



GLICININA E β -CONGLICININA EM RUMINANTES

Bruna Biava de Menezes¹, Fernanda Cupertino dos Santos Lima², Luciana Junges³, Eva Nara Oliveira Gomes³, Diego Martins da Silva Echeverria³

¹Doutoranda em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: bruna_biava@hotmail.com

²Graduanda em Zootecnia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: fernanda_cupertino@hotmail.com

³Doutorandos em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: ljungeszootecnia@hotmail.com; evanara06@gmail.com; ddiegoecheverria@hotmail.com

Resumo: Objetivou-se com esta revisão bibliográfica elucidar a importância dos fatores antinutricionais glicinina e β - conglucina, e seus efeitos gerados em bezerros e ovinos pré-ruminantes assim como destacar as formas de ação destes fatores dentro do organismo. Estes fatores antinutricionais são proteínas do tipo globulina, importantes fontes de reserva da semente da soja, alocados no cotilédono. A glicinina e a β – conglucina são responsáveis por até 80% da reserva protéica da semente de soja. Estes fatores alergênicos atuam gerando reações inflamatórias no tecido intestinal, gerando redução da altura dos vilos e aumento da profundidade das criptas. Como resultado ocorre uma redução na absorção de nutrientes, aumento na excreção de nitrogênio, diarreia e propicia a ação oportunista de parasitas. A desativação da glicinina e β – conglucina não decorre por tratamentos térmicos, mas por proteólise enzimática e tratamento com etanol, só então pode haver segurança a adição de proteína de soja em sucedâneos destinados aos bezerros na fase mais vulnerável do animal, a fase de transição ou pré-ruminante.

Palavras-chave: soja, globulina, pré-ruminante, reação alérgica

GLYCININ AND β -CONGLYCININ IN RUMINANTS

Abstract: The objective of this literature review to elucidate the importance of anti-nutritional factors glycinin and β – conglycinin, and its effects generated in pre-ruminant calves and sheep as well as highlighting the ways in which these factors within the organism. These antinutritional factors are proteins like globulin, important sources of soybean reserves, in the cotyledon. The glycinin and β - conglycinin are responsible for up to 80% of the reserve protein soybean seed. These factors act causing allergic reactions in inflammatory bowel tissue, causing reduction of villous height and increased crypt depth. As a result there is a reduction in the absorption of nutrients, increased nitrogen excretion, diarrhea and facilitate the action of opportunistic parasites. Disabling glycinin and β - conglycinin not due to thermal treatments, but by proteolysis and enzymatic treatment with ethanol, only then can there be security adding soy protein substitutes for calves in the most vulnerable the animal to transition or pre-ruminant.

Keywords: allergic reaction, globulin, pre-ruminant, soybean

INTRODUÇÃO

A soja tornou-se um alimento chave no balanceamento de dietas destinadas tanto para monogástricos quanto ruminantes. Devido à sua composição atrelada a um bom balanceamento de aminoácidos e boas propriedades físico-químicas.

O grão pode ser dividido em três partes o pericarpo, o embrião e uma ou mais estruturas de reserva (cotilédono). A glicinina e a β – conglucina são proteínas caracterizadas como componentes de reserva da soja. Essas proteínas são consideradas fatores alergênicos, por terem a capacidade de gerar danos ao aparelho digestivo em animais jovens no período de transição da desmama, durante o desenvolvimento



dos pré-estômagos. Destrói a integridade do intestino, deprime a função imune e o crescimento dos animais (Hao et al., 2009).

A adoção de manejos para a redução de custos com a alimentação e a antecipação do desmame são os pontos chave para a produção de carne. Por meio do controle da quantidade de leite fornecida, substituição do leite por sucedâneos e fornecimento de concentrado para antecipar o desmame (Lopes et al., 1998). Em sucedâneos destinados aos vitelos, são adicionados proteína de soja como um dos substitutos do leite, para baratear o custo de produção.

A soja é um dos alimentos mais usados, porém cada categoria animal possui uma limitação de uso conforme as propriedades as altas concentrações de toxinas e fatores alergênicos. Portanto, objetivou-se com esta revisão bibliográfica elucidar a importância dos fatores antinutricionais glicinina e β -conglucina, e seus efeitos gerados em bezerros pré-ruminantes e ovinos assim como destacar as formas de ação destes fatores dentro do organismo.

DESENVOLVIMENTO

Soja - Proteínas de reserva

O grão de soja é classificado conforme o teor de óleo e proteína, que por fim determinam o seu valor comercial. No caso do farelo de soja ocorre a classificação conforme o conteúdo de proteína alta, normal e baixa, sendo >48%, 46% e <43,5% respectivamente (Moraes et al., 2006).

As proteínas das sementes de leguminosas são classificadas em albuminas e globulinas. Sendo as albuminas solúveis em água e as globulinas solúveis em soluções salinas (Oetterer et al., 2006). As proteínas presentes em maior quantidade são as proteínas de reserva glicinina e β -conglucina, lipoxigenases, inibidor de tripsina Kunitz, inibidores de protease de baixo peso molecular, lectina e urease (Hao et al., 2009). Juntos a glicinina e a β -conglucina somam mais de 80% das proteínas da semente da soja (Kinney, 2003). Segundo uma visão de Herman & Burks (2011), a glicinina e a β -conglucina representam 54% das proteínas com interação com a imunoglobulina E (IgE), sendo esta imunoglobulina um importante indicador de reação alergênica.

Algumas linhagens de soja de alto teor de proteína possuem maiores teores de β -conglucina e glicinina do que se comparado com as linhagens normais, e as quantidades relativas dessas duas proteínas e de seus polipeptídeos constituintes variam entre as linhagens possuindo uma correlação negativa entre a proteína e o óleo (Moraes et al., 2006).

Fatores antinutricionais

Os vegetais produzem compostos secundários que confere a proteção contra o predador, são geralmente encontradas no cotilédone da semente. Estes fatores antinutricionais não causam danos às plantas, e proporcionam o sucesso reprodutivo. No entanto, quando ingeridos pelo animal herbívoro podem gerar interferências na proteólise e a utilização de alguns nutrientes, como complexo tanino proteína resistente que gera uma resistência do nutriente ao ataque microbiano (Lima Júnior et al., 2010).

Os ruminantes possuem uma vantagem em relação aos demais herbívoros, que é a presença de microrganismos no rúmen. Estes microrganismos possuem compostos que são capazes de neutralizar compostos tóxicos (Lima Júnior et al., 2010), porém alguns estudos ainda precisam ser feitos nessa linha de pesquisa para a desativação dos fatores alergênicos da glicinina.

A β -conglucina e glicinina são compostos inibidores de protease e lectina (capacidade de aglutinar hemácias) (Dréau et al., 1995). E possuem diferentes aspectos funcionais como capacidade de gelatinização e emulsificação, além de serem compostos com estabilidade térmica (Moraes et al., 2006), dessa forma os processamentos térmicos não são eficazes na desativação destes compostos alergênicos.

Glicinina – IIS

A glicinina conhecida como IIS globulina, essa classificação se deve a uma técnica que tem como princípio a quantificação em um gel por densitometria (Lallès et al., 1999; Yaklich et al., 2001). A glicinina são hexâmeros de massa molecular entre 320×10^3 e 375×10^3 . Cada hexâmero é composto por dois trimeros que são rodeados a 60° para formar um antiprisma trigonal, estes trimeros são compostos por monômeros, o que confere interações hidrofóbicas (Yaklich et al., 2001). Cada subunidade



compreende em uma cadeia ácida e uma corrente de base, ligados uns aos outros através de uma ligação dissulfeto (Xu et al., 2010)

A 11S possui algumas subunidades como: A1aB1b, A2B1a, A1bB1a, A5A4B3 e A3B4 (Yaklich et al., 2001). Uma característica importante da glicinina é o fato de possuir melhor qualidade nutricional que as proteínas β -conglucina (Moraes et al., 2006), em função da existência de 3 a 4 vezes mais metionina e cisteína (Yaklich et al., 2001; Moraes et al., 2006).

β -Conglicina – 7S

A β -conglucina também conhecida como 7S globulina, é rico em aspartato, glutamato, leucina e arginina. Todas as subunidades da β -conglucina são glicoproteínas e contém cerca de 40-50 g de carboidrato por kg (Yaklich et al., 2001), estas subunidades são classificadas como α' , α e β .

A presença da 7S em dietas de animais juvenis pode gerar distúrbios da função imunológica e depressão do crescimento animal. Podendo destruir a morfologia intestinal e afetar a função imunológica (principalmente a IgE) em leitões (Hao et al., 2009).

Devido a baixa digestibilidade da 7S em bezerros Lallès et al. (1999), citam que este composto pode ser usado como um indicador de digestibilidade fecal aparente de nitrogênio da soja do que a 11S, pois está associado a má digestão gástrica da 7S.

Ação dos fatores antinutricionais no organismo

As mudanças abruptas de dieta em bezerros em fase de desmame podem gerar uma resposta imune significativa. Então os manejos realizados com a total restrição de leite atrelado à oferta de grãos, acabam gerando danos no trato digestivo do animal. Com isso o uso de dietas com proteína da soja pode gerar mudanças enteropáticas, o que propicia uma ação oportunista da *Escherichia coli*, levando a diarreia. Este quadro geral pode confundir os fatores primários de doenças em potencial, como diagnosticar que o indivíduo esteja parasitado, quando em primeira instância houve a sensibilização por proteínas de soja, desta forma acaba por possibilitar ações oportunistas.

Os danos gerados pelos fatores antinutricionais e macromoléculas devem ser em decorrência ao não desenvolvimento ou maturidade incompleta do intestino (Li et al., 1990). Portanto, pode-se observar que as respostas antialérgicas diminuem com o aumento da idade, devido ao sistema imune estar formado (Tukur et al., 1993) e aos microrganismos presentes no rúmen, pois ocorre uma degradação ruminal parcial da proteína da soja.

A β – Conglicina possui uma maior capacidade de causar injúrias de ordem intestinal do que a glicinina (Jun et al., 2009). Lallès et al. (1996) testaram em bovinos alimentados o uso de substitutos contendo leite em pó ou farinha de soja antigênica, e constataram que apenas a β – conglucina ocasionou uma hipersensibilidade nos bezerros, mas não com a glicinina.

A farinha de soja quando fornecida em sucedâneo de leite e em seguida aquecido para bezerros, gera um atraso do esvaziamento do abomaso seguido pelo movimento rápido da digesta no intestino delgado, assim reduzindo a absorção de nitrogênio. Desta forma os bezerros podem sofrer hipersensibilidade gastrointestinal devido às principais proteases (pepsina e tripsina) não desnaturarem os constituintes antigênicos solúveis da proteína da soja. Por outro lado ocorre uma resposta imunológica o que implica no desenvolvimento de distúrbios gastrointestinais (Li et al., 1990).

Em contra senso no trabalho de Lallès et al. (1999) com bezerros alimentados com sucedâneos contendo os fatores antinutricionais 7S e 11S, verificaram uma taxa de passagem maior destes fatores pelo abomaso quando comparado com as proteínas do leite. E quando comparado a taxa de passagem das proteínas alérgicas detectaram que a glicinina possui uma taxa de passagem mais rápida que a β – conglucina, seguido de um aumento de fluxo de nitrogênio no íleo.

Esta dificuldade de digestão das globulinas 7S e 11S se devem a duas características: a glicinina possui intra e intermolecular pontes dissulfureto que contribuem para a estrutura compacta desta proteína, e a base de hidrofobicidade dos polipeptídeos, que determina sua propensão para se agregar em grandes complexos insolúveis que limitam o acesso de enzimas proteolíticas (Lallès et al., 1999).

As lesões geradas a barreira epitelial do intestino pode promover alergia alimentar e se associar com patologia intestinal. Os mastócitos de tecido desempenham um papel importante na inflamação alérgica, que são as principais células efetoras de reações alérgicas do tipo imediato. Estes mastócitos ligam IgE na superfície, expressando como receptor de Fc de afinidade elevada para IgE, em seguida,



exercem os seus efeitos biológicos através da liberação e pré-formação da mediação da síntese de novo. A histamina é considerada como um importante mediador de hipersensibilidade imediata, assim pode ser observado à liberação de histamina pelo intestino logo após o desafio alérgico (Hao et al., 2009).

Segundo Xu et al. (2010) observaram que a glicinina reduziu a viabilidade celular nas concentrações mais elevadas do que comparado com a β -conglucina. E para isso verificaram o nível de lactato desidrogenase, pois é uma enzima importante no metabolismo celular, e que, quando a membrana da célula está danificada, o lactato desidrogenase é liberado para o meio de cultura celular resultando no aumento da sua concentração extracelular.

Outro fator relevante na avaliação da integridade celular é a avaliação da atividade do aspartato aminotransferase, que por sua vez se encontra dentro da mitocôndria. A perda desta proteína não representa o vazamento ou a excreção, mas indica danos graves a integridade da parede celular da mitocôndria ou mesmo da célula. Desta forma é importante frisar que a mitocôndria é responsável pelo metabolismo energético e regulação intracelular de cálcio e possui substâncias causadoras de apoptose (como citocromo e indutor de apoptose) (Xu et al., 2010), portanto facilita a deterioração da membrana celular.

Outras suposições feitas por Xu et al. (2010) a nível do sistema imune nas células epiteliais intestinais, em que as células sejam elas imunes ou não-imunes podem sintetizar e secretar pequenos fatores peptídicos da molécula, como as citocinas (IL-2, IL-6, IL-8 e IFN- γ) que regulam outras células ou funções fisiológicas. Cada citocina envolvida em uma resposta imune é modulada por uma série de eventos biológicos. A concentração das citocinas podem levar a quadros benéficos como anti-inflamatórios ou ao desenvolvimento de respostas inflamatórias.

No caso em situações de ordem inflamatória observa-se um aumento de secreção de IL-2 e IL-6. Sendo o IL-2 conhecido como um grande gerador de células inflamatórias e amplifica a inflamação. O IL-6 faz um feedback positivo que promove ainda mais a diferenciação das células, mediando assim o rápido início de respostas alérgicas, e induz a secreção da célula B de anticorpos IgE e a promoção da expressão do receptor de elevada afinidade de IgE em mastócitos e basófilos (Xu et al., 2010).

No trabalho de Hao et al. (2009), encontraram uma resposta mista do Th1/Th2 detectada em tecidos do jejuno de leitões após o desafio oral, em que tanto IFN-g e IL-4 foram regulação positiva. Sabe-se que a ação do IFN-g no intestino induz supra-regulação de maior complexo de histocompatibilidade de classe II em células epiteliais do intestino delgado o que induz alterações na permeabilidade epitelial e limita a diferenciação do Th2 durante a fase inicial de escorva de células Th de memória específicas para o alérgeno. No entanto, uma vez que a sensibilização é alcançada, a co-expressão de Th1 imunidade em sítios lesionados, direta ou indiretamente amplificando a inflamação do tecido Th2 e, assim, contribui para a persistência e a gravidade da doença. Pois a célula Th2 possui uma resposta de reação alérgica hiper-IgE-mediada, possibilitando maiores sítios de ligação com a imunoglobulina agravando o estado inflamatório.

Portanto após o contato das células com o fator alergênico ocorre um efeito em cascata do sistema imune iniciando com a produção da IgE, e em seguida a produção das demais imunoglobulinas para atuar contra o corpo estranho (glicinina e a β -conglucina), resultando em reações inflamatórias.

Li et al. (1990) indicaram a atrofia das vilosidades e a má absorção devido a hipersensibilidade a proteína de soja, o que acabou resultando num fraco desempenho pós-desmame. Obtiveram um aumento do IgG, que é um indicativo de macromoléculas como a glicinina e β - conglucina que atravessa a barreira da mucosa intestinal.

Dréau et al. (1995) trabalharam com bezerros e testaram a influência dos fatores antinutricionais da soja em enfoque a 7S e 11S, e notaram o aumento significativo do IgA e IgG1 anticorpos específicos à reação alérgica se comparado com animais que não foram alimentados com produtos de soja.

Em ovinos Johnston et al. (1996), sugerem que o consumo *ad libitum* de dietas contendo quantidades substanciais de proteína de soja na dieta, poderia resultar na sua presença no intestino delgado de ovinos em quantidades suficientes para provocar a produção de anticorpos no soro. Em contraste com o bezerro pré-ruminante, contendo pelo menos um terço da proteína dietética provida pela farinha de soja como substitutos do leite, podem ser fornecidos ao bezerro por pelo menos 100 dias sem provocar uma redução substancial da taxa de crescimento.

A figura 1 confirma os resultados obtidos pelos pesquisadores. Esta figura demonstra os danos que os fatores alergênicos 7S e 11S causam nos vilos e criptas do intestino delgado, com enfoque no jejuno.

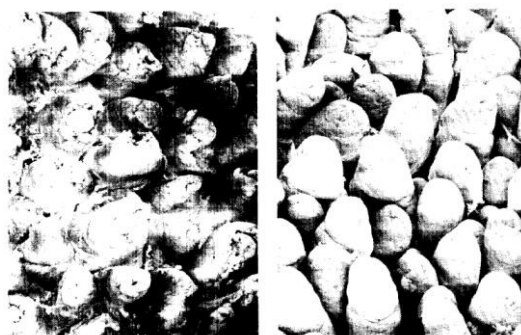


Figura 1. Microscopia eletrônica de varredura das vilosidades no intestino de animais alimentados com proteínas de soja e leite. Animal alimentado com proteína de soja (lado esquerdo) com 2 semanas de vida e animal alimentado com leite (lado direito) com 4 semanas de vida (Li et al., 1990)

Conforme Johnston et al. (1996) trabalharam com ovinos na fase de pré-ruminantes, que foram submetidos a dietas com diferentes níveis de proteína 7S e 11S, e observaram que houve um aumento de IgG quando usado o 7S do que quando trabalharam com 11S, demonstrando que a β -conglucina possui um efeito mais alergênico do que a glicinina. As respostas antialérgicas diminuem com o aumento da idade.

Uma informação importante se deve a via de fornecimento e a reação alergênica aos compostos 7S e 11S. Visto que quando o animal se alimenta da proteína ocorre uma reação imunológica menos acentuada do que um fornecimento via subcutânea, isso se deve a barreira tecidual e o sistema enzimático agindo contra uma substância estranha ao se alimentar (tabela 1).

Tabela 1. Concentração imunoglobulinas IgG específicas do soro em ovinos para globulinas de soja, glicinina e β -conglucina, administrados via injeção subcutânea e alimentação com dietas a base de milho. (Johnston et al., 1996)

Imunógeno	Rota de administração	Anticorpo IgG específico (ng ml ⁻¹ ± SEM)			
		0 semana	2 semanas	4 semanas	6 semanas
Glicinina	Injeção subcutânea	14.8 ± 10.8	2511.5 ± 2488.5	4995.0 ± 5.0	> 5000 ± 0
Glicinina	Alimentação	38.7 ± 28.8	147.7 ± 109.6	234.5 ± 193.9	719.8 ± 488.5
β -Conglicina	Injeção subcutânea	29.85 ± 3.8	274.0 ± 96.0	1152.5 ± 772.0	2670 ± 2134
β -Conglicina	Alimentação	25.0 ± 17.4	53.1 ± 25.7	197.9 ± 113.1	124.4 ± 40.2

Sintomas

Alguns sintomas físicos incluem letargia, diarreia, problemas respiratórios, danos na morfologia intestinal, desordens na função imune e depressão no crescimento de animais (Dréau & Lallès, 1999; Hao et al., 2009).

Nos bezerros além da atrofia das vilosidades e alongamento das criptas, outros sintomas e comportamentos devem ser observados como a perda de apetite, atraso do crescimento, diarreia, se a dieta for fornecida por um longo período pode ocasionar a morte dos animais (Johnston et al., 1996). O que resultam em uma piora na conversão alimentar, refletindo em menor ganho de peso e crescimento retardado.

Desativação dos fatores antinutricionais

Por mais que o grão de soja não esteja íntegro, ou seja, deteriorado ou danificado ou até ao 12º dia pós germinado, ainda desta forma a glicinina e a B-conglucina possuem o mesmo comportamento alergênico (Salinas et al., 2002). Por mais que a soja sofra um processamento térmico a vapor, ainda é



possível verificar distúrbios intestinais. Segundo Dréau et al. (1995) citam que apenas os tratamentos específicos, como a desnaturação-etanol quente ou a proteólise enzimática parece ser satisfatória para melhorar o desempenho animal. A hidrólise da proteína de soja pode ser uma alternativa que reduz a atividade antigênica em até 83 % e assim melhora a utilização da proteína por bezerros (Lallès et al., 1995).

Mir et al. (1993) testaram diferentes métodos de processamento do farelo de soja usado como substituto do leite, sendo comparado o farelo de soja aquecido, tratado com etanol, fermentado e leite em pó, que foram fornecidos a bezerros de 6, 18 e 30 dias de idade. Observaram que uma reação alérgica por meio da concentração sérica de isotipos de imunoglobulinas (IgG1, IgG2, IgM e IgA), os animais que receberam soja tratada com etanol e fermentada tiveram índices séricos de anticorpos inferiores aos demais tratamentos. Portanto o tratamento com etanol é um método eficaz no tratamento da proteína da soja.

No estudo de Sadeghi & Shawrang (2007) testaram diferentes concentrações de etanol no tratamento da proteína do farelo de soja na influência da degradação ruminal do 7S e 11S. Indicaram que a melhor concentração de etanol seria 600 ml/l de etanol por duas horas pra cada 600 g de farelo de soja como o melhor tratamento das proteínas, este método melhorou a degradação da proteína no rúmen em bovinos adultos.

Espera-se que num futuro próximo que a biologia molecular auxilie no melhoramento da soja, por meio do silenciamento de proteínas alergênicas ou alterar a alergenicidade da semente produzindo alérgenos nulos (Herman & Burks, 2011), ou que a indústria possa trabalhar de maneira correta na inativação dos compostos 7S e 11S evitando perdas e corroborando com o crescimento e desempenho animal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Respostas imunes a proteínas antigênicas da soja têm sido colocadas como sendo responsáveis por distúrbios digestivos e diminuição na performance de crescimento de ovinos e principalmente de bezerros recém desmamados. O conhecimento sobre as proteínas da soja relacionadas a reações no intestino delgado fará com que seja possível prevenir distúrbios digestivos e prejuízos econômicos que normalmente são confundidos com parasitologia.

LITERATURA CITADA

- DRÉAU, D.; LALLÈS, J.P. Contribution to study of gut hypersensitivity reactions to soybean proteins in preruminant calves and early-weaned piglets. *Livestock Production Science*, v.60, p.209-218, 1999.
- DRÉAU, D.; LALLÈS, J.P.; SALMON, H. et al. IgM, IgA, IgG1 and IgG2 specific responses in blood and gut secretion of calves fed soyabean products. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, v.47, p.57-67, 1995.
- HAO, Y.; ZHAN, Z.; GUO, P. et al. Soybean β -conglycinin-induced gut hypersensitivity reaction in a piglet model. *Archives of Animal Nutrition*, v.63, n.3, p.188-202, 2009.
- HERMAN, E.M.; BURKS, A.W. The impact of plant biotechnology on food allergy. *Current Opinion in Biotechnology*, v.22, p.224-230, 2011.
- JOHNSTON, C.; SCHANBACHER, F.L.; SCHULTZ, M.L. Antibodies to dietary proteins in ruminating sheep. *Small Ruminant Research*, v.19, p.267-273, 1996.
- JUN, X. ANGUO, Z.; ZHISHENG, W. et al. Influence of glycinin and β -conglycinin of soybean on the proliferation and immune function of suckling piglets peripheral blood mononuclear cells in in vitro culture. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, v.19, n.3, p.115-118, 2009.
- KINNEY, A. J.; Engineering soybeans for food and health. *Ag. Bio. Forum*, v.6, p.18-22, 2003.
- LI, D.F.; NELSEN, J.L.; REDDY, P.G. et al. Transient hypersensitivity to soybean meal in the early-weaned pig. *Journal of Animal Science*, v.68, p.1790-1799, 1990.
- LIMA JÚNIOR, D.M.; MONTEIRO, P.B.S.; RANGEL, A.H.N. et al. Fatores anti-nutricionais para ruminantes. *Acta Veterinaria Brasilica*, v.3, n.4, p.132-143, 2010.



- LALLÈS, J.P.; DRÉAU, D.; SALMON, H. et al. Identification of soybean allergens and immune mechanisms of dietary sensitivities in preruminant calves. *Research in Veterinary Science*, v.60, p.111-116, 1996.
- LALLÈS, J.P.; TOULLEC, R.; BOUCHEZ, P. et al. Antigenicity and digestive utilization of four soya products by the preruminant calf. *Livestock Production Science*, v.41, p.29-38, 1995.
- LALLÈS, J.P.; TUKUR, H.M.; SALGADO, P. et al. Immunochemical studies on gastric and intestinal digestion of soybean glycinin and β -conglycinina in vivo. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.47, n.7, 1999.
- LOPES, J.N.P.; CAMPOS, O.F.; LEÃO, M.I. et al. Efeito de dietas líquidas à base de leite integral e, ou, subprodutos de soja sobre algumas características relacionadas à digestão, em bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.27, n.3, p.603-612, 1998.
- MIR, P.S.; BURTON, J.H.; WILKIE, B.N. et al. Effects of processing methods for soybean meal used in milk replacers on intestinal xylose uptake and serum antibody to soybean antigen when fed to calves of various ages. *Canadian Journal Animal Science*, v.39, p.191-200, 1993.
- MORAES, R. M. A.; JOSÉ, I. C.; RAMOS, F. G. et al. Caracterização bioquímica de linhagens de soja com alto teor de proteína. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, p.725-729, 2006.
- OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M.A.B.; SPOTO, M.H.F. Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos. 1. ed. São Paulo: Malone, 2006, 583p.
- SADEGHI, A.A.; SHAWRANG, P. Effect of ethanol concentration on the kinetics of ruminal degradation of soybean meal. *Animal Feed Science and Technology*, v.136, p. 137-145, 2007.
- SALINAS, A.R.; YOLDJIAN, A.M.; DIETRICH, M.L. et al. Comportamiento de glicinina, β -conglycinina y α -amilasa em semillas de soja deterioradas y no deterioradas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n.8, p.1175-1181, 2002.
- TUKUR, H.M.; LALLÈS, J.P.; MATHIS, C. et al. Digestion of soybean globulins, glycinin, α -conglycinin and β -conglycinin in the preruminant and the ruminant calf. *Canadian Journal Animal Science*, v.73, p.891-905, 1993.
- YAKLICH, R.W.; β -Conglycinin and glycinin in high-protein soybean seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.49, p.729-735, 2001.
- XU, J.; ZHOU, A.; WANG, Z. et al. Effects of glycinin and β -conglycinin on integrity and immune responses of mouse intestinal epithelial cells. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, v.20, n.3, p.170-174, 2010.