

Artigo Número 61
PREBIÓTICOS NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE

Heder José D'Avila Lima¹

Introdução

Os prebióticos são ingredientes alimentares que não são digeridos na porção proximal do trato gastrointestinal de animais monogástricos. Proporcionam efeito benéfico ao hospedeiro por estimular seletivamente o crescimento e/ou a atividade de um limitado número de bactérias no cólon capazes de proporcionar um ambiente intestinal saudável (Gibson & Roberfroid, 1995).

Embora o termo "prebiótico" tenha sido adotado somente em 1995 (Gibson & Roberfroid, 1995) os estudos sobre eles são bem mais antigos. Na década de 1950, a descoberta de que o leite humano possui compostos que atuam como inibidores da adesão de bactérias patogênicas na superfície epitelial (posteriormente identificado como lactulose) e potencializam o crescimento das populações de bifidobactérias e lactobacillus, aliviando os sintomas de encefalopatia hepática em bebês (Roy & Gibson, 1999; Walker & Duffy, 1998; Nicoli & Vieira, 2000) incentivou outras explorações sobre o efeito do consumo de compostos não digestíveis na microbiota intestinal (Farnworth et al., 1992; Mathew et al., 1993; Sunvold et al., 1995; Mitsuoka, 1996; Houdijk et al., 1998; Kullen et al., 1998; Sheehy & Morrissey, 1998; Strickling et al., 2000).

Para uma substância ser classificada como prebiótico, ela não pode ser hidrolisada ou absorvida na parte superior do trato gastrointestinal. Deve ser um substrato seletivo para um limitado número de bactérias comensais benéficas do cólon, as quais terão crescimento e/ou metabolismo estimulados, sendo capazes de alterar a microflora intestinal favorável e induzir a efeitos benéficos intestinais ou sistêmicos, ao hospedeiro (Dionizio et al., 2002).

Neste sentido, conforme Macari & Furlan (2005) carboidratos não digeríveis como oligossacarídeos, alguns peptídeos e lipídeos não digeríveis podem ser considerados como prebióticos. Maiorka et al., (2001) comenta que carboidratos não digestíveis, como parede celular de plantas e leveduras, são classificados nesse grupo, pois são constituídos por complexos de glicomanonoproteínas, em particular de mananoligossacarídeos, capazes de ligarem-se à fímbria das bactérias e inibir a colonização no TGI. Podem também serem utilizados como nutrientes pelas bactérias. Em se tratando das principais fontes de prebióticos, Dionizio et al., (2002) cita alguns açúcares absorvíveis ou não, fibras, peptídeos, proteínas, álcoois de açúcares e os oligossacarídeos.

Segundo Macari & Furlan (2005) as substâncias que têm sido mais estudadas como aditivos em alimentação animal são os oligossacarídeos, especialmente os frutoligossacarídeos (FOS), glucoligossacarídeos (GOS) e Mananoligossacarídeos (MOS). FOS são polímeros ricos em frutose, podendo ser naturais, derivados de plantas (inulina) ou sintéticos, resultante da polimerização da frutose (Gibson & Roberfroid, 1995). GOS e MOS são obtidos a partir da parede celular de leveduras. A parede celular de leveduras consiste principalmente de proteína e carboidrato, a qual contém os dois principais açúcares (glucose e manose) em proporções semelhantes e N-acetilglucosamina. O MOS utilizado como aditivo de rações, consiste de fragmentos de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* com uma estrutura complexa de manose fosforilada, glucose e proteína (Spring, 1996; citado por Macari & Furlan, 2005). Silva (2000) também cita que

¹ Estudante de pós-graduação – DZO/Universidade Federal de Viçosa, MG

dentre as principais fontes de prebióticos os oligossacarídeos (cadeias curtas de polissacarídeos compostos de três a dez açúcares simples ligados entre si) tem recebido mais atenção pelas inúmeras propriedades prebióticas atribuídas a eles.

De acordo com Silva & Nörnerberg, (2003) foi constatado que, apesar de existirem vários compostos resistentes à digestão por ácidos, sais e enzimas produzidos pelo organismo animal, mas potencialmente fermentáveis (celulose, hemiceluloses, amido resistente, oligossacarídeos, compostos fenólicos, etc.), nem todos agiam como estimuladores no desenvolvimento dos microrganismos benéficos no TGI. Ou seja; o fato de não serem digestíveis, mas fermentáveis, não significava que iriam atuar como prebióticos (Macfarlane & Cummings, 1999). Neste contexto, os oligossacarídeos não digestíveis têm sido preferencialmente usados como prebióticos devido a sua maior seletividade fermentativa (Mosenthin & Bauer, 2000).

São características gerais dos Prebióticos relatadas por Silva (2000):

- Não devem ser metabolizados ou absorvidos durante a sua passagem pelo trato digestivo superior;
- Devem servir como substrato a uma ou mais bactérias intestinais benéficas (estas serão estimuladas a crescer e/ou tornarem-se metabolicamente ativas);
- Possuir a capacidade de alterar a microbiota intestinal de maneira favorável à saúde do hospedeiro;
- Devem induzir efeitos benéficos sistêmicos ou na luz intestinal do hospedeiro.

Formas de ação dos prebióticos

Embora não sejam conhecidos todos os efeitos dos oligossacarídeos suplementados às dietas e suas relações com a produtividade das aves, algumas propostas foram apresentadas. Em sua revisão sobre oligossacarídeos, Iji & Tivey (1998) mostraram que enquanto glucose e GOS foram igualmente assimilados por espécies de *Bifidobacterium*, os GOS não foram assimilados por espécies patogênicas incluindo *Clostridium* e *Salmonella*. GOS poderiam então favorecer a proliferação de espécies benéficas e não das patogênicas. Da mesma forma, FOS na dieta de frangos reduziram a colonização intestinal por *Salmonella typhimurium*.

Passos & Park (2003) explicam que os FOS são conhecidos como prebióticos, por promover o crescimento de probióticos, como *Acidophilus*, *Bifidus* e *Faecium*, promovendo, estabilizando e aumentando a proliferação dessas bactérias benéficas no trato gastrointestinal do hospedeiro. A incorporação de FOS na dieta ou uma suplementação intensificam a viabilidade e adesão dessas bactérias benéficas no trato gastrointestinal, mudando a composição de sua microbiota. Ao mesmo tempo, bactérias patogênicas incluindo ***Escherichia coli***, ***Clostridium perfringens*** e outras têm sido inibidas, concomitantemente (Yamashita et al., 1984, Wang & Gibson, 1993, Spiegel et al., 1994, Gibson & Roberfroid, 1995, Gibson et al., 1995; Passos & Park, 2003).

Os MOS, conforme Menten (2001), parecem ter características específicas que permitem impedir a colonização intestinal por patógenos. Muitos patógenos utilizam fimbrias para adesão à mucosa intestinal; a adesão ocorre em receptores constituídos de mananos e é necessária para que ocorra a colonização. Os MOS adicionados à dieta podem aderir às fimbrias bacterianas bloqueando a adesão das bactérias à superfície intestinal.

À medida que bactérias probióticas e MOS são administrados às rações, a condição de eubiose se torna permanente impossibilitando o estabelecimento de *Escherichia coli*, *Clostridium sp*, *Salmonella sp*, entre outros, aumentando o número de bactérias benéficas produtoras de ácidos orgânicos como láctico, acético e butírico (Oyofu et al., 1989; Ito et al., 2004; Flemming & Freitas, 2005).

Recentes estudos mostraram os efeitos da adição de parede celular de *S. cerevisiae*, a qual é constituída por mananoligossacarídeos, sobre o desenvolvimento da mucosa intestinal de frangos (Tabelas 1 e 2). Os resultados mostram que a adição deste prebiótico na ração de frangos tem efeito sobre o desenvolvimento das vilosidades intestinais, com o aumento significativo ($P < 0,05$) da altura do vilo, nos três segmentos do intestino delgado sendo este efeito mais acentuado na primeira semana de vida do frango. Todavia, o ganho de peso das aves tratadas com parede celular de *S. cerevisiae* mostrou-se maior ($P < 0,05$) aos 42 dias de idade quando comparado com os frangos não tratados com este prebiótico (Macari & Maiorka, 2000; Macari & Furlan, 2005).

Tabela 1: Altura do vilo (AV), profundidade da cripta (PC) e relação vilo/cripta (V/C) no duodeno, jejuno e íleo de frangos tratados e não tratados com prebiótico, aos 7 dias de idade.

	Tratamentos		
	Controle	0,1% Prebiótico	0,2% Prebiótico
Duodeno			
AV (μm)	856 \pm 41b	958 \pm 49ab	1040 \pm 111a
PC (μm)	55 \pm 7	68 \pm 9	61 \pm 3
V/C ($\mu\text{m}/\mu\text{m}$)	15 \pm 2	15 \pm 1	17 \pm 2
Jejuno			
AV (μm)	392 \pm 50b	507 \pm 22a	496 \pm 38a
PC (μm)	58 \pm 7b	55 \pm 4b	39 \pm 2 ^a
V/C ($\mu\text{m}/\mu\text{m}$)	7 \pm 0,3c	9 \pm 0,6b	13 \pm 0,9a
Íleo			
AV (μm)	325 \pm 52b	413 \pm 47a	422 \pm 29a
PC (μm)	42 \pm 4	51 \pm 7	53 \pm 9
V/C ($\mu\text{m}/\mu\text{m}$)	8 \pm 0,9	8 \pm 1,4	8 \pm 1,5

Fonte: Macari & Furlan (2005). O prebiótico utilizado foi parede celular de *S. cerevisiae* (Pronady 500), da empresa Prodesa S/A. Médias seguidas de letra diferentes nas linhas, diferem entre si $P < 0,05$.

Tabela 2: Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos tratados ou não com prebiótico na ração até 42 dias de idade.

Parâmetros	Tratamentos		
	Controle	0,1% Prebiótico	0,2% Prebiótico
Cons. de ração (g)	4.198 \pm 64	4.272 \pm 31	4.242 \pm 29
Ganho de peso (g)	2.450 \pm 12b	2.538 \pm 20ab	2.590 \pm 8a
Conv. Alimentar	1,712 \pm 0,08	1,684 \pm 0,06	1,639 \pm 0,04

Fonte: Macari & Furlan (2005). O prebiótico utilizado foi parede celular de *S. cerevisiae* (Pronady 500), da empresa Prodesa S/A. Médias seguidas de letra diferentes nas linhas, diferem entre si $P < 0,05$.

Manose ou lactose em dietas de frangos tem sido estudada(s) por reduzir a colonização de Salmonella (Oryfo et al., 1989a), mas dextrose, maltose ou sacarose não tiveram efeito no nível de colonização. Por meio de estudos in vitro, infere-se que a manose pode inibir a colonização por Salmonella por, como já citado, bloquear os locais de adesão no intestino (Oryfo et al., 1989b). Entretanto, McHan et al. (1989) citados por Dionizio et al., (2002) encontraram somente uma pequena redução na adesão da Salmonella com a manose.

O processo de aderência das bactérias ao enterócito é feito, segundo Macari & Maiorka (2000) através de polissacarídeos - moléculas de açúcares ramificados que se estendem da parede externa da bactéria formando uma estrutura - glicocálix ou fímbria, que envolve a célula ou mesmo uma colônia de bactérias. A aderência das bactérias mediadas pelo glicocálix é que determina a localização das mesmas nos diferentes ambientes, e é o maior determinante do início do processo de progressão das doenças bacterianas.

Pelicia (2004) relata que ao considerar que os enterócitos no intestino delgado também apresentam seu glicocálix, a colonização por bactérias nos diferentes segmentos parece estar na dependência da aderência do glicocálix de uma bactéria com o glicocálix do enterócito. Este mecanismo parece ser aquele que regula todo o processo de colonização das bactérias no intestino delgado e ceco dos frangos, na fase pós-eclosão. Foi mostrado que o elo entre estes glicocalixes, em muitos casos, pode ser uma proteína denominada de lectina, a qual se liga especificamente a um polissacarídeo com estrutura molecular peculiar.

De acordo com Macari & Maiorka (2000) o posicionamento do glicocálix não apenas atua como um sistema de aderência da bactéria ao enterócito, mas pode armazenar e concentrar as enzimas digestivas produzidas pelas bactérias. Enzimas estas que atuam diretamente sobre a mucosa do hospedeiro liberando substratos importantes para a sobrevivência e multiplicação do organismo. Neste sentido, a estrutura do glicocálix funciona como reservatório de nutrientes para as bactérias. Outra função relevante do glicocálix é a de proteção, pois as bactérias estão sendo constantemente submetidas a estresses, como por exemplo, outras bactérias, vírus, íons e moléculas deletérias.

A aderência à mucosa intestinal parece ser, portanto, o mecanismo chave da colonização das bactérias patogênicas, e seus efeitos nocivos sobre a saúde intestinal. Assim, processos que possam prevenir a aderência das bactérias, como os prebióticos, são eficazes em reduzir a colonização por patógenos, nos segmentos do trato gastrointestinal, pois atuam inibindo a aderência das bactérias ao enterócito, através da ligação com o glicocálix (Macari & Maiorka, 2000).

Silva & Nörnberg, 2003 indicam que os efeitos resultantes do uso de prebióticos são evidenciados pelo crescimento das populações microbianas benéficas, pela melhora nas condições luminiais, nas características anatômicas do TGI e no sistema imune e, em alguns casos, pela melhora no desempenho animal. Assim, com base nestes fatores, pode-se inferir que quando os prebióticos são adicionados à dieta, a especificidade de sua fermentação estimula o crescimento e a estabilidade das populações microbianas produtoras de ácidos orgânicos (em especial, ácido láctico e acético), em detrimento às demais. Estes compostos reduzem o pH luminal e, juntamente com outras substâncias antibacterianas e enzimas produzidas por esta mesma microbiota, inibem a proliferação dos microrganismos nocivos, tais como ***Escherichia coli***, ***Clostridium*** sp. e ***Salmonella***, que são sensíveis a ambientes ácidos (Radecki & Yokoyama, 1991). Silva (2000) explica que as substâncias prebióticas agem alimentando e estimulando o crescimento de diversas bactérias intestinais benéficas, cujos metabólicos atuam, também, reduzindo o pH através do aumento da quantidade de ácidos orgânicos presentes nos cecos.

Existe também a possibilidade de que determinados oligossacarídeos, como a staquiose, as galactanas e as mananas, atuem diretamente sobre algumas populações de bactérias patogênicas, por meio de exclusão competitiva. Há evidências de que os oligossacarídeos atuam ligando-se às fímbrias e tornando-as indisponíveis para a aderência de bactérias patogênicas, as quais perderão a sua capacidade de colonização e serão eliminadas do trato gastrointestinal (Colett, 2000).

Ao estimularem o crescimento das bactérias produtoras de ácido láctico, os prebióticos estão atuando indiretamente e de forma benéfica sobre o sistema imune do

hospedeiro, pois estas populações bacterianas produzem substâncias com propriedades imuno-estimulatórias (ex. lipopolissacarídeos, peptidoglicanas e ácidos lipoteicóicos) que interagem com o sistema imune em vários níveis, incluindo a produção de citocinas, a proliferação de células mononucleares, a fagocitose macrófaga e a indução na síntese de grandes quantidades de imunoglobulinas, em especial as IgAs (Yasui & Ohwaki, 1991; Brandtzaeg, 1998; Macfarlane & Cummings, 1999). Savage et al., (1996) observaram aumento de 25% na concentração de IgA de perus recebendo MOS. Especula-se que alguns prebióticos específicos podem causar redução na translocação intestinal de patógenos que determinariam infecções após atingirem a corrente sanguínea (Silva, 2000). Os prebióticos também podem causar modificações benéficas nas características anatômicas do TGI, promovendo o aumento na área de absorção da mucosa intestinal, conforme já observado na Tabela 11.

Uma vez que os prebióticos estimulam o crescimento e a atividade de bactérias benéficas, que atuam positivamente no sistema imune e promovem melhorias no ambiente e no epitélio intestinal, o uso destes compostos também tem refletido de forma desejável no desempenho animal, assim como observado para MOS na Tabela 12. Os FOS com base em Hidaka et al., (1986; 1991) resultam numa melhora no desempenho animal e também, na redução do colesterol, redução da incidência de diarreias e constipação, redução de tumores e aumento da resposta imune em várias espécies. Alguns trabalhos mostram que o uso de FOS na dieta de aves resulta no aumento do ganho de peso e melhora da eficiência alimentar, redução na mortalidade e redução da colonização intestinal por salmonella (Ammerman et al., 1988; 1989; Bailey et al., 1991).

Considerações Finais

Os prebióticos são compostos biologicamente seguros à saúde humana e animal, o que justifica seu uso alternativo em substituição a certas drogas veterinárias usadas na prevenção de alterações do trato gastrointestinal e/ou como promotoras do crescimento. Estes compostos, conforme Silva (2000), podem ser obtidos na forma natural em sementes e raízes de alguns vegetais como a chicória, cebola, alho, alcachofra, aspargo, cevada, centeio, grãos de soja, grão-de-bico e tremoço. Também, podem ser extraídos por cozimento ou através de ação enzimática ou alcoólica. Há também, os oligossacarídeos sintéticos obtidos através da polimerização direta de alguns dissacarídeos da parede celular de leveduras ou fermentação de polissacarídeos. Os oligossacarídeos sintéticos têm apresentado melhores resultados como *prebiótico* e menos efeitos colaterais.

Referências Bibliográficas

AMMERMAN, E.; QUARLES, C.; TWINING, P. V. Effect of dietary fructooligosaccharides on feed efficiency in floor-pen reared male broiler. **Poultry Science**, Champaign, v. 67, n. 1, 1(Abstr.), 1988.

AMMERMAN, E.; QUARLES, C.; TWINING, P. V. Evaluation of fructooligosaccharides on performance and carcass yield of male broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 68, n. 1, 167(Abstr), 1989.

BRANDTZAEG, P. Development and basic mechanisms of human gut immunity. **Nutr Rev**, New York, v.56, n.1, supp. 2, p s5-s18, 1998.

COLLETT, S. Nutrição, imunidade e produtividade. In: RONDA LATINO-AMERICANA – O FUTURO DA ALIMENTAÇÃO, 10., 2000, Brasil. **Palestras...** Brasil : Alltech, p.20-30. 2000.

DIONIZIO, M. A.; BETERCHINI, A. G.; KANJIKATO, R.; TEIXEIRA, A. S. Prebióticos como promotores de crescimento para frangos de corte – desempenho e rendimento de carcaça. *Ciênc. agrotec., Lavras. Edição Especial*, p.1580-1587, dez., 2002. Disponível em: http://www.editora.ufla.br/revista/suple_2002/art28.pdf. Acessado em :25/01/2006.

FARNWORTH, E.R. et al. Feeding Jerusalem artichoke flour rich in fructooligosaccharides to weanling pigs. **Can J Anim Sci**, Ottawa, v.72, n.12, p.977-980, 1992.

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.

GIBSON G.R., ROBERFORID, M.B. Dietary modulation of the human colonic microbiota, introducing the connect of prebiotics. *Journal of Nutrition*, v.125, p.140-1412,1995.

HIDAKA, H.; EIDA, T.; TAKISAWA, T. Effects of fructo-oligosaccharides on intestinal flora and human health. **Bifidobacteria Microflora**, v. 5, n. 1, p. 37-50, 1986.

HIDAKA, H.; HIRAYAMA, M.; YAMADA, K. Fructooligosaccharides enzymatic preparation and biofunctions. **Journal of Carbohydrate Chemistry**, New York, v. 10, p. 509-522, 1991.

HOUDIJK, J.G.M.; BOSCH, M.W.; VERSTEGEN, M.W.A. Effects of dietary oligosaccharides on the growth performance and faecal characteristics of young growing pigs. **Anim Feed Sci Tech**, Amsterdam, v.71, n.1, p.35-48, 1998.

IJI, P.A.; TIVEY, D. R. Natural and synthetic oligosaccharides in broiler chicken diets. **World's Poultry Sci. J.**; 54: 129-143. 1988.

ITO, N.M.K.; MIAJI, C.I.; LIMA, A E.; OKABAHASHI, S. Saúde gastrointestinal, manejo e medidas para controlar as enfermidades gastrointestinais. In: PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE, 2004, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA. p 206-260. 2004.

KULLEN, M.J. et al. Carbohydrate source and bifidobacteria influence the growth of ***Clostridium perfringens*** in vivo and in vitro. **Nutr Res**, Oxford, v.18, n.11, p.1889-1897, 1998.

MACARI, M. ; FURLAN, R. L. Probióticos. . In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1., 2005, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, p 53-71. 2005.

MACARI, M.; MAIORKA, A. Função gastrintestinal e seu impacto no rendimento avícola. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2., 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, p 161-174. 2000

MACFARLANE, G.T.; CUMMINGS, J.H. Probiotics and prebiotics: can regulating the activities of intestinal bacteria benefit health? **BMJ**, London, v.18, p.999-1003, 1999.

MATHEW, A.G. et al. Effect of galactan on selected microbial populations and pH and volatile fatty acids in the ileum of the weanling pig. **J Anim Sci**, Savoy, v.71, n.6, p.1503-1509,1993.

MENTEN, J. F. M. **A produção animal na visão dos brasileiros:** aditivos alternativos na nutrição de aves: probióticos e prebióticos. Piracicaba: Editora Esalq, p. 141-157. 2001.

MITSUOKA, T. Intestinal flora and human health. **Asia Pacif J Clin Nutr**, Oxfordshire, v.5, n.1, p.2-9, 1996.

MOSENTHIN, R.; BAUER, E. The potential use of prebiotics in pig nutrition. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RECENT ADVANCES IN ANIMAL NUTRITION, 2000, Seoul. **Proceedings...** Seoul : Seoul National University, p.515-528. 2000.

NICOLI, J.R.; VIEIRA, L.Q. Probióticos, prebióticos e simbióticos – Moduladores do ecossistema digestivo. **Ciência Hoje**, São Paulo, v.28, n.163, p.34-38, 2000.

ORYOFO, B. A.; DELOACH, J. R.; CORRIER, D. E. Effect of carbohydrates on Salmonella typhimurium colonization in broilers chickens. **Avian Diseases**, v. 33, p. 531-534, 1989a.

ORYOFO, B. A.; DELOACH, J. R.; CORRIER, D. E. Prevention of Salmonella typhimurium colonization of broilers with D-mannose. **Poultry Science**, Champaign, v. 68, p. 1357-1360, 1989b.

PASSOS, L. M. L.; PARK, Y. K. Frutooligosacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. *Ciência Rural*. [online]. mar./abr. 2003, vol.33, no.2 p.385-390. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782003000200034&lng=es&nrm=iso . Acessado em: 10/03/2006.

PELICIA, K. Efeito de promotores biológicos e químicos sobre o desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne em frangos de corte tipo colonial. 2004. 61f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

RADECKI, S.V.; YOKOYAMA, M.T. Intestinal bacteria and their influence on swine nutrition. In: MILLER, E.R.; DUANE, E.U.; LEWIS, A.J. **Swine nutrition**. Boston : Butterworth-Heinemann, p.439-447. 1991.

ROY, M.; GIBSON, G.R. **Probiotics and prebiotics – microbial in menu**. Disponível em: <http://www.babelfish.altavista.com/cgi-bm>. Acessado em 21 de novembro de 2002.

SAVAGE, T. F.; COTTER, P. F.; ZAKREWSKA, E. I. Effect of feeding a mannan oligosaccharide on immunoglobulin, plasma IgG and bile IgA of Wrolstad MW male turkey. *Poultry Sci*. 75(Suppl.1):143. 1996.

SHEEHY, P.J.A.; MORRISSEY, P.A. Functional foods: prospects and perspectives. In: HENRY, C.J.A.; HEPPELL, N.J. **Nutritional aspects of food processing and ingredients**. Gaithersburg : Aspen, p.45-65. 1998.

SILVA, E. N. Probióticos e prebióticos na alimentação de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2., 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, p 241-251. 2000.

SILVA, L. P. da ; NORBERG, J. L. **Prebióticos na nutrição de não ruminantes**. *Cienc. Rural*. [online]. set./out. 2003, vol.33, no.5, p.983-990. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782003000500029&lng=pt&nrm=iso>. Acessado em: 12/12/2005.

SPIEGEL, J.E. et al. Safety and benefits of fructooligosaccharides as food ingredients. **Food Techn**, Boston, v.48, p.85-89, 1994.

STRICKLING, J.A. et al. Evaluation of oligosaccharide addition to dog diets: influences on nutrient digestion and microbial populations. **Anim Feed Sci Tech**, Amsterdam, v.86, n.2, p.205-219, 2000.

SUNVOLD, G.D. et al. **In vitro** fermentation of cellulose, beet pulp, citrus pulp, and citrus pectin using fecal inoculum from cats, dogs, horses, humans, and pigs and ruminal fluid from cattle. **J Anim Sci**, Savoy, v.73, p.3639-3648, 1995.

WALKER, W.A.; DUFFY, L.C. Diet and bacterial colonization: Role of probiotics and prebiotics. **J Nutr Biochem**, New York, v.9, n.2, p.668-675, 1998.

WANG, X.; GIBSON, G.R. Effects of the *in vitro* fermentation of oligofructose and inulin by bacteria growing in the human large intestine. **J Appl Bacteriol**, Cambridge, v.74, n.4, p.373-380, 1993.

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.

YASUI, H.; OHWAKI, M. Enhancement of immune response in Peyer's patch cells cultured with ***Bifidobacterium breve***. **J Dairy Sci**, Champaign, v.74, n.4, p.1187-1195, 1991.