

Papel del manejo y medidas zootécnicas sobre

los trastornos entéricos post-destete

F. Madec

AFSSA (French Agency for Food Safety), Zoopole Les Croix BP 53 22440 Ploufragan, Francia

Tras realizar un repaso de los requisitos ambientales del lechón recién destetado (temperatura ambiental, ingestión de alimento sólido, humedad relativa, ventilación, iluminación...) el autor nos muestra los resultados de un estudio para establecer los factores de riesgo en la prevención de trastornos postdestete y las medidas correctoras adoptadas a consecuencia

a etapa post-destete sigue siendo un paso crítico en muchas granjas y son frecuentes los trastornos entéricos. Los más recientes pertenecen a las denominadas enfermedades multifactoriales en las que está involucrado más de un patógeno infeccioso. El caso de los trastornos digestivos post-destete se examina para ilustrar la utilidad de dar un enfoque técnico a la prevención de enfermedades. El enfoque incluye un estudio preliminar para demostrar que el entorno tiene una influencia importante en la expresión de enfermedades en la granja. Esto va seguido de un estudio en 106 granjas para obtener los principales factores de riesgo relacionados con los trastornos entéricos. Después se examina la validez de los resultados midiendo los factores de riesgo identificados en el estudio en cuatro granjas gravemente afectadas y diseñando un programa técnico para reducir estos riesgos en las granjas. Los programas fueron diseñados de acuerdo con los ganaderos y se vigiló la situación sanitaria de las piaras. Después de modificar los perfiles de factores de riesgo, cambiando las prácticas ganaderas y mejorando la temperatura y la higiene, la gravedad de la enfermedad disminuyó drásticamente al mismo tiempo. Se comentan la aplicabilidad y los requisitos del método.



Introducción

La producción porcina y ganadera en general, ha sufrido cambios considerables en las décadas recientes. En muchos países probablemente se han producido más cambios en los últimos 50 años que durante los cinco siglos anteriores. Los científicos que impulsaron los nuevos sistemas de producción animal definieron las reglas y patrones técnicos para la gestión ganadera, pero su objetivo principal era aumentar los ingresos económicos como resultado de una mejor eficiencia técnica. Se han desarrollado sistemas intensivos de producción animal que sacan provecho de los recursos humanos, económicos y geográficoss (Dijkhuisen y Davies, 1995), lo que ha conducido a un incremento global en el volumen de artículos producidos. Por lo que se

refiere a la producción porcina, estos cambios han dado lugar a un progresivo aumento en el tamaño de las piaras. Actualmente existe un claro movimiento a favor de establecer un número limitado de explotaciones grandes en áreas especializadas en vez de una gran cantidad de explotaciones pequeñas. Las personas implicadas en la producción porcina tienen ahora una tarea bien definida y los trabajos administrativos tienen cada vez más importancia. En muchos casos la situación se parece a una yuxtaposición de competencias técnicas independientes más que a una verdadera organización de tareas con una meta común. También en la ciencia animal la norma ha sido un reparto de disciplinas semejante.

Genéticos, nutricionistas, etólogos van a lo suyo, igual que los microbiólogos en sus laboratorios y los veterinarios en la granja. En muchos casos ha habido una tendencia a introducir antibióticos, no sólo para tratar a animales enfermos, sino también para evitar la reaparición de la enfermedad y como aditivos alimenticios debido a su efecto positivo en el rendimiento.

En el ámbito de la granja, los hechos son que, cuando la situación zootécnica es insuficiente, se produce la enfermedad, las desviaciones sanitarias y el bajo rendimiento. Los términos de "higiene animal", "medicina veterinaria preventiva" y "ecopatología" describen el conocimiento científi-

66

En la práctica es

difícilmente evitable

un período de

subalimentación

tras el destete

99

co derivado de diferentes disciplinas que se preocupan por la salud y el rendimiento animal (Madec y Tillon, 1986; Ekesbo, 1989). La norma fundamental es que "prevenir es mejor que curar". Hay una creciente presión por parte del público, las organizaciones de consumidores y los legisladores para un uso mejor de los antibióticos en la producción animal (Barton 1998; Anónimo 1999). Tales mensajes merecen sin duda atención.

Requisitos ambientales del cerdo destetado: enfoque experimental

La temperatura ambiental es el componente predominante del entorno climático. El requisito de

temperatura depende de varios factores entre los que la cantidad de alimento consumido y el aislamiento térmico corporal son los más importantes. Por lo tanto es pertinente evaluar los efectos del destete en el consumo de alimento y sus consecuencias resultantes sobre el aumento de grasa y el aislamiento térmico del cuerpo.

Acontecimientos relacionados con el destete que afectan a los requisitos térmicos

Ingesta de alimento

En el momento del destete, entre las 3 y las 4 semanas, la mayoría de los lechones han consumido muy poco alimento sólido y por eso no están familiarizados con la dieta del destete. El resultado es que la ingesta de alimento de los lechones, repentinamente privados de la leche líquida suministrada por su madre antes del destete, a los que se les ofrece un pienso sólido en gránulos, es muy limitada. Tanto el alcance como la duración de la subalimentación varían considerablemente (Le Dividich y Sève, 2001). Sin embargo, el nivel de ingesta de energía metabolizable (EM) alcanzado al final de la primera semana después del destete es aproximadamente el 70% de la ingesta suave de EM antes del destete. De hecho, la ingesta de EM anterior al destete sólo se logra aproximadamente dos semanas después del destete. Se pueden reali-



zar intentos por reducir tanto el grado como la duración del período de subalimentación proporcionando a los lechones alimento líquido. El suministro de alimento líquido evidentemente atenúa el grado de la subalimentación, pero no totalmente. Sin embargo, esta práctica produce desperdicio de alimentos, necesita ser vigilada atentamente por razones de higiene y requiere dispensadores sofisticados. Todo ello en conjunto sugeriría que en la práctica

es difícilmente evitable un período de subalimentación después del destete.

Metabolismo de las grasas y efectos sobre el aislamiento térmico corporal

La grasa es un buen material aislante. Su conductividad del calor es tres veces más baja que la del agua. La grasa subcutánea proporciona aislamiento térmico al cerdo. En el momento del destete, la composición corporal cambia notablemente hacia un descenso temporal en el contenido de grasa. Hay al menos dos factores que responden a esta disminución en la gordura del cuerpo. En primer lugar, la mezcla de cerdos desconocidos en el destete da lugar a enérgicos combates relacionados con la formación de un nuevo orden social y a

un aumento transitorio de la producción de calor (Heetkamp et al., 1995). En segundo lugar y lo que es más importante, debido a la baja ingesta de alimento, la mayoría de los cerdos recién destetados se encuentran con un balance de energía negativo durante un período de 4-7 días después del destete. Sin embargo, el balance de nitrógeno se mantiene positivo y es menos dependiente de las condiciones ambientales (Le Dividich et al., 1980; Close y Stanier, 1984b; Bruininx et al., 2002). Sucede que la energía necesaria para el mantenimiento, la actividad física y la síntesis de proteínas supone una movilización de grasa corporal (Whittemore et al., 1978). La tasa de movilización depende tanto del nivel de alimentación como de la temperatura ambiental, siendo más pronunciada con baja

Cuadro I: Efecto de la velociad del aire en la temperatura de contacto en cerdos 14-20 kg.

Velocidad del aire (cm. s1)	Temp. de contacto (°C)
8	17,9
25	20,5
40	21,7

(Según Verstegen, et al., 1978)

ingesta de alimento (Close y Le Dividich, 1984) y con temperatura ambiente baja (Le Dividich et al., 1980). El grado en que esta pérdida de grasa corporal afecta a la disminución del aislamiento térmico del cuerpo es, por consiguiente, variable, pero depende de las reservas de grasa corporal disponibles en el destete. En los cerdos con peso bajo en el destete (4,55 kg a los 21 días de edad), la tasa de movilización de grasas puede ser de hasta el 32% durante la primera semana después del destete (Sloat et al., 1985). Según Fenton et al. (1985), la disminución del grosor de la grasa dorsal puede ser de hasta el 33% en la primera semana después del destete a las dos semanas de edad. Estos datos constituyen una prueba de que el aislamiento térmico del cuerpo está reducido dando

lugar a una mayor susceptibilidad del cerdo destetado al frío. Esto queda ilustrado por la cantidad de calor extra producido en ambientes fríos, a saber, 18 kj/kg ^{0.75}.C⁻¹, lo que es un 50% superior a en un cerdo de 60 kg (Le Dividich *et al.*, 1998). Con la baja ingesta de alimento, esto tiene mayores repercusiones sobre los requisitos térmicos de los lechones en el destete.

66

La pérdida de grasa

corporal produce una

reducción del aislamiento

térmico del cuerpo y una

mayor suceptibilidad

al frío

99

Temperatura ambiente

Debido al efecto transitorio del destete en la ingesta de alimento, se examinan dos períodos (Le Dividich y Herpin, 1994) (i) el período crítico de 1- 2 semanas después del destete, que representa el período de subalimentación y corresponde al tiempo necesario para alcanzar el nivel de ingesta de EM previo al destete, y (ii) el período post-crítico, es decir, cuando se establece el alimento regular.

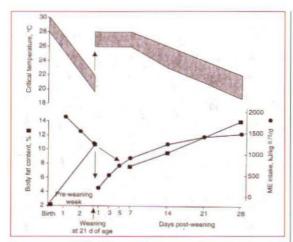


Figura 1: Representación esquemática de los efectos de la disminución repentina de ingesta alimenticia y de la reducción del contenido de grasa corporal, que se produce en el momento del destete, sobre la temperatura crítica mínima de lechones criados en suelo perforado.

- Período crítico

Se define la temperatura crítica mínima (TCM) como la temperatura ambiente a la que, para una ingesta dada de EM, la retención de energía es máxima. La TCM corresponde a la temperatura óptima en el destete ya que el objetivo principal es minimizar la pérdida de calor, evitar una pérdida excesiva de grasa corporal y de ese modo reducir al mínimo la disminución en el aislamiento térmico. En el destete, la combinación de una baja ingesta alimenticia y una reducción del aislamiento térmico corporal (Figura 1) da lugar a un incremento temporal en la TCM de 22-23 °C en el destete a 26 a 28 °C durante la primera semana después del destete (Le Dividich et al., 1980; McCracken y Caldwell, 1980), disminuyendo después a 23 a 24 °C en la segunda semana después del destete (Close y Stanier, 1984b; McCracken y Gray, 1984). Por otra parte, debe tenerse en cuenta que mantener la temperatura ambiente en el valor de la TCM o más durante el período crítico del destete ayuda a evitar un posible exceso de consumo que se produce a veces después de que los lechones empiezan a comer pienso sólido, limitando así las consecuencias de trastornos digestivos y/o enfermedades entéricas después del destete.

Período post-crítico

Una vez que está bien establecida la ingesta regular de alimento y puesto que no hay problema de salud, la temperatura del aire del criadero se puede reducir rápidamente en relación con el

aumento en la ingesta alimenticia (Figura 1). La mayoría de los estudios sugieren una disminución progresiva en la temperatura ambiente a razón de 2 a 3 °C/semana hasta llegar a la temperatura que se va a mantener en el establo de finalización (Le Dividich, 1981; Close y Stanier, 1984a; Feenstra, 1985). Además, el cerdo destetado es, hasta cierto punto, capaz de compensar un medio ambiente subóptimo aumentando su ingesta voluntaria de alimento. El ajuste en la ingesta alimenticia es rápido va que se establece en 6 días tras la exposición al "frío" (Verhagen et al. 1988). Esto está de acuerdo con el hecho de que dentro del intervalo de temperatura de 25 a 18-19 °C, la tasa de crecimiento se mantiene prácticamente constante, produciéndose sin embargo un aumento en la relación de alimento/ganancia (Fuller, 1965; Hata et al., 1986; Rinaldo y Le Dividich, 1991). No obstante, una reducción brusca en la temperatura del criadero después del período crítico parece que es perjudicial. Por ejemplo, se descubrió que un descenso repentino de 5 °C en la temperatura ambiente el día 7 después del destete, reduce la tasa de crecimiento global en un 21% y la eficiencia de la alimentación en un 10% (McConnell et al., 1987).

Humedad relativa y ventilación

No se ha prestado mucha atención al efecto de la humedad relativa (HR) y de la velocidad del aire en el resultado del cerdo destetado. Sin embargo, se supone que la humedad relativa tendrá escasa influencia en el resultado del cerdo destetado mantenido dentro de una neutralidad térmica. Por ejemplo, a 24 °C, se obtiene un resultado semejante al 60 y al 90% de HR (Bresk y Stolpe, 1988). En cambio, en cerdos en fase de engorde, un cambio del 10% en la HR, entre el 45 y el 90% indujo una reducción de 24 g/d en la ingesta de alimento sin cambios en la eficiencia de la alimentación (Massabie et al., 1997).

La ventilación realiza dos funciones principales: (i) eliminación de la humedad y los gases nocivos del aire, y (ii) ayuda en el control de la temperatura del habitáculo de los animales. La ventilación determina la velocidad del aire a la altura de los cerdos. Como tal, juega un papel importante en la tasa de pérdida de calor. Empleando la técnica de acondicionamiento por el operario, Verstegen et al., (1987) descubrieron que aumentando la velocidad del aire de 8 a 40 cm/s se obtenía un aumento de 3,8 °C en la temperatura pre-



ferida (Cuadro I). Los resultados de Hacker et al. (1979) indican que por debajo de la TCM, un aumento en la velocidad del aire de 0 (aire inmóvil) a 50 cm/s daba lugar a una disminución del 15% en ADG y una disminución del 23% en la relación de ganancia a alimento en cerdos destetados a los 21-25 días de edad. De igual modo, Riskowski v Bundy (1990) calcularon que durante la segunda semana después del destete, dentro del intervalo de temperaturas de 24 a 35 °C, cada incremento de 10 cm/s en la velocidad del aire estaba relacionado con un descenso de 25 g/d en la tasa de crecimiento.

Puesto que la ventilación es la causante de la mayor parte (80 a 90%) de la pérdida de calor del establo de destete, la recomendación actual en las épocas de tiempo frío es de la "mínima ventilación posible".

Estudios realizados en la Universidad de Minnesota (Boedicker et al. 1984; Jacobson et al., 1985-86), indicaron que una tasa de ventilación por debajo del mínimo recomendado no tenía efecto perjudicial en el rendimiento y la salud a pesar de las concentraciones 2-3 veces más altas de amoníaco y dióxido de carbono. En la práctica (Ritz, 1971), las recomendaciones para la tasa de ventilación durante el invierno son de 0,35 - 0,40 m³.h⁻¹.kg⁻¹ de peso corporal (PC). Durante el verano, para eliminar el calor y el vapor de agua producido por los cerdos y así evitar un excesivo aumento de la temperatura y la humedad, las recomendaciones de ventilación son de 1,60-2,10 m3.h1.kg1 de peso corporal. Los efectos de los gases nocivos sobre el rendimiento han sido el tema de una excelente revisión de Wathes (2001) y no se comentarán aquí.

Iluminación

A la iluminación como un factor ambiental no se le ha prestado mucha atención. Bears et al. (1974) sugirieron que la oscuridad completa reduce las interacciones agonísticas en el destete. Sin embargo, una iluminación constante de 5 ó 100 lx no tiene efecto en el comportamiento (incluido el comportamiento alimenticio) del

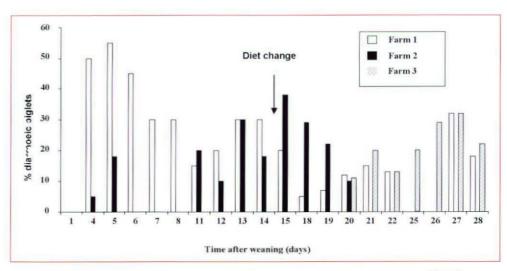


Figura 2: Incidencia diaria de diarrea en lechones después del destete de tres granjas diferentes que usan la misma dieta de primera fase con alimentación ad libitum.

cerdo recién destetado (Christison, 1996). En cambio, el fotoperíodo puede tener efectos en el rendimiento. Bruininx et al. (2002) describieron que el ADFI se potencia un 16 y 38% durante la primera y la segunda semana después del destete respectivamente, en cerdos sometidos a un programa de iluminación de 23/1 h en comparación con un programa de 8/16. No obstante, se necesitan más datos para comprobar estos resultados. La regulación de la UE menciona que los cerdos deben estar expuestos 8 h al día con una intensidad de al menos 40 lx.

Enfoque epidemiológico de campo de los trastornos digestivos después del destete.

Ya que los trastornos digestivos en el destete son un importante problema en muchas piaras, se empleó esta enfermedad para demostrar un método ecopatológico de resolver problemas de salud. El estudio se llevó a cabo en estrecha relación con la industria porcina. Se diseñó un estudio preliminar para investigar el papel de la dieta y de la estabulación general en el desarrollo de problemas de salud entéricos en cerdos en fase de engorde. En un estudio posterior, se diseñó una inspección para identificar los factores de riesgo relacionados con el comienzo de trastornos post-destete. Basándose en los resultados de la inspección, se puso en práctica en fase 3, un programa sanitario para piaras.



Cuadro II: Tasa de crecimiento y mortalidad en grupos pareados de cerdos destetados en diferentes condiciones ambientales desde el destete hasta 28 días después del destete.

GRANJA Nº de cerdos		Diarrea (% días)(3)		Tasa de cre	Mortalidad (%)			
	Granja (1)	1. Exp. (2)	Granja	I. Exp.	Granja	I. Exp.	Granja	I. Exp
Granja A	120	30	72	3,5*	326	430*	4,2	0
Granja B	116	28	68	0*	320	445*	2,6	0
Granja C	155	30	75	7*	284	429*	4,5	0
Granja D	142	30	53	0*	346	515*	2,1	0
Granja E	98	30	57	3,5*	351	510*	3	0
Media	126	29,6	65	2.8*	325	466*	3.3	0

- (1) Granja: Cerdos destetados en su granja de origen
- (²) Exp.: Cerdos trasladados a instalaciones experimentales estándar en el Instituto de Investigación Veterinaria
- (*) Diarrea: se examinaron las heces diariamente, se calculó el porcentaje de días en los que se detectó diarrea
- *Diferencia significativa, Granja vs I. Exp., p < 0,05

Estudio preliminar

Para el planteamiento preliminar se eligieron cinco granjas gravemente afectadas. El principal objetivo era determinar la mejor forma de investigar el problema (Madec, 1994). Incluía medidas en la granja y ensayos experimentales para poder establecer unos descriptores epidemiológicos y utilizarlos luego en la inspección.

Se llevó a cabo una serie de cinco experimentos de diseño similar. Se seleccionó al azar una muestra de lechones el día del destete y se dividieron en grupos pareados. Un grupo se trasladó a las instalaciones experimentales de Ploufragan y otro permaneció en la granja. Todos los cerdos se alimentaron ad-libitum con la misma dieta (dietas de primera fase y de segunda fase) y se observaron a diario en cuanto a signos clínicos indicadores de trastornos entéricos.

Las instalaciones experimentales son salas completamente aisladas. Se toman estrictas medidas de bioseguridad tales como filtración del aire y ducha. Dentro de las salas, los cerdos se mantienen en superficies planas con suelos perforados elevados (40 cm) sobre un suelo sólido de hormigón que se limpia concienzudamente cada día. El espacio por cerdo es de 0,38 m². La temperatura y la ventilación se controlan rigurosamente. Las condiciones climáticas e higiénicas se consideran de alta calidad. La incidencia de diarreas fue mucho más elevada en los cerdos destetados en las granjas y la tasa de crecimien-

Cuadro III: Comportamiento comparativo de cerdos recién destetados según la localización del destete (Kerebel et al 2000) selección aleatoria de lechones, destete a las 4 semanas de edad, misma dieta en las localizaciones, media (DE).

	Instalaciones experimentales	Granja de origen	significación P < 0,05
- n° lechones	50	100	
- tiempo empleado en comedero % de tiempo de observación	4,8 (1,8)	3,7 (1,5)	*
 frecuencia alimentación/horas de observación 	5,1 (1,9)	3,4 (1,6)	*
- frecuencia bebida/horas de observación	1,7 (0,5)	1,2 (0,7)	*





Figura 3: Cascada de acontecimientos e intervención de factores de riesgo interrelacionados en los trastornos entéricos post-destete en cerdos

to fue considerablemente menor en comparación con los cerdos destetados en instalaciones experimentales p<0,05 (Cuadro III). No murió ninguno de los cerdos trasladados a nuestras instalaciones, mientras que en las granjas se registró una mortalidad media del 3,3%. Dado que se podría suponer que la flora microbiana fuera la misma en ambos grupos de cerdos en el destete, se llegó a la conclusión de que las condiciones ambientales proporcionadas desde el destete en adelante jugaban un papel importante en la expresión clínica de trastornos digestivos después del destete. Aprovechamos la ocasión de estos ensayos para estudiar el comportamiento de los lechones en cuanto a comer y beber en ambas ubicaciones mediante el registro en vídeo. El cuadro III muestra los resultados. Los lechones destetados en las instalaciones experimentales emplearon más tiempo en el comedero y en las boquillas y sus comidas fueron más numerosas (es decir repartían más su ingesta de alimento).

También se investigó el papel de la composición de la dieta de primera fase. Esta dieta se preparó en nuestro propio molino de pienso (**Cuadro IV**) y se probó en tres granjas afectadas de diarrea post-destete. La dieta que se suministró durante la cuarta semana de mamones y luego durante los primeros 14 días post-destete no contenía ningún antibiótico. La incidencia de diarrea se evaluó diariamente examinando la consistencia fecal de cada cerdo individual. Se empleó una escala estándar para puntuar la consistencia fecal (de 1: heces de gránulos secos a 5: heces acuosas). Las heces con puntuación 4 y 5 se consideraron diarreicas. Los resultados opuestos obtenidos se presentan en la **Figura 2**. Mientras que la diarrea se produjo pronto en la granja 1, no resultó evidente durante la primera quincena en la granja 3. Se llegó a la conclusión de que podrían existir interacciones entre la composición de la dieta y otros factores presentes en las granjas que originaban patrones diferentes de expresión de la enfermedad.

Estudio de seguimiento

Granjas.

En el estudio se incluyeron 106 piaras. Las piaras fueron seleccionadas de modo espontáneo por veterinarios y técnicos. La selección se basó en la presencia o ausencia de problemas sanitarios entéricos hasta obtener suficientes piaras enfermas y no enfermas como para hacer una comparación estadística. La muestra de piaras implicadas en el estudio se comparó retrospectivamente con una amplia base de datos. El tamaño medio de la piara fue de 146 cerdas. La edad de destete de los lechones fue de 27.2 ± 1.4 días (media ± DE) y los cerdos destetados por cerda y año fueron por término medio de 23,3. Las instalaciones post-destete albergaron un promedio de 130 \pm 30 cerdos por sala con 19,4 \pm 9 cerdos por corral. Los cerdos de los corrales procedían de un promedio de siete camadas y el 83% de las



Composición		Análisis	
Materia prima	%		
Maíz-procesado por calor (copos)	21	Energía (kcal DE/kg)	3965
Trigo procesado por calor (copos)	11	Proteínas crudas (%)	20,6
Trigo	12	Grasa (%)	6,9
Leche desnatada en polvo	24	Lisina total (g/kg)	15
Harina de pescado y productos			
derivados de pescado	8,9	Cu (mg/kg)	40
Pienso derivado de maiz	5	Zn (mg/kg)	151
Dextrosa	5		
Harina de soja	3,2		
Proteínas derivadas de la patata	4,5	не принцију замени маниромнију узавлен и Болан	www.grounders.allie
Minerales	3,7		
Lisina + Metionina	0,4		Sa Segundaria
Aceite de soja	1		
Alimentación premezclada	1,3		

salas tenían suelo totalmente emparrillado. Los cerdos fueron alimentados con dieta de primera fase en la semana final del período de mamones y durante las dos primeras semanas después del destete. La dieta fue con medicación en el 94% de los casos, usándose colistina como base. El contenido de cinc de la dieta se mantuvo dentro del nivel recomendado y estuvo en todos los casos por debajo de 300 ppm. La composición del conjunto de datos se recoge en la **Cuadro V**, y las escalas empleadas se ofrecen en la **Cuadro VI**.

- Resultados del estudio.

El peso vivo medio de 12.034 lechones pesados en el destete fue 8,1 kg ± 1,7. La tasa de mortalidad durante los 28 días post-destete fue del 1%. La ganancia media fue de 283 g y 489 g para las semanas 1+2 y las semanas 3+4 respectivamente. La diarrea mostró un máximo los días 7-10 después del destete en que estaban afectados el 35% de los 616 corrales investigados. La estrategia específica empleada para investigar cada conjunto de datos y extraer los factores de riesgo implicó métodos estadísticos descriptivos multivariantes, tal como el análisis de correspondencia, seguido de una regresión logística al final del proceso (Greenacre, 1993;

Grange y Lebart, 1993). El **Cuadro VI** enumera los factores de riesgo obtenidos al final de la fase de investigación multivariante en el ámbito de la granja y el **Cuadro VII** los obtenidos al nivel del corral. Aunque era perfectamente evidente que varias condiciones de riesgo se producían antes del destete de los lechones, la mayoría de los factores de riesgo tenían lugar desde el destete en adelante.

Desarrollo de programas sanitarios de la piara

Método

El principio fue de nuevo un estudio de seguimiento. Se eligieron cuatro granjas de forma aleatoria. El tamaño de la piara y el sistema de estabulación eran típicos de la zona. Las salas de partos y post-destete tenían suelo totalmente emparrillado. Si bien las cuatro granjas habían estado afectadas por trastornos digestivos después del destete durante varios meses, el cuadro clínico era diferente dependiendo de la granja.

Se midieron los factores de riesgo enumerados en los cuadros VII yVIII para el primer lote de



Cuadro V: Conjunto de datos obtenidos del estudio

- Datos obtenidos de cada lechón (n = 5 variables)
 Madre, camada, peso vivo en el destete, corral en el destete, supervivencia
- 2 Datos obtenidos durante la fase de mamón (etapa de camada, n =15 variables)
 - · tamaño de la camada, paridad, trastornos en el parto en la cerda
 - · en los lechones: diarrea, trastornos locomotores (por ejemplo, artritis), otros
 - · medicaciones
 - · distribución de alimento a los lechones (peso dado), flujo de agua en las boquillas
 - · condiciones corporales de la cerda (parto, destete)
 - · dispersión del peso intra-camada en el destete
- 3 Datos obtenidos del destete en adelante, de cada corral (n = 46 variables)
 - · tamaño del corral
 - · población del corral: número de lechones, de camadas involucradas...
 - accesorios del corral: por ejemplo, tipo de bebederos, flujo de agua..., tipo de comederos, espacio/cerdo....
 - · ingesta de alimento por semana
 - · estado de salud: registro diario (ganadero), semanal (veterinario.)
- 4 Datos obtenidos del estado de la granja (n = 213 variables)
 - · tamaño, tipo, productividad, nivel sanitario general (índice estándar)
 - · descripción de las instalaciones para partos
 - · descripción de las instalaciones de post-destete
 - método de trabajo de las instalaciones para partos: procedimiento de higiene, calidad del aire
 - método de trabajo de las instalaciones post-destete: procedimiento de higiene, calidad del aire, temperatura
 - registros (registros diarios)
 - · composición del alimento: dieta de inicio (30 variables), dleta destetados (30 variables)
 - calidad del agua (8 variables)
 - salud de los lechones, distintas de las digestivas, recuentos de signos respiratorios
- 5 Otros: sólo en caso de envío de lechones al laboratorio (n = 54 variables) se usaron formularios estándar para los registros de laboratorio

lechones seleccionados en cada granja. El perfil obtenido se empleó luego para representar a la granja en un mapa de factores de riesgo (Madec *et al* 1998) y evaluar el grado de riesgo presente en la granja. La situación de la granja, con respecto a cada factor de riesgo se comentaba luego con cada ganadero y se tomaban decisiones con respecto a los factores enumerados en los Cuadros VII y VIII. Obviamente se hizo hincapié en los parámetros más "negativos" del perfil. La respuesta de los ganaderos individuales fue variada. En algunas ocasiones el ganadero se convencía fácilmente de los principales puntos que había que mejorar, en otros casos se precisó un mayor esfuerzo para con-

vencer a los ganaderos y no veían ninguna relación causal directa entre el factor de riesgo y los trastornos. Las consideraciones prácticas, incluidos los aspectos económicos, indicaban que la estrategia tenía que ser convenientemente adaptada a cada situación. Se podrían simular diferentes trayectorias calculando las correspondientes coordenadas de la granja en el mapa de factores de riesgo. En cada caso se pidió la conformidad del ganadero, luego se seleccionó un segundo lote de lechones, se criaron siguiendo las decisiones tomadas y se midieron de nuevo los 13 factores de riesgo de modo que se pudo calcular un nuevo perfil.



Cuadro VI: Apéndice. Escalas empleadas para puntuar 4 variables, 106 granjas francesas, (Madec et al., 1998)

1 - Escala empleada para evaluar las condiciones de la granja a la entrada de los lechones

- Nº de días transcurridos entre la limpieza (después del lote anterior) y la llegada de los lechones controlados por el estudio.
 - Puntuación = 0 (< 2 días), 1 (2-4 días), 2 (5-7 días), 3 (> 7 días)
- 2. Desinfección: puntuación: 0 (sin desinfección), 2 (si)
- 3. Sequedad del suelo a la llegada de los lechones: Puntuación: 0 (húmedo, más o menos), 2 (seco)
- 4. Limpieza del suelo y de las paredes entre corrales: Puntuación: 0 (sucio), 1 (± limpio), 2 (limpio)
- Distancia entre el nivel del lodo (en el foso debajo del suelo) y la superficie del suelo: Puntuación: 0 (< 40 cm), 1 (40 < 70 cm), 2 (70-90 cm), 3 (> 90 o vacío)
- 6. Higiene del foso (después de retirar el lote anterior de lechones)

 Puntuación = 0 (no vacío + no lavado + no desinfectado), 1 (vacío + no lavado + no desinfectado),

 2 (vacío + lavado ± no desinfectado)
- Temperatura ambiente a la llegada de los lechones: Puntuación: 0 (< 18 °C), 1 (18-20), 2 (21-24), 3 (> 24) Índice = Total de puntos obtenidos
- 2 Escala empleada para evaluar el estado de salud de los cerdos de la granja en conjunto en los 12 meses anteriores al estudio
- Síndromes del tipo de la gripe (episodios clínicos): puntuación: 0 (ausencia), 1 (un episodio), 2 (dos episodios)
- Infección PRRS (serología, Sindrome reproductor y respiratorio porcino)
 Puntuación = 0 (negativo), 2 (positivo)
- Mortalidad de las cerdas (%, período de un año): Puntuación: 1 (< 1%), 2 (1,5 2,5%), 3 (2,5 5%), 4 (> 5 %)
- Mortalidad durante la fase de engorde (30 105 kg de peso vivo, período de un año)
 - Puntuación = 1 (< 1,5%), 2 (1,5 2,5%), 3 (2,5 3,5%), 4 (> 3,5%)
- Mortalidad durante la fase post-destete (desde el destete hasta los 30 kg de peso vivo, período de un año)
 Puntuación = 1 (< 1,5%), 2 (1,5 3%), 3 (>3 %)
- Brote de diarrea neonatal: Puntuación=0 no, 1 sí
- Brote de diarrea no hemorrágica en engorde: Puntuación = 0 no, 1 sí
- Síndromes hemorrágicos en cerdos de engorde: Puntuación = 0 no, 2 sí Índice = total de puntos obtenidos.
- 3 Escala empleada para evaluar la calidad de la ventilación dentro de las salas post-destete
- Conformidad del flujo de aire dentro de la sala con el diseño del edificio
 - · entrada de aire: Puntuación = 0 (no conforme), 1 sí
 - · salida de aire: Puntuación = 0 (no conforme), 1 sí.
- Aire fluyendo en este momento hacia afuera del suelo emparrillado: Puntuación = 0 (sí), 1 (no)
- Turbulencia del flujo: Puntuación = 0 (sí), 1 (no)
- Salida de aire frío sobre el área de reposo: Puntuación = 0 (sí), 1 (no)
- Velocidad media del aire sobre el área de reposo: Puntuación = 0 (≥ 0,4 m / seg), 1 (< 0,4 m / seg)</p>
- Corrientes: Puntuación = 0 (sí), 1 (no)
- Nivel de NH_a: Puntuación = 0 (≥ 10 ppm), 1 (< 10 ppm)</p>
- Nivel de CO₂: Puntuación = 0 (≥ 0,15%, 1 < 0,15%)</p>
- Humedad relativa: Puntuación = 0 (≥ 85%, 1 < 85%)</p>

Índice = Total de puntos obtenidos.

- 4 Escala empleada para puntuar los signos clínicos de trastornos respiratorios en los lechones
- Tos
 Media de toses obtenida durante el recuento *
 Duntuación
 Estornudos
 Media de estornudos obtenida durante el recuento *
 2
 3
 Estornudos
 Media de estornudos obtenida durante el recuento *
 2
 2-4
 4,1-8
 >8
 Puntuación
 1
 2
 3
 4

^{*} Recuentos de 2 minutos de duración cada uno, n = 3 recuentos en los días 7 y 21 después del destete. Las cifras se dan para 100 cerdos. Ejemplo: una granja que obtenga recuentos de una modia de 4,6 toses estará en el nivel 2 para tos. Se consideró el lote completo de lechones



Cuadro VII: Lista de factores de riesgo de trastornos digestivos post-destete (PWD; en la etapa de granja). (farm level)

	Sentido del riesgo creciente de PWD				
actor de riesgo	1	2	3	4	
Situación higiénica en la sala post-destete al llegar los lechonos (²)	< 8	8-10	11-12	≻1 2	4
Calidad del aire en la sala post-destete (¹)	< 7	7	8	> 8	5
Trastornos de salud en toda la granja (¹) (excepto digestivos post destete) (¹)	> 16	12–16	8–11	< 8	
Ingesta de concentrado proteico/lechón, última semana antes del destete (g)	< 190	190-300	300-470	× 470	
Recursos humanos disponibles (cerdas/persona)	> 110	80-110	< 80	1	4
Ingesta alimenticia/lechón durante la 1ª semana post dostete (kg)	<1	1,0-1,36	1,37-1,72	- 1,72	
Nivel de trastornos respiratorios concurrentes en los lechones destetados (¹)	> 5	4–5	< 4	1	4
Edad en el momento del destete (días)	< 26,5	26,5–28,2	> 28,2	1	4

(1): estas puntuaciones combinan hasta 10 variables, (Ver Cuadro VI)

Resultados

En el **Cuadro IX** se muestra la gravedad de los trastornos digestivos después del destete en la primera inspección en las 4 granjas. La diarrea y una baja tasa de crecimiento fueron los síntomas principales en las granjas I y II. La diarrea fue especialmente grave en la granja II, donde se registró en 23 de los 28 días de observación. La mortalidad fue crítica (14%) en la granja IV. Había sido del 12% como promedio a lo largo de los seis meses anteriores al ensayo.

La tarea técnica real empezó al final de la primera inspección. Los cambios que se produjeron en los perfiles se muestran en el **Cuadro X**. La primera y segunda inspección se realizaron con un intervalo de uno a dos meses.

Se hizo un esfuerzo especial en la granja I por mejorar las condiciones de estabulación ofrecidas a los lechones a su llegada a las salas post-destete. Estas salas, incluido el foso de debajo del suelo emparrillado, se limpiaron a fondo. La temperatura se elevó a 24 °C cuando entraron los lechones (en vez de los 15 °C anteriores). El sistema de ventilación se rectificó para evitar que subieran gases nocivos del foso. El nivel de amoníaco se mantuvo por debajo de 10 ppm y la humedad relativa en el intervalo de 60-80%. Se aumentó la ingesta de concentrado proteico cambiando los comederos y el procedimiento de alimentación. Se redujeron considerablemente el número de cerdos por corral en el destete y la densidad de población. El sistema de alimentación de las salas post-destete también se modificó y se aumentó la ingesta de alimento post-destete, probablemente como



Cuadro VIII: Lista de factores de riesgo de trastornos digestivos post-destete (PWD; en la etapa de corral)

	Sentido del riesgo creciente de PWD				
Factor de riesgo	1	2	3	1	
Peso medio en el destete de los lechones en los corrales (kg)	₹ 7,2	7,2-8,1	8,1-9	>9	Q
Número de lechones por corral	< 13	13–16	17-23	> 23	\$
Número de camadas involucradas por corral	< 4	4–6	7-9	> 9	\$
Espacio en el comedero (por cerdo en el destete, cm)	< 4,5	4,5–5,7	50,8-8,4	> 8,40	0
Superficie de suelo/cerdo (en el destete, m²)	< 0,25	0,25-0,30	0,31-0,37	> 0,37	4

resultado de todas estas modificaciones. En la granja II la atención se centró en la población de los corrales (se aumentó el espacio por cerdo), el espacio en el comedero y la ingesta de concentrado proteico. Sin embargo, el nivel higiénico de esta granja no se pudo modificar a un nivel satisfactorio. El perfil d la granja III fue parecido al de la granja I, excepto en el peso en el momento del destete, que era más bajo. En este caso se hizo hincapié en la higiene, el clima y el procedimiento para alimentación de concentrado pro-

teico. En la granja IV, en la que los lechones se destetaron antes, se prestó especial atención a las condiciones climáticas que inicialmente eran malas y a la higiene.

El nivel de salud de los lechones en la segunda inspección se muestra en el **Cuadro X**. Se observó una mejoría considerable en las piaras. Se hizo una tercera inspección en las granjas para verificar estos cambios (datos no mostrados). Los resultados fueron muy parecidos a los obtenidos en la segunda inspección.

Cuadro IX: Gravedad de los trastornos post-destete en las granjas en las inspecciones 1ª y 2ª (es decir, antes y después de la puesta en práctica de un programa sanitario).

	Gra	nja I	Gran	ija II	Gran	ja III	Gran	ija IV
Inspección de la granja	la1	lb1	lla	IIb	Illa	IIIb	IVa	IVb
Número de lechones implicados	118	132	153	128	122	97	115	117
Ganancia diaria (g, D0 ² – D28 PW3)	314	452	323	345	351	376	299	354
Puntuación de diarrea* (D0 – D28 PW)	10,5	1,4	23	12	6,8	0,8	0,9	0
% de mortalidad (debida a PWD) ^s	0,8	0	4	0	0,8	0,8	14	1,8

- 1. la: primera inspección en granja I, Ib segunda inspección
- 2. DO: día del destete
- 3. PW: 28 días después del destete
- 4. Puntuación de diarrea; cero = ausencia; 1: presencia
- 5. PWD: trastornos digestivos post-destete; puntuación/corral/día; cálculo de la media para los corrales estudiados



	1			11	III		IV	
Granja	la	lb	lla	IIb	Illa	IIIb	IVa	IVb
Número de lechones	118	132	153	128	122	97	115	117
Puntuación de higiene (¹) (sala PW))(2)	6	13	5	8	8	14	11	14
Idoneidad climática (¹) (sala PW)	6	8	6	8	6	9	4	9
Nivel sanitario de la piara (1)	9	9	14	14	13	13	14	14
Recursos humanos disponibles (cerdas/persona)	116	116	83	83	83	83	68	68
Ingesta de concentrado proteico (g, semana antes del destete)	150	192	282	365	56	234	180	285
ngesta alimenticia 1ª semana post-destete (kg)	0,64	1,33	1,2	1,23	0,67	1,17	1	1,32
Signos clinicos respiratorios 1), post-destete	1	3	2	3	1	2	3	2
Peso vivo en el destete (kg)	8,8	9,3	8,9	9,1	7,1	8,8	6,2	6
N° cerdos/corral (sala PW)	39	25	22,7	12	15	15	12	11,5
N° camadas implicadas/corral (sala PW)	10,3	8,6	9,3	7,2	2,3	3,1	7,2	8,3
Espacio de pesebre/cerdo (sala PW, cm)	5	8	4.6	8.3	8	8	6,7	6,9
Espacio/cerdo (sala PW, m²)	0,22	0,33	0,19	0,37	0,33	0,37	0,35	0,35

- (1) Estas puntuaciones resumen hasta 10 variables iniciales. En el apéndice se ofrecen más detalles "Madec et al 1998".
- (2). Sala post-destete
- (3). la: granja I, 1ª inspección; lb; granja I, 2ª inspección, lla: granja II, 1ª inspección)

Comentarios / conclusión

Aunque no hay duda de que *E. coli* toxigénico está involucrado en el proceso patogénico de los trastornos digestivos post-destete (Beers-Schreurs et al., 1992, Imberecht et al., 1994), estos patógenos también se pueden encontrar en lechones sanos criados en granjas sin historia de trastornos post-destete (Fairbrother et al., 1994). De aquí que se pueda sacar la conclusión de que se precisan otras condiciones para la aparición de signos clínicos de la enfermedad. Las condiciones de muchas granjas son tales que es fácil que se presenten perfiles peligrosos que combinan varios factores de riesgo (Skirrow et al., 1997). Se puede

describir una cascada de acontecimientos (**Figura 3**). Por lo tanto, la prevención debe dirigirse en primer lugar a la provisión de unos perfiles zootécnicos que reduzcan el riesgo de la enfermedad. Una explicación lógica de la decepción sufrida por los ganaderos, veterinarios y otros profesionales implicados en el mantenimiento de la salud, se basa en el carácter multifactorial de los trastornos observados durante la fase posterior al destete. En primer lugar, el uso de fármacos como única medida supone el papel causal primario de las bacterias en este proceso. Hay una clara evidencia de que este no es el caso en lo referente a los trastornos digestivos post-destete. Aunque las bacterias *E. coli* son un factor contribuyente necesario a los trastornos digestivos, no

son el agente desencadenante. Las condiciones de estabulación y gestión antes y, sobre todo, justo después del destete, son importantes en la prevención de que cepas toxigénicas de E. coli proliferen en el intestino y produzcan sus toxinas más allá del límite necesario para provocar la enfermedad clínica. En segundo lugar, como se demuestra en las granjas afectadas, pueden estar presentes muchos factores de riesgo relacionados con la enfermedad clínica. En tales situaciones, la corrección de un único factor no puede dar lugar a una mejoría perceptible de la salud. Por desgracia, el método habitual es trabajar sobre un único parámetro cada vez y luego comprobar las consecuencias de su modificación. Como no se obtiene una repercusión visible positiva sobre la salud, dicha acción se abandona rápidamente y se toma otra dirección con un resultado predecible igualmente frustrante. Cuando se confrontan con enfermedades enzoóticas multifactoriales en la práctica veterinaria, es razonable construir un programa que intente cambiar más de un factor y que pueda ser seguido paso a paso. El objetivo en esta etapa no es evaluar la repercusión de un único factor aislado, lo que es el papel de la experimentación. Hay que tener en cuenta que la respuesta de los animales a cualquier cambio en un factor dependerá en gran medida de los valores de los otros factores. Dicha heterogeneidad probablemente explique las discrepancias de los resultados obtenidos en experimentos, lo que a su vez se suma a la confusión.

Referencias

ANONYMOUS (1999). Global principles for prudent use of antibiotics in animals. The Veterinary Record., 144:246.

BARTON, M. (1998). Does the use of antibiotics in animals affect human health. Australian Veterinary Journal, 76:177-179,

BEERS-SCHREURS, H.M.G.Van, VELLENGA, L., WEN-SING, T.R. and, BEUKINK, A.J. (1992). The pathogenesis of the postweaning syndrome in weaned piglets.

The Veterinary Quaterly. ,14:29-34.

BOEDICKER, J.J., JACOBSON, L.D., RUST, J.W. and ROACH, J.M., 1984. Animal performance and environment related effects of ventilation rate and temperature for a swine nursery. ASAE Paper № 84-504. ASAE, St Joseph, MI.

BRESK, B. and STOLPE, J., 1988. Effect of high and medium relatives humidities on live weight gain of weaned piglets exposed to different temperatures. Mh. Vet. Med., 48: 191-193.

BRUININX, E.M.A.M., HEETKAMP, M.J.W., VAN DEN BOGART, D., VAN DER PEET-SCHERING, C.M.C., BEY-

NEN, A.C., EVERTS, H., DEN HARTOG, L.A. and SCHRA-MA, J.W., 2002. A prolonged photoperiod improves feed intake and energy metabolism of weanling pigs. J. Anim. Sci., 80: 1736-1745.

CLOSE, W.H.C. and STANIER, M., 1984a. Effects of plane of nutrition and environmental temperature on the growth and development of early-weaned piglets. 1-Growth and body composition. Anim. Prod., 38: 211-220.

CLOSE, W.H.C. and STANIER, M., 1984b Effects of plane of nutrition and environmental temperature on the growth and development of early-weaned piglets. 2- Energy metabolism. Anim. Prod., 38: 221-231.

CLOSE, W.H.C; and LE DIVIDICH, 1984. The influence of environmental temperature, level of feeding and age of weaning on the growth and metabolism of the young pig. Anim. Prod., 38:550 (Abstr.)

DEL BARRIO, A.S., SCHRAMA, J.W., HEL, van der W., BELTMAN, H.M. and VERSTEGEN, M.W.A., 1993. Energy metabolism of growing pigs after transportation, regrouping, and exposure to new housing conditions as affected by feeding level. J Anim. Sci., 71: 1754-1760.

DIJKHUISEN, A.A. and , DAVIES, G. (1995). Animal health and related problems in densely populated livestock areas of the community. Workshop proceeding. European UnionProceedings of a workshop. EU Brussels, 22-23 Nov. 1994, 10pp.

EKESBO, I. (1988). Animal hygiene: today and tomorrow. Proceedings International Society for Animal Hygiene cCongress. SKARA Skara, Sweden, 1:9-12.

FAIRBROTHER, J.M., HAREL, J., D'ALLAIRE, S. and, BONNEAU, M.(1994). Characterization of E.cColi isolated from postweaning piglets with and without diarrhoea. Proceedings IPVS International Pig Veterinary Society Congress, Bangkok, June 1994, p.212.

FEENSTRA, A., 1985. Effects of air temperature on weaned piglets. Pigs News Info., 6: 295-299.

FENTON, J.P., ROEHRIG, K.L., MAHAN, D.C. and COR-LEY, J.R., 1985. Effect of swine weaning age on body fat and lipogenic activity in liver and adipose tissue. J Anim. Sci., 60: 190-199.

GRANGE, G. and, LEBART, L.(1993). Traitement statistique des enquêtes. Dunod ed. Paris.

GREENACRE, M.J. (1993). Correspondence analysis in practice. Academic Press, London.

HAMPSON, D.J. and, KIDDER, D.E. (1986). Influence of creep feeding and weaning on brush border enzymea activities in the piglet small intestine. Research in Veterinary Science., 40:24-31.

IMBERECHT, H., BERTSCHINGER, H.U. and, STAMM, M. (1994). Prevalence of F107 fimbriae on E.cColi isolated from pigs with oedema disease or postweaning diarrhoea. Veterinary Microbiology., 40:219-230.

KEREBEL, C., GERAULT, P., CARIOLET, R., HUON-NIC, D. and MADEC, F. (2000) Le comportement alimentaire

Sanidad

du porcelet au moment du sevrage. J. Rech. Porcine en France. 32 : 151-156

MADEC, F. (1994). Utility of obtaining descriptors prior to ecopathological studies. Veterinary Research. . 25:92-97.

MADEC, F., BRIDOUX, N., BOUNAIX, S. and, JESTIN, A.(1998). Measurement of digestive disorders in the piglet at weaning and related risk factors. Preventive Veterinary Medicine. 35:53-72:

SKIRROW, S.Z., BUDDLE, J.R., MERCY, A.R., MADEC, F. and, NICHOLLS, R.R. (1997). Epidemiological studies of pig diseases: 2. Postweaning diarrhoea and performance in Wwestern Australian pigs. Australian Veterinary Journal. 75:282:288.

FULLER, M.F., 1965. The effect of environmental temperature on the nitrogen metabolism and growth in the young pig. Brit. J. Nut., 19: 531-546.

HACKER, P.R., WOGAR, G.S. and OGILVIE, J.R., 1979. Environment indices for weaned pigs. ASAE Paper N° 79-4017. ASE; St Joseph, MI.

HATA, H., KOIZUMI, T., MIYAZAKI, H., ABE, H., SUGI-MOTO, N. and FUJITA, T., 1986. Behavioural and growth responses to environmental temperature in weaned piglets kept in groups. Jpn. J. Zoot. J. Anim. Sci., 73: 796-800.

HEETKAMP, M.J.W., SCHRAMA, J.W., DE JONG, L., SWINKELS, J.W.G.M., SCHOUTEN, W.G.P. AND BOSCH, M.W., 1995. Energy metabolism in young pigs as affected by mixing. J. Anim. Sci., 73: 3562-3569.

JACOBSON, L.D., NOYES, E., PIJUAN, C., BOEDIC-KER, J.J. AND JANNI, K.A., 1985. Effects of below normal ventilation rates on early weaned piglets. ASAE Paper N° 85-4021. ASAE, St Joseph, MI.

JACOBSON, L.D., BOEDICKER, J.J. AND JENNI, K.A., 1986. Air quality in a swine industry. ASAE Paper N° 86-4036. ASAE St Joseph, MI.

LE DIVIDICH, J., 1979. Le bâtiment de sevrage des porcelets: importance des conditions climatiques et de l'aménagement intérieur sur les performances. Journées Rech. Porcine en France, 11: 133-152.

LE DIVIDICH, J., VERMOREL, M., NOBLET, J., BOU-VIER, J.C. AND AUMAITRE, A., 1980. Effects of environmental temperature on heat production, energy retention, protein and fat gain in early weaned piglets. Brit. J. Nutr., 44: 313-323.

LE DIVIDICH, J., 1981. Effects of environmental temperature on the growth rates of early weaned piglets. Livest. Prod. Sci., 8: 45-86.

LE DIVIDICH, J. AND HERPIN, P., 1994. Effects of climatic conditions on the performance, metabolism and health status of weaned piglets: a review. Livest. Prod. Sci., 38: 79-90.

LE DIVIDICH, J., NOBLET, J., HERPIN, P., VAN MIL-GEN, J. AND QUINIOU, N., 1998. Thermoregulation. In: Progress in Pig Science, pp. 229-263., eds. J. Wiseman, M.A. Varley, and J.P. Charlick, Nottingham University Press, Nottingham LE DIVIDICH, J. AND SÈVE, B., 2001. Energy requirements of the young pig. In: The weaner pig. Nutrition and management. pp 17-44, eds. M.A. Varley and J Wiseman. CABII Publishing International, Wallingford, UK.

MASSABIE, P., GRANIER, R. AND LE DIVIDICH, J., 1997. Effects of environmental conditions on the performance of growing-fnishing pigs. In Proceedings of the 5th International Livestock Environment Symposium. pp 1010-1016, Bloomington, Min.

MCCONNELL, J.C., EARGLE, J.C. AND WALDORF, R.C., 1987. Effects of weaning weight, co-mingling, group size and room temperature on pig performance. J. Anim. Sci., 65: 1201-1206.

MCCRACKEN, K.J. AND B.J. CALDWELL, 1980. Studies of diurnal variations of heat production and the effective lower critical temperature of early-weaned pigs under commercial conditions of feeding and management. British Journal of Nutrition 43, 321-328

MCCRACKEN, K.J. AND R. GRAY, 1984. Further studies on the heat production and effective lower critical temperature of early weaned pigs under commercial conditions of feeding and management. Animal Production 39, 283-290

RINALDO, D. AND LE DIVIDICH, J., 1991. Assessment of optimal temperature for performance and chemical body composition of growing pigs. Livest. Prod. Sci., 29: 61-75.

RISKOWSKI, G.L; AND BUNDY, D.S., 1990. Effect of air velocity and temperature on growth performance of weanling pigs. Trans. ASAE., 33: 1669-1675.

RITZ, M. 1971. CIGR Conference. Piacenza, 239A-245A SLOAT, D.A., MAHAN, D.G. AND ROEHRIG, K.L., 1985. Effect of weaning weight on postweaning body composition and digestive enzyme development. Nutr. Rep. Inter., 31: 627-635

VERHAGEN, J.M.F., GEERS, R. AND VERSTEGEN, M.W.A., 1988. Time taken for growing pigs to acclimate to change in ambient temperature. Neth. J. Agric. Sci., 36: 1-10.

VERSTEGEN M.W.A., SIEGERINK, A., HEL, VAN DER W., GEERS, R. AND BRANDSMA, C., 1987. Operant supplementary heating in groups of growing pigs in relation to air velocity. J. Therm. Biol., 12: 257-261.

WHATES, C.M., 2001. Air polluants from weaner production. In: M.A. Varley and J. Wiseman (editors), The weaner pig. Nutrition and Management, BABI Publishing international, Wallingford, UK, pp. 259-271

WHITTEMORE, C.T., AUMAÎTRE, A. AND WILLIAMS, I.H., 1978. Growth of body components in young weaned piglets. J. Agric. Sci. Camb., 91: 681-692.