

Aversão alimentar condicionada para o controle da intoxicação por *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* em caprinos¹

Luciano A. Pimentel^{2*}, Lisanka A. Maia³, Fabricio K. de L. Carvalho³, Edipo M. Campos³, James A. Pfister⁴, Daniel Cook⁴, Rosane M.T. Medeiros³ e Franklin Riet-Correa³

ABSTRACT.- Pimentel L.A., Maia L.A., Carvalho F.K.L., Campos E.M., Pfister J.A., Cook D., Medeiros R.M.T. & Riet-Correa F. 2013. [Conditioned food aversion for the control of poisoning by *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa*.] Aversão alimentar condicionada para o controle da intoxicação por *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* em caprinos. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 33(6):719-723. Hospital Veterinário, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, PB 58708-110, Brazil. E-mail: lucianoanp@yahoo.com.br

Conditioned food aversion is a technique that can be used to train livestock to avoid ingestion of poisonous plants. This study tested the efficacy and durability of conditioned food aversion to eliminate goat's consumption of *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa*. We used 14 young Moxotó goats, which were initially adapted to the consumption of the plant by offering dried *I. carnea* subsp. *fistulosa* with their concentrate diet for 30 days, and then subsequently providing green plant for another 10 days. To confirm the spontaneous consumption of the plant, the goats were allowed to graze in a paddock of 510m² where *I. carnea* subsp. *fistulosa* had been planted in an area of 30m² (10 plants/m²). On day 42, 12 goats were offered fresh green plant individually in a pen for a few minutes, and after the consumption of any amount of the plant they were treated orally with a solution of LiCl at a dose 175mg per kg of body weight. This procedure was repeated for two more consecutive days. Thereafter, the goats were divided into two groups: Group 1 with four averted and two non-averted goats; and Group 2 with eight averted goats. To verify the efficacy and duration of aversion, both groups were introduced into the paddock with *I. carnea* subsp. *fistulosa* three days a week for two hours daily. In Group 1, with two non-averted and four averted goats, all animals started to ingest the plant after 1-6 weeks of grazing. They continually increased their consumption of the plant, but never consumed the plant exclusively. None of the goats of Group 2 goats started eating the plant during the 12 months of observation. After this period the area of the paddock planted with *I. carnea* subsp. *fistulosa* was expanded to 80 m² and grazing time was increased to four hours per day for five days a week. At this stage all the goats in Group 1 ingested the plant in large quantities. The goats from Group 2 gradually started to eat the plant and aversion was extinguished in all animals after two months. Swainsonine concentration of *I. carnea* subsp. *fistulosa* was 0.052±0.05% (mean ±SD). It was concluded that conditioned food aversion was effective in reducing goat consumption of *I. carnea* subsp. *fistulosa*, but the duration of aversion depends on the time of grazing and amount of plant available. However, the aversion was quickly extinguished by social facilitation when averted animals grazed with non-averted animals.

INDEX TERMS: Poisonous plants, *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa*, Convolvulaceae, goats, ruminants, plant poisoning control, aversion technique, lithium chloride.

¹ Recebido em 11 de março de 2013.

Aceito para publicação em 15 de abril de 2013.

² Setor de Anatomia Patológica, Hospital Veterinário, Universidade de Cuiabá (UNIC), Rua Itália s/n, Jardim Europa, Cuiabá, MT 78065-428, Brasil. *Autor para correspondência: lucianoanp@yahoo.com.br

³ Hospital Veterinário, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Patos, 58708-110, Patos, PB, Brasil.

⁴ USDA-ARS Poisonous Plant Research Laboratory, Utah State University, Logan, UT 84341, USA.

RESUMO. - A aversão alimentar condicionada é uma técnica que pode ser utilizada em animais para evitar a ingestão de plantas tóxicas. O presente estudo teve como objetivo testar a eficiência e durabilidade da aversão alimentar condicionada em caprinos para evitar o consumo de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa*. Foram utilizados 14 caprinos jovens da raça Moxotó, que foram adaptados ao consumo da planta. Inicialmente foi administrada *I. carnea* subsp. *fistulosa* dessecada e triturada misturada à ração concentrada por 30 dias e, posteriormente, foi fornecida a planta verde por mais 10 dias. Para constatação da adaptação ao consumo da planta os caprinos foram colocados a pastar em um piquete de 510 m² onde tinha sido plantada *I. carnea* subsp. *fistulosa* em uma área de 30m² (10 plantas/m²). No 42º dia de experimento, após a constatação do consumo espontâneo os animais receberam a planta verde individualmente na baía por alguns minutos, e todos os animais que consumiam qualquer quantidade da planta foram tratados com uma solução de LiCl na dose 175mg por kg de peso vivo. Este procedimento repetiu-se por mais dois dias. Posteriormente, os caprinos foram divididos em dois grupos: Grupo 1 com seis animais, quatro deles avertidos e dois não avertidos (facilitadores); e o Grupo 2, com oito caprinos, todos avertidos. Para constatar a eficiência e duração da aversão e a influência de animais facilitadores na durabilidade da aversão, os caprinos foram colocados a pastar, em dias alternados, três dias por semana, durante duas horas, no piquete plantado com *I. carnea* subsp. *fistulosa*. Por 12 meses os animais foram monitorados durante o pastejo, identificando-se o consumo e a preferência dos animais pelas plantas presentes no piquete. No Grupo 1 tanto os caprinos avertidos quanto os não avertidos iniciaram a ingerir a planta em 1-6 semanas e gradualmente foram aumentando a planta consumida, mas nunca a ingeriram exclusivamente. Nenhum caprino do Grupo 2 iniciou a ingestão da planta durante os 12 meses de experimento. Após esse período a área do piquete destinada ao plantio de *I. carnea* subsp. *fistulosa* foi ampliada para 80m² e os animais foram novamente introduzidos, com tempo de pastejo na área aumentado para quatro horas durante cinco dias na semana. Nesta fase todos os caprinos do Grupo 1 ingeriram a planta em grande quantidade. Os caprinos do Grupo 2 iniciaram gradualmente a ingerir a planta e a aversão se extinguiu, em todos os animais, após dois meses. A concentração de swainsonina em *I. carnea* subsp. *fistulosa* foi de 0,052±0,05% (média±SD). Conclui-se que a aversão alimentar condicionada é eficiente para evitar a ingestão de *I. carnea* subsp. *fistulosa*. No entanto, a duração da mesma depende, entre outras coisas, da quantidade de planta presente na área de pastoreio e do tempo de exposição e se extingue rapidamente por facilitação social.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: Plantas tóxicas, *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa*, Convolvulaceae, caprinos, ruminantes, controle de intoxicação por planta, técnica de aversão, cloreto de lítio.

INTRODUÇÃO

As plantas que contêm swainsonina e causam distúrbios neurológicos associadas com armazenamento intracelular de oligossacarídeos compõem um grupo muito importante

de plantas tóxicas no Brasil. Nas regiões Norte e Nordeste, principalmente em caprinos, ocorrem as intoxicações por *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Armién et al. 2007, Oliveira et al. 2009), *Ipomoea riedelii*, *Ipomoea sericophylla* (Barbosa et al. 2006, 2007) e *Turbina cordata* (Dantas et al. 2007). Esta última afeta também bovinos e equinos, mas com menor frequência que os caprinos. Ovinos parecem não ser afetados, e muitos criadores tem evitado o problema substituindo rebanhos caprinos por ovinos (Dantas et al. 2007). Nas regiões Sul e Sudeste, esse grupo de plantas é representado por *Sida carpinifolia*, que causa intoxicações em caprinos, ovinos, bovinos e equinos (Colodel et al. 2002, Loretto et al. 2003, Pedrosa et al. 2010). Caracteristicamente, os animais que começam a se alimentar com plantas que contêm swainsonina, desenvolvem o hábito compulsivo de ingeri-las independentemente da palatabilidade e, mediante o mecanismo de facilitação social, induzem aos outros animais da mesma espécie a consumi-las (Barbosa et al. 2006; Dantas et al. 2007, Oliveira et al. 2009, Pimentel et al. 2012).

Recentemente foi utilizada a técnica de aversão alimentar condicionada para o controle das intoxicações em caprinos por *T. cordata* e *I. carnea* subsp. *fistulosa*. No caso de *T. cordata*, planta que cresce durante a estação de chuvas, quando há boa disponibilidade de forragem, a técnica de aversão alimentar condicionada, administrando LiCl (175mg/kg), a cada dois meses, aos animais que ingeriam a planta espontaneamente, foi eficiente para o controle da intoxicação. No entanto, para o controle da intoxicação por *I. carnea* subsp. *fistulosa*, a técnica impediu a ingestão da planta somente durante a época de chuva, mas não durante a seca, quando há pouca disponibilidade de forragem. *T. cordata*, diferentemente de *I. carnea* subsp. *fistulosa*, é uma planta que desaparece durante a época seca e rebrota após as primeiras chuvas, de forma que, se os animais têm outras forragens à disposição quando a planta está presente (Pimentel et al. 2012).

O presente trabalho teve como objetivos induzir aversão contra *I. carnea* subsp. *fistulosa* em caprinos previamente adaptados ao consumo da planta, determinar a duração da aversão e avaliar o efeito da facilitação social na duração da aversão. O presente estudo constitui uma complementação de trabalhos anteriormente publicados sobre a indução de aversão contra *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* em caprinos (Adrien et al. 2013, Pimentel et al. 2012).

MATERIAL E MÉTODOS

O Experimento foi desenvolvido no Hospital Veterinário (HV) do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande, campus de Patos, Paraíba. Para o desenvolvimento das atividades uma área de aproximadamente 510m² de pastagem nativa, nas dependências do HV, foi cercada, irrigada e no interior desta, foi plantada uma área menor de 30m² com *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa*, com aproximadamente 20cm entre cada planta e 40cm entre linhas, com 10 plantas por m².

Foram utilizados 14 caprinos da raça Moxotó, de seis a oito meses de idade, divididos em dois grupos, um grupo com seis animais (Grupo 1) e outro com oito animais (Grupo 2). Nos Grupos 1 e 2 os animais foram adaptados ao consumo de *I. carnea* subsp. *fistulosa*. Foi ofertada a planta seca e triturada, misturada à ração

que era administrada em quantidade equivalente a 1 % peso vivo, inicialmente na concentração de 1%, por um período de 10 dias e, posteriormente, na concentração de 5%, por um período de 20 dias. Após este período, foi ofertada a planta verde individualmente na baía por 10 dias, para verificar a adaptação dos animais à ingestão da planta. Posteriormente, os caprinos foram colocados para pastar na área de plantio da *I. carnea* subsp. *fistulosa* para a constatação da ingestão da planta em condições naturais. No 42º dia de experimento, os 14 animais, mantidos em baias individuais, receberam individualmente 100g de folhas verdes recém colhidas de *I. carnea* subsp. *fistulosa* a ser consumida espontaneamente por um período de 10 minutos. A quantidade de planta que não foi consumida, foi pesada e os animais que consumiram qualquer quantidade, com exceção dos caprinos 5 e 6 (facilitadores), receberam, via sonda esofágica, uma solução de LiCl na dose de 175mg por kg de peso vivo (mg/kg/pv). Após os tratamentos, ao final de cada dia, era oferecido aos animais ração comercial (1% do peso vivo), capim e água à vontade, permanecendo em jejum durante a noite. No 43º dia foi repetida a oferta de 100g de *I. carnea* a cada animal por 10 minutos. Novamente os caprinos que ingeriram qualquer quantidade de planta foram tratados com solução de LiCl. No 44º dia o mesmo procedimento foi repetido. Os dados referentes à planta ofertada e consumida em dez minutos, e a realização de tratamentos aversivos durante três dias, de ambos os grupos, encontram-se no Quadro 1.

Posteriormente, para comprovar a aversão, os animais foram mantidos nas baias por 15 dias, sendo-lhes oferecida *I. carnea* subsp. *fistulosa* verde e recém colhida nos dias 3, 7, 10 e 14. Porém, neste período os animais não foram tratados com solução de LiCl. Posteriormente, os caprinos foram separados em dois grupos. Um grupo foi com quatro caprinos avertidos e dois animais não avertidos (Grupo 1) e outro com oito caprinos todos avertidos (Grupo 2). Cada grupo foi colocado a pastar no piquete contendo *I. carnea* subsp. *fistulosa* e pasto nativo, que imitava uma área invadida pela planta. Os animais de cada grupo foram soltos três dias por semana, durante 2 horas, por um período de 12 meses. Os animais eram observados durante o pastejo para verificação e registro do tempo que passavam ingerindo *I. carnea* subsp. *fistulosa* verde, seca no solo, e também a ingestão de outras pastagens.

Quadro 1. Quantidade consumida (g de material fresco) de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa*, e número de tratamentos dos caprinos, durante os três primeiros dias do estudo de aversão alimentar condicionada usando LiCl na dose de 175mg/kg de peso vivo, diluído em água destilada e administrado com sonda esofágica intra ruminal (Grupos 1 e 2)

Nº do caprino	Grupo	Consumo de <i>I. carnea</i> voluntariamente			Dias de tratamento com LiCl		
		1º dia	2º dia	3º dia	1º dia	2º dia	3º dia
1	1	10g	0g	0g	+ ^b	-	-
2	1	30g	6g	0g	+	+	-
3	1	10g	0g	0g	+	-	-
4	1	72g	8g	9g	+	+	+
5 ^a	1	70g	92g	64g	-	-	-
6 ^a	1	74g	86g	54g	-	-	-
7	2	42g	50g	0g	+	+	-
8	2	10g	2g	0g	+	+	-
9	2	22g	2g	0g	+	+	-
10	2	15g	0g	0g	+	-	-
11	2	20g	16g	0g	+	+	-
12	2	22g	6g	4g	+	+	+
13	2	10g	12g	4g	+	+	+
14	2	34g	18g	0g	+	+	-

^a Caprinos "facilitadores" não tratados com LiCl; ^b + tratados; - não tratados.

Após os 12 meses de observação às solturas foram suspensas para ambos os grupos. A área plantada de *I. carnea* subsp. *fistulosa* foi ampliada, de 30m² para 80m². Durante o período de preparação do piquete (plantio e desenvolvimento da planta), aproximadamente 60 dias, os caprinos dos dois grupos foram mantidos em baias coletivas para cada grupo. Posteriormente os caprinos dos dois grupos foram novamente soltos no piquete, desta vez por um período de quatro horas diárias durante cinco dias consecutivos por semana. Durante todo o experimento, a alimentação dos caprinos foi à base de ração comercial (1% do peso vivo) e capim e água à vontade.

Em abril de 2011, oito amostras das partes aéreas de *I. carnea* subsp. *fistulosa* foram coletadas na área onde estava sendo realizado o experimento, e enviadas ao Poisonous Plant Research Laboratory (USDA/ARS), Logan, UT, EUA, para determinar os níveis de swainsonina. As concentrações de swainsonina foram determinadas por cromatografia líquida e espectrometria de massa pelos métodos descritos por Gardner et al. (2001) e Dantas et al. (2007).

RESULTADOS

O Grupo 1 com seis animais tinha dois caprinos não tratados (facilitadores/não avertidos) e quatro que foram avertidos. Todos estes estavam comprovadamente adaptados ao consumo de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa*, tanto no cocho como na área plantada (piquete), antes de instituir o protocolo de tratamento aversivo. No início das solturas os Caprinos 5 e 6, que não tinham sido avertidos, ingeriram a planta. Após a aversão, os outros quatro caprinos não consumiram mais a planta quando ofertada na baía nos dias 3, 7, 10 e 14 do experimento após a aversão. Porém, os Caprinos 3 e 4, que foram tratados com LiCl, voltaram a consumir a planta espontaneamente quando foram soltos no piquete, a partir do segundo dia de pastejo controlado. Os outros dois caprinos (Caprinos 1 e 2) do Grupo 1 passaram quatro e seis semanas, respectivamente, para novamente a consumir a planta no piquete durante o pastejo. Durante os 12 meses de observação do pastejo controlado, todos os animais do Grupo 1 aumentaram gradativamente o consumo espontâneo, mas não houve consumo exclusivo da planta. Os caprinos facilitadores sempre consumiram mais planta que os demais caprinos do grupo; por exemplo, enquanto os caprinos que tinham sido avertidos consumiam 10 folhas, os facilitadores já passavam 2-3 minutos consumindo a planta, ingerindo mais do que 20 folhas por minuto.

No Grupo 2, dos oito caprinos, todos completamente adaptados ao consumo e posteriormente, também avertidos, alguns consumiram até 2g de folhas nos dias 3, 7, 10 e 14 após tratamento, quando foi ofertada a planta verde na baía. No entanto, estes caprinos não foram mais tratados com LiCl, entendendo-se que a quantidade consumida no tempo ofertado, caracterizava que os animais estavam experimentando (provando) a planta em virtude do jejum noturno, e assim que ingeriam uma pequena quantidade, não mais consumiam. No primeiro dia de pastejo monitorado, três caprinos do Grupo 2 consumiram algumas folhas da planta verde, porém a partir do segundo dia não houve consumo espontâneo de folhas verdes de *I. carnea* subsp. *fistulosa*. Esporadicamente alguns animais experimentavam 1-2 folhas e depois não mais consumiam. Um

dos caprinos (Caprino 8) deste grupo desenvolveu o hábito esporádico de consumir apenas o pecíolo das folhas verdes e algumas vezes as flores ou frutos da planta. Durante os 12 meses de observação do pastejo, em dias alternados, os oito animais consumiram algumas folhas secas ou murchas no solo, quando estas estavam presentes. Não foi observado, no período do estudo, nenhum tipo de preferência ou consumo excessivo, ou com exclusividade, das espécies de plantas presentes no piquete.

Durante os doze primeiros meses do estudo o comportamento dos animais dos Grupos 1 e 2 no interior da área com *I. carnea* subsp. *fistulosa* ficou bem caracterizado, o Grupo 1 com animais que consumiam as partes aéreas da planta, e o Grupo 2 que pastavam sem interesse por *I. carnea* subsp. *fistulosa* ou que ocasionalmente consumiam folhas secas no solo.

Na segunda fase do experimento, após ter ampliado a área com *I. carnea* subsp. *fistulosa* e aumentado o tempo de pastejo, os caprinos do Grupo 1 intensificaram a ingestão da planta, de tal forma que devido à ingestão quase exclusiva da mesma os animais, após quatro semanas, foram retirados do experimento, pois sua permanência na área experimental resultaria na intoxicação ou no consumo total da planta. No Grupo 2, todos os caprinos iniciaram a ingestão da planta até os 60 dias de pastejo. Nesta fase, para evitar a facilitação social, os caprinos deste grupo que iniciavam a ingerir a planta eram retirados do experimento.

Durante o período estudado, em ambos os grupos, apesar do consumo por parte de alguns animais, não foram observados sinais clínicos que caracterizam a intoxicação por plantas que contêm swainsonina. Os níveis médios de swainsonina determinados em *I. carnea* subsp. *fistulosa* na área experimental foram de $0,052 \pm 0,05\%$ (média \pm SD), com variação de 0,00 a 0,155% entre diferentes amostras.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho confirmam que a técnica de aversão condicionada é eficiente para evitar o consumo de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* por pelo menos 14 meses e que a presença de animais não advertidos, que ingerem a planta, resulta na rápida perda da aversão. Estudos anteriores demonstraram que animais com uma boa oferta de forragem podem permanecer advertidos por até 3 anos contra *Delphinium barbeyi* (Ralphs 1997). Normalmente os caprinos não ingerem *I. carnea* subsp. *fistulosa*, mas quando um ou vários animais iniciam a ingeri-la, por facilitação social, induzem aos demais a ingeri-la (Barbosa et al. 2006, Pimentel et al. 2012). Em consequência, para o controle da intoxicação é conveniente eliminar todo o rebanho ou, alternativamente, todos os animais que apresentam sinais clínicos e os que ingerem a planta. A necessidade de eliminar todos os animais com sinais clínicos é dada pelo fato de que os mesmos tem baixo desempenho produtivo (Oliveira et al. 2011). Após a eliminação desses animais poderiam ser introduzidos animais induzidos a ingerir a planta e, posteriormente, advertidos, da forma em que foi realizado

neste experimento. Neste experimento a aversão durou 12 meses enquanto os animais eram soltos três dias por semana, durante 2 horas em uma área de 30m², mas quando o tempo de pastejo e a área foram aumentados à aversão desapareceu em dois meses. É evidente, que a duração da aversão, além da facilitação social depende da quantidade de planta e do tempo de exposição à mesma. Um fato a ser levado em consideração é que, durante todo o experimento, os animais tiveram uma boa alimentação e, independente disso, iniciaram a ingerir a planta. Em um trabalho anterior, a campo, foi constatado que é muito difícil manter a aversão a *I. carnea* subsp. *fistulosa*, quando há carência de forragem (Pimentel et al. 2012).

Esses resultados, no seu conjunto, mostram que é possível utilizar a aversão condicionada como forma de evitar a ingestão de *I. carnea* subsp. *fistulosa*. No entanto diversos fatores devem ser considerados: 1) a ausência de animais que ingerem a planta; 2) a disponibilidade de forragem, pois com carência de forragem é mais difícil manter a aversão (Pimentel et al. 2012); 3) dependendo desses fatores, o rebanho deve ser vigiado para identificar o início da ingestão por parte de alguns animais; 4) para essa vigilância deveria ser adaptado um sistema semelhante ao realizado por Pimentel et al. (2012) oferecendo a planta periodicamente ao rebanho e advertindo os animais que tenham iniciado a ingeri-la; 5) os animais nascidos no rebanho devem ser identificados e advertidos quando iniciarem a ingestão da planta.

Tradicionalmente tem se afirmado, por parte de produtores e técnicos, que os animais após iniciarem a ingestão da planta, desenvolvem vício (adição) pela mesma. As observações deste experimento sugerem que os animais podem ingerir a planta em pequena quantidade por muito tempo, como aconteceu com os caprinos do Grupo 1, sem mostrar preferência por *I. carnea* subsp. *fistulosa* em relação a outras plantas presentes na área utilizada, e que o fator principal para a ingestão de grandes quantidades da planta é a fome, durante épocas de severa carência de forragem. Foi observado, também, que os animais do Grupo 2, ao longo do período estudado, consumiam folhas secas de *I. carnea* subsp. *fistulosa* no solo, mas não as partes aéreas da planta as quais foram administradas para induzir aversão. Outro caprino desse mesmo grupo desenvolveu o hábito esporádico de consumir apenas o pecíolo das folhas verdes e algumas vezes as flores ou frutos da planta. Já foi demonstrado que a aversão pode ser específica a diferentes partes (folhas, flor, caule, pecíolo) ou estado de maturação (verde, secas ou murchas) das plantas (Pfister 2000).

Em conclusão, a aversão condicionada é uma ferramenta que pode ser utilizada para o controle da intoxicação por *I. carnea* subsp. *fistulosa* sempre que se levem em consideração os fatores epidemiológicos que determinam a ingestão da planta.

Agradecimentos. - Este projeto foi financiado pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Para o Controle das Intoxicações por Plantas, Processo CNPq 573534/2008-0. Ao CNPq pela concessão da bolsa de doutorado do primeiro autor e pelos recursos disponibilizados para realização do experimento através do INCT.

REFERÊNCIAS

- Adrien M.L., Riet-Correa G., Oliveira C.A., Pfister J.A., Cook D., Souza E.E.G., Riet-Correa F. & Schild A.L. 2013. Conditioned aversion to *Ipomoea carnea* var. *fistulosa* induced by *Baccharis coridifolia* in goats. (Submitted to Appl. Anim. Behav. Sci.)
- Armién A.G., Tokarnia C.H., Peixoto P.V. & Frese K. 2007. Spontaneous and experimental glycoprotein storage disease of goats induced by *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae). Vet. Pathol. 44:170-184.
- Barbosa R.C., Riet-Correa F., Medeiros R.M.T., Lima E.F., Barros S.S., Gimeno J.E., Molyneux R.J. & Gardner D.R. 2006. Intoxication by *Ipomoea sericophylla* and *Ipomoea riedelii* in goats in the state of Paraíba, Northeastern Brazil. Toxicon 47:371-379.
- Barbosa R.C., Riet-Correa F., Lima E.F., Medeiros R.M.T., Guedes K.M.R., Gardner D.R., Molyneux R.J. & Melo L.E.H. 2007. Experimental swainsonine poisoning in goats ingesting *Ipomoea sericophylla* and *Ipomoea riedelii* (Convolvulaceae). Pesq. Vet. Bras. 27:409-414.
- Colodel E.M., Driemeier D., Loretti A.P., Gimeno E.J., Traverso S.D., Seitz A.L. & Zlotowski P. 2002. Aspectos clínicos e patológicos da intoxicação por *Sida carpinifolia* (Malvaceae) em caprinos no Rio Grande do Sul. Pesq. Vet. Bras. 22:51-57.
- Dantas A.F.M., Riet-Correa F., Gardner D.R., Medeiros R.M.T., Barros S.S., Anjos B.L. & Lucena R.B. 2007. Swainsonine-induced lysosomal storage disease in goats caused by the ingestion of *Turbina cordata* in Northeastern Brazil. Toxicon 49:11-116.
- Gardner D.R., Molyneux R.J. & Ralphs M.H. 2001. Analysis of swainsonine: extraction methods, detection and measurement in populations of locoweeds (*Oxytropis* spp.). J. Agric. Food Chem. 49:4573-4580.
- Loretti A.L.P., Colodel E.M., Gimeno E.J. & Driemeier. 2003. Lysosomal storage disease in *Sida carpinifolia* toxicosis: an induced mannosidosis in horses. Equine Vet. J. 35:434-438.
- Oliveira C.A., Barbosa J.D., Duarte M.D., Cerqueira V.D., Riet-Correa F. & Riet-Correa G. 2009. Intoxicação por *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) em caprinos na Ilha do Marajó, Pará. Pesq. Vet. Bras. 29:583-588.
- Oliveira C.A., Riet-Correa F., Dutra M.D., Cerqueira D.V., Araújo C.V. & Riet-Correa G. 2011. Sinais clínicos, lesões e alterações produtivas e reprodutivas em caprinos intoxicados por *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) que deixaram de ingerir a planta. Pesq. Vet. Bras. 31:953-960.
- Pedroso P.M.O., Oliveira L.G.S., Cruz C.E.F., Soares M.P., Barreto L.R.B. & Driemeier D. 2010. Doença do armazenamento lisossomal induzida pelo consumo de *Sida carpinifolia* em bovinos do Rio Grande do Sul. Pesq. Vet. Bras. 30:833-838.
- Pimentel L.A., Maia L.A., Campos E.M., Dantas A.F.M., Medeiros R.M.T., Pfister J.A., Cook D. & Riet-Correa F. 2012. Aversão alimentar condicionada no controle de surtos de intoxicações por *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* e *Turbina cordata*. Pesq. Vet. Bras. 32:707-714.
- Pfister J.A. 2000. Food aversion learning to eliminate cattle consumption of pine needles. J. Range Manage. 53:655-659.
- Ralphs M.H. 1997. Persistence of aversions to larkspur in naive and native cattle. J. Range Manage. 50:367-370.