

**Artigo Número 101**  
**DESENVOLVIMENTO, CRESCIMENTO E CARACTERÍSTICAS DO**  
**SISTEMA DIGESTÓRIO DE AVES**

Fernando de Castro Tavernari<sup>1</sup> e Aline Medeiros de Paula Mendes<sup>2</sup>

## **INTRODUÇÃO**

Após a eclosão, a moela passa a ser colonizada por microorganismos aeróbicos e anaeróbicos facultativos (*Lactobacilos spp.*, *Streptococos spp.* e *Enterobacteriaceas spp.*) que se instalam na camada de muco. Após alguns dias, a microflora da moela é constituída predominantemente de microorganismos anaeróbicos facultativos e espécies bacterianas anaeróbicas (SWENSON & REECE, 1996).

O jejuno é a região mais longa do intestino delgado e encontra-se disposto em várias alças. Durante todo o desenvolvimento da mucosa in ovo, ele está ligado ao saco de vitelo, o qual contém os nutrientes necessários para o desenvolvimento da mucosa: imunoglobulinas, ácidos graxos n-3, vitaminas lipossolúveis envolvidas na imunidade passiva e modulação da resposta imune, respectivamente. A formação final das alças intestinais ocorre no quarto final do desenvolvimento in ovo e é de fundamental importância para a incorporação do saco de vitelo no interior da cavidade abdominal. Na eclosão, o intestino continua ligado a esse anexo embrionário via pedículo vitelínico. Nesse período o conteúdo do saco de vitelo é absorvido através de sua membrana e da mucosa intestinal.

Em galinhas e frangos, a absorção do vitelo termina ao redor do sexto ou sétimo dia de vida. Neste período, tal como ocorre na moela, o trato gastrintestinal torna-se colonizado por microorganismos aeróbicos e anaeróbicos (*Lactobacilos spp.*, *Streptococos spp.*, *Enterobacteriaceas spp.*, *Clostridium*). Todavia, sais biliares e fosfolípidios procedentes do saco de vitelo modulam a flora intestinal e influem sobre a integridade da mucosa. Apesar disso, entretanto, é aconselhável alojar ou alimentar os pintainhos o mais cedo possível, pois o alimento estimula o desenvolvimento da mucosa intestinal dos mesmos. Após reabsorção total do saco de vitelo, um divertículo curto e cego remanescente do pedículo do saco de vitelo – o divertículo de Meckel – permanece ligado ao jejuno. O divertículo de Meckel divide o jejuno em duas porções, proximal e distal, sendo a primeira bem maior que a segunda.

As células caliciformes, presentes no intestino, são secretoras de glicoproteínas. O papel primário das glicoproteínas é o de proteger o epitélio intestinal da ação de enzimas digestivas e efeitos abrasivos da digesta durante o desenvolvimento in ovo e pós-eclosão. Assim, em torno do décimo sétimo e décimo oitavo dia de incubação, o muco atinge um alto grau de glicolisação, coincidindo com a ingestão de albúmen e, portanto, com a primeira ação de enzimas pancreáticas e do suco gástrico. Até o final do desenvolvimento in ovo, diferenças temporais quanto à presença de determinados tipos de resíduos de carboidrato no muco das glândulas caliciformes ocorrem entre as regiões do intestino delgado de frango de corte. No duodeno e jejuno, a presença de N-acetil-D-glicosamina, por exemplo, é detectada a partir do décimo sétimo dias de incubação, continuando após a eclosão. No íleo, contudo, este açúcar foi detectado apenas no décimo sétimo até o vigésimo dia de incubação (SWENSON & REECE, 1996).

Já as células enteroendocrinas (também denominadas de células argentafins) são produtoras de hormônios peptídicos (gastrina, CCK, secretina, PIG) e monoaminas

<sup>1</sup> Doutorado em Zootecnia - Universidade Federal de Viçosa (UFV)

<sup>2</sup> Mestrado em Zootecnia - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

biogênicas, substâncias essas que participam na regulação da digestão, absorção e utilização de nutrientes. Durante o processo de diferenciação duodenal, células enteroendócrinas podem produzir simultaneamente mais de um peptídeo e passar a sintetizar outro. Assim, por exemplo, células produtoras de gastrina podem passar a sintetizar CCK, ou sintetizar ambos ao mesmo tempo.

O fígado tem várias funções, como: estocagem de carboidratos, gorduras e vitaminas. No embrião e feto, ele produz células sanguíneas. No adulto, ele remove da corrente sanguínea as células vermelhas "velhas", libera substâncias necessárias à coagulação do sangue e pode remover substâncias tóxicas do sangue. Sua função relacionada à digestão, entretanto, é a secreção de bile (ou suco biliar).

Os grânulos de muco produzidos pelas células caliciformes da mucosa colônica, como da mucosa do intestino delgado, também apresentam N-acetil-D-glicosamina durante o desenvolvimento in ovo, só que do décimo nono ao vigésimo primeiro dia de incubação. Em pintos com um dia de idade, esse açúcar é detectado apenas na região do complexo de golgi, sugerindo uma descarga de muco rico em N-acteil-D-glicosamina imediatamente após a eclosão. A partir da eclosão, outros oligossacarídeos também são detectados. Acredita-se que o cólon também esteja envolvido na retenção de água e eletrólitos a partir do conteúdo intestinal, mas há poucos estudos sobre isso (SWENSON & REECE, 1996).

## **PERÍODO EMBRIONÁRIO**

As enzimas digestivas já se encontram ativas no embrião, assim como mecanismos de absorção de nutrientes no intestino. Enzimas extracelulares, secretadas pela endoderme do saco vitelino, atuam sob o substrato, permitindo a absorção dos produtos da digestão, inclusive de macromoléculas. O conteúdo vitelino na eclosão representa aproximadamente 20% do peso do pintinho, e é constituído de aproximadamente 46% de água, 20% de proteína e 34% de lipídios. Em outras palavras, um pintinho de 40g de peso tem aproximadamente 8g de conteúdo vitelino sendo 2,72g de lipídios e 1,6g de proteínas (SKLAN & NOY, 2000).

O conteúdo vitelino no momento da eclosão é oriundo de porções remanescentes da gema e do albúmen. Este último flui para o saco vitelino no final da segunda semana de incubação quando ocorre rompimento da conexão sero-amniótica, sendo então quase que totalmente "ingerido" pelo embrião. Contudo somente uma parte do albúmen migra para dentro do saco vitelino aumentando o seu conteúdo protéico (VIEIRA, 2004).

O conteúdo vitelino é transportado para o intestino delgado, onde por mecanismos de antiperistaltimos da mucosa é conduzido à região proximal do intestino delgado, sofrendo ação de enzimas como a lipase, possibilitando assim sua digestão e consequente absorção pela mucosa intestinal (NOY & SKLAN, 1998). Cabe lembrar que a membrana do saco vitelino pode ser vista como uma extensão do intestino do embrião estando sujeita às contrações e movimentos do mesmo (VIEIRA, 2004).

Estão também presentes no intestino do embrião enzimas capazes de digerir proteínas como quimotripsina e carboxipeptidase A. A tripsina também está presente, todavia, com sua atividade inibida pela fração ovomucóide do albúmen, cujo significado evolutivo é a inibição da atividade de outras enzimas proteolíticas ativadas pela tripsina, que resultaria na degradação de IgA e IgG presentes no albúmen e importantes na imunidade passiva do pintinho nos dias que sucedem a eclosão, período no qual seu sistema imunológico é imaturo (VIEIRA, 2004).

Próximo à eclosão, aproximadamente entre o 19º e 20º dia, o saco vitelino residual se internaliza na cavidade abdominal, e ao nascimento, o intestino contém um material viscoso proveniente da gema (NOY & SKLAN, 1998).

## PÓS-ECLOSÃO

Atualmente, a primeira semana representa 17% da vida do frango de corte e é nesta fase, estendendo-se até a segunda semana, onde se estabelecem transformações fundamentais para o desenvolvimento e terminação das aves.

Logo após a eclosão, os pintinhos já interagem fortemente com o ambiente procurando bicar e ingerir partículas, o que leva a mudanças na estrutura morfofisiológicas do trato gastrointestinal. Com a ingestão de alimentos, a maturação dos órgãos digestórios é acelerada (e induz a produção de secreções digestivas), assim como a utilização das reservas do saco vitelino (Figura 1), possivelmente devido ao aumento de intensidade de movimentos antiperistálticos no intestino.

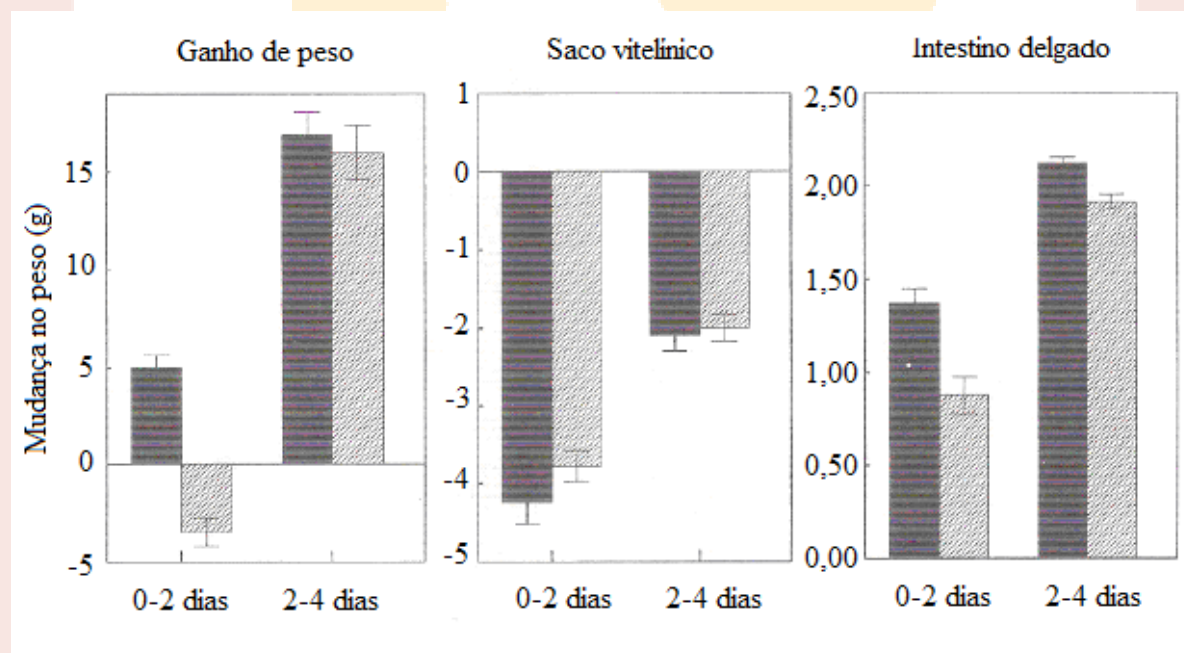


Figura 1 – Mudanças no peso corporal, no saco vitelínico e no intestino delgado (0-2 e 2-4 dias depois da eclosão). As barras escuras são as aves alimentadas e as barras claras são as aves em jejum. Os resultados são valores médios com desvio padrão.

Na eclosão, o sistema digestivo da ave está anatomicamente completo, mas sua capacidade funcional, de digestão e absorção ainda está imatura, se comparado à de aves adultas (OVERTON & SHOUP 1964; CHAMBERS & GREY 1979 citados por MAIORKA et al 2002). No período imediatamente após a eclosão, o peso do intestino do pintinho aumenta com maior velocidade do que o seu peso corporal como um todo (Figura 2). Este processo de rápido desenvolvimento atinge um pico máximo por volta de 6 a 8 dias para o intestino, entretanto, outros órgãos do sistema digestório como o pâncreas e moela não apresentam o mesmo ritmo de crescimento quanto ao seu peso relativo.

Assim, após a eclosão, o trato gastrintestinal sofre grandes alterações, como maturação funcional do intestino, as quais envolvem mudanças morfológicas e fisiológicas que proporcionam um aumento na área de superfície de digestão e de absorção. As alterações morfológicas mais significativas são: aumento no comprimento do intestino, na altura e densidade dos vilos e, conseqüentemente, no número de enterócitos, células caliciformes e células enteroendócrinas (IMONDI & BIRD 1966; BARANYIOVA 1972; BARANYIOVA & HOLAN 1976 citados por MAIORKA et al 2002).

Estudos acerca do desenvolvimento da área e altura de vilosidades da mucosa intestinal demonstram haver diferenças significativas entre diferentes porções do intestino. A maior velocidade de crescimento relativo da área e altura das vilosidades intestinais atinge um platô com 6 a 8 dias na porção do duodeno e com 10 dias nas porções do jejuno e do íleo (NOY & SKLAN, 1998).

NIR et al. (1993) demonstraram que o pâncreas e o fígado das aves aumentam 4 e 2 vezes de peso, respectivamente, em relação ao peso corporal na primeira semana de vida. Todas essas alterações no trato digestivo se refletem no consumo alimentar e na digestibilidade dos nutrientes. A secreção pancreática e biliar por grama de ração consumida alcança seu ponto máximo aos 7 dias de idade (UNI et al. 1995). A digestibilidade dos nutrientes também apresenta uniformidade elevada a partir de 7 dias de idade (UNI et al., 1995).

Segundo MORAN (1985), os enterócitos desenvolvidos durante a fase embrionária têm como papel principal a absorção de imunoglobulinas. Estas estimulam o desenvolvimento das vilosidades e o aparecimento de um maior número de enterócitos nas criptas. Estes enterócitos possibilitam a síntese de diferentes enzimas, como as carboidratases, capazes de digerir carboidratos complexos. A passagem do alimento pelo trato digestivo dos pintos recém-eclodidos também favorece o desenvolvimento dos enterócitos nas criptas, os quais gradualmente substituem os enterócitos formados durante a fase embrionária. Quando essa substituição ocorre, os frangos de corte atingem sua maturidade para digestão e absorção de carboidratos e demais nutrientes.

A secreção de enzimas pancreáticas aumenta com a idade da ave e com o consumo de alimentos. Todavia, quando calculada a secreção de enzimas por grama de alimento ingerido, não há mudanças significativas para as enzimas amilase, tripsina e lipase entre 4 e 18 dias. Resultados semelhantes foram obtidos para as secreções de sais biliares e de ácidos graxos livres no duodeno (Figura 3). Entretanto, a quantidade de nitrogênio secretada no intestino por grama de alimento ingerido é pequena logo após a eclosão, e, aumenta com a idade (NOY & SKLAN, 1998; NOY & SKLAN, 2000).

A alimentação de pintinhos estimula a secreção das enzimas pancreáticas (amilase, tripsina e lipase), e, a utilização de níveis adequados de sódio é essencial para os mecanismos de absorção de nutrientes (em especial glicose e aminoácidos) pela mucosa intestinal (NOY & SKLAN, 2000).

Dietas contendo baixo nível de sódio resultaram em uma absorção mínima de nutrientes na mucosa intestinal, indicando que o sódio apresenta papel essencial na absorção intestinal após a eclosão.

A atividade da amilase é praticamente desprezível até o segundo dia de idade. Apenas entre o segundo e o sétimo dia é que existe um aumento na secreção desta enzima. Isto se deve provavelmente a quase ausência de carboidratos no saco vitelino, e esta demora na secreção destas enzimas deve-se a adaptação das secreções aos nutrientes ingeridos pelo pintinho nas primeiras horas. MORAN (1985) observou que a secreção de alfa-amilase é substrato-dependente, sendo influenciada pela quantidade de amido da dieta. Já a maltase e a sacarase atingem suas atividades máximas aos 4 dias de idade (DAUTLICK & STRITTMATTER, 1970).

DUNNINGTON & SIEGEL (1995) verificaram que a atividade relativa de amilase em frangos selecionados para alto/baixo peso vivo aos 42 dias de idade teve uma queda no período de 6-8 dias, um pico aos 10 dias e depois caiu até 15 dias de idade.

A atividade específica da amilase pancreática de frangos de corte do nascimento até 20 dias segundo NITSAN et al. (1991b) diminuiu durante os 3-6 primeiros dias após nascimento e aumentou cerca de 10-20% aos 11 dias de idade.

A atividade das enzimas maltase, sucrase, alfa-glutamiltransferase e fosfatase alcalina, liberadas pelas células da membrana da "borda em escova" (microvilosidades da mucosa intestinal) aumenta com a idade, estando este aumento da atividade correlacionado com o início da ingestão de alimentos (NOY & SKLAN, 1998).



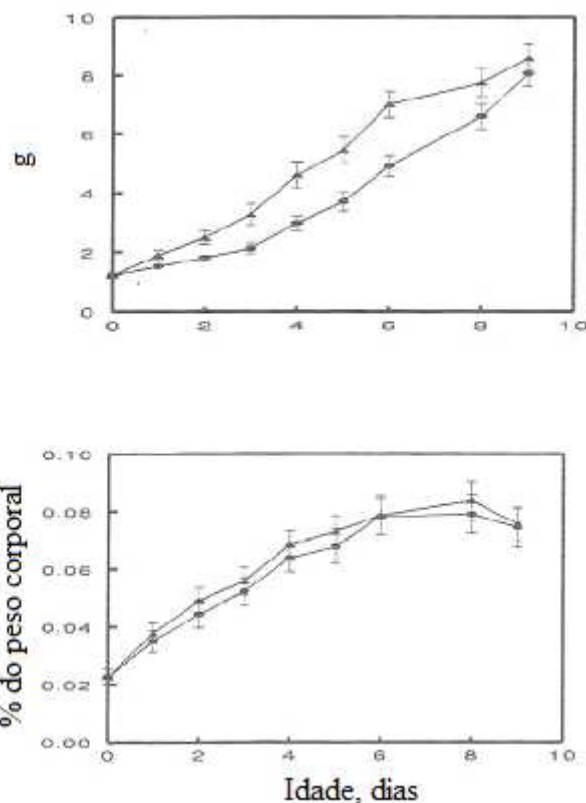


Figura 2 – Peso do intestino delgado (do piloro a junção ileocecal) em porcentagem de peso corporal de aves nutridas (triângulos) e aves em jejum (círculos).

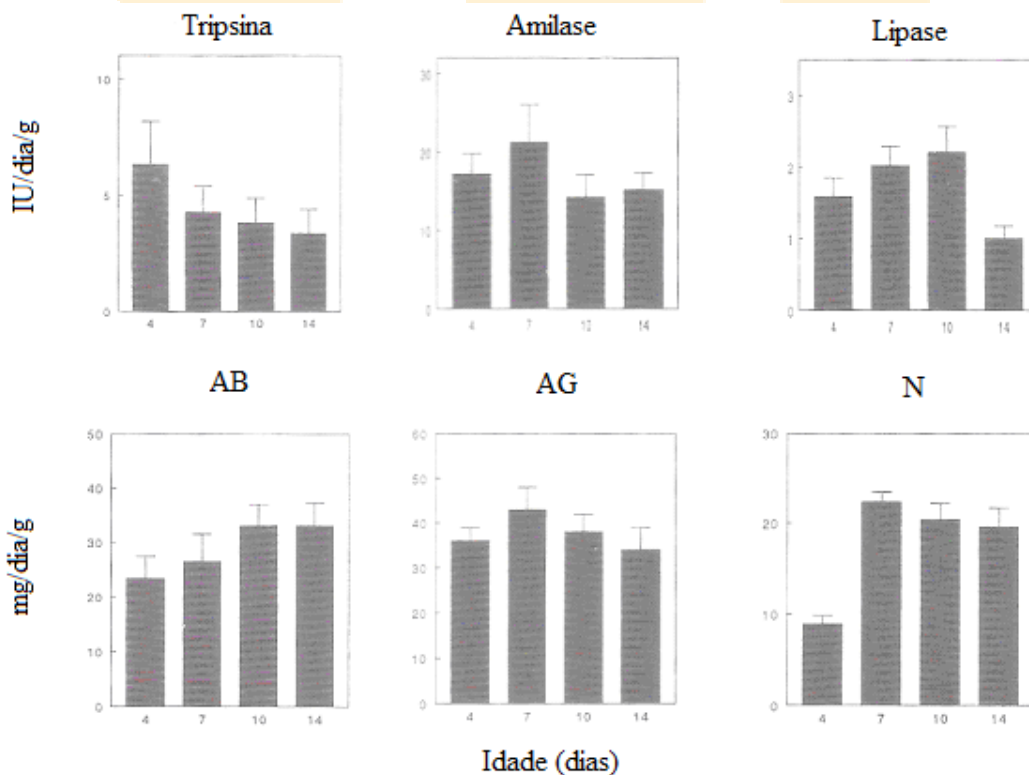


Figura 3 – Secreção diária no duodeno, por grama de alimento ingerido, de tripsina, amilase, lipase, ácidos biliares, ácidos graxos e nitrogênio de 4 a 14 dias depois da eclosão.

MAHAGNA & NIR (1996) observaram que a atividade das dissacaridases na mucosa intestinal aumenta com a idade dos pintinhos, sendo observada, entretanto, uma redução na atividade das dissacaridases durante o período de 0 a 4 dias de idade, que pode ser causada pela diluição do quimo no intestino e pelo processo de maturação e turnover dos enterócitos. Considerando que a maltose é o principal produto da digestão do amido em dietas à base de milho e soja, SHAPIRO et al. (1997) concluíram que a produção de dissacaridases na mucosa intestinal de pintinhos de corte pode ser um fator limitante do desempenho. Estes autores realizaram um experimento utilizando pintinhos de corte alimentados com dietas contendo 20% de glicose ou 20% de maltose. A suplementação da maltose reduziu significativamente o peso dos pintinhos quando foram comparados com as aves alimentadas com dietas contendo 20% de glicose (Quadro 1).

Quadro 1 – Efeito da adição de glicose e maltose na dieta sobre o desempenho de pintinhos de corte

Idade	Peso Vivo (g)		
	Controle	+20% glicose	+20% de maltose
7 dias	126	136	123
14 dias	330ab	355 <sup>a</sup>	310b
21 dias	677ab	710 <sup>a</sup>	621b

SHAPIRO et al. (1997).

PINCHASOV et al. (1990) constatou que a atividade da amilase pancreática atingiu maior incremento na 2ª semana de idade. Entretanto, NITSAN et al. (1991a, b) e NIR et al. (1993) observaram diminuição na atividade da amilase nas duas primeiras semanas de idade das aves. Este comportamento foi atribuído ao fato de que, nos primeiros dias de vida da ave, a absorção de nutrientes do saco vitelino pode interferir na produção enzimática (NITSAN et al., 1991a).

Estudos indicam que, ao contrário dos carboidratos e lipídios, pintos de corte recém-eclodidos apresentam uma ampla capacidade de absorção de aminoácidos, sendo essa característica manifestada desde a fase final do período embrionário (HUDSON & LEVEN, 1968; PRATT & TERNER, 1971). Esta afirmação é baseada no fato de que as aves já nascem com alguma reserva enzimática no pâncreas. Essa reserva tende a ser reduzida até o quinto ou sexto dia de vida e, posteriormente, aumentada novamente até atingir produções máximas aos 10 dias de idade (NITSAN et al., 1991b). Durante os 4 primeiros dias de vida, ¼ das proteínas absorvidas são retidas pelo intestino (NOY e SKLAN 1998).

O aumento da atividade de tripsina, de acordo com a idade das aves foi observado por NITSAN et al. (1991a, b), SELL et al. (1991) e NIR et al. (1993), em frangos de corte e galinhas de postura, sendo maior nas duas primeiras semanas. Entretanto, KROGDAHL & SELL (1989) e PINCHASOV et al. (1990) não registraram alteração da atividade da tripsina, de acordo com a idade da ave.

DUNNINGTON & SIEGEL (1995) verificaram que a atividade relativa de tripsina de frangos selecionados para alto/baixo peso vivo aos 42 dias de idade teve o mesmo comportamento da amilase (níveis mais elevados aos 10 dias), só que continuou aumentando até 15 dias de idade. Da mesma forma, a atividade específica de tripsina no pâncreas de frangos de corte do nascimento até 20 dias, em estudo realizado por NITSAN et al. (1991b), diminuiu durante os 6 primeiros dias após nascimento e aumentou cerca de 10-20% aos 14 dias de idade. Já NIR et al. (1993) observaram o contrário, ou seja, a atividade de tripsina aumentou gradualmente até atingir um nível mais elevado aos 11 dias, caindo um pouco após isso.

Em experimento realizado por DUNNINGTON & SIEGEL (1995) a atividade relativa de quimotripsina aumentou durante todo o período até 42 dias. Em geral, as atividades foram maiores para frangos selecionados para alto peso. Nesse mesmo estudo, eles verificaram que a administração de uma dieta contendo 20% mais proteína bruta e 20% mais energia metabolizável logo após o nascimento, para aves selecionadas para baixo peso corporal às 8 semanas, resultou num aumento significativo dos níveis de quimotripsina e lipase pancreáticas.

Experimentos *in vitro* e *in situ* demonstraram que no pintinho, imediatamente após a eclosão, a absorção de metionina e de glicose possui limitações, apresentando aumento com a idade, particularmente no duodeno. Por outro lado, a capacidade absorptiva para ácidos graxos não apresenta mudanças com a idade, encontrando-se elevada imediatamente após a eclosão. SKLAN (2003) sugere que devido ao fato de no embrião existirem mecanismos ativos de digestão e absorção de gorduras provenientes do saco vitelino, na fase pós-eclosão estes mecanismos precisam de poucas adaptações ao novo substrato em que irão atuar (dieta). Por outro lado, a menor absorção de glicose se deve ao fato de que no conteúdo vitelino quase não há carboidratos.

A composição da fração lipídica da gema é de 65% de triacilgliceróis, 25% de fosfolípidios e 10% de ésteres de colesterol, sendo respectivamente os dois últimos importantes na formação de micelas de gordura no intestino auxiliando a digestão das mesmas, e, precursores da formação de sais biliares e hormônios.

A digestão e a absorção dos lipídios dependem da presença de sais biliares, lipase pancreática, colipase e proteína transportadora de ácidos graxos. Esta proteína (proteína integral de membrana) apresenta-se em baixas concentrações na eclosão e aumenta gradualmente até que as aves atinjam 5 semanas de idade (KATONGOLE & MARCH, 1980).

Entre os fatores que afetam a digestão de lipídeos, estão os processos de adaptação e maturação das células absorptivas do intestino (MORAN Jr, 1985), a maturação dos órgãos para a produção e liberação de enzimas digestivas e também aqueles pertinentes aos diferentes tipos de alimento, sua natureza, composição química e a complexação entre os mesmos.

Segundo MACARI et al. (1994), na ave jovem, a absorção de gordura é limitada e, apenas quando a estrutura do enterócito alcança seu pleno desenvolvimento, é que a absorção de lipídeos se efetiva, o que ocorre após 2 ou 3 semanas de vida pós-natal, fase em que os mecanismos de digestão e absorção alcançam sua plenitude. Utilizando várias fontes de gorduras, WHITEHEAD & FISCHER (1975) e SELL et al. (1986) também observaram aumento na digestibilidade das gorduras com o avanço da idade das aves.

Pintos recém-eclodidos apresentam deficiência na secreção de sais biliares, assim como na circulação entero-hepática, que poderia garantir uma absorção de 95% dos sais biliares. Estudos prévios sugerem que pintinhos possuem absorção sub-ótima de lipídios da dieta (KROGDAHL, 1985). Todavia, a determinação da absorção de lipídios por meio de ensaios de metabolismo é complicada pela presença de conteúdo residual vitelino nas excretas, o que causa subestimação da digestibilidade das gorduras. POLIN & HUSSEIN (1982), entretanto, verificaram que a suplementação da dieta com sais biliares aumenta a digestibilidade de gorduras em pintinhos de 7 dias de idade. KROGDAHL (1985) observou que a secreção de sais biliares aumenta até o dia 21 após a eclosão quando então decresce. NOY & SKLAN (1995) observaram aumentos de 8 a 10 vezes na secreção de componentes da bile como sais biliares e ácidos graxos entre 4 e 21 dias de idade, sendo a maior parte dos ácidos graxos secretados na bile na forma de fosfolípidios. As secreções biliares são baixas após a eclosão e aumentam com a idade, e podem limitar a absorção de gorduras, pois em alguns trabalhos observou-se que a adição de ácido cólico melhora a digestão de gorduras em pintinhos (SERAFIM & NESHEIM, 1967; GOMEZ & POLIN, 1976; POLIN et al. 1980).

Além da ineficiência de utilização dos sais biliares, os pintos recém-eclodidos apresentam produção reduzida de lipase. Este é um fator fundamental para a utilização

de gorduras pelas aves e a presença de lipídios na dieta induz a produção de lipase. Krogdahl (1985) observou um aumento de 10 vezes nos níveis de lipase de 2 a 56 dias de idade, em uma dieta contendo alto teor de óleo. Estudos de NOY & SKLAN (1995) relataram que aos 4 dias, em pintinhos recebendo uma dieta com 6% de gordura predominantemente insaturada, o coeficiente de digestibilidade da gordura foi acima de 85% aos 4 dias, com aumento leve até os 21 dias, indicando que quantidades suficientes de lipase e sais biliares estariam disponíveis já aos 4 dias de idade.

DUNNINGTON & SIEGEL (1995), estudando a atividade de enzimas em frangos selecionados para alto/baixo peso vivo aos 42 dias de idade, observaram que a atividade relativa de lipase atingiu níveis mais elevados aos 8 dias e depois caiu até 15 dias de idade. Ao contrário do obtido nesse estudo, NIR *et al.* (1993) observaram que a atividade de lipase aumentou gradualmente até atingir cerca de 40 vezes seu valor aos 14 dias de idade. Já a atividade específica de lipase no pâncreas de frangos de corte ao nascimento até 20 dias, em estudo realizado por NITSAN *et al.* (1991b), diminuiu durante os 3-6 primeiros dias após nascimento e aumentou cerca de 10-20% aos 21 dias.

Assim como para a amilase e tripsina, a atividade de lipase também está associada ao crescimento alométrico do pâncreas. ESCRIBANO *et al.* (1988), KROGDAHL & SELL (1989), SELL *et al.* (1991), NITSAN *et al.* (1991b) e NIR *et al.* (1993) também constataram que a atividade da lipase cresceu com a idade das aves.

NIR (1998) observou uma diminuição da síntese endógena das enzimas amilase, tripsina e quimotripsina quando pintos de corte, com duas semanas de idade, receberam dietas suplementadas com essas enzimas. O autor admite que a secreção de enzimas pancreáticas seja afetada pela concentração de enzimas no intestino delgado e/ou substratos ou produtos de hidrólise.

Com o avanço da idade dos animais, a temperatura tem um efeito significativo sobre a atividade das enzimas pancreáticas. As aves criadas em condições termoneutras tem uma maior atividade enzimática, principalmente no período final de criação, exceto para lipase aos 28 e 42 dias, em que esse efeito é o inverso. Isso pode ser explicado pelo fato de que, em altas temperaturas ambientais, as aves tendem a perder o apetite e reduzir a ingestão de alimento (TEMIM *et al.* 2000; GERAERT *et al.* 1996).

## **TAXA DE PASSAGEM**

A velocidade com que os alimentos passam pelo trato gastrointestinal é importante, pois determina o tempo que os mesmos estarão expostos às enzimas digestivas e aos mecanismos de absorção dos nutrientes pela mucosa. Imediatamente após a eclosão, e, com a ingestão de alimentos, a taxa de passagem aumenta significativamente, decrescendo posteriormente entre os dias 4 e 10 após eclosão em aproximadamente 30%, embora o consumo de alimento aumente em até 3 vezes. O decréscimo observado na taxa de passagem é mais acentuado no duodeno. Entre os dias 10 e 21, não se observa mudanças na taxa de passagem, embora o consumo de alimento continue a aumentar (NOY & SKLAN, 1995). Todavia em estudos anteriores de SKLAN *et al.* (1975) observaram-se taxas de passagem menores no intestino delgado entre 42 e 49 dias (taxa de 67 minutos pelo intestino delgado) o que indica a possibilidade de haver nova redução entre 21 a 49 dias.



## **JEJUM E RESTRIÇÃO ALIMENTAR**

Após a eclosão, o peso das vísceras (coração, pulmão, fígado, intestino, pâncreas, moela, pró-ventrículo, etc.), aumenta mais rapidamente que a massa muscular e demais órgãos. Por isso, mais importante que os nutrientes do saco vitelino, é o rápido consumo de alimento sólido a fim de estimular o desenvolvimento de todo aparelho digestório. A gema é utilizada preferencialmente para o desenvolvimento inicial do intestino delgado, que ocorre tanto na presença como na ausência de alimento. Entretanto, na ausência de alimento o crescimento relativo é mais lento (NOY e SKLAN, 1999). Nas aves submetidas a jejum, o substrato para o crescimento se origina da gema, indicando uma alta prioridade para o crescimento intestinal pós-natal (NOY, 2005). A partir do quinto dia, o saco vitelino essencialmente desaparece e a fonte de nutrientes passa a ser exógena. Desta forma, é importante alimentar os pintos o quanto antes possível.

Recomendações antigas de manejo citavam o jejum como uma prática para melhora do desempenho, pois favoreceria uma reabsorção mais rápida do saco vitelino residual. Tal prática se provou inadequada uma vez que tem sido amplamente demonstrado que é a ingestão de alimentos exógenos que acelera a utilização do saco vitelino residual.

NOY & SKLAN (2000) verificaram que pintinhos desprovidos de alimento exógeno por 48 horas após a eclosão sofrem diminuição no peso. Todavia, durante estas 48 horas o peso do intestino delgado aumenta 60% em pintinhos desprovidos de alimento e 200% em pintinhos providos de alimentos.

Em geral, a completa adaptação do trato digestivo e do metabolismo do pintinho para uso de uma dieta rica em carboidratos e relativamente pobre em gordura em substituição à utilização do resíduo do saco vitelino, dura entre 3 a 4 dias. O trato digestivo do pintinho no imediato momento pré-eclosão tem disponível apenas o resíduo do saco vitelino para efetuar os processos de digestão e absorção. Este substrato é rico em gorduras e proteínas e quase ausente de carboidratos, portanto com uma característica hidrofóbica muito elevada. A alimentação no momento pós-eclosão por ser rica em carboidratos, além de possuir uma característica pouco hidrofóbica, necessita de enzimas digestivas antes desnecessárias como amilase, maltase, etc.

## **QUALIDADE DOS INGREDIENTES**

Logo após o nascimento os pintinhos têm dificuldade de consumir ração na forma farelada alimentos finos e ração pulverulenta não são aceitos pelos pintinhos, pois frequentemente entopem os orifícios salivares dificultando a apreensão e ingestão do alimento.

Devido ao trato gastrointestinal e ao sistema imune pouco desenvolvidos durante a primeira semana de idade, as aves são bastante sensíveis a ingredientes de má qualidade. DIBNER et al (1996) constataram que aves alimentadas com dietas contendo gordura oxidada apresentaram redução no comprimento e área de superfície do vilo, o que afetou negativamente a secreção enzimática e a capacidade de absorção dos enterócitos.

FERRER et al. (2003) avaliaram a inclusão de diferentes fontes de lipídios (sebo, óleo de girassol e óleo de linhaça) na dieta e seus efeitos sobre a composição da membrana das células das microvilosidades. As diferentes fontes de lipídios alteraram a composição lipídica das células das microvilosidades do jejuno e também transportadores de nutrientes presentes nas membranas, confirmando que os lipídios e proteínas de membrana podem ser alterados, adaptando-se aos nutrientes fornecidos

na dieta. BARBOSA et al (2004) avaliaram o desempenho e a morfometria intestinal de frangos de corte alimentados com diferentes fontes de gordura no período de 1 a 14 dias de idade. O melhor desempenho foi observado nas aves alimentadas com dietas contendo 3,2% de gordura de frango ou óleo de linhaça, porém, a morfologia intestinal não foi afetada pelas diferentes fontes de gordura estudadas.

A absorção de lipídios pode ser influenciada pelo grau de saturação dos ácidos graxos. Assim, as gorduras insaturadas são mais bem aproveitadas pelas aves do que as saturadas entre 2 e 15 dias de idade (CAREW et al. 1972). A digestão e absorção das gorduras podem ser adversamente afetadas pela presença de polissacarídeos não amiláceos solúveis. Esses fatores antinutricionais aumentam a viscosidade do meio, impedindo a ação enzimática sobre os substratos. Além disso, essas substâncias favorecem a presença de microorganismos no intestino delgado, pela redução na velocidade de passagem do quimo pelo aparelho digestivo (SCHUTTE, 1997). Assim, dietas de primeira semana não devem conter trigo, centeio, cevada e aveia, uma vez que esses ingredientes são ricos em polissacarídeos não amiláceos solúveis.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BARBOSA, L.C.G.S., ARAÚJO, L.F., ARAÚJO, C.S.S., JUNQUEIRA, O.M., SILVA, C.C., BALIEIRO, J.C.C. Análise morfométrica do trato digestório de frangos de corte alimentados com diferentes fontes de ácidos graxos. Revista Brasileira de Ciência Avícola, 6:36, 2004 (Suplemento).

CAREW, L.B., MACHEMER, R.H., SHARP, R.W., FOSS, D.C. Fat absorption in the very young chick. Poultry Science, 51: 738-742, 1972.

DAUTLICK, J. STRITMATTER, C.F. Developmental and hormone-induced changes in chicken intestinal disaccharidases. Biochem. Biophys. Acta. 222: 444-454, 1970.

DIBNER, J. et al; 1996. The effect of dietary ingredients and age on the microscopic structure of the gastrointestinal tract in poultry. Journal Applied Poultry Research, 5, 70-77.

DUNNINGTON EA, SIEGEL PB. Enzyme activity and organ development in newly hatched chicks selected for high or low eight-week body weight. Poultry Science 1995; 74: 761-70.

ESCRIBANO, F.; RAHN, B.E.; SELL, J.L. Development of lipase activity in yolk membrane and pancreas of young turkeys. Poultry Science, v.67, p.1089-1097, 1988.

FERRER, C., PEDRAGOSA, E., TORRAS-LLORT, M., PARCERISA, X., RAFECAS, M., FERRER, R., AMAT, C., MORETÓ, M. Dietary lipids modify brush border membrane composition and nutrient transport in chicken small intestine. Journal of Nutrition, 133: 1147 - 1153, 2003.

GERAERT PA, PADILHA JC, GUILLAUMIN S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: growth performance, body composition and energy retention. British Journal Nutrition 1996; 75(2): 195-204.

GOMES, M.; POLIN, D. The use of bile salts to improve absorption of tallow in chicks one to three weeks of age. *Poultry Science* 55:2189-2195. 1976.

HUDSON, D.A., LEVEN, R.J. The ontogeny of electrical activity associated with absorption of solutes across the developing small intestine of the chicks. (*Gallus domesticus*). *J. Physiol.* 195:369-385, 1968.

KATONGOLE, J.B.D., MARCH, B.E. Fat utilization in relation to intestinal fatty acid binding protein and bile salts in chicks of different ages and different genetic sources. *Poultry Science*. 59: 819-827, 1980.

KROGDAHL, A. Digestion and absorption of lipids in poultry. *Journal of Nutrition*. 115:675-685. 1985.

KROGDAHL, A.; SELL, J.L. Influence of age on lipase, amylase and protease activities in pancreatic tissue and intestinal contents of young turkeys. *Poultry Science*, v.68, p.1561-1568, 1989.

MACARI, M.; FURLAN, R.; GONZALES, E. *Fisiologia aviária aplicada à frangos de corte*. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 296p.

MAHAGNA, M.; NIR, I. Comparative development of digestive organs, intestinal disaccharidases, and some blood metabolites in broiler and layer type chicks after hatching. *British Poultry Science*. 37 :359-371. 1996.

MAIORKA, A., MACARI, M. , FURLAN, R.L. , GONZALES, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. FUNEP/UNESP, Jaboticabal, São Paulo, 2002. 113-123p.

MORAN Jr., E.T. Digestion and absorption of carbohydrate in fowl and events through prenatal development. *Journal of Nutrition*. 115:665-674, 1985.

NIR, I. Mecanismos de digestão e absorção de nutrientes durante a primeira. In : Conf. Apinco 98 de Ciência e Tecnologia Avícola, Anais. Campinas : FACTA. P81-91. 1998.

NIR, I., LEVANON, M. Effect of posthatch holding time on performance and on residual yolk and liver composition. *Poultry Science*. 72: 1994-1997, 1993.

NITSAN, Z., BEN-AVRAHAM, G., ZOREF, Z., NIR, I. Growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler chicks after hatching. *British Poultry Science*. 32:515-523, 1991b.

NITSAN, Z.; DUNNINGTON, E.A.; SIEGEL, P.B. Organ growth and digestive enzyme levels to fifteen days of age in lines of chickens differing in body weight. *Poultry Science*, v.70, p.2040-2048, 1991a.

NOY, Y. Critical care: early nutrition in poultry. In: Proceedings of Alltech's 21<sup>st</sup> Annual Symposium: Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries, Nottingham, 2005.

NOY, Y.; SKLAN, D. Decreasing weight loss in the hatchery by feeding chickens and poults in hatching trays. *Journal Applied Poultry Research*, 9: 142-148, 2000

NOY, Y.; SKLAN, D. Different types of early feeding and performance in chicks and poults. *Journal Applied Poultry Research*, 8: 16-24, 1999

NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. *Poultry Science* 74:336-373. 1995.

NOY, Y.; SKLAN, D. Metabolic Responses to Early Nutrition. *Journal Applied Poultry Research*, 7: 437-451, 1998.

PINCHASOV, Y.; NIR, I.; NITSAN, Z. Metabolic and anatomical adaptations of heavy-bodied chicks to intermittent feeding. 2. Pancreatic digestive enzymes. *British Poultry Science*, v.31, p.769-777, 1990.

POLIN, D.; HUSSEIN, T.H. The effect of bile acid on lipid and nitrogen retention, carcass composition and dietary metabolizable energy in very young chicks. *Poultry Science* 61:1697-1707. 1982.

POLIN, D.; WING, T.; PELL, K.E. The effects of fatty acids and lipase on absorption of fat in young chicks. *Poultry Science* 59 : 2738-2743. 1980

PRATT, J.R. TEMER, C. Development of amino acid transport by the small intestine of the chick embryo. *Biochem. Biophys. Acta*. 225:113-122, 1971.

SCHUTTE, J.B. Strategies of developing and optimizing feed digestibility and performance of young chick. Institute of Animal Nutrition and Animal Physiology. Wageningen. The Netherlands. 8p. 1997.

SELL, J. L.; ANGEL, C.R.; PIQUER, F.J. et al. Developmental patterns of selected characteristics of the gastrointestinal tract of young turkeys. *Poultry Science*, v.70, p.1200-1205, 1991.

SELL, J. L.; KROGDHAL, A.; HANYU, N. Influence of age on utilization of supplemental fats by young turkeys. *Poultry Science*, v.65, p.546-554, 1986.

SERAFIN, J.; NESHEIM, M. The influence of diet on bile and production and excretion in the chick. Pages 146-150 in : Proceedings Cornell Nutrition Conference, Ithaca, NY. 1967.



SHAPIRO, F.; MAHAGNA, M.; NIR, I. Stunting syndrome in broilers: Effect of glucose or maltose supplementation on digestive organs, intestinal disaccharidases, and some blood metabolites. *Poultry Science* 76:369-380. 1997

SKLAN D, HURWITZ S, BUDOWSKI P AND ASCARELLI I (1975) Fat digestion and absorption in chicks fed raw or heated soybean meal *Journal of Nutrition* 105 57-63

SKLAN, D. Fat and carbohydrate use in posthatch chicks. *Poultry Science* 82: 117-122. 2003.

SKLAN, D.; NOY, Y. Hydrolysis and absorption in the intestine of newly hatched chicks. *Poultry Science*. 79:1306-1310. 2000.

SWENSON MJ & REECE WO (1996). *Dukes. Fisiologia dos Animais Domésticos*. Guanabara-Koogan (11ª ed).

TEMIM S, CHAGNEAU A, PERESSON R, TESSERAUD S. Chronic heat exposure alters protein turnover of three different skeletal muscles in finishing broiler chickens fed 20 or 25% protein diets. *Journal of Nutrition* 2000; 130: 813-19.

UNI, Z., NOY, Y., SKLAN, D. Post hatch changes in morphology and function of the small intestines in heavy and light strain chicks. *Poultry Science*. 74: 1622-1629, 1995.

VIEIRA, S.L. Digestão e utilização de nutrientes após a eclosão de frangos de corte. In : V Simpósio Brasil Sul de Avicultura. P 26-41. Chapecó - SC. 2004

WHITEHEAD, G.C.; FISHER, C. The utilization of various fats by turkey of different ages. *British Poultry Science*, v.16, p.481-485, 1975.