

EL DESTETE, LA FUNCION DIGESTIVA Y LA DIGESTIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS EN CERDOS JOVENES^a

Tércia Cesária Reis de Souza^b
Gerardo Mariscal Landín^c

RESUMEN

El destete de los lechones realizado a una edad temprana es una práctica de gran importancia en el desarrollo de la porcicultura. Sin embargo, también es un tema de controversia dada la gran susceptibilidad del animal muy joven a las enfermedades e intolerancias digestivas. Esto implica la necesidad de conocer los aspectos ligados a la fisiología digestiva de los lechones, como base para una alimentación más sana y adaptada al desarrollo físico y fisiológico del cerdo. En esta revisión son abordados varios puntos sobre el destete y sus consecuencias, también con relación al proceso adaptativo al cual está sometido el lechón destetado para iniciar su aceptación del alimento sólido y desarrollar su capacidad digestiva. También son enfocados algunos conceptos sobre la digestibilidad de los alimentos en las primeras semanas posdestete.

PALABRAS CLAVE: Lechones, Destete, Digestibilidad, Enzimas digestivas.

Téc. Pecu. Méx. Vol. 35. No. 3 (1997)

INTRODUCCION

A escala mundial el incremento de la productividad en la porcicultura se basó en la generalización de la práctica del destete precoz, que junto con otras técnicas de manejo permiten una producción más organizada y la optimización de las instalaciones y de la mano de obra, al mismo tiempo que reducen los riesgos sanitarios. En los progresos genéticos las características necesarias para el éxito del destete precoz, tales como la producción láctea de las hembras y la rusticidad de los lechones, fueron descuidadas por los seleccionadores en el diseño de sus esquemas de cruzamiento. Como consecuencia, el lechón recién nacido y hasta la tercera semana de vida es un animal inmaduro y extremadamente dependiente de una madre más prolífica que buena productora de leche (1).

El destete a edad temprana es un tema tan importante como controvertido. Es importante por la mejora en la productividad de los hatos porcinos y controvertido en lo referente a los resultados en la literatura y a la experiencia práctica de muchos porcicultores. Si teóricamente se puede hacer el destete a partir del segundo día de vida del lechón, en la práctica, las tentativas de destetar antes de los 21 días de vida se han enfrentado inicialmente a tres problemas básicos: las diarreas posdestete, el bajo índice de crecimiento y una disminución gradual de la eficiencia reproductiva de la cerda, por el aumento del intervalo destete-celo fértil.

En el sistema de destete precoz, el lechón es sometido a un estrés no nutricional, resultante de la separación abrupta de la madre y el cambio de ambiente, junto con un estrés nutricional por la reducción del período de lactación y el cambio de una dieta (leche) altamente digestible y muy bien adaptada a las enzimas presentes en el tubo digestivo, a una dieta sólida, no siempre adecuada a las necesidades de su aparato digestivo todavía inmaduro (2). Aunado a esto, el lechón no tiene su sistema

^a Recibido para publicación el 12 de mayo de 1997.

^b Facultad de Ciencias Naturales, Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Querétaro, Av. 16 de Septiembre 63 Ote. C.P. 76000. Col. Centro, Querétaro, Qro, Méx.

^c Centro Nacional de Investigación en Fisiología y Mejoramiento Animal, INIFAP, Apdo Postal 29-A, Querétaro, Qro, Méx.

Toda correspondencia deberá ser dirigida a:
Tércia Cesária Reis de Souza.

inmunológico totalmente desarrollado, siendo más sensible a infecciones, que tienen como consecuencia la aparición de problemas nutricionales y fisiológicos, capaces de perturbar la función normal del aparato digestivo y promover la aparición de diarreas (3).

Debido a la importancia de los problemas relacionados con el destete precoz fueron desarrolladas innumerables investigaciones para estudiar los aspectos inmunológicos, fisiológicos, nutricionales y productivos, a fin de obtener una mayor eficiencia de esta práctica de manejo. Así, los recientes resultados de los trabajos sobre la fisiología digestiva de los animales jóvenes nos permiten destacar la alta adaptabilidad del aparato digestivo en respuesta a la alimentación. Como resultado, en los últimos años se observó una gran evolución en la formulación de las raciones de la primera fase de la crianza, para adaptar los lechones a una dieta posdestete a base de carbohidratos y de proteínas de origen vegetal, reduciendo así el riesgo de las diarreas posdestete.

A escala mundial las investigaciones sobre la utilización digestiva en lechones empezaron a desarrollarse entre los años 60 y 70; sin embargo solamente al final de los años 80, gracias al éxito del empleo en lechones de técnicas quirúrgicas como la anastomosis íleo rectal (4) o la canulación (5, 6) fue posible un mayor acercamiento al aprovechamiento real de los nutrimentos por estos animales. A partir de la evaluación digestiva de los diferentes nutrimentos de la ración de destete, es posible medir la capacidad digestiva del animal y su grado de tolerancia con relación a este alimento.

DESTETE

El lechón recién nacido debe pasar durante sus primeras semanas de vida por una serie de transformaciones que lo van a convertir progresivamente en un ser más

independiente del ambiente materno. El destete a una edad temprana constituye una fase capital por la supresión de la alimentación láctea, teniendo como consecuencia una restricción pasajera, pero severa, del aporte energético alimenticio (subnutrición) (7, 8) complicado por todos los efectos de un estrés intenso, causado por la separación del lechón de la madre y del medio ambiente, así como por la lucha jerárquica con sus nuevos compañeros de jaula (1).

En un primer tiempo, las hormonas movilizan las reservas corporales (glucógeno y grasas), lo que permite al lechón mejorar la eficacia de los mecanismos homeostáticos, activados por el ayuno y por la adaptación a los cambios abruptos de las condiciones ambientales; lo que demuestra que las reacciones al estrés son útiles. Algunas observaciones (1) sugieren que la utilización de las grasas corporales constituye el principal mecanismo homeostático del destete. Sin embargo, la exacerbación del estrés trae inconvenientes: la adrenalina inhibe los procesos anabólicos, inclusive la síntesis proteica a través de la reducción en la secreción de insulina; las hormonas glucocorticoides reducen las defensas inmunitarias y conducen al catabolismo de una parte de los tejidos musculares. Estos fenómenos se reflejan en la pérdida de peso observada en los primeros días después del destete (9, 10, 11). La duración del efecto negativo del destete sobre la ganancia de peso y la intensidad de la recuperación del animal, depende primeramente de interacciones entre el nivel de alimentación y el medio ambiente (12, 13) y también la edad del lechón. Así, cuanto más temprano es el destete, más larga es esta inhibición del crecimiento (14, 15, 16).

De esta manera, si el metabolismo en el destete involucra los substratos energéticos endógenos, cuya utilización es momentánea; el éxito del destete precoz está ligado a la satisfacción rápida de los

requerimientos nutritivos por los nutrimentos de origen alimenticio (1). Esto depende del apetito, de la aceptabilidad de los alimentos que son ofrecidos y del modo como son tolerados y digeridos por el lechón. Un aspecto importante es el bienestar del animal, sobre todo con relación a las condiciones de confort térmico, que proporcionan a los lechones una mejor disposición para buscar e ingerir su alimento.

APETITO Y ACEPTACION DEL ALIMENTO

Algunas hipótesis son formuladas sobre la incidencia del medio ambiente social sobre las primeras ingestiones de alimento sólido: el apetito, o sea el deseo de consumir se refiere obligatoriamente a un determinado alimento ya conocido y apreciado. Se identificaron algunos factores de origen alimenticio o no, que interfieren en este proceso. En el caso de las primeras ingestiones de alimento seco por lechones todavía en lactación o recién destetados, el orden de importancia de estos factores es distinto de un animal en fase de crecimiento o engorda. Así, en los cerdos jóvenes, son preponderantes los factores no alimenticios: la producción de leche materna, el comportamiento social, la intensidad del estrés del destete y el estado de salud de los animales (1).

En principio, el desarrollo del apetito debería estar asociado a la insuficiencia de la alimentación láctea; sin embargo, en uno de los primeros trabajos (17) ninguna correlación significativa se evidenció entre las cantidades consumidas de leche materna y el consumo de alimento complementario. Más recientemente, otros autores (18) observaron que la diferencia de consumo de un sustituto de leche, entre las camadas de un mismo grupo de parición, está relacionada con diferencias en la producción de leche de la cerda y no fue explicada por el peso de la misma o por su nivel de consumo alimenticio, ni tampoco por el

número de lechones por camada. Por otro lado, se ha observado que a partir de la segunda semana después del nacimiento, los lechones provenientes de camadas numerosas desarrollan el apetito más rápidamente (19). También en otra investigación (11) se observó que dentro de una misma camada, los lechones que ganan menos peso durante las tres primeras semanas de vida, son los que poseen los últimos lugares en la jerarquía de amamantamiento y tienden a consumir más alimento preiniciador. Así, con base en estos resultados se puede pensar en el efecto de la reducción de la leche materna sobre el desarrollo del apetito en determinados individuos, sobre todo dada la gran variación en el consumo del alimento preiniciador dentro de una misma camada (20).

Entre los factores alimenticios que influyen el desarrollo del apetito, destacan el ofrecimiento de agua, la frecuencia, el modo y la forma de presentación del alimento y finalmente su composición. La condición más evidente para la ingestión de un alimento seco es la distribución simultánea de agua. Algunos investigadores basados en sus experiencias de destete ultra precoz recomiendan el suministro de agua, no solamente después del destete, sino también durante el periodo de lactación (21). Por otro lado, la presencia de un comedero y la renovación frecuente del alimento son necesarios para estimular el comportamiento exploratorio del lechón. La facilidad de prehensión del alimento está ligada a su forma de presentación. Desde 1955, se demostró que los lechones prefieren los alimentos peletizados a los ofrecidos en forma de harina (22), y los peletizados con diámetro pequeño (2,5 mm) son los más recomendables, por convertir al alimento más prehensible, fácil de conservar y evitar el desperdicio (23).

Pocos estudios han considerado el sabor de los ingredientes individualmente como un factor que influye el consumo por los cerdos

jóvenes (24). Sin embargo, en términos de la composición del alimento, el conocimiento de las materias primas que proporcionan la gustosidad de la ración es de gran importancia. La adición de azúcar o de grasa (25, 26), de leche o suero de leche en polvo y de plasma o suero animal seco en polvo (27, 28), pueden hacer más apetecible el alimento y consecuentemente aumentar el consumo de la ración. Los lechones lactantes y destetados son capaces, cuando pueden elegir, de distinguir y expresar su preferencia por dietas conteniendo diferentes cereales (24), lo que se refleja en el nivel de consumo más elevado de las raciones compuestas con base en ese cereal. El apetito es también influenciado por el balance de la ración, siendo principalmente afectado por el equilibrio de los aminoácidos esenciales, y por el de minerales y vitaminas (1).

Aún cuando todas las condiciones antes descritas sean solucionadas, después del destete los principales factores limitantes del apetito son el estrés y la capacidad digestiva del lechón.

DESARROLLO FISICO DEL APARATO DIGESTIVO

Desde el nacimiento el aparato digestivo tiene un carácter prioritario en su desarrollo con relación a otros órganos. Sin embargo, después de los 10 días de vida se observa un aumento espectacular del volumen, de la longitud y del peso de los principales órganos digestivos. En menos de dos semanas, cada uno de los órganos pasan por transformaciones importantes en el proceso digestivo; el páncreas aumenta 12 veces y la mucosa gástrica 15 veces su peso del nacimiento a las 6 semanas de vida, mientras que el lechón aumenta en alrededor de 7,5 veces su peso en el mismo intervalo (9). Según las observaciones de estos autores, el desarrollo de la mucosa gástrica fue mucho mayor después del destete y

probablemente se deba al estímulo físico por el aumento de la masa alimentaria. La ingestión de un alimento sólido complementario a la leche es de gran importancia, pues estimula el desarrollo del tracto digestivo (29).

DESARROLLO ENZIMATICO Y EL PROCESO DE DIGESTION

La leche materna y el aparato digestivo evolucionaron juntos por cerca de 100 millones de años, llegando al punto donde la leche y su forma gradual de ingestión representan exactamente lo que el aparato digestivo está preparado para degradar y absorber (30). Por lo tanto, el conjunto enzimático del lechón en lactación está perfectamente adaptado a su principal alimento. La digestión de las proteínas de la leche es inicialmente hecha por la acción de la quimosina o renina capaz de coagular la caseína. La actividad de esta enzima disminuye rápidamente durante los 10 primeros días de vida del lechón, siendo compensada por la aparición de la pepsina, que posee el 72% del poder coagulante de la quimosina, pero tiene mayor capacidad proteolítica (98% superior) (31). Sin embargo, la proteólisis gástrica es limitada por la insuficiencia de la secreción de ácido clorhídrico. La producción de este ácido y la actividad proteolítica del contenido gástrico se desarrollan paralelamente a la ingestión del alimento complementario (32).

En el momento del destete ocurre una profunda modificación en el proceso de digestión de la caseína, de los lípidos emulsificados y de la lactosa provenientes de la leche materna. En esta etapa las enzimas digestivas deben estar aptas para digerir proteínas de origen vegetal, gránulos de almidón, estructuras celulares etc. (31). En realidad, los tres primeros días después del destete constituyen un periodo difícil para el lechón; durante este tiempo, la actividad de las enzimas pancreáticas y en el

contenido del yeyuno no responde a la fuente de proteína o al consumo de alimento (33). El estómago parece desempeñar un papel importante en la diferencia de la digestibilidad entre las proteínas de la soya y de la leche (33); la solubilidad y el nivel de proteólisis en el estómago y en la parte superior del intestino delgado son los principales factores que limitan la digestión de la pasta de soya y del gluten de maíz (34).

La principal actividad hidrolítica para digerir los carbohidratos, proteínas y lípidos es proporcionada por el páncreas. Gran parte de estas enzimas están presentes en el páncreas del feto porcino, pero a un nivel bajo. Así al nacimiento el aparato enzimático del páncreas está prácticamente completo, pero la actividad enzimática es débil y estable. La presencia de inhibidores en el calostro, en la leche o en jugo pancreático son factores limitantes a esta actividad. En los primeros estudios sobre el desarrollo de las enzimas pancreáticas del nacimiento hasta el destete a la 8ª semana de vida de los lechones (35), se observó que las modificaciones en la secreción y actividad de algunas enzimas, coinciden con el cambio en la composición de la dieta debido al consumo del alimento complementario. Otros resultados (33) confirman lo anterior al observar una correlación positiva entre el consumo de la ración y la actividad de las proteasas en el yeyuno a los 6 días después del destete, indicando esto que, la ingestión de alimentos puede ser el principal factor que modula la síntesis y secreción de las enzimas. Por otro lado, otros estudios muestran que el aumento de la actividad de la amilasa pancreática es independiente de la ingestión de un alimento preiniciador (9, 36).

Los productos finales de la digestión del almidón (maltosa), así como de las proteínas (polipéptidos y péptidos) deben ser hidrolizados posteriormente por las disacaridasas, dipeptidasas y aminopeptidasas en monosacáridos, dipéptidos y aminoácidos

respectivamente, sintetizadas en las membranas de los enterocitos. Las disacaridasas tienen un papel determinante en la digestión de la lactosa, sacarosa y maltosa. La lactasa presenta una actividad máxima alrededor de los 15 días de vida y después disminuye rápidamente, aún cuando el lechón continúe ingiriendo leche. Al contrario, las actividades de la sacarasa y maltasa aumentan continuamente a partir de la 2ª y 3ª semana de vida (37).

La digestión en el intestino grueso está estrechamente relacionada con la flora microbiana. La actividad microbiana ciertamente interfiere con la interpretación de la utilización digestiva total (digestión y absorción) de los nutrimentos por el lechón. Sin duda a este nivel del intestino existe una producción endógena de lípidos, comprendiendo la síntesis de lípidos de las membranas bacterianas, aunada a la saturación de los ácidos grasos provenientes del intestino delgado (10, 38, 39, 40). Otros resultados (41, 42) sugieren que existe una interferencia de la flora bacteriana en la digestión de las proteínas a nivel del intestino grueso. Las células epiteliales son capaces de absorber el amoníaco y los ácidos grasos volátiles, provenientes de la desaminación de las proteínas y de la fermentación de los carbohidratos (43).

LA ADAPTACION DIGESTIVA

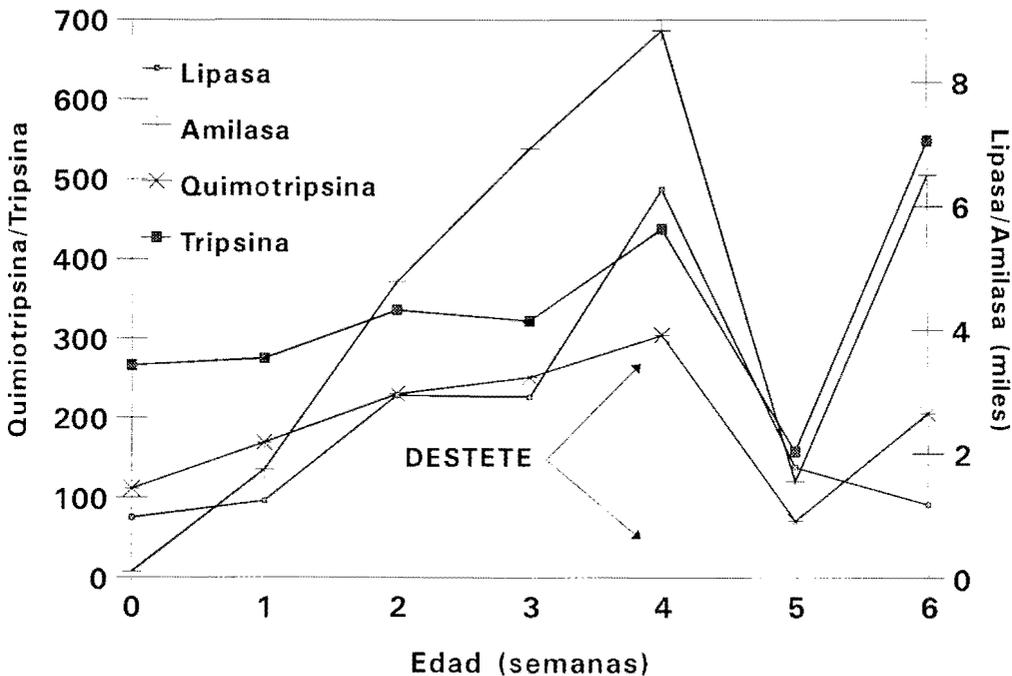
El desarrollo de la función digestiva está bajo control de las hormonas tiroideas y cortico suprarrenales (44). Sin embargo, resultados de diferentes investigaciones sugieren que el consumo de alimento seco, por su composición y su volumen puede tener un papel amplificador dentro del desarrollo adaptativo. Las observaciones sobre el efecto de la composición del régimen alimenticio, sea en la secreción, o en la actividad de las enzimas digestivas, varía bastante según los investigadores y sus condiciones experimentales; en relación con los lechones

recién destetados faltan informaciones precisas sobre la adaptación enzimática a las raciones posdestete (45).

Probablemente es alrededor de la 4ª semana de vida del animal en lactación, que el perfil de las enzimas digestivas puede adaptarse de forma eficiente a la composición del alimento (46). En realidad, se constata en el período posdestete una adaptación del animal y de su aparato digestivo, particularmente sus secreciones, a una nueva fuente de proteínas y de hidratos de carbono. El desarrollo de las enzimas proteolíticas y amilolíticas del páncreas y de las enzimas maltosilicas del intestino

delgado, permiten una substitución progresiva de la alimentación láctea y su reemplazo por un alimento menos costoso a base de pasta de soya y de cereales (37). Así, en el proceso de desarrollo de la función digestiva que ocurre en su totalidad entre la 2ª y la 4ª semana de vida del lechón, el ofrecimiento de un alimento preiniciador desde el décimo día de vida del animal, inicia y amplifica el fenómeno adaptativo de las secreciones enzimáticas. La exigencia precoz de un alimento complementario es esencialmente justificada por el desconocimiento del periodo necesario al desarrollo del proceso adaptativo (1).

**FIGURA 1. EVOLUCION DE LA ACTIVIDAD ENZIMATICA DEL PANCREAS (9)
(UI/g de Páncreas)**



En este proceso adaptativo, el destete tiene una influencia decisiva, pues cuando este es realizado entre la 3ª y la 4ª semana de vida del lechón, puede introducir algunas perturbaciones en el funcionamiento digestivo. La supresión de la leche no es inmediatamente compensada por un consumo adecuado de agua o por un aumento suficiente de las secreciones salivales o gastrointestinales. El estrés ocasionado principalmente por el frío, puede ocasionar un aumento del peristaltismo, y hasta una interrupción abrupta de la síntesis de algunas enzimas; lo que puede originar diarreas en el mismo día del destete (47). Así, el destete promueve una disminución en la actividad total y específica de las enzimas pancreáticas en la semana posterior al destete (9, 36, 48) (Figura 1). Aún cuando las secreciones enzimáticas sufran una disminución en sus síntesis y en sus actividades en el momento del destete, el desarrollo digestivo no es comprometido a largo plazo y el destete tiene un papel predominante como estimulador de las secreciones digestivas.

LA DIGESTIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS

Mediante análisis químicos se puede conocer el valor potencial de un alimento para suministrar un determinado nutriente, pero el valor real que tiene para el animal es siempre inferior, ya que durante la digestión, absorción y metabolismo se producen pérdidas. Así, para que un alimento sea evaluado en su totalidad y pueda ser recomendado es preciso observar los aspectos ligados a estos fenómenos digestivos. La "digestión" es el proceso de reducción del tamaño de una molécula orgánica por hidrólisis, ella precede la "absorción" que es la entrada de nutrimentos, moléculas e iones a las células de la mucosa intestinal; los dos fenómenos se miden combinados y al valor obtenido se

le llama digestibilidad (49).

La digestibilidad dada la definición anterior es la proporción del alimento que no es excretada y que se supone por lo tanto, ha sido absorbida. En los ensayos de digestibilidad *in vivo* se dá al animal una cantidad conocida del alimento que se investiga y se mide la excreción. Las muestras colectadas del alimento y del material excretado son sometidas a los análisis químicos y se calcula el coeficiente de "digestibilidad aparente" (CDa). Este coeficiente es calculado sustrayendo la cantidad de nutriente excretado de la cantidad del nutriente consumido. Este valor (cantidad de nutriente aparentemente digerido) es entonces dividido por la cantidad de nutriente consumido y expresado en porcentaje. La estimación de la fracción endógena de los diferentes nutrimentos permite la diferenciación de la porción indigerible real de estos nutrimentos y consecuentemente estimar la "digestibilidad verdadera".

El lugar de colecta de la muestra excretada determina el tipo de digestibilidad, "digestibilidad fecal o total" (DT) cuando colectamos las heces y "digestibilidad ileal" (DI) cuando obtenemos el contenido ileal antes de la válvula ileo-cecal (50).

Las técnicas quirúrgicas que permiten la colecta del contenido ileal en lechones son aplicables a las medidas de DI a partir de la tercera semana de vida (45, 51) y comprenden los métodos de fistulación y de anastomosis íleo-rectal, termino-terminales y termino-laterales. Sin embargo, la anastomosis termino-terminal debe ser preferida para medir verdaderamente la DI, pues se excluyen las fermentaciones de origen microbiano en los lechones recién destetados. Esta fermentación demostrada en estudios de digestibilidad de azúcares simples, de almidón y de fibra (ADF, NDF, celulosa y hemicelulosa) (52) puede ciertamente a priori ser extendida en el caso de otros nutrimentos (10).

En fin, por causa de prohibiciones legales para el uso de cirugías necesarias a la colecta del contenido ileal, algunos autores expresan la digestibilidad del nitrógeno y de los aminoácidos en diferentes localidades del aparato digestivo, a través del uso de alimentos marcados con óxido de cromo o con elementos radiactivos (53). El uso de marcadores tiene muchas limitaciones, pues su tasa de recuperación en el material excretado puede variar en función de la composición del régimen experimental y no llega al 100% (10). Así, los resultados obtenidos con estas técnicas deben ser vistos con gran reserva para los nutrimentos habituales de la ración.

Los estudios clásicos sobre la utilización digestiva en lechones se limitaron a las medidas de digestibilidad total, expresión que no toma en cuenta la actividad microbiana que se lleva a cabo en el intestino grueso, y que puede enmascarar la absorción ocurrida en el intestino delgado (38, 39, 40); resultando en una sobre o subutilización de los nutrimentos. Las medidas de digestibilidad ileal son más apropiadas para expresar la disponibilidad de los nutrimentos de origen alimenticio en el aparato digestivo de los lechones recién destetados (54). En el caso de los lípidos y principalmente de los ácidos grasos, la expresión de la digestibilidad fecal tiene un significado global dentro de un balance nutritivo, por el contrario, la digestibilidad ileal es el mejor indicador del valor nutritivo de las fuentes de materia grasa (10).

FACTORES QUE INTERFIEREN CON LA DIGESTIBILIDAD

Entre los múltiples factores que interfieren con la digestibilidad en los lechones, destacan los dos que fueron más estudiados y que interactúan: la composición de los alimentos y raciones, y la edad del lechón. El valor nutritivo de un alimento está relacionado con su composición química, así

un mismo alimento puede ser nutricionalmente diferente, dependiendo de la influencia de factores tales como genética (variedad) y el ambiente (cultivo, procesamiento, las condiciones climáticas en que fue producido) (51, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61).

Generalmente, el aumento de la fibra cruda en las raciones posdestete, provoca una disminución de la digestibilidad total de los nutrimentos, principalmente para la materia seca y la energía (52, 62, 63). La incorporación en la ración de destete de granos de colza (*Brassica campestris*) con o sin adición de alberja (chicharo), ocasiona un aumento de la cantidad de fibra y consecuentemente disminuye significativamente la digestibilidad total de la materia seca de la ración (64).

La introducción de grasa en las dietas posdestete, casi siempre disminuye la digestibilidad de los minerales, así como elevados coeficientes de variación se encuentran en los análisis estadísticos de sus coeficientes de digestibilidad, principalmente cuando se utilizan marcadores tales como el óxido de cromo (10).

La presencia de inhibidores de las enzimas proteolíticas, carbohidratos complejos insolubles y/o constituyentes antigénicos (glicinina o beta-conglycina) en la pasta de soya, serían los responsables por la menor disponibilidad de la proteína (42, 65). Los resultados de Cera y colaboradores (66) sugieren que los lechones jóvenes son más sensibles a los factores inhibidores del crecimiento presentes en la pasta de soya tostada, en comparación con los cerdos en crecimiento y engorda. Otros factores antinutricionales presentes en las oleaginosas pueden interferir con la digestibilidad de los lípidos (67).

Se observó un aumento lineal de la digestibilidad ileal de la proteína cruda y de la mayor parte de los aminoácidos con un incremento del 3,2 a 12,2% del aceite de

colza en la ración (68). Se constató un aumento en la retención y de la digestibilidad del nitrógeno por la inclusión de aceite de coco en la ración, durante las dos primeras semanas posdestete (69); contrariamente a lo observado con el empleo del aceite de maíz (70), donde se encontró una disminución en el nitrógeno retenido durante las dos primeras semanas posdestete.

En la vida del cerdo, solamente en un corto periodo después del nacimiento y después del destete, la capacidad de digerir sus alimentos no es suficiente a sus necesidades (9). Las dos semanas que siguen el destete parecen ser el periodo más difícil para la utilización digestiva de los nutrimentos, y es cuando los lechones son más sensibles a los diferentes factores que afectan la digestibilidad.

En realidad, durante las primeras cuatro semanas que siguen al destete se observa un aumento gradual de la capacidad del lechón en emulsificar, digerir y absorber los lípidos totales y los ácidos grasos saturados e insaturados, igualmente que la materia seca (70, 71) y el nitrógeno (69); con una tendencia a alcanzar su máximo entre la 3ª y la 4ª semana posdestete.

La digestibilidad de la materia seca, del nitrógeno y de los aminoácidos esenciales totales de una dieta a base de pasta de soya, aumentaron de la 1ª a la 2ª semana posdestete, en tanto que con la leche en polvo ningún o solamente un pequeño aumento se observó; lo que demuestra una adaptación a la proteína de soya (65).

VALORES DE DIGESTIBILIDAD EN LECHONES

En los Cuadros 1, 2, 3 y 4 se presentan valores de digestibilidad total e ileal de algunos nutrimentos obtenidos por diferentes autores. En ellos se observa la gran variación existente, principalmente para el extracto etéreo, como consecuencia de diferencias entre los métodos químicos de

determinación, tipos, cantidad y calidad nutritiva de los ingredientes utilizados en la formulación de las dietas experimentales, animales utilizados etc.

Dos trabajos se desarrollaron (42, 65) para verificar la digestibilidad de los aminoácidos (AA) en lechones destetados precozmente. Los autores observaron un aumento lineal en la digestibilidad total e ileal del nitrógeno, de todos los AA esenciales y de todos los no esenciales, con excepción del ácido glutámico. La digestibilidad total sobrestimó la utilización digestiva de los AA esenciales, inclusive de la lisina que es el primer AA limitante en las raciones a base de pasta de soya. En los resultados presentados, se observa que en general la digestibilidad de los nutrimentos en lechones que recibieron pasta de soya en la ración fue menor que la de aquellos que consumieron leche en polvo u otras fuentes de proteínas.

CONCLUSIONES

La separación del lechón de su madre se vuelve naturalmente posible cuando el animal está preparado desde el punto de vista nutricional y ambiental para esto, y su destete se podrá pasar en mejores condiciones.

En lechones destetados a una edad temprana, el consumo de dietas compuestas por ingredientes de buena gustocidad y de alto valor nutritivo, juntamente con otros de menor calidad, pero que serán empleados en las etapas posteriores, parece ser un factor determinante en los procesos de desarrollo y de adaptación digestiva.

Con relación al aprovechamiento digestivo, todavía quedan muchas preguntas, y serán necesarias muchas investigaciones para determinar los coeficientes de digestibilidad que más se acerquen a la absorción real de los nutrimentos en la etapa inicial del crecimiento del lechón y sus interacciones con el medio ambiente.

CUADRO 1. COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD TOTAL APARENTE (%).

DIETAS EXPERIMENTALES ⁽¹⁾ (Tratamientos)	MS	N	EE	E	AUTOR/DESTETE/PERIODO
Suero de leche, maíz, pasta de soya	86.5	82.7	73.0	85.8	(72) D22 2SPD
Suero de leche, maíz, pasta de soya	77.6	68.0	20.2	--	(73) D18 1SPD
Leche en polvo, suero de leche, maíz, pasta de soya	83.5	77.7	40.8	85.3	(74) D18 1-2SPD
Leche en polvo, suero de leche, maíz, pasta de soya(DSC)	87.3	83.3	89.2	87.4	(75) D28 2SPD
DSC + 10% aceite de soya	90.5	87.4	89.5	89.7	(75) D28 1-2SPD
Trigo, pasta de soya, 8% aceite de maíz	81.8	76.3	69.1	82.2	(64) D21 2-3SPD
Trigo, pasta de soya, 8% aceite de maíz	84.8	81.9	79.4	86.2	(64) D21 4-5SPD
Trigo, pasta de soya, 8% sebo de res (Colecta total)	87.9	85.9	79.9	87.6	(10) D21 2SPD
Trigo, pasta de soya, 8% sebo de res (Marcador)	83.7	76.3	48.9	84.5	(10) D21 2SPD
Trigo, pasta de soya, 8% yuca	83.7a	76.3	48.9a	84.5a	(76) D21 3SPD
Trigo, pasta de soya, 4% yuca, 4% sebo de res	80.0b	72.6	64.2b	80.4b	(76) D21 3SPD
Trigo, pasta de soya, 8% sebo de res	80.7b	74.9	68.0b	85.1b	(76) D21 3SPD
a b.: diferencias significativas entre los tratamientos					
Trigo, pasta de soya, 4% sebo de res	88.4	89.1	--	88.2	(77) D21 2SPD
Cebada, pasta de soya, 9% sebo de res	82.5	81.4	71.5	81.9	(78) D23 2SPD
Cereal, Pasta de soya	--	77.5	42.8	--	(79) D28 2SPD
Cereal, pasta de soya	85.0	85.7	59.3	85.0	(80) D28 2-6SPD
Trigo, pasta de soya, 8% sebo de res (SR)	87.9a	85.9	79.9	87.6a	(81) D21 2SPD
Trigo, pasta de soya, 6.5% SR, 1.5% lecitina de soya (LES)	87.0a	83.4	76.3	87.5a	(81) D21 2SPD
Trigo, pasta de soya, 8% SR, 0.6% sales biliares (SB)	87.3a	86.4	77.9	87.1a	(81) D21 2SPD
Trigo, pasta de soya, 6.5% SR, 1.5% LES, 0.6% SB	84.6b	82.6	74.9	84.1b	(81) D21 2SPD
a b.: diferencias significativas entre los tratamientos.					
3.2% de aceite de canola	89.1	89.5	--	--	(83) D21 3-5SPD
6.2% de aceite de canola	88.8	90.5	--	--	(83) D21 3-5SPD
9.2% de aceite de canola	89.2	90.0	--	--	(83) D21 3-5SPD
12.2% de aceite de canola	87.2	90.1	--	--	(83) D21 3-5SPD
Maíz, pasta de soya, suero de leche + 8% Aceite de maíz	84.7	--	78.9	--	(71) D21 1SPD
8% Aceite de maíz	84.7	--	80.5	--	(71) D21 2SPD
8% Aceite de maíz	86.7	--	88.8	--	(71) D21 3SPD
8% Aceite de maíz	86.2	--	88.8	--	(71) D21 4SPD
8% Sebo de res	80.6	--	64.8	--	(71) D21 1SPD
8% Sebo de res	82.5	--	72.4	--	(71) D21 2SPD
8% Sebo de res	84.6	--	81.8	--	(71) D21 3SPD
8% Sebo de res	86.1	--	82.5	--	(71) D21 4SPD

¹ MS: materia seca; N: nitrógeno; EE: Extracto etéreo; E: Energía; D: Día; SPD: Semana postdestete.

CUADRO 2. COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD TOTAL APARENTE (%).

DIETAS EXPERIMENTALES ⁽¹⁾ (Tratamientos)	MS	N	EE	E AUTOR/DESTETE/PERIODO		
Maiz, pasta de soya, suero de leche +						
8% Aceite de coco	--	78.6	81.7	--	(69)	D21 1SPD
8% Aceite de coco	--	82.4	73.3	--	(69)	D21 2SPD
8% Aceite de coco	--	86.9	89.2	--	(69)	D21 3SPD
8% Aceite de coco	--	86.4	89.7	--	(69)	D21 4SPD
8% Sebo de res	--	78.6	81.7	--	(69)	D21 1SPD
8% Sebo de res	--	78.7	75.4	--	(69)	D21 2SPD
8% Sebo de res	--	79.5	76.0	--	(69)	D21 3SPD
8% Sebo de res	--	84.1	86.6	--	(69)	D21 4SPD
Leche en polvo, suero de leche (SL), pasta de soya	87.5	82.8	--	--	(28)	D21 1-2SPD
Leche en polvo, SL, caseína	85.8	81.9	--	--	(28)	D21 1-2SPD
Plasma porcino, SL, pasta de soya	84.1	75.9	--	--	(28)	D21 1-2SPD
Plasma porcino, SL, almidón de maíz, pasta de soya	85.3	77.7	--	--	(28)	D21 1-2SPD
Plasma porcino, lactosa, pasta de soya	83.8	74.9	--	--	(28)	D21 1-2SPD
Plasma porcino, almidón de maíz, pasta de soya	84.5	76.8	--	--	(28)	D21 1-2SPD
Suero de leche, pasta de soya	85.4	81.1	--	--	(28)	D21 1-2SPD
Leche en polvo, almidón de maíz (AM)	--	94.4	--	--	(42)	D23 1-4SPD
Aislado de proteína de soya, AM, lactosa (L)	--	93.8	--	--	(42)	D23 1-4SPD
Concentrado de proteína de soya, AM, L	--	94.9	--	--	(42)	D23 1-4SPD
Pasta de soya, AM, L	--	85.2	--	--	(42)	D23 1-4SPD
Leche en polvo, suero de leche (SL)	92.4	92.6	--	--	(65)	D21 1SPD
Aislado de proteína de soya, SL, lactosa (L)	91.1	91.2	--	--	(65)	D21 1SPD
Concentrado de proteína de soya, SL, L	90.4	91.1	--	--	(65)	D21 1SPD
Pasta de soya, SL, L	80.4	80.1	--	--	(65)	D21 1SPD
Trigo normal, pasta de soya	85.5	81.8	--	85.2	(62)	D21 2SPD
Trigo extruido, pasta de soya	85.1	82.1	--	84.8	(62)	D21 2SPD
Trigo normal, pasta de soya, 6% remolacha	85.4	83.2	--	85.1	(62)	D21 2SPD
Trigo extruido, pasta de soya, 6% remolacha	84.8	82.7	--	85.0	(62)	D21 2SPD
Trigo, pasta de soya	86.3a	84.5a	--	86.2a	(63)	D25 2SPD
Trigo, pasta de soya, 12% de remolacha	86.0a	85.5ab	--	86.2a	(63)	D25 2SPD
Trigo, concentrado de proteína de pescado (CPP)	89.6b	88.6	--	89.3b	(63)	D25 2SPD
Trigo, CCP, 12% de remolacha	88.4b	87.6bc	--	87.9b	(63)	D25 2SPD
a, b, c: diferencias significativas entre los tratamientos.						
Maiz, H. de pescado (0% taninos)	90.6a	88.2a	--	90.7a	(61)	D21 2SPD
Sorgo Argence, H. de pescado (0.31% taninos)	91.1a	86.9a	--	90.9a	(61)	D21 2SPD
Sorgo Rosso II + Rosato, H. de pescado (0.92% taninos)	88.1b	83.7b	--	87.9b	(61)	D21 2SPD
Sorgo Argor, H. de pescado (4.01% taninos)	87.8b	81.0c	--	86.7b	(61)	D21 2SPD
a, b, c: diferencias significativas entre los tratamientos.						

¹ MS: materia seca; N: nitrógeno; EE: Extracto etéreo; E: Energía; D: Día; SPD: Semana postdestete.

CUADRO 3. COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD ILEAL APARENTE (%).

DIETAS EXPERIMENTALES ⁽¹⁾ (Tratamientos)	MS	N	EE	E	AUTOR/DESTETE/PERIODO
Leche en polvo, suero de leche, maíz, pasta de soya	85.2	--	78.0	--	(74) D18 1-2SPD
Trigo, pasta de soya, 4% sebo de res	74.3	67.8	--	75.7	(77) D21 2SPD
Trigo, pasta de soya, 4% sebo de res	80.2	80.7	--	81.1	(77) D21 3SPD
Cereal, pasta de soya	--	74.9	61.5	--	(79) D28 2-3SPD
Cereal, pasta de soya, 4% de grasa	--	75.5	71.3	--	(79) D28 2-3SPD
Cereal, pasta de soya, 8% de grasa	--	78.1	77.0	--	(79) D28 2-3SPD
Cereal, pasta de soya	78.2	--	54.2	81.7	(80) D28 2-6SPD
Cereal, pasta de soya, 8% de sebo de res	76.0	--	74.0	79.1	(80) D28 2-6SPD
Trigo, pasta de soya, 8% sebo de res (SR)	75.9	79.6	81.4	75.4	(81) D21 4-5SPD
Trigo, pasta de soya, 6.5% SR, 1.5% lecitina de soya (LES)	75.8	77.4	82.3	75.8	(81) D21 4-5SPD
Trigo, pasta de soya, 8% SR, 0.6% sales biliares (SB)	75.9	77.5	83.8	76.4	(81) D21 4-5SPD
Trigo, pasta de soya, 6.5% SR, 1.5% LES, 0.6% SB	74.8	76.5	82.9	75.5	(81) D21 4-5SPD
Cereales, pasta de soya	91.6	91.0	73.0	91.8	(82) D21 3-5SPD
Cereales, pasta de soya, 2% lecitina de soya (LES)	89.2	88.4	73.7	90.2	(82) D21 3-5SPD
Cereales, pasta de soya, 6% grasa animal (GA)	90.5	89.3	80.0	90.4	(82) D21 3-5SPD
Cereales, pasta de soya, 2% (LES), 6% LES	90.5	90.0	83.0	90.4	(82) D21 3-5SPD
Método: marcador (óxido de titanio)					
Trigo, pasta de soya, 8% sebo de res	61.6	66.4	68.4a	63.2	(10) D21 2-3SPD
Trigo, pasta de soya, 8% aceite de canola	60.5	67.1	82.2b	69.0	(10) D21 2-3SPD
Trigo, pasta de soya, 8% triglicéridos de cadena mediana	55.1	60.5	84.4b	64.8	(10) D21 2-3SPD
a, b, : diferencias significativas entre los tratamientos					
Método: colecta total					
Trigo, pasta de soya, 8% sebo de res	77.7	78.1	79.1a	78.8	(10) D21 2-3SPD
Trigo, pasta de soya, 8% aceite de canola	80.5	81.4	90.6b	82.5	(10) D21 2-3SPD
Trigo, pasta de soya, 8% triglicéridos de cadena mediana	78.6	78.2	91.9b	80.7	(10) D21 2-3SPD
a, b, : diferencias significativas entre los tratamientos					
Trigo normal, pasta de soya	70.3	72.2	--	73.4	(62) D21 4SPD
Trigo extruído, pasta de soya	71.3	72.9	--	74.6	(62) D21 4SPD
Trigo normal, pasta de soya, 6% remolacha	63.8	68.1	--	67.5	(62) D21 4SPD
Trigo extruído, pasta de soya, 6% remolacha	64.7	68.4	--	68.3	(62) D21 4SPD

¹ MS: materia seca; N: nitrógeno; EE: Extracto etéreo; E: Energía; D: Día; SPD: Semana postdestete.

CUADRO 4. COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD ILEAL APARENTE (%).

DIETAS EXPERIMENTALES ⁽¹⁾ (Tratamientos)	MS	N	EE	E	AUTOR/DESTETE/PERIODO
Trigo, pasta de soya	75.3a	78.2a	--	78.2a	(63) D25 2SPD
Trigo, pasta de soya, 12% de remolacha	64.ba	70.0b	--	68.9b	(63) D25 2SPD
Trigo, concentrado de proteína de pescado (CPP)	81.1c	79.6a	--	82.8c	(63) D25 2SPD
Trigo, CPP, 12% de remolacha	73.4d	79.6a	--	76.4d	(63) D25 2SPD
a, b, c, d: diferencias significativas entre los tratamientos					
Maíz, H. de pescado (0% taninos)	82.8	77.3	--	85.1a	(61) D21 4-5SPD
Sorgo Argence, H. de pescado (0.31% taninos)	83.6	78.3	--	85.1a	(61) D21 4-5SPD
Sorgo Rossoli + Rosato, H. de pescado (0.92% taninos)	79.8	74.7	--	81.9b	(61) D21 4-5SPD
Sorgo Argor, H. de pescado (4.01% taninos)	81.57	75.2	--	83.2b	(61) D21 4-5SPD
a, b: diferencias significativas entre los tratamientos					
Pasta de soya, almidón de maíz + 3.2% de aceite de canola	71.2	80.7*	--	--	(83) D21 3-5SPD
6.2% de aceite de canola	71.5	81.3*	--	--	(83) D21 3-5SPD
9.2% de aceite de canola	72.6	83.4*	--	--	(83) D21 3-5SPD
12.2% de aceite de canola	72.3	83.3*	--	--	(83) D21 3-5SPD
* Efecto lineal (p<0.5)					
Leche en polvo, almidón de maíz (AM)	--	86.22	--	--	(42) D23 1-4SPD
Aislado de proteína de soya, AM, lactosa (L)	--	88.32	--	--	(42) D23 1-4SPD
Concentrado de proteína de soya, AM, L	--	87.65	--	--	(42) D23 1-4SPD
Pasta de soya, AM, L	--	77.29	--	--	(42) D23 1-4SPD

¹ MS: materia seca; N: nitrógeno; EE: Extracto etéreo; E: Energía; D: Día; SPD: Semana postdestete.

WEANING, DIGESTIVE FUNCTION AND FOOD DIGESTIBILITY IN YOUNG PIGS.

SUMMARY

The early weaning in piglets is a current practice in pig production, and it has had a big effect in the development of modern farms. However, it is also a controversial subject because the 21 days old piglet, due to its physiological immaturity has a big susceptibility to digestive disorders and digestive diseases. Thus, we have to know the digestive physiology to take the best options in feeding programs to obtain the best performance in piglets. This review develops the principal topics related with early weaning including adaptive physiology, ileal and fecal digestion and enzyme secretion and how they are modified by piglet's age and diet composition.

KEY WORDS: Young Pigs, Weaning, Digestibility, Digestive enzymes.

REFERENCIAS

- Sève B. Elévation et sevrage des porcelets. En *Le Porc et son élevage, bases scientifiques et techniques*. Editores Perez J M, Mornet P, Rerat A. Editorial Maloine, France. 1986; p 403.
- Fowler W R. The nutrition of weaned pigs. *Pigs News and Information*. 1980; 1:11.
- Ball R O, Aherne F X. Effect of diet complexity and feed restriction on the incidence and severity of diarrhea in early-weaned pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 1982; 62: 907.
- Laplace J P, Darcy-Vrillon B, Picard M. Evaluation de la disponibilité des acides aminés choisis raisonnés d'une méthode. *Journées Rech. Porcine en France*. 1985; 17: 353.
- Walker W R, Morgan G L, Maxwell C V. Ileal cannulation in baby pigs with a simple T-cannula. *J. Anim. Sci.* 1986; 62: 407.
- Van Leeuwen P, Sauer W C, Huisman J, Van Kleef D, Den Hartog L A. 1988. ileo-cecal re-entrant cannulation in baby pigs. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 1988; 59: 59.
- Le Dividich J, Herpin P. Effects of climatic conditions on the performance, metabolism and health status of weaned piglets a review. *Livestock Prod. Sci.* 1994; 38: 79.
- Landrain B, Hémarid M, Caugant A. Etude des conséquences sur les performances de croissance et d'abattage d'un sevrage à 21 jours comparativement à un sevrage à 28 jours. *Journées Rech. Porcine en France*. 1997; 29: 129.
- Lindemann M D, Cornelius S G, El Kandelgy S M, Misset R L, Pettigrew J E. Effect of age, weaning and diet on digestive enzyme levels in the piglet. *J. Anim. Sci.* 1986; 62: 1298.
- Reis de Souza T C. Conséquences digestives, métaboliques et zootecniques de l'incorporation de lipides dans la ration du porcelet au sevrage. Tesis Doctorado. Université de Rennes I, France. 1992: 154.
- Fraser D, Phillips P A, Thompson B K, Peeters Weem W B. Use of water by piglets in the first days after birth. *Can. J. Anim. Sci.* 1988; 68: 603.

12. Le Dividich J, Noblet J. Growth rate and protein and fat gain in early weaned piglets housed below thermoneutrality. *Livest. Prod. Sci.* 1982; 9: 731.
13. Schenck B C, Sthaly T S, Cromwell G L. Interactive effects of thermal environment and dietary lysine and fat levels on rate, efficiency and composition of growth of weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 1992; 70: 3791.
14. Leibbrandt V D, Ewan R C, Speer V C Zimmerman D R. Effect of weaning and age at weaning on baby pig performance. *J. Anim. Sci.* 1975; 40: 1077.
15. Whittemore C T, Aumaitre A, Williams I H. Growth of body components in young weaned pigs. *J. Agric. Sci. Camb.* 1978; 91: 681.
16. Sève B. Age at weaning, development of chemical body components, and energy utilization in piglets from 3-25 Kg live weight. *Livestock Prod. Sci.* 1982; 9: 603.
17. Aumaitre A, Salmon-Legagneur E. Influence de l'alimentation complémentaire sur la croissance du porcelet avant le sevrage. *Ann. Zootech.* 1961; 10: 126.
18. Azain M J, Tonkins T, Sowinski J S, Arentson R A, Jewell D E. *J. Anim. Sci.* 1996; 74: 2195.
19. Danielsen V. Some factors influencing creep feed intake. Annual Meeting of the EAAP. 1982: 6.
20. Pajor E A, Fraser D, Kramer D L. Consumption of solid food by suckling pigs individual variation and relation to post-weaning performance. *Appl. Ani. Beh. Sci.* 1991; 32: 139.
21. Fraser D, Feddes J J R, Pajor, E A. The relationship between creep feeding behavior of piglets and adaptation to weaning: Effect of diet quality. *Can. J. Anim. Sci.* 1994; 74: 1.
22. Salmon-Legagneur E, Fevrier R. Les préférences alimentaires du porcelet. I. Influence du mode de présentation des aliments (granulés ou farine). *Ann. Zootech.* 1955; 4: 215.
23. Aumaitre A. Elaboration et utilisation des aliments agglomérés pour les porcelets. International Symposium on Animal Fats in Feed. NRA pub. Bressels; 1979: 166.
24. Bruneau C D, Chavez E R. Dietary preferences for cereal of nursing and weaned piglets. *Livest. Prod. Sci.* 1995; 41: 225.
25. Aumaitre A. Utilisation de quelques graisses par le porcelet propriétés d'appétibilité, valeur alimentaire comparée et digestibilité. *Journées Rech. Porcine en France* 1969; 1: 125.
26. Aumaitre A. Production et sevrage du porcelet. *Ind. Alim. Anim.* 1974; 11: 9.
27. Ermer P M, Miller P S, Lewis A J. Diet preference and meal patterns of weaning pigs offered diets containing either spray-dried porcine plasma or dried skim milk. *J. Anim. Sci.* 1994; 72: 1548.
28. Hansen J A, Nelssen J L, Goodband R D, Weeden T L. Evaluation of animal protein supplements in diets of early-weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 1993; 71: 1853.
29. Cranwell P D, Moughan P J. Biological limitations imposed by the digestive system to the growth performance of weaned pigs. En: Barnett J L, Hennessy D P. (eds) *Manipulating Pig Production.* 1989: 140-159.
30. Tardin A C. Fisiologia digestiva e nutrição no desmame precoce de leitões. I Congresso Latino de Veterinários Especialistas em Suínos, II Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos. 1985: 33-57.
31. Foltman B, Jensen A L, Lomblad P, Smidt E, Axelsen N H. A developmental analysis of the production of chymosin and pepsin in pigs. *Comp. Biochem. Physiol.* 1981; 68: 9.
32. Cranwell P D. The development of acid and pepsin secretory capacity in the pig: The effects of age and weaning. 1. Studies in anaesthetized pigs. *Br. J. Nutr.* 1985; 54: 305.
33. Makkink C A, Berntsen P J M, Brigitte M L, Bas O D K, Versteegen M W A. Gastric protein breakdown and pancreatic enzyme activities in response to two different dietary protein sources in newly weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 1994; 72: 2843.
34. Asche G L, Lewis A J, Peo Jr E R. Protein digestion in weanling pigs Effect of dietary protein source. *J. Nutr.* 1989; 119: 1083.
35. Corring T, Aumaitre A, Durand G. Development of digestive enzymes in the piglet from birth to 8 weeks. I. Pancreas and pancreatic enzymes. *Nutr. Metb.* 1978; 22: 231.
36. Owsley W F, Orr D E, Tribble L F. Effects of age and diet on the development of the pancreas and synthesis and secretion of pancreatic secretions in the young pig. *J. Anim. Sci.* 1986; 63: 497.
37. Aumaitre A. Le développement des enzymes dans le tube digestif du jeune porcelet Importance pour le sevrage et signification nutritionnelle. *Ann. Zootech.* 1971; 20: 551.
38. Carlson W E, Bayley H S. Digestion of fat by young pigs a study of the amounts of fatty acid in the digestive tract using a fat-soluble indicator of absorption. *Br. J. Nutr.* 1972; 28: 339.
39. Sambrook I E. Studies on digestion and absorption in the intestines of growing pigs. 8. Measurements of the flow of total lipid, acid-detergent fibre and volatile fatty acids. *Br. J. Nutr.* 1979; 42: 279.
40. Drochner W. 1984. The influence of changing amounts of crude fibre and pectic components on prececal and postileal processes in the growing pig. *Z. Tierphysiol. Tiermahr. Futtermittelkd, Supp.* 1984; 14: 125.
41. Asche G L, Lewis A J, Peo Jr E R. Protein digestion in weanling pigs. Effect of feeding regimen and endogenous protein secretion. *J. Nutr.* 1989; 119: 1083.
42. Sohn K S, Maxwell C V, Southern L L, Buchanan D S. Improved soybean protein sources for early-weaned pigs II. Effects on ileal amino acid digestibility. *J. Anim. Sci.* 1994b; 72: 631.
43. Meunier P, Minaire Y, Lambert R. La digestion. 2a Ed. Paris: Simep. 1988: 209.
44. Thompson J C, Greeley G H, Rayford P L, Thownsend C M. *Gastrointestinal Endocrinology.* 1a Ed. New York: McGraw-hill, 1987: 447p.
45. Lizardo R. Exploration de l'adaptation de la capacité digestive du porcelet après le sevrage: effet des facteurs antinutritionnels et des polysaccharides non-amylacés sur l'activité des enzymes, la digestibilité et les performances zootechniques. Tesis Doctorado. Université de Rennes I. France. 1997: 158.
46. Friend D W, Gorrill A D L, Mc Intyre T H. Performance and proteolytic enzyme activity of the suckling piglet creep-fed at one or three weeks of age. *Can. J. Anim. Sci.* 1970; 50: 349.
47. Bolduan G, Jung H, Schnabel E, Schneider R. Recent advances in nutrition of weaner piglets. *Pig News Infor* 1988; 9: 382.
48. Cera K R, Mahan D C, Reinhart A. Effect of weaning, week postweaning and diet composition on pancreatic and small luminal lipase response in young swine. *J. Anim. Sci.* 1990; 68: 384.
49. Low A G. Digestion and absorption of nutrients in growing pigs. *Proc. Nutr. Soc.* 1976; 35: 57
50. Henry Y. Principles of protein evaluation in pig feeding. 34th. Annual Meeting of the European Association for Animal Production. 1983.

51. Reis de Souza T C, Peiniau J, Lebreton Y, Giboulot G, Aumaitre A. Effet du mode d'incorporation et des émulsifiants sur la digestibilité iléale et totale du suif chez le porcelet après le sevrage. *Journées Rech. Porcine en France*. 1992; 24: 167.
52. Bengala Freire J. La digestibilité totale et iléale des glucides chez le porcelet sevré précocément: Conséquences physiologiques et métaboliques. Tesis Doctorado. Université de Rennes I, France, 1989: 150.
53. Kies A K, Moughan P J, Smith W C. The apparent and true ileal digestibility of nitrogen and aminoacids in lactic casein for the growing pig. *Anim. Feed Sci. Technol.* 1986; 16: 169.
54. Bengala Freire J, Aumaitre A, Peiniau J. Effects of feeding raw and extruded peas on ileal digestibility, pancreatic enzymes and plasma glucose and insulin in early weaned pigs. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 1991; 65:154.
55. Franqueira J M, Rostagno H S, Silva D J, Fonseca J B, Soares P R. Tabela de composição de alimentos concentrados - III - Valores de composição química e energia metabolizável de algunos alimentos com poedeiras. *Rev. Soc. Bras. Zoot.* 1979; 8: 696.
56. Albino L T F, Rostagno H S, Fonseca J B, Costa P M, Silva D J, Silva MA. Tabela de composição de alimentos concentrados. Valores de composição química e de energia determinados com aves de diferentes idades. *Rev. Soc. Bras. Zoot.* 1981; 10: 133.
57. Mariscal-Landin G. Facteurs de variation de l'utilisation digestive des acides aminés chez le porc. Tesis Doctorado. Université de Rennes I, France. 1992: 134.
58. Reis de Souza T C, Peiniau J, Aumaitre A. Digestibilidade total dos ácidos graxos em leitões desmamados efeito da adição de emulsificantes e do modo de incorporação de gordura bovina na ração. 14 Congreso Panamericano de Ciencias Veterinárias. 1994: 235.
59. Reis de Souza T C, Peiniau J, Aumaitre A. Digestibilidade iléal dos ácidos graxos em leitões desmamados efeito da adição de emulsificantes e do modo de incorporação de gordura bovina na ração. 14 Congreso Panamericano de Ciencias Veterinárias. 1994: 235.
60. Sève B, Mariscal-Landin G, Février C, Lechevestrier Y. Prédiction de la digestibilité iléale des acides aminés chez le porc le cas des issues de blé. *Journées Rech. Porcine en France*. 1994; 26: 259.
61. Lizardo R, Peiniau J, Aumaitre A. Effect of sorghum on performance, digestibility and intestinal enzymes in the weaned piglet. *Anim. Feed Sci. Technol.* 1995; 56: 67.
62. Lizardo R, Peiniau J, Lebreton Y, Aumaitre A. Effets de l'incorporation de pulpe de betterave dans les aliments du porcelet et du porc en croissance: digestibilité et composition corporelle. *Annales de Zootechnie*. 1997: (en prensa).
63. Lizardo R, Peiniau J, Aumaitre A. Inclusion of sugar beet pulp and change of protein source in the diet of the weaned piglet and their effects on digestive performance and enzymatic activities. *Anim. Feed Sci. Technol.* 1997:(en prensa).
64. Reis de Souza T C, Melcion J P, Bourdon D, Giboulot G, Peiniau J, Aumaitre A. La graine de colza entière crue ou extrudée Une nouvelle source d'énergie et des protéines dans l'alimentation des porcelets. *Journées Rech. Porcine en France*. 1990; 22: 151.
65. Sohn K S, Maxwell C V, Buchanan C V, Southern L L. Improved soybean protein sources for early-weaned pigs I. Effects on performance and total tract amino acid digestibility. *J. Anim. Sci.* 1994; 72: 622.
66. Cera K R, Mahan D C, Reinhart A. Evaluation of various extracted vegetable oils, roasted soybeans, medium-chain triglyceride and animal-vegetable fat blend for postweaning swine. *J. Anim. Sci.* 1990; 68: 2756.
67. Bayley H S, Summers J D. Nutritional evaluation of extruded full fat soybeans and rapeseeds using pigs and chickens. *Can. J. Anim. Sci.* 1975; 55: 441.
68. Li S, Sauer W C. The effect of dietary fat content on amino acid digestibility in young pigs. *J. Anim. Sci.* 1994; 72: 1737.
69. Cera K R, Mahan D C, Reinhart A. Apparent fat digestibilities and performance responses of postweaning swine fed diets supplemented with coconut oil, corn oil or tallow. *J. Anim. Sci.* 1989; 67: 2040.
70. Cera K R, Mahan D C, Reinhart A. Effects of dietary dried whey and corn oil on weanling pig performance, fat digestibility and nitrogen utilization. *J. Anim. Sci.* 1988; 66: 1438.
71. Cera K R, Mahan D C, Reinhart A. Weekly digestibilities of diets supplemented with corn oil, lard or tallow by weanling swine. *J. Anim. Sci.* 1988; 66: 1430.
72. Overland M, Tokach M. D., Cornelius S G, Pettigrew J E, Rust J E. Lecithin in swine diets I. Weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 1993; 71: 1187.
73. Eusebio J A, Hays V W, Speer V C, McCall J T. 1965. Utilization of fat by young pigs. *J. Anim. Sci.* 1965; 24: 1001.
74. Li D F, Thaler R C, Nelssen J L, Harmon D L, Allee G L, Weeden T L. Effect of fat sources and combinations on starter pig performance, nutrient digestibility and intestinal morphology. *J. Anim. Sci.* 1990; 68:3694.
75. Jones D B, Hancock J D, Harmon D L, Walker C E. Effects of exogenous emulsifiers and fat sources on nutrient digestibility, serum lipids, and growth performance in weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 1992; 70: 3743.
76. Reis de Souza T C, Peiniau J, Aumaitre A. Effets du taux de suif dans la ration sur la digestibilité des lipides et l'utilisation de l'énergie chez le porcelet entre le sevrage et 25 kg. *Journées Rech. Porcine en France*. 1997; 29: 183.
77. Bengala Freire J, Peiniau J, Lebreton Y, Aumaitre A. Determination of ileal digestibility by shunt technique in the early-weaned pig Methodological aspects and utilisation of starch-rich diets. *Livestock Prod. Sci.* 1988; 20: 233.
78. Bengala Freire J, Aumaitre A, Peiniau J. Effects of feeding raw and extruded peas on ileal digestibility, pancreatic enzymes and plasma glucose and insulin in early weaned pigs. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 1989; 65: 154.
79. Endres B, Aheme F X, Ozimek L, Bowland J P. Ileal versus fecal fat and crude protein digestibilities by weaned pigs. *Agriculture and Forestry Bulletin. Special Issue*. 1985: 68.
80. Endres B, Aheme F X, Ozimek L, Spicer H. The effects of fat supplementation on ileal versus fecal fat digestibilities, performance and body composition of weaned pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 1988; 68: 225.
81. Reis de Souza T C, Peiniau J, Mounier A, Aumaitre A. Effects of addition of tallow and lecithin in the diet of weaning piglets on the apparent total tract and ileal digestibility of fat and fatty acids. *Anim. Feed Sci. Technol.* 1995; 52: 77.
82. Overland M, Sundstol F. Effects of lecithin on fat utilization by weaning pigs. *Livestock Production Science*. 1995; 41: 217.
83. Li S, Sauer W C. The effect of dietary fat content on amino acid digestibility in young pigs. *J. Anim. Sci.* 1994; 72: 1737.