



CRESCIMENTO E MATURAÇÃO DO TRATO GASTROINTESTINAL DE LEITÕES NOS PERÍODOS PRÉ E PÓS-DESMAME

POR JULIO CEZAR DADALT

RESUMO

O crescimento e o desenvolvimento do trato gastrointestinal (TGI) dos leitões, no período pré e pós-parto, são fundamentais para o máximo desempenho dos animais nas fases subsequentes de vida, levando em consideração a eficiência na conversão alimentar, o estoque das reservas lipídicas e, em última análise, a sobrevivência dos animais. O desenvolvimento perinatal do TGI engloba uma fase pré-natal, uma fase neonatal e a fase pós-desmame. Esta última está associada à adaptação do TGI para utilizar a alimentação sólida após o leitão ser desmamado. O consumo de colostro, inicial-

mente, e o leite materno, após 24-48h de nascimento, fornecem nutrientes que são extremamente importantes como estímulo ao crescimento dos leitões, e substrato para o TGI. Tais substratos exercem funções essenciais e indispensáveis para o amadurecimento imunológico, bioquímico e fisiológico do trato digestório. No entanto, ao desmamar, a influência combinada dos vários fatores de estresse causa entraves no crescimento e desenvolvimento do TGI, de modo que o crescimento normal do suíno recém-desmamado é colocado em check devido a forte exposição a agentes externos aos quais o animal é



submetido. A baixa e variável ingestão de alimentos é um dos principais problemas no processo de desmame, mas existem inúmeras estratégias nutricionais e de gestão que os nutricionistas e produtores podem implementar na tentativa de superar o problema. Esta revisão resume alguns dos principais aspectos do crescimento, desenvolvimento e maturação do TGI no período pré e pós-desmame dos leitões, demonstrando que as influências decorridas do período pós-natal provêm da fase uterina e que a evolução do TGI ocorre de forma contínua nas primeiras semanas de vida dos animais e de forma mais pronunciada após o desmame.

INTRODUÇÃO

O crescimento, desenvolvimento e funcionalidade do trato gastrointestinal é um processo dinâmico e evolutivo que prepara o leitão jovem (tanto antes quanto depois do parto) para as fases seguintes de crescimento, engorda e reprodução. Tem sido amplamente estudado e discutido que os eventos que ocorrem no período perinatal podem ter efeitos diversos sobre toda a vida dos suínos, tais como eficiência alimentar e resistência à doenças (Pluske et al., 2005; Morales e Pineiro, 2006); Portanto, é fundamental que os fatores intrínsecos e extrínsecos que influenciam direta ou indiretamente o TGI sejam explorados e discutidos.

O período pré parto é claramente um momento crítico em toda a vida do suíno e os eventos intra-úterinos determinam o crescimento, desenvolvimento e sobrevivência do neonato.

O desenvolvimento perinatal do TGI pode ser dividido em três fases: a fase pré-natal, caracterizada pela estimulação mínima do lúmen no TGI, a fase neonatal, que está associada a mudanças causadas predominantemente por consumo de colostro e leite, e a fase pós-desmame, que está associada a marcadas alterações devido a adaptação do TGI a alimentação sólida (Zabielski et al., 2008). O desmame também requer ajuste para outros fatores de estresse impostos aos suínos durante esse período, tais como mudanças ambientais, influências psicológicas e desafios por agente patológicos. Atualmente, há uma infinidade de artigos científicos, revisões de literatura, capítulos de livros e livros, abordando esse assunto em mamíferos, incluindo os suínos.

Há também uma série de fatores externos e internos cujos impactos no crescimento e desenvolvimento do TGI

já foram bem elucidados. No entanto, esta revisão em particular não discutirá, pelo menos em grandes detalhes, as influências microbianas ou ambientais no crescimento, desenvolvimento e função do TGI, mas aspectos mais generalizados do desenvolvimento pré-natal e pós-natal do trato digestório e, em particular, focará os períodos imediatamente após o nascimento e imediatamente após o desmame como pontos de intervenção chaves para a manipulação do crescimento, desenvolvimento e aumento da produção.

PERÍODO PRÉ-NATAL

O período pré parto é claramente um momento crítico em toda a vida do suíno e os eventos intra-úterinos determinam o crescimento, desenvolvimento e sobrevivência do neonato. O peso do feto aumenta drasticamente a partir dos 70d de gestação até o parto (McPherson et al., 2004), e isso está associado ao marcado crescimento e desenvolvimento do (imaturo) TGI que é acelerado por hormônios, fatores de crescimento e produtos do lúmen intestinal (Sangild et al., 2000). O cortisol produzido a partir do córtex adrenal tem recebido a maior atenção em relação ao desenvolvimento do TGI fetal e de outros órgãos essenciais, como os pulmões, fígado, rins e cérebro porque a secreção fetal de cortisol (hormônio que auxilia no controle do estresse, manutenção do sistema imune e processos inflamatórios) aumenta cerca de 10 vezes durante as últimas 3 a 4 semanas de gestação como resultado do rápido crescimento das glândulas supra-renais e maior sensibilidade do córtex adrenal à estimulação por hormônios (Silver e Fowden, 1989). Este crescimento rápido coincide com o desenvolvimento normal da função gástrica, incluindo aumentos na secreção de ácido gástrico e gastrina (Sangild et al., 1991) e em certas atividades enzimáticas, como quimosina, pepsina, amilase, lactase, aminopeptidases (Sangild et al., 2000), que presumidamente evoluem em preparação para o consumo de colostro e leite após o parto.

Nas últimas 3 semanas antes do parto, o intestino delgado cresce mais rapidamente do que o restante do corpo, com o seu peso relativo aumentando 70-80% (Sangild et al., 1991). Isto é acompanhado por aumentos na absorção de nutrientes, medidos pela absorção de monossacarídeos (especialmente glicose) e aminoácidos pela mucosa epitelial. No entanto, como será discutido posteriormente, uma característica do intestino delgado do leitão recém-nascido é absorver proteínas macromoleculares, como imunoglobulinas em todo o epitélio para dentro da circulação nas primeiras 24-36 h de nascimento. Até o presente momento, a visão predominante na literatura tem sido que a capacidade de captação de macromoléculas intestinais é uma característica fundamental de um epitélio imaturo e que uma grande parte dessa habilidade é simplesmente

devido ao fato de que o epitélio está "vazado" e permite um maior transporte de todas as grandes moléculas, não apenas imunoglobulinas (Sangild et al., 1999). Em contraste ao estômago e ao intestino delgado, o desenvolvimento pré-natal do intestino grosso é menos notável.

Além desses eventos, há também o desenvolvimento do sistema nervoso entérico e do sistema neuroendócrino do TGI. O peso ao nascimento e o tipo de dieta do neonato influenciam claramente o desenvolvimento do sistema nervoso entérico/ neuroendócrino, indicando que essas funções fisiológicas estão comprometidas no útero e podem influenciar o fenótipo. Além disso, o atraso no crescimento intra-uterino aumenta o risco de morte do feto e do recém nascido no período perinatal e pode modificar/inibir o crescimento e desenvolvimento normal do TGI (D'Inca et al., 2011). A importância do crescimento intra-uterino para o desenvolvimento, o bem-estar e a sobrevivência neonatal tem recebido atenção cada vez maior nos trabalhos de pesquisa encontrados na literatura, dado que os maiores problemas tem sido vistos com linhas de porcas hiperprolíficas (Campos et al., 2012).

PERÍODO PÓS-NATAL

Crescimento geral e desenvolvimento do TGI

Após o nascimento, o TGI deve se adaptar rapidamente à transição da nutrição parenteral (através da placenta) para a nutrição enteral (colostro/leite). A ingestão de colostro e leite causa crescimento rápido do corpo e órgãos. No neonato com peso médio ao nascimento de 1,45 kg, por exemplo, os pesos do intestino delgado e do pâncreas representam aproximadamente 3,1% e 0,14%, respectivamente, do peso corporal total (Tabela 1). No entanto, nas primeiras quatro semanas pós-natal, o peso do leitão aumenta mais de cinco vezes, com o TGI crescendo mais rápido do que muitos outros órgãos do corpo (Zabielski et al., 2008). Neste sentido, Widdowson e Crabb (1976) mostraram uma drástica mudança no peso corporal, peso do TGI e tamanho e conteúdo de DNA em leitões recém nascidos, naturalmente amamentados durante o primeiro dia de vida pós-natal, comparados com leitões consumindo apenas água (Fig. 1).

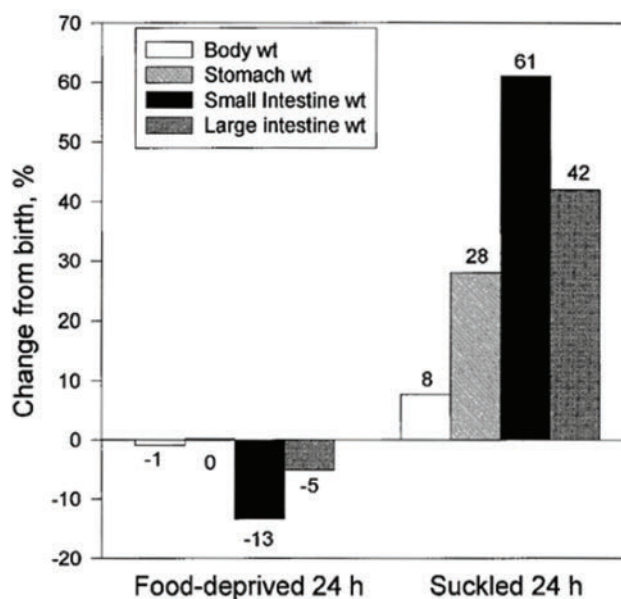
TABELA 1 Peso dos órgãos com base no peso corporal. Adaptado de Zabielski et al. (2008).

ITEM	RECÉM NASCIDOS (DIA 0)	LEITÕES LACTENTES (DIA 28)
Peso (kg)	1,45	8,17
Intestino delgado (% do peso)	3,1	4,03
Pâncreas (% do peso)	0,14	0,15
Estômago (% do peso)	0,48	0,49
Coração (% do peso)	0,76	0,56
Cérebro (% do peso)	2,07	0,49

Estas mudanças estão ligadas a três mecanismos principais:

1. aumento do fluxo sanguíneo local para o TGI com redução da resistência vascular basal
2. acúmulo de proteínas do colostro nos enterócitos e as mudanças no turnover das células epiteliais
3. aumento da mitose e inibição da apoptose (Zabielski et al., 2008).

FIGURA 1 Mudanças de peso em leitões 24h após o nascimento (Adaptado de Widdowson e Crabb, 1976.).



Change from birth: Mudanças a partir do nascimento; Food-deprived: Restrição alimentar; Suckled: Lactância; Body wt: Peso corporal; Stomach wt: Peso do estômago; Small intestine wt: Peso do intestino delgado; Large intestine wt: Peso do intestino grosso.

Uma série de estudos tem mostrado que o crescimento pós-natal precoce do estômago, intestino delgado e grosso, fígado e pâncreas é desproporcionalmente mais rápido do que o resto do corpo (crescimento alométrico positivo). O estômago ganha 26-28% do peso durante o primeiro dia em comparação com um aumento de 7-8% do peso corporal durante o mesmo período (Widdowson et al., 1976; Xu et al., 1992a). Há também uma profunda maturação funcional do estômago durante o início do período pós-natal, com capacidade de secreção de ácido gástrico (expressa por unidade de massa de tecido gástrico) aumentando cerca de três vezes durante os primeiros três dias de vida (Xu e Cranwell, 1990).

O peso do intestino delgado aumenta em até 70% durante o primeiro dia pós-natal com ganho de peso principalmente focado a camada da mucosa. Em paralelo, há aumentos rápidos no comprimento do intestino delgado (aproximadamente 20%), no diâmetro (aproximadamente 15%, Widdowson et al., 1976; Xu et al., 1992b) e a po-



O crescimento, o desenvolvimento e a função biológica do TGI no período pós-natal são determinados predominantemente pela composição e quantidade de colostro e leite que o leitão consome, o que, por sua vez, afeta o crescimento, o desenvolvimento, e a resistência a doenças [Theil et al., 2014].

pulação de células da mucosa (conforme estimado pelo conteúdo de DNA) aumenta em aproximadamente 50% durante o primeiro dia e duplica no terceiro dia após o nascimento [Xu et al., 1992b]. O alongamento marcado das vilosidades ocorre com a superfície de absorção estimada do intestino delgado aumentando cerca de 50% durante o primeiro dia pós-natal e cerca de 100% durante os primeiros 10 dias pós-natal em leitões amamentados naturalmente [Smith e Jarvis, 1978; Xu et al., 1992b].

O peso do intestino grosso aumenta em 33% durante o primeiro dia de vida e duplica no terceiro dia, e esse aumento de peso é devido ao crescimento da mucosa e de outros tecidos. Estrutura semelhante às vilosidades são observadas no ceco e no cólon proximal em leitões até 1d após o nascimento, mas não em leitões 3d após o nascimento. Xu et al. (1992a) sugerem que tais estruturas semelhantes as vilosidades podem ter um significado funcional durante a transição para a nutrição oral em recém-nascidos. Neste sentido, uma função primária do cólon é absorver água, eletrólitos e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) produzidos a partir da digestão microbiana. No entanto, a retenção de carboidratos alimentares através da ação das bactérias e a produção de AGCC depende da inoculação de uma população microbiana da porca e do meio ambiente, uma vez que o TGI do leitão é estéril ao nascer. Em humanos, medições feitas no intestino delgado de recém-nascidos indicam que este órgão é incapaz de hidrolisar e absorver toda

a lactose dietética, assim, o cólon pode desempenhar um papel importante na conservação de carboidratos. Murray et al. (1991) estudaram rotas concebíveis de recuperação de energia a partir de lactose by-pass, e concluíram que, no neonato, a lactose pode ser diretamente absorvida pelas células epiteliais do cólon na forma de dissacarídeos.

Um importante órgão acessório do TGI é o pâncreas. O desenvolvimento do pâncreas começa no período pré-natal e, em geral, a atividade das enzimas pancreáticas aumenta com a idade fetal até o nascimento. No entanto, é após o nascimento que há uma alometria e uma isometria positiva deste órgão associada à idade [Lindemann et al., 1986; Zabielski et al., 1999]. Com base em medidas de DNA e RNA no pâncreas, Corring et al. (1978) atribuíram o aumento do peso do pâncreas, antes de 4 semanas de idade, a uma hiperplasia de células pancreáticas. Os aumentos subsequentes envolvem hiperplasia e hipertrofia. Lindemann et al. (1986) mostraram que a atividade das lipases, amilases, quimotripsina e tripsina do pâncreas aumentam gradativamente do desmame até 6 semanas de idade, com atividade crescente até o desmame (expressa por grama de pâncreas ou atividade total), atividade menos pronunciada na semana após o desmame, e, então, aumento drástico (exceto para lipase) nas semanas subsequentes, quando os ingredientes de origem vegetal são introduzidos em maior quantidade nas dietas.

Importância do colostro e do leite para os leitões

O crescimento, o desenvolvimento e a função biológica do TGI no período pós-natal são determinados predominantemente pela composição e quantidade de colostro e leite que o leitão consome, o que, por sua vez, afeta o crescimento, o desenvolvimento, e a resistência a doenças (Theil et al., 2014). No entanto, deve ser reconhecida a importância da colonização microbiana do TGI no início da fase pós-natal para a sua estrutura e função subsequentes. Uma descrição completa dos vários fatores que afetam a composição e o consumo de colostro por leitões está além do escopo desta revisão; no entanto, da perspectiva do TGI, é fundamental que os leitões consumam colostro o mais rápido possível após o nascimento. A capacidade das células epiteliais do intestino em absorver macromoléculas, incluindo imunoglobulinas, e depois transportar essas moléculas intactas através do epitélio para a corrente sanguínea cessa nas primeiras 24 a 48 h após o nascimento (Sangild, 2003). A eficiência deste processo depende, em parte, do tipo de suplemento dietético consumido pelos leitões (suplementos administrados), sendo as imunoglobulinas séricas porcinas superiores às imunoglobulinas bovinas no fornecimento de imunidade passiva aos leitões privados de colostro (Jensen et al., 2001).

A incapacidade do leitão em consumir e absorver quantidades suficientes de imunoglobulinas afeta negativamente não só a viabilidade, a vitalidade e a sobrevivência dos animais, mas também o crescimento futuro e a resistência a doenças.

A incapacidade do leitão em consumir e absorver quantidades suficientes de imunoglobulinas afeta negativamente não só a viabilidade, a vitalidade e a sobrevivência dos animais, mas também o crescimento futuro e a resistência a doenças. O colostro fornece energia na forma de lactose, gordura e proteínas, principalmente para os primeiros dias de vida, quando a manutenção da vida é mais custosa (Theil et al., 2014). O baixo consumo de energia, juntamente com as baixas reservas lipídicas e a incapacidade de termorregulação, são as principais causas da morbidade e morte de leitões (Pluske et al., 1995).

MUDANÇAS ESTRUTURAIS DO TRATO GASTROINTESTINAL: ADAPTANDO O LEITÃO AO DESMAME

O desmame dos leitões em condições naturais ocorre por volta de 12-18 semanas de idade e pode ser caracterizado por uma redução gradual do contato da porca com

seus leitões, com uma redução na produção de leite e uma mudança gradual da dieta líquida para a dieta sólida ou semi-sólida (Jensen e Stangel, 1992). Em contraste, o desmame em condições comerciais é uma separação abrupta dos leitões das suas mães, resultando em uma transição súbita na dieta, a mudança para um novo ambiente e uma mistura de leitegadas em uma idade muito mais jovem daquelas praticadas em condições naturais. Provavelmente, o principal fator limitante para desempenho e saúde, logo após o desmame, é o atraso do início da alimentação com uma redução concomitante no consumo de alimentos sólidos (Dong e Pluske, 2007). A perda da proteção imunológica decorrida deste período pode causar disfunção no TGI e tornar os suínos suscetíveis à doenças e distúrbios entéricos (Madec et al., 1998).

A baixa ingestão de alimentos e a inadequada adaptação ao desmame são causadas por uma combinação de estressores nutricionais, ambientais e psicológicos, que são impostos abruptamente e simultaneamente em leitões jovens na maioria dos sistemas de produção modernos. As técnicas que permitem uma mudança mais gradual no desmame em uma idade apropriada também podem reduzir o impacto da resposta ao estresse; no entanto, antes da discussão desta parte da revisão, é necessário resumir as principais mudanças estruturais e funcionais que ocorrem no TGI após o desmame.

Mudanças na estrutura e funções do TGI após o desmame

Todos os componentes e órgãos acessórios do TGI são influenciados após o período de lactação, independentemente da idade do desmame; no entanto, devido ao seu tamanho e importância biológica, é o intestino delgado que mais é afetado e sofre a maior adaptação anatômica, fisiológica e imunológica com as mudanças no padrão e forma de consumo de ração, mudanças em substratos dietéticos e ajuste aos fatores de estresse (Pluske, 2013). É simplesmente além do escopo desta revisão resumir todas as mudanças no TGI que ocorrem no período de transição da dieta líquida para a dieta sólida, com uma infinidade de autores que já descreveram as mudanças rápidas e consistentes na estrutura deste órgão, como altura de vilosidades, profundidade de criptas, integridade das mucosas, atividade e capacidade digestiva e absorptiva, perda de área de superfície, inflamação, capacidade antioxidante que ocorre nas fases agudas e adaptativas do crescimento no período de transição, dentre outras. Os efeitos negativos mais severos da deterioração da barreira do TGI (intestino delgado e grosso) que ocorrem no período pós-desmama imediato torna-se mais evidente (Campbell et al., 2013). Enquanto o nível de ingestão alimentar após o desmame afeta a estrutura e a função do intestino delgado (Pluske et al., 1996a,b), o efeito sobre a função da barreira intestinal é menos consistente e é muito provável que o estresse adicional (separação da

mãe, mistura de leitegadas e mudança de ambiente), juntamente com o baixo consumo, comprometem de forma mais pronunciada a função da barreira intestinal (McCracken et al., 1999). A este respeito, Moeser et al. (2007b) demonstrou que o desmame aos 19d de idade causou uma quebra imediata da função da barreira intestinal caracterizada por uma redução na resistência elétrica transepitelial. Estas alterações na mucosa foram mediadas por respostas inflamatórias, ativação de mastócitos e à liberação de algumas citocinas pró-inflamatórias e podem ser percebidas por um atraso na idade de desmame (Moeser et al., 2007a).

Aumento na ingestão de matéria seca antes do desmame

Vários estudos foram desenvolvidos nas últimas décadas no intuito de compreender a preferência alimentar dos suínos. O fornecimento suplementar de nutrientes a partir do "creep feeding", no período antes do desmame, é um procedimento geralmente aplicado às leitegadas sob a forma de dieta líquida ou sólida (Pluske et al., 2005). Os nutrientes oferecidos via creep feeding antes do desmame tem a finalidade de preparar os leitões para a dieta sólida após o desmame e aumentar o ganho de peso diário dos leitões no momento em que a quantidade de leite da porca está em declínio.

O fornecimento do creep feeding começa em grande parte como uma atividade exploratória e social e, em seguida,

Uma maneira de aumentar a ingestão de ração durante o período de lactação pode ser a amamentação intermitente (INTER), uma técnica de manejo na qual, no estágio final de lactação, os leitões são separados da porca em períodos específicos do dia.

torna-se mais impulsionada pela demanda de nutrientes à medida que o suíno amadurece na quarta a quinta semana de idade (Pajor et al., 1991). No entanto, já está bem documentado que o consumo de ração por leitão varia imensamente (Pluske et al., 1995; Pluske et al., 2007). Além disso, a idade ao desmame pode influenciar na ingestão de alimentos na fase pré-desmame. De acordo com Van der Meulen et al. (2010), leitões que consumiram o creep feeding na lactação e foram desmamados às 7 semanas de idade tiveram melhor ingestão de alimentos e mostraram estresse reduzido após o desmame quando comparado a leitões de 4 semanas de idade, no entanto, não influenciou nas características funcionais da mucosa do intestino delgado, tais como, as concentrações plasmáticas de proteína de ligação aos ácidos graxos plasmáticos (um marcador para lesões intestinais leves), a

morfologia intestinal, a permeabilidade molecular intestinal (macro) e a absorção de líquidos intestinais.

Em anos anteriores, quando era comum o desmame mais tardio (> 6 semanas), estimava-se que 50-80% do requisito alimentar de um leitão fosse obtido a partir do creep feeding e o restante a partir do leite da porca (English et al., 1977; English, 1981). No entanto, à medida que o desmame se tornou mais precoce, os animais foram expostos a desafios maiores, portanto, é necessário desprender mais esforços para estimular o consumo de alimentos antes do desmame e assim minimizar a transição abrupta da dieta líquida para a dieta sólida na entrada de creche. Estudos mais recentes mostraram que a ingestão de alimento sólido durante a lactação está intimamente ligada a ingestão de ração no período imediato pós desmame (Berkeveld et al., 2007b), embora outros estudos apresentem dados menos consistentes a esse respeito (King and Pluske, 2003). Um motivo dessa variação pode ser devido à unidade de replicação para análise estatística (Fraser et al., 1994) demonstrando que as análises de consumo e desempenho "entre leitegadas" tem menos tendência de mostrar efeito estatístico comparado as análises "dentro das leitegadas". Há também uma enorme variação de leitegada para leitegada o que complica ainda mais tirar conclusões efetivas destes efeitos.

Mamada intermitente: uma forma de desmame gradual

Uma maneira de aumentar a ingestão de ração durante o período de lactação (três a quatro semanas de idade) pode ser a amamentação intermitente (INTER), uma técnica de manejo na qual, no estágio final de lactação, os leitões são separados da porca em períodos específicos do dia. Embora essa prática possa induzir a entrada da porca ao estro (Downing, 2015), oferece um benefício potencial de redução no balanço energético negativo da fêmea (Foxcroft, 1992) e melhora a ingestão suplementar de ração pelos leitões nos períodos pré e pós desmame (Berkeveld et al., 2007a). Estudos anteriores usando INTER examinaram a morfologia do TGI e aspectos de bem estar animal e lincaram esses parâmetros como sendo favoráveis ao período pós-desmame. Nabuurs et al. (1993, 1996) forneceram creep feeding durante 8h diárias em que os leitões foram separados das mães e observaram aumento no crescimento das vilosidades intestinais e profundidade de criptas aos 4 e 7d após o desmame, em comparação com os leitões que não receberam creep feeding. Tal aumento na profundidade de criptas sugere que novas células das vilosidades estavam sendo produzidas mais rapidamente. Curiosamente, a absorção líquida total calculada em 24h ao longo de todo o comprimento do intestino delgado é diferente em leitões recebendo creep feeding, sendo a absorção de 600 mL a mais de líquido 4d após o desmame e 400 mL de líquido 7d após o desmame do que leitões que não receberam nenhum alimento

durante o período de lactação (Nabuurs et al., 1996). No entanto, pouca atenção foi dada à função absorptiva do TGI associada a INTER nos períodos pré e pós-desmame e os possíveis efeitos da separação materna nos índices de bem-estar dos leitões. Dada a discussão anterior sobre a importância do início precoce da ingestão de alimentos após o desmame, o uso da INTER como uma ferramenta de gerenciamento potencial será agora discutido em mais detalhes com ênfase no TGI.

A maioria dos estudos com INTER mostra uma abrupta redução inicial na taxa de crescimento dos leitões, devido à redução na ingestão de leite da porca, associada a uma posterior implementação de consumo (Berkeveld et al., 2007b, 2009). Esta redução no crescimento, no entanto, é menor do que a observada quando os leitões são desmamados convencionalmente e são compensados na primeira semana após o desmame com maior consumo de ração e crescimento mais acelerado. De acordo com Berkeveld et al. (2009), quando os leitões são submetidos a um regime de INTER mais longo ocorre uma melhor adaptação do TGI no período de transição.

Os efeitos positivos da INTER no desempenho dos leitões após o desmame também podem ser mediados por outros fatores, além do aumento da ingestão de ração durante a lactação (Kuller et al., 2010). Kuller et al. (2007), mostraram que as leitegadas com INTER que consomem pouca ou nenhuma alimentação durante a lactação ainda tendem a ter maior consumo de alimento e aumento de peso após o desmame do que as leitegadas com uma baixa ingestão de creep feeding. Além disso, Berkeveld et al. (2009) mostraram que, embora a ingestão de alimentos nos dois primeiros dias após o desmame não tenha sido melhorada em leitegadas que receberam 7d de INTER na lactação, não comprometeu de forma significativa na altura das vilosidades em comparação com desmame convencional. Turpin et al. (2014) estudaram a combinação de tempo prolongado de lactação para 35d juntamente com a INTER no aumento do consumo de alimentos sólidos antes e depois do desmame e perceberam maiores taxas de crescimento 12d após o desmame, com uma melhora na função absorptiva do TGI (mensurada pela absorção de galactose). Embora, as diferenças no ganho de peso diário tenham desaparecido aos 90d de idade, os autores concluíram que a INTER pode ser benéfica pois permite uma transição mais gradual no desmame com redução na incidência de diarreias na entrada de creche.

Do ponto de vista comportamental, Berkeveld et al. (2007a) e Turpin et al. (2015) estudaram o bem estar de leitões recebendo INTER em diferentes tempos (iniciando 19d de idade até o desmame com 41 a 45d, com 12h de separação por dia) e concluíram que esse manejo parece não estar associado a nenhum padrão comportamental indicativo de leitão "angustiado", e, portanto, poderia ser praticado sem grandes limitações sob esse ponto de vista.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou trazer à tona alguns aspectos mais generalizados do desenvolvimento pré-natal e pós-natal do trato digestório e, em particular, os períodos imediatamente após o nascimento e imediatamente após o desmame como pontos de intervenção chaves na preparação do leitão para as fases subsequentes de vida. Conforme já evidenciado por diversos autores, a baixa e variável ingestão de alimentos na fase pós desmame compromete de forma direta no desempenho normal dos suínos. Há também uma série de fatores externos e internos (Mudanças ambientais, influências psicológicas e desafios de doenças) cujos impactos no crescimento e desenvolvimento do trato gastrointestinal merecem novas pesquisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERKEVELD, M., P. LANGENDIJK, J. E. BOLHUIS, A. P. KOETS, J. H. VERHEIJDEN, AND M. A. TAVERNE. 2007A. INTERMITTENT SUCKLING DURING AN EXTENDED LACTATION PERIOD: EFFECTS ON PIGLET BEHAVIOR. *J. ANIM. SCI.* 85:3415-3424.
- BERKEVELD, M., P. LANGENDIJK, N. M. SOEDE, B. KEMP, M. A. TAVERNE, J. H. VERHEIJDEN, N. KUIJKEN, AND A. P. KOETS. 2009. IMPROVING ADAPTATION TO WEANING: EFFECT OF INTERMITTENT SUCKLING REGIMENS ON PIGLET FEED INTAKE, GROWTH, AND GUT CHARACTERISTICS. *J. ANIM. SCI.* 87:3156-3166.
- BERKEVELD, M., P. LANGENDIJK, H. M. G. VAN BEERS-SCHREURS, A. P. KOETS, M. A. M. TAVERNE, AND J. H. M. VERHEIJDEN. 2007B. POSTWEANING GROWTH CHECK IN PIGS IS MARKEDLY REDUCED BY INTERMITTENT SUCKLING AND EXTENDED LACTATION. *J. ANIM. SCI.* 85:258-266.
- CAMPOS, P. H. R. F., B. A. N. SILVA, J. L. DONZELE, R. F. M. OLIVEIRA, AND E. F. KNOL. 2012. EFFECTS OF SOW NUTRITION DURING GESTATION ON WITHIN-LITTER BIRTH WEIGHT VARIATION: A REVIEW. *ANIMAL* 6:797-806.
- CORRING, T., A. AUMAITRE, AND G. DURAND. 1978. DEVELOPMENT OF DIGESTIVE ENZYMES IN THE PIGLET FROM BIRTH TO 8 WEEKS. 1. PANCREAS AND PANCREATIC ENZYMES. *NUTR. METAB.* 22:231-243.
- D'INCA, R., C. GRAS-LE GUEN, L. CHE, P. T. SANGILD, AND I. LE HUÉRON-LURON. 2011. INTRAUTERINE GROWTH RESTRICTION DELAYS FEEDING-INDUCED GUT ADAPTATION IN TERM NEWBORN PIGS. *NEONATOLOGY* 99:208-216.
- DONG, G. Z., AND J. R. PLUSKE. 2007. THE LOW FEED INTAKE IN NEWLY-WEANED PIGS: PROBLEMS AND POSSIBLE SOLUTIONS. *ASIAN-AUSTRALAS. J. ANIM. SCI.* 20:440-452.
- DOWNING, J. A. 2015. AN OPPORTUNITY TO REVOLUTIONISE SOW MANAGEMENT. *ANIM. PROD. SCI.* 55:1411-1423.
- ENGLISH, P. R. 1981. ESTABLISHING THE EARLY WEANED PIG. *PIG VET. SOC. PROC.* 7:29-37.
- ENGLISH, P. R., W. J. SMITH, AND A. MACLEAN. 1977. THE SOW: IMPROVING HER EFFICIENCY. FARMING PRESS, IPSWICH, UK.
- FOX-CROFT, G. R. 1992. NUTRITIONAL AND LACTATIONAL REGULATION OF FERTILITY IN SOWS. *J. REPROD. FERTIL.* 45: 113-125.
- FRASER, D., E. PAJOR, AND J. FEDDES. 1994. THE RELATIONSHIP BETWEEN CREEP FEEDING BEHAVIOR OF PIGLETS AND ADAPTATION TO WEANING: EFFECT OF DIET QUALITY. *CAN. J. ANIM. SCI.* 74:1-6.
- JENSEN, A. R., J. ELNIF, D. G. BURRIN, AND P. T. SANGILD. 2001. DEVELOPMENT OF INTESTINAL IMMUNOGLOBULIN ABSORPTION AND ENZYME ACTIVITIES IN NEONATAL PIGS IS DIET DEPENDENT. *J. NUTR.* 131:3259-3265.
- JENSEN, P., AND G. STANGEL. 1992. BEHAVIOUR OF PIGLETS DURING WEANING IN A SEMINATURAL ENCLOSURE. *APPL. ANIM. BEHAV. SCI.* 33:227-238.
- KING, R. H., AND J. R. PLUSKE. 2003. NUTRITIONAL MANAGEMENT OF THE WEANER PIG. IN: J. R. PLUSKE, M. W. A. VERSTEGEN, AND J. LE DIVIDICH, EDITORS, THE WEANER PIG: CONCEPTS AND CONSEQUENCES. WAGENINGEN ACAD. PUBL., WAGENINGEN, THE NETHERLANDS. P. 37-51.
- KULLER, W. I., N. M. SOEDE, J. E. BOLHUIS, H. M. G. VAN BEERS-SCHREURS, B. KEMP, J. H. M. VERHEIJDEN, AND M. A. M. TAVERNE. 2010. INTERMITTENT SUCKLING AFFECTS FEEDER VISITING BEHAVIOUR IN LITTERS WITH LOW FEED INTAKE. *LIVEST. SCI.* 127:137-143.

- KULLER, W., N. SOEDE, H. VAN BEERS-SCHREURS, P. LANGENDIJK, M. TAVERNE, B. KEMP, AND J. VERHEIJDEN. 2007. EFFECTS OF INTERMITTENT SUCKLING AND CREEP FEEDING INTAKE ON PIG PERFORMANCE FROM BIRTH TO SLAUGHTER. *J. ANIM. SCI.* 85:1295-1301.
- LINDEMANN, M. D., S. G. CORNELIUS, S. M. EL KANDELGY, R. L. MOSER, AND J. E. PETTIGREW. 1986. EFFECT OF AGE, WEANING AND DIET ON DIGESTIVE ENZYME LEVELS IN THE PIGLET. *J. ANIM. SCI.* 62:1298-1307.
- MADEC, F., F. BRIDOUX, S. BOUNAIX, AND A. JESTIN. 1998. MEASUREMENT OF DIGESTIVE DISORDERS IN THE PIGLET AT WEANING AND RELATED RISK FACTORS. *PREV. VET. MED.* 35:53-72.
- MCCRACKEN, B. A., M. E. SPURLOCK, M. A. ROOS, F. A. ZUCKERMANN, AND H. R. GASKINS. 1999. WEANING ANOREXIA MAY CONTRIBUTE TO LOCAL INFLAMMATION IN THE PIGLET SMALL INTESTINE. *J. NUTR.* 129:613-619.
- MCPHERSON, R. L., F. JI, G. WU, J. R. BLANTON JR., AND S. W. KIM. 2004. GROWTH AND COMPOSITIONAL CHANGES OF FETAL TISSUES IN PIGS. *J. ANIM. SCI.* 82:2534-2540.
- MOESER, A. J., K. A. RYAN, P. K. NIGHOT, AND A. T. BLIKSLAGER. 2007A. GASTROINTESTINAL DYSFUNCTION INDUCED BY EARLY WEANING IS ATTENUATED BY DELAYED WEANING AND MAST CELL BLOCKADE IN PIGS. *AM. J. PHYSIOL. GASTROINTEST. LIVER PHYSIOL.* 293:G413-G421.
- MOESER, A. J., C. VANDER KLOK, K. A. RYAN, J. G. WOOTEN, D. LITTLE, V. L. COOK, AND A. T. BLIKSLAGER. 2007B. STRESS SIGNALING PATHWAYS ACTIVATED BY WEANING MEDIATE INTESTINAL DYSFUNCTION IN THE PIG. *AM. J. PHYSIOL. GASTROINTEST. LIVER PHYSIOL.* 292:G173-G181.
- MORALES, J., AND C. PINEIRO. 2006. PROGENY OF PRIMIPAROUS SOWS: LOWER HEALTH STATUS AND PRODUCTIVE PERFORMANCE. *SUIS* 32:16-24.
- MURRAY, R. D., A. H. AILABOUNI, P. A. POWERS, H. J. MCCLUNG, B. U. K. LI, L. A. HEITLINGER, AND H. R. SLOAN. 1991. ABSORPTION OF LACTOSE FROM COLON OF NEWBORN PIGLET. *AM. J. PHYSIOL. GASTROINTEST. LIVER PHYSIOL.* 261:G1-G8.
- NABUURS, M. J. A., A. HOOGENDOORN, E. VAN DER MOLEN, AND A. VAN OSTA. 1993. VILLOUS HEIGHT AND CRYPT DEPTH IN WEANED AND UNWEANED PIGS, REARED UNDER VARIOUS CIRCUMSTANCES IN THE NETHERLANDS. *RES. VET. SCI.* 55:78-84.
- NABUURS, M. J. A., A. HOOGENDOORN, AND A. VAN ZIJDERVELD-VAN BEMMEL. 1996. EFFECT OF SUPPLEMENTARY FEEDING DURING THE SUCKING PERIOD ON NET ABSORPTION FROM THE SMALL INTESTINE OF WEANED PIGS. *RES. VET. SCI.* 61:72-77.
- PAJOR, E. A., D. FRASER, AND D. L. KRAMER. 1991. CONSUMPTION OF SOLID FOOD BY SUCKLING PIGLETS: INDIVIDUAL VARIATION AND RELATION TO WEIGHT GAIN. *APPL. ANIM. BEHAV. SCI.* 32:139-155.
- PLUSKE, J. R. 2013. FEED- AND FEED ADDITIVES-RELATED ASPECTS OF GUT HEALTH AND DEVELOPMENT IN WEANLING PIGS. *J. ANIM. SCI. BIOTECHNOL.* 4:1.
- PLUSKE, J. R., J. C. KIM, C. F. HANSEN, B. P. MULLAN, H. G. PAYNE, D. J. HAMPSON, J. CALLESEN, AND R. H. WILSON. 2007. PIGLET GROWTH BEFORE AND AFTER WEANING IN RELATION TO A QUALITATIVE ESTIMATE OF SOLID (CREEP) FEED INTAKE DURING LACTATION: A PILOT STUDY. *ARCH. ANIM. NUTR.* 61:469-480.
- PLUSKE, J. R., H. G. PAYNE, I. H. WILLIAMS, AND B. P. MULLAN. 2005. EARLY FEEDING FOR LIFETIME PERFORMANCE OF PIGS. IN: P. B. CRONJE AND N. RICHARDS, EDITORS, RECENT ADVANCES IN ANIMAL NUTRITION IN AUSTRALIA. VOL. 15. UNIV. OF NEW ENGLAND, ARMIDALE, NEW SOUTH WALES, AUSTRALIA. P. 171-181.
- PLUSKE, J. R., I. H. WILLIAMS, AND F. X. AHERNE. 1995. NUTRITION OF THE NEONATAL PIG. IN: M. A. VARLEY, EDITOR, THE NEONATAL PIG: DEVELOPMENT AND SURVIVAL. CAB INT., WALLINGFORD, UK. P. 187-235.
- PLUSKE, J. R., I. H. WILLIAMS, AND F. X. AHERNE. 1996A. MAINTENANCE OF VILLOUS HEIGHT AND CRYPT DEPTH IN PIGLETS BY PROVIDING CONTINUOUS NUTRITION AFTER WEANING. *ANIM. SCI.* 62:131-144.
- PLUSKE, J. R., I. H. WILLIAMS, AND F. X. AHERNE. 1996B. VILLOUS HEIGHT AND CRYPT DEPTH IN PIGLETS IN RESPONSE TO INCREASES IN THE INTAKE OF COWS' MILK AFTER WEANING. *ANIM. SCI.* 62:145-158.
- SANGILD, P. T. 2003. UPTAKE OF COLOSTRAL IMMUNOGLOBULINS BY THE COMPROMISED NEWBORN FARM ANIMAL. *ACTA VET. SCAND. SUPPL.* 98:105-122.
- SANGILD, P. T., B. FOLTMANN, AND P. D. CRANWELL. 1991. DEVELOPMENT OF GASTRIC PROTEASES IN FETAL PIGS AND PIGS FROM BIRTH TO THIRTY SIX DAYS OF AGE. THE EFFECT OF ADRENOCORTICOTROPIN (ACTH). *J. DEV. PHYSIOL.* 16:229-238.
- SANGILD, P. T., A. L. FOWDEN, AND J. F. TRAHAIR. 2000. HOW DOES THE FOETAL GASTROINTESTINAL TRACT DEVELOP IN PREPARATION FOR ENTERAL NUTRITION AFTER BIRTH? *LIVEST. PROD. SCI.* 66:141-150.
- SANGILD, P. T., J. F. TRAHAIR, M. K. LOFTAGER, AND A. L. FOWDEN. 1999. STUDIES ON THE MATURATION OF THE SMALL INTESTINE OF THE FETAL PIG AFTER INFUSION OF COLOSTRUM IN UTERO. *PEDIATR. RES.* 45:595-602.
- SILVER, M., AND A. L. FOWDEN. 1989. PITUITARY-ADRENOCORTICAL ACTIVITY IN THE FETAL PIG IN THE LAST THIRD OF GESTATION. *Q. J. EXP. PHYSIOL.* 74:197-206.
- SMITH, M. W., AND L. G. JARVIS. 1978. GROWTH AND CELL REPLACEMENT IN THE NEW-BORN PIG INTESTINE. *PROC. R. SOC. LOND. B BIOL. SCI.* 203:69-89.
- THEIL, P. K., C. LAURIDSEN, AND H. QUESNEL. 2014. NEONATAL PIGLET SURVIVAL: IMPACT OF SOW NUTRITION AROUND PARTURITION ON FETAL GLYCOGEN DEPOSITION AND PRODUCTION AND COMPOSITION OF COLOSTRUM AND TRANSIENT MILK. *ANIMAL* 8:1021-1030.
- TURPIN, D. L., P. LANGENDIJK, T.-Y. CHEN, AND J. R. PLUSKE. 2015. INTERMITTENT SUCKLING CAUSES A STRESS RESPONSE IN PIGLETS THAT IS ATTENUATED OVER TIME. IN: J. R. PLUSKE AND J. M. PLUSKE, EDITORS, MANIPULATING PIG PRODUCTION XIV. AUSTRALAS. PIG SCI. ASSOC., WERRIBEE, VICTORIA, AUSTRALIA. IN PRESS.
- TURPIN, D. L., P. LANGENDIJK, T.-Y. CHEN, T. THYMAN, AND J. R. PLUSKE. 2014. INTERMITTENT SUCKLING IMPROVES GALACTOSE ABSORPTION IN WEANLING PIGS. IN: PROC. 65TH ANNU. MEET. EUR. FED. ANIM. SCI., COPENHAGEN, DENMARK. P. 125.
- VAN DER MEULEN, J., S. J. KOOPMANS, R. A. DEKKER, AND A. HOOGENDOORN. 2010. INCREASING WEANING AGE OF PIGLETS FROM 4 TO 7 WEEKS REDUCES STRESS, INCREASES POST-WEANING FEED INTAKE BUT DOES NOT IMPROVE INTESTINAL FUNCTIONALITY. *ANIMAL* 4:1653-1661.
- WIDDOWSON, E. M., V. E. COLOMBO, AND C. A. ARTAVANIS. 1976. CHANGES IN THE ORGANS OF PIGS IN RESPONSE TO FEEDING FOR THE FIRST 24 H AFTER BIRTH. II. THE DIGESTIVE TRACT. *BIOL. NEONATE* 28:272-281.
- WIDDOWSON, E. M., AND D. E. CRABB. 1976. CHANGES IN ORGANS OF PIGS IN RESPONSE TO FEEDING FOR THE FIRST 24 HOURS. *BIOL. NEONATE* 28:261-271.
- XU, R. J., AND P. D. CRANWELL. 1990. DEVELOPMENT OF GASTRIC ACID SECRETION IN PIGS FROM BIRTH TO 36 DAYS OF AGE: THE RESPONSE TO PENTAGASTRIN. *J. DEV. PHYSIOL.* 13:315-326.
- XU, R. J., D. J. MELLOR, P. TUNGTHANATHANICH, M. J. BIRTLES, G. W. REYNOLDS, AND H. V. SIMPSON. 1992B. GROWTH AND MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE SMALL AND THE LARGE INTESTINE IN PIGLETS DURING THE FIRST THREE DAYS AFTER BIRTH. *J. DEV. PHYSIOL.* 18:161-172.
- XU, R. J., P. TUNGTHANATHANICH, M. J. BIRTLES, D. J. MELLOR, G. W. REYNOLDS, AND H. V. SIMPSON. 1992A. GROWTH AND MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE STOMACH OF PIGLETS DURING THE FIRST THREE DAYS AFTER BIRTH. *J. DEV. PHYSIOL.* 17:7-14.
- ZABIELSKI, R., M. M. GODLEWSKI, AND P. GUILLOTEAU. 2008. CONTROL OF DEVELOPMENT OF GASTROINTESTINAL SYSTEM IN NEONATES. *J. PHYSIOL. PHARMACOL.* 59(SUPPL. 1):35-54.
- ZABIELSKI, R., I. LE HUÉROU-LURON, AND P. GUILLOTEAU. 1999. DEVELOPMENT OF GASTROINTESTINAL AND PANCREATIC FUNCTIONS IN MAMMALIANS (MAINLY BOVINE AND PORCINE): INFLUENCE OF AGE AND INGESTED FOOD. *REPROD. NUTR. DEV.* 39:5-26.



JULIO CEZAR DADALT,
Gerente Técnico de Suínos

Formado em Zootecnia pela Universidade do Oeste de Santa Catarina, mestre em Nutrição Animal pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e doutor em Ciência Animal pela Universidade de São Paulo

