



Nutri·Time

Revista Eletrônica

Vol. 15, Nº 05, set/out de 2018
ISSN: 1983-9006
www.nutritime.com.br

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>. Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

Fisiologia da digestão e alimentação de leitões

Horácio Santiago. Rostagno¹

Júlio Maria R. Pupa²

Departamento de Zootecnia – Universidade Federal de Viçosa- UFV.
Viçosa – MG.

FISIOLOGIA DA DIGESTÃO E ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES

Trabalho originalmente publicado nos Anais do Simpósio sobre Nutrição e Manejo de Leitões, realizado em Campinas, SP, 12 e 13 de Fevereiro de 1998. Realizado pelo Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. CBNA.

INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira vem nos últimos tempos praticando o desmame entre 21 e 28 dias de idade, entretanto, há um grande interesse em desmamar os leitões mais cedo para aumentar o número de leitões por porca/ano. O objetivo dessa prática é elevar a produtividade na exploração intensiva de suínos, via redução do intervalo entre partos/porca/ano.

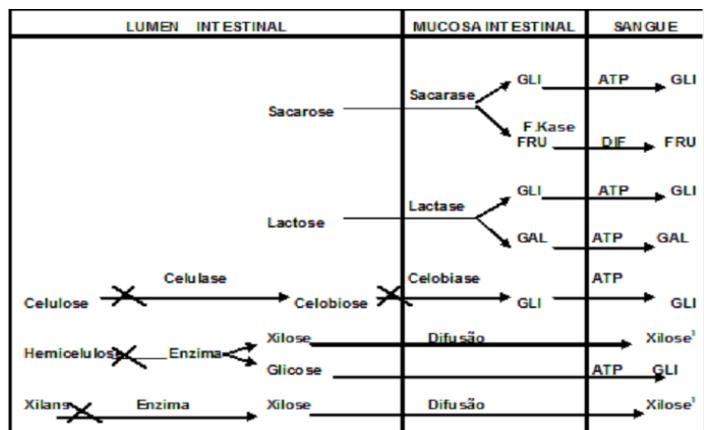
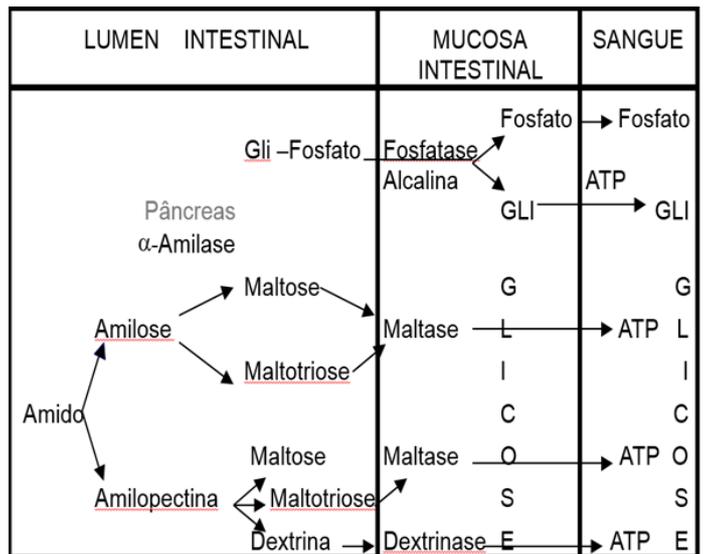
Atualmente está sendo recomendado o desmame antes dos 21 dias de idade com o objetivo de controlar doenças, produzindo leitões mais saudáveis, sendo chamado de desmame precoce segregado. Portanto, necessita-se de um melhor conhecimento sobre manejo, sanidade, conforto ambiental e principalmente informações sobre a fisiologia digestiva e alimentação dos leitões que possibilitem formular rações adequadas para obter um ótimo desempenho.

Livros e capítulos de digestão e nutrição em animais monogástricos, principalmente suínos, foram consultados para a elaboração deste trabalho, sendo os mais importantes Kidder e Maner (1978), Moran Jr. (1982), Tardin (1985), Pekas (1991), FACTA (1994) e Bertechini (1994).

A maioria dos livros de texto apresentam informações detalhadas sobre o processo digestivo e metabólico do aparelho digestivo de animais que podemos considerar adultos, citando esporadicamente algumas particularidades sobre a digestão de leitões nas fases pré e pós desmame.

Decidimos neste trabalho proceder de uma maneira totalmente oposta, descrevendo os processos digestivos específicos e críticos dos leitões e não comentar as partes que são similares aos animais adultos as quais podem, facilmente, ser consultadas nas referências citadas anteriormente. Para ajudar a compreender o processo digestivo nas Figuras 1, 2 e 3 são mostrados esquemas da digestão dos carboidratos, triglicerídeos e proteínas que são os nutrientes mais importantes na nutrição dos suínos.

Figura 1: Esquema da Digestão dos Carboidratos



X: Ausente nos suínos. Carboidratos não digeridos no Intestino Delgado; (1): Metabolismo ou excretada via urina; ATP: Absorção Ativa; DIF: Difusão; GLI: Glicose; GAL: Galactose; FRU: Frutose; F.Kase: Frutoquinase.

Figura 2: Esquema da Digestão dos Triglicerídeos

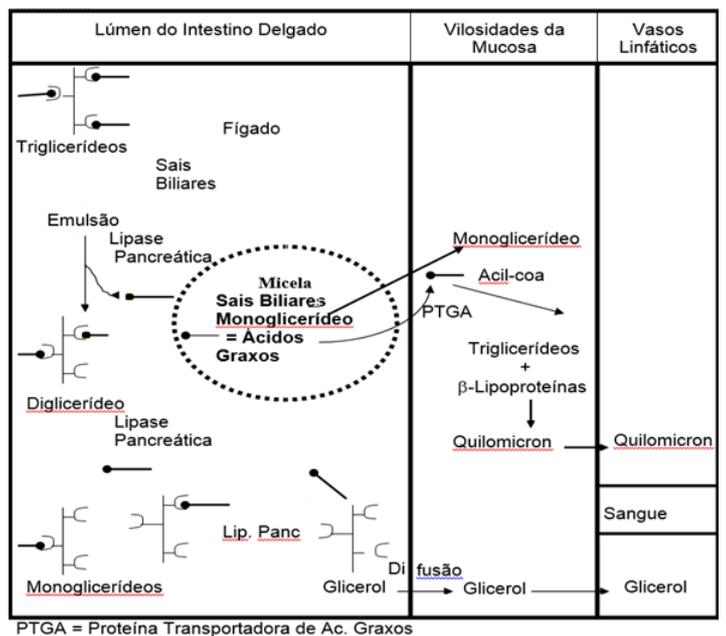
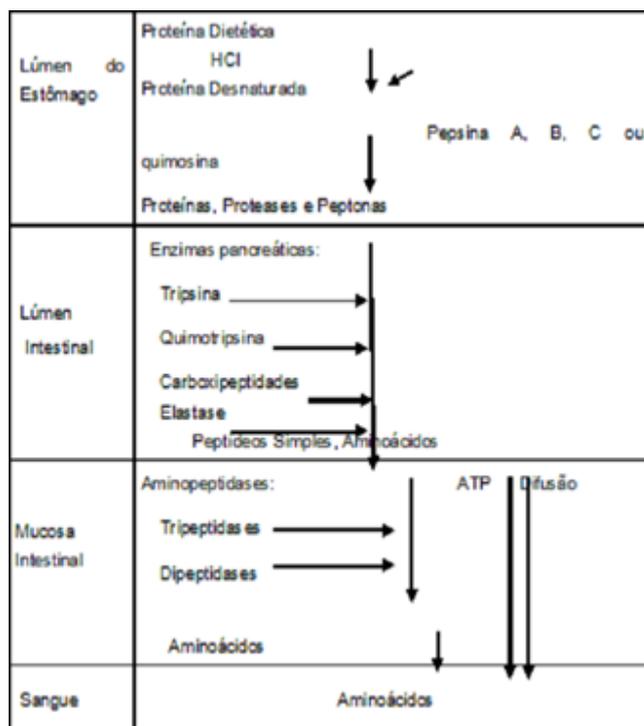


Figura 3 – Esquema da Digestão das Proteínas

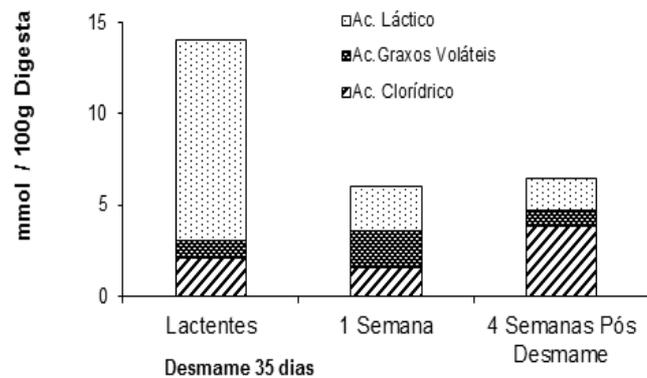


2. Digestão no Estômago do Leitão

No estômago a secreção de HCl pela mucosa estomacal é provocada por estímulos nervosos e hormonais e pela presença do alimento que aumenta o pH estomacal. O resultado será uma paulatina redução do pH e a desnaturação das proteínas dietéticas com a abertura das moléculas e eliminação da estrutura terciária o que facilitará o acesso das enzimas proteolíticas no estômago e no intestino delgado.

Levando em consideração a quantidade e o volume ocupado pelas células parietais na mucosa gástrica, Xu (1996) concluiu que a capacidade de produzir HCl aumenta 3 vezes durante os primeiros 3 dias de vida do leitão, seguidamente o aumento é bem mais lento até os 36 dias de idade. Nos leitões lactentes já aos 8 dias de idade existe produção de HCl no estômago, entretanto o pH é relativamente alto devido à pequena quantidade produzida. Segundo Bolduan et al. (1998) a secreção de HCl é controlada durante a amamentação pela formação de ácido láctico no estômago que atinge 50% de toda a acidez presente, ou seja, 3 - 8 mmol Ac. Láctico/100g de digesta (Figura 4).

Figura 4 – Concentrações de Ácidos Orgânicos e Ácido Clorídrico na Digesta Estomacal de Leitões, Três Horas após a Alimentação



Fonte: Schnabel, 1983, citado por BOLDUAN, G. et al., 1988.

O ácido láctico é produzido pro Lactobacilos que utilizam a lactose do leite da porca como substrato. No entanto, após o desmame e o consumo de ração há proliferação de outros microrganismos (bactérias e fungos) com resultados negativos para o leitão.

Deve-se ressaltar que uma função muito importante do HCl no estômago é eliminar microrganismos para proteger o leitão contra infecções entéricas. A baixa produção de ácido após o desmame precoce resulta num pH médio da digesta no estômago de 4 - 5, variando os valores entre 6 - 7 na parte superior e 2 - 3 na região fúndica do estômago (Bolduan et al., 1988).

Animais adultos, ajustam o pH gástrico através da secreção de ácido clorídrico pela células parietal. A situação em leitões recém desmamados é um pouco diferente, pois eles apresentam pH gástrico elevado e mais variável em relação aos animais adultos. Este fato, faz presumir que a insuficiência digestiva e as desordens intestinais de leitões desmamados podem estar, parcialmente, relacionados com a condição de não manterem o pH gástrico baixo (ácido), pelos efeitos sobre a ativação da pepsina, pela proliferação de coliformes e pela taxa de esvaziamento estomacal.

O leite da porca é, sem dúvida, mais fácil de acidificar que os outros alimentos, como o farelo de soja, que possui alta capacidade de tampão (Quando 1).

Quadro 1– Capacidade Tamponante de Alguns Alimentos

Alimento	meq / kg ⁽¹⁾
Cevada	200 - 300
Milho	160 – 200
Farelo de Soja	950 – 1.200
Farinha de Peixe	1.500 – 1.900
Leite em Pó Desnatado	1.200 – 1.500
Fosfato Bicálcico	6.500 – 7.500
Calcário	± 20.000

1 – Quantidade de HCl necessária para reduzir o pH de 1,0 kg de alimento ou ração para 3 após uma hora de 37° C.

Fonte: Delgorge (1987) e Bartels e Penz Jr (1996).

Segundo Delforge (1987) e Bartels e Penz Jr (1996), quando a capacidade tampão da ração de leitões é superior a 750 meq/kg favorece a proliferação de *E.coli*. Os produtos lácteos, apesar de possuírem alta capacidade tamponante, são autoacidificantes por conterem lactose. A capacidade tamponante pode ser reduzida mediante a escolha de diferentes tipos de alimentos e ou pela redução do nível proteico da ração e a simultânea suplementação de aminoácidos limitantes.

Manners et al. (1962) alimentaram leitões de 28 dias com rações contendo caseína ou farelo de soja e realizaram várias determinações do pH estomacal no tempo. Os valores de pH obtidos foram 3,2 vs 5,0; 1,7 vs 4,2 e 1,0 vs 2,9 para 1,2 e 3 horas após a alimentação, respectivamente (Quadro 2).

Quadro 2 - Efeitos de Fontes de Proteínas sobre o pH Gástrico de Leitões, aos 28 Dias de Idade

Fonte	Tempo após alimentação					
	Antes	5 min.	1 hora	2 horas	3 horas	4 horas
Caseína	1,8	5,6	3,2	1,7	1,0	1,0
Soja	1,6	5,4	5,0	4,2	2,9	1,3

Fonte: Manners et al. (1962).

Para reduzir o pH no estômago de leitões desmamados precocemente, ácidos orgânicos são adicionados nas rações. Os ácidos disponíveis no mercado são: cítrico, fórmico, fumárico, láctico, propiônico ou misturas.

Delforge (1987) relata que leitões alimentados com ração pré inicial contendo 1,0% de ácido láctico apresentam o pH gástrico variando entre 2,48 e 3,82 versus o pH variando entre 3,89 e 4,23 no estômago de leitões do tratamento controle.

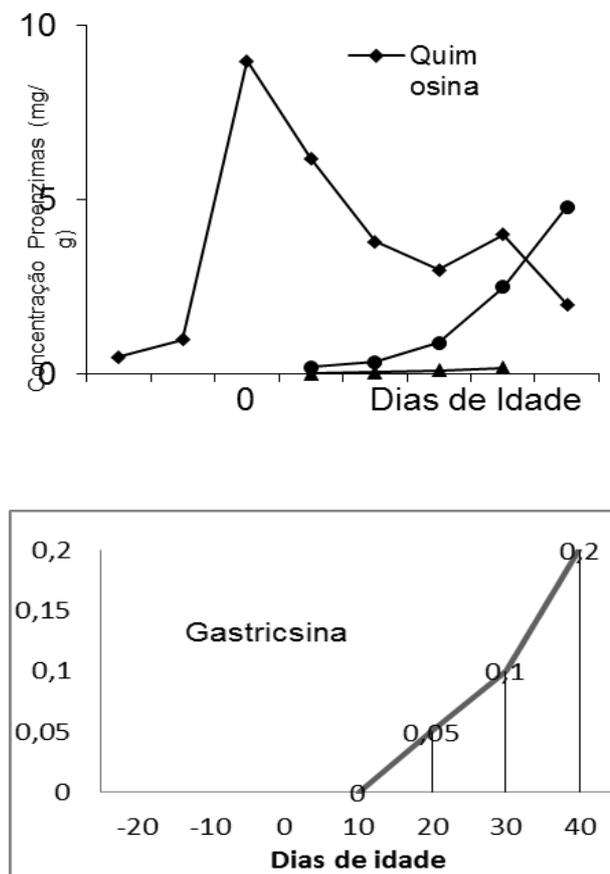
Redução semelhante no pH da digesta gástrica é obtido mediante a suplementação de Ac. Fumárico ou Ac. Cítrico na proporção de 1,5% na dieta de leitões. Segundo Bolduan et al. (1988), os ácidos orgânicos atuam de uma maneira semelhante aos antibióticos nas rações dos leitões melhorando o desempenho, reduzindo o índice de diarreia e o nível sanguíneo de ureia.

As enzimas gástricas são sintetizadas e secretadas na forma de proenzimas e convertidas em enzimas ativas no lúmen. A ativação pode ser realizada pelo HCl ou pela própria pepsina presente no lúmen sendo muito rápida a pH 2,0 e em lenta a pH 4,0. No estômago do suíno foram detectadas 4 enzimas proteolíticas, a pepsina A, a mais abundante, com atividade máxima de pH 2,0, a pepsina B, presente em pequena quantidade e ainda não bem pesquisada, a pepsina C, ou gastricsina, com pH ótimo entre 3,0 e 4,0 e a quimosina secretada pelos leitões com pH ótimo similar à pepsina C, ou seja, entre 3,0 e 4,0 (Rerat e Corring, 1991).

As pepsinas são enzimas endopeptidases que hidrolisam preferencialmente ligações peptídicas de aminoácidos aromáticos (tirosina e fenilalanina) mostrando menor afinidade para ligações do ácido glutâmico e da cistina. A intensidade da hidrólise da proteína dietética no estômago dependerá do tempo de permanência, sendo a hidrólise no início muito lenta devido ao pH alto, e será maior, à medida que aumenta o tempo de permanência e o pH abaixa.

Experimento com leitões realizado por Sangild et al. (1991 a), mostraram que a quimosina estava presente no estômago 22 dias antes do nascimento atingindo a máxima concentração ao nascer, para depois diminuir gradativamente até os 36 dias de idade. A pepsina e a gastricsina não foram detectadas durante a primeira semana de vida, mas depois a concentração aumentou rapidamente até o final do experimento (Figura 5).

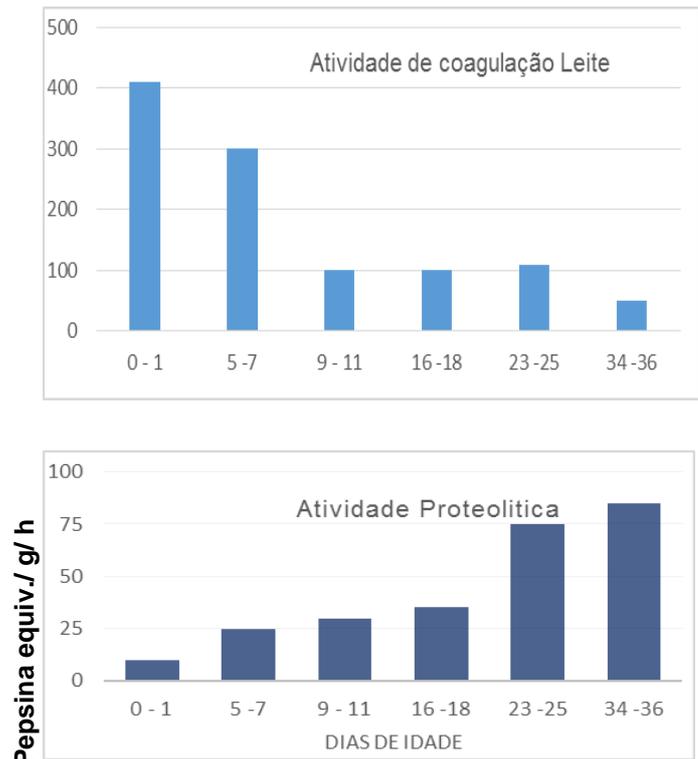
Figura 5 – Concentração de Proenzimas no Tecido Fúndico do Estômago de Leitões no Período de 22 Dias Pré Natal até 36 Dias de Idade (Sangild et al., 1991a)



Em relação à coagulação do leite tanto a quimosina como a pepsina apresentam atividades, no entanto a primeira apresenta uma capacidade de coagulação aproximadamente 50 vezes maior do que a segunda (Figura 6).

Outra atividade muito importante desde ponto de vista da digestão da proteína nos leitões é a atividade proteolítica onde a relação é inversa, a quimosina apresenta baixa atividade e a pepsina alta atividade proteolítica. Sangild et al. (1991a) mostraram que a atividade proteolítica gástrica no leitão era baixa até a 3ª semana de idade, aumentando rapidamente depois com a transição da redução da quimosina e o aumento da pepsina (Figura 6).

Figura 6 – Atividade de Coagulação do Leite e Atividade Proteolítica no Estômago de Leitões Lactentes. (Sangild et al., 1991a)



A importância fisiológica de a quimosina ser a enzima gástrica mais importante na primeira semana de vida do leitão está relacionada com vários fatores: a) atividade enzimática a pH alto; b) baixa produção de HCl; c) necessidade de alta capacidade de coagulação do leite e d) baixa atividade proteolítica. No leitão recém nascido estes fatores evitam a desnaturação e hidrólise das imunoglobulinas do colostro, a coagulação da caseína permite a passagem rápida do soro líquido, que contém as imunoglobulinas, para o intestino delgado onde atuarão a nível de membrana ou serão absorvidas. A formação do coágulo pela quimosina além de controlar o esvaziamento gástrico atua também na distensão do estômago o que pode aumentar a velocidade de desenvolvimento.

O tipo de coágulo formado no estômago pode influenciar grandemente a digestibilidade das rações nos leitões. Ferreira (1986) utilizou leitões com 10 dias de idade para estudar o tempo de coagulação e o tipo de coágulo formado no estômago. O leite de porca favoreceu a formação de um coágulo macio e fragmentado aos 30 minutos, o leite de vaca resultou num coágulo duro e denso aos 45 minutos e o extrato de soja favoreceu a formação de um coágulo macio, porém intensamente fragmentado a partir dos 30 minutos.

Quando ácidos orgânicos são adicionados nas dietas o pH diminui e melhora a formação de coágulos (Quadro 3). Manners et al. (1962) e Fallon (1993) sugerem que a acidificação das rações de leitões pode ajudar na ativação do pepsinogênio já que a produção de HCl pode não ser adequada para reduzir o pH e ativar a enzima. Estes autores comentam que no estômago pode não acontecer a proteólise e com consequência, as proteínas dietéticas chegam ao intestino delgado intactas, principalmente as proteínas complexas de origem vegetal.

Quadro 3 - Tempo de Coagulação “in vitro” do Leite Integral e do Substituto do Leite com e sem Adição de Ácido Orgânico

	Leite Integral	Substituto do Leite	
		sem	com
		Ac. Orgânicos	
pH	6,7	6,6	5,8
Tempo de Coagulação (min.)	4,5	8,1	0,8

Fonte: Fallon, (1993).

Conclusões semelhantes em relação à utilização de acidificantes nas rações de leitões foram citadas por Delforge (1987) sobre a forma de ação destes produtos: a) redução do pH da ração que atuaria compensando a baixa produção de HCl no estômago, especialmente para proteínas não lácteas com alta capacidade tampão; b) ativam a conversão de pepsinogênio para pepsina; c) estimulam a coagulação das proteínas; d) aumentam o tempo de permanência da ração no estômago e consequentemente o tempo de proteólise; e) melhoram a digestibilidade dos nutrientes da ração; f) evitam a proliferação de microrganismos.

Pesquisas realizadas na Universidade Federal de Viçosa – UFV, utilizando leitões com 9,0 kg de peso vivo alimentados com ração pré inicial suplementada ou não com ácido orgânico mostrou a adição de 1 ou

2% de ácido fumárico melhorou a digestibilidade dos nutrientes da ração de 1,9 a 2,2% (Quadro 4). Resultados similares sobre a digestibilidade da proteína e da energia foram relatados na Europa.

Quadro 4 - Efeito do Ácido Fumárico sobre a Digestibilidade dos Nutrientes em Leitões (valores na MS)

	Coeficiente digestibilidade %			Energia Digestível (kcal/kg)
	MS	Proteína	Energia	
Ração Pré Inicial (RP) ¹	85,9 b	84,1 b	85,6 b	3.933 a
RP + 1% Ac. Fumárico	87,4 a	85,6 ab	87,3 a	3.992 ab
RP + 2% Ac. Fumárico	88,2 a	86,8 a	86,1 a	4.010 a

1 – Ração Pré Inicial com milho, farelo de soja, soja integral micronizada, leite em pó, açúcar, óleo, lisina e metionina.

3. DIGESTÃO NO INTESTINO DELGADO DO LEITÃO

3.1 Enzimas Pancreáticas

Quando a digesta chega ao duodeno mistura-se com secreções alcalinas do fígado (bílis) e do pâncreas (suco pancreático) que elevam o pH intestinal de maneira a facilitar a ação das enzimas pancreáticas.

A digestão dos carboidratos e das proteínas no intestino delgado é muito rápida e intensa devido à ação de enzimas pancreáticas responsáveis pela digestão no lúmen intestinal e pelas enzimas presentes na mucosa intestinal.

Recentemente Rerat e Corring (1991) e Drochner (1991) publicaram uma excelente revisão sobre os fatores que influenciam a digestão e absorção de proteínas e carboidratos, no suíno, respectivamente, que comentaremos neste capítulo.

De acordo com vários pesquisadores o pâncreas (exócrino) possui uma capacidade de reserva muito grande. Em humanos com pancreatite, problemas de má digestão proteica foram somente observados quando a atividade da tripsina foi inferior a 10% do

normal ou no caso de ratos, quando somente 1% da glândula pancreática foi mantida.

No suíno, a ligação do duto pancreático provocou uma redução da digestibilidade nos primeiros 10 dias, posteriormente, houve uma melhora mostrando a ocorrência de adaptação enzimática da digestão e aumento no crescimento dos animais.

As enzimas proteolíticas pancreáticas são secretadas no intestino delgado na forma inativa. O tripsinogênio é ativado pela enteroquinase intestinal e forma tripsina que por sua vez ativa o quimotripsinogênio, a procarboxipeptidase A e B e a proelastase. Outras enzimas proteolíticas como a colagenase e nucleasse estão presentes no suco pancreático.

Quimotripsina e carboxipeptidase A são, respectivamente, endopeptidases e exopeptidases que atuam complementarmente sobre as proteínas, hidrolizando as ligações peptídicas perto dos L-aminoácidos aromáticos (Tyr, Trp, Phe). Similarmente tripsina e carboxipeptidase B atuam complementando-se sobre os L-aminoácidos básicos (Arg e Lis).

É bem conhecido que as enzimas pancreáticas podem ser alteradas pela composição da dieta fornecida ao animal. O fornecimento de dietas com alto conteúdo proteico e baixo teor de amido (carboidratos) resulta no aumento da secreção pancreática de enzimas proteolíticas e da diminuição de α -amilase; a mudança para uma dieta de baixa proteína e alto amido resulta em uma ação inversa do pâncreas. Similarmente a atividade da lipase depende do conteúdo de lipídeos da dieta. Estes acontecimentos estão diretamente relacionados com o aumento ou decréscimo da síntese enzimática correspondente no pâncreas. O período necessário para a adaptação é relativamente curto, a mudança do nível proteico da dieta de 22% (normal) para 82% (alto) demorou de 5 a 21 dias para que a quantidade de enzimas pancreáticas seja proporcional ao substrato nutricional algumas enzimas como quimotripsina, tripsina aniônica, elastase 1 e as procarboxipeptidases foram influenciadas mais rapidamente (Rerat e Corring, 1991).

A secreção pancreática pode ser influenciada pela composição da dieta dentro de limites mínimos e máximos. Estes limites foram claramente demonstrados em pesquisas envolvendo níveis crescentes de lipídeos dietéticos e o efeito sobre a atividade da lipase (Sabb et al., 1986).

Os efeitos da idade e da dieta no desenvolvimento do pâncreas, na síntese e na secreção de enzimas pancreáticas em leitões, no período de nascimento até 56 dias de idade, foram investigados por Owsley et al. (1986). Eles observaram que as atividades da amilase, tripsina e quimotripsina no pâncreas e no conteúdo intestinal aumentaram com a idade e que as variações observadas nas atividades dessas enzimas estavam relacionadas com a composição das dietas. Similarmente Pond et al. (1971), citado por SOARES (1995) observaram que a atividade pancreática total da quimotripsina aumentou 20 vezes no período de 1 a 23 dias de idade.

Soares (1995) pesquisou na Universidade Federal de Viçosa – UFV, o efeito da idade sobre a atividade da tripsina e da quimotripsina do pâncreas de leitões amamentando ou desmamados com 7 dias de idade. O autor concluiu que a atividade das proteases pancreáticas aumentou com a idade do animal e que o fornecimento de ração a partir do sétimo dia de idade melhorou ainda mais as atividades enzimáticas (Quadro 5). Resultados semelhantes para as mesmas enzimas foram relatadas para leitões lactantes na fase de 1 a 36 dias de idade por Sangild et al. (1991 b). Eles notaram que o aumento da atividade da quimotripsina com a idade era mais clara e consistente do que da tripsina.

Quadro 5 – Efeito da Idade Sobre a Atividade Enzimática ($\text{mM S}^{-1} \text{g}^{-1}$) do Pâncreas de Leitões em Aleitamento ou Consumindo Ração Pré Inicial

Idade (dias)	Tripsina		Quimotripsina	
	Aleitamento	Ração	Aleitamento	Ração
Nascimento	56	---	8060	---
7	60	---	11960	---
14	70	96	12150	13300
21	99	100	6550	17130
28	172	193	16130	16790
35	174	691	12470	23010

Desmame com dias.

Fonte: SOARES, 1995.

O efeito da alimentação de ração sólida e da idade da desmama sobre a atividade enzimática pancreática foi estudado por Westrom et al. (1991). Eles relataram que o desenvolvimento da função pancreática no leitão depende em grande parte da mudança dietética do leite da porca para a ração sólida sem importar com a idade da desmama, já que leitões desmamados na 4ª ou 6ª semana apresentaram atividades enzimáticas similares (Quadro 6).

Quadro 6 – Atividade Enzimática Pancreática (U/ kg/ h) de Leitões Desmamados com Diferentes Idades

Idade (semanas)	Desmame com 4 Semanas			Desmame com 6 Semanas	
	3 – 4*	5 – 6**	7 – 8**	5 – 6*	7 – 8**
Tripsina	0,7 ± 0,5	5,4 ± 4,1	18,1 ± 5,5	0,8 ± 0,7	5,8 ± 4,1
Amilase	60 ± 40	670 ± 560	2300 ± 1800	50 ± 50	1100 ± 530
Lipase	320 ± 170	1100 ± 670	2800 ± 2300	580 ± 670	2100 ± 1500

Lactante **Consumindo Ração

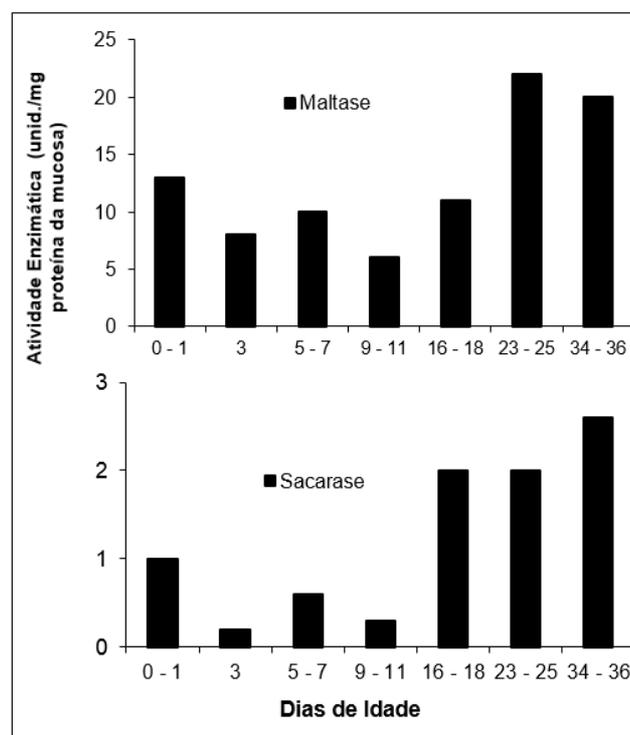
Fonte: Westrom et al., 1991.

3.2 Enzimas da Mucosa do Intestino Delgado

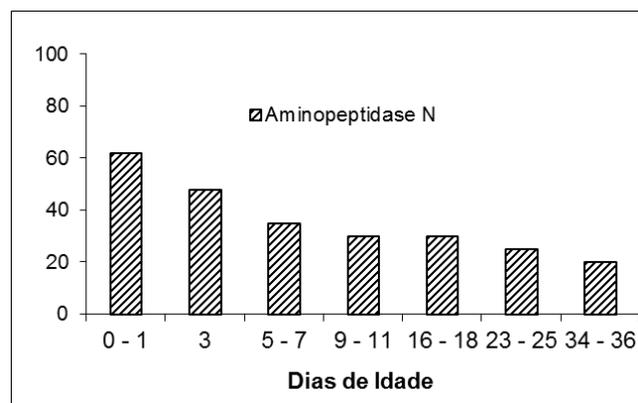
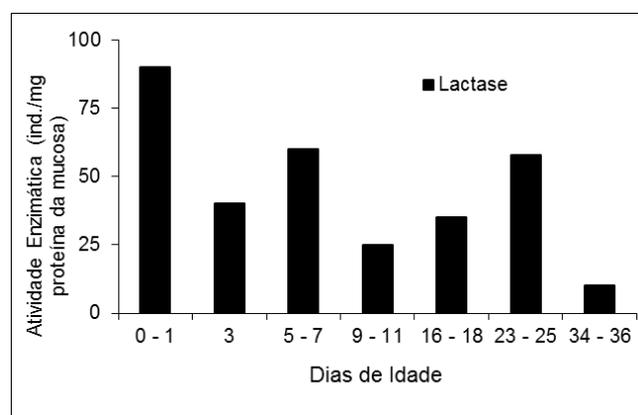
Em relação à atividade das enzimas presentes na mucosa intestinal dos suínos e especificamente dos leitões, deve-se destacar a alta atividade da lactase no leitão ao nascer e o decréscimo com a idade, ocorrendo rapidamente durante a primeira semana de vida para, posteriormente, uma lenta diminuição.

A atividade da sacarose no leitão é baixa, enquanto que no suíno adulto o nível é bastante elevado. Pesquisas realizadas com leitões criados artificialmente com dieta pré inicial mostraram que a atividade máxima da sacarase foi obtida entre a 2ª e 4ª semana de vida no primeiro quarto do intestino delgado. No segundo quarto do intestino delgado a atividade máxima foi detectada com 4 semanas de idade. Estes resultados confirmaram as observações da década de 50 que mostraram um baixo desempenho de leitões alimentados com dietas contendo açúcar nos primeiros dias de vida (Drochner, 1991).

Figura 7 - Atividade das Dissacaridases (maltase, sacarase e lactase) e de Peptidase (aminopeptidase N) no Intestino Delgado de Leitões Lactantes



Fonte: Sangild et al., 1991.



Fonte: Sangild et al., 1991.

Similarmente, a atividade da maltase aumentou em correlação com a sacarase já que formam o que é chamado uma dupla molécula complexa. Obviamente não somente a idade do animal, mas também o tipo de dieta com alto conteúdo de amido ou açúcar pode ser responsável pelo aumento de atividade da enzima intestinal correspondente no leitão. Além dos fatores citados anteriormente podem ocorrer, dentro de uma leitegada, variações individuais nas atividades enzimáticas.

Na Figura 7 são mostradas as atividades de dissacaridases (lactase, maltase e sacarase) e da peptidase no intestino delgado de leitões lactantes (Sangild et al., 1991 b). Após a primeira semana a atividade da sacarase e da maltase aumentaram significativamente, em contraposição, a lactase e a peptidase diminuíram com a idade do animal. Os autores comentam que a atividade das dissacaridases pode ser aumentada pelo desmame e pelo fornecimento de dietas contendo açúcar e amido.

3.3 Vilosidade no Intestino Delgado do Leitão

Após o nascimento do leitão é detectado um decréscimo gradual da altura das vilosidades do intestino delgado a partir da primeira semana de vida. Entretanto, após o desmame ocorre uma queda brusca na altura das vilosidades com aumento de profundidade das criptas. Hampton (1986) relata que 24 horas após o desmame houve 20 a 35% de redução na altura das vilosidades de leitões desmamados com 21 dias. A altura mínima foi atingida 5 dias pós desmame com um valor de 50% da altura inicial. O autor concluiu que houve uma redução do número de células do ápice das vilosidades e que após o 5º dia as criptas aumentam a produção de células resultando em pequeno aumento na altura das vilosidades.

Continuando nesta linha de pesquisa Deprez et al. (1987) verificaram que houve máxima redução da altura das vilosidades no 8º dia após o desmame (aos 35 dias de idade). Eles forneceram uma dieta sólida e a mesma na forma líquida (2 água: 1 dieta) e concluíram que a dieta sólida provocou redução significativa da altura das vilosidades em relação aos leitões alimentados com a dieta líquida que manteve-

ram relativamente sem alteração as vilosidades (Quadro 7). As conclusões foram que o conteúdo de umidade da ração é um fator importante influenciando a estrutura das vilosidades o que se correlaciona com a diminuição da atividade enzimática intestinal e pode ser a causa dos problemas entéricos pós desmame dos leitões.

Na revisão realizada por Bartols e Penz Jr. (1996) são comentados resultados experimentais onde foi concluído que a mortalidade após o desmame estava associada ao tamanho das vilosidades e a profundidade das criptas e que a suplementação de ração, com consumo adequado, durante o período de amamentação é benéfico para evitar o encurtamento das vilosidades após o desmame.

Quadro 7 - Altura das Vilosidades (mm) do Jejunó Distal de Leitões Alimentados com Dieta Sólida ou Líquida

Tipo de Dieta	Dias Pós Desmame				
	0	4	6	8	11
Sólida	329	283	269	220	254
Líquida	329	364	312	388	375

Dieta Líquida = 2 água : 1 sólida; Desmama aos 35 dias.

Fonte: Deprez et al. (1987).

4. Digestibilidade de Alimentos Usados nas Rações de Leitões

Para formular rações de leitões é necessário utilizar valores de digestibilidade dos nutrientes obtidos de tabelas. Realmente, as tabelas usadas para calcular rações são tabelas estrangeiras ou publicadas no país com base em dados obtidos com suínos que possuem o aparelho digestivo “adulto”.

Levando em conta as particularidades da digestão do leitão seria de grande importância utilizar dados de digestibilidade dos alimentos determinados com animais jovens, ou seja, com idade entre 7 e 35 dias.

Em pesquisas realizadas na UFV por Moreira et al. (1994) e Pupa (1998), foram determinados os coeficientes da digestibilidade aparente e os valores de energia digestível de alguns alimentos com leitões de diferentes idade. Os valores são mostrados no Quadro 8.

A comparação com os valores citados na literatura onde foram utilizados animais em crescimento nos permite concluir que o milho, o açúcar e o óleo degomado de soja não devem ser incluídos em grandes quantidades nas rações de leitões até aproximadamente 30 dias de vida, por outro lado o milho pré cozido, o plasma e os produtos lácteos podem ser normalmente utilizados sem restrição. O farelo de soja e a soja integral micronizada podem ser classificados como de inclusão intermediária nas rações de leitões. Deve-se destacar a melhora significativa da digestibilidade de alguns alimentos (açúcar e óleo) no curto período de 10 dias (Quadro 8), o que mostra a rápida adaptação das enzimas digestivas do leitão.

Quadro 8 - Digestibilidade da Proteína e da Energia de Alguns Alimentos Determinados com Leitões (valores na MS)

Coeficiente Dig. Prot. %	Energia Dig. (Kcal/ Kg)			Literatura ¹
	Idade (dias)	22-28	28-33	
Açúcar	---	---	---	3419 --- 4118 4137
Óleo Soja	---	---	---	6616 --- 9034 7956
Milho	---	47,6	---	---
Milho Pré Cozido	---	79,7	---	---
Farelo Soja	---	86,4	---	---
Soja Int. Micro.	---	85,3	---	---
Soja Int. Micro.	88,0	---	89,7	4698 --- 4902 4572 ²
Plasma	95,7	---	82,2	5680 --- 4646 4393 ³
Leite Desnatado	93,7	---	93,8	4125 --- 4180 3971 ¹
Soro de Leite	---	97,2	---	---

1. Literatura: determinação com suínos em crescimento; 2. Soja Integral Processada; 3. Média dos valores citados pelos fabricantes.

Fonte: Moreira et al. (1994) e Pupa (1998).

Quadro 9 - Utilização de Ração Líquida na Alimentação Pré e Pós Desmame de Leitões

Experimento 1	Ganho diário (g)			Consumo Diário (g de MS)		
	7*-21	21-28**	28-42	7*-21	21-28**	28-42
Dieta sólida	165	142	472	3,4	187	605
Dieta líquida	219	226	403	3,2,4	236	537
Experimento 2						
Desmame aos 14 dias						
Períodos (idade em dias)	7*-14	14-28**	28-42	7*-14	14-28**	28-42
Dieta sólida	215	135	480	3,0	223	558
Dieta líquida	261	219	467	11,0	232	587

*Início do fornecimento de ração sólida ou líquida aos 7 dias;

** Término do fornecimento da ração líquida aos 28 dias. “No período de 28 a 42 dias todos os leitões receberam a ração sólida.”

- Dieta sólida: ração pré inicial farelada contendo milho, milho pré cozido, far. Soja, soja int, micronizada, soro de leite, plasma, açúcar, acidificante, lisina, metionina, treonina, min. e vit.

- Dieta líquida: 80% água, 20% ração contendo milho pré cozido, soja micronizada, leite desnatado, soro de leite, plasma, açúcar, acidificante, lisina, metionina, treonina, min. e vit.

Fonte: Pupa (1998).

Levando em consideração as particularidades digestivas e a necessidade de estimular o consumo de ração do leitão, Pupa (1998) estudou a utilização de uma dieta líquida na alimentação de leitões nas fases pré e pós desmame.

Os resultados experimentais, mostrados no Quadro 9, confirmaram dados da literatura que o consumo de ração sólida durante a fase de amamentação é muito baixo, 3,0 a 3,4 g de MS/leitão/dia, por outro lado o fornecimento de uma dieta líquida aumentou o consumo diário para 11 e 32,4 g de MS/leitão/dia no período de 7 a 14 e 7 a 21 dias, respectivamente.

O maior consumo da dieta líquida estimulará o desenvolvimento da atividade digestiva do leitão e como consequência aumentará o aproveitamento da ração (digestibilidade) resultando em melhor desempenho, como mostrado no Quadro 9.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARTELS, H.A.; PENZ Jr.A.M. Nutrição de leitões nas fases pré e pós desmame. In: I Simpósio Internacional de Nutrição de Monogástricos. XII Semana de Zootecnia, Rio de Janeiro, 1996. Anais: Rio de Janeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1996.

BERTECHINI, A. C. Fisiologia da digestão de suínos e aves ESAL- Lavras, MG, 141p., 1994.

BOLDUAN, G.; JUNG. H.; SCHABEL. E. & SCHNOIDER. Recent advances in the nutrition of weaner piglets. Pig News and Information, 9(4): 3891-385, 1988.

DELFORGE, J. L. New concepts in the use of acidulents in animal feeds. In: Virginiamycin Symposium, Sicília, Italia, 56p., 1987.

DEPREZ, P.; DEROOSE, P.; HENDE. C. V.; MUYLLE, E.; OYAERT. W. Liquid versus dry feeding in weaned piglets: the influence on small intestinal morphology, J. Vet. Med. B., 34:254-259, 1987.

- DROCHNER, W. Digestion of carbohydrates in the pig. In: Digestive physiology in pigs. Proc. V. Int. Symp. Holanda, p.367-388, 1991.
- FACTA Fisiologia da digestão e absorção das aves. FACTA, Campinas, SP 176p, 1994.
- FALLON, R. J. Acidification of calf and piglet diets. In: Biotechnology in the food industry. USA, p.219-233, 1993.
- FERREIRA, A. S. Estimativa de produção e composição de leite de porca e aleitamento artificial de leitões. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 121p., 1986, (Tese D.S).
- HAMPTON, D. J. Alternations in piglets small intestinal structure at weaning. Research in Vet. Sci., 40:322-40, 1986.
- KIDDER, D. E. & MANNERS, M. J. Digestion in the pig. Science Technica. Kingston Press, Inglaterra, 201p., 1978.
- MANNERS, J. H.; POND, M. C.; LOOSLI, M. C & LOWEY, R. S. Effect of isolated soybean protein and casein on the gastric pH and rate of passage of food residues on baby pigs. J. Anim. Sci., 21:49-55, 1962.
- MORAN, J. E. T. The gastrointestinal systems. Comparative nutrition of fowland and swine. Univ. of Guelph, Canada, 253p., 1982.
- MORREIRA, I., ROSTAGNO, H. S., COELHO, D. T.; COSTA, P. M^a; TAFURI, M. L. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e soja integral processada a calor. Ver. Soc. Bras. Zoot., 23:916-929, 1994.
- OSWSLEY, W. F.; ORR, O. R. & TRIBBLE, L. F. Effects of age and diet on development of pancreas and the synthesis and secretion of pancreatic enzymes in the Young pig. J. Anim. Sci. 63:497-504, 1986.
- PEKAS, J. C. Digestion and absorption capacity and their development. In: Swine nutrition, Butterworth-Heinemann, USA, 1991.
- PUPA, J.M.R. Tese de doutorado em andamento, Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- RERAT, A. & CORRING, T. Animal factors affecting protein digestion and absorption. In: Digestive physiology in pigs. Proc. V Int. Symp. Holanda, p.1-34, 1991.
- SABB, J. E.; GOGFREY, P. M.; BRANNON, P. M., Adaptive response of rat pancreatic lipase to dietary fat: effects of amount type of rat. J. Nutr. 116:892-899, 1986.
- SANGILD, P.T.; CRANWELL, P. D.; SØRENSEN, H.; MORTENSEN, K.; NOREN, O.; WETTEBERG, L. & SJÖSTRÖM, H. Development of intestinal disaccharidases, intestinal peptidases and pancreatic proteases in suckling pigs. The effects of age and ACTH treatment. In: Digestive physiology in pigs. Proc. V Int. Symp. Holanda, p.73-78, 1991.b.
- SANGILD, P. T.; FOLIMANN, B & CRANWELL, P. D. The development of gastric proteases in the pre- and post-natal pig. The effects of age and ACTH treatment. In: Digestive physiology in pigs. Proc. V Int. Symp. Holanda, p.35-40, 1991.a.
- SOARES, J. M. Perfil enzimático de tripsina e quimotripsina do pâncreas e do quimo de leitões o nascimento aos 35 dias de idade. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 43p., 1995. (Tese M.S.).
- TARDIN, A. C. Fisiologia digestiva e nutrição no desmame precoce de leitões. In: II CONGRESSO DA ABRAVES, Rio de Janeiro, Anais...Rio de Janeiro, ABRAVES, p. 33-57, 1985.
- WESTRON, B. R.; PIERZYNOWSKI, S. G.; SVENDSEN, J. & KARISSON, B. W. Stimulatory effect of dietary changes at weaning on the exocrine pancreas in developing pigs. In: Digestive physiology in pigs. Proc. V Int. Symp. Holanda, p.55-59, 1991.
- XU, R. J. Development of the newborn GI tract and its relation to colostrum milk intake: a review Reprod Fertil. Dev, 8:35-48, 1996.