

AVALIAÇÃO DA SUSCEPTIBILIDADE DE *Calotropis procera* AO PARASITISMO DE *Meloidogyne incognita* RAÇA 2

EVALUATION OF THE SUSCEPTIBILITY OF *Calotropis procera* TO PARASITISM OF *Meloidogyne incognita* RACE 2

Natalia de Jesus Ferreira Costa^{1*}, Carmem Dolores Gonzaga Santos²

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), natalia.jfc@gmail.com

² Universidade Federal do Ceará (UFC), carmelo@ufc.br

Info

Recebido: 05/2021

Publicado: 06/2021

DOI: 10.37951/2358-260X.2021v8i1.5694

ISSN: 2358-260X

Palavras-Chave

Nematoide das galhas, algodão-de-seda, parasitismo, resistência.

Keywords:

Root-knot nematodes, silk cotton, parasitism, resistance.

Resumo

As espécies do gênero *Meloidogyne* constituem o grupo de nematoides de maior destaque por afetarem seriamente a produção de diversas espécies vegetais economicamente importantes. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar a suscetibilidade de *Calotropis procera* ao parasitismo por *M. incognita* raça 2. Mudanças de *C. procera*, produzidas em casa de vegetação, foram inoculadas com 5.000 ovos de *M. incognita* raça 2, e 60 dias após a inoculação a partir do sistema radicular dessas plantas foram avaliados: número de ovos (NO), número de galhas (NG) e número de massas de ovos (NMO). E as variáveis avaliadas para determinação da suscetibilidade foram: índice de galhas (IG), índice de massa de ovos (IMO) e fator de reprodução (FR). Com base nas médias do IG (3,95), IMO (3,0) e no FR (0,53) obtidos, a espécie *C. procera* foi considerada muito resistente ao parasitismo de *M. incognita* raça 2, contribuindo para a redução do patógeno no solo.

Abstract

The species of the genus *Meloidogyne* constitute the most prominent group of nematodes for seriously affecting the production of several economically important plant species. Therefore, the present study aimed to evaluate the susceptibility of *Calotropis procera* to parasitism by *M. incognita* race 2. *Calotropis procera* seedlings, produced in a greenhouse, were inoculated with 5,000 eggs of *M. incognita* race 2, and 60 days after inoculation from the root system of these plants were evaluated: number of eggs (NE), number of galls (NG), and number of egg masses (NEM). And the variables evaluated to determine susceptibility were: gall index (IG), egg mass index (IMO), and reproduction factor (FR). Based on the means of the IG (3.95), IMO (3.0), and the FR (0.53) obtained, the species *C. procera* was considered very resistant to the parasitism of *M. incognita* race 2, contributing to the reduction of the pathogen in the soil.

Os nematoides das galhas, pertencentes ao gênero *Meloidogyne* Goeldi, ocupam posição de maior destaque dentre os fitonematoides por afetarem seriamente a produção de numerosas espécies vegetais (Ferraz, 2018; Jones et al., 2013). A extensa gama de hospedeiras, ampla distribuição mundial, interação com outros organismos patogênicos e difícil controle colocam as espécies de *Meloidogyne* dentre os principais patógenos responsáveis pela limitação da produtividade agrícola mundial (Moens et al., 2009; Sasser e Carter, 1985). Perdas estimadas na ordem de 10% da produção

agrícola mundial com prejuízos que variam entre 100 e 157 bilhões de dólares, já foram relatados como decorrentes do parasitismo desse fitonematoide (Singh et al., 2013).

O prejuízo pelo parasitismo de *Meloidogyne* spp. decorre de sua ação sobre o sistema radicular que, por sua vez, altera a absorção e a translocação de nutrientes, prejudicando a fisiologia e a nutrição, além de predispor a planta às doenças e a estresses ambientais (Gomes et al., 2008). Atualmente, existem pelo menos 100 espécies de *Meloidogyne* descritas, parasitando mais de 2.000

espécies vegetais (Onkendi et al., 2014; Moens et al., 2009). No Brasil, 20 espécies já foram descritas, sendo *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood considerada umas espécies mais importantes economicamente, pois provoca sérios problemas para a agricultura em diversas regiões do País (Ferraz, 2018; Carneiro et al., 2016).

A capacidade de parasitar uma ampla gama de plantas e cultivares, se deve a variabilidade genética de *M. incognita*, que pode ser observada pela existência de quatro raças fisiológicas (Sasser, 1980). A rápida colonização e adaptação em ambientes desfavoráveis são características importantes das populações de *M. incognita*, que lhes conferem vantagens em termo de parasitismo e capacidade de causar danos em plantas, uma das razões pelas quais é considerado um dos mais destrutivos patógenos do mundo (Trudgill e Blok, 2001).

O controle químico dos nematoides das galhas é um dos métodos de controle mais empregados, em razão da relativa facilidade de uso, bons resultados obtidos e de sua eficiência. Entretanto, apesar de ser uma das opções mais viáveis sob o ponto de vista econômico após o estabelecimento da cultura, tem limitações devido ao acúmulo de resíduos tóxicos no solo, ser nocivo aos seres vivos e ao surgimento de populações resistentes desses fitopatógenos em decorrência do seu uso indiscriminado (Silva, 2011; Chitwood, 2002). Por esta razão, os pesquisadores têm procurado medidas alternativas de controle como a rotação de cultura, variedades resistentes, controle biológico, solarização, uso de plantas antagônicas e culturas armadilhas (Ferraz et al. 2012).

A espécie vegetal *Calotropis procera* (Ait.) R. Br, pertencente à família Apocynaceae, é considerada uma espécie exótica invasora que se encontra amplamente distribuída geograficamente pelo mundo inteiro, principalmente em regiões tropicais e subtropicais. (Fabricante et al., 2013; Mello et al., 2001). No Brasil,

essa espécie é comumente encontrada na região Nordeste, sendo conhecida popularmente como ciúme, ciumeira, algodão de seda e flor de seda (Ibrahim et al., 2015; Mello et al., 2001).

Comumente encontrada em ambientes urbanos, beiras de estradas, áreas litorâneas e áreas de pastagem, a espécie *C. procera* é considerada uma espécie ruderal, pois ocupa ambientes modificados pelo homem (Rangel e Nascimento, 2011). Esta espécie possui grande adaptabilidade a regiões áridas e semiáridas, com baixa pluviosidade, solos arenosos pobres em nutrientes, ácidos e com degradação física e química, tornando-a assim uma importante bioindicadora desses tipos de perturbações (Gulzar et al., 2014; Souto et al., 2008; Mello et al., 2001; Andrade et al., 2005).

Diversos estudos têm sido realizados com *C. procera*, com distintas finalidades e nos mais diversos segmentos, sendo utilizada na alimentação animal (Torres et al., 2010), produção de fármacos com efeitos analgésico, anti-inflamatório, antitumoral, antibacteriano, antimicrobiano, anti-helmíntico, anticonvulsante, entre outros (Mali et al., 2019) e também no controle de pragas e doenças de plantas (Silva, 2015).

O efeito nematicida das folhas de *C. procera* em estudos *in vitro* e *in vivo* foi observado sobre as espécies *M. incognita* (Costa, 2017; Sharma e Trivedi, 2002), *M. enterolobii* (Santos, 2015) e *M. javanica* (Kumar et al., 2018). Essa ação nematicida se deve a presença de diversos metabólitos secundários que são compostos orgânicos responsáveis pela defesa das plantas, produzidos em diferentes órgãos (Freitas et al., 2019; Mohamed et al., 2015). Muitas espécies de plantas da família Apocynaceae, dentre elas *C. procera*, produzem cardenólídeos, que são compostos pertencentes ao grupo das saponinas, que desempenham um importante papel na defesa das plantas devido ao seu efeito tóxico

sobre patógenos e herbívoros (Wen et al., 2016; Wink e Schimmer, 2018). O látex de *C. procera* contém uma grande variedade de metabólitos secundários, dentre eles os cardenolídeos, terpenos, flavonóides, alcaloides e taninos, cuja função de defesa sobre herbívoros e patógenos já foi confirmada (Konno, 2011).

Em função do grande potencial do emprego de *C. procera* no controle de fitonematoides, e também com intuito de gerar subsídios para o avanço de pesquisas relativas a emprego dessa espécie vegetal no controle dos nematoides das galhas, o objetivo desse estudo foi avaliar a susceptibilidade de *C. procera* ao parasitismo de *M. incognita* raça 2.

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação e no Laboratório de Fitopatologia do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, Fortaleza, CE, Brasil. Para avaliar a susceptibilidade de *C. procera* quanto à infecção de *M. incognita* raça 2, vinte mudas de *C. procera* com 30 dias de idade, produzidas em casa de vegetação ($29 \pm 4^\circ\text{C}$), foram transplantadas para vasos de plástico com capacidade de 1 L contendo uma mistura autoclavada de solo e esterco caprino na proporção 2:1 (v:v). No dia seguinte ao transplantio, cada muda de *C. procera* foi inoculada com 5.000 ovos de *M. incognita* raça 2. O inóculo foi obtido a partir de raízes de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) cv. Santa Clara parasitadas pelo fitonematoide. A concentração de ovos utilizada na inoculação foi calibrada em câmara de Peters sob microscópio óptico, e dez plantas de tomateiro cv. Carolina também foram inoculadas para constituírem o controle positivo.

Sessenta dias após a inoculação (DAI), as plantas de *C. procera* foram retiradas dos vasos e os

sistemas radiculares foram lavados em água corrente, para realizar a contagem do número de ovos (NO), número de galhas (NG) e número de massas de ovos (NMO) dos nematoides presentes no sistema radicular de cada planta sob microscópio estereoscópio. Para determinar o NO, os mesmos foram extraídos por meio do método de Bonetti e Ferraz (1981), e a coloração das raízes com fucsina ácida foi realizada para facilitar a contagem de massa de ovos.

As variáveis avaliadas para determinação da suscetibilidade foram: índice de galhas (IG), índice de massa de ovos (IMO) e fator de reprodução (FR). As médias do IG e do IMO foram determinadas a partir do IG e do IMO de cada planta do ensaio, conforme a escala numérica de classificação (0 a 5) de Taylor e Sasser (1978), onde: 0 (nenhuma galha e/ou massa de ovos); 1 (1-2 galhas e/ou massas de ovos); 2 (3-10 galhas e/ou massas de ovos); 3 (11-30 galhas e/ou massas de ovos); 4 (31-100 galhas e/ou massas de ovos); 5 (> 100 galhas e/ou massas de ovos).

O grau de resistência da planta foi determinado com base na média de IMO, conforme Hadisoeganda e Sasser (1982), de acordo com a seguinte classificação: 0,0-1,0: Altamente Resistente (AR); 1,1-3,0: Muito Resistente (MR); 3,1-3,5: Moderadamente Resistente (MOR); 3,6-4,0: Levemente Resistente (LR) e 4,1-5,0: Suscetível (S), permitindo assim, atribuir o tipo de comportamento da *C. procera* em relação ao parasitismo de *M. incognita* raça 2. A média do FR foi obtida por meio do cálculo do FR de cada planta (Oostenbrink, 1966), que correspondeu à razão entre o número final de ovos/raiz e número inicial de ovos inoculados (5.000), onde $\text{FR} = 0$ é imune, $\text{FR} < 1,0$ é resistente e $\text{FR} > 1,0$ é suscetível.



Figura 1. Planta e sistema radicular de *Calotropis procera* 60 dias após a inoculação com *Meloidogyne incognita* raça 2.

O sistema radicular das plantas de *C. procera* avaliado 60 DAI com *M. incognita* raça 2, apresentou número de galhas reduzido e de pequeno tamanho (0,3 a 0,5 mm), com o NMO inferior em relação ao NG (Figura 1). O NG em raízes de *C. procera* variou de 28 a 124 galhas/raiz, obtendo-se uma média de 69,25 galhas,

e uma média do IG de 3,95 conforme escala de Taylor e Sasser (1978). Em relação a contagem das massas de ovos em cada planta, foi observada uma variação de 13 a 29 massas de ovos/raiz, cujas médias de NMO e IMO foram, respectivamente, 19,85 e 3,0 (Quadro 1).

Quadro 1. Médias do número de galhas (NG), número de massas de ovos (NMO), número de ovos (NO), índice de galhas (IG), índice de massas de ovos (IMO) e fator de reprodução (FR), para classificar a susceptibilidade de *Calotropis procera* à *Meloidogyne incognita* raça 2.

Espécie vegetal	NG	NMO	NO	IG	IMO	FR	Classificação*
<i>Calotropis procera</i>	69,25	19,9	2.659,1	3,95	3	0,53	Muito Resistente (MR)*; Resistente (R)**
<i>Solanum lycopersicum</i> (controle positivo)	2.435,7	364,4	24.480	5	5	4,90	Suscetível (S)***

*Classificação de Hadisoeganda e Sasser (1982); **Classificação de Oostenbrink,(1966); ***Ambas classificações.

Com base no IMO obtido, que foi de 3,0, segundo também a escala de Taylor e Sasser (1978), a espécie *C. procera* foi classificada como muito resistente (MR), de acordo com os critérios de Hadisoeganda e Sasser (1982). Já em relação ao FR, o valor médio

observado para as raízes infectadas foi de 0,53, sendo, portanto, considerada uma planta resistente, visto que $FR < 1,0$ (Quadro 1).

As raízes das plantas de tomateiro cv. Carolina, utilizadas como controle positivo, aos 60 DAI

apresentaram médias do NG de 2.435,7 galhas/raiz, NMO de 364,4 massas de ovos/raiz e NO de 24.480 ovos/raiz (Quadro 1), comprovando a qualidade do inóculo utilizado, uma vez que o tomateiro é conhecido como uma espécie altamente suscetível aos nematoides das galhas.

Santos (2015) estudando a hospedabilidade de dez espécies de plantas à *M. enterolobii*, sendo uma delas a espécie *C. procera*, obteve uma média do NG de 79,2 galhas/raiz, NO de 1.314,3, NMO de 33,7 massas de ovos/raiz e IMO de 3,4, classificando-a como moderadamente resistente (MOR). A média do FR obtida foi de 0,3, classificando *C. procera* como resistente ao parasitismo de *M. enterolobii*, resultados estes que corroboram com os obtidos neste trabalho. Manso et al. (1994), porém, também relataram a ocorrência de plantas *C. procera* infectadas por *M. javanica*, outra importante espécie do gênero *Meloidogyne*.

A resistência observada em *C. procera* em relação ao parasitismo de *M. incognita* raça 2 pode estar relacionado a presença e produção de diversos metabólitos secundários em seus tecidos, agindo de forma prejudicial sobre os nematoides. Essas substâncias podem estar sendo liberadas pelas raízes, dificultando a penetração do nematoide, interferindo no seu ciclo de vida ou em sua interação com a planta hospedeira (Konno, 2011; Souza et al., 2011). De acordo com Campos et al. (2006), exsudatos de plantas antagonistas e/ou má hospedeiras aos nematoides das galhas, podem afetar a motilidade desses patógenos no solo e também interferir no seu desenvolvimento, retardando a formação de juvenis de segundo estágio e da cutícula que envolve o nematoide, cujo resultado se deve ao efeito nematostático.

A ampla distribuição de *C. procera* se deve a facilidade de dispersão de suas sementes aladas pelo vento por vários quilômetros, e também por apresentarem características que favorecem o seu

rápido estabelecimento, tornando-a, assim, dominante nos mais diversos tipos de ambientes, e comportando-se como uma importante espécie invasora de regiões litorâneas, cerrado, caatinga, pastagens degradadas e áreas agrícolas (Gulzar et al., 2014; Souto et al., 2008; Ulhôa et al., 2007).

Concluiu-se, neste trabalho, que *C. procera* comportou-se como uma má hospedeira reduzindo a população de *M. incognita* raça 2, uma das espécies de nematoide das galhas mais frequentes e limitantes para as culturas. É possível que o emprego da apocinácea em canteiros, hortas e pequenas lavouras, por 60 dias, promova uma considerável redução do nematoide do solo, viabilizando um posterior cultivo. Assim, na ausência de culturas resistentes ao nematoide, *C. procera* pode ser empregada como alternativa de controle ao patógeno. Contudo, tendo em vista a característica de dispersão de suas sementes pelo vento, recomenda-se que as plantas de *C. procera* sejam retiradas ou ainda incorporadas ao solo antes da frutificação para evitar a sua propagação indesejável na área. As informações apresentadas neste trabalho visam contribuir com as considerações para o devido manejo de pequenas áreas infestadas com *M. incognita* raça 2.

REFERÊNCIAS

- Andrade MVM, Silva DS, Andrade AP, Medeiros NA, Pinto MSC. Fenologia da *Calotropis procera* Ait R. Br., em função do sistema e da densidade de plantio. Archivos de Zootecnia. 2005;54:631-634.
- Bonetti JIS, Ferraz S. Modificações do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. Fitopatologia Brasileira. 1991;6:553.
- Campos HD, Campos VP, Coimbra JL. Efeito de exsudato radicular de *Brachiaria decumbens* e de sorgoleone de *Sorghum bicolor* no desenvolvimento de *Meloidogyne javanica*. Nematologia Brasileira. 2006;30:59-65.

- Carneiro RMDG, Monteiro JMS, Silva UC, Gomes G. Gênero *Meloidogyne*: diagnose através de eletroforese de isoenzimas e marcadores SCAR. In: Oliveira CMG, Santos MA, Castro LHS, editors. Diagnose de fitonematoides. Campinas: Millennium Editora; 2016. p.47-70.
- Chitwood DJ. Phytochemical based strategies for nematode control. Annual Review of Phytopathology. 2002;40:221-249.
- Costa NJFC. Efeito de *Calotropis procera* no controle de *Meloidogyne incognita* e aspectos biológicos do nematoide em tomateiro [dissertação]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2017.
- Fabricante JR, Oliveira MNA, Siqueira-Filho JA. Aspecto da ecologia de *Calotropis procera* (Apocynaceae) em uma área de Caatinga alterada pelas obras do projeto de Integração do Rio São Francisco em Mauriti, CE. Rodriguésia. 2013;64:647-654.
- Ferraz LCCB. Nematoides. In: Amorim L, Rezende JAM, Bergamin Filho A, editors. Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos. 5 ed. Ouro Fino: Agrônômica Ceres; 2018. p.195-214.
- Ferraz S, Freitas LG, Lopes EA, Dias-Arieira CR. Manejo Sustentável de Fitonematoides. Viçosa: Editora UFV; 2012.
- Freitas LBN. Análise molecular da adaptação de insetos herbívoros aos cardenólídeos de *Calotropis procera*: aspectos bioquímicos e ecológicos [dissertação]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2019.
- Gomes VM, Souza RM, Silva MM, Dolinski C. Caracterização do estado nutricional de goiabeiras em declínio parasitadas por *Meloidogyne mayaguensis*. Nematologia Brasileira. 2008;32:154-160.
- Gulzar A, Siddiqui MB, Arerath U. Phytotoxic effects of *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. extract on three weed plants. Fasci Biologie. 2014;21:57–60.
- Hadisoeganda WW, Sasser, JN. Resistance of tomato, bean, southern pea and garden pea cultivars to root-knot nematodes based on host suitability. Plant Disease. 1982;66:145-149.
- Ibrahim SRM, Mohamed GA, Shaala LA, Banuls LMY, Kiss R, Youssef DTA. Calotroposides H–N, new cytotoxic oxypregnane oligoglycosides from the root bark of *Calotropis procera*. Steroids. 2015;96:63–72.
- Jones JT, Haegeman A, Danchin EGJ, Gaur HS, Helder J, Jones MGK, Kikuchi T, Manzanilla-López R, Palomares-Rius JE, Wesemael WML, Perry RN. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. Mol Plant Pathol. 2013;14:946-961.
- Konno K. Plant latex and other exudates as plant defense systems: roles of various defense chemicals and proteins contained therein. Phytochemistry. 2011;72:1510-1530.
- Kumar L, Srivastava A, Singh B, Khare AP. Isolation of biocidal compounds of *Calotropis* latex and their *in vitro* and *in vivo* effect on the mortality of root knot nematode (*Meloidogyne javanica*) in brinjal and chilli. Int J Curr Microbiol App Sci. 2018;7:3361-3372.
- Mali RP, Rao PS, Jadhav RS. Review on pharmacological activities of *Calotropis procera*. Journal of Drug Deliv and Therapeutics. 2019;9:947-951.
- Manso EC, Tenente RCV, Ferraz LCB, Oliveira RS, Mesquita R. Catálogo de nematóides fitoparasitos encontrados associados a diferentes tipos de plantas no Brasil. Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia; 1994.
- Mello MM, Vaz FA, Gonçalves LC, Saturnino HM. Estudo fitoquímico da *Calotropis procera* Ait., sua utilização na alimentação de caprinos: efeitos clínicos e bioquímicos séricos. Revista Brasileira de Saúde e Prod Animal. 2001;2: 15-20.
- Moens M, Perry RN, Starr JL. *Meloidogyne* species – a diverse group of novel and important plant parasites. In: Perry RN, Moens M, Starr JL, editors. Root-knot nematodes. Cambridge: CAB International; 2009. p.1-19.
- Mohamed NH, Liu M, Abdel-Mageed WM, Alwahibi LH, Dai H, Ismail MA, Badr G, Quinn RJ, Liu X, Zhang L, Shoreit AAM. Cytotoxic cardenolides from the látex of *Calotropis procera*. Bioor. Med Chem Lett. 2015;25:4615-4620.
- Onkendi EM, Kariuki GM, Marais M, Moleleki LN. The threat of root-knot nematodes (*Meloidogyne*

- spp.) in Africa: a review. *Plant Pathology*. 2014;63:727-737.
- Oostenbrink M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. *Meded Landbouw*. 1966;66:1-46.
- Rangel ES, Nascimento MT. Ocorrência de *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. (Apocynaceae) como espécie invasora de restinga. *Acta Bot Bras*. 2011;25:657-663.
- Santos MLL. Emprego de plantas com princípios tóxicos no controle de *Meloidogyne enterolobii* [dissertação]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2015.
- Sasser JN, Carter CC. An advanced treatise on *Meloidogyne*: biology and control. Raleigh: North Carolina State University Graphics; 1985.
- Sasser JN. Root-knot nematodes: a global menace to crop production. *Plant Disease*. 1980;64:36-41.
- Sharma N, Trivedi PC. Screening of leaf extracts of some plants for their nematocidal and fungicidal properties against *Meloidogyne incognita* and *Fusarium oxysporum*. *Asian J Exp Sci*. 2002;16:21-28.
- Silva GS. Métodos alternativos de controle de fitonematoides. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*. 2011;19:81-152.
- Silva SGA. Estudo de diversidade genética e efeito inibitório do látex de *Calotropis procera* em fungos fitopatogênicos [dissertação]. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semiárido; 2015.
- Singh SK, Hodda M, Ash GJ. Plant-parasitic nematodes of potencial phytosanitary importance, their main host and reported yield losses. *EPPO Bulletin*. 2013;43:334-374.
- Souto PC, Sales SCV, Souto JS, Santos RV, Sousa AA. Biometria de frutos e número de sementes de *Calotropis procera* (Ait.) R. Br no semi-arido da Paraíba. *Revista Verde*. 2008;3:108-113.
- Souza JD, Silva MBR, Argolo ACC, Napoleão TH, Sá RA, Correia MTS, Paiva PMG, Silva MDC, Coelho LCBB. A new *Bauhinia monandra* galactose-specific lectin purified in milligram quantities from secondary roots with antifungal and termiticidal activities. *Inter Biodeterioration & Biodegradation*. 2011;65:696-702.
- Taylor AL, Sasser JN. Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). Raleigh: North Carolina State University Graphics; 1978.
- Torres JF, Braga AP, Lima GFC, Rangel AHN, Lima Júnior DM, Maciel MV, Oliveira SEO. Utilização do feno de flor-de-seda (*Calotropis procera* Ait. R. Br) na alimentação de ovinos. *Acta Vet Brasilica*. 2010;4:42-50.
- Trudgill DL, Blok VC. Apomictic, polyphagous root-knot nematodes: exceptionally successful and damaging biotrophic root pathogens. *Annu Rev Phytopathol*. 2001;39:53-77.
- Ulhôa N, Fernandes GW, Almeida-Cortez J. Uma Estranha na Paisagem. *Ciência Hoje*. 2007;41:70-72.
- Wen S, Chen Y, Lu Y, Wang Y, Ding L, Jiang M. Cardenolides from the Apocynaceae family and their anticancer activity. *Fitoterapia*. 2016;112:74-84.
- Wink M, Schimmer O. Molecular modes of action of defensive secondary metabolites. *Annual Plant Reviews Online*. 2018;39:21-161.