas reproductoras se ha venido realizando por diversos autores estudiando qué ocurre con la suplementación de una vitamina pero parece que sería razonable pensar y admitir que una suplementación ordenada y razonable de todas ellas sería mucho más eficaz.

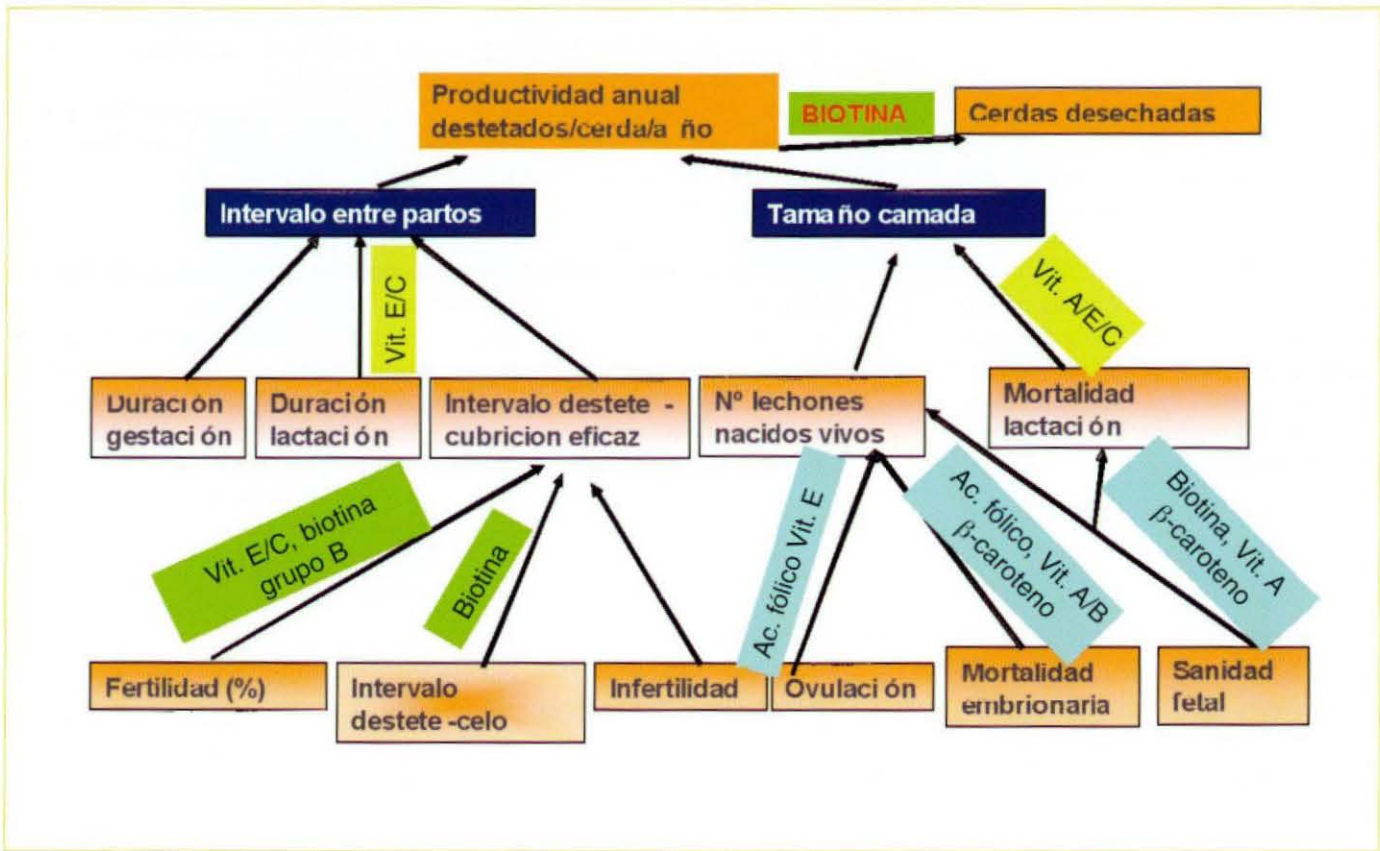


Figura 2. Componentes en la sanidad y productividad de la cerda.

Se podrían incluir más datos de la literatura internacional sobre estudios realizados con diferentes vitaminas y la respuesta obtenida en el rendimiento reproductivo de las cerdas. Mahan ha realizado y publicado diversos trabajos relacionados fundamentalmente con la vitamina E y C, estudios que significaron un avance en la década de los 90.

Pinelli-Saavedra, basándose en los trabajos de Mahan (1994) y Wuryastuti *et al* (1993), concluye en la Reunión Anual de la BSAS que hay una transferencia de vitamina E de la circulación maternal a la placenta y al lechón en el útero.

Como conclusión de todo lo expuesto para las cerdas reproductoras hacemos referencia al artículo que Antipatis y Weber publicaron en The Pig Journal (2003, 51, 198-210). Según citas de los autores, los principales componentes de la salud y productividad de la cerda (**Figura 2**) son, el intervalo destete-cubrición, la tasa de desecho de las cerdas y el número de lechones destetados. Estos parámetros pueden mejorarse a través de la genética, el manejo y la nutrición. Así, dentro de la nutrición se ha demostrado que las vitaminas son esenciales para la protección de la cerda, la salud del lechón y para maximizar la productividad del rebaño.

La suplementación de la dieta con biotina reduce el intervalo destete-cubrición y el porcentaje de desechos, mejorando la fertilidad. La suplementación con vitamina E al principio de la gestación mejora la tasa de ovulación, mientras que el ácido fólico aumenta la supervivencia embrionaria y fetal.

La vitamina A y/o beta-caroteno mejoran la calidad embrionaria y esto tiene efectos beneficiosos en el tamaño de la camada al nacimiento y al destete. Limitaciones vitamínicas durante el crecimiento del feto podrían comprometer la salud y el crecimiento del lechón después del nacimiento.

La vitamina E y otras vitaminas enriquecen el calostro y la leche, ayudando al lechón a mejorar su estatus inmunitario y su crecimiento. Altos niveles de vitamina E y C en la sangre de los lechones a través de la leche de la cerda ayudarían a sobrepasar el estrés producido por el destete. Hay una total evidencia que prueba los múltiples efectos de las vitaminas en la salud, rendimiento reproductivo y por lo tanto en la salud del lechón.

Por lo tanto la suplementación vitamínica no debe de hacerse sólo con el ánimo de evitar deficiencias sino también para asegurar una óptima nutrición vitamínica de la cerda y los lechones para maximizar la productividad del rebaño.

Óptima Nutrición Vitamínica en las reproductoras

Se trata de optimizar el estado de salud y la productividad de las cerdas garantizando al mismo tiempo la eficacia en el efecto perseguido, pero al mínimo coste para los niveles recomendados. Dichos niveles de suplementación deberán asimismo compensar los factores de estrés sobre el animal y sobre la alimentación, garantizando de este modo que el rendimiento y la salud no se vean limitados.

El concepto de suplementación vitamínica por el cual el nivel de suplementación ha de satisfacer, sin exceder, el objetivo de alcanzar un estado de salud y productividad óptimas, se definiría como:

- Respuesta animal. Se refiere al estado sanitario del animal, a partir de la ingestión de vitaminas.
- Ingesta total de vitaminas. Describe el nivel total de vitaminas que se suministra en la dieta. Es la suplementación más las vitaminas biodisponibles que puedan estar presentes en las materias primas.
- Deficiente o mínima ingesta de vitaminas. Se refiere a la suplementación que sitúa al animal en peligro de manifestar síntomas clínicos y desórdenes metabólicos por carencias nutricionales, y en el que el nivel de vitaminas se encuentra por debajo de las necesidades publicadas por el NRC.
- Sub-óptimo. Ingesta que previene la aparición de signos clínicos por carencia, cuyos niveles de suplementación cumplen o exceden las necesidades del NRC pero no son las adecuadas para permitir un óptimo estado de salud y productividad.
- Óptima. Ingesta que compensa los factores negativos que influyen sobre el rendimiento animal y por tanto contribuye a conseguir un óptimo estado de salud y productividad.
- Niveles de suplementación vitamínica en exceso. Hace referencia a niveles vitamínicos que son seguros pero no son rentables.

> La implementación de un programa nutricional con los niveles más adecuados de todas las vitaminas en la dieta de los animales pretende ofrecer una Óptima Salud y Bienestar Animal y una Óptima Productividad

Algunos factores negativos que afectan a las necesidades vitamínicas del animal pueden influir sobre la ingesta vitamínica de la dieta y su utilización. Podemos citar entre otros la valoración que demos a las materias primas en cuanto a su contenido en vitaminas, el proceso de recolección de dichas materias primas así como las condiciones del procesado y almacenamiento de los ingredientes del pienso, de la variabilidad de las vitaminas y de su biodisponibilidad.

Del mismo modo, entre los factores que influyen en las necesidades vitamínicas de las cerdas intervienen el tipo y nivel de producción, el alojamiento, las causas de estrés, las enfermedades y otras condiciones ambientales, los antagonistas de las vitaminas y el uso de medicamentos que pueden limitar o incluso bloquear la acción de ciertas vitaminas. La implementación de un programa nutricional con los niveles más adecuados de todas las vitaminas en la dieta de los animales pretende ofrecer una Óptima Salud y Bienestar Animal y una Óptima Productividad.

Optima salud y bienestar de la cerda

La mejora de la salud y el bienestar de los animales constituyen hoy en día un aspecto crucial en la producción porcina, por lo que un objetivo esencial relacionado con los programas de nutrición y manejo sería limitar la incidencia y el efecto negativo que la enfermedad tiene en los reproductores. Existe una estrecha relación entre nutrición, salud y bienestar por lo que la suplementación vitamínica a la dieta de las cerdas en los momentos de mayor vulnerabilidad a la infección disminuye el riesgo de contraer la enfermedad.

- **Salud e inmunidad.** Las vitaminas, juegan un papel fundamental en la capacidad del organismo animal para desarrollar una respuesta inmunitaria eficaz frente a la enfermedad. Como no se puede predecir la aparición de una enfermedad, es necesario que el sistema inmune se encuentre preparado mucho antes de que ésta se instale en el organismo.

  Existe una estrecha relación entre bajos niveles de vitamina E en los tejidos y una disminución de la inmunocompetencia, mucho antes de la aparición de cualquier signo clínico de enfermedad. Las vitaminas E y C son potentes antioxidantes

que protegen a la célula de los radicales libres y otros tipos de subproductos perjudiciales del metabolismo animal. Asimismo niveles elevados de vitamina E en el pienso dan lugar a:

- Una mejora en la respuesta inmunitaria a la infección y vacunación.
- Una mejoría en lotes afectados por infecciones subclínicas.
- Menos recaídas debido a infecciones secundarias.

En las cerdas se han documentado los siguientes efectos:

- Niveles óptimos de vitamina E en la dieta reducen significativamente el Síndrome Mamitis-Metritis-Agalaxia (MMA) en cerdas.
- Un aporte óptimo de vitaminas en la dieta de cerdas gestantes y en lactación mejora el valor nutricional de los calostros y la leche, mejorando la respuesta inmune y el vigor de los lechones recién nacidos.

▸ **Reproducción.** En las cerdas alimentadas con dietas altas en vitamina E durante los periodos de desarrollo y producción se observó:

- Una mejor respuesta en la producción de anticuerpos durante la vacunación.
- Una clara asociación entre elevados niveles de vitamina E en hígado y una mejor viabilidad de animales recién nacidos.

▸ **Bienestar.** Una suplementación vitamínica óptima en la dieta de los animales contribuirá a mejorar el bienestar animal ya que:

- Niveles vitamínicos óptimos contribuyen a mejorar el metabolismo, nutrición y el bienestar de las cerdas.
- Mejorando la inmunidad se favorece la resistencia a las enfermedades y por tanto el bienestar.
- Algunas vitaminas como la biotina contribuyen a reducir la incidencia de la dermatitis plantar y con ello se previenen cierto tipo de cojeras, mientras que otras como la vitamina C alivia los efectos negativos del estrés para la salud.

Optimizar la productividad de las cerdas

El estrés reduce la ingesta de pienso y por lo tanto se debería incrementar la concentración vitamínica necesaria para satisfacer las necesidades del animal. Por otro lado el estrés modifica las necesidades metabólicas de las cerdas, llegando a convertir una dieta nutricionalmente equilibrada en una dieta con posibles carencias nutricionales.

Las cerdas madres han sido seleccionadas para producir grandes camadas con el mayor número posible de lechones sanos y viables. Diversos estudios han demostrado claramente que óptimos niveles de biotina, ácido fólico, riboflavina, vitamina E, vitamina A y aportes de beta-caroteno (en el periodo de lactación) en la dieta de los animales ofrecen resultados espectaculares en el rendimiento de las cerdas como son, entre otros, un mayor número de lechones nacidos vivos, lechones destetados y una disminución del intervalo destete-cubrición.

Referencias bibliográficas

Antipatis C y Litta G. Beneficios de la suplementación con biotina en cerdos. International Pig Topics, Volumen 18, numero 7.

Antipatis C y Weber G. El papel de la nutrición vitamínica en la sanidad de la cerda y el lechon. The Pig Journal , 2003 (51, 198-210).

Barroeta A, Calsamiglia S, Cerero R, Lopez-Bote C y Hernandez J.M. Óptima Nutrición Vitamínica de los animales para la Producción de Alimentos de Calidad. Barcelona, 2002

British Society of Animal Science. Necesidades nutritivas de los cerdos. (2003)

Choi, Chae y Han. Efecto de la suplementación vitaminica en una premezcla vitaminico-mineral. Asian-Australian Journal Animal Science. 2001

Close WH, Cole DJA. Nutrición de cerdas y verracos.

DSM Nutritional Products Inc. USA. Vitamin Nutrition Compendium.

DSM Nutritional Products. DSM Vitamin Supplementation Guidelines for domestic animals. Internal document

DSM Nutritional Products. "Óptima Nutrición Vitamínica de los animales para la producción de alimentos de calidad". Madrid-Barcelona, Mayo 2002.

DSM Nutricional Products Iberia. Niveles medios de vitaminas en España. 2001 y 2005. Documento interno

Fraga y Villamide. Universidad Politecnica de Madrid. Niveles medios de vitaminas en los piensos españoles. 2000

Hernández J.M. Importancia de una óptima nutrición vitamínica. Nuestra Cabaña Junio 2002.

INRA. La alimentación de los animales monogástricos: cerdo, conejos y aves. 2ª edición. 1989

INRA. Tablas de composición y valor nutritivo de las materias primas destinadas a los animales de producción. 2002.

Institute Tecnique du Porc. La Alimentación de la cerda reproductora. 1991

Lauridsen C y Jensen S.K. Efecto de la suplementación con una mezcla de formas isoméricas de acetato de -tocoferol antes del destete y vitamina C después del destete en los niveles de -tocoferol y la respuesta inmune de los lechones. Journal of Animal Science 2005 (83:1274-1286)

Lauridsen C, Jense S.K. Un nuevo concepto de la suplementación vitaminica a las cerdas y su progenie. Jornada OVN®. Barcelona, Noviembre 2004

Lindemann M. Fuentes de grasa y suplementación vitamínica. ¿Una necesidad para reevaluar las dietas de las cerdas?. Seminario porcino de Manitoba. Enero 2000

Lopez Alvarez J.A. Nuevas tendencias en la alimentación de la cerda. XII Conferencia para la Industria de Producción Animal. Colborn Dawes, 1994.

López Alvarez J.A. Alimentación de la cerda en gestacion y lactación. Documento interno Colborn Dawes. 1997

Lopez Alvarez J.A. Nutrición Vitaminica del Ganado Porcino. III Congreso Latinoamericano de Porcinocultura. Brasil, Octubre 2006

López-Bote C et al. Óptima nutrición vitamínica en ganado porcino. Anaporc Jun. 2002.

Matte J.J., Guay F y Girard C.L. Ácido Fólico y vitamina b12 en cerdas reproductoras : nuevos conceptos. Canadian Journal of Animal Science. Junio 2006.

Muñoz A. Jornadas Técnicas SEPOR (Murcia - España). Monográfico Óptima Nutrición Vitamínica en ganado porcino. Septiembre 2002.

National Research Council. Necesidades nutritivas del cerdo. X edición. 1998.

Pinelli-Saavedra. Transferencia al tejido del lechon, placenta, calostro y leche de cerdas suplementadas con vitaminas E y C. BSAS Annual Meeting. Abril 2001.

Quiles A y Hevia M. Alimentación vitamínica del verraco. Producción Animal. Noviembre 2004

Stahly T.S. Conferencia Jornada Técnica OVN. Lerida (España). 2001

Svendsen O.L. ¿Niveles vitamínicos? Pig Progress. Volumen 17, número 8. 2001

Van Oeckel M.J., Warnants N, De Paepe M y De Brabander D.L. Biotina en cerdas lactantes. Documento sin publicar. 2006

Weber G y Svendsen O.L. Inclusión de vitamina E y C en la dieta de las cerdas y su progenie. DSM Nutritional Products 2003, informe nº 1013328.

Diarreas infecciosas asociadas a las distintas fases productivas del cerdo

Juan Riopérez. *Dpto. Metabolismo y Nutrición. Instituto del Frío. Madrid*
Mª L. Rodríguez. *Dpto. Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Madrid.*

Las enteropatías porcinas o diarreas infecciosas son unas de las patologías más comunes y de mayor impacto económico que afectan a la producción y explotación de cerdos, ya que siempre van asociadas a reducción del crecimiento, pérdida de apetito y sobre todo a elevados porcentajes de mortalidad tanto en lechones como en animales adultos.

Las causas de diarreas son múltiples siendo las infecciones bacterianas su principal agente etiológico, aunque en los últimos años, ciertos virus agresivos junto a determinadas prácticas de manejo (estrés, destete precoz, no desparasitar, etc.) cobran mayor actualidad, ya que diarreas que antes atribuíamos a factores no infecciosos o patologías controladas resultan ser virus entéricos modificados, destacando los Coronavirus y las enterotoxinas de los Rotavirus tipo A, B y C como indican distintos autores en sus investigaciones más recientes (Saif, 1999; Wilson, 2000; Glass, 2001).

La transmisión se hace normalmente por vía oral a través de las heces contaminadas y tanto los virus como las bacterias tienen un marcado tropismo por los enterocitos del intestino delgado (yeyuno/íleon) llegando hasta la atrofia y muerte de las vellosidades intestinales con producción de diversos tipos de diarrea y de consecuencias más o menos graves en función del agente causal, edad del animal, persistencia y tratamiento. La severidad y duración de las diarreas virales está relacionada con su réplica en el intestino, con periodos cortos de incubación (2-3 días) e infecciones de tipo agudo. El rápido diagnóstico clínico o laboratorial (anticuerpos fluorescentes, microscopía electrónica, pruebas serológicas, ELISA, etc.), los resultados de la necropsia, y la aplicación sistemática de ciertas vacunas y normas estrictas de manejo pueden ofrecer una protección efectiva para el ganadero, sin despreciar las correctas medidas de higiene y prevención.

Desde el punto de vista epidemiológico, las diarreas se presentan como enzootías que afectan a los lechones de una maternidad antes o después del destete o como epizootías que sufren los cerdos de la granja a cualquier edad, siendo la Colibacilosis (*E. coli* K88, K99, P987 y F41) y la Clostridiosis (*C. Perfringens* tipo C) las infecciones bacterianas más frecuentes en lechones lactantes, mientras que Salmonelosis, Espiroquetosis y algunas parasitosis intestinales (*Isospora suis*, *Trichuris*, etc.) son las más observadas en cerdos adultos y jóvenes reproductores. El **Cuadro I** describe las enteropatías porcinas en las distintas fases productivas del cerdo según el agente causal, las lesiones producidas y los tramos intestinales afectados.

Fase de lactación

La diarrea neonatal está mundialmente considerada como la principal causa infecciosa de mortalidad en lechones durante el periodo de lactancia, debido al escaso desarrollo de los aparatos digestivo e inmunológico y al contacto directo con los gérmenes patógenos de las heces, restos de placenta, etc. Cuatro son las enteropatías más significativas que consideramos en dicha fase: Colibacilosis, Clostridiosis, Rotavirus y Coccidiosis, que pueden aparecer solas o manifestarse asociadas entre sí, elevando las tasas de morbilidad/mortalidad sobre todo en camadas cuyas madres padecen el Síndrome Mamitis/Metritis/Agalactia y los lechones tienen dificultad para obtener el calostro y la leche materna, fuente imprescindible de inmunoglobulinas para au-

mentar sus defensas y luchar contra la infección.

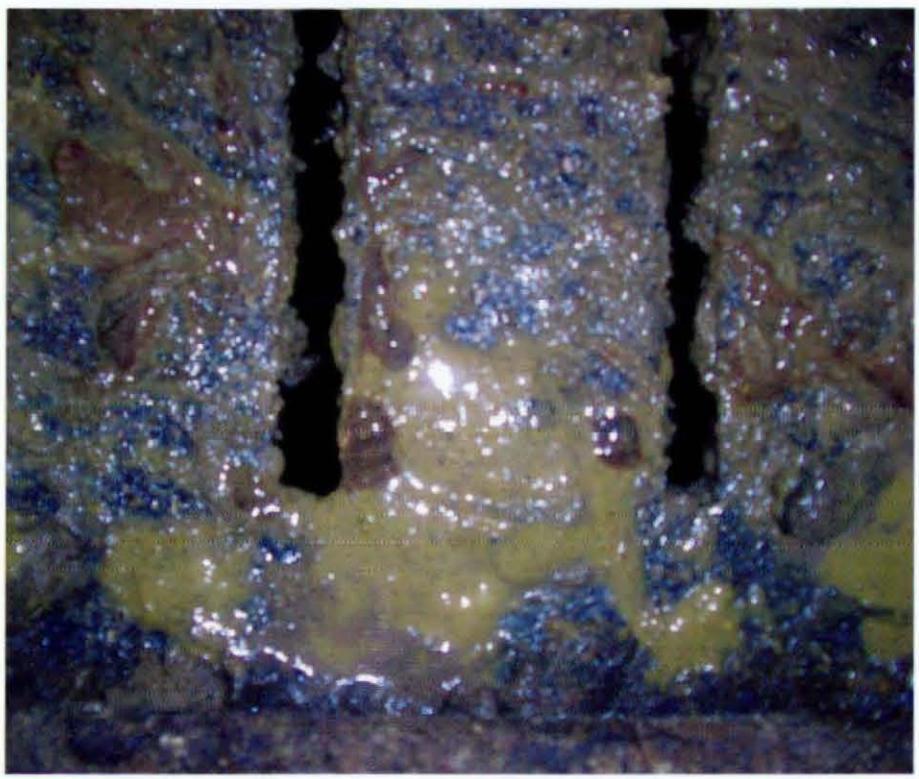
Colibacilosis

También llamada diarrea blanca. Es la patología más frecuente por excelencia y la más temida en maternidad. Afecta a los lechones lactantes y es producida por cepas patógenas de *Escherischia coli o* por sus toxinas portadoras de fimbrias que se adhieren al epitelio intestinal, estimulan la hipersecreción de mucina y electrolitos, e inducen a la salida de líquidos provocando la diarrea y más tarde la deshidratación.

Las enterotoxinas portadoras de fimbrias K88 y P987 son las responsables principales de la Colibacilosis en los lechones lactantes entre los 4-15 días de edad, pasan a la sangre por absorción a nivel intestinal produciendo septicemia, fiebre y diarrea aguda con deshidratación. Sin embargo, la K99, F41 y F18 se relacionan más bien con lechones recién destetados y en transición al coincidir con el cambio de dieta, manejo e instalaciones.

El contagio se hace por vía oral al ingerir las cepas patógenas de *E. coli*, que anidan rápidamente en las vellosidades del duodeno y yeyuno provocando una enteritis catarral con abundante diarrea acuosa de color blanco/amarillo y olor nauseabundo, que mancha el ano y la región perianal con síntomas de anorexia, deshidratación, adelgazamiento y debilidad en toda la camada. El tratamiento inmediato requiere hidratación y antibióticos con la administración de un pienso de arranque muy digestible con acidificantes (ácido cítrico, ácido ortofosfórico) y altas dosis de óxido de zinc (2.500-3.000 ppm/kg) en sustitución de los antibióticos promotores del crecimiento.

El control y profilaxis para evitar la colibacilosis neonatal se basa en ejecutar el sistema todo dentro/todo fuera, esmerada higiene y desinfección de la sala de maternidad con su correspondiente descanso sanitario y la aplicación del programa de vacunación de las madres gestantes 21 días antes del parto.



Heces hemorrágicas con mucosidad por *B. hyodisenteriae*.

> “El control y profilaxis para evitar la colibacilosis neonatal se basa en ejecutar el sistema todo dentro/todo fuera, esmerada higiene y desinfección de la sala de maternidad y la aplicación del programa de vacunación de las madres gestantes 21 días antes del parto.”

A veces, la verotoxina de *E. coli* ocasiona la enfermedad de los edemas, de carácter asintomático que produce la muerte repentina de los lechones o por el contrario, cursa con alteraciones nerviosas, crisis convulsivas y dificultades al andar, apareciendo edemas generalizados especialmente visibles en los párpados, cuyo pronóstico es grave y de difícil recuperación con antibióticos.

Cuadro I. Descripción de las principales enteropatías porcinas según su agente causal, lesiones y fase productiva que aparecen con más frecuencia.

Fase Productiva	Enteropatía	Agente causal	Lesiones	Tramo afectado
Lactación	Colibacilosis	*E. coli*	Enteritis	duodeno/yeyuno
	Clostridiosis	*C. perfringens*	Necrosis	yeyuno
	Rotavirosis	Rotavirus (A)	Atrofia vello.	yeyuno
	Coccidiosis	*Eimeria suis*	Enteritis	yeyuno/íleon
	Colibacilosis	*E. coli*	Ent. hemorrágica	yeyuno/íleon
Destete	Gastroent. transm.	Coronavirus	Atrofia vello.	yeyuno
Transición	Diarrea epidémica	Coronavirus	Atrofia vello.	yeyuno/íleon
	Disenteria porcina	*B. hyodysenteriae*	Colitis hemorrágica	colon
Crecimiento	Salmonelosis	*S. typhimurium*	Enteritis necrótica	íleon/ciego/colon
Cebo	Espiriquetosis	*B. pilosicoli*	Colitis	íleon
	Ileítis	*L. intracellularis*	Ileítis prolif.	íleon
Adultos	Adenomatosis	*L. intracellularis*	Ileítis	íleon
y	Salmonelosis	*S. typhimurium*	Enteritis	yeyuno/íleon
Primerizas	Trichurosis	*T. suis*	Colitis	ciego/colon

En definitiva, podemos decir de esta enfermedad que cursa con una de las diarreas más frecuentes del periodo de lactación, que las cepas enterotoxigénicas de *E. coli* alteran el equilibrio hidroeléctrico y dan lugar a diarreas secretoras de difícil solución, en cambio las cepas enteropatogénicas producen lesiones por adhesión y destrucción directa de las células, originando diarreas osmóticas por mala absorción, de pronóstico menos graves pero de recuperación más tardía.

Clostridiosis

Se trata de una patología entérica producida por *Clostridium perfingens* tipo A y C que provoca una enterocolitis hemorrágica con necrosis en las células del duodeno y yeyuno preferentemente en lechones lactantes recién nacidos (1-5 días de edad). El contagio es por vía oral a través de las heces de las madres portadoras, cuya producción de α y β toxinas da lugar a una enteritis hemorrágica con cuadro patológico muy severo que se traduce por fiebre, disnea, dolor abdominal, diarrea, etc., alcanzando una mortalidad próxima al 50% de los lechones lactantes, mientras que las toxinas del tipo C de parecida patogénesis son más agresivas hasta producir la necrosis de la mucosa intestinal, manifestándose con una disentería aguda, diarrea amarillenta y un 100% de mortalidad. La aparición de muertes súbitas y cuadros clínicos tan agudos apenas permite tratamientos específicos, salvo la profilaxis preventiva y la vacunación de madres antes de los 21-30 días del parto, junto a estrictas medidas de higiene y descanso sanitario de las maternidades para evitar recidivas.

Rotavirosis

Se conocen en todo el mundo como las gastroenteritis víricas de carácter agudo con episodios diarreicos más graves que afectan a los lechones lactantes y recién destetados, contabilizándose entre la tercera y quinta semana de edad como fecha crítica de aparición.

Las cepas más patógenas corresponden a los Rotavirus Porcinos tipo A, B, C y E con tropismo por las vellosidades intestinales, principalmente por las porciones inicial e intermedia del yeyuno, causando una lisis celular que da lugar a su acortamiento y fusión con importante reacción inflamatoria de la mucosa, que se traduce por una alteración en la absorción de agua, nutrientes y electrolitos.

Los lechones lactantes afectados que suelen tener 14-15 días de edad muestran pérdida de peso, pelaje áspero, una diarrea gris/verdosa y síntomas de deshidratación, con variabilidad en el deterioro sanitario de los lechones y en su tasa de mortalidad en función de la gravedad del proceso, estirpe vírica, edad y duración de la infección, medidas sanitarias tomadas, complejidad con otros gérmenes patógenos, etc.

Las lesiones características se centran en una enteritis catarral aguda con paredes finas intestinales y gran contenido de material acuoso, apreciándose a nivel microscópico una atrofia manifiesta de vellosidades. La protección del calostro y la administración de soluciones electrolíticas para evitar la deshidratación son fundamentales en el control y prevención de las infecciones por Rotavirus, junto a las medidas de higiene y el cambio de maternidad

Diarrea por *Salmonella*.

de las madres y sus camadas, que sin duda, hacen disminuir el contagio, las diarreas y el bajo peso de los lechones al destete.

Coccidiosis

Parasitosis intestinales producidas por los protozoos *Isospora* y *Eimeria suis* afectan a lechones lactantes de 7-14 días de edad y cursan con diarrea y reducción del crecimiento, elevando considerablemente los costes de producción. Presentan serios problemas en las salas de parto si se agravan con infecciones secundarias producidas por Rotavirus o *E. coli*, tan habituales en estas edades y durante el proceso de lactación, dando lugar a camadas poco homogéneas y de bajo peso.

La infestación se produce en el 95% de los casos por la ingestión de ooquistes de *Isospora suis* eliminados por las madres aparentemente sanas, que esporulan en dos fases a 32-35ºC de temperatura ambiente y en un máximo de 12-48 horas. La fase preliminar suele ser de forma suave y asintomática afectando al duodeno /yeyuno, seguida de otra más severa con invasión de gran número de parásitos en el fondo de las criptas que alteran a los enterocitos del íleon causando erosión y atrofia de vellosidades. El síntoma más visible es la pérdida de apetito y la diarrea de heces pastosas que huele a leche ácida y de color blanco/grisáceo, que si se prolonga en el tiempo induce a retraso del crecimiento, pérdida de peso, erizamiento de pelo y elevada morbilidad aunque escasa mortalidad (<20%) si no se complica con otras infecciones anteriormente señaladas (Rotavirus, *E. coli*, Clostridios).

La coccidiosis siempre se ha relacionado con la introducción de nuevas reproductoras o con lechones instalados en maternidades sucias debido a sus favorables condiciones de temperatura y humedad, ya que los ooquistes suelen aflorar en oleadas separados por periodos de 5 días (ritmo reproductivo) donde las esporas pueden resistir hasta 10-12 meses. Tras un periodo de incubación de 3-4 días los parásitos adultos provocan en los lechones lactantes mala absorción de nutrientes y la clásica diarrea ácida con pérdida de fluidos, hasta abocar en una enteritis fibrinosa a nivel de yeyuno e íleon.

El tratamiento más eficaz sería evitar la deshidratación de la camada y desparasitar sistemáticamente a los 4-5 días post-nacimiento con la administración oral o inyectable de toltrazurilo a dosis de 20 mg/kg de peso vivo y con sulfamidas a las madres una semana antes del parto con el fin de minimizar la excreción de ooquistes, reforzando la profilaxis con exigentes medidas de desinfección e higiene (cal viva, sosa cáustica, sales de amonio, fenoles, etc.), ya que las parideras húmedas y sucias incrementan siempre el riesgo de diarreas. Cuando hay reincidencia en camadas sucesivas es aconsejable el uso de un coccidiostático en el pienso de las madres (monensina, 100 g/t), 7 días antes del parto hasta 14 días post-parto.

Fase de destete y transición

El destete y periodo de transición son quizás los momentos claves en la cría y producción de cerdos, ya que además

del estrés con declive de las defensas inmunitarias, cambio de ambiente y alimentación, incipiente desarrollo del aparato digestivo, etc., se produce normalmente la mayor incidencia de infecciones patológicas que cursan con diarreas persistentes, enumerando como las más representativas de esta fase la Gastroenteritis Transmisible, las diarreas grises o recurrentes y la diarrea epidemiológica porcina.

Gastroenteritis Transmisible por Coronavirus

Es la enfermedad clásica post-destete que cursa con diarrea acuosa y severa deshidratación provocada por la atrofia de vellosidades a nivel de yeyuno. En general, aparecen algunas madres con diarrea y descenso en la producción de leche seguida de alta mortalidad en lechones (100%) siendo el contagio y la transmisión por vía oral, nasal (variante respiratoria) o a través de cerdos infectados.

La mayoría de brotes por gastroenteritis aguda se da en lechones destetados observando una cierta tristeza, abatimiento, anorexia, vómitos, diarrea, deshidratación y una alta mortalidad que reduce considerablemente la producción y los beneficios de la explotación, mientras que la forma crónica afecta a lechones más adultos y con menor influencia inmunológica materna, disminuyendo la mortalidad hasta el 5% y convirtiéndose en los principales portadores y difusores del virus y, por tanto, de la enfermedad. El tratamiento más efectivo para curar la diarrea y deshidratación es proporcionar agua, suero con electrolitos y antibióticos, con la certeza que superada la enfermedad produce una inmunidad pasiva en el grupo.

La prevención y control de la Gastroenteritis Enzoótica se basa en estrictas medidas de seguridad con respecto a la reposición de reproductoras, visitas, vehículos, pájaros, etc., acompañadas de utilizar el sistema todo dentro/todo fuera, la vacunación de madres a las tres semanas antes del parto y las medidas de higiene y desinfección en las maternidades, que sin duda colaboran para romper el ciclo del virus y aumentar el índice de supervivencia de los lechones en transición.

> “El destete y periodo de transición son quizás los momentos claves en que se produce normalmente la mayor incidencia de infecciones patológicas que cursan con diarreas persistentes”

Diarreas grises

También conocidas como enteritis recurrentes son propias del periodo de transición de los lechones sin causas claramente definidas, aunque algunos factores alimentarios, ambientales e infecciosos favorecen la aparición y el desarrollo de la enfermedad (sinergia de varios microorganismos como Rotavirus, Espiroquetas, *E. coli*, Clostridios, etc.).

Afecta fundamentalmente al yeyuno e íleon dando lugar a una enteritis fibrinosa e incluso hemorrágica, con índices de mortalidad moderados pero que inducen a retraso del crecimiento, debilidad, inapetencia y mayor predisposición a otras infecciones, especialmente respiratorias.

La prevención se hacía sistemáticamente con dimetridazol y furazolidona pero en la actualidad con la prohibición de los promotores antibióticos de crecimiento se sustituye con correctores vitamínicos antioxidantes y elevadas dosis de zinc.

Diarrea Epidémica Porcina (DEP)

Muy similar a la Gastroenteritis Transmisible, al ser producida también por Coronavirus, sin embargo en ésta los efectos son mucho menores. Afecta a lechones lactantes o recién destetados cursando con inapetencia, diarrea y deshidratación como síntomas manifiestos. Los virus de la DEP anidan en la mucosa del yeyuno y colon ascendente provocando igualmente atrofia de las vellosidades. El tratamiento y prevención deben ser similares a los adoptados para los de la gastroenteritis, aunque recientemente aparecen con más frecuencia asociados con otros agentes bacterianos ocasionando brotes de diarrea en los cebaderos.

Fase de crecimiento-cebo

Es el periodo que se caracteriza por su mayor normalidad en la producción de cerdos, salvo la aparición de ciertas diarreas de carácter más o menos enzoótico, que retrasan el crecimiento y desarrollo de los lechones, perjudicando su salud y prolongando la fase de engorde. Las principales corresponden a infecciones producidas por bacterias intestinales que atacan a los enterocitos tanto del intestino delgado (íleon)

como grueso (colon) provocando importantes lesiones anatomopatológicas que dan lugar a una colitis hemorrágica, ileitis proliferativa o enteritis necrótica.

Cuatro son las enteropatias porcinas más relevantes en la fase más larga de la producción de cerdos: Salmonelosis, Disentería Porcina, Espiroquetosis y Síndrome de Enteritis Proliferativa, que incluye la Adenomatosis Intestinal y la Ileítis Proliferativa, afectando la primera a los lechones recién entrados en el cebadero y al inicio del crecimiento, mientras que frente a la segunda son sensibles los cerdos más adultos.

Salmonelosis porcina

Zoonosis de origen alimentario puede producir septicemia grave en cerdos si el agente causal es *S. choleraesuis*, pero sobre todo se asocia a enterocolitis o diarrea específica sí es producida por *S. typhimurium* a la que nos referimos. Epidemiologicamente, se identifican más de 17 serotipos diferentes siendo los más frecuentes *S. anatum* en reproductoras y *S. typhimurium* en cerdos de engorde. Se transmite por vía oral y es difícil luchar contra la infección si se emplean para la fabricación de piensos harinas de carne o soja contaminadas.

La sintomatología clínica comienza con diarrea acuosa amarillenta con recidivas a los 4-7 días que si curan se convierten en portadores, y en un periodo de 5 meses aparecen nuevos brotes, mientras que si la diarrea se prolonga aparece la pérdida de apetito, deshidratación y muerte por enteritis necrótica difusa y úlceras en íleon, ciego y colon. El diagnóstico diferencial se debe hacer mediante el método ELISA, aunque en nuestras granjas se detectan gran variedad de serotipos con perfiles de multirresistencia a los antibióticos de amplio espectro, siendo la mayoría de las cepas sensibles a la colistina.

Las medidas de prevención y control se basan lógicamente en impedir la infección de los cerdos a través del pienso y agua de bebida contaminados de *Salmonella*, evitando la entrada de pájaros y un número exagerado de plazas de engorde en los cebaderos, así como la vacunación y extremar las medidas de higiene y desinfección en periodos de larga duración, hasta lograr índices de excreción mínimos tanto en reproductoras como en cerdos de cebo.

Disentería Porcina

Enfermedad muy contagiosa producida por *Brachyspira hyodysenteriae* que puede comenzar en el destete pero que se manifiesta en cerdos de engorde, afectando exclusivamente al intestino grueso y cursando con colitis mucohemorrágica, retraso del crecimiento y aumento del índice de conversión. Su incidencia en España va en aumento debido al mayor tamaño y concentración de las explotaciones, reposición de reproductoras portadoras, deficientes medidas de bioseguridad y sobre todo a la prohibición de promotores antibióticos (carbadox) considerándose en la actualidad una de las patologías más graves por sus elevadas pérdidas económicas y por su alta morbilidad y mortalidad que pueden alcanzar hasta el 90 y 50% respectivamente.

Dicha bacteria es resistente al medio ambiente permaneciendo viable en las heces más de 70 días a 10 °C y 7 días a 25 °C. El contagio se hace por vía fecal- oral moviéndose hasta alcanzar las criptas del colon donde ocasiona necrosis en la mucosa y eliminación de células epiteliales, dando origen a una colitis o tiflitis en los casos leves y hemorragias y diarreas variables (oscuras, cemento) con pérdida de electrolitos y mala absorción en los agudos. La diarrea copiosa, manchas en el periné y heces sanguinolentas son los síntomas dominantes que delatan a los cerdos enfermos con pelos erizados, deshidratación y pérdida de peso, haciendo retrasar la salida al matadero o alcanzar mortalidades que superan el 50%.

El cuadro clínico, el diagnóstico de laboratorio, las lesiones y sangre en el colon tras la necropsia son suficientes para detectar la enfermedad cuya profilaxis se basa en el uso de vacunas inactivadas y la estricta aplicación de medidas de bioseguridad tales como la reposición y cuarentena de reproductoras procedentes de granjas libres, limpieza y desinfección de ropa, calzado, utensilios, etc., sin descartar cuando se hace enzoótica un programa de erradicación con repoblación total de animales y desratización de la granja, ya que el cerdo y los roedores son los portadores esenciales de la transmisión.

> “La mayoría de las diarreas suelen ocurrir antes y después del destete y a partir de los 50-60 kg PV se establece una cierta inmunidad en la propia granja”

Espiroquetosis Intestinal

Es una enfermedad grave de los lechones destetados entre 20-40 kg y 8-12 semanas de edad, causada por

Brachyspira pilosicoli que cursa con diarrea y tiflocolitis produciendo gran variabilidad en los índices de conversión, y por tanto en el tamaño y peso del grupo, siendo la mortalidad escasa pero el impacto económico y la penalización de precios en matadero significativo. El contagio se hace por vía oral (heces) teniendo las espiroquetas tropismo por el colon y ocasionalmente por el ciego, donde anidan en sus criptas y se adhieren a su epitelio provocando engrosamiento de la mucosa, hiperplasia de las células caliciformes y colitis que culmina en diarrea, pérdida de apetito, deterioro de los índices productivos (GMD, IC) y desajuste en el peso final del lote en función de la severidad o cronicidad de la infección.

El diagnóstico clínico, la colitis, la detección de *B. pilosicoli* por inmunofloresencia y las lesiones en colon indican la necesidad de un tratamiento con tiamulina, carbadox, bacitracina de zinc, etc., combinado con otras medidas de control como la práctica del sistema todo dentro/todo fuera con limpieza y desinfección a fondo para romper el ciclo y la exposición a nuevas infecciones, ya que su incidencia al igual que ocurre con la disentería va en aumento en España desde la prohibición de los promotores antibióticos.

Enteritis Proliferativa

Se trata de una infección digestiva del cerdo producidas por *Lawsonia intracellularis* que aparece después del destete y durante la fase de engorde, siendo las presentaciones más relevantes la Adenomatosis Intestinal y la Ileítis Proliferativa.

La primera aparece en lechones de 8-14 semanas de edad y se manifiesta con anorexia, apatía y diarrea moderada de color gris verdosa y lesiones en la mucosa de la última porción del intestino delgado, que dificultan la absorción de nutrientes y hacen reducir la ganancia diaria de peso y el índice de conversión, mientras que la Ileítis suele aparecer en cerdos adultos (acabado) o en cerdas primerizas con adelgazamiento, diarrea hemorrágica e inflamación de la mucosa del íleon pudiendo alcanzar hasta el 70% de mortalidad en casos agudos.

La Ileítis crónica es una enfermedad muy costosa por su repercusión negativa en los índices productivos y su reiteración en los cebaderos al final del cebo, que es cuando las pérdidas económicas son más cuantiosas, siendo el diagnóstico serológico (ELISA) en heces y la identificación de *L. intracellularis* los métodos más eficaces para erradicar la enfermedad al mínimo coste y hacer una terapia rápida y efectiva con tratamientos periódicos a base de tetraciclinas, tilosina, eritromicina, tiamulina, etc., que impidan la epizootía y se haga persistente en la granja

Las lesiones se centran en la proliferación de células inmaduras de las criptas de íleon con edema de mesenterio, adenomas y engrosamiento o rigidez en sus paredes (intestino en manguera) presencia de coágulos y heces negras (melenas) e incluso necrosis en la mucosa intestinal, basándose la prevención y profilaxis en la vacunación, sistema de manejo todo dentro /todo fuera sin mezcla de lechones y en las medidas enérgicas de limpieza y desinfección, ya que las heces contaminadas y los cerdos portadores (primerizas) son las principales vías de contagio.

Fase de acabado y jóvenes reproductores

Las diarreas en esta fase con cebaderos estancos y bien desinfectados son poco frecuentes al tratarse de cerdos adultos con defensas inmunológicas capaces de hacer frente a determinados agentes infecciosos. Sin embargo, pueden aparecer casos de Ileítis Hemorrágica y Salmonelosis Porcina ya descritas anteriormente, sin descartar algunas parasitosis intestinales producidas por *Oesophagostomum* y *Trichuris suis*.

Trichurosis

Enfermedad parasitaria ocasionada por la invasión masiva de *T. suis* de 5-8 cm de longitud se localizan en el intestino grueso de cerdos adultos con más frecuencia en cerdos de pastoreo (Ibéricos) y jóvenes reproductores, dando lugar a una inflamación de la mucosa ciego/colon y fuerte diarrea muco-hemorrágica que provoca anemia, deshidratación, pérdida de peso y bajos índices productivos. La rapidez en el diagnóstico y la puesta en evidencia de los parásitos y huevos operculados tras los análisis periódicos de heces son eficaces para la erradicación, junto al tratamiento (levamisol, febendazol) y la desinfección de suelos, naves y utensilios.

Resumen y conclusiones

Existen muchas causas potenciales de diarreas infecciosas en cerdos que causan graves pérdidas económicas en las explotaciones porcinas, siendo el objetivo principal de este artículo resaltar las enteropatías más comunes y persistentes que se dan a lo largo de las distintas fases productivas del cerdo y recomendar las medidas más eficaces e imprescindibles para su mayor control y prevención. Para ello, es preciso realizar un rápido y correcto diagnóstico y aunque la mayoría de las diarreas suelen ocurrir antes y después del destete, a partir de los 50-60 kg PV se establece una cierta inmunidad en la propia granja, apareciendo nuevos focos cuando se baja la guardia o se introducen cerdos susceptibles en locales infectados, ya que todavía sigue habiendo factores en nuestra producción porcina que dificultan la sanidad como el aumento del tamaño de las granjas y el hacinamiento, el uso de instalaciones deterioradas, reducción del bienestar animal, la mezcla y excesivo movimiento de lechones, sistemas de manejo con destetes muy precoces, sustituciones incorrectas de los promotores prohibidos, resistencias antimicrobianas frente a ciertos enteropatógenos, etc.

Control ambiental en explotaciones de reproductoras: las claves del aislamiento

J. Ramón Moreno Chueca

Ingeniero Agrónomo. Universidad Politécnica de Valencia.

Se pretende a través de este artículo, facilitar una documentación e información básica para poder disponer de un criterio técnico en el planteamiento de una reforma o construcción de una explotación porcina de cerdas reproductoras en un aspecto clave: el aislamiento térmico.

Los datos técnicos facilitados a continuación nos ayudarán a poder juzgar con mayor rigor las explotaciones de cerdas reproductoras en relación con el aislamiento térmico.

Conceptos específicos

En las explotaciones intensivas de ganado porcino debemos mantener las condiciones ambientales lo más invariables posibles a lo largo de todo el año. Para conseguirlo uno de los elementos que influyen enormemente es el aislamiento térmico de la nave.

Transmisión de calor

El principio fundamental de la transmisión del calor es que éste se desplaza siempre de una zona de temperatura superior a otra de temperatura inferior, hasta alcanzar el equilibrio.

Son tres las formas de transmisión del calor:

- Conducción: es la forma de transmitir el calor en cuerpos sólidos. Se rige por la ley de Fourier, la cual afirma que la velocidad de conducción del calor por unidad de sección transversal, es proporcional al gradiente de temperatura que existe en el material (con signo cambiado). El factor de proporcionalidad se denomina conductividad térmica del material y se expresa con la letra λ.
  La capacidad de un material para transmitir el calor por conducción, se expresa por el coeficiente de conductividad (λ), que es la cantidad de calor que pasa por unidad de tiempo (1 hora) al atravesar un material de espesor 1 m, existiendo una diferencia de temperatura entre las dos caras de 1 °C. Se expresa en W/m °C.
  Cuanto más bajo sea este valor de un material, es mejor como aislante.

  La inversa de este valor es la resistencia térmica (r):

  $$r = 1/\lambda$$

  Indica la facultad de un cuerpo para oponerse a la transmisión de calor a través de él.
  Otro valor a tener en cuenta es la conductancia unitaria de un material. Es la cantidad de calor que pasa por unidad de tiempo en régimen estacionario, al atravesar un material de espesor S con un coeficiente de conductividad λ, cuando entre las dos caras existe una diferencia de temperatura de 1 °C:

  $$C = \frac{\lambda}{S} \ (W/m^2 \cdot °C)$$

- Convección: es propia de los fluidos, se transmite el calor por un movimiento natural o forzado de las partículas.

Cuadro I. Ejemplos de valores de conductvidad térmica diferentes materiales para cerramiento

Material	densidad(kg/m^3)	λ
Agua	1	0,58
Aglomerado de corcho	110	0,034
Acero	7.850	50
Ladrillo cerámico hueco	1200	0,42
Hormigón Armado normal	2.400	1,4
Bloque hueco de hormigón	1.400	0,48
Bloque de termoarcilla e:29 cm.	1.850	0,25 K=0,7
Fibrocemento	1600	0,40
Lana vidrio	50-150	0,035-0,045
Poliuretano expandido espuma	30-40	0,020-0,025
Poliestireno expandido	15-30	0,025-0,036
Perlita expandida	65 100	0,042-0,055
Madera de pino	600	0,14
Poliuretano conformado (placa)	35-40	0,020

- Radiación: análogo a la radiación luminosa y obedece a las mismas leyes de refracción y reflexión (pantallas de gas, lámparas de infrarrojo).

Coeficiente de transmisión calórica a través de una pared/cubierta de varios materiales

Es la cantidad de calor que pasa a través de 1 m^2 de superficie de una pared, de espesor e, por hora y °C de diferencia de temperatura entre dos medios que los separa. El cálculo se realiza de la siguiente manera:

Ecuación 1

$$\frac{1}{K} = r_i + r_1 + \ldots + r_n + r_e$$

Ecuación 2

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\lambda_i} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \ldots + \frac{e_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\lambda_e}$$

Siendo:

- $e_1 \ldots e_n$, espesores de los distintos materiales.
- $r_1 \ldots r_n$, coeficiente de resistencia térmica.
- λ_i, coeficiente de transmisión del calor entre el aire interior y la pared.
- λ_e, entre el aire exterior y la pared.

Materiales que pueden ser usados en la construcción de naves

Cerramientos

Debe utilizarse preferiblemente los siguientes materiales que cuentan con un valor K aconsejado de 0,5-1: sandwich con aislante (espesores entre 4-10 cm); bloque de termoarcilla (**Foto 1**); bloque cerámico tipo H; cerramiento con cámara + aislante; prefabricado de hormigón con aislante interior (poliestireno expandido) de varios espesores (oscila según fabricantes entre 16-22 cm);etc. En el **Cuadro I** se pueden ver diferentes ejemplos con diferentes densidades/valores de [λ].

Aislantes en cubierta

Los materiales a utilizar pueden ser: placa tipo Uratherm; placa de fibrocemento + aislante en placa rígida (4 cm mínimo); placa de chapa tipo sanhwich con aislante (4 cm mínimo); placa + proyección de aislante (espuma de poliuretano, 4 cm espesor mínimo). El valor de K aconsejado es de 0,5-0,6 ó inferior.

Ventanas

Son preferibles con cámara de aire interior (doble cristal), con material aislante o traslúcidas con cámara de aire (de poliéster de doble cámara) (**Foto 2**).

Problemática en granjas

En las diferentes edificaciones en la explotación de cerdas reproductoras, habrá que dar prioridad en cuanto a la calidad-eficacia del aislamiento en función de la fase de producción.

En principio es fundamental un buen aislamiento en:

- Salas de maternidad.
- Zona de cubrición control y gestación confirmada.
- Transición.
- Verraqueras.

Para ello deberemos tener en cuenta los datos técnicos referenciados con las siguientes particularidades. Es fundamental tener muy bien aislada la cubierta (se producen aproximadamente el 75% de las pérdidas o ganancias a través de ella). Los aislantes, en función de sus características y permeabilidad al agua (humedad ambiental), varían su "eficacia", es decir su valor de λ. Por ello, es necesario que estén protegidos para evitar esta permeabilidad al agua.

En el caso de espuma de poliuretano proyectada *in situ*, este producto si no se protege con una pintura plástica que cierre el poro, es permeable al vapor de agua y va perdiendo eficacia a lo largo del tiempo.

Los aislantes que se deben utilizar, llevan una lámina protectora que actúa

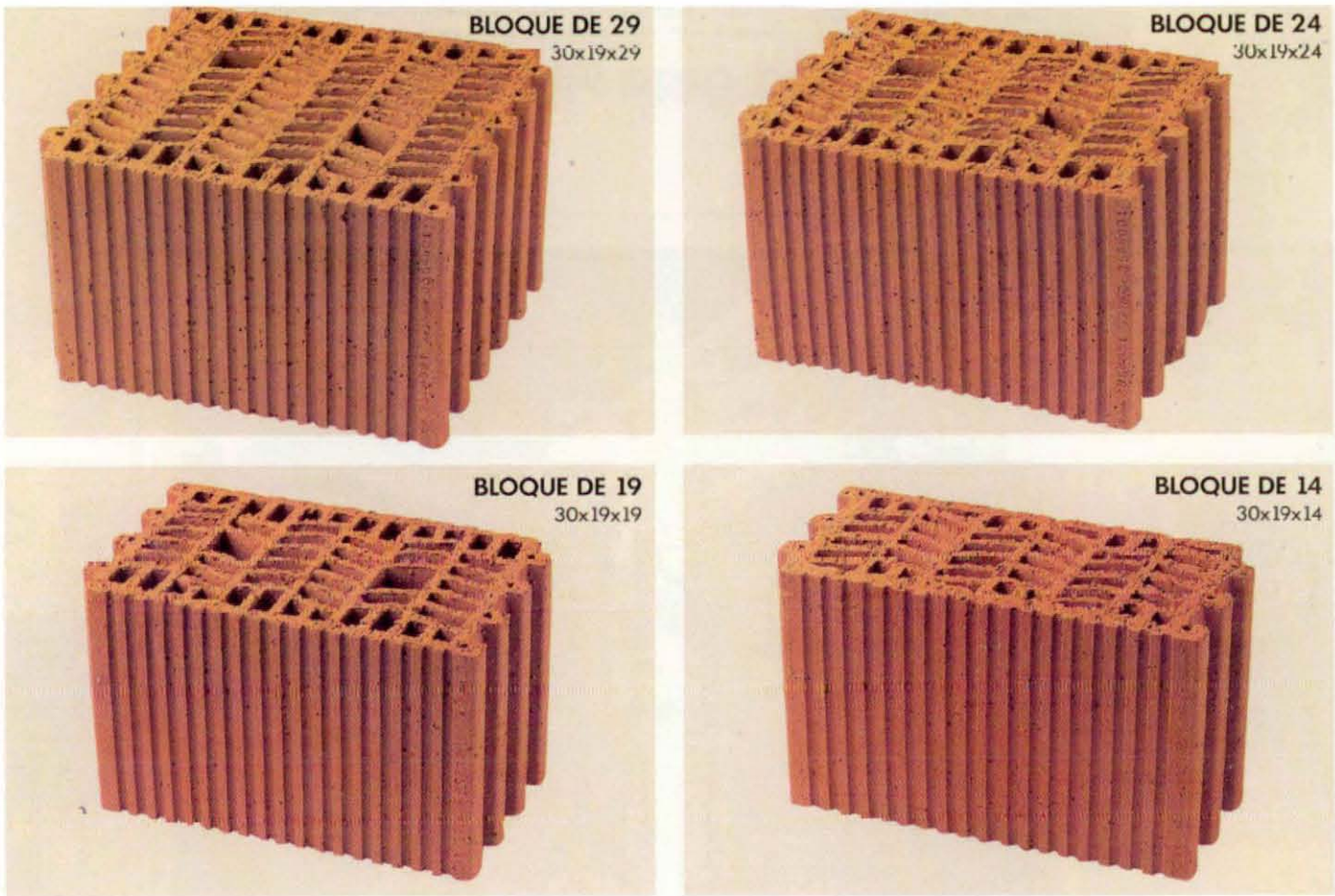


Foto 1. Diferentes modelos de bloques cerámicos de termoarcilla.

como barrera antivapor (papel kraff en el caso de poliuretano rígido en placa, o aluminio gofrado). En el caso de panel tipo sándwich, el propio panel actúa como barrera antivapor y evita que penetre en agua en el aislante que va en el interior (**Foto 3**).

También hay que considerar que el aislamiento es proporcional al espesor del material que se coloque como aislante así como a la conductividad del mencionado aislante (menor conductividad y mayor espesor significa que el valor K disminuye).

> “Son mayores las necesidades para refrigeración que para calefacción y una cubierta sin aislar es un problema habitual en la explotación”

Supuesto en verano

Pongamos un ejemplo de la importancia de un buen aislamiento y las consecuencias que puede tener. Supongamos un alojamiento para cerdas gestantes en cubrición-control que ocupa una superficie de 500 m^2 (para alojar aproximadamente unas 200 cerdas). En esta fase la temperatura de confort para las cerdas oscilará entre 17-20 ºC. Hacemos tres supuestos, sin otros considerandos de ventilación, calor sensible, etc.:

Foto 2. Ventana abatible con doble cristal más cámara y aislante poliuretano proyectado. Fuente: autor.

- Cubierta sin aislar (placa de fibrocemento): K= 40.
- Cubierta con aislante 3 cm de espesor (poliuretano): K= 0,7.
- Cubierta con aislante 5 cm de espesor y lámina antivapor: K=0,42.

Si nos situamos en verano:

- Te= 35 °C.
- Ti = 20 °C.
- Diferencia = 15 °C.

El calor aportado por cubierta será:

- Caso a: 500 x 40 = 20.000 kcal x 15 = -300.000
- Caso b: 500 x 0,70 = 350 Kcal x 15 = -5.250
- Caso c: 500 x 0,42 = 210 Kcal x 15 = -3.150

Estos valores son los que habrá que contrarrestar con sistemas de refrigeración para conseguir unas temperaturas de confort de 17-20 °C.

Es evidente que una cubierta sin aislar es muy problemática, siendo imposible en verano contrarrestar los efectos de transmisión del calor a través de ella.

Con espesores de aislante de 3 y 5 cm, se ve que prácticamente las necesidades son la mitad con 5 cm de espesor (mayor eficacia).

Recordemos que en verano un problema muy significativo en explotaciones porcinas de reproductoras, denominado infertilidad estival, es la disminución de la fertilidad y prolificidad, debido entre otras causas a las elevadas tem-

peraturas (superior a 32 ºC en las tres semanas post-cubrición, ya implica problemas).

En cerdas lactantes disminuyen el consumo de pienso en aproximadamente 1 g/kg PV/día por cada grado que pasa de 20 ºC.

Supuesto en invierno

En invierno, si no se mantienen las temperaturas de confort, habrá un consumo extra de pienso, y el pienso es el sistema más caro de calefacción.

En esta época el fenómeno será al revés, es decir será necesario aportar calor extra (en algunos casos) para alcanzar la temperatura:

- Te= 3 ºC.
- Ti= 20 ºC.
- Diferencia = 17 ºC.

El calor perdido por cubierta será:

- Caso a: 500 x 40 = 20.000 Kcal x 13 = 260.000
- Caso b: 500 x 0,7 = 350 Kcal x 13 = 4.550
- Caso c: 500 x 0,42 = 210 Kcal x 13 = 2.730

Conclusiones

Los ejemplos anteriores, aunque no exactos en cuanto a su resultado real, nos dan una idea a priori de:

- Son mayores las necesidades para refrigeración que para calefacción.
- La cubierta sin aislar es un problema continuo en la explotación.
- A mayor espesor mayor eficacia del aislamiento.

Por lo anteriormente expuesto se puede concluir:

- El aislamiento es clave en una explotación porcina de reproductoras y en general en cualquier nave ganadera.
- Hay que elegir un buen aislamiento y que éste no se degrade con el tiempo.
- No hay que comprar el aislamiento por precio, hay que comprarlo por calidad.
- El aislante debe estar protegido con barrera antivapor.
- Es importante conocer la influencia de las densidades del producto en los valores de conductividad.
- Es también muy importante una correcta aplicación (igual espesor) y/o colocación del aislante.

Foto 3. Panel Pir-GR con aluminio gofrado. Fuente: catálogo Poliuretanos S.A.