

Fisiologia digestiva e nutrição pós desmame em leitões

Acidificantes, enzimas, prebióticos, probióticos, produtos lácteos.

Letícia de Souza Santos¹

Alessandra Gimenez Mascarenhas^{2*}

Helder Freitas de Oliveira³

¹ Graduanda em Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Departamento de Zootecnia, Goiânia, Goiás, Brasil.

² Professor Adjunto IV, Universidade Federal de Goiás, Departamento de Zootecnia, Goiânia, Goiás, Brasil. *Email: alegimenez09@hotmail.com

³ Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Departamento de Zootecnia, Goiânia, Goiás, Brasil.

RESUMO

O período de desmame é caracterizado pelo baixo desempenho dos leitões. Além da mudança de ambiente e separação da porca, que são grandes fatores de estresse, a modificação da dieta é um dos motivos para esse decréscimo. O leitão, até então recebendo leite materno, tem de se adaptar a uma nova dieta que é fornecida seca (farelada), e com composição de nutrientes que ele ainda não apresenta nível suficiente de enzimas para digestão. Esse momento é marcado por uma queda no consumo de alimento e possibilidade de diarreias. Conhecer e entender as modificações fisiológicas do sistema digestivo no período pré e pós desmame torna-se fundamental para elaboração de uma dieta de maior digestibilidade, utilizando-se na formulação: derivados lácteos, enzimas, acidificantes, probióticos e prebióticos, minimizando os efeitos negativos ocorridos nesse período. Objetivou-se com esta revisão apresentar aspectos relativos à fisiologia digestiva de leitões, para assim, fornecer subsídios ao nutricionista para que possa formular uma dieta adequada às necessidades dessa fase e para minimizar possíveis problemas decorrentes do uso de dietas inadequadas.

Palavras-chave: acidificantes, enzimas, prebióticos, probióticos, produtos lácteos.



Nutri·Time

Revista Eletrônica

Vol. 13, Nº 01, jan/fev de 2016

ISSN: 1983-9006

www.nutritime.com.br

A Revista Eletrônica Nutritime é uma publicação bimensal da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos e também resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>.

DIGESTIVE PHYSIOLOGY AND NUTRITION POST WEANING PIGLETS

ABSTRACT

The weaning period is characterized by low performance of piglets. In addition to the change of environment and separation of the nut, which are major stressors, diet modification is one of the reasons for this decrease. The pig, previously receiving breast milk, has to adapt to a new diet that is provided dry (mash), and nutrient composition that he still does not have sufficient level of enzymes for digestion. This moment is marked by a decrease in food consumption and the possibility of laxity. Knowing and understanding the physiological changes of the digestive system in the pre and post weaning is fundamental to developing a diet higher digestibility, using the formulation: dairy products, enzymes, acidifiers, probiotics and prebiotics, minimizing the negative effects occurring in this period. The objective of this review to present aspects of the digestive physiology of pigs, thus, provide subsidies nutritionist so you can formulate a proper diet to the needs of this phase and to minimize potential problems resulting from the use of inadequate diets.

Keywords: acidifiers, enzymes, prebiotics, probiotics, dairy products.

INTRODUÇÃO

O cenário atual da suinocultura evidencia uma redução significativa nas margens de lucro e, por isso, para que os produtores sobrevivam no setor, produzir de forma economicamente eficiente passou a ser pré-requisito (ABCS, 2011).

A fim de alcançar elevada produtividade, a busca pela redução entre o intervalo partos/porca/ano se torna gradativamente maior. Esta redução pode ser alcançada pelo desmame precoce de leitões, assim, aumentando o número de leitões porca/ano.

Porém, o desmame é um momento crítico, onde vários fatores estressantes ocorrem em conjunto, e por isso, requer que uma série de necessidades dos leitões sejam atendidas em termos de: manejo, nutrição, ambiente e sanidade (IAFIGLIOLA, 2001).

Dentre os fatores estressantes pode-se destacar a alteração da alimentação líquida para uma dieta sólida, mistura com outras leitegadas, a mudança de ambiente e separação da porca. O pós desmame é caracterizado por um baixo desempenho dos leitões. Isso porque durante a amamentação, o leitão recebia um alimento altamente digestível e rico em gordura, lactose e caseína, permitindo assim seu rápido crescimento. Após o desmame, é submetido às rações secas, com amidos, óleos e proteínas vegetais, sendo que o sistema digestório e imune não estão adequadamente desenvolvidos (ROPPA, 1998).

Busca-se com essa revisão bibliográfica abordar aspectos da fisiologia digestiva dos leitões, fornecer subsídios para formulação de uma dieta que seja adequada às necessidades dessa fase, minimizando problemas possíveis decorrentes do uso de dietas inadequadas como diarreia e baixo consumo de ração.

O PROCESSO DE DESMAME

Na produção de suínos observou-se nos anos 80-90 a ocorrência de uma redução na idade de desmame dos leitões, de oito para cerca de três semanas, o que acarretou em diversos problemas fisiológicos e nutricionais para os leitões recém desmamados (RAMALHO, 1990). Esse desmame aos 21 dias de idade em média é o chamado desmame precoce, e é uma

prática de manejo que pode ser realizada nas granjas desde que sejam oferecidas boas condições nutricionais e de sanidade (SOARES, 2004).

Essa idade de desmame se justifica por reduzir o intervalo desmama cio (IDC) da matriz comparado com os desmames realizados aos 28 e aos 35 dias e também por ser o momento onde a produção de leite da fêmea começa a diminuir ao passo que a velocidade de crescimento dos leitões aumenta, então o leite passa a não atender as necessidades de crescimento, sendo necessário o fornecimento de ração. Portanto, aproveita-se para realizar o desmame. Entretanto, quanto mais cedo ocorre o desmame, mais imaturo fisiologicamente encontra-se o sistema digestório desse leitão o que poderá levar as dificuldades em utilizar adequadamente o alimento fornecido.

É necessário complementar o déficit nutricional no desmame, mas é preciso que o leitão consiga ingerir e utilizar adequadamente os nutrientes suplementados pela ração. Algumas mudanças fisiológicas ocorrem no período de pré e pós desmame, e o conhecimento dessas alterações é de grande importância por darem o suporte para a formulação de uma dieta mais adequada, seja pré ou pós desmame.

Durante o aleitamento, uma série de secreções no estômago, pâncreas e intestino são produzidas em pequenas quantidades, ou nem são produzidas, devido às características do leite que não necessita das mesmas para sua digestão. Mas por época do desmame, ocorre uma modificação na natureza da dieta, e essa, requer, para que seja utilizada, a presença e quantidades adequadas destas secreções.

Então, como consequência, o desmame está associado aos estresses fisiológico e nutricional, acarretando a redução na ingestão de alimento e no ganho de peso; e logo após o desmame, o sistema digestório dos leitões tem que se adaptar ao novo regime alimentar, à alteração do potencial hidrogeniônico (pH), à secreção de enzimas e à motilidade intestinal. Do nascimento ao desmame, o leite materno é a principal fonte de energia para o leitão. O leite é rico em gordura, lactose, caseína, é de fácil digestão, se encontra na forma líquida e é ingerido em espaços regulares de tempo (RIGUEIRA, 2009).

O colostro e o leite contêm grupos de componentes biologicamente ativos, tais como enzimas, hormônios, fatores de crescimento e agentes imunológicos, responsáveis pelo desenvolvimento do trato gastrointestinal (SBARDELLA, 2011). Ao desmame, o sistema digestório de leitões passa por modificações até que esteja preparado para a digestão de ingredientes de origem vegetal (TEIXEIRA et al., 2003). Além da substituição da caseína do leite, que é altamente digestível, por proteínas vegetais menos digestíveis, a nova dieta também pode apresentar antígenos que provocam reações de hipersensibilidade transitória no intestino, uma vez isento da proteção que havia no leite (Ludke et al., 1998).

FISIOLOGIA DO SISTEMA DIGESTÓRIO

Nos animais domésticos, a digestão de alimentos é feita por meio de enzimas no estômago e intestino delgado (NERY et al., 2000). Digestão é o processo de quebra de nutrientes complexos em moléculas simples. Já absorção é o processo de transporte das moléculas simples através do epitélio intestinal. A função digestória é realizada através da atividade conjunta de enzimas proteases, carbohidrases e lipases dos sucos gástrico, pancreático e intestinal, completando-se a digestão através da atividade fermentativa da microbiota existente no intestino.

Digestão na boca e no estômago

O processo de digestão se inicia logo após a ingestão da ração, com a mastigação e umedecimento do alimento por meio da saliva onde ocorre a secreção e ação da enzima α -amilase salivar, que atua no amido, quebrando este em frações menores. Entretanto, a ação da amilase salivar é pequena já que o alimento permanece pouco tempo na boca, sendo logo deglutido e no estômago o pH não é favorável à sua atividade. Os lipídios são hidrolisados pela lipase lingual, secretada na base da língua (SBARDELLA, 2011).

Após o alimento ser ingerido, mastigado e deglutido, chega ao estômago, que tem função de digestão e armazenamento. É dividido em quatro regiões anatômicas, denominadas cárdia, fundo, corpo e antro, revestido por uma mucosa, que apresenta depressões e glândulas. Nas depressões localizam-se as células epiteliais superficiais, enquanto que nas glândulas localizam-se três tipos distintos de células. As parietais

são responsáveis pela secreção de ácido clorídrico (HCl), as endócrinas pela secreção de muco e as principais pela secreção de pepsinogênio (EBERHART & DUBOIS, 1995).

Durante o consumo de uma refeição, o alimento estimula o estômago a secretar suco gástrico. O suco gástrico apresenta um pH entre 2,0 e 3,5, é composto por HCl, pepsinas e lipase gástrica. Sendo que a atividade da lipase gástrica, por ser inativada pela acidez do estômago, é bem inferior à da lipase pancreática (SBARDELLA, 2011). A secreção do suco gástrico ocorre em resposta às substâncias químicas presentes no alimento e à distensão das paredes do estômago causada pela presença de alimento (SMITH & MORTON, 2003).

O manejo alimentar após o desmame tem que se assemelhar ao que ele recebia em aleitamento, isso porque o trânsito intestinal é mais lento e uma parada intestinal que ocorre imediatamente após o desmame permite que as bactérias tenham oportunidade de se fixarem ao epitélio intestinal. Assim sendo, as partículas de alimento não digeridas no lúmen intestinal servem de substrato para o crescimento bacteriano indesejável (PUPPA, 2008). A ação do suco gástrico deve ser efetiva, para hidrolisar e liberar o que não for digerido no estômago para o intestino de forma regular.

A gastrina é um hormônio secretado pelas células G no estômago. Este hormônio estimula a secreção de suco gástrico, e tem papel singular na preparação do trato gastrointestinal para a digestão e absorção do alimento (SMITH & MORTON, 2003). O HCl, secretado no suco gástrico, tem função de eliminar microrganismos e proteger o leitão contra infecções entéricas (PUPPA, 2008). Além disso, por manter o pH ácido, favorece a ação de enzimas proteolíticas, como a pepsina.

No estômago do suíno foram detectadas quatro enzimas proteolíticas, a pepsina A, a mais abundante com atividade máxima a pH 2,0, a pepsina B, a pepsina C ou gastricsina e a quimosina. A pepsina C e a quimosina são secretadas pelos leitões com pH ótimo entre 3,0 e 4,0 (RERAT & CORRING, 1991).

O precursor da pepsina é o pepsinogênio, que ao ser exposto ao conteúdo ácido do estômago, por volta

do pH 2,0, ocorre a clivagem de uma pequena porção da molécula proteica, resultando na ativação das enzimas. As pepsinas são responsáveis por menos de 20% da digestão de proteínas que ocorre no trato gastrointestinal. As pepsinas são endopeptidases, ou seja, quebram as proteínas em pontos internos ao longo da cadeia de aminoácidos, resultando na produção de peptídeos, e hidrolisam preferencialmente ligações peptídicas de aminoácidos aromáticos como tirosina e fenilalanina, são enzimas proteolíticas ativas em meio ácido (1,8 a 3,5) (SMITH & MORTON, 2003).

Segundo Kidder & Manners citado por Leibholz et al. (1984) a secreção ácida não é bem desenvolvida em leitões de duas a quatro semanas. Este fato se deve não somente a baixa de secreção do HCl, mas também às propriedades tamponantes do leite, saliva, muco gástrico. Embora existam dados de acidez relatados, são provavelmente devido a presença de ácidos orgânicos produzidos por fermentação, por exemplo ácido láctico produzido a partir da lactose presente no leite.

No período pré-desmame a produção de HCl e pepsina é baixa, mas aumenta gradativamente, e atinge quantidades satisfatórias na época do desmame. A atividade enzimática da pepsina só é suficiente quando o pH do estômago atinge valores menores do que 2,0. Durante a fase de amamentação, não há necessidade de grande quantidade de HCl, pois o leitão consome pequena quantidade de leite altamente digestível, várias vezes ao dia. O leite apresenta alto teor de lactose e favorece o crescimento de bactérias chamadas lactobacilos, que diminuem naturalmente o pH, pela produção de ácido láctico. Já após o desmame, o animal tem dificuldade em manter baixo o pH do estômago para a satisfatória produção de pepsina, isso ocorre pela diminuição do substrato lactose e conseqüentemente diminuição da flora de lactobacilos, e pela demora no desenvolvimento de produção suficiente de HCl (ROPPA, 1998).

A pepsina atua em pH 2,0, quimosina atua em pH mais alto. A pró-quimosina é ativada pelo HCl em quimosina, que tem sua máxima concentração ao nascer, e depois diminui gradativamente até os 36 dias de idade. Já a pepsina tem sua atividade aumentada após uma semana de vida. A quimosina se destaca

em relação à coagulação do leite, pois apresenta capacidade de coagulação cerca de cinquenta vezes maior do que a pepsina. Com maior poder de coagulação, a quimosina evita 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 em nível de membrana ou serão absorvidas. Já em relação à atividade proteolítica, a quimosina apresenta baixa atividade proteolítica, o que auxiliará a não sobrecarregar o intestino do leitão evitando diarreia (SANGILD et al., 1991).

Como o pH do estômago, no desmame, não é baixo o bastante para eficaz produção de pepsina, as proteínas presentes na dieta não são completamente digeridas. Estas proteínas tornam-se substrato para o desenvolvimento de bactérias patogênicas como *Escherichia coli* e *Salmonella* spp., que secretam enterotoxinas causando diarreia e outros distúrbios fisiológicos (CHAMONE et al., 2010). Os produtos não degradados no estômago vão originar o quimo, que é encaminhado para o duodeno (primeira região do intestino delgado).

Pâncreas e Fígado

O fígado e o pâncreas são órgãos auxiliares da digestão. O fígado produz a bile, que é necessária para emulsificação das gorduras. Os sais biliares auxiliam a digestão e absorção de gorduras no jejuno. A bile é armazenada na vesícula biliar até que se torne necessária no duodeno, é composta por ácidos biliares, fosfolípidios, colesterol e substâncias orgânicas lipossolúveis (CUNNINGHAM, 2002). O pâncreas tem papel importante na digestão dos alimentos ingeridos, pois produz o suco pancreático que contém enzimas que atuam na digestão do amido (amilase), das proteínas (tripsina e quimotripsina e carboxipeptidases) e das gorduras (lipases) (ROPPA, 1998).

A α -amilase pancreática digere o amido no intestino para produzir maltose, maltotriose e dextrinas (CUNNINGHAM, 2002). As gorduras são hidrolisadas a ácidos graxos, glicerol, monoacilgliceróis e diacilgliceróis, pela lipase pancreática (HARPER et al., 1994). A atividade da lipase pancreática reduz logo após o desmame (JENSEN et al., 1997), e esta redução pode estar relacionada ao menor conteúdo de

gordura da dieta pós-desmame em relação ao leite da porca. A atividade da lipase depende do conteúdo de lipídeos presente na dieta.

As enzimas proteolíticas pancreáticas são secretadas no intestino delgado em forma inativa. O tripsinogênio é ativado pela enteroquinase intestinal e forma tripsina que ativa o quimotripsinogênio, a procarboxipeptidases A e B e a proelastase. A quimotripsina e carboxipeptidase A atuam complementarmente sobre as proteínas, e hidrolisam as ligações peptídicas perto dos L-aminoácidos aromáticos, e na coagulação do leite similarmente à quimosina e pepsina. Já a tripsina e carboxipeptidase B atuam complementando-se sobre os L-aminoácidos básicos (AUSTIC, 1995).

Rantzer et al. (1997) sugeriram que as principais alterações na secreção pancreática exócrina em suínos ocorrem durante os primeiros dias após o desmame. A quantidade total de tripsina e quimotripsina no pâncreas e jejuno, após o desmame é influenciada positivamente pela ingestão de ração (MAKKINK et al., 1994). Embora, segundo esses mesmos autores, essas alterações na secreção pancreática estão mais relacionadas à retirada do leite da alimentação do que ao início da ingestão de ração.

Antes do desmame, a secreção pancreática reduzida pode estar relacionada à secreção endócrina do pâncreas. Isso porque o glucagon inibe a secreção de enzimas, enquanto que a insulina induz a produção de enzimas pancreáticas (HABER et al., 2001).

Soares et al. (1999) concluíram que a atividade das proteases pancreáticas aumentou com a idade dos leitões e que o fornecimento de ração a partir do sétimo dia melhorou ainda mais a atividade destas enzimas. O fornecimento de dietas com alto teor de proteína e baixo teor de amido resulta no aumento da secreção pancreática de enzimas proteolíticas e da diminuição de α -amilase.

Digestão e absorção no intestino

O intestino delgado dos animais possui como estrutura funcional as vilosidades, sendo estas projeções da mucosa revestidas por enterócitos, na qual a maturação acontece quando as células indiferenciadas nas criptas migram para a ponta das vilosidades, sendo

seu tamanho influenciado pelo número de células que as constituem (SANTOS, 2007). Os nutrientes, eletrólitos e água são absorvidos pelos enterócitos das vilosidades. No intestino a digesta mistura-se com secreções alcalinas do fígado, do pâncreas e com sucos secretados pelas paredes dos intestinos, que elevam o pH intestinal permitindo e facilitando a ação das enzimas pancreáticas (PUPPA, 2008).

O mecanismo de inibição do esvaziamento gástrico do alimento para o duodeno faz com que o conteúdo duodenal seja processado antes de entrar mais alimento proveniente do estômago. Quando o quimo chega ao intestino, ocorre a liberação no sangue dos hormônios secretina e colecistocinina pelas células endócrinas nas paredes do duodeno. A secretina atua no estímulo a secreção de suco pancreático, bile e suco intestinal, todos alcalinos; E a colecistocinina atua na estimulação da secreção de suco pancreático, atua também na entrada da bile e do suco pancreático por provocar contração da vesícula biliar e relaxamento do esfíncter Oddi (SMITH & MORTON, 2003).

Além da amilase pancreática que atua clivando ligações α -1,4 a isomaltase atua clivando ligações α -1,6 nos polissacarídeos e oligossacarídeos ramificados produzidos pela ação da amilase no intestino, gerando maltose e maltotriose.

As enzimas responsáveis em digerir os dissacarídeos formados pela ação da amilase e isomaltase, são: maltase (maltose em glicose), sacarase (sacarose em glicose e frutose) e lactase (lactose em galactose e glicose), produzidas nas vilosidades do intestino (CUNNINGHAM, 2002). A lactase possui alta atividade no leitão ao nascer, pela presença de lactose no leite, e vai diminuindo com a idade. Já a sacarase e a maltase, têm atividades baixas após o nascimento e aumentam com o decorrer do tempo. Não somente a idade, mas o tipo de dieta influencia o aumento da atividade enzimática no intestino do leitão (PUPPA, 2008).

Em relação à digestão dos lipídeos, sua assimilação se inicia na emulsificação, pela ação da bile ou estágio de gotículas emulsificadas. Então, ocorre ação combinada das enzimas pancreáticas, lipases e co-li-

pases, na hidrólise de lipídeos. Por fim, formam-se as micelas e ocorre a absorção (CUNNINGHAM, 2002). Digestão de proteínas no intestino ocorre por ação de endopeptidases e exopeptidases presentes no suco pancreático secretado no intestino.

A eficiência no ganho de peso dos leitões está relacionada ao comprimento do intestino, visto que, quanto mais comprido maior será sua área de absorção. Em relação ao tamanho das vilosidades, quanto maior o tamanho maior é a capacidade de absorção dos alimentos, pois as enzimas digestivas do intestino são produzidas nas bordas das vilosidades (ROPPA, 1998). O encurtamento das vilosidades predispõe à má digestão e má absorção, assim, logo após o desmame, a altura das vilosidades do intestino delgado diminui, resultando em menor área de absorção (HAMPSON, 1986).

O tamanho das vilosidades é maior nos recém-nascidos, e diminui durante a fase de aleitamento, mas é no desmame que a estrutura das vilosidades é afetada pela drástica redução do tamanho. O baixo consumo e a mudança para uma dieta diferente são os principais fatores que contribuem para esta considerável redução no tamanho (ROPPA, 1998). A superfície das vilosidades encontra-se curta, densa e lisa, por sete dias após o desmame, quando então, sua altura aumenta novamente. O alongamento das vilosidades é evidente (RERAT & CORRING, 1991) dias após o desmame, porém, não se mostram longas, finas e com estrutura morfológica semelhante a dedos, como no período de aleitamento (CERA et al., 1988).

Mantendo a alimentação dos leitões após o desmame em níveis adequados, há prevenção de redução no tamanho das vilosidades e aumento na profundidade das criptas, pela elevação na produção de células, objetivando a renovação dos enterócitos nas vilosidades do intestino (PLUSKE et al., 1996). A relação altura de vilosidade e profundidade de cripta é um parâmetro importante na detecção da qualidade da mucosa intestinal, uma vez que maiores valores para essa relação indicam uma menor injúria da mucosa intestinal (TSE et al., 2010).

A microbiota em equilíbrio no trato gastrointestinal atua como barreira biológica defensiva do animal, aderindo

às paredes intestinais e assim, impedindo a fixação dos patógenos (CERA et al., 1988). Durante a fase de aleitamento, o equilíbrio da microbiota intestinal é mantido devido à atividade antimicrobiana de componentes do leite, tais como carboidratos, glicolipídios, glicoproteínas, mucina e oligossacarídeos (KELLEY & COUTTS, 2000). Porém, logo após o desmame, a microbiota intestinal pode ser muito variável e influenciar na digestão e absorção de nutrientes (MORÉS & AMARAL, 2001).

Segundo Johnsson & Conway citados por Budiño (2007) a microbiota do intestino delgado do leitão é composta em sua maioria por espécies aeróbias e anaeróbias facultativas. Dentre as quais o *Lactobacillus* e o *Streptococcus* são os gêneros predominantes, em uma densidade de 10^7 a 10^9 UFC/g de mucosa. Os *Bifidobacterium* estão presentes ao longo do trato gastrointestinal do leitão, em uma densidade populacional de 10^4 a 10^6 UFC/g de mucosa estomacal e 10^8 UFC/g de mucosa da porção distal do intestino delgado. A microbiota do ceco e cólon contém quantidades similares de *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* e *Enterococcus*, além de *Bacteróides* e *Eubacteriaceae* e quantidades variáveis de *E.coli*.

NUTRIÇÃO PÓS DESMAME: POSSIBILIDADES A SEREM UTILIZADAS

Pelas transformações fisiológicas do sistema digestório, os leitões têm uma capacidade limitada para digerir amido, sacarose e gordura até os 21 dias de idade (BERTOL et al., 2000).

Leitões apresentam pH gástrico elevado e variável, e como consequências a função digestiva não ocorre de forma eficaz, principalmente pela insuficiência na ativação da pepsina e proliferação de microrganismos. Então, procura-se fornecer uma dieta no pós-desmame altamente palatável e digestível, de boa qualidade, que atenda as exigências nutricionais do animal e que seja fornecida de forma frequente e em pequenas quantidades.

No desmame ocorre uma redução no consumo de ração, que é parcialmente atribuída à reação natural do organismo para dar tempo a uma melhor adaptação do sistema digestório a nova dieta. Para manter a taxa de crescimento após a retirada do leite, o lei-

tão deveria comer quatrocentos gramas de ração por dia, porém este consumo dificilmente é obtido em condições normais (ROPPA, 1998). Então o fornecimento de ração com alta digestibilidade é primordial, já que existe correlação positiva entre a digestibilidade e o consumo de ração pelos leitões (KUMMER et al., 2009). A dieta deve ser formulada a base de ingredientes de elevada digestibilidade, como milho pré-cozido, soro de leite, soja extrusada, leite em pó, plasma, etc.

Mascarenhas et al. (1999) em experimento verificaram menor consumo por animais que receberam uma dieta complexa sem farelo de soja, em relação à dieta complexa contendo farelo de soja, sendo que esse menor consumo foi atribuído à menor palatabilidade do glúten de milho que foi utilizado na dieta como fonte de proteína na dieta sem farelo de soja. Isso evidencia a necessidade de suplementação nesta fase com alimentos de alta palatabilidade, alta digestibilidade, com baixa antigenicidade, e alta concentração de nutrientes como alternativa para estimular o apetite, reduzir o aparecimento de distúrbios digestivos e otimizar a ingestão de alimentos pelos leitões (BRANCO et al., 2006).

Sabendo da importância da qualidade dos ingredientes e do elevado consumo, produtos que adicionados na dieta que melhorem a ingestão trarão melhora no desempenho. Então, como alternativa para potencializar a produção, faz-se uso de aditivos e ingredientes altamente palatáveis e digestíveis nas dietas.

De acordo com a legislação brasileira, aditivos para produtos destinados à alimentação animal são substâncias ou microrganismos adicionados intencionalmente às dietas, os quais normalmente não se consomem como alimento, que tenham ou não valor nutritivo e que afetem ou melhorem as características do alimento ou dos produtos animais (MAPA, 2004).

Conhecendo-se como funciona o sistema digestório dos leitões no período de aleitamento e a desmama, e sabendo-se das dificuldades de manutenção de baixo pH, produção de enzimas, digestão adequada dos componentes da nova dieta pode-se usar nas dietas sucedâneos, acidificantes, probióticos, prebióticos e enzimas exógenas.

Capacidade tamponante dos alimentos

A capacidade tamponante é uma característica inata dos alimentos, ração ou ingrediente, consiste em neutralizar o ácido clorídrico secretado no estômago do suíno, com isso, mantendo o pH mais elevado. Porém, esta neutralização do HCl pelo efeito tamponante diminui a atividade digestiva das enzimas no estômago, isso porque o pH ideal para atividade enzimática é por volta de 2,5. Este fato é relevante se tratando do sistema digestório de leitões, que possuem capacidade de produção de HCl limitada. Os produtos lácteos, apesar de possuírem elevada capacidade tamponante são auto-acidificantes, ou seja, as bactérias convertem a lactose em ácido láctico (PUPPA, 2008). Segundo Manners et al. (1962), as proteínas da soja comparadas ao leite da porca, têm maior ação tamponante no estômago do leitão e o aumento do pH leva a redução na atividade da pepsina, transferindo para o intestino delgado maior quantidade de proteínas intactas.

Sucedâneos e derivados lácteos

Os substitutos do leite facilitam a transição do leite materno para uma ração seca, por dar tempo para o completo desenvolvimento do sistema digestório de leitões. Isso ocorre por ser uma fonte de nutrientes mais semelhantes ao leite materno, assim as alterações nas vilosidades do intestino ocorrem com menor intensidade comparada com o desmame com rações secas (ROPPA, 1998).

Produtos lácteos, como leite em pó e soro de leite, destacam-se pela palatabilidade e qualidade nutricional. A importância da fração proteica presente no soro de leite não está relacionada apenas à sua elevada digestibilidade e palatabilidade, mas também à sua alta concentração de imunoglobulinas. A lactose, excelente fonte energética, contribui também para reduzir o pH do estômago dos leitões, devido a produção de ácido láctico, em razão da fermentação por lactobacilos (KUMMER et al., 2009).

Para leitões desmamados, é necessário incluir na dieta quantidades adequadas de carboidratos que os leitões têm maior habilidade em digerir, entre os quais a lactose se destaca. Bertol et al. (2000) afirmam que suplementação da dieta com lactose nas duas primeiras semanas após o desmame melhorou

o desempenho dos leitões desmamados aos 21 dias de idade.

Segundo Hauptli et al. (2005) a utilização de soro de leite em níveis de até 21% em dietas de leitões na creche melhora a conversão alimentar. A inclusão de proteína láctea na dieta influencia a altura de vilosidades e a profundidade de cripta dos animais, refletindo em melhor desempenho dos animais (TSE et al., 2010).

Nas rações pré-iniciais a utilização de produtos lácteos é uma prática comum, visto que os benefícios ao desempenho dos leitões são comprovados. Porém, o custo desses produtos onera o custo das rações. Assim, torna-se interessante opção de ingredientes alternativos que possam substituir as fontes de lactose sem causar prejuízos ao desempenho dos animais e à qualidade das rações (SILVA et al., 2008).

Acidificantes

Os acidificantes são ácidos orgânicos ou inorgânicos adicionados à dieta com objetivo de reduzir o pH do trato digestivo, facilitando a digestão e reduzindo a proliferação de microrganismos indesejáveis no estômago e intestino (MAPA, 2004). Estão inseridos no grupo dos aditivos equilibradores da flora do trato gastrointestinal, Almeida (2012) afirma que os ácidos orgânicos têm sido utilizados há décadas na preservação do alimento, na proteção da ração e na redução de microrganismos, tais como *Escherichia coli* e *Salmonella* ssp. Os ácidos inorgânicos podem melhorar a disponibilidade de alguns minerais, tais como o cálcio, fósforo, magnésio e zinco, servindo ainda como substrato do metabolismo intermediário (VIOLA & VIEIRA, 2007).

A quantidade de acidificante a ser adicionada à ração depende do seu pH e da sua capacidade tamponante. Quanto à escolha física, os acidificantes sólidos são mais fáceis de manusear, ao passo que as formas líquidas podem ser voláteis durante a pulverização, ser corrosivo e possuir odor desagradável (RUFINO, 2013).

Os efeitos benéficos da adição dos ácidos orgânicos nas rações talvez sejam decorrentes do aumento no consumo, resultante a partir do aumento da palatabili-

dade, maior eficiência alimentar, em consequência da redução do pH gástrico, diminuição do crescimento bacteriano e aumento da atividade da pepsina (RU-NHO et al., 1997).

Os ácidos disponíveis no mercado são o cítrico, fórmico, fumárico, láctico, propiônico ou misturas destes (RUFINO, 2013). De acordo com Pupa (2008), as ações dos acidificantes se baseiam na redução do pH, que compensaria a baixa produção de HCl no estômago, na redução da capacidade tamponante da dieta; na ativação da conversão de pepsinogênio para pepsina; no estímulo da coagulação das proteínas; na elevação do tempo de permanência da ração no estômago e conseqüentemente o tempo de proteólise; na melhora na digestibilidade dos nutrientes da ração e por evitarem a proliferação de microrganismos, através do controle bactericida ou bacteriostático.

Miguel (2008) em experimento com leitões desmamados aos 21 dias demonstrou que a suplementação a dietas com acidificantes, principalmente 1,0% de ácido fumárico, favoreceu o desempenho de leitões desmamados e que as dietas com presença de ácido fumárico apresentaram maior consumo pelos animais e maior ganho de peso. O autor verificou que a adição de ácidos orgânicos reduziu o pH da dieta em comparação à dieta controle que não continha acidificante.

Estudo com leitões de 28 a 70 dias de idade realizado por Gheler et al. (2009) demonstrou que adição de ácido benzoico na ração melhorou o desempenho dos leitões. O nível de inclusão mais eficiente para melhor ganho de peso é 0,62%, e o mais eficiente para conversão alimentar é 0,79% de ácido benzoico. Além dos benefícios no desempenho, animais alimentados com dietas contendo ácido benzoico apresentam maior altura de vilosidade e profundidade de criptas.

Gomes et al. (2007) realizaram experimento com leitões recém-desmamados com objetivo de avaliar a inclusão de ácido fumárico e suas combinações com ácido butírico ou fórmico na dieta, e demonstraram que dietas suplementadas com 0,5% de ácido fumárico melhora o desempenho dos leitões nas duas primeiras semanas pós-demame. A combinação de 1,0% de ácido fumárico com 0,5% de ácido fórmico

diminui o ganho de peso diário dos leitões durante o período de (LEIBHOLZ et al., 1984) a 36 dias de idade. A associação de 1% de ácido fumárico aos ácidos butírico (0,1%) e fórmico (0,5%) causa prejuízos na altura das vilosidades do duodeno de leitões nas primeiras três semanas pós-desmame. Rice et al. (2002) concluíram que a adição de ácido cítrico nas dietas de suínos aumenta a digestibilidade da matéria seca e diminui o pH urinário.

Enzimas exógenas

Enzimas são proteínas globulares de estrutura terciária ou quaternária que agem como catalisadores biológicos, e podem estar presentes nelas vitaminas e minerais atuando como cofatores (FREITAS, 2011). De acordo com Penz, citado por Amorim et al. (2011), enzimas são específicas para os substratos, as enzimas digestórias possuem um sítio ativo que permite sua atuação na ruptura de uma determinada ligação química, sob condições favoráveis de temperatura, pH e umidade.

A produção de enzimas endógenas em leitões recém-desmamados está relacionada à idade e exposição do animal aos substratos específicos (LOVATTO, 2002). O baixo desempenho dos leitões no pós-desmame está relacionado com o consumo de ingredientes que não são bem digeridos pelas enzimas.

O uso de enzimas digestórias na alimentação animal melhora o valor nutritivo dos cereais, por potencializarem a digestão por superar os fatores antinutricionais (RODRIGUES et al., 2002). A utilização de enzimas exógenas visa aumentar a digestibilidade dos ingredientes, assim, minimizando problemas de má absorção e proliferação de microrganismos patógenos no intestino, para que ocorra melhora no desempenho produtivo dos leitões; visa também potencializar a ação de enzimas endógenas, pela maior exposição do nutriente às enzimas endógenas (FREITAS, 2011).

Além disso, alguns pesquisadores têm utilizado estas enzimas para incorporar matérias-primas de baixa qualidade às rações, para haver redução do custo por tonelada de ração e para haver melhor aproveitamento dos ingredientes. As enzimas podem ser usadas isoladamente ou em forma de complexos. A utilização de enzima isolada deve ser feita quando se conhece

o fator antinutricional que prejudica o aproveitamento dos nutrientes da dieta, enquanto o uso de complexos é realizado quando se sabe que o uso associado pode aumentar a atividade de todas (AMORIM et al., 2011).

De acordo com Campestrini et al. (2005), as enzimas usadas em rações animais podem ser divididas de acordo com sua finalidade em dois tipos: enzimas destinadas a complementar quantitativamente as próprias enzimas digestórias endógenas dos animais (proteases, amilases, fitases) e enzimas que esses animais não podem sintetizar e/ou sintetizam em pequenas proporções (β -glucanases, pentosanas, e α -galactosidases).

Existem três tipos de enzimas exógenas disponíveis no mercado. Enzimas para alimentos com baixa viscosidade (milho, sorgo e soja), para alimentos de alta viscosidade (trigo, centeio, cevada, aveia, triticale e farelo de arroz) e para degradar o ácido fítico dos grãos vegetais (ZANELLA, 2001).

Para Ferket, citado por Freitas (2011), para aumentar a digestibilidade de nutrientes e otimizar sua utilização, utilizam-se geralmente enzimas provenientes de bactérias do gênero *Bacillus* sp. ou fungos do gênero *Aspergillus* sp. As enzimas que degradam fibra agem rompendo a parede celular dos grãos, e assim, permite que as enzimas do animal tenham acesso ao interior das células dos grãos, e assim, há liberação de nutrientes, passíveis de absorção (GRAHAM, 1996).

As carboidrases realizam a degradação dos carboidratos que estão intimamente ligados ao valor nutricional dos grãos, o qual é limitado pelo teor de polissacarídeos não amídicos insolúveis (celulose) e polissacarídeos não amídicos solúveis (predominantemente as β -glucanas e arabinoxilanas) (PASCOAL & SILVA, 2005). Os polissacarídeos não amídicos (PNAs) compreendem uma ampla classes de polissacarídeos como celulose, hemicelulose, quitina e pectinas que estão presentes na parede celular das células de alimentos de origem vegetal, os monogástricos não degradam as PNAs ou o fazem com baixa eficiência (BRITO et al., 2008). Estes PNAs e oligossacarídeos estão presentes no milho e no farelo de soja.

A utilização da enzima fitase visa melhor aproveitamento do fitato, acarretando menor excreção de fósforo. Isso porque a maior parte do fósforo presente nos ingredientes de origem vegetal está na forma de fitato, esta forma deixa o fósforo indisponível (BRANDÃO et al., 2007). O fitato (ou ácido fítico) é um complexo orgânico para armazenagem de fósforo nas plantas. Quando em quantidades consideráveis, não disponibiliza o fósforo e outros nutrientes aos animais (AMORIM et al., 2011).

Freitas (2011) realizou um experimento com leitões recém-desmamados e constatou que o uso de complexo enzimático (carboidrase+fitase) melhora os parâmetros produtivos de leitões. Rufino (2013) em experimento realizado com leitões percebeu que o uso de fitase melhorou o desempenho de leitões de 6,7 kg aos 25 kg. Segundo Rice et al. (2002) a digestibilidade do fósforo e do cálcio são aumentadas quando utiliza fitase nas dietas de suínos em crescimento.

Segundo Rodrigues et al. (2002) a suplementação com o complexo enzimático, contendo xilanase, amilase, β -glucanase e pectinase, em rações para leitões, melhorou a digestibilidade dos nutrientes e os valores energéticos.

Já Teixeira et al. (2003) observaram que a adição de enzimas em forma de complexo, composto por amilase, protease e celulase, em dietas com diferentes fontes protéicas, não influenciou o desempenho produtivo dos leitões na fase de creche.

Pascoal & Silva (2005) avaliaram diferentes níveis de enzimas (carboidrases) em dietas a base de milho e farelo de soja para leitões desmamados sobre o desempenho, componentes sanguíneos e morfologia intestinal, e observaram uma melhoria na integridade da mucosa intestinal.

Nery et al. (2000) realizaram experimento com objetivo de avaliar o efeito da adição de enzimas exógenas nas rações de suínos (10-30 kg de peso vivo), e constataram que a suplementação de preparados enzimáticos com amilase, lipase e protease exógenas incrementou a digestibilidade nos nutrientes e a suplementação com protease exógena melhorou a conversão alimentar.

Probióticos e Prebióticos

Probióticos são cepas de microrganismos vivos, que agem como auxiliares na recomposição da flora microbiana do trato digestivo dos animais, diminuindo o número dos microrganismos patogênicos ou indesejáveis (MAPA, 2004).

A ação dos probióticos é melhorar a saúde geral e o desempenho dos animais. Os probióticos são biorreguladores do trato intestinal, tendo ação preventiva e curativa (CHIQUEIRI et al., 2007). Agem na alteração do pH intestinal, pela formação de lactato e inibem microrganismos, principalmente *E.coli* e salmonelas, por ação competitiva (PUPPA, 2008). Os probióticos também favorecem a produção de substâncias antibacterianas e enzimas, estimulando o sistema imune (ALMEIDA, 2012).

Como alternativa à utilização de antibióticos e quimioterápicos como promotores de crescimento, utilizam-se os prebióticos e probióticos. Sanches et al. (2006) realizaram experimento para verificar o efeito da suplementação dietética de probiótico, prebiótico e interação entre eles sobre o desempenho de leitões desmamados aos 23 dias de idade. E concluíram que o fato de os animais alimentados com rações suplementadas com os aditivos probiótico, prebiótico e simbiótico não terem apresentado diferenças significativas no desempenho, em comparação com os alimentados com antibiótico, demonstrou que é viável a utilização desses aditivos para evitar a utilização de antibióticos, mantendo-se o mesmo padrão de desempenho animal. Reafirmando Junqueira et al. (2009) demonstraram que o simbiótico (probiótico+prebiótico) proporciona os melhores resultados de desempenho dos suínos no período de 28 a 142 dias de idade e constitui uma alternativa viável ao uso de antibióticos na ração de suínos em todas as fases de produção.

Condições de desequilíbrio microbiano como estresse, troca de alimento e transporte, podem criar um ambiente favorável à fixação de microrganismos patogênicos que podem provocar modificações estruturais, como o encurtamento das vilosidades. Essa redução na área de absorção resulta em menor desenvolvimento enzimático, menor transporte de nutrientes e predispõe os animais à má absorção, à

possível desidratação e às condições de infecções entéricas (CERA et al., 1988).

A microbiota intestinal exerce um papel importante tanto na saúde quanto na doença e a suplementação da dieta com probióticos e prébióticos pode conferir equilíbrio dessa microbiota (PUPPA, 2008). Estas bactérias são introduzidas como aditivos em ração e promovem uma competição por nutrientes no trato gastrointestinal, mas a competição não ocorre entre o animal e a bactéria, mas entre as bactérias intestinais pelos seus nutrientes específicos (ALMEIDA, 2012).

O comportamento do animal em resposta ao uso de probióticos é influenciado pelo tipo de probiótico, dose utilizada, idade e raça do animal, tipo de exploração, manejo, uso de antibióticos e o ambiente de criação. As respostas mais expressivas da administração de probióticos são notadas nos animais estressados e em recém nascidos ou desmamados (BUDIÑO et al., 2010).

Para que um microrganismo seja considerado probiótico ele deve: fazer parte da microbiota normal intestinal do hospedeiro; não ser tóxico e/ou patogênico; ser capaz de aderir ao epitélio intestinal do hospedeiro; ser cultivável em escala industrial; ser estável na preparação comercial; sobreviver à ação das enzimas digestivas; sobreviver e colonizar rapidamente o intestino do hospedeiro; e ter ação antagonista aos microrganismos patogênicos (ALMEIDA, 2012).

A inclusão de 200 a 300 ppm de probiótico, em dietas de suínos em crescimento, reduziu a incidência de diarreias em leitões desmamados. A adição de 200 ppm do probiótico na dietas dos suínos melhorou o consumo e a digestibilidade da ração (HAUYNATE et al., 2006).

De acordo com MAPA (2004) prebióticos são ingredientes adicionados às rações mas que não são digeridos pelas enzimas digestivas do hospedeiro, mas que são fermentados pelas bactérias do trato digestório originando substâncias que estimulam seletivamente o crescimento e/ou atividade de bactérias benéficas e inibem a colonização de bactérias patogênicas ou indesejáveis.

A principal ação dos prebióticos é estimular o crescimento e/ou ativar o metabolismo de algum grupo de bactérias benéficas do trato intestinal. Assim, agem relacionados aos probióticos e constituem o alimento das bactérias probióticas. As substâncias que têm sido mais estudadas como aditivos prebióticos na alimentação animal são os frutoligossacarídeos, glicoligossacarídeos e mananoligossacarídeos (CHIQUE-RI et al., 2007). Tendo em vista que os prebióticos são tipo de carboidratos não digeríveis, a ação é eficaz, pois são resistentes à ação das enzimas do trato gastrointestinal.

Os prebióticos têm sido usados com a finalidade de estimular o desenvolvimento das *Bifidobacterium* e dos *Lactobacillus*, as quais são conhecidas pela grande capacidade de produzirem ácido láctico e acético (BUDIÑO, 2007). Com a produção de ácido, ocorre redução do pH, favorecendo ação das enzimas digestivas e controlando a população de microrganismos patogênicos.

Utiyama et al. (2006) demonstraram que o uso de prebióticos promoveu melhora no desempenho de leitões. A suplementação com frutoligossacarídeo favorece o ganho de peso e o consumo de ração em leitões desmamados (BUDIÑO et al., 2010).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o conhecimento dos mecanismos de digestão e absorção dos leitões, o enfoque nutrição pós desmame tornou-se mais compreensível. O desmame, por ser um período crítico para o sistema de produção, deve ocorrer da forma que minimizem os estresses durante esta etapa. Utilizar alimentos com baixa capacidade tamponante é um fator importante, pois o pH se manterá baixo. O uso de produtos lácteos é comum, mesmo estes tendo alta capacidade tamponante, pois se auto-acidificam, e assim mantém o pH estomacal em níveis propícios para atuação de enzimas. A utilização de substitutos do leite é necessária, pois é altamente palatável e agride menos o trato gastrointestinal, uma vez que não ocorre uma mudança brusca na natureza da dieta, assim, acontece de forma menos agressiva e com menor intensidade da redução do tamanho das vilosidades e profundidade criptas do intestino. Ao desmame, quando o leitão não ingere mais o leite da porca, o pH no estômago não

abaixa eficientemente para favorecer a atividade das enzimas e reduzir a proliferação de microrganismos patogênicos, e por isso, a utilização de ácidos orgânicos é favorável na nutrição pós desmame. A utilização de probióticos, prebióticos ou a interação entre os dois auxilia de forma favorável no estímulo de crescimento de bactérias benéficas ao intestino, alteram o pH e inibem microrganismos indesejáveis. Então, sabendo que o consumo de ração, e o ganho de peso são essenciais nesta fase. Os ingredientes e aditivos acima citados em associação a rações de boa qualidade, fornecidas adequadamente geram melhora no desempenho dos animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA E. **Aditivos digestivos e equilibradores da microbiota intestinal para frangos de corte.** Dissertação de Mestrado. Diamantina, Minas Gerais Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 50p, 2012.
- AMORIM, A.B; ZANGERONIMO, M.G; THOMAZ, M.C. Enzimas exógenas para suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.8, n.2, p.1469-1481, 2011.
- ABCS, Associação Brasileira Dos Criadores De Suínos. **Manual brasileiro de boas práticas agropecuárias na produção de suínos**, Revisão técnica. Brasília, DF. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011, 140p. Disponível em: <http://www.acrismat.com.br/novo_site/arquivos/27012012124348manual_brasileiro.pdf> Acesso em: 19 mar. 2015.
- AUSTIC, R.E. Developmente and adaptation of protein digestion. **The Journal of Nutrition**, v.115, p.686-697, 1985.
- BERTOL, T.M; SANTOS FILHO, J.I; LUDKE, J.V. Níveis de suplementação com lactose na dieta de leitões desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1387-1393, 2000.
- BRANCO, P.A.C.; LIMA, J.A.F.; FIALHO, E.T. et al. Utilização de farinha pré-gelatinizada de milho e soja micronizada em dietas de leitões dos 21 aos 56 dias de idade. **Boletim de Indústria Animal**, v.63, n.1, p.01-10, 2006.
- BRANDÃO, P.A.; COSTA, F.G.P.; BRANDÃO, J.S. et al. Efeito da adição de fitase em rações de frangos de corte, durante as fases de crescimento e final. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.2, p.492-498, 2007.
- BRITO, M.S.; OLIVEIRA, C.F.S.; SILVA, T.R.G. et al. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos – revisão. **Acta Veterinária Brasilica**, v.2, n.4, p.111-117, 2008.
- BUDIÑO, F.E.L.; CASTRO JÚNIOR, F.G.; OTSUK, I.P. Adição de frutoligossacarídeo em dietas para leitões desmamados: desempenho, incidência de diarreia e metabolismo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2187-2193, 2010.
- BUDIÑO, F.E.L. **Probióticos e prebióticos na alimentação de leitões.** 2007. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/suinos/index.htm> Acesso em: 12 mai. 2015.
- CAMPESTRINI, E.; SILVA, V.T.M.; APPELT, M.D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, n.6, p.259-272, 2005.
- CERA, K.R.; MAHAN, D.C.; CROSS, R.F. Effect of age, weaning and post-weaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine. **Journal of Animal Science**, v.66, n.2, p.574-584, 1988.
- CHAMONE, J.M.A.; MELO, M.T.P.; AROUCA, C.L.C. et al. Fisiologia digestiva de leitões. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.7, n.5, p.1353-1363, 2010.
- CHIQUIERI, J.; SOARES, R.T.R.; NERY, V.L. et al. Bioquímica sangüínea e altura das vilosidades intestinais de suínos alimentados com adição de probiótico, prebiótico e antibiótico. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.8, n.2, p.97-104, 2007.
- CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 3d., Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 579p., 2002.
- EBERHART, C.E.; DUBOIS, R.N. Eicosanoids and the gastrointestinal tract. **Gastroenterology**, v.109, p.285-301, 1995.
- FREITAS, B.V. **Utilização de complexo enzimático na dieta de leitões.** Pirassununga, São Paulo, Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 60p, 2011.
- GHELIER, T.R.; ARAÚJO, L.F.; SILVA, C.C. Uso de ácido benzoico na dieta de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2182-2187, 2009.
- GOMES, F.E.; FONTES, D.O.; SALIBA, E.O.S. Ácido fumárico e sua combinação com os ácidos butírico ou fórmico em dietas de leitões recém-desmamados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.5, p.1270-1277, 2007.
- GRAHAM, H. Mode of action of feed enzymes in diets based on low viscous and viscous grains. **Anais...**

- Simpósio Latino Americano de Nutrição de Suínos e Aves, Campinas, São Paulo, p.60-69, 1996.
- HABER, E.P.; CURI, R.; CARVALHO, C.R.O. et al. Secreção da insulina: efeito autócrino da insulina e modulação por ácidos graxos. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v.45, n.3, p.219-227, 2001.
- HAMPSON, D.J. Alterations in piglets small intestine structure at weaning. **Research in Veterinary Science**, v.40, n.1, p.32-40, 1986.
- HARPER, H.; RODWELL, V.; MAYES, P. Digestão e absorção no trato gastrointestinal. In: ATHENEU, J. (Ed.) **Bioquímica**. p.254-272, 1994.
- HAUPTLI, L.; LOVATTO, P.A.; SILVA, J.H.S. et al. Níveis de soro de leite integral na dieta de leitões na creche. **Ciência Rural**, v.35, n.5, p.1161-1165, 2005.
- HAUYNATE, R.A.R.; THOMAZ, M.C.; KRONKA, R.N. et al. Uso de probiótico em dietas de suínos: incidência de diarreia, desempenho zootécnico e digestibilidade de rações. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.43, n.5, p.664-673, 2006.
- IAFIGLIOLA, M. Importância da alimentação de leitões no período pré e pós-desmame. Artigo técnico, 144, **Poli-nutri Alimentos**, p.1-3, 2001.
- JENSEN, M.S.; JENSEN, S.K.; JAKOBSEN, K. Development of digestive enzymes in pigs with emphasis on lipolytic activity in the stomach and pancreas. **Journal of Animal Science**, v.75, p.437-445, 1997.
- JUNQUEIRA, O.M.; BARBOSA, L.C.G.S.; PEREIRA, A.A. et al. Uso de aditivos em rações para suínos nas fases de creche, crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2394-2400, 2009.
- KELLEY, D.; COUTTS, A.G. Early nutrition and the development of immune function in the neonate. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.59, n.2, p.177-185, 2000.
- KUMMER, R.; GONÇALVES, M.A.D.; LIPPKE, R.T. et al. Fatores que influenciam o desempenho dos leitões na fase de creche. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.37, n.1, p.195-209, 2009.
- LEIBHOLZ, J.; CRANWELL, P.D.; TAVERNER, M.R. et al. Digestion in the pig. **Animal Production in Australia**, v.15, p.145-157, 1984.
- LOVATTO, P.A. **Nutrição e alimentação, Suinocultura geral**, Cap.5, p.63-83, 2002.
- LUDKE, J.V.; BERTOL, T.M.; SCHEUERMANN, G.N. Manejo da alimentação. Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho. **Comunicado Técnico**, Concórdia: Embrapa-CNPSA, 1998. 388p.
- MAKKINK, C.A.; BERNTSEN, P.J.M.; KAMP, B.M.L. Gastric protein breakdown and pancreatic enzyme activities in response to two different dietary protein sources in newly weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, n.11, p.2843-2850, 1994.
- MANNERS, J.H.; POND, M.C.; LOOSLI, M.C. Effect of isolated soybean protein and casein on the gastric pH and of passage of food residues on baby pigs. **Journal of Animal Science**, v.21, p.49-55, 1962.
- MASCARENHAS, A.G.; FERREIRA, A.S.; DONZELLE, J.L. et al. Avaliação de dietas fornecidas dos 14 aos 42 dias de idade sobre o desempenho e a composição de carcaça de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1319-1326, 1999.
- MIGUEL, W.C. **Suplementação de acidificantes em rações de leitões desmamados**: desempenho e digestibilidade. Pirassununga, São Paulo, Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 54p, 2008.
- MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo. **Instrução Normativa nº13, de 30 de novembro de 2004. Sistema de Legislação Agrícola Federal**. Brasília: MAPA, 2004. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=133040692>> Acesso em: 02 mai. 2015.
- MORÉS, N.; AMARAL, A.L. Patologias associadas ao desmame. **Anais...** Congresso da ABRAVES, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Embrapa aves e suínos, p.215-224, 2001.
- NERY, V.L.H.; LIMA, J.A.F.; MELO, R.C.A. et al. Adição de enzimas exógenas para leitões dos 10 aos 30 kg de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.794-802, 2000.
- PASCOAL, L.A.F.; SILVA, L.P.G. Adição de enzimas exógenas nas dietas de leitões desmamados. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, n.6, p.273-283, 2005.
- PLUSKE, J.R.; THOMPSON, M.J.; ATWOODZT, C.S. et al. Maintenance of villus height and crypt dep-

- th, and enhancement of disaccharide digestion and monosaccharide absorption, in piglets fed on cows' whole milk after weaning. **British Journal of Nutrition**, v.76, p.409-422, 1996.
- PUPPA, J.M.R. Saúde intestinal dos leitões: o papel de alguns agentes reguladores. **Anais... Simpósio Brasil Sul de Suinocultura**, Chapecó, Santa Catarina, Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 129p, 2008.
- RAMALHO, I.V.O. **Diferentes tipos de dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade**. Lavras, Minas Gerais, Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1990.
- RANTZER, D.; KIELA, P.; THAELA, M.J. et al. Pancreatic exocrine secretion during the first days after weaning in pigs. **Journal of Animal Science**, v.75, n.5, p.1324-1331, 1997.
- RERAT, A.; CORRING, T. Animal factors affecting protein and absorption. In: Digestive physiology in pigs. **Proc V Symp**. Holanda, p.1-34, 1991.
- RICE, J.P.; PLEASANT, R.S.; RADCLIFFE, J.S. The effect of citric acid, phytase, and their interaction on gastric pH, and Ca, P, and dry matter digestibilities. Purdue University 2002 **Swine Research Report**, p.36-42, 2002.
- RIGUEIRA, L.C.M. **Plasma e ou extrato de levedura em dietas de leitões nos períodos pré e pós desmame**. Jaboticabal, São Paulo, Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2009.
- RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; FIALHO, E.T. et al. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de suínos em crescimento e terminação alimentados com rações à base de milho e sorgo suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.2, p.91-100, 2002.
- ROPPA, L. Nutrição dos leitões na fase pós-desmame. **Anais... 1º Congresso Nordeste de Produção Animal**, Fortaleza, Ceará, Brasil. p.265-271, 1998.
- RUFINO, L.M. **Ácidos orgânicos e fitase em rações para leitões desmamados**. Goiânia, Goiás, Tese de Doutorado, Universidade Federal de Goiás, 117p, 2013.
- RUNHO, R.C.; SAKOMURA, N.K.; KUANA, S. et al. Uso de ácido orgânico (ácido fumárico) nas rações de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1183-1191, 1997.
- SANCHES, A.L.; LIMA, J.A.F.; FIALHO, E.T. et al. Utilização de probiótico, prebiótico e simbiótico em rações de leitões ao desmame. **Ciência e Agro-tecnologia**, v.30, n.4, p.774-777, 2006.
- SANGILD, P.T.; FOLIMANN, B.; CRANWELL, P.P. The development of gastric proteases in the pre-and-pos-natal pig. The effects of age and ACTH treatment. In: Digestive physiology in pigs. **Proc V Symp**. Holanda, p.35-40, 1991.
- SANTOS, V.M. **Níveis de prebiótico em substituição ao antibiótico em dietas para leitões recém-desmamados**. Jaboticabal, São Paulo, Universidade Estadual Paulista, 56p, 2007.
- SBARDELLA, M. **Óleo de arroz na alimentação de leitões recém-desmamados**. Piracicaba, São Paulo, Universidade de São Paulo, 101p, 2011.
- SILVA, M.R.; BERTOL, D.D.; LIMA, G.J.M.M. et al. Valor nutricional e viabilidade econômica de rações suplementadas com maltodextrina e acidificantes para leitões desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.286-295, 2008.
- SMITH, M.E.; MORTON, D.G. **O sistema digestório**. Ciência básica e condições clínicas: sistemas do corpo. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan; 216p, 2003.
- SOARES, J.M.; OLIVEIRA, M.G.A.; DONZELE, J.L. et al. Perfil enzimático de tripsina e quimotripsina do pâncreas e do quimo de leitões do nascimento aos 35 dias de idade. **Revista Ceres**, v.46, n.264, p.139-152, 1999.
- SOARES, T.G. **Efeito da desmama com 12, 15 e 18 dias de idade sobre o desempenho de leitões**. Viçosa, Minas Gerais, Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, 75p, 2004.
- TEIXEIRA, A.O.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S. et al. Efeito de dietas simples e complexas sobre a morfo-fisiologia gastrintestinal de leitões até 35 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.926-934, 2003.
- TSE, M.L.P.; COSTA, L.B.; BRAZ, D.B. et al. Leitões recém-desmamados alimentados com dietas contendo proteína láctea e zinco suplementar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.2006-2016, 2010.
- UTIYAMA, C.E.; OETTING, L.L.; GIANI, P.A. et al. Efeitos de antimicrobianos, prebióticos, probióticos e extratos vegetais sobre a microbiota intestinal, a frequência de diarreia e o desempenho de

leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2359-2367, 2006.

VIOLA, E.S.; VIEIRA, S.L. Suplementação de acidificantes orgânicos e inorgânicos em dietas para frangos de corte: desempenho zootécnico e morfologia intestinal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1097-1104, 2007.

ZANELLA, I. Suplementação enzimática em dietas avícolas. **Anais... Pré-Simpósio de Nutrição Animal**, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 69p. p.37-49, 2001.