

Inulina na produção de frangos de corte

SILVA, W. T. M.¹; BORSATTI, L.²; NUNES, R. V.³; POZZA, P. C.⁴; POZZA, M. S. S.³;
GIUSTI, L. D. B.³

¹Zootecnista / COPACOL – Cafelândia, PR

²Doutoranda em Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, RS

³Docente do Centro Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, *Campus* de Marechal Cândido Rondon, PR. E-mail: ldgbruno@gmail.com

⁴Docente do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá, PR

RESUMO

Nesta revisão são apresentados aspectos referentes ao uso de prebióticos, especialmente inulina, e seu envolvimento na produção de frangos de corte.

Palavras-chave: prebiótico, inulina.

ABSTRACT

Inulin on broiler chickens management

In this review article will be presented some aspects concern the prebiotic use, especially inulin, and its function on broiler chickens management.

Keywords: prebiotic, inulin.

INTRODUÇÃO

A produção de frangos de corte representa grande importância para a economia brasileira, sendo um potente gerador de emprego e renda. Nos últimos anos, tem apresentado avanços no aspecto produtivo, parte destes associados ao melhoramento genético e ao avanço do conhecimento nas áreas de manejo, de alimentação e de nutrição (ALBINO *et al.*, 2007).

Desta maneira, a nutrição desempenha importante papel, que abrange desde a formulação de dietas que visam atender às exigências nutricionais, como busca pelo incremento no aproveitamento dos nutrientes presentes nos alimentos, em geral a base de milho e soja. Assim, o dinamismo da nutrição animal vem buscando novas estratégias para melhorar a digestibilidade dos alimentos e proporcionar condições que favoreçam a expressão do máximo potencial genético das aves, sem acréscimo ao custo de produção (ARAUJO *et al.*, 2007).

Como os promotores de crescimento antimicrobianos (antibióticos e quimioterápicos) são produtos que apresentam eficácia comprovada sobre a produtividade e saúde animal desde a década de 1990 esses vêm sendo largamente utilizados nas criações comerciais de frangos de corte. No entanto, o uso destes promotores de crescimento pode induzir a resistência cruzada por bactérias patogênicas, em virtude da presença de seus resíduos na carne, desta forma tem ocorrido pressão dos consumidores para banir esses produtos da alimentação animal (MENTEN, 2002), sendo assim a União Européia proibiu o uso de antibióticos como promotores de crescimento com vencimento em janeiro de 2006.

Aditivos alimentares são definidos como substâncias não nutritivas adicionadas intencionalmente aos alimentos para melhorar a eficiência destes. Podem interferir no metabolismo, proporcionam maior aceitabilidade pelos animais, conservam e modificam suas propriedades, desde que não prejudiquem seus valores nutritivos (OLIVEIRA *et al.*, 2005; SOUZA *et al.*, 2005). Ainda como substâncias ou micro-organismos que normalmente não se consomem como alimentos, interferem ou melhoram as características destes ou de produtos animais.

Neste contexto, com base em novos conceitos de segurança alimentar, produtos alternativos aos promotores de crescimento estão sendo pesquisados e desenvolvidos, visando o máximo desempenho e produção animal (MILTENBURG, 2000). Dentre estas alternativas,

destacam-se os prebióticos que são ingredientes alimentares não digeríveis que beneficiam o hospedeiro por estimular seletivamente o crescimento e/ou a atividade de uma ou um número limitado de espécies bacterianas no cólon (GIBSON & ROBERFROID, 1995).

Dentre os prebióticos utilizados na alimentação de animais, encontramos a inulina. A inulina é um prebiótico extraído da raiz da chicória e é composta por oligofrutose. A ingestão de inulina tem como resultado um aumento significativo da *Bifidobacteria* benéfica no intestino. Ao mesmo tempo, a presença de bactérias indesejáveis é reduzida significativamente. Este prebiótico também tem um impacto positivo na absorção de minerais como cálcio, fósforo e magnésio (ROBERFROID, 2007a; 2007b).

A microbiota do trato gastrointestinal é dependente da dieta como principal fonte de substrato para o seu crescimento e metabolismo; dessa forma, o uso de prebiótico em rações para aves pode promover condições para uma microbiota benéfica e estável, auxiliando na digestão do alimento, absorção de nutrientes e inibindo a proliferação de microrganismos patogênicos, proporcionando melhor desempenho e saúde para os animais (STEFE *et al.*, 2008).

Pesquisadores destacam ainda que prebióticos são produtos inovadores, naturais, estabilizantes da flora intestinal agindo como melhoradores da saúde animal; aumentam o aproveitamento das proteínas, aminoácidos e energia da dieta (FLEMMING & FREITAS, 2005).

Prebióticos

Os prebióticos são ingredientes alimentares que não sofrem ação das enzimas digestivas do hospedeiro, mas que estimulam seletivamente o crescimento e/ou a atividade de bactérias benéficas para o animal. De acordo com Maiorka *et al.* (2001), estes carboidratos não digestíveis, como parede celular de plantas e leveduras, são assim classificados por serem um complexo de glicomanano proteínas que possuem a capacidade de ligação às fímbrias das bactérias, inibindo a colonização destas no trato gastrointestinal.

Segundo Silva & Nörnberg (2003), os prebióticos são compostos biologicamente seguros à saúde humana e animal, justificando o seu uso alternativo em substituição a certas drogas veterinárias usadas na prevenção de alterações do trato gastrointestinal e/ou como promotoras do crescimento. Entretanto, as respostas biológicas na nutrição animal nem sempre são evidenciadas, o que pode estar relacionado com a composição química dos demais ingredientes da dieta, com a dosagem adicionada, com a adaptação e a seletividade da microbiota ao prebiótico, ou com o nível de estresse do animal.

Gibson & Roberfroid (1995) citam algumas características desejáveis de um prebiótico; não deve ser metabolizado ou absorvido durante a passagem pelo trato digestivo superior; deve servir de substrato para as bactérias intestinais benéficas que serão estimuladas a crescer e/ou tornar-se metabolicamente ativas; possuir capacidade de alterar a microbiota intestinal de forma benéfica ao hospedeiro; induzir efeitos benéficos sistêmicos ou apenas no intestino do hospedeiro.

A resistência à digestão no trato gastrointestinal superior e a fermentação no intestino grosso, são características marcantes na escolha dos oligossacarídeos como prebióticos (ROBERFROID & SLAVIN, 2000).

Os prebióticos são definidos como oligossacarídeos que não são digeríveis no intestino delgado e atingem o intestino grosso onde atuam estimulando seletivamente o crescimento de bactérias desejáveis no cólon, alterando a microbiota a favor de uma composição mais saudável (MANNING *et al.*, 2004).

Os prebióticos têm sido usados com a finalidade de estimular o desenvolvimento de *Lactobacillus* spp. e de *Bifidobacterium* spp., as quais são conhecidas pela grande capacidade de produzirem ácido láctico e acético. A maior produção destes ácidos promove a redução do pH no sistema digestivo, provocando inibição no desenvolvimento das populações de bactérias nocivas, pois apresentam alta sensibilidade a ambientes ácidos (MATHEW *et al.*, 1993).

Estes também são conhecidos por apresentar capacidade de estímulo do crescimento de populações microbianas benéficas, pela melhora nas condições luminais, aumentando seu valor

osmótico (IMMERSEEL *et al.*, 2004), nas características anatômicas do trato gastrointestinal, promovendo o aumento da superfície de absorção da mucosa intestinal, e no sistema imune e, em alguns casos, pela melhora no desempenho animal (SILVA & NÖRNBERG, 2003).

Alguns microrganismos podem reconhecer sítios de ligação nesses açúcares como sendo da mucosa intestinal, reduzindo a colonização no intestino por bactérias patogênicas. Com isso, além da menor incidência de infecções tem-se a mucosa inteiramente apta às suas funções de secreção, digestão e absorção de nutrientes (IJI *et al.*, 1998).

Pesquisas relataram três respostas distintas quanto ao uso dos prebióticos na alimentação animal. A primeira refere-se à modulação benéfica da microbiota nativa presente no hospedeiro. A segunda é a sua possível ação melhoradora sobre o sistema imune e sobre aspectos anatômicos do sistema digestório. A terceira é consequência direta destas duas primeiras, e demonstra a influência do uso destes compostos sobre o desempenho animal (SILVA & NÖRNBERG, 2003).

A alteração da microbiota intestinal pelo uso de prebióticos pode também ocorrer por meio do fornecimento de nutrientes para as bactérias desejáveis ou do reconhecimento pelas bactérias patogênicas, de sítios de ligação nos oligossacarídeos como sendo da mucosa intestinal, reduzindo a colonização indesejável no intestino, resultando em menor incidência de infecções e melhor integridade da mucosa intestinal, tornando esta apta para exercer suas funções (TUCCI *et al.*, 2004).

Os prebióticos podem aderir a bactérias patogênicas evitando sua adesão e colonização no epitélio intestinal, além disso, podem contribuir para a proliferação de microrganismos benéficos e estimulação das células do sistema imune, promovendo o aumento de IgG no sangue, já na bile e na mucosa intestinal a secreção do anticorpo (IgA) impede a aderência de microrganismos à superfície dos enterócitos (KAMIMURA *et al.*, 2006).

Substâncias prebióticas

Diversos tipos de substâncias como carboidratos, peptídeos, proteínas, lipídeos, fibras e álcoois podem ser classificadas como prebióticos. Os carboidratos denominados oligossacarídeos, que possuem cadeias curtas de polissacarídeos de três a dez açúcares simples, são os que possuem as melhores características prebióticas.

Os prebióticos mais estudados como aditivos alimentares na nutrição avícola são os oligossacarídeos, principalmente os mananoligossacarídeos (MOS), os glucoligossacarídeos (GOS) e os frutoligossacarídeos (FOS). Segundo Menten (2001), os MOS e os GOS são obtidos a partir da parede celular de leveduras, sendo constituídos principalmente de proteínas e carboidratos; e os FOS são polímeros ricos em frutose, são os prebióticos mais estudados para a avicultura e consistem em oligossacarídeos naturais que contêm uma cadeia de frutose e uma unidade de glicose terminal (OTERO, 2003).

Os FOS podem ser divididos em dois grupos, do ponto de vista comercial o primeiro grupo é o preparado por hidrólise enzimática de inulina, e consiste de unidades lineares de frutossil com ou sem uma unidade final de glicose. Este processo ocorre amplamente na natureza, e esses oligossacarídeos podem ser encontrados em uma grande variedade de plantas e esses oligossacarídeos podem ser encontrados em uma grande variedade de plantas (mais de 36 mil) (ROBERFROID, 1993), mas principalmente em alcachofras, aspargos, beterraba, chicória, banana, alho, cebola, trigo, tomate, segundo discussão de YAMASHITA *et al.* (1984), YUN (1996). Também podem ser encontrados no mel e açúcar mascavo, em tubérculos, como o yacon (FUKAI *et al.*, 1993, GOTO *et al.*, 1995), e em bulbos, como os de lírios vermelhos (UCHIYAMA *et al.*, 1985).

O segundo grupo é preparado por reação enzimática de transfrutossilacção em resíduos de sacarose, e consiste tanto de cadeias lineares como de cadeias ramificadas de oligossacarídeos, com grau de polimerização variando entre uma e cinco unidades de frutossil (ROBERFROID, 1993).

No intestino delgado, os oligossacarídeos são resistentes à ação das enzimas intestinais e pancreáticas. Neste local, os FOS têm um efeito osmótico por sua capacidade de retenção água (BORGES *et al.*, 2011).

Estas moléculas de oligossacarídeos que não são digeridas nem absorvidas no intestino delgado alcançam o intestino grosso onde são fermentados pelas bactérias anaeróbias que compõem a microbiota intestinal, produzindo grandes quantidades de ácidos graxos voláteis (AGV), como o ácido acético, ácido propiónico e ácido butírico, além de CO₂, amônia e H₂. Como resultado, o pH no lúmen do intestino grosso torna-se ácido (OTERO, 2003).

Com o efeito da acidez intestinal, ocorre um aumento do número total de microorganismos intestinais, entretanto este incremento funciona de forma seletiva, onde as bactérias benéficas são resistentes ao meio ácido, enquanto que as bactérias patogênicas, como *Clostridium*, *E. coli*, *Listeria*, *Shigella* e *Salmonella* entre outras, são sensíveis a este meio (BORGES *et al.*, 2011).

Inulina

Dentre os prebióticos utilizados na alimentação de animais, destaca-se a inulina (frutano), polissacarídeo encontrado no rizoma de algumas plantas, principalmente a chicória, facilmente encontrada no mercado europeu, que gera FOS se for hidrolisada enzimaticamente pela inulase (PEREIRA, 2007).

A inulina consiste em fibras solúveis fermentáveis, não digeríveis pela alfa amilase nem pelas enzimas hidrolíticas (maltase, sacarase) que contribuem para o equilíbrio da flora intestinal. Dentre suas principais funções, destacam-se a modulação hormonal (balanço na produção de insulina e glucagon), produção de peptídeos gastrintestinais e equilíbrio do metabolismo de macronutrientes (ALIMENTOS, 2006; SAAD, 2006).

A inulina e as oligofrutoses, respectivamente, polímero e oligômeros de D-frutose, são importantes como carboidratos de reserva em plantas. Ambas pertencem ao grupo das frutanas e são sintetizadas por uma grande variedade de plantas, aproximadamente 36.000 espécies, que representam 10 famílias (CARPITA; KAMABUS; HOUSLEY, 1989).

A ingestão de inulina pode resultar no aumento significativo de bifidobactéria, um organismo benéfico ao intestino. Ao mesmo tempo, a presença de bactérias indesejáveis pode ser reduzida significativamente. Este prebiótico também pode ter impacto positivo na absorção de alguns minerais (ROBERFROID, 2002).

A inulina e a oligofrutose pertencem a uma classe de carboidratos denominados frutanos e são considerados ingredientes funcionais, uma vez que exercem influência sobre processos fisiológicos e bioquímicos no organismo, resultando em melhoria da saúde e em redução no risco de aparecimento de diversas doenças. Os frutanos do tipo inulina dividem-se em dois grupos gerais: a inulina e os compostos a ela relacionados – a oligofrutose e os FOS.

A inulina, a oligofrutose e os FOS são entidades quimicamente similares, com as mesmas propriedades nutricionais. A única diferença entre a inulina, a oligofrutose e os FOS sintéticos é o grau de polimerização, ou seja, o número de unidades individuais de monossacarídeos que compõem a molécula (SAAD, 2006).

A inulina é um polissacarídeo não amiláceo que consiste em cadeias de unidades de frutose unidas por ligações β (2,1) e que freqüentemente terminam com uma única molécula de glicose, ocorrendo naturalmente como carboidrato de reserva em muitas espécies de plantas.

A manipulação dietética com substratos fermentáveis, especialmente frutanos do tipo inulina, pode modular a absorção de nutrientes, segundo Coxam (2007) estes substratos são resistentes à hidrólise por enzimas em mamíferos e são fermentados no intestino grosso por bactérias específicas, produzindo ácidos graxos de cadeia curta que, por sua vez, reduzem o pH luminal e modificam a solubilidade luminal, exercendo um efeito direto sobre as vias de transporte das mucosas.

A inulina e a oligofrutose são considerados ingredientes alimentares funcionais com baixo valor energético, que afetam os processos fisiológicos e bioquímicos da microbiota

intestinal, ao estimular o sistema imunológico do organismo e diminuir os níveis de bactérias patogênicas, promovendo a saúde para o hospedeiro.

De acordo com Kaur e Gupta (2002), em um estudo realizado em animais alimentados com dietas contendo inulina, demonstraram uma modulação do nível hormonal da insulina e glucagon, que regulam o metabolismo de carboidratos e lipídeos, diminuindo os níveis de glicose no sangue. Também observaram uma redução do pH do ceco e aumento da quantidade de ácidos graxos de cadeia curta (acetato, butirato e propionato), aumento este relacionado à hiperplasia da mucosa ao aumento da espessura da parede intestinal, tanto no intestino delgado quanto no ceco e ainda mostrou ser eficaz na redução da uréia sanguínea e níveis de ácido úrico, mantendo um adequado balanço de nitrogênio.

Estudos realizados com ratos, hamsters e alguns com humanos mostraram que a oligofrutose e/ou inulina aumenta a biodisponibilidade de cálcio, fósforo e magnésio (SCHOLZ-AHRENS & SCHREZENMEIR, 2007).

De acordo com os mesmos autores o aumento da biodisponibilidade do cálcio poderia ser devido à transferência desse mineral do intestino delgado para o grosso e do efeito osmótico da inulina e da oligofrutose, o qual resultaria na transferência de água para o intestino grosso, permitindo, assim, que o cálcio se torne mais solúvel. A melhor biodisponibilidade do cálcio no cólon poderia ser também, resultante da hidrólise do complexo cálcio-fitado, por ação de fitases liberadoras de cálcio bacterianas.

A melhor absorção foi associada à diminuição de pH nos conteúdos do íleo, ceco e cólon. Essa diminuição resulta em aumento na concentração de minerais ionizados, condição esta que facilita a difusão passiva, a hipertrofia das paredes do ceco e o aumento da concentração de ácidos graxos voláteis, sais biliares, cálcio, fósforo, fosfato e, em menor grau, magnésio, no ceco (KAUR & GUPTA, 2002).

Como as substâncias prebióticas tem a capacidade de produção de ácidos graxos de cadeia curta como ácido acético, probiônico e butírico estes levam ao aumento do crescimento e da proliferação celular, os FOS podem influenciar indiretamente o aumento da absorção de cálcio, pois este ácido graxo aumenta a atividade do receptor (CAPRILES *et al.*, 2005).

Enquanto o efeito sobre a colesterolemia é controverso, o efeito hipolipidêmico da inulina e da oligofrutose foi observado em alguns estudos com ratos.

Dados experimentais conduziram à formulação da hipótese de que os frutooligossacarídeos poderiam reduzir a capacidade lipogênica hepática, através da inibição da expressão gênica das enzimas lipogênicas, resultando em secreção reduzida de lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL)- triacilglicerol.

Essa inibição poderia ser conseguida ativando a produção de ácidos graxos de cadeia curta ou via modulação da insulinemia, através de mecanismos ainda não identificados, mas que estão sendo investigados (ROBERFROID, 2007; KAUR & GUPTA, 2002).

A utilização da inulina pode interferir no sistema imune intestinal. De acordo com Seifert & Watzl (2007), em estudos com animais, relatam que especialmente as células imunológicas associadas com placas de Peyer são sensíveis a um suplemento dietético de inulina e ou oligofrutoses, sendo que os mecanismos de estímulo incluem efeitos indiretos, tais como uma mudança na composição da flora intestinal, modulação dos processos imunológicos ao nível do tecido linfóide associado ao intestino, o aumento da produção de imunoglobulinas e outros metabólitos bacterianos.

Utilização de prebióticos na nutrição de aves

Ao avaliar o efeito de FOS em aves, Bailey *et al.* (1991) observaram que o prebiótico proporcionou uma redução de até quatro vezes no número de *Salmonella typhimurium* no ceco destes animais. Os autores citaram que em determinadas condições, o FOS modificaria a microflora intestinal, diminuindo a susceptibilidade da colonização do trato intestinal por este microrganismo.

Em pesquisa realizada com frangos desafiados com *Salmonella typhimurium*, Chambers *et al.* (1997) avaliaram FOS bruto e refinado sobre a habilidade destes na redução da colonização por estes microrganismos. Após seis semanas, o FOS bruto obteve a maior colonização dentre todos os aditivos e o FOS refinado resultou em menor infecção em relação aos animais que não receberam aditivo. Os autores citaram ainda que os dois tipos de FOS reduziram o pH cecal em relação aos animais do grupo controle.

Em relação aos níveis de utilização de FOS, Dionizio (2001) concluiu que o nível de 0,82 e o de 0,80% de FOS proporcionaram, respectivamente, maior ganho de peso e melhor conversão alimentar para frangos de 1 a 42 dias de idade.

Xu *et al.* (2003) trabalhando com frangos de corte alimentados com dieta contendo diferentes níveis de inclusão 2,0 e 4,0 g kg⁻¹ de frutooligossacarídeos (FOS) encontraram que a concentração cecal de *Bifidobactérias* e *Lactobacilos* foi maior e a concentração de *Escherichia coli* foi reduzida no intestino de frangos aos 49 dias de idade. Os mesmos autores não encontraram nenhum efeito sobre os microrganismos no ceco quando as aves foram alimentadas com 8,0 g kg⁻¹ e concluíram ainda que este nível é o mais alto que pode ser utilizado na alimentação de frangos, sem afetar negativamente o desempenho das aves ou causar diarreia. Os autores comentaram que o nível ótimo de suplementação com FOS para frangos de corte para aumentar a ganho de peso e a eficiência alimentar deve ficar entre 2,5 e 5,0 g kg⁻¹.

Santin *et al.* (2000), trabalhando com dois níveis de prebióticos (0,1 e 0,2%), observaram que a utilização de prebióticos melhorou o ganho de peso das aves de 1 a 21 e de 1 a 42 dias de idade, quando comparadas com as aves que receberam ração sem suplementação de prebióticos. Este efeito foi devido à ação trófica do prebiótico sobre a mucosa intestinal aumentando a altura de vilos.

Segundo resultados obtidos por Medeiros *et al.* (2009), a utilização ou não de antimicrobianos como promotores de crescimento não interferem (P<0,05) no consumo de ração, conversão alimentar, no índice de eficiência produtiva de frangos de corte de 1 e 42 dias de idade.

De acordo com Silva (2010) a utilização de inulina proporcionou um aumento crescente significativamente para proteínas totais quando comparado com o tratamento controle. Estes aumento pode estar relacionado com imunidade, podendo os animais estarem sendo desafiados por alguns agentes patogênicos, pois a concentração de proteínas totais no sangue pode ser considerado um parâmetro utilizado nas condições de saúde e nutrição de aves.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALIMENTOS funcionais. Viçosa: [S. n], 2006.

ALBINO, L. F. T.; BÜNZEN, S.; ROSTAGNO, H. S. Ingredientes promotores de desempenho para frangos de corte. In: VII Seminário De Aves E Suínos – AVESUI Regiões 2007, Belo Horizonte, MG, **Anais...**, Belo Horizonte, 2007.

ARAÚJO, J. A.; SILVA, J. H. V.; AMÂNCIO, A. L. L.; et al. Uso de aditivos na alimentação de aves. **Acta Veterinária Brasília**, v.1, p.69-77, 2007.

BAILEY, J. S.; BLANKESHIP, C. L.; COX, N. A. Effect of fructooligosaccharides on *Salmonella* contamination of the chicken intestine. **Poultry Science**. v. 70, p. 2433-2438, 1991.

BORGES, F. M. O.; SALGARELLO, R. M.; GURIAN, T. M. Recentes avanços na nutrição de cães e gatos. Disponível em: http://wp.ufpel.edu.br/nutricaoanimal/files/2011/03/Avan%C3%A7os_caes_gatos.pdf
Acesso dia 13 de setembro de 2011.

- CAPRILES, V. D.; SILVA, K. E. A.; FISBERG, M. Prebióticos, probióticos e simbióticos: nova tendência no mercado de alimentos funcionais. **Nutrição Brasil**, Rio de Janeiro, v.4, nº6, p.327-335, 2005.
- CARPITA, N. C.; KAMABUS, J.; HOUSLEY, T. L. Linkage structure of fructans and fructan oligomers from *Triticum aestivum* and *Fistuca arundinaceae* leaves. **Journal of Plant Physiology**, v.134, p.162-168, 1989.
- CHAMBERS J. R.; SPENCER, J. L.; MODLER, H. W. The influence of complex carbohydrates on *Salmonella typhimurium* colonization, pH, and density of broiler ceca. **Poultry Science**, v. 76, n. 3, p. 445-451, 1997.
- COXAM, V. Current Data with Inulin-Type Fructans and Calcium, Targeting Bone Health in Adults. **The Journal of Nutrition**, v.137, p.2527S–2533S, 2007.
- DIONIZIO, M. A. Prebióticos como promotores de crescimento para frangos de corte. 2001. 60 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - **Universidade Federal de Lavras**, Lavras, 2001.
- FLEMMING, J.S.; FREITAS, R.J.S. Avaliação do efeito de prebióticos (MOS), probióticos (*Bacillus licheniformis* e *Bacillus subtilis*) e promotor de crescimento na alimentação de frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 2, p. 41-47, 2005.
- FUKAI, K.; MIYAZAKIA, S.; NANJOA, F. *et al.* Distribution of carbohydrates and related enzyme activities in Yacon (*Polymnia sonchifolia*). **Soil Science and Plant Nutrition**, v.39, n.3, p.567–571, 1993.
- GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota. Introducing the concept of prebiotics. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.125, n.6, p.1401–1412, 1995.
- GOTO, K. *et al.* Isolation and structural analysis of oligosaccharides from Yacon (*Polymnia sonchifolia*). **Bios Biotech Biochem**, Shizuoka, v.59, n.12, p.2346–2347, 1995.
- IJI, P.A.; TIVEY, D.R. Natural and synthetic oligosaccharides in broiler chicken diets. **Word's Poultry Science Journal**, v. 54, p. 129-43, 1998.
- IMMERSEELL F. V., CAUWERTS K., DEVRIESE L. A., HAESEBROUCKH F.; DUCATELLE R. Feed additives to control salmonella in poultry. **World Poultry Science Journal**, v. 58, p. 501-513. 2004.
- KAMIMURA, R.; ARANTES, V. M.; BELETTI, M. E.; *et al.* Efeitos de mananoligossacarídeo e colistina sobre a histomorfometria intestinal e níveis de igA e igG séricas em leitões. **Veterinária Notícias**, v. 12, n. 2, p. 153-160, 2006.
- KAUR, N.; GUPTA, A.K. Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. **Journal of Biosciences**, v. 27, p. 703-714, 2002.
- MAIORKA, A.; SANTIN E.; SUGETA S. M. *et al.* Utilização de Prebióticos, Probióticos ou Simbióticos em Dietas para Frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, vol.3, n.1, p. 75-82, 2001.

- MANNING, T. S.; GIBSON, G. R. Microbial-gut interactions in health and disease. Prebiotics. **Best Practice Research Clinical Gastroenterology**, v. 18, n. 2, p. 287-298, 2004.
- MATHEW, A.G.; SUTTON, A.L.; SCHEIDT, A.B. Effect of galactan on selected microbial populations and pH and volatile fatty acids in the ileum of the weaning pig. **Journal Animal Science**, v.71, p. 1503-1509, 1993.
- MENTEN, J.F.M. Aditivos alternativos na nutrição de aves: probióticos e prebióticos. In: 38º REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SBZ, 2001, p.141-157
- MENTEN, J.F.M. Probióticos, prebióticos e aditivos fitogênicos na nutrição de aves. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2., 2002. Uberlândia - MG, Brasil. **Anais...** Uberlândia, 2002. p.251-276.
- MILTENBURG, G. Promotores e aditivos de crescimento em avicultura: estado da arte. In: CONFERÊNCIA APINCO - 2000 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas - SP. **Anais...** Campinas, v.2, 2000, p.205 – 215.
- OLIVEIRA, J. S.; ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M. Uso de aditivos na nutrição de ruminantes. *RedVet*, v.6, n.11, nov. 2005. Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111105.html> Acesso em: 25 jun. 2006
- OTERO, R. M. L., Oligosacaridos como ingredientes funcionales: Prebióticos. Disponível em: <http://www.icofma.es> Acesso em: 20/05/2003.
- PASSOS, L. M. L.; PARK, Y. K. Frutooligosacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.2, p385-390, 2003.
- PEREIRA, J. C. Prebióticos, probióticos e simbióticos; **BOLETIM DO CRIADOURO CAMPO DAS CAVIÚNAS**; Abril de 2007, nº 22 - <http://www.aope.org.br/artigos/Nutri%E7%E3o%20Animal/Boletim%20n%BA%20%2022%20-%20%20Probi%F3ticos.pdf> Acesso em 13 de setembro de 2011
- ROBERFROID, M. B. Inulin-type fructans: functional food ingredients. **The Journal of Nutrition**, v.137, p.2493S–2502S, 2007.
- ROBERFROID, M. Dietary fiber, inulin, and oligosaccharides: a review comparin their physiological effects. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cambridge, v.33, p.103-108, 1993.
- ROBERFROID, M.B.; SLAVIN, J. Nondigestible oligosaccharides. **Critical Reviews in Food Science Nutrition**, v.40, n.60, p.461-480, 2000.
- SANTIN, E.; MAIORKA, A.; SILVA, A. V. F. *et al.* Efeito de diferentes níveis de parede celular *Saccharomyces cerevisiae* no desempenho e mucosa intestinal de frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, suplemento 2, p.37, 2000.
- SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 1, 2006.

- SEIFERT, S.; WATZL, B. Inulin and Oligofructose: Review of Experimental Data on Immune Modulation. **The Journal of Nutrition**, v. 137, p. 2563S–2567S, 2007.
- SILVA, L. P.; NÖRNBERG, J. L. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 55-65, 2003.
- SILVA, W. T. M. **Probiótico e Simbiótico em rações de origem animal e vegetal para frangos de corte**. 2010. 50 p. Dissertação, (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2010.
- SOUZA, P.V et al. Efeito da suplementação alimentar com mananoglicosacarídeos sobre o aparelho reprodutor masculino de ratos adultos, 2005. Disponível em:
<http://www.ufgvirtual.ufg.br/conpeex2005/resumos_expandidos/porta_arquivos/outras/MarcosFernandoOliveiraeCo.pdf> Acesso em: 25 jun. 2006.
- SCHREZENMEIR, J.; DE VRESE, M. Probiotics, prebiotics and symbiotics-approaching a definition. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v.73, n.2, p.361S-364S, 2001.
- SCHOLZ-AHRENS, K. E.; SCHREZENMEIR, J. Inulin and oligofructose and mineral metabolism: the evidence from animal trials. **The Journal of Nutrition**, v.137, p.2513S–2523S, 2007.
- STEFE, C. A.; ALVES, M. A. R.; RIBEIRO, R. L. Probióticos, prebióticos e simbióticos – artigo de revisão. **Saúde & Ambiente em Revista**, Duque de Caxias, v.3, n.1, p. 16-33, 2008.
- TUCCI, F. M.; THOMAZ, M. C.; KRONKA, R. N. *et al.* Efeitos da adição de agentes tróficos na dieta de leitões desmamados sobre a ultra-estrutura do intestino delgado. In: 41º REUNÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Campo Grande, MS, **Anais...** Campo Grande, 2004.
- UCHIYAMA, T. *et al.* Identification of fructo-oligosaccharides from the bulbs of *Lycoris radiata* Herbert. **Agric Biol Chem**, Osaka, Japão, v.49, n.11, p.3315–3317, 1985.
- Xu, Z. R.; Hu, C. H.; Xia, M. S. X. et al. Effects of dietary fructooligosaccharide on digestive enzyme activities, intestinal microflora and morphology of male broilers. **Poultry Science**, v. 82, p.1030–1036, 2003.
- YAMASHITA, K.; KAWAI, K.; ITAKAMURA, M. Effects of fructooligosaccharids on blood-glucose and serum lipids in diabetic subjects. **Nutrition Research**, Fukuoka, v.4, p.961-966, 1984.
- YUN, J.W. Fructooligosaccharides - Occurrence, preparation and applications. **Enzymes and Microbial Technology**, Kyungbug, v.19, p.107-117, 1996.