

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 03/12/2016.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO” –
UNESP, FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA –
FMVZ/BOTUCATU

OBTENÇÃO DE FONTES PREBIÓTICAS ALTERNATIVAS E USO
EM RAÇÕES DE FRANGO DE CORTE

MAYARA RODRIGUES PIVETTA

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação
em Zootecnia como parte das exigências para a
obtenção do título de Doutor.

Botucatu, São Paulo

Junho de 2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO” –
UNESP, FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA –
FMVZ/BOTUCATU

OBTENÇÃO DE FONTES PREBIÓTICAS ALTERNATIVAS E USO
EM RAÇÕES DE FRANGO DE CORTE

MAYARA RODRIGUES PIVETTA

Zootecnista

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Luciana Francisco Fleuri

Co-orientador: Prof. Dr. Antonio Celso Pezzato

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação
em Zootecnia como parte das exigências para a
obtenção do título de Doutor.

Botucatu, São Paulo

Junho de 2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

P693o Pivetta, Mayara Rodrigues, 1987-
Obtenção de fontes prebióticas alternativas e uso em rações de frango de corte / Mayara Rodrigues Pivetta. - Botucatu : [s.n.], 2016
vii, 73 f. : fots. color., grafs. color., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu - 2016

Orientador: Luciana Francisco Fleuri
Coorientador: Antonio Celso Pezzato
Inclui bibliografia

1. Frango de corte - Alimentação e rações. 2. Yacon. 3. *Aspergillus niger*. 4. Glicose. 5. Frutose. 6. Inulina. I. Fleuri, Luciana Francisco. II. Pezzato, Antonio Celso. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

Dedico

À minha querida mãezinha Maria de Lourdes Rosa, exemplo de vida e dedicação, minha eterna gratidão e respeito.

A minha irmãzinha Taynara Borak, por todo carinho e dedicação, amor eterno.

À meu esposo, Laércio Augusto Pivetta, pelo amor e alicerce nos momentos difíceis dessa caminhada.

Ofereço

À Deus, pela graça e perdão. O Senhor é minha força e o meu escudo; nele o meu coração confia.

Agradecimentos

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - FMVZ/UNESP – pela oportunidade e suporte na realização do doutorado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de estudo (Processo: 2013/15481-4).

À Professora Luciana Francisco Fleuri pela admirável orientação, muito mais que uma orientadora uma verdadeira amiga. Sempre sendo muito dinâmica e concisa em suas pesquisas e buscando nos motivar para alcançarmos a excelência.

Ao Prof. Antonio Celso Pezzato, pela co-orientação, sempre sugerindo novas ideias e dando grandes conselhos para condução dos experimentos.

Aos professores José Roberto Sartori, Dirlei Antonio Berto, Carlos Ducatti e Adriano Sakai Okamoto, pelo carinho e apoio na realização destes experimentos.

Aos professores da Universidade Estadual de Maringá, Paulo Cesar Pozza e Magali Soares dos Santos Pozza, sempre dispostos a ajudar no que for possível, conselheiros em decisões importantes da vida, grandes amigos, minha eterna gratidão.

Aos meus amigos, Ariane Dantas, Roberto França Teixeira, Aparecida da Costa Oliveira, Camila de Aquino Tomaz, Laerte Gustavo Pivetta, Paula Fernanda Teixeira, Dhyego Thomazoni, Thyago Thomazoni, Everton Moreno Muro, Mariana Kiyomi Maruno, Nathália Martins Guerra Causso, Ana Carolina Izidoro de Moraes, Igor Vellano, Ana Cristina Stradiotti, Paula Kern Novelli, Débora Zanoni do Prado, Milene Pereira, Clarissa Hamaio Okino Delgado e Edicarlos Batista de Castro pelo apoio, carinho e dedicação na realização deste experimento.

Aos colegas do Laboratório de Nutrição de Aves, Laboratório de Ornitopatologia e Laboratório de Bioprocessos meus sinceros agradecimentos.

Aos colegas de pós-graduação pelo companheirismo e amizade.

Aos docentes e funcionários do Departamento de Produção Animal, Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, Departamento de Química e Bioquímica e do Departamento de Clínica Veterinária pelo respeito e receptibilidade.

A toda a minha família e amigos pelo amor incondicional.

A Jesus seguir eu quero

*A Jesus seguir eu quero,
Seja a sorte, sim, qualquer;
Onde quer que vá meu Mestre,
Seguirei, sem mais temer.*

***Ó Jesus, seguir-Te quero;
Tu morreste, foi por mim.
Mesmo que Te neguem todos,
Eu Te sigo até o fim.***

*Se o caminho for custoso,
Nele houver escuridão,
Por ali Tu já passaste,
E me tomas pela mão.*

*Se encontrar dificuldades,
E envolver-me a tentação,
Tu também tentado foste,
E sofreste provação.*

*Se Tu queres conduzir-me
Pela triste solidão,
Tu andaste no deserto,
E meus pés seguir-Te-ão.*

*E se for Tua vontade
Que eu transponha o rio Jordão,
Tu também o atravessaste;
Seguirei com prontidão.*

James Lawson Elginburg, 1886

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
CAPÍTULO I.....	1
Resumo	2
Abstract.....	3
1. Introdução	4
2. Hipótese e Objetivos	5
3. Revisão de Literatura	5
3.1. Inulina.....	5
3.2. Produção de inulinas por fermentação em estado sólido	7
3.3. Benefícios do consumo de inulina.....	9
4. Referências Bibliográficas	10
CAPÍTULO II	14
PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE INULINASES POR FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO UTILIZANDO RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS	15
Resumo	15
Introdução	16
Material e Métodos	18
Resultados e Discussão.....	23
Conclusões.....	36
Referências Bibliográficas	37
CAPÍTULO III.....	41
USO DO PREPARADO ENZIMÁTICO SÓLIDO DE FARINHA DE YACON COM <i>ASPERGILLUS NIGER</i> COMO PREBIÓTICO PARA FRANGOS DE CORTE	42
Resumo	42
Abstract.....	42
Introdução	43
Material e Métodos	45
Resultados e Discussão	54
Conclusões.....	65
Referências Bibliográficas	65
CAPÍTULO IV	70
IMPLICAÇÕES	71
ANEXOS.....	72

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1. Composição dos açúcares dos preparados enzimáticos sólidos (PES) selecionados para análise de CLAE 34

Tabela 2. Composição bromatológica, atividade da lipase e antioxidante da farinha de yacon e do preparado enzimático sólido (PES) de farinha de yacon com *A. niger* 40018..... 35

CAPÍTULO III

Tabela 1. Composições centesimais e nutricionais das dietas experimentais 46

Tabela 2. Composições centesimais e nutricionais das dietas experimentais 49

Tabela 3. Valores médios de peso inicial (PI), ganho de peso médio (GPM), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e peso final (PF) de frangos de corte, segundo os tratamentos nos períodos de 0 a 21 e 0 a 42 dias de idade. 55

Tabela 4. Valores médios de pH do conteúdo do ceco de frangos de corte aos 42 dias de idade. 56

Tabela 5. Perfil lipídico do soro sanguíneo de frangos de corte aos 42 dias de idade... 57

Tabela 6. Resumo da ANAVA da contagem de *Salmonella* Enteritidis no ceco de frangos de corte em função das dietas basal e suplementadas com preparado enzimático sólido (PES) e inulina+FOS (In+FOS). 59

Tabela 7. Equações de diluição isotópica do carbono-13 da mucosa intestinal e de crescimento de frangos de corte com suas respectivas constantes de *turnover* tecidual ($k + m$), taxa de crescimento (k), taxa metabólica (m) do carbono-13, tempo de meia vida e de 99% de troca de tecido no período de 0 a 21 dias de idade em função das dietas basal e suplementadas com preparado enzimático sólido (PES) e inulina+FOS. 62

Tabela 8. Equações de diluição isotópica do carbono-13 da mucosa intestinal e de crescimento de frangos de corte com suas respectivas constantes de *turnover* tecidual ($k + m$), taxa de crescimento (k), taxa metabólica (m) do carbono-13, tempo de meia vida e de 99% de troca de tecido no período de 21 a 35 dias de idade em função das dietas basal e suplementadas com preparado enzimático sólido (PES) e inulina+FOS. 63

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

- Figura 1.** Produção de inulinases fúngicas utilizando farinha de yacon (FY), farelo de trigo (FT) e farelo de soja (FS) em fermentação em estado sólido..... 24
- Figura 2.** Atividade de inulinase em fermentação em estado sólido em função do tempo de incubação para combinações de substratos e micro-organismos. FS – Farelo de soja, FT – Farelo de trigo, FY – Farinha de yacon..... 27
- Figura 3.** Atividade de inulinase em fermentação em estado sólido em função do pH para combinações de substratos e micro-organismos. FS – Farelo de soja, FT – Farelo de trigo, FY – Farinha de yacon..... 28
- Figura 4.** Atividade de inulinase em fermentação em estado sólido em função do pH de estabilidade para combinações de substratos e micro-organismos. FS – Farelo de soja, FT – Farelo de trigo, FY – Farinha de yacon..... 29
- Figura 5.** Atividade de inulinase em fermentação em estado sólido em função da temperatura para combinações de substratos e micro-organismos. FS – Farelo de soja, FT – Farelo de trigo, FY – Farinha de yacon..... 30
- Figura 6.** Atividade de inulinase em fermentação em estado sólido em função da temperatura de estabilidade para combinações de substratos e micro-organismos. FS – Farelo de soja, FT – Farelo de trigo, FY – Farinha de yacon. 31

CAPÍTULO III

- Figura 1.** Contagem de *Salmonella* Enteritidis no ceco de frangos de corte em função das dietas basal e suplementadas com preparado enzimático sólido (PES) e inulina+FOS (In+FOS). 59
- Figura 2.** Halo de inibição de *Salmonella* Enteritidis por *Lactobacillus* sp. isolados do ceco de frangos de corte em função das dietas basal (n=7) e suplementadas com preparado enzimático sólido (PES) (n=18) e inulina+FOS (n=9). As barras verticais representam o erro padrão da média. 60
- Figura 3.** Curvas de diluição isotópica do carbono da mucosa intestinal de frangos de corte de 0 a 21 dias de idade, em função das dietas basal e suplementadas com preparado enzimático sólido (PES) e inulina+FOS (In+FOS). 62
- Figura 4.** Curvas de crescimento de frangos de corte de 0 a 21 dias de idade, em função das dietas basal e suplementadas com preparado enzimático sólido (PES) e inulina+FOS (In+FOS). 63
- Figura 5.** Curvas de diluição isotópica do carbono da mucosa intestinal de frangos de corte de 21 a 35 dias de idade, em função das dietas basal e suplementadas com preparado enzimático sólido (PES) e inulina+FOS (In+FOS). O dia 0 no eixo das abscissas representa 21 dias de idade das aves. 64

Figura 6. Curvas de crescimento de frangos de corte de 21 a 35 dias de idade, em função das dietas basal e suplementadas com preparado enzimático sólido (PES) e inulina+FOS (In+FOS). 64

CAPÍTULO I

RESUMO

As inulinases catalisam a hidrólise da inulina, produzindo inulo-oligossacarídeos, frutose e glicose, por isso, possuem várias aplicações industriais. A fermentação submersa é mais usada na produção industrial de inulinase, contudo a fermentação em estado sólido tem demonstrado bons resultados quanto à obtenção de enzimas a baixo custo. O yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é um tubérculo com alta concentração de antioxidantes e frutanos e por isso tem atraído o interesse na área de alimentos. A fermentação em estado sólido utilizando o yacon como substrato possui potencial para a produção de enzimas e também para utilização na alimentação animal. Objetivou-se com este trabalho avaliar a produção de inulinases utilizando 16 espécies fúngicas filamentosas cultivadas em fermentação em estado sólido utilizando resíduos agroindustriais como substrato, bem como identificar a melhor combinação substrato/micro-organismo para utilização do preparado enzimático sólido como prebiótico em rações de frango de corte. A atividade da inulinase foi muito superior com a utilização da farinha de yacon como substrato em fermentação em estado sólido em relação ao farelo de trigo, farelo de soja e bagaço de cana-de-açúcar, independente do fungo utilizado. As inulinases provenientes da farinha de yacon demonstraram grande amplitude de pH e temperatura, independente do micro-organismo fermentante. O preparado enzimático sólido de farinha de yacon com *Aspergillus niger* 40018 apresentou alta atividade de lipase e antioxidante e alta quantidade de fruto-oligossacarídeos e foi selecionado para os ensaios com frangos de corte. Não houve alteração no desempenho, pH cecal e perfil lipídico com a utilização do preparado enzimático sólido. O preparado enzimático sólido promoveu redução mais acentuada na contagem de *Salmonella* Enteritidis após a inoculação nas aves e, conseqüentemente, o *turnover* da mucosa intestinal foi menos acelerado. Conclui-se que o preparado enzimático sólido de farinha de yacon com *A. niger* 40018 apresenta efeito prebiótico.

Palavras-chave: Inulinase; *Smallanthus sonchifolius*, *Aspergillus niger*, fruto-oligossacarídeos, inulina.

ABSTRACT

Inulinases catalyze the inulin hydrolysis, yielding inulo-oligosaccharides, fructose and glucose, therefore, they have many industrial applications. The submerged fermentation is more used at inulinase industrial production, however the solid state fermentation (SSF) has showed good results regarding to low cost enzymes. The yacon (*Smallanthus sonchifolius*) is a tuber root with high content of antioxidants and fructans and because of this it has attracted interest of food area. The solid state fermentation using the yacon root as substrate has potential to produce enzymes and to use in animal feeding. The aim of this work was to evaluate the inulinase production of 16 filamentous fungal species growing in solid state fermentation (SSF) on agroindustrial wastes as substrate, as well as to identify the best combination substrate/microorganism of the solid enzymatic preparation (SEP) to use as prebiotic in broilers diets. The inulinase activity was higher with yacon flour than wheat bran, soybean bran and sugarcane bagasse, independently of fungus. The inulinases from yacon flour showed large pH and temperature amplitude, independently of fungus. The SEP of yacon flour and *Aspergillus niger* 40018 showed high lipase and antioxidant activity and high fructooligosaccharides and it was selected to further trials with broilers. There was no alteration on performance, caecum pH and lipid profile with the SEP. The SEP promoted a stronger reduction of *Salmonella* Enteritidis number after the birds inoculation, and, consequently, the mucosal gut turnover was slower. It is concluded that the SEP of yacon flour with *A. niger* 40018 has prebiotic effect.

Keywords: Inulinase; *Smallanthus sonchifolius*, *Aspergillus niger*, fructooligosaccharide, inulin.

1. INTRODUÇÃO

A produção de carne de frango no Brasil em 2015 foi de 13,1 milhões de toneladas, inferior apenas à produção dos Estados Unidos. Contudo, o Brasil é o maior exportador mundial, com 4.304 milhões de toneladas (ABPA, 2016).

Muitos países impõem diversas exigências para importar produtos cárneos, como por exemplo, a União Europeia (UE), onde há várias medidas para proteger a saúde do consumidor e assegurar que os alimentos de origem animal comercializados sejam seguros para o consumo. A UE requer para os países membros o estabelecimento de programas de vigilância nacional de resíduos para monitorar alimentos de origem animal quanto à presença tanto de medicamentos autorizados como de resíduos de antibióticos, hormônios e β -agonistas proibidos na União (KENNEDY, 2003).

Baseando-se em novos conceitos de segurança alimentar, produtos alternativos aos antibióticos vêm sendo pesquisados e desenvolvidos, como os alimentos funcionais e nutracêuticos, que já ocupam uma fração considerável do mercado de alimentos. De acordo com relatório recente da Global Information Inc., estimou-se que o mercado mundial de nutracêuticos ultrapassou US\$ 171,8 bilhões em 2014, podendo atingir US\$ 241,1 bilhões em 2019 (WANG et al., 2016).

Dentre os alimentos funcionais, destacam-se os prebióticos, que cada vez mais são utilizados na alimentação animal. Os prebióticos do tipo frutano apresentam grau de polimerização (GP) muito amplo, o que pode promover diferenças na fermentação e influenciar o seu efeito na microbiota. Pesquisas sugerem que frutanos com GP menor são mais utilizados pelas bactérias probióticas. De acordo com o grau de polimerização, os frutanos são classificados como oligofrutose (GP 2-8), fruto-oligossacarídeo (GP 2-4) e inulina (GP \geq 9) (BIEDRZYCKA e BIELECKA, 2004). O grau de polimerização da inulina pode ser reduzido com a utilização de inulinases, sendo que estas podem ser obtidas a partir da produção de micro-organismos pela fermentação em estado sólido (FES) (XIONG et al., 2007).

CONCLUSÕES

O preparado enzimático sólido de farinha de yacon com *A. niger* 40018 apresenta efeito prebiótico, fundamentado pela redução da contagem cecal de *Salmonella* Enteritidis e manutenção da integridade da mucosa intestinal de frangos de corte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMMERMAN, E.; QUARLES, C.; TWINING, P.V. Broiler response to the addition of dietary fructooligosaccharides. **Poultry Science**, v.67 (Suplemento), p.46, 1988.

BAILEY, J.S.; BLANKENSHIP, L.C.; COX, N.A. Effect of fructooligosaccharide on *Salmonella* colonization of the chicken intestine. **Poultry Science**, v.70, n.12, p.2433-2438, 1991.

BARROS, M.R.; ANDREATTI FILHO, R.L.; LIMA, E.T.; CROCCI, J.A. Avaliação in vitro da atividade inibitória de *Lactobacillus* spp., isolados do ingluvío e cecos de aves sobre *Salmonella*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.4, p.863-868, 2009.

BAYOUMI, M.A.; GRIFFITHS, M.W. In vitro inhibition of expression of virulence genes responsible for colonization and systemic spread of enteric pathogens using *Bifidobacterium bifidum* secreted molecules. **International Journal of Food Microbiology**, v.156, p.255-263, 2012.

BIGGS, P.; PARSONS C.M.; FAHEY G.C. The Effects of Several Oligosaccharides on Growth Performance, Nutrient Digestibilities, and Cecal Microbial Populations in Young Chicks. **Poultry Science**, v.86, p.2327-2336, 2007.

BLOTTIERES, H.M.; CHAMP, M.; HOEBLER, C.; MICHEL, C.; CHERBUT, C. Production and digestive effects of short chain fatty acids. **Science des Aliments**, v.19, p.269-290, 1999.

CHATEAU, N.; CASTELLANOS, I.; DESCHAMIS, A.M. Distribution of pathogen inhibition in the *Lactobacillus* isolation of a commercial probiotic consortium. **Journal of Applied Microbiology**, v.74, p.36-40, 1993.

CHEN, Y.C.; NAKTHONG, C.; CHEN, T.C. Effects of Chicory Fructans on Egg Cholesterol in Commercial Laying Hen. **International Journal of Poultry Science** v.4, n.2, p.109-114, 2005.

COLLINS, E.B.; HARTLEIN, K. Influences of Temperature on Lactobacilli of Nonfermented Acidophilus Milks. **Journal of Dairy Science**, v.65, p.883-886, 1982.

DUBERNET, S., DESMASURES, N., GUÉGUEN, M.A. Pcr-Based Method for Identification of Lactobacilli at the Genus Level. **FEMS Microbiology Letters**, v.214, p.271-275, 2002.

DUCATTI, C.; CARRIJO, A.S.; PEZZATO, A.C.; MANCERA, P.F.A. Modelo teórico e experimental da reciclagem do carbono – ^{13}C em tecidos de mamíferos e aves. **Scientia Agricola**, v.59, p.29-33, 2002.

DUCATTI, C.; SALATI, E.; MATSUI, E. Método de análise da razão $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ e $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ em carbonatos. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.51, p.275-286, 1979.

FUKATA, T.; SASAI, K.; MIYAMOTO, T.; BABA, E. Inhibitory effects of competitive exclusion and fructooligosaccharide, singly and in combination, on *Salmonella* colonization of chicks. **Journal of Food Protection**, v.62, p.299-233, 1999.

GAO, L.; CHI, Z.; SHENG, J.; WANG, L.; LI, J.; GONG, F. Inulinase-producing marine yeasts: evaluation of their diversity and inulin hydrolysis by their crude enzymes. **Microbial Ecology**, v.54, p.722-729, 2007.

GHAZI, I.; FERNÁNDEZ-ARROYO, L.; GARCIA-ARELLANO, H.; FERRER, M.; BALLESTEROS, A.; PLOU, F.J.; Purification and kinetic characterization of a

fructosyltransferase from *Aspergillus aculeatus*. **Journal of Biotechnology**, v.128, n.1, p.204-211, 2007.

GOTO, K.; FUKAI, K.; HIKIDA, J.; NANJO, F.; HARA, Y. Isolation and structural analysis of oligosaccharides from yacon (*Polymnia sonchifolia*). **Bioscience, biotechnology, and biochemistry**, v.59, p.2346-2347, 1995.

GRAMINHA, E.B.N.; GONCALVES, A.Z.L.; PIROTA, R.D.P.B.; BALSALOBRE, M.A.A.; SILVA, R.; GOMES, E. Enzyme production by solid-state fermentation: application to animal nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, v.144, p.1-22, 2009.

HOBSON, K.A.; CLARK, R.G. Assessing avian diets using stable isotopes I: Turnover of ^{13}C in tissues. **The Condor**, v.94, p.181-188, 1992.

JÓZEFIAK, D.; RUTKOWSKI, A.; MARTIN, S. A. Carbohydrate fermentation in the avian ceca: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.113, p. 1-15, 2004.

KLURFELD, D.M. Nutritional regulation of gastrointestinal growth. **Frontiers in Bioscience**, v.4, p.299-302, 1999.

KOK, R.G.; DE WAAL, A.; SCHUT, F.; WELLING, G.W.; WEENK, G.; HELLINGWERF, K.J. Specific detection and analysis of a probiotic *Bifidobacterium* strain in infant feces. **Applied and Environmental Microbiology**, v.62, p.3668–3672, 1996.

LEVRAT, M-A., REMESY, C., REMIGNE, C. High propionic acid fermentations and mineral accumulation in the cecum of rats adapted to different levels of inulin. **The Journal of nutrition**, v.121, p.1730–1737, 1991.

LIMA, E.T.; ANDREATTI FILHO, R.L.; OKAMOTO, A.S.; NOUJAIM, J.C.; BARROS, M.R.; CROCCI, A.J. Evaluation in vitro of the antagonistic substances produced by *Lactobacillus* spp. isolated from chickens. **The Canadian Journal of Veterinary Research**, v.71, p.103-107, 2007.

LIU, H.; IVARSSON, E.; LUNDH, T.; LINDBERG, J.E. Chicory (*Cichorium intybus* L.) and cereals differently affect gut development in broiler chickens and young pigs. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v.4, p.50-55, 2013.

LIU, H.Y.; IVARSSON, E.; JÖNSSON, L.; HOLM, L.; LUNDH, T.; LINDBERG, J.E. Growth performance, digestibility, and gut development of broiler chickens on diets with inclusion of chicory (*Cichorium intybus* L.). **Poultry Science**, v.90, p.815–823, 2011.

MEEHYE, K. The water-soluble extract of chicory affects rat intestinal morphology similarly to other non-starch polysaccharides. **Nutrition Research**, v.22, p.1299-1307, 2002.

NEAGU, C.; BAHRIM, G. Inulinases - a versatile tool for biotechnology. **Innovative Romanian Food Biotechnology**, v.9, p.1-11, 2011.

OJANSIVU, I.; FERREIRA, C. L.; SALMINEN, S. Yacon, a new source of prebiotic oligosaccharides with a history of safe use. **Trends in Food Science and Technology**, v.22, n.1, p.40-46, 2011.

ORTUÑO, M.A.; URBÁN, C.; CERÓN, J.J.; TECLES, F.; ALLENDE, A.; BARBERÁN, F.A.T.; ESPÍN, J.C. Effect of low inulin doses with different polymerisation degree on lipid metabolism, mineral absorption, and intestinal microbiota in rats with fat-supplemented diet. **Food Chemistry**, v.113, p.1058–1065, 2009.

OYARZABAL, O.A.; CONNER, D.E. In vitro fructooligosaccharide utilization and inhibition of *Salmonella* spp. by selected bacteria. **Poultry Science**, v.74, p.1418-1425, 1995.

PEDRESCHI, R.; CAMPOS, D.; NORATTO, G.; CHIRINOS, R.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Andean yacon root (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. Endl) fructooligosaccharides as a potential novel source of prebiotics. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, p.5278-5284, 2003.

PELCZAR, M.J.; REID, R.; CHAN, E.C.S. **Microbiologia**. São Paulo: Mcgraw Hill, 1981. 1072 p.

PELCZAR, M.J.; REID, R.; CHAN, E.C.S. **Microbiologia**. São Paulo: McGraw Hill, 1981. p.1072.

PENG, X.W.; CHEN, H.Z. Single cell oil production in solid-state fermentation by *Microsphaeropsis* sp. from steam-exploded wheat straw mixed with wheat bran. **Bioresource Technology**, v.99, p.3885-3889, 2008.

REBOLÉ, A.; ORTIZ, L.T.; RODRÍGUEZ, M.L.; ALZUETA, C.; TREVIÑO, J.; VELASCO, S. Effects of inulin and enzyme complex, individually or in combination, on growth performance, intestinal microflora, cecal fermentation characteristics, and jejunal histomorphology in broiler chickens fed a wheat- and barley-based diet. **Poultry Science**, v.89, p.276-286, 2010.

REHMAN, H., HELLWEG, P., TARAS, D. AND ZENTEK, J., 2008. Effects of dietary inulin on the intestinal short chain fatty acids and microbial ecology in broiler chickens as revealed by denaturing gradient gel electrophoresis. **Poultry Science** 87: 783–789.

REMESY, C.; BEHR, S.R., LEVRAT, M.; DEMIGNE, C. Fiber fermentability in the rat cecum and its physiological consequences. **Nutrition Research**, v.12, p.1235-1244, 1992.

ROBERFROID, M. B. Inulin-type fructans: functional food ingredients. **Journal of Nutrition**, v.137, p.2493-2502, 2007.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3.ed. Viçosa: UFV, 2011, 252p.

SANTOS, W.L.M. **Aislamiento y caracterización parcial de una bacteriocina producida por *Pediococcus* sp. 347, de origen carnico.** 1993. 294p. Tese (Doutorado) – Universidade Complutense de Madrid, Madrid, 1993.

SHANG, H.M.; HU, T.M.; LU, Y.J.; WU, H.X. Effects of inulin on performance, egg quality, gut microflora and serum and yolk cholesterol in laying hens, **British Poultry Science**, v.51, n.6, p.791-796, 2010.

SHARPE, M.E. The genus *Lactobacillus*. In: STARR, M.P.; STOLP, H.; TRUPER, H.G.; BALOWS, A.; SCHLEGEL, H.G. (Eds) **The Prokaryotes**. New York: Springer Verlag, 1981. p.1653-1679.

SINGHANIA, R.R.; PATEL, A.K.; SOCCOL, C.R.; PANDEY, A. Recent advances in solid-state fermentation. **Biochemical Engineering Journal**, v.44, p.13-18, 2009.

SNEATH, P.H.A.; MAIR, N.S.; SHARPE, M.E. et al. (Eds) **Bergey's manual of systematic bacteriology**. Baltimore: Williams & Wilkins, 1986. p.1239.

VAN COILLIE, E.; GORIS, J.; CLEENWERCK, I.; GRIJSPEERDT, K.; BOTTELDOORN, N.; VAN IMMERSEEL, F.; DE BUCK, J.; VANCANNEYT, M.; SWINGS, J.; HERMAN, L.; HEYNDRICKX, M. Identification of lactobacilli isolated from the cloaca and vagina of laying hens and characterization for potential use as probiotics to control *Salmonella* Enteritidis. **Journal of Applied Microbiology**, v.102, p.1095–1106, 2007.

VELASCO, S.; ORTIZ, L.T.; ALZUETA, C.; REBOLÉ, A.; TREVIÑO, J.; RODRÍGUEZ, M.L. Effect of inulin supplementation and dietary fat source on performance, blood serum metabolites, liver lipids, abdominal fat deposition, and tissue fatty acid composition in broiler chickens. **Poultry Science**, v.89, p.1651-1662, 2010.

WANG, J.; GULERIA, S.; KOFFAS, M.A.G.; YAN, Y. Microbial production of value-added nutraceuticals. **Current Opinion in Biotechnology**, v.37, p.97-104, 2016.

WILDMAN, R.E.C.; KELLEY, M. **Nutraceuticals and Functional Foods**. In: WILDMAN, R.E.C.; WILDMAN, R.; WALLACE, T.C. (Eds.) **Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods**, 2ed. Boca Raton: CRC Press. 2006, p.1-21.

YUSRIZAL, Y.; CHEN, T.C. Effect of adding chicory fructans in feed on broiler growth performance, serum cholesterol and intestinal length. **International Journal of Poultry Science**, v.2, p.214-219, 2003.