

**MARCELO DA MOTTA SILVEIRA**

**DETECÇÃO DE SWAINSONINA E CALISTEGINAS EM ESPÉCIES DE  
CONVOLVULACEAE DO SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO**

**RECIFE**

**2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL**

**MARCELO DA MOTTA SILVEIRA**

**Deteção de swainsonina e calisteginas em espécies de Convolvulaceae do  
semiárido de Pernambuco**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal Tropical.

Orientador: Prof. Dr. Fábio de Souza Mendonça

**RECIFE**

**2018**

Ficha catalográfica

S587d Silveira, Marcelo da Motta  
Detecção de swainsonina e calisteginas em espécies de  
Convolvulaceae do semiárido de Pernambuco / Marcelo da Motta  
Silveira. – 2018.  
64 f. : il.

Orientador: Fábio de Souza Mendonça.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de  
Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
Tropical, Recife, BR-PE, 2018.  
Inclui referências e anexo(s).

1. Plantas tóxicas 2. Intoxicações 3. Sanidade animal 4. *Ipomoea*  
I. Mendonça, Fábio de Souza, orient. II. Título

CDD 636.089

Dissertação à disposição na Biblioteca Central da Universidade Federal Rural de Pernambuco. A transcrição ou utilização de trechos deste trabalho é permitida, desde que respeitadas as normas de ética científica.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL**

**Deteccão de swainsonina e calisteginas em espécies de Convolvulaceae do semiárido de Pernambuco**

Dissertação de Mestrado elaborada por:

**MARCELO DA MOTTA SILVEIRA**

Aprovada em 28/03/2018 as 09h00min

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Fábio de Souza Mendonça- Presidente  
Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Prof. Dr. Valdir Moraes de Almeida- Titular  
Centro de Saúde e Tecnologia Rural  
Universidade Federal de Campina Grande

---

Prof. Dr. Francisco de Assis Leite Souza- Titular  
Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

**“A coragem é a primeira das qualidades humanas porque garante todas as outras.  
Nunca existiu uma grande inteligência sem uma veia de loucura.  
A educação tem raízes amargas, mas os seus frutos são doces.  
A grandeza não consiste em receber honras, mas em merecê-las.”**

Aristóteles

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais, Ednaldo e Elizabeth, minha esposa Adriana e meus filhos Matheus, Mariana e Marcelo Filho.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus familiares em mais essa jornada, especialmente, à Adriana Motta, pelo apoio e confiança.

Ao professor e orientador Dr. Fábio Mendonça por todo apoio dado para a realização dos trabalhos.

Aos amigos Dr. Valdir Morais de Almeida e Dr. José Ferreira da Silva Neto que foram os grandes incentivadores desta grande jornada.

A toda equipe do Laboratório de Diagnóstico Animal pelas contribuições e suporte necessários durante todo o trabalho.

A todos os professores que ajudaram na minha formação durante o mestrado.

## RESUMO

A família Convolvulaceae é considerada endêmica no Brasil e algumas espécies pertencentes a esta família possuem princípios tóxicos em sua composição, enquanto outras ainda apresentam princípios ativos desconhecidos. Dentre os gêneros que compõem a família, o gênero *Ipomoea* reúne espécies de plantas tóxicas epidemiologicamente relevantes para a região semiárida de Pernambuco, devido à variabilidade de espécies e à concentração de seus princípios ativos que podem estar relacionados a casos de intoxicações em animais de produção. Essas intoxicações ocorrem principalmente pela escassez de pastagem provocada pelo período prolongado de seca na região do semiárido. Logo após as primeiras chuvas essas plantas rebrotam, os animais as ingerem e desenvolvem os sinais clínicos. O estabelecimento do quadro de intoxicação é provocado pela presença de swainsonina, substância responsável por provocar alterações neurológicas associadas ao armazenamento de oligossacarídeos, geralmente irreversíveis, e problemas reprodutivos. As espécies podem apresentar apenas swainsonina ou a associação desta com calisteginas. No entanto, estudos ainda não comprovaram a real participação desta nos quadros de intoxicação em ruminantes. Essa dissertação consiste de um artigo que aborda um estudo realizado durante o período chuvoso na microrregião do Sertão do Moxotó/Pernambuco, compreendendo os municípios de Arcoverde, Sertânia, Betânia, Ibimirim, Custódia, Inajá e Manari, para determinar a ocorrência de espécies de Convolvulaceae que contêm alcalóides tóxicos na região. No estudo, as plantas foram georreferenciadas, fotografadas, coletadas para identificação botânica e determinação dos princípios ativos. Amostras contendo 500g das folhas de cada espécie foram coletadas, secas à sombra, trituradas, misturadas para constituir um pool de amostras e analisadas por cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massa e a presença de calisteginas e swainsonina foi verificada através de cromatografia gasosa - espectrometria de massa (GC/MS). O estudo resultou na descoberta de novas espécies de Convolvulaceae que apresentam concentrações variáveis de swainsonina e calisteginas em sua composição e poderão ser epidemiologicamente significativas para a ocorrência da doença de depósito lisossomal em ruminantes na região estudada.

**Palavras-chave:** Plantas tóxicas; intoxicações; sanidade animal; *Ipomoea*.

## ABSTRACT

The Convolvulaceae family is considered endemic in Brazil and some species that belong to this family have toxic principles in their composition while others still present unknown active principles. Among the genera that make up the family, the genus *Ipomoea* contains important toxic plant species being epidemiologically important for the semiarid region of Pernambuco due to the variability of species and concentration of their active principles that may be related to cases of intoxication in production animals. These intoxications occur mainly due to the scarcity of pasture caused by the prolonged period of drought in the semi-arid region. Right after the first rains, these plants sprout; the animals ingest them and develop the clinical signs chronically. The establishment of poisoning is caused by the presence of swainsonine, a substance responsible for causing neurological changes associated with the storage of oligosaccharides, usually irreversible, and reproductive problems. Species can present only swainsonine or be associated with calystegines. However, studies still do not prove their real participation in the intoxication in ruminants. This dissertation consists of an article that deals with a study carried out during the rainy season in the Moxotó/Pernambuco Sertão micro region, which includes the municipalities of Arcoverde, Sertânia, Betânia, Ibimirim, Custódia, Inajá and Manari, to determine the occurrence of species of Convolvulaceae that contains toxic alkaloids in the region. In the study, the plants were georeferenced, photographed, collected for botanical identification and determination of the active principles. Samples containing 500g of the leaves of each species were collected, shade dried, crushed, mixed to constitute a pool of samples and analyzed by liquid chromatography coupled to mass spectrometry and the presence of calystegines and swainsonine was verified through gas chromatography - mass spectrometry (GC/MS). The study resulted in the discovery of new species of Convolvulaceae that present variable concentrations of swainsonine and calystegines in their composition that may be epidemiologically important for association with the occurrence of lysosomal storage disease in ruminants from the region studied.

**Keywords:** Toxic plants; poisoning; animal health; *Ipomoea*.

## LISTA DE FIGURAS

### Artigo Científico

**Fig. 1. Detecção de swainsonina e calisteginas em espécies de Convolvulaceae no semiárido de Pernambuco. Espécies de *Ipomoea* em fase de floração durante o período chuvoso de 2017, na região do Sertão do Moxotó. (A) *Ipomoea sericosepala*, (B) *Ipomoea brasiliana*, (C) *Ipomoea megapotamica*, (D) *Ipomoea subincana* e (E) *Ipomoea incarnata* no mês de abril, município de Sertânia. (F) *Ipomoea bahiensis*, no mês de maio, município de Manari. (G) *Ipomoea nil* no mês de maio, município de Betânia e (H) *Ipomoea rosea* no mês de junho, município de Manari.**

**Fig. 2. Detecção de swainsonina e calisteginas em espécies de Convolvulaceae no semiárido de Pernambuco. Áreas de pastagens de caprinos no Sertão do Moxotó. (A)** Pastagem formada principalmente por *Froelichia humboldtiana* e arbustos em fase de brotação de *Ipomoea brasiliana* (setas), Inajá, julho de 2017. **(B)** Área de caatinga no período chuvoso, com disponibilidade de forragens e, apesar disso, os caprinos apresentam predileção por *Ipomoea sericosepala* e **(C)** Caprino com predileção por *Ipomoea megapotamica* em detrimento de outras forragens, Sertânia, abril de 2017.

**Fig. 3. Detecção de swainsonina e calisteginas em espécies de Convolvulaceae no semiárido de Pernambuco. Índice pluviométrico nos municípios que compreendem o Sertão do Moxotó.** Percebe-se que os meses com maior ocorrência de precipitações de chuvas foram março, abril, maio, junho e julho, sendo esse período associado à presença de Convolvulaceae na região estudada e quando casos de doença de depósito lisossomal podem surgir.

**Fig. 4. Distribuição das espécies de *Ipomoea* encontradas durante o estudo na região do Sertão do Moxotó/PE.** Observa-se que algumas regiões possuem maior variabilidade e predomínio de espécies, justificada pela dependência pluviométrica da região, bem como pela devastação da vegetação da caatinga.

## LISTA DE TABELAS

### Revisão de Literatura

**Tabela 1.** Chaves de identificação botânica das espécies do gênero *Ipomoea* relatadas no estudo.

## LISTA DE QUADROS

### Artigo Científico

**Quadro 1.** Detecção de swainsonina e calisteginas em espécies de Convolvulaceae no semiárido de Pernambuco. São apresentados dados relativos ao mês e local de coleta das plantas, além das espécies de Convolvulaceae e concentrações de alcaloides indolizínicos.

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
2	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>15</b>
2.1	<b>Caracterização morfológica da família Convolvulaceae</b>	<b>16</b>
2.2	<b>Chaves de identificação botânica das <i>Ipomoeas</i> do estudo</b>	<b>17</b>
2.3	<b>Considerações sobre plantas tóxicas</b>	<b>22</b>
2.4	<b>Intoxicação por plantas que contêm swainsonina no Nordeste do Brasil</b>	<b>24</b>
2.5	<b>Epidemiologia</b>	<b>25</b>
2.6	<b>Sinais clínicos</b>	<b>26</b>
2.7	<b>Princípio ativo e toxidez</b>	<b>27</b>
2.8	<b>Diagnóstico</b>	<b>30</b>
2.9	<b>Controle e profilaxia</b>	<b>31</b>
3	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>33</b>
4	<b>ARTIGO CIENTÍFICO</b>	<b>45</b>
4.1	<b>Deteção de swainsonina e calisteginas em espécies de Convolvulaceae no semiárido de Pernambuco</b>	<b>46</b>
5	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>58</b>
6	<b>ANEXO</b>	<b>60</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, o número de plantas tóxicas conhecidas para ruminantes e equídeos no Brasil tem aumentado progressivamente. Dada à extensão territorial brasileira e a criação de animais, predominantemente baseada em um sistema extensivo, observa-se a grande relevância do reconhecimento de plantas tóxicas no campo devido aos impactos que podem provocar através de surtos de intoxicações que refletirão em perdas diretas e indiretas na pecuária (PESSOA et al., 2013).

As plantas do gênero *Ipomoea* são amplamente distribuídas em todo o território brasileiro, mas concentram-se nas regiões do Cerrado e semiárido nordestino. Algumas espécies são utilizadas para alimentação, ornamentação e na medicina popular como terapia medicamentosa. Existem relatos de surtos de intoxicação em animais por espécies do gênero *Ipomoea*, causando perturbações nervosas em decorrência da presença de alcalóides, como a swainsonina (associada à doença de depósito lisossomal) e as calisteginas (TOKARNIA et al., 2012). As plantas que apresentam swainsonina em sua composição, associadas com armazenamento de oligossacarídeos, compõem um grupo de grande importância de plantas tóxicas (TOKARNIA et al., 2012). A variação na concentração de swainsonina entre as espécies deve-se ao fato de a produção dessa toxina ser dependente da presença de fungos endofíticos (COOK et al., 2013), que estão situados no interior de plantas com ausência de sintomas de doenças visíveis em seus hospedeiros (SANTAMARÍA & BAYMAN, 2005). Estudos comprovam que esse grupo de plantas, além de distúrbios neurológicos, pode desencadear também alterações endócrinas e reprodutivas nos animais (OLIVEIRA et al., 2011). Na região Nordeste do Brasil, as intoxicações por plantas que contêm swainsonina ocorrem principalmente em caprinos (COLODEL et al., 2002a; DANTAS et al., 2007; MENDONÇA et al., 2011; MENDONÇA et al., 2012), sendo relatadas também em ovinos, bovinos (GUEDES et al., 2007) e equinos (DANTAS et al., 2007; ASSIS et al., 2010).

Essa dissertação tem como objetivo descrever, através do georreferenciamento e mapeamento das áreas de prevalência de espécies, da identificação botânica e da detecção dos princípios ativos, a importância epidemiológica do gênero para a região do semiárido de Pernambuco, bem como constituir uma ferramenta para diagnóstico dos casos de surtos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

No Brasil, a distribuição da família Convolvulaceae é ampla. Compreende 60 gêneros e cerca de 1.900 espécies, tendo os gêneros *Ipomoea* e *Jacquemontia* como os mais representativos, com a maioria de suas espécies endêmicas no Brasil (STAPLES, 2012; BIANCHINI e FERREIRA, 2013; BURIL et al., 2015). Convolvulaceae são uma família monofilética, sendo desta forma, um grupamento taxonômico que deriva de uma descendência comum e determinada (STANDLEY e WILLIAMS, 1970; AUSTIN e CAVALCANTE, 1982; SIMÃO-BIANCHINI, 1998; STEFANOVIĆ et al., 2002; 2003).

A família está presente nas regiões tropicais e subtropicais, dispondo de poucos representantes nas zonas temperadas (HEYWOOD, 1993). O Brasil é o maior detentor de número de gêneros da família (AUSTIN e CAVALCANTE, 1982), estando estas, distribuídas em diversos tipos de vegetação, predominando em áreas abertas como Cerrado e Caatinga, com várias espécies endêmicas nestas áreas (SIMÃO-BIANCHINI, 2002).

O gênero *Ipomoea* é um dos mais diversificados e representativos da família (SIMÃO-BIANCHINI, 1998). As espécies pertencentes a esse gênero são utilizadas das mais diversificadas formas: a coloração das flores, a exemplo da *Ipomoea alba* e *Ipomoea nil*, utilizadas na ornamentação e confecção de cordas para amarrações (LEITÃO FILHO et al., 1972; LORENZI, 1991; KISSMANN e GROTH, 1992). Existem ainda espécies que são consideradas daninhas e causam intoxicações em animais, como *Ipomoea hederifolia*, *Ipomoea sericophylla* (BARBOSA et al., 2006; 2007) e *Ipomoea carnea* subs. *fistulosa*, sendo esta última a principal espécie relacionada a surtos de doença de depósito lisossomal nas regiões Norte e Nordeste (TOKARNIA et al., 1960; OLIVEIRA et al., 2009), afetando principalmente caprinos e ovinos, além de ser uma importante causa de intoxicação em bovinos no Pantanal Matogrossense (ANTONIASSI et al., 2007).

Muitas de suas espécies competem com espécies nativas utilizadas como forragem para gado por apresentarem fatores intrínsecos como adaptabilidade e composição fitoquímica persistem no pasto em detrimento das espécies nativas (HAASE, 1999). Os animais são atraídos a se alimentarem dessas espécies por vários fatores, como a palatabilidade, predomínio da espécie invasora no pasto, alimentação não seletiva de algumas espécies de animais e período prolongado de seca, e desta forma se intoxicarem (TOKARNIA et al., 1960; 2000; DAMIR et al., 1987). Algumas espécies

pertencentes ao gênero *Ipomoea* são utilizadas para alimentação animal e humana, dentre as quais destaca-se a *Ipomoea batatas* (batata doce) sendo uma importante alternativa alimentar devido ao seu elevado teor de carboidrato não estrutural (FIGUEIREDO et al., 2012), porém a ingestão de tubérculos desta espécie com a presença de mofo, por ruminantes pode provocar distúrbios respiratórios caracterizados por dispneia e enfisema pulmonar (MEDEIROS et al., 2001).

A obra “Flora Brasiliensis” é referência para caracterizar a taxonomia, morfologia, anatomia e palinologia das Convolvulaceae (MEISSNER, 1869). Estudos de Hallier (1893) são complementares para a descoberta de novos gêneros e espécies na flora brasileira. Trabalhos mais recentes como As Floras de São Luís no Maranhão (MAIA e FIGUEIREDO, 1992), do Pico das Almas na Bahia (SIMÃO-BIANCHINI, 1995) e da Serra do Cipó em Minas Gerais (SIMÃO-BIANCHINI, 1991; SIMÃO-BIANCHINI e PIRANI, 1997; SIMÃO-BIANCHINI, 1998) complementam o conhecimento de gêneros e espécies da família Convolvulaceae.

## 2.1. Caracterização Morfológica da Família Convolvulaceae

De forma geral são trepadeiras que se enrolam em sentido contrário ou plantas eretas ou prostradas. O revestimento é diversificado, sendo constituído de tricomas unicelulares ou pluricelulares, simples ou com uma célula terminal longa e algumas células basais pequenas, malpighiáceo, escamiformes, estrelados com três a muitos raios, ou glandulares (SIMÃO-BIANCHINI, 1991).

Quanto ao sistema subterrâneo, pode ser constituído apenas por raízes pivotantes, ser tuberoso com células laticíferas, rizomatoso ou formando xilopódio (METCALFE & CHALK, 1965). Os caules podem ser volúveis, sem gavinhas, prostrados ou eretos, pouco ou muito ramificados, com presença ou não de látex. As folhas são sempre alternas, inteiras, simples, lobadas, cordiformes, palmatiformes ou folioladas, sem estípulas, sésseis ou pecioladas, com nervuras bicollaterais. Apresentam inflorescências variadas, geralmente cimosas, uni ou multifloras e, mesmo sendo reduzidas a uma única flor, podem ser consideradas inflorescências, devido a presença do pedúnculo e pedicelo, axilares ou terminais (SIMÃO-BIANCHINI, 1991). As flores são diclamídeas, bissexuadas, pentâmeras e apresentam um par de bractéolas (profilos) grandes ou pequenas, opostas. As sépalas são livres, raramente concrecidas na base, imbricadas, sempre

persistentes no fruto, às vezes ampliadas. A corola é actinomorfa e gamopétala, apresentando cinco áreas mesopétalas glabras ou pilosas externamente, com formas variadas: infundibuliforme, campanulada, hipocrateriforme, tubulosa ou rotada (SIMÃO-BIANCHINI, 1998). O androceu é composto por cinco estames alternos com os lobos da corola, basifixos, adnados ao tubo ou na fauce da corola, inclusos ou exsertos, filetes filiformes, geralmente dilatados na base, com ou sem tricomas glandulares, raramente com apêndices; anteras bitecas, dorsifixas, ovadas, oblongas ou lineares com deiscência longitudinal, introrsa ou lateral (SIMÃO-BIANCHINI, 1991). Quanto à morfologia polínica, a família é euripolínica, com pólen binucleado, esférico ou angulado com abertura muito variada, desde tricolpado até pantoporado (ERDTMAN, 1971; MACHADO & MELHEM, 1987). O gineceu constitui-se de um ovário súpero, bicarpelar (raro 3-carpelar) com 2, 4 ou 6 lóculos; o estilete pode ser inteiro, bífido ou com dois estiletos distintos; o estigma é terminal, filiforme, capitado ou bilobado, nectário anular ou urceolado, geralmente ondulado ou lobado (SIMÃO-BIANCHINI, 1991).

Os frutos de Convolvulaceae são secos, geralmente cápsulas, loculíidas e septicidas ou bagas, raramente de deiscência irregular, transversal ou indeiscente. As sementes são ovóides ou elipsóides com testa membranácea, raramente carnosa, glabra ou curto-tomentosa, embrião plicado ou curvado, cotilédones foliáceos inteiros, emarginados ou bilobados, raramente inteiros ou ausentes. A delimitação da família é dependente da morfologia do embrião, uma vez que possuem cotilédones foliáceos, duplamente dobrados ou inteiros com ápice emarginado ou bilobado (SIMÃO-BIANCHINI, 1991).

## 2.2. Chaves de identificação botânica das *Ipomoeas* do estudo

O gênero *Ipomoea* é caracterizado por plantas geralmente trepadeiras, de folhas simples, inteiras ou lobadas, parecendo compostas. Flores vistosas, hermafroditas, actinomorfas, isostêmones, úpero-ovariadas. Neste gênero o estilete é encimado por dois estigmas esféricos. Fruto cápsula valvar com o cálice aderente (SIMÃO-BIANCHINI, 1998). *Ipomoea* é o maior gênero das Convolvulaceae, com um número elevado de táxons e uma grande diversidade morfológica. A identidade dos táxons foi estabelecida com base no estudo realizado por Meissner (1869) para Convolvulaceae do Brasil como um todo. Sua ampla distribuição abrange toda a região tropical, estendendo-se às regiões subtropicais.

<b>Espécie</b>	<b>Forma de vida</b>	<b>Raiz</b>	<b>Caule</b>	<b>Folha</b>	<b>Flor</b>	<b>Semente</b>
<i><b>Ipomoea nil</b></i>	Liana/volúvel/trepadeira	Tipo desconhecido	Ramo(s) volúvel(eis); medula sólida(s);  látex ausente(s).	Pecíolo(s) curto(s); divisão inteira/lobada(s); forma da lâmina(s) ovada(s)/orbicular(es); forma da base cordada(s); forma do ápice(s) agudo(s)/acuminado(s); indumento da face(s) adaxial hirsuto(s); indumento da face(s) abaxial hirsuto(s).	Sépala(s) externa(s) igual(ais) as interna(s)/ovada(s)/lanceolada(s)/lanosa(s); sépala(s) interna(s)ovada(s)/lanceolada(s); sépala(s) ápice(s) acuminado(s); corola tubo infundibuliforme(s), limbo campanulado(s)/mediana(s) de 2 a(s) 4.5 cm/grande maior(es) que 5 cm; cor da corola purpúrea/lilás/rosa, claro/branca; indumento das área(s) mesopétalas glabra(s).	Indumento tomentosa(s).
<i><b>Turbina cordata</b></i> ( <i><b>Ipomoea sericosepala</b></i> )	Liana/volúvel/trepadeira	Tipo desconhecido	Ramo(s) volúvel(eis)/tomentoso(s).	Indumento face(s) abaxial seríceo(s); indumento face(s) adaxial seríceo(s).	Sépala(s) subiguais; forma das sépala(s) oblonga(s); indumento das sépala(s) seríceo(s); forma da corola infundibuliforme(s); cor da corola rósea/lilás.	Tipo desconhecido
<i><b>Ipomoea</b></i>	Liana/volúvel	Tipo desconhecido	Ramo(s) volúvel(eis); medula fistulosa(s); látex	Pecíolo(s) longo(s); divisão simples/inteira; forma da	Sépala(s) externa(s) igual(ais) as	Indumento

<b><i>megapota mica</i></b>	el/trepadeira	o	leitoso.	lâmina(s) ovada(s); forma da base cordada(s)/truncada(s); forma do ápice(s) agudo(s)/obtusos(s)/acuminado(s); indumento da face(s) adaxial seríceo(s)/glabrescente(s); indumento da face(s) abaxial seríceo(s). Inflorescência: bractéola(s) lanceolada(s); tipo dicásio.	interna(s)/ovada(s)/seríceo(s)/esparsamente pilosa(s); sépala(s) interna(s) ovada(s); sépala(s) ápice(s) agudo(s); corola tubuliforme(s) limbo campanulado(s)/mediana(s) de 2 a(s) 4.5 cm; cor da corola rósea/rosa claro/branca; indumento das área(s) mesopétalas seríceo(s)/glabrescente(s).	lateral(ais) longamente seríceo(s).
<b><i>Ipomoea brasiliana</i></b>	Liana/volúvel/trepadeira	Tipo tuberosa(s).	Ramo(s) volúvel(eis); medula fistulosa(s); látex branco.	Pecíolo(s) longo(s); divisão simples/inteira; forma da lâmina(s) ovada(s); forma da base cordada(s); forma do ápice(s) obtuso(s); indumento da face(s) adaxial tomentoso(s); indumento da	Sépala(s) externa(s) igual(ais) as interna(s)/ovada(s)/oblonga(s)/glabra(s); sépala(s) interna(s) ovada(s)/oblonga(s); sépala(s) ápice(s) arredondado(s); corola infundibuliforme(s); cor da corola lilás/rosa claro; indumento das	Indumento glabra(s).

				face(s) abaxial lanoso(s).	área(s) mesopétalas glabra(s).	
<i>Ipomoea subincana</i>	Liana/volúvel/trepadeira	Tipo tuberosa(s).	Ramo(s) volúvel(eis); medula fistulosa(s); látex branco/leitoso	Pecíolo(s) longo(s); divisão simples/inteira; forma da lâmina(s) ovada(s); forma da base cordada(s); forma do ápice(s) agudo(s)/obtusos(s); indumento da face(s) adaxial tomentoso(s); indumento da face(s) abaxial tomentoso(s).	Sépala(s) externa(s) igual(ais) as interna(s)/elíptica(s)/seríceas(s); sépala(s) interna(s) oblonga(s); sépala(s) ápice(s) agudo(s); corola tubo infundibuliforme(s) limbo campanulado(s); cor da corola rosa claro; indumento das área(s) mesopétalasseríceas(s).	Indumento glabra(s).
<i>Ipomoea rosea</i>	Liana/volúvel/trepadeira	Tipo tuberosa(s).	Ramo(s) volúvel(eis); medula fistulosa(s); látex branco.	Pecíolo(s) longo(s); divisão simples/palmatilobada(s); forma da lâmina(s) ovada(s); forma da base cuneada(s); forma do ápice(s) agudo(s); indumento da face(s) adaxial glabro(s); indumento da face(s) abaxial seríceo(s).	Sépala(s) externa(s) igual(ais) as interna(s)/ovada(s)/oblonga(s)/glabra(s); sépala(s) interna(s) ovada(s)/oblonga(s); sépala(s) ápice(s) agudo(s); corola infundibuliforme(s); cor da corola rosa claro; indumento das área(s) mesopétalas glabra(s).	Indumento velutina(s).
<i>Ipomoea</i>	Liana/volúvel	Tipo pivota	Ramo(s) volúvel(eis); medula fistulosa(s); látex	Pecíolo(s) longo(s); divisão simples/inteira; forma da	Sépala(s) externa(s) menor que as	Indumento lateral(ais)

<i>bahiensis</i>	el/trepadeira	nte(s).	hialino(s).	lâmina(s) ovada(s); forma da basecordada(s)/sagitada(s) ou hastada(s); forma do ápice(s) acuminado(s); indumento da face(s) adaxial seríceo(s)/glabrescente(s); indumento da face(s) abaxial glabro(s)/seríceo(s).	interna(s)/ovada(s)/oblonga(s)/glabra(s); sépala(s) interna(s) oblonga(s); sépala(s)ápice(s)acuminado(s)/arredondado(s); corola infundibuliforme(s); corola purpúrea/lilás;indumento das área(s) mesopétalas glabra(s).	longamente seríceo(s).
<i>Ipomoea incarnata</i>	Liana/volúvel/trepadeira	Tipo túberosa(s).	Ramo(s) volúvel(eis); medula fistulosa(s); látex leitoso.	Pecíolo(s) longo(s); divisão simples/inteira; forma da lâmina(s) ovada(s)/lanceada(s); forma da base cordada(s); forma do ápice(s) acuminado(s); indumento da face(s) adaxial glabro(s); indumento da face(s) abaxial glabro(s).	Sépala(s) externa(s) maior(es) que interna(s)/ovada(s)/glabra(s); sépala(s) interna(s) ovada(s); sépala(s)ápice(s) acuminado(s); corola tubo infundibuliforme(s) limbo campanulado(s); corola lilás/rosa claro; indumento das área(s) mesopétalas glabra(s).	Indumento lateral(ais) longamente seríceo(s).

**Tabela1.** Chaves de identificação botânica das espécies do gênero *Ipomoea* relatadas no estudo.

### **2.3. Considerações sobre plantas tóxicas**

Através de pesquisas científicas é possível descobrir novas espécies de plantas tóxicas e seus princípios ativos. Com esses estudos, observa-se que tem crescido o número de novas espécies, juntamente com o entendimento da patogenia da intoxicação em animais de produção. No Brasil, em 2012 já se estimavam 131 espécies e 79 gêneros conhecidos como tóxicos. Devido à extensão territorial brasileira e a criação de rebanhos pelo sistema extensivo e semi-extensivo, esses números tendem a aumentar continuamente (PESSOA et al., 2013). As plantas tóxicas de interesse pecuário são aquelas que, quando ingeridas pelos animais de produção, sob condições naturais, causam danos à saúde ou mesmo a morte (TOKARNIA et al., 2012).

As condições climáticas e as características do solo determinam o desenvolvimento da vegetação e, conseqüentemente, a disponibilidade de alimento para os animais. De acordo com o sistema de criação extensivo no Brasil, várias regiões de vegetação nativa são exploradas em momentos críticos de ausência de alimento para os animais (PESSOA et al., 2013). A ingestão de plantas que estão disponíveis no campo, principalmente as que após um período prolongado de seca começam a rebrotar logo nas primeiras chuvas, podem ser tóxicas.

A determinação da ingestão da planta pelos animais muitas vezes independe de sua palatabilidade, visto que após um período prolongado de seca a única opção tanto para os criadores quanto para os animais é o pastejo nessas áreas, tendo apenas uma dieta mais expressiva com plantas tóxicas como alternativa alimentar. Os sinais clínicos após a ingestão de plantas tóxicas são dependentes do tempo de exposição, dose, princípio ativo presente e da debilidade física dos animais nos períodos de estiagem (SALLES, 2008).

Na criação de animais no sistema extensivo o controle da densidade de animais na área de pastagem é fator limitante para o surgimento de plantas daninhas, reduzindo significativamente a produtividade das plantas forrageiras. As plantas daninhas competem com fatores intrínsecos para o desenvolvimento de forrageiras pelo aumento de recuperação e formação do pasto (PEREIRA & SILVA, 2000; ROSA, 2001; SILVA et al., 2002).

A interferência de plantas tóxicas promove impactos econômicos (MELO & OLIVEIRA,

2000). Esses impactos podem incluir perdas diretas e indiretas. As perdas diretas são provocadas pela morte de animais, alteração dos índices reprodutivos, redução da produtividade nos animais sobreviventes e outras alterações devidas a doenças transitórias, enfermidades subclínicas com diminuição da produção de leite, carne ou lã e aumento da susceptibilidade a outras doenças devido à imunodepressão (RIET-CORREA & MEDEIROS, 2001). As perdas indiretas são representadas pelos custos do controle de plantas tóxicas nas pastagens, pelas medidas de manejo para evitar as intoxicações, tais como a utilização de cercas e o pastoreio alternado, bem como a diminuição do valor nutricional da forragem, a redução do valor da terra, a substituição dos animais mortos e os gastos associados ao diagnóstico das intoxicações e ao tratamento dos animais afetados (AFONSO & POTT, 2000; NABINGER, 2002).

Dentre os diversos fatores que podem estar envolvidos na intoxicação de animais por plantas, se destacam:

a) Palatabilidade: As intoxicações ocorrem tanto por plantas palatáveis quanto não palatáveis. Dentre estas estão incluídas principalmente as forrageiras, como os sorgos, capazes de causar intoxicação por ácido cianídrico, e as leguminosas. Outras plantas pouco palatáveis são ingeridas somente em condições especiais. A palatabilidade de uma planta varia de acordo com o grau de succulência, conteúdo de fibra e seus aspectos químicos e nutricionais, bem como dos seus fatores morfofuncionais (PROVENZA, 1996);

b) Escassez de alimentos: Este fator é muito importante, considerando-se que os animais consomem as plantas tóxicas especialmente em consequência da carência de forragem na área de pastagem ou devido aos longos períodos de privação de alimento. Muitas vezes, quando há pouca disponibilidade de forragem, principalmente no inverno ou em épocas de estiagem, algumas plantas tóxicas permanecem verdes, tais como *Senecio* spp. e *Ipomoea* sp. (LUCIOLI et al., 2007; CHAVES et al., 2008);

c) Sede: Quando animais sedentos são dessedentados abruptamente, podem reduzir ou perder a capacidade de distinguir o gosto e a capacidade de seleção alimentar;

d) Desconhecimento: Algumas plantas como *Baccharis coridifolia* (mio-mio) são ingeridas somente por animais que as desconhecem, por terem sido criados em lugares onde ela não existe. Normalmente os surtos ocorrem durante a transferência de animais criados em áreas indenes para regiões de elevada ocorrência da planta (TOKARNIA & DÖBEREINER, 1979 LUCIOLI et al.,

2007). *Pteridium aquilinum*, popularmente conhecida como samambaia é um exemplo de planta tóxica que possui substâncias que promovem o vício e, normalmente, o animal as ingere com avidez, especialmente durante a rebrota (TOKARNIA et al., 1979; MARÇAL et al., 2001);

e) Associação de crescimento: Ocorre quando as plantas tóxicas crescem junto às espécies desejáveis à alimentação animal e há a ingestão de ambas, devido à impossibilidade de separá-las no momento da apreensão do alimento. Este fator é favorecido pelo manejo deficiente, principalmente quando há superlotação de pastagem (PARKER e McCREA, 1965);

f) Variação de toxicidade: Podem existir variações de toxicidade dentro de uma espécie vegetal, decorrente de diversos fatores, tais como diferentes variedades, épocas do ano, fase de crescimento, partes da planta, tipo e fertilidade do solo. A toxicidade também pode variar de acordo com a espécie animal, sexo e idade.

g) Tipo de solo e estação do ano: Solos ácidos, de baixa fertilidade e solos arenosos favorecem a infestação por plantas indesejáveis à alimentação animal. Os extremos de estiagem, geadas, e alagamentos são os períodos de maior ocorrência de intoxicação por plantas (MARÇAL, 2002).

#### **2.4. Intoxicação por plantas que contêm swainsonina no Nordeste do Brasil**

A *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* é, dentre o gênero das *Ipomoea*, a responsável por um maior número de casos de intoxicação de animais de produção (TOKARNIA et al., 1960; ARMIÉN et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2009). É uma planta de característica arbustiva, com caules ocos e pouco ramificados (LORENZI, 1991). Tem capacidade de resistir a secas (TIRKEY et al., 1987), sendo, portanto, encontrada em diversas regiões do Brasil, onde é conhecida popularmente como canudo, algodão-bravo, mata-cabra, campainha, algodão do pantanal, algodão-do-brejo, canudo-de-lagoa, mata-pinto, salsa-branca, campainha-de-canudo e capa-bode (LORENZI, 1991; TOKARNIA et al., 2000). Tokarnia et al. (1960) relatou a intoxicação por *I. carnea* sob condições naturais em animais de produção, na qual foram observados os sinais clínicos após submeter os animais a ingestão prolongada de *I. carnea* em bovinos, ovinos e caprinos. A *I. carnea* possui os alcalóides swainsonina e calesteginas como principais princípios ativos e estes são, certamente, responsáveis

pelos efeitos tóxicos da mesma (BALOGH et al., 1999; SCHWARZ et al., 2003).

*Ipomoea riedelii*, *Ipomoea sericophylla* (BARBOSA et al., 2006; 2007) e *Ipomoea verbascoidea* (MENDONÇA et al., 2012) são as plantas tóxicas de maior importância epidemiológica do gênero para caprinos e, ocasionalmente, ovinos, bovinos (GUEDES et al., 2007) e equinos (DANTAS et al., 2007; ASSIS et al., 2010). Todas essas espécies de *Ipomoea* contêm swainsoninas e/ou calisteginas como princípio ativo em sua composição, o que classifica o gênero como um dos mais importantes no Brasil. Plantas com esta composição desenvolvem um quadro clínico de distúrbios neurológicos em todas as espécies em que já foram relatados casos de intoxicação. Algumas plantas do gênero que contêm a swainsonina estão relacionadas com alterações no mecanismo das hidrolases ácidas, causando doenças de depósito lisossomal (JOLLY e WALKLEY, 1997).

A intoxicação por *S. carpinifolia* (guanxuma, chá da índia), planta subarborescente perene, da família Malvaceae, é frequente em locais úmidos e sombreados das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Norte do Brasil. A intoxicação foi descrita em bovinos (OLIVEIRA et al., 2009), pôneis (LORETTI et al., 2003), ovinos (SEITZ et al., 2005ab) e cervos (PEDROSO et al., 2009) justificada pela presença de swainsonina como princípio tóxico. Apesar de ocorrer em praticamente todo o país, não é considerada de grande importância pecuária, visto que raramente é consumida pelos animais a ponto de causar intoxicação (TOKARNIA et al., 2012).

## 2.5. Epidemiologia

No sertão de Pernambuco, Paraíba (GUEDES et al., 2007; PIMENTEL et al., 2012) e na região semiárida do Nordeste (TOKARNIA et al., 1960; ARMIÉN et al., 2007; RIET-CORREA et al., 2009), existem relatos de casos de intoxicações por *I. carnea* subsp. *fistulosa*. Observa-se que a ocorrência de seca e a indisponibilidade de pastagem proporcionam as intoxicações, visto que a planta possui resistência às condições climáticas e consegue persistir por mais tempo que as demais. Em consequência desta resistência casos de intoxicações poderão ocorrer durante todo o ano, dependendo do tempo de exposição e da concentração de swainsonina em cada espécie de *Ipomoea* (ANTONIASSI et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2009; FURLAN et al., 2012).

Nas regiões de semiárido da Paraíba e Pernambuco, as intoxicações por, *I. riedelii* e *I. verbascoidea* são endêmicas na região e já foram relatadas em caprinos (BARBOSA et al., 2006; MENDONÇA et al., 2011; 2012). A *Turbina cordata* é predominante em alguns municípios do semiárido nordestino (DANTAS et al., 2007; ASSIS et al., 2010), sendo considerada uma planta invasora que rebrota rapidamente após a primeira chuva, ou seja, após períodos prolongados de seca acontecem os casos de intoxicação (DANTAS et al., 2007). Um importante fator para a ocorrência de surtos de doença de depósito lisossomal é que animais que iniciam a ingestão dessas plantas desenvolvem o hábito de ingeri-las compulsivamente, e desta forma mesmo ingerindo baixas quantidades de planta podem apresentar sinais clínicos tardios de intoxicação (TOKARNIA et al., 1960; DRIEMEIER et al., 2000; COLODEL et al., 2002a; DANTAS et al., 2007; BARBOSA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2009; MENDONÇA et al., 2012).

## **2.6. Sinais clínicos**

A intoxicação é caracterizada por sua cronicidade, através do desenvolvimento de sinais clínicos após ingestão da planta (COLODEL et al., 2002a; SEITZ et al., 2005ab; ARMIÉN et al., 2007; RIET-CORREA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2009; PEDROSO et al., 2009). Com a continuidade da ingestão, os sinais nervosos tornam-se irreversíveis, em consequência da perda neuronal (RIET-CORREA et al., 2009). Nas espécies bovina, caprina, ovina e equídea, em que já foram relatados casos de intoxicação, foi possível observar a predominância de sinais clínicos nervosos. Em caprinos, observou-se sonolência, depressão, nistagmo, cabeça inclinada, redução do consumo de alimento, emagrecimento progressivo, dificuldade de apreender e deglutir alimentos, pelos arrepiados e sinais nervosos caracterizados por ataxia, hipermetria, membros rígidos (paresia espástica), marcha lateral, inclinação da cabeça, diminuição do tônus dos lábios e língua e quedas. (RIET-CORREA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2009; PEDROSO et al., 2009; ASSIS et al., 2010; MENDONÇA et al., 2011). As lesões irreversíveis ocasionadas pela perda neuronal foram observadas em caprinos que ingeriram a planta contendo swainsonina por 30 dias após aparecimento dos sinais clínicos (BARBOSA et al., 2007). Além das lesões neuronais, a cronicidade da intoxicação pode ocasionar alterações reprodutivas, observando-se infertilidade, abortos e nascimento de animais fracos após ingestão de *I. carnea* subsp. *fistulosa* (SCHWARZ et al., 2003;

HUEZA et al., 2007) e, possivelmente, *I. riedelii*, *I. sericophylla* e *T. cordata* (RIET-CORREA et al., 2009).

A alteração macroscópica evidentemente provocada pela intoxicação por *I. carnea* subsp. *fistulosa* é a atrofia cerebelar em alguns casos crônicos após ingestão da planta (OLIVEIRA et al., 2011). As principais alterações histológicas nos animais intoxicados por plantas que contêm swainsonina são encontradas no SNC e caracterizam-se por distensão e vacuolização no pericário de neurônios, principalmente das células de Purkinje do cerebelo, mas também são afetados neurônios de outras regiões, incluindo córtex cerebral, tálamo, mesencéfalo e medula espinhal. Alguns neurônios do cerebelo e dos núcleos cerebelares apresentam núcleos picnóticos e marginalizados e citoplasma espumoso e pálido, sem bordas definidas. A vacuolização citoplasmática pode ser observada em células epiteliais do pâncreas e dos túbulos renais, em células foliculares na tireoide e em hepatócitos e em macrófagos de órgãos linfóides (DRIEMEIER et al., 2000; BARBOSA et al., 2007; DANTAS et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2009; MENDONÇA et al., 2011). A degeneração Walleriana é presente e se caracteriza por numerosos esferóides axonais, principalmente na camada granular e substância branca cerebelar. Nos casos crônicos, há desaparecimento de neurônios, principalmente os neurônios de Purkinje e ocorre sua substituição por proliferação da glia de Bergmann (BARBOSA et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2009; MENDONÇA et al., 2011).

## **2.7. Princípio ativo e toxidez**

A partir da descoberta dos mediadores metabólicos na rizosfera da *Calystegia sepium*, obteve-se a descrição dos alcaloides nortropânicos polihidroxiados, posteriormente atribuindo-lhes o nome de calistegina (TEPFER et al., 1988). As calisteginas são classificadas quanto ao seu grau de hidroxilação em calisteginas A (trihidroxiadas), calisteginas B (tetrahidroxiadas) e calisteginas C (pentahidroxiadas). A composição e a concentração de calisteginas variam entre plantas, sendo as formas A3, B1, B2 e B3 as de maior ocorrência e a B2 a mais estável e abundante, ocorrendo em quase todas as plantas que contêm calisteginas. Estudos realizados sugerem que as calisteginas podem possuir atividades inibitórias de glicosidases, atuando como inibidores competitivos, sendo a calistegina B2 inibidora de  $\beta$ -glicosidases e  $\alpha$ -galactosidases e as B1 e C1, inibidoras de  $\beta$ -glicosidases, mas não de  $\alpha$ -galactosidases (ASANO et al., 1994ab; 1995; 1997). A comparação das

estruturas (hidroxilação) das calisteginas demonstrou que o aumento do grau das hidroxilas tem maior potencial de inibição de  $\alpha$ - glicosidase, enquanto a orientação equatorial de todos os grupos hidroxila no anel é uma característica essencial para inibição de  $\beta$ -galactosidase. Algumas calisteginas são inibidoras potentes de glicosidases e possuem elevadas afinidades *in vitro*, podendo alterar a absorção das glicosidases intestinais, as funções lisossômicas e processamento de glicoproteínas em células animais (DRÄGER, 2004).

O elevado número de processos fisiológicos e patológicos dos quais participam as glicosidases têm promovido uma intensa investigação para identificar inibidores específicos das mesmas (LILLELUND et al., 2002). As calisteginas, como muitos inibidores de glicosidases, competem com o substrato pelo sítio ativo da enzima (ASANO et al., 1996ab). Desta forma, a ação inibitória de glicosidases destes alcaloides polihidroxilados pode ser resultado da semelhança estrutural dessas moléculas com as unidades dos substratos naturais das enzimas. Caso ocorra uma hidrólise insuficiente destes materiais, é possível determinar o desenvolvimento de doenças relacionadas com seu armazenamento nos lisossomas (CENCI DI BELLO et al., 1983).

O seu potencial de toxicidade indica que as calisteginas podem estar atuando juntamente com as swainsoninas em animais alimentados com plantas da família Convolvulaceae (ASANO, 2000ab). Na literatura científica, as informações encontradas sobre a real participação das calisteginas na patogenia da doença de depósito lisossomal são controversas, isto porque vários autores relatam que este alcaloide é também responsável pelo desencadeamento do quadro neurológico de animais afetados (MOLYNEUX et al., 1993; HARAGUCHI et al., 2003). Outros autores afirmam que devido à inibição competitiva em relação às glicosidases, as calisteginas quando presentes na planta exacerbam a ação tóxica da swainsonina (WATSON et al., 2001; DRÄGER, 2004). Existem relatos de ataxia em gado após consumo de *Ipomoea* que em sua composição apresentava calisteginas, porém a mesma planta também apresentava swainsonina (DORLING et al., 1978). Um estudo experimental realizado por Hueza et al. (2005) teve por objetivo alimentar ratos com calisteginas B1, B2, B3 e C1 e com swainsonina, a partir do isolamento de folhas de *Ipomoea carnea*. Como consequência, as calisteginas não produziram efeito tóxico, enquanto a swainsonina causou típica vacuolização celular.

Em amostras de *I. carnea* subsp. *fistulosa* têm sido identificadas, também, calisteginas B1, B2 , B3 e C1 e, em amostras de *I. riedelii* e *I. verbascoidea*, calisteginas B1, B2 e C1. As calisteginas são inibidoras de glicosidases, porém ainda não se sabe sobre sua capacidade de

desenvolver sinais clínicos (HARAGUCHI et al., 2003; BARBOSA et al., 2006; MENDONÇA et al., 2012). A swainsonina - 1,2,8-tri-hidroxi-octo-hidroindolizidina - é o principal alcaloide encontrado nas espécies vegetais que provocam doença de depósito lisossomal (DDL), provocando perda da função e morte celular através da inibição da manosidase dos lisossomos e manosidase II do complexo de Golgi, além de inibir enzimas de forma competitiva (CENCI DI BELLO et al., 1989).

Plantas que apresentem swainsonina em sua composição, associadas com armazenamento de oligossacarídeos, compõem um grupo de grande importância de plantas tóxicas (TOKARNIA et al., 2012). A concentração de swainsonina nas plantas é bastante variável, exemplificando amostras de *I. riedelii* e *I. sericophylla* coletadas em 2002, que continham 0,14% e 0,11% de swainsonina, respectivamente; em 2003, a concentração de swainsonina foi de 0,01% e 0,05% para *I. riedelii* e *I. sericophylla*, respectivamente (BARBOSA et al., 2006). Amostras de *S. carpinifolia* e *I. carnea* subsp. *fistulosa* continham 0,006% (COLODEL et al., 2002b) e 0,0029% de swainsonina (HARAGUCHI et al., 2003), respectivamente. A concentração de swainsonina encontrada em *T. cordata* foi muito variável, de menos que 0,001 até 0,14% (DANTAS et al., 2007; RIET-CORREA et al., 2009). Em amostras de *I. verbascoidea* havia swainsonina na concentração de 0,017%, calistegina B1 (0,16%), calistegina B2 (0,05%) e calistegina C1 (0,34%) (MENDONÇA et al., 2012). As calisteginas constituem metabólitos secundários produzidos pelas plantas.

A variação na concentração de swainsonina entre as espécies deve-se ao fato de a produção dessa toxina ser dependente da presença de fungos endofíticos (COOK et al., 2013), que estão situados no interior de plantas com ausência de sintomas de doenças visíveis em seus hospedeiros (SANTAMARÍA & BAYMAN, 2005). Os fungos endofíticos são responsáveis pela colonização de vários tecidos de diferentes órgãos da planta, tais como raízes, flores, folhas, sementes, frutos, pecíolos e caule, podendo ser específica a colonização em diferentes órgãos, como em raízes e folhas (FISHER & PETRINI, 1992; KUMAR & HYDE, 2004; SHIMIZU, 2011; QIN et al., 2012). A especificidade dos fungos por determinadas partes das plantas pode ser assumida pela diferença química ou tecidual das estruturas internas dos órgãos vegetais da planta (RODRIGUES, 1994). De acordo com Zhang et al. (2006) os fungos endofíticos produzem metabólitos secundários em maiores quantidades do que qualquer outra classe de micro-organismos endofíticos, assumindo diversos papéis funcionais durante seus ciclos de vida ou em resposta a estímulos ambientais e de plantas (PORRAS-ALFARO & BAYMAN, 2011). Podem ser hospedeiros em plantas que crescem

em diferentes regiões ambientais, como a do Ártico e da Antártida, os solos geotérmicos, desertos, oceanos, florestas, manguezais e florestas costeiras, colonizando uma gama de hospedeiros, que incluiu algas, briófitas, esponjas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas (KHARWAR et al., 2011). Uma característica importante é a formação de relações simbióticas com seu hospedeiro. Estas relações podem trazer como vantagem para o fungo o fornecimento de nutrientes e compostos necessários para o término de seu ciclo de vida, ao passo que, para a planta, os compostos produzidos por endofíticos podem tornar as plantas mais resistentes a nematóides, insetos e animais, bem como levá-las a um rápido crescimento, devido à produção de fitormônios (KAUL et al., 2012).

## 2.8. Diagnóstico

O principal diagnóstico para intoxicação por plantas que contêm swainsonina e calisteginas é a identificação das plantas na pastagem e sua epidemiologia. Após a identificação, a associação dos sinais clínicos e lesões histológicas caracterizam a intoxicação. Uma ferramenta auxiliar de diagnóstico é o mapeamento das áreas que contêm a planta, bem como a determinação da concentração de swainsonina e calisteginas nas *Ipomoeas* encontradas no campo. A utilização da microscopia eletrônica de transmissão é importante para o diagnóstico devido à observação de lisossomos dilatados, revestidos por uma membrana, que podem se apresentar vazios, com fragmentos amorfos membranosos ou material granulado eletrolúcido (DRIEMEIER et al., 2000; COLODEL et al., 2002a; BARBOSA et al., 2006; ARMIÉN et al., 2007; PEDROSO et al., 2012).

A utilização da histoquímica das lectinas é importante para detecção de açúcares específicos, fornecendo assim dados adicionais ao diagnóstico (ALROY et al., 1984; GLEW et al., 1985). As principais lectinas utilizadas em doenças do depósito lisossomal são a *Concanavalia ensiformis* (Con-A), *Glycine max* (SBA), *Dolichos biflorus* (DBA), *Ulex europaeus-1* (UEA-1), *Triticum vulgare* (WGA), *Succinyl-WGA* (sWGA), *Arachis hypogaea* (PNA), *Pisum sativum* (PSA), *Ricinus communis-1* (RCA-1), *Phaseolus vulgaris* (PHA-E) e *Lens culinaris* (LCA). Na intoxicação por *Sida carpinifolia* em caprinos, ovinos e cervídeos, tem-se identificado marcação com as lectinas Con-A, WGA e sWGA (DRIEMEIER et al., 2000; SEITZ et al., 2005a; PEDROSO et al., 2009; 2012). Em estudos realizados com caprinos intoxicados natural e experimentalmente por *I. carnea* subsp. *fistulosa*, as principais lectinas identificadas foram Con-A e WGA (ARMIÉN et al., 2007). Na intoxicação natural por *I. sericophylla* e *I. riedelii*, observou-se forte marcação nas células de

Purkinje do cerebelo com as lectinas Con-A, WGA, sWGA e LCA (BARBOSA et al., 2006; MENDONÇA et al., 2011). Em caprinos intoxicados por *I. verbascoidea* a análise histoquímica das amostras de cerebelo e pâncreas demonstrou reação positiva para WGA, sWGA, LCA, Con-A, PSA, RCA120, PNA e PHA-E, sugerindo um armazenamento de alfa-fucose, alfa-Dmannose, alfa-D-glucose,  $\beta$ -D-N-acetil-glucosamina, N-acetil-galactosamina e ácido acetil-neuraminico (MENDONÇA et al., 2012).

Devido à variabilidade de plantas tóxicas no Brasil, não deve ser descartado o diagnóstico diferencial para outras intoxicações por plantas, sobretudo para intoxicações por plantas e toxinas tremorgênicas de princípios ativos diferentes, como *Ipomoea asarifolia*, *Phalaris angusta* e por *Claviceps paspali*, além da intoxicação por *Solanum fastigiatum* var. *fastigiatum* e *Solanum paniculatum*, que causam degeneração cerebelar, possivelmente em decorrência do armazenamento de lipídios (RIET-CORREA et al., 2009).

## **2.9. Controle e profilaxia**

A carência de forragem predispõe e determina a necessidade de ingestão das plantas pelos animais (PIMENTEL et al., 2012). A identificação das plantas tóxicas na pastagem é a primeira alternativa para controle das intoxicações. Atualmente não existe tratamento para essas intoxicações, sendo todo o processo de prevenção baseado no manejo dos animais. Se os animais são retirados das áreas invadidas pelas plantas, podem recuperar-se ou permanecer pelo resto da vida com sinais neurológicos (RIET-CORREA et al., 2009).

As medidas baseadas na profilaxia e no controle das intoxicações por plantas são realizadas por um conjunto de fatores dependentes para sua ocorrência, frequência e distribuição como a associação às plantas, aos animais, ao ambiente ou ao manejo. Algumas das medidas preventivas podem ser citadas, como o eficiente manejo dos animais através de evitar o pastoreio excessivo, a utilização de animais de espécies ou idades resistentes a determinadas plantas, e evitar colocar animais recentemente transportados com fome ou sede em pastagens contaminadas por plantas tóxicas, utilizando cercas para isolar áreas contaminadas e eliminando as espécies tóxicas. O controle de sementes de plantas bem como a confecção de silagem e feno evita as intoxicações em

casos de contaminação acidental por espécies tóxicas.

A identificação e caracterização dos princípios ativos são fundamentais na prevenção das perdas causadas por plantas tóxicas. Diversas espécies de plantas no Brasil ainda possuem princípios ativos desconhecidos, interferindo significativamente no desenvolvimento de novas técnicas de diagnóstico para controle das intoxicações.

Novas tecnologias vêm sendo desenvolvidas para o controle das intoxicações, como por exemplo, a produção de vacinas contra toxinas de plantas. Um exemplo das possibilidades de utilização de técnicas imunológicas no controle de plantas tóxicas é a imunidade adquirida por animais que ingerem sementes de *Ricinus communis* em doses crescentes, tornando-os resistentes à ingestão de quantidades múltiplas das doses letais. O tratamento pelo calor das sementes de *R. communis* elimina a toxicidade da planta mantendo a sua antigenicidade (TOKARNIA et al., 2000). O controle biológico também é alternativa que pode ser utilizada a campo através da inserção de insetos e outros patógenos de plantas, como por exemplo o controle de *Senecio jacobea* nos USA pela liberação de três insetos: *Tyria jacobaeae*, *Longitarsus jacobaeae* e *Pegohylemia seneciella* (COOMBS et al., 1997). A detoxificação microbiana no rúmen é um mecanismo de resistência às intoxicações por plantas pela ingestão de quantidades crescentes de plantas que contêm oxalatos. A detoxificação bacteriana tem sido utilizada com sucesso no controle da intoxicação por *Leucaena leucocephala* que tem como princípio ativo o aminoácido mimosina, normalmente transformado em 3-hidroxi-4(1H)-piridona, também tóxico, no rúmen. A utilização de carvão ativado em grandes quantidades para neutralização de princípios tóxicos tem obtido resultados no tratamento de algumas intoxicações, incluindo as causadas por *Baccharis coridifolia*. A aversão alimentar condicionada é utilizada no treinamento de animais para evitar a ingestão de plantas tóxicas. A aversão foi induzida em bovinos alimentados com *Delphinium barbeyi*, *Astragalus* spp e *Oxytropis* spp e tratados com cloreto de lítio (LiCl, 200mg/kg de peso vivo) administrado através de um cateter ruminal (LANE et al., 1990; RALPHS & OLSEN, 1998), podendo ser mantida por até 2 anos, no qual os animais submetidos ao tratamento pastejam separados dos não tratados. Isso se faz necessário, pois caso esses animais tratados permaneçam juntos a animais não tratados que ingerem a planta, a aversão desaparece rapidamente devido à facilitação social.

### 3. REFERÊNCIAS

- AFONSO, E. & POTT, A. **Plantas tóxicas para bovinos**. Embrapa, Campo Grande-MS, v.44, 2000.
- ALROY, J.; UCCI, A.A. & PEREIRA, M.E.A. Lectins: histochemical probes for specific carbohydrate residues. In: DELELLIS, R.A. **Advances in Immunochemistry**. New York: Masson Publishing USA, p.67-88, 1984.
- ANTONIASSI, N.A.B.; FERREIRA, E.V.; SANTOS, C.E.P.; CAMPOS, J.L.E.; NAKAZATO, L. & COLODEL, E.M. Intoxicação espontânea por *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) em bovinos no Pantanal Matogrossense. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.27, n.10, p.415-418, 2007.
- ARAÚJO, J.A.S.; RIET-CORREA, F.; MEDEIROS, R.M.T.; SOARES, M.P.; OLIVEIRA, D.M. & CARVALHO, F.K.L. Intoxicação experimental por *Ipomoea asarifolia* (Convolvulaceae) em caprinos e ovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.28, n.10, p.488-494, 2008.
- ARMIÓN, A.G.; TOKARNIA, C.H.; PEIXOTO, P.V. & FRESE, K. Spontaneous and experimental glycoprotein storage disease of goats induced by *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae). **Veterinary Pathology**, v.44, p.170-184, 2007.
- ASANO, N. Alkaloidal Sugar Mimetics: Biological Activities and Therapeutic Applications. **Journal of Enzyme Inhibition**, v.15, n.3, p.215-234, 2000a.
- ASANO, N. Glycosidase-Inhibiting Glycomimetic Alkaloids: Biological Activities and Therapeutic Perspectives. **Chemischer Informationsdienst**, v.31, p.44, 2000b.
- ASANO, N.; OSEKI, K.; KANEKO, E. & MATSUI, K. Enzymic synthesis of cz- and P-D-glucosides of 1-deoxynojirimycin and their glycosidase inhibitory activities. **Carbohydrate Research**, v.258, p.255-266, 1994a.
- ASANO, N.; OSEKI, K.; TOMIOKA, E.; KIZU, H. & MATSUI, K. N-Containing sugars from *Morus alba* and their glycosidase inhibitory activities. **Carbohydrate Research**, v.259, p.243-255, 1994b.

ASANO, N.; KATO, A.; OSEKI, K.; KIZU, H. & MATSUI, K. Calystegins of *Physalis alkekengi* var. *francheti* (Solanaceae). Structure Determination and their Glycosidase Inhibitory Activities. **European Journal of Biochemistry**, v.226, n.2, p.369–376, 1995.

ASANO, N.; KATO, A.; KIZU, H.; MATSUI, K.; WATSON, A.A. & NASH, R.J. Calystegine B4, a novel trehalase inhibitor from *Scopolia japonica*. **Carbohydrate Research**, v.293, p.195-204, 1996a.

ASANO, N.; KATO, A.; YOKOYAMA, Y.; MIYAUCHI, M.; YAMAMOTO, M.; KIZU, H. & MATSUI, K. Calystegin N1, a novel nortropane alkaloid with a bridgehead amino group from *Hyoscyamus niger*. Structure determination and glycosidase inhibitory activities. **Carbohydrate Research**, v.284, p.169-178, 1996b.

ASANO, N.; KATO, A.; KIZU, H.; MATSUI, K.; GRIFFITHS, R.C.; JONES, M.G.; WATSON, A.A. & NASH, R.J. Enzymatic synthesis of the glycosides of calystegines and B2 and their glycosidase inhibitory activities. **Carbohydrate Research**, v.304, p.173-178, 1997.

ASSIS, T.S.; MEDEIROS, R.M.T.; RIET-CORREA, F.; GALIZA, G.J.N.; DANTAS, A.F.M. & OLIVEIRA, D.M. Intoxicações por plantas diagnosticadas em ruminantes e equinos e estimativa das perdas econômicas na Paraíba. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.30, n.1, p.13-20, 2010.

AUSTIN, D.F. & CAVALCANTE, P.B. **Convolvuláceas da Amazônia**. Museu Paraense Emilio Goeldi, Belém-PA, 134p. 1982.

BALOGH, K.K.I.M.; DIMANDE, A.P.; LUGT, J.J.; MOLYNEUX, R.J.; NAUDÉ, T.W. & WELMAN, W.G. A lysosomal storage disease induced by *Ipomoea carnea* in goats in Mozambique. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v.11, p.266-273, 1999.

BARBOSA, R.C.; RIET-CORREA, F.; MEDEIROS, R.M.T.; LIMA, E.F.; BARROS, S.S.; GIMENO, E.J.; MOLYNEUX, R.J. & GARDNER, D.R. Intoxication by *Ipomoea sericophylla* and *Ipomoea riedelli* in goats in the state of Paraíba, Northeastern Brazil. **Toxicon**, v.47, n.4, p. 371–379, 2006.

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. Experimental swainsonine poisoning in goats ingesting *Ipomoea sericophylla* and *Ipomoea riedelii* (Convolvulaceae). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.27, n.10, p.409-414, 2007.

BFG. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v.66, n.4, p.1085-1113, 2015. (DOI: 10.1590/2175-7860201566411)

BIANCHINI R.S. & FERREIRA P.P.A. 2013. Convolvulaceae. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. <http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/BemVindoConsultaPublicaConsultar.do> Acesso em 10 jun. 2013.

BURIL, M.T.; MACIEL, J.R. & ALVES, M. Distribution patterns and endemism areas for Brazilian *Jacquemontia* species (Convolvulaceae). **Edinburgh Journal of Botany**, v.72, p.1-16, 2015.

CENCI DI BELLO, I.; DORLING, P. & WINCHESTER, B. The storage products in genetic and swainsonine-induced human mannosidosis. **The Biochemical Journal**, v.215, n.3, p.693-696, 1983.

CENCI DI BELLO, I.; FLEET, G.; NAMGOONG, S.K.; TADANO, K. & WINCHESTER, B. Structure-activity relationship of swainsonine. **The Biochemical Journal**, v.259, n.3, p.855-861, 1989.

CHAVES, D.P.; SOBRINHO, A.G.; MAHON, G.V.; CARVALHO, V.H.A & FAGLIARI, J.J. Surto de síndrome tremorgênica causada por *Ipomoea asarifolia* (Ders.) Roem. & Schult. (Convolvulaceae) em ovinos nos Lençóis Maranhenses. In: XXXV Congresso Brasileiro De Medicina Veterinária. Gramado, 2008. **Anais...** Gramado-RS, v.1, p.208-208, 2008.

COLODEL, E.M.; DRIEMEIER, D.; LORETTI, A.P.; GIMENO, E.J.; TRAVERSO, S.D.; SEITZ, A.L. & ZLOTOWSKI, P. Aspectos clínicos e patológicos da intoxicação por *Sida carpinifolia* (Malvaceae) em caprinos no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.22, n.2, p.51-57, 2002a.

COLODEL, E.M.; GARDNER, D.R.; ZLOTOWSKI, P. & DRIEMEIER, D. Identification of swainsonina as a glycoside inhibitor responsible for *Sida carpinifolia* poisoning. **Veterinary & Human Toxicology**, v.44, n.3, p.177-178, 2002b.

COOK, D.; BEAULIEU, W.T.; MOTT, I.W.; RIET-CORREA, F.; GARDNER, D.R.; GRUM D.; PFISTER, J.A.; CLAY, K. & MARCOLONGO-PEREIRA, C. Production of the alkaloid swainsonine by a fungal endosymbiont of the ascomycete order chaetothyriales in the host *Ipomoea carnea*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.61, p.3797-3803, 2013.

- COOMBS, E.; MALLORY-SMITH, L.C.; BURRILL, R.H.; CALLIHAN, R.; PARKER & RADTKE, H. Tansy ragwort, *Senecio jacobaea* L. **Pacific Northwest Extension Publication**, v.175, p.1-7, 1997.
- DAMIR, H.A.; ADAM, S.E. & TARTOUR, G. The effects of *Ipomoea carnea* on goats and sheep. **Veterinary Toxicology**, v.29, p.316-319, 1987.
- DANTAS, A.F.M.; RIET-CORREA, F.; GARDNER, D.R.; MEDEIROS, R.M.T.; BARROS, S.S.; ANJOS, B.L. & LUCENA, R.B. Swainsonine-induced lysosomal storage disease in goats caused by the ingestion of *Turbina cordata* in northeastern Brazil. **Toxicon**, v.49, n.1, p.11-16, 2007.
- DORLING, R.; HUXTABLE, C.R. & VOGEL, P. Lysosomal storage in *Swainsona* spp. toxicosis: An induced mannosidosis. **Neuropathology and Applied Neurobiology**, v.4, p.285-298, 1978.
- DRÄGER, B. Chemistry and biology of calystegines. **Natural Product Reports**, v.21, n.2, p.211-223, 2004.
- DRIEMEIER, D.; COLODEL, E.M.; GIMENO, E.J. & BARROS, S.S. Lysosomal storage disease caused by *Sida carpinifolia* poisoning in goats. **Veterinary Pathology**, v.37, p.153-159, 2000.
- ERDTMAN, G. **Pollen morphology and plant taxonomy: Angiosperms**. New York: Hafner Publishing Company, p.127-129, 1971.
- FIGUEIREDO, J.A.; ANDRADE JUNIOR, V.C.; PEREIRA, R.C.; RIBEIRO, K.G.; VIANA, D.J.S. & NEIVA, I.P. Avaliação de silagens de ramas de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v.30, p.708-712, 2012.
- FISHER, P.J.; PETRINI, O. & LAPPIN SCOTT, H.M. The distribution of some fungal and bacterial endophytes in maize (*Zea mays* L.). **New Phytologist**, v.122, p.299-305, 1992.
- FURLAN, F.H.; COLODEL, E.M.; LEMOS, R.A.A.; CASTRO, M.B.; MENDONÇA, F.S. & RIET-CORREA, F. Poisonous Plants Affecting Cattle in Central-Western Brazil. **International Journal of Poisonous Plant Research**, v.2, p.1-13, 2012.
- GLEW, R.H.; BASU, A.; PRENCE, E.M. & REMALEY, A.T. Lysosomal storage diseases. **Laboratory Investigation**, v.53, p.250-269, 1985.
- GUEDES, K.M.R.; RIET-CORREA, F.; DANTAS, A.F.M.; SIMÕES, S.V.D.; MIRANDA NETO,

E.G.; NOBRE, V.M.T. & MEDEIROS, R.M.T. Doenças do sistema nervoso central em caprinos e ovinos no semi-árido. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.27, n.1, p.29-38, 2007.

HAASE, R. Seasonal growth of algodão-bravo (*Ipomoea carnea* spp. *fistulosa*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.159-163, 1999.

HALLIER, H.J.G. Versuch einer natürlichen gliederung der Convolvulaceae. **Botanical Journal Arboretum**, v.16, p.479-591, 1893.

HARAGUCHI, M.; GÓRNIAK, S.L.; IKEDA, K.; MINAMI, Y.; KATO, A.; WATSON, A.A.; NASH, R.J.; MOLYNEUX, R.J. & ASANO, N. Alkaloidal components in the poisonous plant *Ipomoea carnea* (Convolvulaceae). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, p.4995-5000, 2003.

HEYWOOD, V.H. **Flowering Plants of the world**. Oxford: Oxford University Press, 335p, 1993.

HUEZA, I.M.; GUERRA, J.L.; HARAGUCHI, M.; ASANO, N. & GÓRNIAK, S.L. The role of alkaloids in *Ipomoea carnea* toxicosis: A study in rats. **Experimental and Toxicologic Pathology**, v.57, p.53–58, 2005.

HUEZA, I.M.; GUERRA, J.L.; HARAGUCHI, M.; GARDNER, D.R.; ASANO, N.; IKEDA, K. & GÓRNIAK, S.L. Assessment of the perinatal effects of maternal ingestion of *Ipomoea carnea* in rats. **Experimental and Toxicologic Pathology**, v.58, n.6, p.439-446, 2007.

JOLLY, R.D. & WALKLEY, S.U. Lysosomal storage diseases of animals: an essay in comparative pathology. **Veterinary Pathology**, v.34, p.527-548, 1997.

KAUL, S.; GUPTA, S.; AHMED, M. & DHAR, M.K. Endophytic fungi from medicinal plants: a treasure hunt for bioactive metabolites. **Phytochemistry Reviews**, v.11, p.487–505, 2012.

KHARWAR, R.N.; MISHRA, A.; GOND, S.K.; STIERLE, A. & STIERLE, D. Anticancer compounds derived from fungal endophytes: their importance and future challenges. **Natural Product Reports**, v.28, p.1208–1228, 2011.

KISSMAN, K.G. & GROTH, D. **Plantas Infestantes e Nocivas**. São Paulo: Basf, Tomo II, 798p., 1992.

KUMAR, D.S.S. & HYDE, K.D. Biodiversity and tissue-recurrence of endophytic fungi in

*Tripterygium wilfordii*. **Fungal Diversity**, v.17, p.69-90, 2004.

LANE, M.A.; RALPHS, M.H.; OLSEN, J.D.; PROVENZA, F.D. & PFISTER, J.A. Conditioned taste aversion: potential for reducing cattle loss to larkspur. **Journal of Range Management**, v.43, p.127-131, 1990.

LEITÃO FILHO, H.F.; BACCHI, O. & ARANHA, C. **Plantas invasoras de culturas no Estado de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, vol.1. 1972.

LILLELUND, V.H.; JENSEN, H.H.; LIANG, X. & BOLS, M. Recent developments of transition-state analogue glycosidase inhibitors of non-natural product origin. **Chemical Reviews**, v.102, n.2, p.515–553, 2002.

LORENZI, H. **Plantas Daninhas do Brasil: Terrestres, Aquáticas, Parasitas, Tóxicas e Medicinais**. Nova Odessa: Plantarum, 1991.

LORETTI, A.P.; COLODEL, E.M.; GIMENO, E.J. & DRIEMEIER, D. Lysosomal storage disease in *Sida carpinifolia* toxicosis: an induced mannosidosis in horses. **Equine Veterinary Journal**, v.35, p.434-438, 2003.

LUCIOLI, J.; FURLAN, F.H.; MEZAROBA, S.; TRAVERSO, S.D. & GAVA, A. Intoxicação espontânea e experimental por *Eupatorium tremulum* (Asteraceae) em bovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.27, n.10, p.442-445, 2007.

MACHADO, I.C. & MELHEM, T.S. Morfologia polínica de *Ipomoea hederifolia* L. e *I. quamoclit* L. (Convolvulaceae). **Hoehnea**, v.14, p.25-30, 1987.

MAIA, D.C. & FIGUEIREDO, N. O gênero *Ipomoea* L. (Convolvulaceae) na Ilha de São Luís, MA. **Flora do Estado do Maranhão**, v.1, p.1-104, 1992.

MARÇAL, W.S. Aspectos clinico-epidemiológicos da toxidez da samambaia em bovinos. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, v.5, n.2 e 3, p.61-69, 2002.

MARÇAL, W.S.; GASTEL, L.; REICHERT NETTO, N.C. & MONTEIRO, F.A. Ocorrência de intoxicação aguda em bovinos pela samambaia (*Pteridium aquilinum*, L. Kuhn) no norte do Paraná-Brasil. **Ciências Agrárias**, v.22, n.2, p.139-144, 2001.

MEDEIROS, R.M.T.; SIMÕES, S.V.D.; TABOSA, I.M.; NÓBREGA, W.D. & RIET-CORREA, F.

Bovine atypical interstitial pneumonia associated with the ingestion of damaged sweet potatoes (*Ipomoea batatas*) in northeastern Brazil. **Veterinary and Human Toxicology**, v.43, n.4, p.205-207, 2001.

MEISSNER, C.F. Convolvulaceae. In: MARTIUS, C.P.F. & EICHLER, A.G. **Flora Brasiliensis**, v.7, p.199–370, 1869.

MELO, M.M. & OLIVEIRA, N.J.F. Plantas Tóxicas. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**, v.32, p.7-76, 2000.

MENDONÇA, F.S.; EVÊNCIO-NETO, J.; ESTEVÃO, L.R.M.; ALBUQUERQUE, R.F. & COLODEL, E.M. Spontaneous poisoning by *Ipomoea sericophylla* (Convolvulaceae) in goats at semi-arid region of Pernambuco, Brazil: a case report. **Acta Veterinaria Brunensis**, v.80, n.2, p.235-239, 2011.

MENDONÇA, F.S.; ALBUQUERQUE, R.F.; EVÊNCIO-NETO, J.; FREITAS, S.H.; DÓRIA, R.G. S.; BOABAID, F.M.; DRIEMEIER, D.; GARDNER, D.R.; RIET-CORREA, F. & COLODEL, E.M. Alpha-mannosidosis in goats caused by the swainsonine-containing plant *Ipomoea verbascoidea*. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 24, n.1, p.90-95, 2012.

METCALFE, C.R. & CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Oxford: Oxford University Press, 1500p, 1965.

MOLYNEUX, R.J.; MCKENZIE, R.A.; O’SULLIVAN, B.M. & ELBEIN, A.D. Identification of the glycosidase inhibitors swainsonine and calystegine B2 in Weir vine (*Ipomoea* sp. Q6 [aff. *calobra*]) and correlation with toxicity. **Journal of Natural Products**, v.58, p.878-886, 1995.

MOLYNEUX, R.J.; PAN, Y.T.; GOLDMAN, A.; TEPFER, D.A. & ELBEIN, A.D. Calystegins, a novel class of alkaloid glycosidase inhibitors. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.304, p.81-88, 1993.

NABINGER, C. Sistema de pastoreio e alternativas de manejo de pastagens. In: Ciclo de Palestras em Produção e Manejo de Bovinos de Corte, 7. Canoas, 2002. Ênfase: manejo reprodutivo e sistemas de produção em bovinos de corte. **Anais...** Canoas: Universidade Luterana do Brasil, p.7-60, 2002.

OLIVEIRA, C.A.; BARBOSA, J.D.; DUARTE, M.D.; CERQUEIRA, V.D.; RIET-CORREA, F.;

TORTELLI, F.P. & RIET-CORREA, G. Intoxicação por *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) em caprinos na Ilha do Marajó, Pará. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.29, n.7, p.583-588, 2009.

OLIVEIRA, C.A.; RIET-CORREA, F.; DUTRA, M.D.; CERQUEIRA, D.V.; ARAÚJO, C.V. & RIET-CORREA, G. Sinais clínicos, lesões e alterações produtivas e reprodutivas em caprinos intoxicados por *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) que deixaram de ingerir a planta. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.31, n.11, p.953-960, 2011.

PARKER, W.H. & McCREA, C.T. Bracken (*Pteris aquilina*) poisoning of sheep in the North York Moors. **The Veterinary Record**, v.77, p.861-866, 1965.

PEDROSO, P.M.O.; VON HOHENDORF, R.; OLIVEIRA, L.G.S.; SCHMITZ, M.; CRUZ, C.E.F. & DRIEMEIER, D. *Sida carpinifolia* (Malvaceae) poisoning in fallow deer (*Dama dama*). **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v.40, p.583-585, 2009.

PEDROSO, P.M.O.; COLODEL, E.M.; SEITZ, A.L.; CORREA, G.L.F.; SOARES, M.P. & DRIEMEIER, D. Pathological findings in fetuses of goats and cattle poisoned by *Sida carpinifolia* (Malvaceae). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.32, n.3, p.227-230, 2012.

PEREIRA, J.R.P. & SILVA, W. Controle de plantas daninhas em pastagens. Instrução técnica para o produtor de leite. **EMBRAPA**, Juiz de Fora, 2000.

PESSOA, C.R.M.; MEDEIROS, R.M.T. & RIET-CORREA, F. Importância econômica, epidemiologia e controle das intoxicações por plantas no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.33, n.6, p.752-758, 2013.

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. Aversão alimentar condicionada no controle de surtos de intoxicações por *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* e *Turbina cordata*. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.32, n.8, p.707-714, 2012.

PORRAS-ALFARO, A. & BAYMAN, P. Hidden fungi, emergent properties: endophytes and microbiomes. **Annual Review of Phytopathology**, v.49, p.291-315, 2011.

PROVENZA, F.D. Acquired aversions as the basis for varied diets of ruminants foraging on rangelands. **Journal Animal Science**, v.74 p.2010-2020, 1996.

QIN, S.; YUAN, B.; ZHANG, Y.J.; BIAN, G.K.; TAMURA, T.; SUN, B.Z.; LI, W.J. & JIANG, J.H. *Nocardioides panzhuhuaensis* sp. nov., a novel endophytic actinomycete isolated from medicinal plant *Jatropha curcas* L. **Antonie Van Leeuwenhoek**, v.102, n.2, p.353–360, 2012.

RALPHS, M.H. & OLSEN, J.D. Conditioned food aversion: a management tool to prevent livestock poisoning. In: GARLAND, T. & BARR, A.C. **Toxic Plants and Other Natural Toxicants**. New York: CAB International, p.227-232, 1998.

RIET-CORREA, F. & MEDEIROS, R.M.T. Intoxicações por plantas em ruminantes no Brasil e no Uruguai: importância econômica, controle e riscos para a saúde pública. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.21, p.38-42, 2001.

RIET-CORREA, F.; PFISTER, J.; SCHILD, A.L.; MEDEIROS, R.M.; DANTAS, A.F.M. **Poisonings by Plants, Mycotoxins and Related Substances in Brazilian Livestock**. Santa Maria: Pallotti, 246p, 2009.

RODRIGUES, K.F. The foliar endophytes of the Amazonian palm *Euterpe oleracea*. **Mycologia**, v.86, n.3, p.376-385, 1994.

ROSA, B. Influência do uso de herbicidas na recuperação de pastagens de capim braquiarião. **Jornal Propasto Goiás**, v.4, n.1, 2001.

SALLES, Hevila Oliveira. *Papel da lectina de folhas de Ipomoea asarifolia R. et Schult na toxicidade a animais e seu envolvimento no mecanismo de defesa da planta*. 2008. 129f. Tese de Doutorado - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

SANTAMARÍA, J. & BAYMAN, P. Fungal epiphytes and endophytes of coffee leaves (*Coffea arabica*). **Microbial Ecology**, v.50, n.1, p.1-8, 2005.

SCHWARZ, A.; GÓRNIK, S.L.; BERNARDI, M.M.; DAGLI, M.L. & SPINOSA, H.S. Effects of *Ipomoea carnea* aqueous fraction intake by dams during pregnancy on the physical and neurobehavioral development of rat offspring. **Neurotoxicology and Teratology**, v.25, n.5, p.615-626, 2003.

SEITZ, A.L.; COLODEL, E.M.; BARROS, S.S. & DRIEMEIER, D. Intoxicação experimental por *Sida carpinifolia* (Malvaceae) em ovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.25, n.1, p.15-20, 2005a.

SEITZ, A.L.; COLODEL, E.M.; SCHMITZ, M.; GIMENO, E.J. & DRIEMEIER, D. Use of lectin histochemistry to diagnose *Sida carpinifolia* (Malvaceae) poisoning in sheep. **Veterinary Record**, v.156, p.386-388, 2005b.

SHIMIZU, M. Endophytic Actinomycetes: Biocontrol Agents and Growth Promoters. In: MAHESHWARI, D.K. **Bacteria in Agrobiolgy: Plant Growth Responses**. Alemanha: Springer, p.201–220, 2011.

SILVA, A.A.; WERLANG, R.C. & FERREIRA, L.R. Controle de plantas daninhas em pastagens. In: Simpósio Sobre Manejo Estratégico da Pastagem, 1. Viçosa, 2002. **Anais...** Viçosa: SBZ, p.273-310, 2002.

SIMÃO-BIANCHINI, Rosângela. *Convolvulaceae da Serra do Cipó Minas Gerais, Brasil*. 1991. 260f. Dissertação de Mestrado - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

SIMÃO-BIANCHINI, R. Convolvulaceae. In: STANNARD, B.L. **Flora of Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia**. Kew, UK: Royal Botanic Garden, 1995.

SIMÃO-BIANCHINI, Rosângela. *Ipomoea L. (Convolvulaceae) no Sudeste do Brasil*. 1998. 476f. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

SIMÃO-BIANCHINI, R. Distribuição das espécies de Convolvulaceae na caatinga. In: SAMPAIO, E.V.S.B.; GIULIETTI, A.M.; VIRGÍNIO, J. & GAMARRARROJAS, C.F.L. **Vegetação e flora da caatinga**. Recife: APNE e CNIP, p.133-136, 2002.

SIMÃO-BIANCHINI, R. & PIRANI, J.R. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Convolvulaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v.16, p.125–149, 1997.

STANDLEY, P.C. & WILLIAMS, L.O. Convolvulaceae. In: Flora of Guatemala. **Fieldiana: Botany**, v.24, p.4-85, 1970.

STAPLES, G.W. **Convolvulaceae Unlimited**. 2012. Disponível em: <<http://convolvulaceae.myspecies.info/>>. Acesso em: 10 de Dezembro de 2017.

STEFANOVIC, S.; KRUEGER, L. & OLMSTEAD, R.G. Monophyly of the Convolvulaceae and circumscription of their major lineages based on DNA sequences of multiple chloroplast loci. **American Journal of Botany**, v.89, p.1510–1522, 2002.

STEFANOVIC, S.; AUSTIN, D.F. & OLMSTEAD, R.G. Classification of Convolvulaceae: A Phylogenetic Approach. **Systematic Botany**, v.28, n.4, p.791-806, 2003.

TEPFER, D.; GOLDMANN, A.; FLEURY, V.; MAILLE, M.; MESSAGE, B.; PAMBOUKDJIAN, N.; BOIVIN, C.; DÉNARIÉ, J.; ROSENBERG, C.; LALLEMAND, J.Y.; DESCOINS, C.; CHARPIN, I. & AMARGER, N. Calystegins, nutritional mediators in plant-microbe interactions. In: PALACIOS, R. & VERMA, D. **Molecular Genetics of Plant-Microbe Interactions**. St. Paul: APS Press, 1988.

TIRKEY, K.; YADAVA, K.P. & MANDAL, T.K. Effect of aqueous extract of *Ipomoea carnea* on the haematological and biochemical parameters in goats. **Indian Journal of Animal Science**, v.57, p.1019-1023, 1987.

TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER, J. & CANELLA, C.F.C. Estudo experimental sobre a toxidez do “canudo” (*Ipomoea fistulosa* Mart.) em ruminantes. **Arquivos do Instituto de Biologia Animal**, v.3, p.59-71, 1960.

TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER, J. & SILVA, M.F. **Plantas Tóxicas da Amazônia a Bovinos e outros Herbívoros**. Manaus: INPA, 1979.

TOKARNIA, C.H.; DOBEREINER, J. & PEIXOTO, P.V. **Plantas tóxicas do Brasil**. Rio de Janeiro: Helianthus, 2000.

TOKARNIA, C.H.; BARBOSA, J.D.; OLIVEIRA, C.M.C.; FARIAS BRITO, M.; OLIVEIRA, R.B. & BARBAS, L.A.L. Aspectos epidemiológicos e clínico-patológicos 70 comparados da intoxicação por *Arrabidaea bilabiata* (Bignoniaceae) em búfalos e bovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.24, n.2, p.74-79, 2004.

TOKARNIA, C.H.; BRITO, M.F.; BARBOSA, J.D.; PEIXOTO, P.V. & DÖBEREINER, J. **Plantas Tóxicas do Brasil para Animais de Produção**. Rio de Janeiro: Helianthus, 2012.

TORTELLI, P.F.; BARBOSA, J.D.; OLIVEIRA, C.M.C.; DUARTE, M.D.; CERQUEIRA, V.D.; OLIVEIRA, C.A.; RIET-CORREA, F. & RIET-CORREA, G. Intoxicação por *Ipomoea asarifolia* em ovinos e bovinos na Ilha de Marajó. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.28, n.12, p.622-626, 2008.

WATSON, A.A.; FLEET, G.W.J.; ASANO, N.; MOLYNEUX, R.J. & NASH, R.J.

Polyhydroxylated alkaloids – natural occurrence and therapeutic applications. **Phytochemistry**, v.56, p.265-295, 2001.

ZHANG, H.W.; SONG, Y.C. & TAN, R.X. Biology and chemistry of endophytes. **Natural Product Reports**, v.23, p.753–771, 2006.

#### 4. ARTIGO CIENTÍFICO

- Artigo formatado segundo as normas da revista *Pesquisa Veterinária Brasileira*.

##### 4.1. Detecção de swainsonina e calisteginas em espécies de Convolvulaceae no semiárido de Pernambuco

Silveira M.M., Silva Filho G.B., Chaves H.A., Aires L.D.A., Braga T.C., Gardner D.R., Cook D., Buril M.T. & Mendonça F.S. 2018. **[Detection of swainsonine and calystegines in Convolvulaceae species from the semiarid region of Pernambuco.]** Detecção de swainsonina e calisteginas em espécies de Convolvulaceae no semiárido de Pernambuco. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 00(0):00-00. Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE 52171-900, Brazil. E-mail: [fabio.mendonca@pq.cnpq.br](mailto:fabio.mendonca@pq.cnpq.br)

## Detecção de swainsonina e calisteginas em espécies de Convolvulaceae no semiárido de Pernambuco<sup>1</sup>

Marcelo M. Silveira<sup>2</sup>, Givaldo B. da Silva Filho<sup>3</sup>, Hisadora A. S. Chaves<sup>3</sup>, Lorena D. A. Aires<sup>3</sup>, Thaiza C. Braga<sup>3</sup>, Dale R. Gardner<sup>4</sup>, Daniel Cook<sup>4</sup>, Maria T. Buri<sup>5</sup> e Fábio S. Mendonça<sup>3\*</sup>

**ABSTRACT.** – Silveira M.M., Silva Filho G.B., Chaves H.A.S., Aires L.D.A., Braga T.C., Gardner D.R., Cook D. & Mendonça F.S. 2018. [Detection of swainsonine and calystegines in Convolvulaceae species from the semiarid region of Pernambuco.] *Pesquisa Veterinária Brasileira* 00(0):00-00. Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE 52171-900, Brazil. E-mail: [fabio.mendonca@pq.cnpq.br](mailto:fabio.mendonca@pq.cnpq.br)

Numerous plant species worldwide including some *Ipomoea* (Convolvulaceae) and *Sida* (Malvaceae) species in Brazil cause lysosomal storage disease in herbivores and are known to contain swainsonine and calystegines as the main toxic principles. The aim of this work was to determinate the swainsonine and calystegines concentration in species of Convolvulaceae from the semiarid region of Pernambuco. Seven municipalities in the Moxotó Region were visited and nine species were collected and screened for the presence of swainsonine and calystegines using an HPLC-APCI-MS method. The presence and concentration of these alkaloids in the same and different species were very variable. Seven species are newly reported here containing swainsonine and/or calystegines. *Ipomoea subincana* contained just swainsonine. *Ipomoea megapotamica*, *I. rosea* and *Jacquemontia corymbulosa* contained swainsonine and calystegines. *Ipomoea sericosepala*, *I. brasiliana*, *I. nil*, *I. bahiensis* and *I. incarnata* contained just calystegines. The discovery of six *Ipomoea* species and one *Jacquemontia* species containing toxic polyhydroxy alkaloids reinforces the importance of this group of poisonous plants to ruminant and horses in the Brazilian semiarid region. Epidemiological surveys should be conducted to investigate the occurrence of lysosomal storage disease associated to these new species.

INDEX TERMS: alkaloids, lysosomal storage disease, poisonous plants, herbivores.

**RESUMO.-** Numerosas espécies de plantas em todo o mundo, incluindo algumas espécies de *Ipomoea* (Convolvulaceae) e *Sida* (Malvaceae) no Brasil, causam doença de armazenamento lisossomal em herbívoros e são conhecidas por conterem swainsonina e calisteginas como princípios tóxicos. O objetivo deste trabalho foi determinar a concentração de swainsonina e calisteginas em espécies de Convolvulaceae da região semiárida de Pernambuco. Sete municípios na região do Sertão do Moxotó foram visitados, onde foram coletadas amostras das folhas de nove espécies de Convolvulaceae para avaliação da presença de swainsonina e calisteginas utilizando-se cromatografia líquida com espectrometria de massa. A presença e concentração destes alcalóides nas folhas dentre as espécies foram muito variáveis. Seis novas espécies de *Ipomoea* e uma espécie de *Jacquemontia* contendo swainsonina e/ou calisteginas são relatadas nesse estudo. *Ipomoea subincana* continha apenas swainsonina. *Ipomoea megapotamica*, *I. rosea* e *Jacquemontia corymbulosa* continham swainsonina e calisteginas. *Ipomoea sericosepala*, *I. brasiliana*, *I. nil*, *I. bahiensis* e *I. incarnata* continham apenas calisteginas. A descoberta de novas espécies de *Ipomoea* e *Jacquemontia* contendo alcalóides polihidroxílicos tóxicos reforçam a importância

<sup>1</sup>Recebido em .....

Aceito para publicação em .....

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária. Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE 52171-900, Brasil.

<sup>3</sup>Laboratório de Diagnóstico Animal (LDA), Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal (DMFA), UFRPE. Rua Dom Manuel Medeiros s/n, Dois Irmãos, Recife, PE 52171-900, Brasil. \*Autor para correspondência: [fabio.mendonca@pq.cnpq.br](mailto:fabio.mendonca@pq.cnpq.br)

<sup>4</sup>Poisonous Plant Research Laboratory, Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture, 1150 E. 1400 N., Logan, UT 84341, USA.

<sup>5</sup>Departamento de Biologia (DB), UFRPE. Rua Dom Manuel Medeiros s/n, Dois Irmãos, Recife, PE 52171-900, Brasil.

deste grupo de plantas tóxicas para ruminantes e equinos na região semiárida brasileira. Pesquisas epidemiológicas devem ser realizadas para investigar a ocorrência de doença de depósito lisossomal associada a essas novas espécies.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: alcaloides, doença de depósito lisossomal, plantas tóxicas, herbívoros.

## INTRODUÇÃO

As plantas que contêm swainsonina compreendem um grupo de várias ervas daninhas tóxicas que prejudicam o desenvolvimento das pastagens e da pecuária em todo o mundo. Essas plantas pertencem a três gêneros da família Fabaceae (*Astragalus*, *Oxytropis* e *Swainsona*) (Burrows & Tyril 2012, Cook et al. 2009, Cook et al. 2014) um gênero da família Convolvulaceae (*Ipomoea*) e um gênero de família Malvaceae (*Sida*) (Oliveira Júnior et al. 2013) e estão distribuídas principalmente nos Estados Unidos, Canadá, México, Brasil, Rússia, Espanha, Irlanda, Marrocos, Egito, Austrália e China (Jung et al. 2011, Cook et al. 2014, Oliveira Júnior et al. 2013).

A swainsonina é um polihidroxi-alcaloide, potente inibidor da  $\alpha$ -manosidase lisossomal e da  $\alpha$ -manosidase II do aparelho de Golgi de neurônios e células epiteliais. Algumas calisteginas são potentes inibidores de glicosidases e sugere-se que elas interrompem as glicosidases intestinais, a função lisossômica e o processamento de glicoproteínas causando disfunção enzimática e a acumulação de oligossacarídeos complexos em lisossomos (Colegate et al. 1979, Dorling et al. 1980, Stegelmeier et al. 2008). Pesquisas recentes demonstraram que o swainsonina é um metabólito secundário derivado de fungos-endofíticos e que portanto, não é produzida pela planta hospedeira. A presença de fungos endofíticos foi demonstrada em espécies de *Astragalus*, *Oxytropis*, *Swainsona* e *Ipomoea* (Braun et al. 2003, Pryor et al. 2009, Hao et al. 2012, Cook et al. 2014). No entanto, sugere-se que as calisteginas sejam metabolitos secundários resultantes das plantas porque em estudos anteriores foi demonstrado que essas toxinas permanecem presentes mesmo em plantas derivadas de sementes tratadas com fungicidas (Cook et al. 2013).

Os sinais clínicos apresentados por ruminantes e equinos que consomem plantas que contêm swainsonina e calisteginas consistem principalmente em distúrbios neurológicos, embora alterações endócrinas e reprodutivas também possam ocorrer (Oliveira et al. 2011, Tokarnia et al. 2012). As alterações neurológicas observadas são principalmente de origem cerebelar; evidenciadas pela perda do equilíbrio, seguida de quedas quando os animais são estressados, ataxia, hipermetria, dismetria, nistagmo, marcha lateral e tremores de cabeça e pescoço. Após sofrerem quedas, os animais têm dificuldade em se levantar e podem apresentar espasticidade dos membros pélvicos. Outras alterações, tais como sonolência, emagrecimento progressivo, pelos arrepiados, opacos e quebradiços também podem ser observados (Tokarnia et al. 2012, Mendonça et al. 2011, Mendonça et al. 2012, Lima et al. 2013, Oliveira Júnior et al. 2013, Rocha et al. 2016).

A família Convolvulaceae Juss. possui larga distribuição mundial, compreende 60 gêneros e cerca de 1.900 espécies, sendo que os gêneros *Ipomoea* L e *Jacquemontia* Choisy são os mais representativos, com a maioria de suas espécies endêmicas no Brasil (Staples 2012, Bianchini & Ferreira 2013, Buriel et al. 2015). Durante investigações epidemiológicas sobre as causas de doenças neurológicas de ruminantes, sobretudo de caprinos no semiárido de Pernambuco, nosso grupo de pesquisa tem observado vários surtos de doença de depósito lisossomal que estão associados à ocorrência de várias espécies de *Ipomoea* que vegetam, por muitas vezes combinadas, algumas das quais reconhecidamente tóxicas com outras espécies cujo status sobre sua toxicidade é desconhecido. Por esse motivo, o objetivo deste trabalho foi determinar a concentração de swainsonina e calisteginas em espécies de Convolvulaceae provenientes do Sertão do Moxotó, região semiárida do Estado de Pernambuco.

## MATERIAL E MÉTODOS

Esse estudo foi realizado na microrregião do Sertão do Moxotó, Estado de Pernambuco (Fig.4), nos Municípios de Arcoverde, Sertânia, Betânia, Ibimirim, Custódia, Inajá e Manari. O clima predominante nos nesses Municípios é o semiárido, com temperaturas elevadas e chuvas escassas e mal distribuídas. A vegetação característica é a caatinga (IBGE 2010). O estudo foi realizado durante o período chuvoso do ano de 2017 na região, que se estende de março a junho e para determinar a ocorrência de espécies de Convolvulaceae que contém alcaloides tóxicos, as rodovias principais de acesso aos Municípios e as estradas vicinais com acesso às fazendas e aos lajedos, foram percorridas de carro, com velocidade média de 30 km/h perfazendo um trajeto mínimo de 100 km e máximo de 200 km em cada Município. As espécies de Convolvulacea observadas durante os trajetos foram coletadas para identificação botânica e depositadas no Herbário Vasconcelos Sobrinho da Universidade Federal Rural de Pernambuco(UFRPE). Amostras contendo 500g das folhas de cada espécie foram coletadas, secas à sombra, trituradas, misturadas para constituir um pool de amostras e analisadas por cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massa, de acordo com os procedimentos descritos por Gardner et al. (2001). Nesse estudo optou-se por não coletar a espécie *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa*.

Para detecção dos princípios ativos, amostras (100 mg) do material vegetal dissecado foram utilizadas para obtenção de extrato e posterior análise da presença da swainsonina pelo isolamento em resina de permuta iônica. O extrato aquoso obtido foi então analisado por cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massa usando uma bomba de solvente binário HP 1100, um amostrador automático, uma coluna de HPLC de fase reversa Betasil C18 (100 × 2 mm) e um espectrômetro de massa- Finnigan LCQ.

A swainsonina foi eluída utilizando uma mistura isocrática de 5% de metanol em acetato de amônio 20 mM a uma taxa de fluxo de 0,5 mL/min. O tamanho da injeção de amostra foi de 20 µL. A ionização foi conseguida usando uma fonte de ionização química de pressão atmosférica (APCI) com uma temperatura de vaporização de 450 °C e corrente de descarga corona de 5 µA. O espectrômetro de massa foi executado em um modo MS/MS, examinando os íons dos produtos em uma faixa de massa de 70-300 amu após a fragmentação da molécula protonada de swainsonina usando uma configuração relativa de energia de colisão relativa de 25%.

A área do pico de swainsonina foi medida a partir do cromatograma iônico reconstruído (m/z 156) e a quantificação foi baseada em um padrão de calibração externo. A presença de Swainsonina foi verificada através de cromatografia gasosa - espectrometria de massa (GC/MS) depois de uma porção do extracto aquoso ser seco e o resíduo derivado por adição de N,O-bis (trimetilsilil) trifluoroacetamida (BSTFA) e piridina para converter a swainsonine ao seu derivado de éter de timesilil éter. A análise de GC/MS foi realizada usando um sistema GC/MS de termo eletrônico instalado com uma coluna capilar Agilent DB-5MS (30 m × 0,25 mm). O hélio foi utilizado como gás transportador a uma taxa de fluxo constante de 1,5 mL/min. As amostras (2,0 µL) foram injetadas usando um injetor split/splitless com uma temperatura do injetor de 250 °C. A temperatura da coluna foi programada a 120°C durante 1 min, aumentada de 120 a 200°C a 5°C/min e de 200 a 300°C a 20°C/min e depois mantida a 300° C durante 8 min. A presença de calisteginas foi determinada utilizando os mesmos dados GC/MS usados para verificar a presença de swainsonina.

Os pontos de coleta foram georreferenciados utilizando-se um GPS (Sistema de Posicionamento Global), as plantas foram fotografadas e os dados sobre a ocorrência das mesmas foram comparados com os índices pluviométricos de cada Município, segundo os dados do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA).

## RESULTADOS

Nos Municípios que compreendem o Sertão do Moxotó foram encontradas 8 espécies de *Ipomoeas* e uma espécie de *Jacquemontia* (Fig. 4) contendo concentrações bastante variáveis de swainsonina e calisteginas (Quadro 1). Em Sertânia foi encontrada a maior variedade de espécies; 7 no total. Nesse Município a média pluviométrica nos três últimos meses que antecederam a coleta das plantas foi de 36,6mm e a média pluviométrica anual foi de 34mm, com índices mais significantes de chuvas ocorrendo entre os meses de março e julho. As espécies

observadas com maior frequência e em maiores quantidades foram *I. sericosepala*, que continham somente calisteginas (B1 0.013%, B2 <0.001% e C1 0.002%) e *I. brasiliana*, que também continham somente calisteginas (B1 0.019%, B2 0.005% e C1 0.031%). Outras duas espécies também foram observadas com frequência, porém uma continha tanto swainsonina quanto calisteginas em sua composição; identificada como *I. megapotamica* (swainsonina 0.016%, calisteginas B1 0.024%, B2 0.001%, B3 0.002% e C1 0.003%) e a outra, identificada como *I. subincana* continha apenas swainsonina, na concentração de 0.011%. *Ipomoea sericosepala* e *I. brasiliana* foram observadas tanto nas rodovias principais de acesso aos Municípios quanto nas estradas vicinais, recobrimo cercas das fazendas e na maioria dos lajedos visitados. Nos locais de coleta se observavam inúmeras brotações, além de indivíduos adultos, bem desenvolvidos com até de 2,5m de altura e massa foliar abundante. Nos lajedos, local onde habitualmente caprinos e ovinos se reúnem para pastar, era comum observar esses animais ingerindo três ou quatro espécies de *Ipomoea* que vegetavam simultaneamente, umas recobrimo as outras (Fig. 2). Nessa situação se podia observar principalmente *I. sericosepala*, *I. brasiliana*, *I. megapotamica* e *I. subincana*. As demais espécies de *Ipomoea* não eram tão abundantes e só foram observadas ocasionalmente, porém continham concentrações de swainsonina ou calisteginas.

Em Manari foram observadas 3 espécies de *Ipomoea* e uma espécie de *Jacquemontia*. Nesse município a média pluviométrica nos três últimos meses que antecederam a coleta das plantas foi de 81,3mm e a média pluviométrica anual foi de 67,5mm, com índices mais significantes de chuvas ocorrendo entre os meses de abril até agosto (Fig. 3). A principal espécie observada foi *I. sericosepala*. A concentração média de swainsonina nessa espécie foi 0.011% e a concentração de calisteginas B1, B2, B3 e C1 foi 0.012%, 0.001%, 0.002% e 0.003% respectivamente. *Ipomoea bahiensis* foi a segunda espécie mais frequentemente observada, porém as análises identificaram apenas calisteginas B2 (0.061%) e C1 (0.002%) na composição dessa planta. *Jacquemontia corymbulosa* foi a terceira espécie mais frequentemente observada tanto nas estradas quanto próximas às cercas das fazendas formando uma massa foliar abundante, por vezes recobrimo áreas extensas de solo e áreas de pastagens. A concentração média tanto de swainsonina quanto de calistegina B2 nessa espécie foi 0.01%. Em *Ipomoea rosea*, não foram detectadas concentrações de alcaloides indolizínicos.

Em Betânia a espécie observada com maior frequência foi *I. sericosepala* e, *I. nil* foi observada com pouca frequência, ocorrendo apenas nas beiras das estradas principais desse município. A média pluviométrica no período que antecedeu a coleta foi de 73,7mm com índices pluviométricos mais intensos entre março e abril. A concentração de swainsonina em *I. sericosepala* foi 0.012% e 0.013%, 0.001 e <0.002 de calisteginas B1, B2 e C1 respectivamente. Já em *I. nil* só se detectaram calisteginas B1, B2 e C1, com concentrações médias de 0.003%, 0.007% e 0.001% respectivamente. Em Custódia e Ibimirim só foram observadas duas espécies de *Ipomoea*, uma em cada município. A média pluviométrica em Custódia no período que antecedeu a coleta foi de 73,8mm com índices pluviométricos mais intensos entre maio e julho; já em Ibimirim a média pluviométrica foi 61,4mm com períodos de chuvas mais intensos entre março e maio. Em Custódia só foi observada a ocorrência de *I. nil* e nessa espécie não foi detectada presença de alcaloides indolizínicos. Já em *I. rosea*, coletada no município de Ibimirim a concentração de swainsonina foi 0.07% e 0.001%, 0.003 e <0.001 de calisteginas B1, B2 e C1 respectivamente. Em ambos os municípios a quantidade observada dessas plantas foi pouco expressiva e a observação foi ocasional.

Em Custódia e Arcoverde só foi observada a ocorrência de *I. nil*. Apenas se detectaram calisteginas B1, B2 e C1 nos espécimes coletados em Arcoverde, nas concentrações de 0.002%, 0.008% e 0.001%. Em Inajá, só se observou *I. brasiliana* que continha apenas calisteginas B2 (<0.001) e C1 (0.001). A média pluviométrica no período que antecedeu a coleta foi de 117,4mm com índices pluviométricos mais intensos entre abril e maio. Em Arcoverde a média pluviométrica no período que antecedeu a coleta foi de 73,8mm com índices pluviométricos mais intensos entre maio e julho. Em Inajá a média foi de 35mm, com índices pluviométricos abaixo da média em comparação com os demais municípios.



Fig. 1. Detecção de swainsonina e calisteginas em espécies de Convolvulaceae no semiárido de Pernambuco. Espécies de *Ipomoea* em fase de floração durante o período chuvoso de 2017, na região do Sertão do Moxotó. (A) *Ipomoea sericosepala*, (B) *Ipomoea brasiliana*, (C) *Ipomoea megapotamica*, (D) *Ipomoea subincana* e (E) *Ipomoea incarnata* no mês de abril, município de Sertânia. (F) *Ipomoea bahiensis*, no mês de maio, município de Manari. (G) *Ipomoea nil* no mês de maio, município de Betânia. (H) *Ipomoea rosea*, no mês de junho, município de Manari. (I) *Jacquemontia corymbulosa*, no mês de maio, município de Manari.

Quadro 1. Detecção de swainsonina e calisteginas em espécies de Convolvulaceae no semiárido de Pernambuco.

São apresentados dados relativos ao mês e local de coleta das plantas, além das espécies de Convolvulaceae e concentração de alcaloides indolizidínicos.

Mês da Coleta	Município	Pluviometria Total	Espécie	Swainsonina <sup>b</sup>	Calisteginas			
					B1	B2	B3	C1
Abril	Sertânia	36,6mm	<i>Ipomoea sericosepala</i>	-	0.013	<0.001	-	0.002
			<i>Ipomoea brasiliana</i>	-	0.019	0.005	-	0.031
			<i>Ipomoea subincana</i>	0.011	-	-	-	-
			<i>Ipomoea megapotamica</i>	0.016	0.024	0.001	0.002	0.003
			<i>Ipomoea rosea</i>	0.001	-	-	-	-
			<i>Ipomoea bahiensis</i>	-	-	0.001	-	-
			<i>Ipomoea incarnata</i>	-	0.003	0.022	0.001	0.006
Maio	Betânia	250mm	<i>Ipomoea nil</i>	-	0.003	0.007	-	0.001
Junho	Ibimirim	229mm	<i>Ipomoea sericosepala</i>	0.012	0.013	0.001	-	0.002
			<i>Ipomoea rosea</i>	0.007	0.001	0.003	-	<0.001
Junho	Manari	81,3mm	<i>Ipomoea rosea</i>	-	-	-	-	-
			<i>Jacquemontia corymbulosa</i>	0.001	-	0.001	-	-
			<i>Ipomoea brasiliana</i>	-	0.029	0.014	-	0.052
			<i>Ipomoea bahiensis</i>	-	-	0.061	-	0.002
Julho	Custódia	414mm	<i>Ipomoea sericosepala</i>	0.011	0.012	0.001	0.002	0.003
			<i>Ipomoea nil</i>	-	-	-	-	-
Julho	Inajá	179mm	<i>Ipomoea brasiliana</i>	-	-	<0.001	-	0.001
Julho	Arcoverde	412mm	<i>Ipomoea nil</i>	-	0.002	0.008	-	0.001

<sup>a</sup>Pluviometria total do mês e dos últimos três meses que antecederam a coleta das plantas.

<sup>b</sup>Concentrações de swainsonina iguais ou superiores a 0.001% de matéria seca são consideradas tóxicas para herbívoros (Molyneux et al. 1995).

<sup>c</sup>Espécies em que não foi detectada a presença de swainsonina estão simbolizadas por traço (-).



Fig. 2. Detecção de swainsonina e calisteginas em espécies de Convolvulaceae no semiárido de Pernambuco. Áreas de pastagens de caprinos no Sertão do Moxotó. (A) Pastagem formada principalmente por *Froelichia humboldtiana* e arbustos em fase de brotação de *Ipomoea brasiliana* (setas), Inajá, julho de 2017. (B) Área de caatinga no período chuvoso, com disponibilidade de forragens e, apesar disso, os caprinos apresentam predileção por *Ipomoea sericosepala* e (C) Caprino com predileção por *Ipomoea megapotamica* em detrimento de outras forragens.

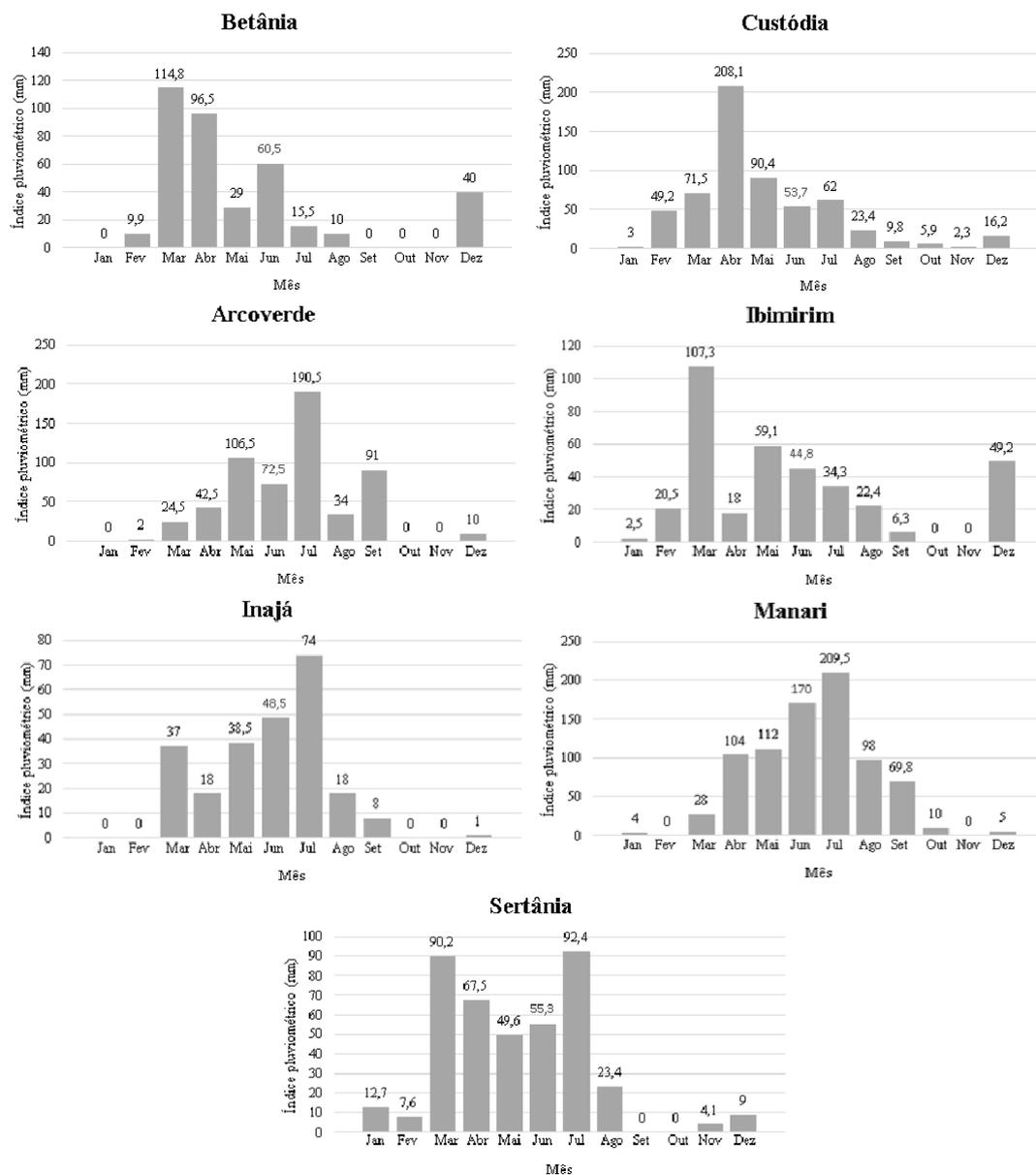


Fig. 3. Detecção de swainsonina e calisteginas em espécies de Convolvulaceae no semiárido de Pernambuco. Índice pluviométrico nos municípios que compreendem o Sertão do Moxotó. Percebe-se que os meses com maior ocorrência de precipitações de chuvas foram março, abril, maio, junho e julho, sendo esse período associado à presença de Convolvulaceae na região estudada e quando casos de doença de depósito lisossomal podem surgir.

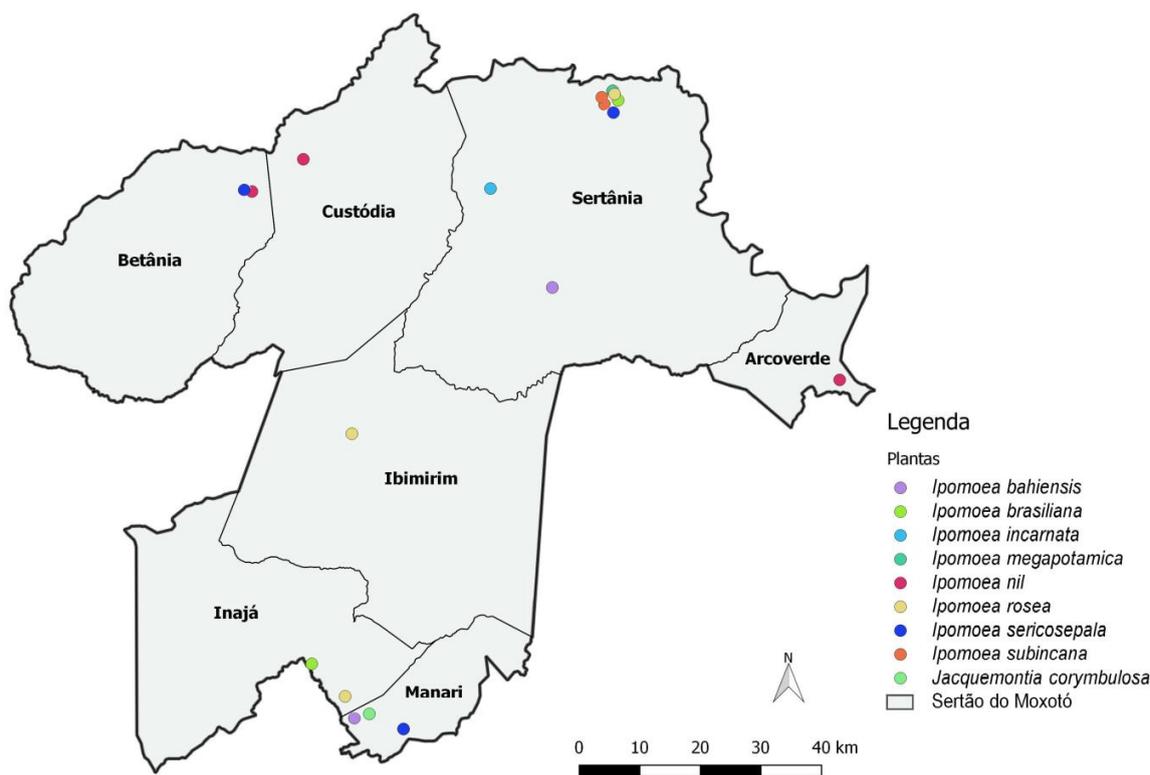


Figura 4. Distribuição das espécies de *Ipomoea* encontradas durante o estudo na região do Sertão do Moxotó/PE. Observa-se que algumas regiões possuem maior variabilidade e predomínio de espécies, justificada pela dependência pluviométrica da região, bem como pela devastação da vegetação da caatinga.

## DISCUSSÃO

Nesse estudo são apresentadas seis novas espécies de *Ipomoea* (*I. subincana*, *I. megapotamica*, *I. rosea*, *I. bahiensis*, *I. incarnata* e *I. nil*) e uma espécie de *Jacquemontia* (*J. corymbulosa*) contendo concentrações tóxicas de swainsonina e/ou calisteginas e que, portanto, devem ser investigadas quanto sua importância como plantas tóxicas de interesse pecuário no semiárido brasileiro, já que essas espécies são endêmicas na caatinga (BFG 2015). As duas espécies encontradas com maior frequência e em maior quantidade nos municípios estudados foram *I. sericosepala* (anteriormente *Turbina cordata*) (Wood et al. 2015) e *I. brasiliana* (anteriormente *I. marcellia* e *I. aff. verbascoidea*) (Simão-Bianchini 2015). *Ipomoea sericosepala* já foi relatada como tóxica para caprinos, bovinos e equinos (Dantas et al. 2007, Assis et al. 2010, Oliveira Junior et al. 2013) e *I. brasiliana* até o momento, só foi relatada como importante para caprinos (Mendonça et al. 2012, Lima et al. 2013). Em estudos anteriores, realizados tanto em *I. sericosepala* quanto em *I. brasiliana* detectaram-se quantidades significantes de swainsonina e calisteginas. Porém nesse estudo, várias amostras dessas duas plantas foram negativas para swainsonina. Isso ocorre porque a concentração de swainsonina varia consideravelmente dentre as espécies, pois a produção dessa toxina é dependente da presença de fungos endofíticos. Já as calisteginas são metabólitos secundários produzidos pelas plantas (Cook et al. 2013).

É importante enfatizar que as espécies aqui apresentadas crescem durante o período de chuvas e

secam no início da seca, após a frutificação, rebrotando novamente no início das chuvas (Barbosa et al. 2006, Mendonça et al. 2011, Mendonça et al. 2012). Por esse motivo, torna-se necessário o estudo dos índices pluviométricos nos municípios, pois precipitações elevadas de chuva podem indicar os meses mais propícios para que ocorram intoxicações por plantas que contêm swainsonina em ruminantes e equinos. Dessa maneira, consideradas as precipitações médias de 2017 no Sertão do Moxotó, os meses mais favoráveis para que ocorram surtos de doença de depósito lisossomal em herbívoros, situam-se entre os meses de março e julho (Figura 3).

Outro aspecto a ser considerado é que várias espécies da família Convolvulaceae não são tóxicas e são importantes forrageiras que podem e devem ser utilizadas na alimentação animal (Cook et al. 2013), principalmente nas condições de manejo do semiárido nordestino, devido à escassez de alimentos que frequentemente ocorre nessa região. Contudo, várias espécies são tóxicas tanto para a ruminantes e equídeos quanto para a vida selvagem (Cook et al. 2013) e, por esse motivo, devem ser estudadas. Dessa maneira, de acordo com os resultados apresentados nesse estudo, *I. subincana*, *I. megapotamica*, *I. rosea* e *Jacquemontia corymbulosa* apresentam alto potencial de toxicidade para herbívoros, pois apresentaram concentrações de swainsonina iguais ou superiores a 0.001% (Molyneux et al. 1995). Porém, a determinação da toxicidade dessas espécies deve ainda ser comprovada experimentalmente. Com relação às espécies que continham apenas calisteginas, tais como *I. bahiensis*, *I. incarnata* e *I. nil*, estudos adicionais devem ser realizados para comprovar a toxicidade desses compostos isoladamente em ruminantes (sem ação simultânea da swainsonina). *In vitro*, as calisteginas são potentes inibidores de hidrolases, mas estudos realizados em ratos apresentaram resultados negativos quanto ao desenvolvimento de doença de depósito lisossomal nessa espécie. Outro aspecto a ser considerado, é que *I. bahiensis*, *I. incarnata* e *I. nil* podem apresentar swainsonina em sua composição à semelhança do que foi observado com *I. sericosepala* e *I. brasiliana* que por vezes apresentaram ou não concentrações de swainsonina.

Considerando nossas observações de campo ao longo dos últimos 10 anos no Sertão do Moxotó sobre intoxicações por plantas em ruminantes, é preciso salientar que, diferentemente do que ocorre com *I. carnea* subsp. *fistulosa*, a maioria das espécies apresentada nesse estudo apresenta boa palatabilidade e constituem umas das escolhas de alimentação por caprinos, inclusive em detrimento de outras forragens. Talvez por esse motivo, somando-se o fato da grande variedade de espécies que contêm swainsonina e/ou calisteginas, as intoxicações por plantas que contêm esses alcaloides sejam tão frequentes no semiárido nordestino se considerados os números de casos relatados. Outro fator que contribui para que ocorram casos de intoxicação é o mecanismo de facilitação social, em que os animais que iniciam a ingestão dessas plantas desenvolvem o hábito de ingeri-las compulsivamente e, por influência, induzem outros animais da mesma espécie a ingeri-las (Tokarnia et al. 1960, Driemeier et al. 2000, Colodel et al. 2002, Dantas et al. 2007, Barbosa et al. 2007, Oliveira et al. 2009, Mendonça et al. 2012).

## CONCLUSÃO

A descoberta de novas espécies de *Ipomoea* e *Jacquemontia* contendo alcaloides polihidroxílicos tóxicos reforçam a importância deste grupo de plantas tóxicas para ruminantes e equinos na região semiárida brasileira. Pesquisas epidemiológicas devem ser realizadas para investigar a ocorrência de doença de depósito lisossomal associada a essas novas espécies.

**Agradecimentos.-** Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão do apoio financeiro necessário para o desenvolvimento desse estudo (Proc. 471180/2013 e Proc. 309725/2015). A Dra. Rosângela Simão-Bianchini, pesquisadora do Instituto de Botânica de São Paulo, pela colaboração na identificação de algumas espécies de *Ipomoea*.

## REFERÊNCIAS

- Assis T.S., Medeiros R.M.T., Riet-Correa F., Galiza G.J.N., Dantas A.F.M. & Oliveira D.M. 2010. Intoxicações por plantas diagnosticadas em ruminantes e equinos e estimativa das perdas econômicas na Paraíba. *Pesq. Vet. Bras.* 30(1):13-20.
- Barbosa R.C., Riet-Correa F., Medeiros R.M.T., Lima E.F., Barros S.S., Gimeno E.J., 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(4):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(10):409-414.
- Bianchini R.S. & Ferreira P.P.A. 2013. Convolvulaceae. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. [http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/Be\\_mVindoConsultaPublicaConsultar.do](http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/Be_mVindoConsultaPublicaConsultar.do) Acesso em 10 jun. 2013.
- BFG. 2015. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. *Rodriguésia.* 66(4):1085-1113.
- Braun K., Romero J., Liddell C. & Creamer R. 2003. Production of swainsonine by fungal endophytes of locoweeds. *Mycol. Res.* 107:980-988.
- Buril M.T., Simões A.R., Carine M. & Alves M. 2015. *Daustinia*, a replacement name for *Austinia* (Convolvulaceae). *Phytotaxa J.* 197(1):60-60.
- Burrows G.E. & Tyrl R.J. 2012. *Toxic Plants of North America*. 2nd ed. Wiley-Blackwell, Ames, Iowa.
- Colegate S.M., Dorling P.R. & Huxtable C.R. 1979. A spectroscopic investigation of swainsonine: an alpha-mannosidase inhibitor isolated from *Swainsona canescens*. *Aust. J. Chem.* 32(10):2257-2264.
- Colodel E.M., Driemeier D., Loretto A.P., Gimeno E.J., Traverso S.D., Seitz A.L. & Zlotowki P. 2002. Aspectos clínicos e patológicos da intoxicação por *Sida carpinifolia* (Malvaceae) em caprinos no Rio de Grande do Sul. *Pesq. Vet. Bras.* 22:51-57.
- Cook D., Ralphs M.H., Welch K.D. & Stegelmeier B.L. 2009. Locoweeds poisoning in livestock. *Rangelands J.* 31:16-21.
- Cook D., Beaulieu W.T., Mott I.W., Riet-Correa F., Gardner D.R., Grum D., Pfister J.A., Clay K. & Marcolongo-Pereira C. 2013. Production of the alkaloid swainsonine by a fungal endosymbiont of the ascomycete order chaetothyriales in the host *Ipomoea carnea*. *J. Agric. Food Chem.* 61:3797-3803.
- Cook D., Gardner D.R. & Pfister J.A. 2014. Swainsonine-Containing Plants and Their Relationship to Endophytic Fungi. *J. Agric. Food Chem.* 62:7326-7334.
- 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 *Turbinata cordata* in North-eastern Brazil. *Toxicon* 49(1):111-116.
- Driemeier D., Colodel E.M., Gimeno E.J. & Barros S.S. 2000. Lysosomal storage disease caused by *Sida carpinifolia* poisoning in goats. *Vet. Pathol.* 37(2):153-159.
- Dorling P.R., Huxtable C.R. & Colegate S.M. 1980. Inhibition of lysosomal alpha-mannosidase by swainsonine, an indolizidine alkaloid isolated from *Swainsona canescens*. *Biochem. J.* 191(2):649-651.
- Hao L., Chen J.P., Lu W., Ma Y., Zhao B.Y. & Wang J.Y. 2012. Isolation and identification of swainsonine-producing fungi found in locoweeds and their rhizosphere soil. *Afr. J. Microbiol. Res.* 6(23):4959-4969.

- Jung J.K., Lee S.U., Kozubue N., Levin C.E. & Friedman M. 2011. Distribution of phenolic compounds and antioxidative activities in parts of sweet potato (*Ipomoea batata* L.) plants and in home processed roots. *J. Food Comp. Analysis.* 24(1):29-37.
- Lima D.D.C.C., Albuquerque R.F., Rocha B.P., Barros M.E.G., Gardner D.R., Medeiros R.M.T., Riet-Correa F. & Mendonça F.S. 2013. Doença de depósito lisossomal induzida pelo consumo de *Ipomoea verbascoidea* (Convolvulaceae) em caprinos no semiárido de Pernambuco. *Pesq. Vet. Bras.* 33(7):867-872.
- Mendonça F.S., Evêncio-Neto J., Estevão L.R.M., Albuquerque R.F. & Colodel E.M. 2011. Spontaneous poisoning by *Ipomoea sericophylla* (Convolvulaceae) in goats at semi-arid region of Pernambuco, Brazil: a case report. *Acta. Vet. Brno.* 80(2):235-239.
- Mendonça F.S., Albuquerque R.F., Evêncio-Neto J., Freitas S.H., Dória R.G.S., Boabaid F.M., Driemeier D., Gardner D.R., Riet-Correa F. & Colodel E.M. 2012. Alpha-mannosidosis in goats caused by the swainsonine-containing plant *Ipomoea verbascoidea*. *J. Vet. Diagn. Invest.* 24(1):90-95.
- Molyneux R.J., McKenzie R.A., O'Sullivan B.M. & Elbein A.D. 1995. Identification of the glycosidase inhibitors swainsonine and calystegine B2 in Weir vine (*Ipomoea* sp. Q6 [aff. *calobra*]) and correlation with toxicity. *J. Nat. Prod.* 58:878-886.
- Oliveira C.A., Barbosa J.D., Duarte M.D., Cerqueira V.D., Riet-Correa F., Tortelli F.P. & Riet-Correa G. 2009. Intoxicação por *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) em caprinos na Ilha do Marajó, Pará. *Pesq. Vet. Bras.* 29(7):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(11):953-960.
- Oliveira Junior C.A., Riet-Correa G. & Riet-Correa F. 2013. Intoxicação por plantas que contêm swainsonina no Brasil. *Cienc. Rural.* 43(4):653-661.
- Pryor B.M., Creamer R., Shoemaker R.A., McLain-Romero & Hambleton S. 2009. *Undifilum*, a new genus for endophytic *Embellisia oxytropis* and parasitic *Helminthosporium bornmuelleri* on legumes. *Botany.* 87(2):178-194.
- Rocha B.P., Reis M.O., Diemeier D., Cook D., Camargo L.M., Riet-Correa F., Evêncio-Neto J., & Mendonça F.S. 2016. Biópsia hepática como método diagnóstico para intoxicação por plantas que contêm swainsonina. *Pesq. Vet. Bras.* 36(5):373-377.
- Simão-Bianchini R. & Ferreira P.P.A. 2015. *Ipomoea* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.  
Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB17002>> Acesso em ?
- Staples G. 2012. Convolvulaceae - The morning glories and bindweeds. Disponível em <<http://convolvulaceae.myspecies.info/node/9>> Acesso em 17 fev. 2018.
- Stegelmeier B.L., Molyneux R.J., Asano N., Watson A.A. & Nash R.J. 2008. The comparative pathology of the glycosidase inhibitors swainsonine, castanospermine, and calystegines A3, B2, and C1 in mice. *Toxicol. Pathol.* 36(5):651-659.
- Tokarnia C.H., Döbereiner J., & Canella C.F.C. 1960. Estudo experimental sobre a toxidez do "canudo" (*Ipomoea fistula* Mart.) em ruminantes. *Arqs. Inst. Biol. Animal.* 3:59-71.
- Tokarnia C.H., Brito M.F., Barbosa J.D., Peixoto P.V. & Döbereiner J. 2012. Plantas tóxicas do Brasil para animais de produção. 2ª ed. Helianthus, Rio de Janeiro.
- Wood J.R.I., Carine M.A., Harris D., Wilkin P., Williams B. & Scotland R.W. 2015. *Ipomoea* (Convolvulaceae) in Bolivia. *Kew Bulletin.* 70:30-154

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A região do Sertão do Moxotó apresenta um grande potencial para o desenvolvimento de doença de depósito lisossomal em animais de produção. Isso se deve ao fato de a região apresentar uma vegetação composta por plantas que contêm swainsonina, principalmente representada por espécies do gênero *Ipomoea*.

A dependência de ocorrência dos surtos de intoxicação é devido à sazonalidade, correspondendo assim ao fator determinante para o predomínio dessas plantas no campo. Uma característica das plantas que contêm swainsonina é a de que, independente da sua palatabilidade, após ingeridas, essas plantas provocam um hábito compulsivo (vício) nos animais e induzem a outros animais da mesma espécie a ingeri-las. A concentração dos princípios ativos swainsonina e calisteginas apresenta-se variável entre as espécies e depende da presença de fungos endofíticos na produção de metabólitos secundários.

Desta forma, o mapeamento das áreas de ocorrência das plantas para estudo epidemiológico, bem como a detecção de swainsonina nessas plantas, pode ser auxiliar no diagnóstico de doença de depósito lisossomal na região do Sertão do Moxotó. Uma vez endêmicas na região, as espécies de *Ipomoea* que contêm swainsonina constituem um fator predisponente para o surgimento de surtos de intoxicação durante o período chuvoso do ano. Nesse estudo, várias espécies de *Ipomoea* devem ser investigadas quanto ao seu interesse para pecuária, epidemiologia e detecção de seus princípios ativos. Foram descobertas seis novas espécies do gênero (*I. subincana*, *I. megapotamica*, *I. rosea*, *I. bahiensis*, *I. incarnata* e *I. nil*) e uma espécie de *Jacquemontia* (*J. corymbulosa*), todas com concentrações variáveis dos princípios ativos. Essas espécies se distribuem amplamente por toda região do Sertão do Moxotó com predomínio em determinados municípios (Figura 4).

No estudo foi detectado alto potencial de toxicidade para herbívoros nas espécies de *I. subincana*, *I. megapotamica*, *I. rosea* e *Jacquemontia corymbulosa*, pois apresentaram concentrações de swainsonina iguais ou superiores a 0.001%. Porém, estudos ainda precisam ser realizados para verificar experimentalmente sua toxicidade. Espécies como *I. bahiensis*, *I. incarnata* e *I. nil* que continham apenas calisteginas precisam de estudos para comprovar sua real participação do desenvolvimento e estabelecimento da doença de depósito lisossomal. Vale ressaltar que a indisponibilidade de pastagem no semiárido é fator possibilitante para ingestão dessas espécies pelos animais logo após o período chuvoso. Os sinais clínicos só

podem se manifestar através da concentração do princípio tóxico e cronicidade de ingestão da planta.

O surgimento de novas espécies de plantas tóxicas no semiárido de Pernambuco, sobretudo do gênero *Ipomoea*, indicam a sensibilidade e necessidade de estudos para caracterização dessas espécies quanto a sua importância epidemiológica na região e na pecuária brasileira. Sendo assim, uma vez descoberto os princípios tóxicos dessas espécies é possível realizar pesquisas e diagnósticos diferenciais para doença de depósito lisossomal de outras plantas de ação tremorgênica.

## 6. ANEXO

Instruções para Autores – Revista Pesquisa Veterinária Brasileira

**Os trabalhos para submissão devem ser enviados por via eletrônica, através do e-mail**

**<[jurgen.dobereiner@pvb.com.br](mailto:jurgen.dobereiner@pvb.com.br)>**, com os arquivos de texto na versão mais recente do Word e formatados de acordo com o modelo de apresentação disponível no site da revista ([www.pvb.com.br](http://www.pvb.com.br)). Devem constituir-se de resultados de pesquisa ainda não publicados e não considerados para publicação em outrarevista.

**Para abreviar sua tramitação e aceitação, os trabalhos sempre devem ser submetidos conforme as normas de apresentação da revista ([www.pvb.com.br](http://www.pvb.com.br)) e o modelo em Word (PDF no site). Os originais submetidos fora das normas de apresentação, serão devolvidos aos autores para a devida adequação.**

Apesar de não serem aceitas comunicações (*Short communications*) sob forma de “Notas Científicas”, não há limite mínimo do número de páginas do trabalho enviado, que deve, porém, conter pormenores suficientes sobre os experimentos ou a metodologia empregada no estudo. Trabalhos sobre Anestesiologia e Cirurgia serão recebidos para submissão somente os da área de Animais Selvagens.

Embora sejam de responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos, o Conselho Editorial, com a assistência da Assessoria Científica, reserva-se o direito de sugerir ou solicitar modificações aconselháveis ou necessárias. Os trabalhos submetidos são aceitos através da aprovação pelos pares (*peer review*).

**NOTE: Em complementação aos recursos para edição da revista (impresa e online) e distribuição via correio é cobrada taxa de publicação (*page charge*) no valor de R\$ 250,00 por página editorada e impressa, na ocasião do envio da prova final, ao autor paracorrespondência.**

**1. Os trabalhos devem ser organizados, sempre que possível, em Título, ABSTRACT, RESUMO, INTRODUÇÃO, MATERIAL E MÉTODOS, RESULTADOS, DISCUSSÃO, CONCLUSÕES (ou combinação destes dois últimos), Agradecimentos e REFERÊNCIAS:**

- a) o **Título** do artigo deve ser conciso e indicar o conteúdo do trabalho;

pormenores de identificação científica devem ser colocados em MATERIAL EMÉTODOS.

b) O(s) **Autor(es)** deve(m) sistematicamente encurtar os nomes, tanto para facilitar sua identificação científica, como para as citações bibliográficas. Em muitos casos isto significa manter o primeiro nome e o último sobrenome e abreviar os demais sobrenomes:

Paulo Fernando de Vargas Peixoto escreve Paulo V. Peixoto ou Peixoto P.V.; Franklin Riet-Correa Amaral escreve Franklin Riet-Correa ou Riet-Correa F.; Silvana Maria Medeiros de Sousa Silva poderia usar Silvana M.M.S. Silva, inverso Silva S.M.M.S., ou Silvana M.M. Sousa-Silva, inverso, Sousa-Silva S.M.M., ou mais curto, Silvana M. Medeiros-Silva, e inverso, Medeiros-Silva S.M.; para facilitar, inclusive, a moderna indexação, recomenda-se que os trabalhos tenham o máximo de 8 autores;

c) o **ABSTRACT** deverá ser apresentado com os elementos constituintes do RESUMO em português, podendo ser mais explicativos para estrangeiros. Ambos devem ser seguidos de “INDEX TERMS” ou “TERMOS DE INDEXAÇÃO”, respectivamente;

d) o **RESUMO** deve apresentar, de forma direta e no passado, o que foi feito e estudado, indicando a metodologia e dando os mais importantes resultados e conclusões. Nos trabalhos em inglês, o título em português deve constar em negrito e entre colchetes, logo após a palavra RESUMO;

e) a **INTRODUÇÃO** deve ser breve, com citação bibliográfica específica sem que a mesma assuma importância principal, e finalizar com a indicação do objetivo do trabalho;

f) em **MATERIAL E MÉTODOS** devem ser reunidos os dados que permitam a repetição do trabalho por outros pesquisadores. Na experimentação com animais, deve constar a aprovação do projeto pela Comissão de Ética local;

g) em **RESULTADOS** deve ser feita a apresentação concisa dos dados obtidos. Quadros devem ser preparados sem dados supérfluos, apresentando, sempre que indicado, médias de várias repetições. É conveniente, às vezes, expressar dados complexos por gráficos (Figuras), ao invés de apresentá-los em Quadros extensos;

h) na **DISCUSSÃO** devem ser discutidos os resultados diante da literatura. Não convém mencionar trabalhos em desenvolvimento ou planos futuros, de modo a evitar uma obrigação do autor e da revista de publicá-los;

i) as **CONCLUSÕES** devem basear-se somente nos resultados apresentados

notrabalho;

j) **Agradecimentos** devem ser sucintos e não devem aparecer no texto ou em notas de rodapé;

k) a Lista de **REFERÊNCIAS**, que só incluirá a bibliografia citada no trabalho e a que tenha servido como fonte para consulta indireta, deverá ser ordenada alfabeticamente pelo sobrenome do primeiro autor, registrando-se os nomes de todos os autores, em caixa alta e baixa (colocando as referências em ordem cronológica quando houver mais de dois autores), o título de cada publicação e, abreviado ou por extenso (se tiver dúvida), o nome da revista ou obra, usando as instruções do “Style Manual for Biological Journals” (American Institute for Biological Sciences), o “Bibliographic Guide for Editors and Authors” (American Chemical Society, Washington, DC) e exemplos de fascículos já publicados ([www.pvb.com.br](http://www.pvb.com.br)).

## **2. Na elaboração do texto deverão ser atendidas as seguintes normas:**

a) os trabalhos devem ser submetidos **segundo o exemplo de apresentação de fascículos recentes da revista e do modelo constante do site sob “Instruções aos Autores” ([www.pvb.com.br](http://www.pvb.com.br))**. A digitalização deve ser na fonte **Cambria, corpo 10, entrelinha simples**; a **página** deve ser **no formato A4, com 2cm de margens** (superior, inferior, esquerda e direita), o texto deve ser corrido e não deve ser formatado em duas colunas, com as legendas das figuras e os Quadros no final (logo após as REFERÊNCIAS). As Figuras (inclusive gráficos) devem ter seus arquivos fornecidos separados do texto. Quando incluídos no texto do trabalho, devem ser introduzidos através da ferramenta “Inserir” do Word; pois imagens copiadas e coladas perdem as informações do programa onde foram geradas, resultando, sempre, em má qualidade;

b) a redação dos trabalhos deve ser concisa, com a linguagem, tanto quanto possível, no passado e impessoal; no texto, os sinais de chamada para notas de rodapé serão números arábicos colocados em sobrescrito após a palavra ou frase que motivou a nota. Essa numeração será contínua por todo o trabalho; as notas serão lançadas ao pé da página em que estiver o respectivo sinal de chamada. Todos os Quadros e todas as Figuras serão mencionados no texto. Estas remissões serão feitas pelos respectivos números e, sempre que possível, na ordem crescente destes. ABSTRACT e RESUMO serão escritos corridamente em um só parágrafo e não deverão conter citações bibliográficas.

c) **no rodapé da primeira página deverá constar endereço profissional completo de todos os autores e o e-mail do autor para correspondência,**

**bem como e-mails dos demais autores (para eventualidades e confirmação de endereço para envio do fascículo impresso);**

d) siglas e abreviações dos nomes de instituições, ao aparecerem pela primeira vez no trabalho, serão colocadas entre parênteses e precedidas do nome por extenso;

e) citações bibliográficas serão feitas pelo sistema “autor e ano”; trabalhos de até três autores serão citados pelos nomes dos três, e com mais de três, pelo nome do primeiro, seguido de “et al.”, mais o ano; se dois trabalhos não se distinguirem por esses elementos, a diferenciação será feita através do acréscimo de letras minúsculas ao ano, em ambos. **Trabalhos não consultados na íntegra pelo(s) autor(es), devem ser diferenciados, colocando-se no final da respectiva referência, “(Resumo)” ou “(Apud Fulano e o ano.)”;** a referência do trabalho que serviu de fonte, será incluída na lista uma só vez. A menção de comunicação pessoal e de dados não publicados é feita no texto somente com citação de Nome e Ano, colocando-se na lista das Referências dados adicionais, como a Instituição de origem do(s) autor(es). Nas citações de trabalhos colocados entre parênteses, **não se usará vírgula entre o nome do autor e o ano, nem ponto-e-vírgula após cada ano;** a separação entre trabalhos, nesse caso, se fará apenas por vírgulas, exemplo: (Christian & Tryphonas 1971, Priester & Haves 1974, Lemos et al. 2004, Krametter-Froetcher et. al. 2007);

f) a Lista das **REFERÊNCIAS** deverá ser apresentada **isenta do uso de caixa alta**, com os nomes científicos em itálico (grifo), e **sempre em conformidade com o padrão adotado nos últimos fascículos da revista**, inclusive quanto à ordenação de seus vários elementos.

**3. As Figuras** (gráficos, desenhos, mapas ou fotografias) **originais devem ser preferencialmente enviadas por via eletrônica.** Quando as fotos forem obtidas através de câmeras digitais (com extensão “jpg”), os arquivos deverão ser enviados como obtidos (sem tratamento ou alterações). Quando obtidas em papel ou outro suporte, deverão ser anexadas ao trabalho, mesmo se escaneadas pelo autor. Nesse caso, cada Figura será identificada na margem ou no verso, a traço leve de lápis, pelo respectivo número e o nome do autor; havendo possibilidade de dúvida, deve ser indicada a parte inferior da figura pela palavra “pé”. Os gráficos devem ser produzidos em 2D, com colunas em branco, cinza e preto, sem fundo e sem linhas. A chave das convenções adotadas será incluída preferentemente, na área da Figura; evitar-se-á o uso de título ao alto da figura. Fotografias deverão ser apresentadas preferentemente em preto e branco, em papel brilhante, ou em diapositivos (“slides”). Para evitar danos por grampos, desenhos e fotografias deverão ser colocados em envelope.

Na versão online, fotos e gráficos poderão ser publicados em cores; na versão impressa, somente quando a cor for elemento primordial a impressão das figuras poderá ser em cores.

As **legendas explicativas das Figuras** conterão informações suficientes para que estas sejam compreensíveis, (até certo ponto autoexplicativas, com independência do texto) e **serão apresentadas no final do trabalho.**

**4. Os Quadros deverão ser** explicativos por si mesmos e **colocados no final do texto.** Cada um terá seu título completo e será caracterizado por dois traços longos, um acima e outro abaixo do cabeçalho das colunas; entre esses dois traços poderá haver outros mais curtos, para grupamento de colunas. **Não há traços verticais. Os sinais de chamada serão alfabéticos, recomeçando, se possível, com “a” em cada Quadro;** as notas serão lançadas logo abaixo do Quadro respectivo, do qual serão separadas por um traço curto à esquerda.