

# NUTRiTime

REVISTA ELETRÔNICA

[www.nutritime.com.br](http://www.nutritime.com.br)

ISSN-1983-9006

Revista Eletrônica Nutritime, Artigo 166  
v.9, n° 03 p.1821- 1832 – Maio/Junho 2012



**Artigo Número 166**

# **TRIPTOFANO NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS**

**Arele Arlindo Calderano, Guilherme Rodrigues Lelis, Heloisa Helena  
de Carvalho Mello**



## INTRODUÇÃO

Entre os nutrientes presentes nas rações das aves a proteína é um dos principais. A eficiência de utilização da proteína da ração depende de sua digestibilidade e do balanço de aminoácidos que a compõem. Um excesso de aminoácidos na ração gera incremento calórico, ou seja, uma maior perda de energia durante os processos de digestão, absorção e principalmente no metabolismo. Por outro lado, uma deficiência de aminoácidos pode prejudicar o desempenho das aves. Os aminoácidos exercem importantes funções como componentes das proteínas, são essenciais para manutenção e produção e apresentam papel essencial em vários processos metabólicos. Portanto, as poedeiras devem receber dietas balanceadas, principalmente em relação aos níveis de aminoácidos.

Um importante marco na nutrição de monogástricos foi a adoção do conceito de proteína ideal na formulação das rações. Pode-se definir proteína ideal, teoricamente, como o balanço exato dos aminoácidos na ração capaz de prover sem excesso ou deficiência as necessidades de todos os aminoácidos essenciais para a produção e manutenção das aves, expressando-os como porcentagem em relação à lisina. Assim, as pesquisas devem ser voltadas não só para a determinação das exigências das aves por aminoácidos, mas também para o estabelecimento das relações ideais entre os aminoácidos essenciais e a lisina. Além disso, é importante avaliar quais e até que ponto os aminoácidos industriais podem ser adicionados às rações, levando em consideração aspectos produtivos, ambientais e econômicos.

Um dos pontos críticos na produção avícola comercial é a geração de grandes volumes de resíduos, principalmente nas áreas geográficas de maior concentração

animal. Como agravante, o uso de rações desbalanceadas afetam o meio ambiente devido a excreção pelas aves dos nutrientes presentes em excesso. Atualmente, esse também é um fator a ser considerado na realização de pesquisas para estimar as exigências nutricionais das aves. A formulação das rações a partir do conceito de proteína ideal e com a suplementação de aminoácidos sintéticos torna possível a redução do excesso de proteína bruta nas rações e a redução da excreção de nitrogênio para o ambiente. Normalmente, o excesso de aminoácidos absorvido pelas aves é deaminado e excretado principalmente como ácido úrico. Além do aumento na quantidade de nitrogênio nos resíduos, deve-se considerar que os microrganismos presentes no esterco convertem o ácido úrico em amônia, que é volatilizada. Dependendo da quantidade de amônia presente no ar, a saúde e produção das poedeiras podem ser prejudicadas. Além disso, ao se reduzir a proteína bruta e aproximar o conteúdo de aminoácidos da ração na real necessidade das aves, pode-se alcançar uma redução do custo de produção. Essa redução depende do custo do farelo de soja, do milho e dos aminoácidos sintéticos utilizados. Há anos os nutricionistas utilizam a metionina sintética, seguida pela lisina e mais recentemente pelo triptofano e treonina nas rações das aves, considerando para isso o custo.

Um ponto importante a ser considerado na realização de pesquisas com aminoácidos para poedeiras é que as exigências absolutas de aminoácidos são amplamente influenciadas por fatores genéticos, pela taxa de produção e por fatores ambientais, porém, as relações entre eles são bem menos influenciadas (Bregendahl et al., 2008). Assim, é mais importante determinar as relações ideais entre os aminoácidos ao invés da exigência absoluta das aves por cada aminoácido. Uma vez estabelecido o perfil ideal de aminoácidos, a exigência das aves pelo aminoácido



referência pode ser determinada experimentalmente e as exigências dos outros aminoácidos calculadas com base nas relações pré-determinadas. Porém, o perfil ideal de aminoácidos para poedeiras ainda não está bem estabelecido na literatura.

Especificamente em relação ao triptofano, este é considerado o terceiro aminoácido limitante em rações a base de milho e farelo de soja para poedeiras comerciais (Russell & Harms, 1999; Harms & Russell, 2000; Peganova et al., 2003; Deponti et al., 2007). Contudo, poucas pesquisas foram realizadas para determinar a exigência de triptofano digestível e principalmente sua relação ideal com a lisina digestível para poedeiras.

## **METABOLISMO DO TRIPTOFANO**

O triptofano é considerado um aminoácido essencial. Além de seu papel na formação de proteína, o triptofano está envolvido na produção de serotonina (5-hidroxitriptamina), um neurotransmissor produzido principalmente no intestino e também em plaquetas e no cérebro (Le Floc'h e Seve, 2007). O triptofano também tem importantes funções no metabolismo das aves, como a conversão a niacina (vitamina B<sub>3</sub>). Esta é biologicamente precursora de duas coenzimas que intervêm em quase todas as reações de óxido-redução no organismo, a nicotinamida adenina dinucleotídeo (NAD<sup>+</sup>) e a nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato (NADP<sup>+</sup>).

O triptofano da dieta pode estar relacionado a funções metabólicas específicas ou estruturais de alguns órgãos das aves. Silva et al. (2010) estudaram diferentes relações triptofano digestível:lisina digestível (19, 21, 23, 25 e 27%) nas rações de poedeiras Dekalb White. Foi observado que o peso do intestino das aves respondeu de forma quadrática às relações de triptofano da dieta. Segundo os autores, o triptofano

apresenta relação com as perdas endógenas e a renovação celular da mucosa intestinal, o que provavelmente pode justificar os resultados encontrados. Também foi observado que o peso do pulmão, do pâncreas e coração aumentou de forma linear à medida que a relação triptofano digestível:lisina digestível na ração aumentou. De acordo com os autores, órgãos como o coração e pulmão podem ser influenciados pelos níveis de triptofano da dieta devido esse aminoácido ser o precursor da serotonina, hormônio que apresenta associações com mecanismos de vasoconstrição e conseqüentemente com a pressão sanguínea. O aumento do peso do pâncreas foi associado a influência positiva da serotonina sobre a ingestão de alimento, o que pode levar a maior demanda de secreções digestoras influenciando, assim, órgãos diretamente envolvidos com os processos digestivos.

Pesquisas também mostraram que o triptofano pode influenciar os níveis de lipídeos no organismo das aves. Rogers e Pesti (1990) constataram que a suplementação de triptofano nas dietas aumentou significativamente a concentração de ácido linoleico e triptofano livre no plasma de frangos de corte.

Segundo Le Floc'h e Seve (2007), além da via de produção da serotonina, o triptofano também é metabolizado pela rota da quinurenina, o qual está associado a defesa corporal e regulação da resposta imune (Figura 1).

## **PROTEÍNA IDEAL E TRIPTOFANO NAS RAÇÕES DE POEDEIRAS**

Na formulação de rações para poedeiras o déficit dos primeiros aminoácidos limitantes pode ser evitado pela suplementação na sua forma livre. Isso se aplica particularmente para os aminoácidos metionina, lisina e triptofano. A



redução progressiva do teor de proteína na dieta pode, no entanto, conduzir a uma situação em que outros aminoácidos, que normalmente não são limitantes em dietas com níveis proteicos normalmente utilizados, tornem-se limitantes ao desempenho das aves. Estes incluem treonina e particularmente os aminoácidos de cadeia ramificada valina e isoleucina (Peganova e Eder, 2002). De acordo com Deponti et al. (2007), em virtude da disponibilidade do triptofano sintético (L-Trp) no mercado, já é possível fazer a suplementação deste aminoácido nas rações para aves a preços compatíveis. No entanto, os autores ressaltam que a determinação da viabilidade econômica da suplementação de triptofano sintético para poedeiras comerciais depende da geração de dados consistentes quanto à exigência desse aminoácido.

Segundo Peganova et al. (2003), por ser o terceiro aminoácido limitante em rações a base milho e farelo de soja para poedeiras, o triptofano tem papel importante na utilização de rações com redução do teor de proteína bruta. Leeson e Caston (1996) atribuíram à deficiência de triptofano e treonina a redução observada na massa de ovos de poedeiras alimentadas com dietas com baixa proteína suplementadas apenas com lisina e metionina. Outras pesquisas mostraram a influência do nível proteico e de aminoácidos sobre o desempenho de poedeiras comerciais. Harms e Hussel (1993) comparam o desempenho de poedeiras leves Hy-line W-36 submetidas a dietas com 17,6% e 14,8% de proteína bruta com e sem a suplementação de aminoácidos. Foi observada queda na produção de ovos, peso de ovos e massa de ovos, além de redução no peso corporal das aves submetidas às dietas com menor nível proteico e sem suplementação de aminoácidos. No entanto, quando a dieta com 14,8% de proteína foi suplementada com lisina, metionina, treonina, triptofano, arginina e valina, não ocorreram diferenças

significativas no desempenho das aves, quando comparado ao daquelas que receberam a dieta com 17,6% de proteína. Keshavarz e Austic (2004) observaram que poedeiras alimentadas com uma dieta com 13% de proteína suplementada com metionina, lisina e triptofano tiveram o desempenho produtivo semelhante ao das aves que receberam uma dieta com 16% de proteína suplementada apenas com metionina. Novak et al. (2006) verificaram que, com a redução da proteína bruta da dieta e suplementação dos aminoácidos lisina, metionina, triptofano e treonina, poedeiras leves consumindo 16,3 ou 14,6 g de proteína/ave/dia tiveram desempenho similar ao das aves consumindo 18,9 e 17,0 g de proteína por ave/dia durante os períodos de 20 a 43 semanas e 44 a 63 semanas de idade, respectivamente. Silva et al. (2010) estudaram o desempenho de poedeiras Hisex White de 48 a 56 semanas de idade submetidas a dietas variando no nível de proteína bruta (12, 14, 16 e 18%) e lisina (0,85 e 1,00%). Os níveis de metionina, triptofano e valina guardaram uma correspondência de no mínimo 47, 18 e 81%, respectivamente, em relação aos valores de lisina. Foi observado que a utilização de rações com 12% de proteína bruta suplementadas com aminoácidos sintéticos não comprometeu a produção de ovos, porém o peso dos ovos, a massa de ovos e a porcentagem de albúmen responderam positiva e linearmente ao aumento dos níveis de proteína bruta na dieta.

## **NÍVEIS DE TRIPTOFANO NAS RAÇÕES E DESEMPENHO DAS POEDEIRAS**

As investigações a respeito das exigências de aminoácidos para poedeiras ainda são limitadas e as



informações na literatura revelam grandes diferenças, sobretudo em relação aos aminoácidos treonina e triptofano. Além disso, com os programas de melhoramento genético, as poedeiras tendem a se tornar mais precoces e mais produtivas (Tabela 1). Esse ganho genético pode levar a uma variação das exigências nutricionais ou das relações ideais entre os aminoácidos, justificando a realização de pesquisas na área (Camps, 2001). Entretanto, de acordo com Rostagno et al. (1996), o custo elevado e o tempo despendido para a realização de experimentos e obtenção de dados é um dos pontos que prejudicam o desenvolvimento de novas pesquisas em relação às exigências de aminoácidos para poedeiras. Bray (1969) encontrou exigência de triptofano para poedeiras de 0,117% da ração ou um consumo de 117 mg/ave/dia. Morris e Wethli (1978) estimaram a exigência de triptofano em 0,170% na ração ou um consumo de 187 mg/ave/dia para poedeiras de 32 a 47 semanas de idade. Ishibashi (1985) testou níveis de triptofano nas dietas das poedeiras variando de 0,082 a 0,320% e encontrou exigência de 0,189% ou um consumo de 212 mg/ave/dia para a máxima produção de ovos.

Ohtani et al. (1989) observaram aumento na produção de ovos de poedeiras de 53 a 83 semanas de idade quando o consumo de triptofano foi de 173 para 239 mg/ave/dia. Porém, atribuíram esse efeito a outros fatores como a biodisponibilidade dos ingredientes utilizados, pois, segundo os autores, esse consumo de triptofano foi muito maior que as recomendações de outros autores.

Narváez et al. (1997) avaliaram a exigência de triptofano para poedeiras com 46 a 62 semanas de idade e concluíram que para obtenção de melhor desempenho e qualidade de ovos são necessários 195 mg/ave/dia de triptofano para as linhagens leves e 186 mg/ave/dia para as semipesadas.

Russell e Harms (1999) estudaram níveis de triptofano variado de 0,11 a 0,23% em rações a base de milho e farelo de soja para poedeiras Hy-line W-36 de 55 a 59 semanas de idade e observaram aumento na produção de ovos, massa de ovos e no conteúdo dos ovos com o aumento dos níveis de triptofano. Um consumo de 157 mg/ave/dia de triptofano foi estimado como exigência. Dando continuidade aos estudos, Harms e Russell (2000), obtiveram resultados semelhantes ao avaliarem oito níveis de triptofano variando de 0,12 a 0,18% nas dietas e uma dieta controle com 0,20% de triptofano. Foi constatado que a produção de ovos passou de 66,2 para 92,7% quando o nível de triptofano na dieta aumentou de 0,12 para 0,17%, porém, não houve diferença entre o nível de 0,17% e a dieta controle. O aumento do nível de triptofano nas dietas também resultou em aumento no peso e conteúdo de ovos. Os autores concluíram que a exigência de triptofano recomendada para poedeiras leves Hy-line W-36 de 30 a 36 semanas de idade foi de 139,8 mg/ave/dia para obtenção de melhor produção de ovos e de 149,9 mg/ave/dia para conteúdo de ovos.

Antar et al. (2004) estudaram a influência de três níveis de triptofano (0,166; 0,176 e 0,193%), combinados com dois níveis de óleo de milho (0 e 6%), na dieta de poedeiras Hy-line W-36 de 32 a 40 semanas de idade. Foi verificado que aves ingerindo triptofano nas quantidades de 147, 160 e 170 mg/ave/dia, independente do nível de óleo da dieta, apresentaram valores semelhantes de produção de ovos. No entanto, o peso dos ovos foi significativamente menor para as aves que ingeriram triptofano na quantidade de 147 mg/ave/dia em comparação àquelas que ingeriram 160 mg/ave/dia.

Segundo Rostagno et al. (2011), poedeiras leves pesando 1.500 g necessitam de 185 mg/ave/dia de triptofano digestível e a relação ideal triptofano



digestível:lisina digestível na dieta deve ser de 23%. Essa recomendação é semelhante a do NRC (1994) que preconiza um consumo de 160 mg/ave/dia de triptofano e uma relação ideal triptofano digestível:lisina digestível na dieta de 23%.

O manual de criação da Hy-line W36 recomenda um consumo de triptofano digestível de 169 mg/ave/dia do início da postura até 32 semanas, 158 mg/ave/dia de 33 a 44 semanas e 149 mg/ave/dia de 45 a 58 semanas de idade. A relação ideal triptofano digestível:lisina digestível recomendada para todo período de produção é de 21%.

Carvalho (2005) observou que os níveis de triptofano digestível na dieta (0,116; 0,136; 0,156; 0,176 e 0,196) influenciaram a produção de ovos, massa de ovos, conversão alimentar e o ganho de peso de poedeiras Hy-line W-36 no período de 44 a 55 semanas de idade. A exigência estimada de triptofano digestível foi de 0,180%, que correspondeu a um consumo diário de 159 mg de triptofano digestível/ave ou de 3,5 mg de triptofano digestível/g de ovo. Nesse estudo, considerando o nível de lisina digestível utilizado nas dietas, a relação ideal triptofano:lisina digestível estimada foi de 23%.

Deponti et al. (2007) estudaram cinco níveis de triptofano (0,13; 0,15; 0,17; 0,19 e 0,21%) na dieta de poedeiras Hisex White de 53 a 58 semanas de idade. Foi observado que a produção de ovos e a massa de ovos foram prejudicadas quando a dieta continha 0,13% de triptofano, porém não foi observado efeito sobre o peso dos ovos e conversão alimentar. Dependendo da característica avaliada (produção ou massa de ovos) e do modelo de regressão aplicado na análise dos dados (quadrático, exponencial ou segmentada), foi estabelecido que as exigências de triptofano para poedeiras leves se encontram na faixa de 161 a 188 mg/ave/dia. Considerando o consumo médio de

ração obtido de 110,4 g/ave/dia e o nível de lisina adotado nas dietas de 0,840%, os valores acima corresponderam a relações ideais triptofano/lisina na faixa de 17,4 a 20,3%. Esses autores também avaliaram o padrão de recuperação do desempenho das poedeiras alimentadas com 0,13% de triptofano na dieta no período de 53 a 58 semanas de idade. Eles constataram que uma semana de alimentação com ração contendo 0,21% de triptofano foi suficiente para a recuperação da produção e da massa dos ovos.

Bregendahl et al. (2008) avaliaram as respostas no desempenho de poedeiras Hy-line W-36 de 28 a 34 semanas de idade aos níveis de inclusão de aminoácidos essenciais nas dietas, de forma a determinar a relação ideal entre estes e a lisina. A relação ideal triptofano digestível:lisina digestível estimada foi de 22,3% para uma ótima produção de massa de ovos.

Lima et al (2011), avaliando a melhor relação triptofano digestível:lisina digestível na dieta de poedeiras leves de 29 a 45 semanas de idade, obtiveram relações de 23,98% para produção de ovos, 24,07% para peso de ovo, 24,11% para massa de ovos, 24,58% para conversão alimentar em massa de ovos e 25,25% para conversão alimentar em dúzia de ovos. Assim, os autores concluíram que a relação triptofano digestível:lisina digestível de 24,4%, valor médio das estimativas obtidas, promove um desempenho zootécnico mais eficiente de poedeiras leves em pico de postura.

Calderano (2011) avaliou diferentes relações triptofano digestível: lisina digestível nas rações de poedeiras leves e concluiu que as relações ideais são de 25,2% e 24,3% para aves de 24 a 40 e de 42 a 58 semanas de idade, respectivamente.

Em relação ao consumo de ração, de modo geral, os resultados na literatura indicam diminuição quando administrados menores níveis de triptofano (Jensen et al., 1990;



Russell & Harms, 1999; Harms & Russell, 2000; Peganova et al., 2003; Peganova e Eder, 2003). O menor consumo de ração pelas poedeiras submetidas a menores níveis de triptofano na dieta tem sido atribuído a menor produção de serotonina, que é um regulador do apetite em aves (Peganova e Eder, 2003; Carvalho, 2005). Contudo, Ohtani et al. (1989) não observaram diferença no consumo de ração de poedeiras alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de triptofano. Deponti et al. (2007) também não observaram redução no consumo de ração e inferiram que a ingestão de 137 mg/ave/dia de triptofano não foi baixa o suficiente para suprimir o consumo de ração das poedeiras.

## **NÍVEIS DE TRIPTOFANO NAS RAÇÕES E QUALIDADE DOS OVOS DE POEDEIRAS**

A indústria de processamento de ovos foi inicialmente gerada para o aproveitamento de ovos muito pequenos ou desclassificados para o comércio. No entanto, com o passar dos anos a indústria estabeleceu critérios específicos para o processamento dos ovos, visando maior produtividade na confecção de produtos que atendam diversas expectativas do mercado. Portanto, tornou-se imprescindível que os ovos destinados ao processamento apresentem características normais de qualidade interna e externa. Determinadas empresas priorizam ovos com peso de no mínimo 60 gramas, além de considerar a relação gema:albúmen e a percentagem de sólidos totais, tanto do ovo como de seus principais componentes (gema e albúmen) (Faria et al. 2001). Segundo Deponti et al. (2007), a determinação da qualidade interna dos ovos é importante para indústria de processamento de ovos, pois podem ocorrer alterações decorrentes dos

níveis nutricionais utilizados na dieta das aves. Além disso, segundo Brumano (2009), para os consumidores, a qualidade dos ovos está relacionada não somente a resistência da casca, mas também com as características sensoriais e com a composição nutricional. Assim, a inclusão de variáveis de qualidade de ovos também é importante quando se trabalha com exigências nutricionais para poedeiras. De acordo com Colnago (1996), com o aumento da demanda de ovos para a industrialização (ovos líquidos, desidratados, clara, gema, etc), tem-se observado aumento nos estudos de exigências nutricionais de poedeiras, onde a composição do ovo é objeto de estudos e não mais só a produção e o tamanho do ovo.

Harms e Russell (2000) observaram aumento no peso dos ovos e no conteúdo dos ovos quando houve aumento no nível de triptofano nas dietas das poedeiras. Hussein e Harms (1994) observaram que a redução do nível de triptofano da dieta de 0,180% para 0,127% promoveu redução no peso dos ovos, do albúmen e da casca e levou ao aumento na relação gema:albúmen dos ovos de poedeiras leves Hy-line W-36. Deponti et al. (2007) concluíram que a unidade Haugh, as porcentagens de gema e de albúmen e o teor de sólidos totais da gema e do albúmen dos ovos de poedeiras leves não foram influenciados pela ingestão de triptofano em níveis de 137,1 a 228,0 mg/ave/dia. Lima et al. (2010) avaliaram relações ideais triptofano digestível:lisina digestível na dieta de poedeiras leves de 29 a 45 semanas de idade sobre a qualidade dos ovos. Foi observado efeito quadrático sobre o peso do albúmen, casca, gema e as porcentagens de casca e gema dos ovos, porém, a gravidade específica e a porcentagem de albúmen não foram influenciadas. Segundo os autores, para melhor qualidade de ovos de poedeiras leves, recomenda-se uma relação triptofano digestível:lisina digestível na dieta de 24,2%.



## TRIPTOFANO NO CONTROLE DA RESPOSTA IMUNE

A ativação do sistema imune pode interferir na exigência de aminoácidos pelas aves. Quando este sistema está ativado, ocorrem alterações fisiológicas e metabólicas no organismo. Nessa situação, a prioridade do organismo animal passa a ser a proliferação de células de defesa, a expressão de receptores para reconhecer moléculas estranhas, a produção de citocinas moduladoras de resposta imune, a produção de anticorpos e outras moléculas efetoras (Tahakashi, 2006). Neste contexto, nutrientes com participação mais expressiva na deposição e menos expressiva nas funções de defesa, como a lisina, passam a ter importância reduzida para o organismo animal, enquanto outros, que participam mais expressivamente do sistema imune, como metionina, treonina, triptofano e arginina, passam a ser mais requeridos sob tal circunstância (Oliveira Neto e Oliveira, 2009).

Especificamente em relação ao triptofano, o seu envolvimento no controle da resposta imune tem sido estudado. O seu papel parece estar associado a indoleamina 2,3-dioxigenase (IDO), enzima envolvida no catabolismo do triptofano até quinurenina. Esse corresponde ao primeiro passo no catabolismo do triptofano, levando à produção de ácido xanturênico e antranílico e eventualmente a produção de ácido picolínico e niacina (Le Floch e Seve, 2007). Em suínos, Melchior et al. (2004) observaram que o metabolismo do triptofano foi afetado por uma inflamação pulmonar crônica causada por indução intravenosa com adjuvante de Freund. A inflamação pulmonar induziu uma diminuição na concentração plasmática de triptofano. Uma explicação pode ser o aumento da atividade da enzima IDO e o conseqüente aumento no

catabolismo do triptofano pelo caminho da quinurenina. Em outras espécies a depressão do nível de triptofano livre no plasma também tem sido associada ao aumento da degradação de triptofano pela ativação da IDO, ocorrendo em vários estados inflamatórios (Saito et al., 1992). Le Floch et al. (2004) verificaram que o nível de triptofano na dieta também pode influenciar a resposta inflamatória. Haptoglobulina é a principal proteína de fase aguda usada como indicador de inflamações em suínos. Assim, os autores observaram que suínos sofrendo de inflamação pulmonar apresentaram menor concentração plasmática de haptoglobulina quando foram alimentados com uma ração bem balanceada em triptofano em comparação aos animais alimentados como uma ração deficiente em triptofano.

A função do caminho metabólico induzido por citocinas tem sido estudada. Primeiro, foi demonstrado que a IDO é capaz de mediar efeitos antimicrobianos. Células ativadas por interferon- $\gamma$  (IFN- $\gamma$ ) e expressando IDO são capazes de inibir o crescimento de patógenos em humanos. Os mecanismos antimicrobianos gerados pela indução da atividade da IDO não são totalmente entendidos, mas o que é comumente comentado é a habilidade da enzima em reduzir a disponibilidade de triptofano para o crescimento dos patógenos que infectam o microambiente celular (Däubener e MacKenzie, 1999). Outro papel da ativação da IDO é o controle da proliferação de linfócitos. Células expressando IDO, como macrófagos e células dentríticas, são capazes de inibir a proliferação de células T em resposta a um desafio antigênico. A IDO pode suprimir as células T induzindo uma depleção de triptofano local e por produzir metabólitos do triptofano, como ácido 3-hidroxi-antranílico e quinolínico, responsáveis por apoptose de células T (Munn et al., 1999). Frumento et al. (2002) também mostraram que



catabólitos derivados do triptofano, como quinurenina e ácido picolínico são responsáveis por inibição da proliferação de células T.

A qualidade do ambiente também pode ser considerado como fator que influencia a exigência de triptofano pelos animais. A consequência de uma resposta imune sobre metabolismo do triptofano é uma redução da disponibilidade para o crescimento corporal ou produção de ovos e para outros processos metabólicos que envolvem esse aminoácido. Uma deterioração do ambiente sanitário pode levar a uma moderada resposta inflamatória e redução do desempenho dos animais. Em suínos, Le Floc'h et al. (2007), verificaram que animais mantidos em um ambiente sanitário pobre exibiram menor concentração de triptofano no plasma, independente do nível de triptofano na dieta. O aumento do nível de triptofano na dieta não preveniu a queda no desempenho devido a deterioração do estatus sanitário, porém, a taxa de crescimento dos animais mantidos em um ambiente sanitário pobre foi mais sensível com dietas com menor nível de triptofano em relação ao grupo controle. Assim, o aumento na taxa de crescimento, induzido pelo aumento de triptofano na dieta, pode ter papel mais importante para animais submetidos a moderado desafio inflamatório causado por um ambiente sanitário pobre.

## **TRIPTOFANO E SUA RELAÇÃO COM OUTROS AMINOÁCIDOS**

Os aminoácidos neutros de cadeia longa (ANCL), que incluem aminoácidos de cadeia ramificada (isoleucina, leucina e valina), a fenilalanina e a tirosina, competem com o triptofano pelo sítio de absorção na barreira hematoencefálica. Assim, a relação entre triptofano e ANCL no plasma

pode influenciar a síntese de setoronina no hipotálamo, neurotransmissor que tem papel importante na regulação do consumo de alimento (Tackman et al., 1990; Jansman, 2000; Peganova e Eder, 2003)

Altas concentrações de aminoácidos neutros de cadeia longa (ANCL) na dieta de suínos pode levar a redução no consumo de alimento devido a supressão do transporte de triptofano para o cérebro e subsequente formação de serotonina (Henry et al., 1992). Estudos com frangos também mostraram que o excesso de aminoácidos de cadeia ramificada está associado com redução da formação de serotonina no cérebro (Harrison e D'Mello, 1986). Segundo Peganova e Eder (2003), essa constatação leva a suspeita de que uma diminuição da absorção de triptofano no cérebro, na presença de excesso de isoleucina, pode desempenhar papel importante na redução do consumo de ração em poedeiras. Assim, esses autores avaliaram se a depressão no desempenho de poedeiras, causado pelo excesso de isoleucina na dieta (5,7; 8,0 e 11,5 g/kg), pode ser aliviada aumentando a suplementação com triptofano. O aumento na concentração da isoleucina na dieta de 5,7 para 11,5 g/kg levou a redução no consumo de ração e massa de ovos das poedeiras. Entretanto, a suposição acima não foi confirmada, pois o aumento da concentração de triptofano de 1,5 para 2,4 g/kg na dieta não aliviou os efeitos do excesso de isoleucina. Também foi observado que a ração com alta concentração de triptofano proporcionou consumo de ração 6% maior em relação a dieta baixa em triptofano. Segundo os autores, esse efeito pode estar associado a maior produção de serotonina.

Estudos com suínos mostraram que a exigência de triptotano é influenciada pelo nível de suplementação de ANCL (Henry et al., 1992). Para aves os estudos são escassos, entretanto, Peganova et al.



(2003) investigaram se a exigência de triptofano para poedeiras também é dependente da suplementação de ANCL. Poedeiras semipesadas de 31 a 37 semanas de idade foram submetidas a dietas que variaram na concentração de triptofano (1,0; 1,25; 1,5; 1,75, 2,0 e 2,5 g/kg) e de ANCL (níveis normais de isoleucina, valina, leucina, fenilalanina e tirosina (German Nutrition Society (1999) ou acrescidos em 40%). Foi observado que as aves que receberam dietas com alta concentração de ANCL tiveram menor exigência de triptofano (145 e 155 mg/ave/dia) para atingir uma ótima produção de ovos e massa de ovos, respectivamente, em comparação com as aves que receberam rações com concentração adequada de ANCL (184 e 198 mg/ave/dia). Em contraste, a exigência de triptofano para ganho de peso foi menor para aves alimentadas com rações com níveis adequados de ANCL (178 mg/ave/dia), em comparação com as aves que receberam rações com altos níveis de ANCL (212 mg/ave/dia). Segundo os autores, esses resultados sugerem que, para poedeiras, existem interações entre ANCL e o triptofano da dieta, pois a suplementação com ANCL acima da exigência modificou a distribuição relativa de triptofano entre proteína dos ovos e proteína corporal. Foi sugerido que o consumo de dietas com maior suplementação de ANCL combinado com baixos níveis

de triptofano, aumentou a mobilização de triptofano corporal para ser utilizado na formação de massa de ovos. Em relação ao consumo, as aves também responderam às dietas com baixos níveis de triptofano com redução. Entretanto, a variação na concentração de ANCL nas dietas não influenciou o consumo de ração das aves.

O catabolismo do triptofano e da lisina possuem um mesmo intermediário, o ácido  $\alpha$ -cetoalado (Figura 2). O ponto final no catabolismo do triptofano, que leva a produção de niacina, ocorre a partir do amino carboximuconato semialdeído (ACS). Aproximadamente 95% do ACS é catabolizado a  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ , produzindo ácido  $\alpha$ -cetoalado como intermediário. Em aves, o metabolismo do triptofano pode ser influenciado pelo excesso de lisina na dieta. Augspurger e Baker (2007) observaram que o excesso de lisina melhorou o desempenho de frangos alimentados com uma ração deficiente em niacina e adequada em triptofano. A hipótese é que o excesso de lisina na dieta leva ao aumento da produção de niacina a partir do triptofano. Isso ocorre devido ao acúmulo de ácido  $\alpha$ -cetoalado, o qual causa a inibição pelo produto final do catabolismo do triptofano até  $\text{CO}_2$  e, desse modo, aumenta o fluxo de ACS para a produção de niacina e NAD.

Tabela 1 - Evolução genética das poedeiras leves

	Período de postura (até 80semanas)		
	1980 <sup>1</sup>	2003 <sup>2</sup>	2009 <sup>3</sup>
Viabilidade (%)	90-94	96	94
Mortalidade (%)	6-10	4	6
Dias a 50% de Produção	171	153	146
Peso corporal 32 sem (kg)	1,600	1,520	1,520
Peso corporal 70 sem (kg)	1,700	1,580	1,540
Ovo/ave/dia 80 sem	275-305	339-347	345-361
Ovo/ave/alojada 80 sem	262-293	333-341	336-352
Peso médio do ovo 32 sem (g)	56,7	58,4	58,2
Peso médio do ovo 70 sem (g)	64,8	63,4	62,9
Kg de ração/kg de ovo	2,3-2,5	1,91	1,86

<sup>1</sup>Manual de Manejo Hy-line Ito 1980

<sup>2</sup>Guia de Manejo da Hy-line W36 2003-2005

<sup>3</sup>Guia de Manejo da Hy-line W36 2009-2011



Figura 1 – Rotas metabólicas do triptofano

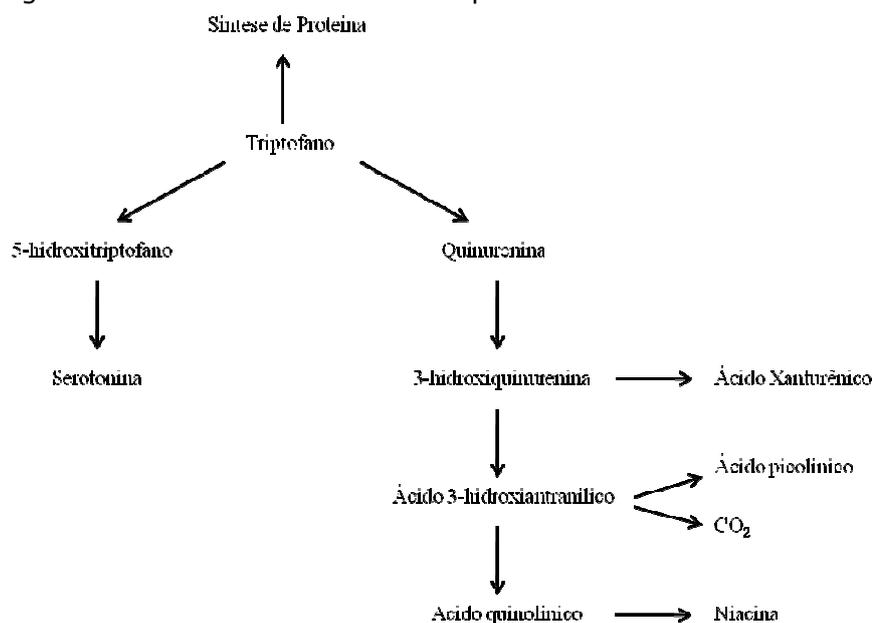
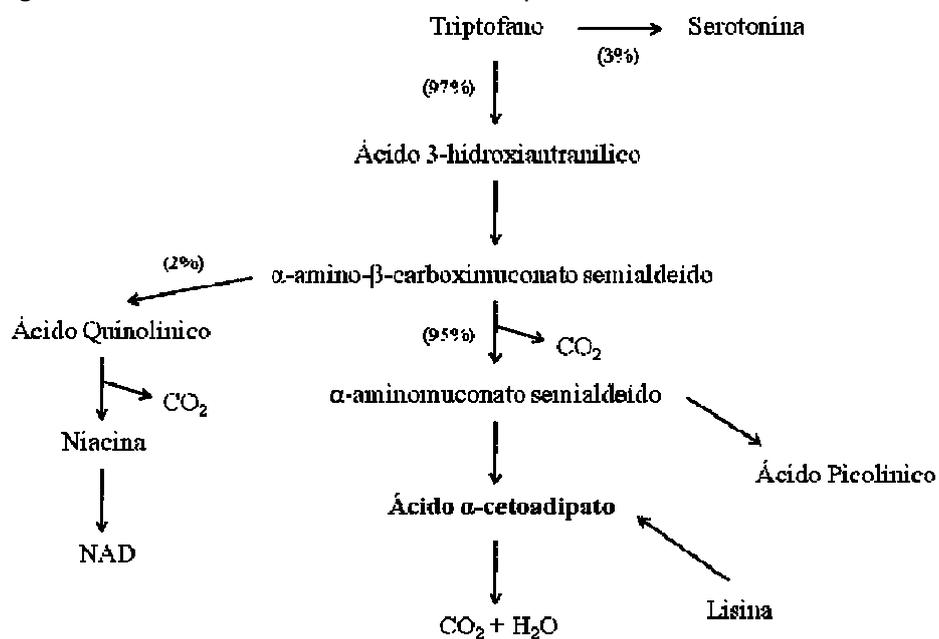


Figura 2 – Rotas no metabolismo do triptofano



Adaptado de Augspurger e Baker (2007)



## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BARRETO, L.C.N. Utilização de misturas de "leite" de soja e soro de queijo no aleitamento de bezerros. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1993. 51p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, 1993.

CAMPOS, O.F.; LIZIEIRE, R.S.; RODRIGUES, A.A. Colostro fermentado à temperatura ambiente, sem aditivo para bezerros leiteiros. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.15, n.4, p.338-349, 1986.

CASTRO, A.L.M.; CAMPOS, W.E.; MANCIO, A.B.; PEREIRA, J.C.; CECOM, P.R.; Desempenho e rendimento de carcaça de bezerros alimentados com colostro fermentado, associados ao óleo de soja e zeranól. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.56, n.2, p.193-201, 2004.

COELHO, S.G. II Simpósio Mineiro de Buiatria. Belo Horizonte. Minas Gerais. **Anais...II Simpósio Mineiro de Buiatria**. 2005.

EPPARD, P.J.; OTTERBY, D.E.; LUNDQUIST, R.G. Influence of sodium bicarbonate on growth and health of young calves. *Journal of Dairy Science*, v.65, n.10, p.1971-1978, 1982.

FOLEY, J. A; OTTERBY, D.E.J. Availability, storage, treatment, composition, and feeding value of surplus colostrums: a review. *Journal of Dairy Science*, v.61, p.1033-1060, 1978.

FONTES, F.A.P.V, et al. IV Simposio Mineiro de Nutrição de Gado de Leite. Belo Horizonte. Minas Gerais. **Anais...IV Simpósio Mineiro de Nutrição de Gado de Leite**. 2007.

HODGE, S.E.; JENNY, B.F.; O'DELL, G.D. et al. Performance of calves feed preserved colostrum with sodium bicarbonate added at feeding. **Journal of Dairy Science**, v.66, S1, p.256, 1983.

JENNY, B.F.; MILLS, S.E.; O'DELL, G.D. Dilution rates of sour colostrum for dairy calves. *Journal of Dairy Science*, v.60, n.6, p.942-946, 1977.

JENNY, B.F., HODGE, S.E., O'DELL, G.D., ELLERS, J.C. Influence of colostrums preservation and sodium bicarbonate on performance of dairy calves. *J. Dairy Sci.*, Champaign, v. 67, n. 2, p. 313-318, 1984.

KAISER, A.G. The effect of milk feeding on the pre-and postweaning growth of calves, and on stomach development at weaning. **Journal of Agricultural Science**, v.87, n.2, p.357- 363, 1976.

LIZIEIRE, R. S., CAMPOS, O.F. Colostro fermentado com bicarbonato de sódio para bezerros leiteiros. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, Viçosa, v. 15, n. 5, p. 432-438, 1986.

MANCIO, A.B.; GOES, R.H.T.B.; BARROS, E.E.L.; CECOM, P.R.; SILVA, A.T.S. Desempenho produtivo de cabritos alimentados com diferentes dietas líquidas associadas com promotor de crescimento. Desempenho Produtivo de Cabritos Alimentados. *R. Bras. Zootec.*, v.34, n.4, p.1305-1313, 2005



MODESTO, E.C.; MANCIO, A.B.; MENIN, E.; CECON, P.R.; DETMANN, E. Desempenho produtivo de bezerros desmamados precocemente alimentados com diferentes deitas líquidas com utilização de promotores de crescimento. *R. Bras. Zootec.*, v.31, n.1, p.429-435, 2002.

MULLER, L.D., LUDENS, F.C., ROOK, J.A. Performance of calves fed fermented colostrum with additives during warm ambient temperatures. *J. Dairy Sci.*, Champaign, v. 59, n. 5, p. 930-935, 1976.

RINDSIG, R.B.; BODOSH, G.W. Growth of calves fed colostrums naturally formed, or preserved with propionic acid or formaldehyde. **Journal of Dairy Science**, v.60, n.1, p.185- 191, 1977.

SAALFELD, M.H. Uso da silagem de colostro como substituto do leite na alimentação de terneiras leiteiras. **A hora veterinária**, n.162, p. 59-62, março/abril, 2008.

SAALFELD, M.H., GARCIA, J.P., DOMINGUES, F.S., COSTA,G.M; MEDINA,E.D. Uso de silagem de colostro como substituto do leite na alimentação de terneiras leiteiras. Anais do Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária Gramado 2006.

VASCONCELOS, M.A.; FAÇANHA, D.A.; OLIVO, C.J. et al. Desempenho de bezerros da raça holandesa submetidos a diferentes dietas líquidas e instalações. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. Anais... Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. v.3, p.147-149, 1996.

WATTIAUX, M.A. Raising dairy heifers. Wisconsin: Technical Dairy Guide, p.126, 1996.