



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO**

DESAFIOS DO USO DE CROTALÁRIAS EM ALIMENTAÇÃO ANIMAL

JANARA CUSTODIO DOS SANTOS

Rio Verde – GO
Novembro - 2022



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

DESAFIOS DO USO DE CROTALÁRIAS EM ALIMENTAÇÃO ANIMAL

JANARA CUSTODIO DOS SANTOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação *Latu Sensu*: Especialização em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, como parte dos requisitos para obtenção do Certificado de conclusão da Especialização.

Nome do Orientador: Prof. Dr Tiago do Prado Paim – IFGoiano

Rio Verde – GO
Novembro – 2022



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

DESAFIOS DO USO DE CROTALÁRIAS EM ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Janara Custódio dos Santos

Trabalho de conclusão do curso de *Latu Sensu*: Especialização em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, como requisito à obtenção do Certificado de conclusão da Especialização em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária, aprovado pela seguinte banca examinadora:

Orientador:

Prof. Dr Tiago do Prado Paim – IFGoiano

Examinadores:

Profª. Dra. Darliane de Castro Santos – IFGoiano

Profª. Dra. Karen Martins Leão - IFGoiano

Rio Verde – GO
Novembro – 2022



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

AGRADECIMENTOS

A Deus e Nossa Senhora Aparecida por até aqui me sustentarem, por estarem presentes e guiando meu caminho.

Aos meus Orixás, por nunca deixarem faltar a fartura, o amor e o companheirismo. Por serem a base forte, resiliente e tranquilizante nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais e irmãos, que independente do projeto, loucura ou objetivo, estão sempre a postos com muito apoio, dedicação e incentivo, sempre vivendo o processo comigo.

Ao Vitor, companheiro, dupla, amigo que a especialização me trouxe. Sem teu suporte e apoio não teria chegado até aqui, obrigada!

Aos professores, por todos os conselhos, pela ajuda, pelas risadas, pela paciência com a qual guiaram o meu aprendizado.

À instituição de ensino Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação, e por tudo o que aprendi ao longo da especialização.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

SUMÁRIO

	Página
1. ARTIGO.....	1
Resumo	6
Abstract	7
Introdução	8
Crotalárias	9
Produção de silagem	13
Toxicidade	15
Suínos	16
Aves	16
Caprinos e Ovinos	17
Equinos	18
Bovinos	19
Toxicidade em humanos	20
Considerações finais	22
Referências bibliográficas	24



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Resumo

Os exemplares da Família Fabaceae com ênfase no gênero *Crotalária* possuem um grande destaque na agricultura como adubação verde devido sua alta capacidade de fixação de nitrogênio no solo, controle de plantas daninhas e nematóides. Porém, são plantas que produzem alcalóides pirrolizidínicos (PAs), metabólitos secundários que servem tanto como uma barreira de proteção a elas como intoxicantes para herbívoros quando essas plantas são ingeridas. Com esse potencial tóxico, é descrito na literatura casos de intoxicações animais de todas as espécies quando alimentados com formas diversas contendo sementes ou outras partes das *Crotalárias*, assim como em humanos. Desse modo, é importante compreendermos a toxicidade dessas plantas para vislumbrar formas seguras de utilizá-las em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária, obtendo os benefícios para o solo e controle de nematóides, e mitigando os efeitos adversos que os PAs podem causar em produtos de origem animal, sendo este o objetivo do atual trabalho. As *crotalárias* realmente são um problema sendo identificados casos de intoxicação em diversos animais e inclusive a contaminação de produtos de origem animal (em especial o mel), o que pode acarretar danos à saúde humana. Para ruminantes, a *Crotalária* pode ser utilizada na alimentação animal desde que respeitado os limites de dosagens para cada espécie, especificamente a *C. ochroleuca* é um exemplar bastante seguro, podendo ser fornecido de diversas formas sem efeitos adversos. Em humanos, como a maioria dos casos de intoxicação está relacionado com a contaminação do produto de origem animal, é necessário o controle e fiscalização dos produtos para evitar casos de intoxicação.

Palavras Chave: Alcalóides pirrolizidínicos, intoxicação, adubação verde, sistemas integrados de produção agropecuária.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Abstract

The specimens of the Fabaceae Family with emphasis on the genus *Crotalária* have a great prominence in agriculture as green manure due to its high capacity for nitrogen fixation in the soil, control of weeds and nematodes. However, they are plants that produce pyrrolizidine alkaloids (PAs), secondary metabolites that serve both as a protective barrier to them and as intoxicants for herbivores when these plants are ingested. With this toxic potential, cases of animal poisoning of all species when fed with different forms containing seeds or other parts of *Crotalaria*, as well as in humans, are described in the literature. Thus, it is important to understand the toxicity of these plants to envision safe ways to use them in Integrated Agricultural Production Systems, obtaining benefits for the soil and nematode control, and mitigating the adverse effects that PAs can cause in products of origin animal, which is the objective of the present work. Sunn hemp really are a problem, with cases of intoxication being identified in several animals and even the contamination of products of animal origin (especially honey), which can cause damage to human health. For ruminants, *Crotalaria* can be used in animal feed as long as the dosage limits for each species are respected, specifically *C. ochroleuca* is a very safe specimen, and can be supplied in different ways without adverse effects. In humans, as most cases of intoxication are related to the contamination of products of animal origin, it is necessary to control and inspect the products to avoid cases of intoxication.

Keywords: Pyrrolizidine alkaloids, intoxication, green manure.



INTRODUÇÃO

Com o aumento do interesse do consumidor por alimentos livres de agrotóxicos, sistemas que respeitem e considerem o meio ambiente como prioridade, faz-se necessário o estudo e aplicabilidade de uma agricultura mais orgânica e saudável. Para isso, existem métodos que ajudam na recuperação do solo em uma adubação menos química, mais efetiva, gastando menos e produzindo mais e, por consequência, uma produção mais sustentável, tendo como exemplo a adubação verde (LEITE & POLLI, 2020).

A incorporação de fitomassa de espécies vegetais diferentes ao solo é considerada uma adubação verde. A leguminosa é uma das famílias mais utilizadas devido à característica de um sistema radicular mais profundo e ramificadas e a capacidade de fixar nitrogênio por intermédio da simbiose com a bactéria *Rhizobium*. Por elas possuírem essas características, conseguem extrair elementos menos solúveis e mobilizar alguns nutrientes de camadas mais profundas do solo, deixando-os ao dispor das próximas culturas depois de sua decomposição (DOURADO *et al.*; 2001).

Com a viabilidade econômica e os benefícios que a adubação verde acarreta aos sistemas, a opção de usá-la vem se tornando cada vez mais difundida. Essa modalidade de adubação orgânica tem sido praticada desde civilizações milenares como uma forma de melhorar o desempenho da agricultura. Nos últimos 50 anos, a adubação verde foi substituída por fertilizantes de caráter químico. Recentemente, com o crescente aumento de produtores adotando a forma de agricultura orgânica, a adubação verde tem sido retomada (EMBRAPA, 2005).

Esse tipo de adubação, protege o solo contra as erosões provenientes das chuvas - com a elevação dos teores de matéria orgânica, há melhora em densidade, porosidade, retenção de umidade, estabilidade dos agregados de formação e infiltração de água - controla o crescimento de plantas daninhas e nematóides devidos os efeitos alelopáticos (geram um efeito inibitório prejudicial à germinação, crescimento e vigor das plantas invasoras) e a competição por nutrientes para seu crescimento (água, luz, oxigênio e etc.) (KAPPES *et al.* 2011).

Os materiais orgânicos são possíveis fontes de nitrogênio (N), principalmente quando associados a integração com fertilizantes minerais o que gera uma excelente combinação com resultados de maior produtividade e preservação dos agroecossistemas. É relevante pontuar que nem todo o N que advém da adubação verde estará disponível para a cultura, pois parte dele



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

mantém-se na parte vegetal até a completa mineralização. Em função disso torna-se necessário o estudo de doses do adubo verde (DINIZ *et al.*, 2014).

Dentre os organismos que são favorecidos pela adubação verde, temos um destaque que anteriormente já foi citado, que são as bactérias *Rhizobium*. São microorganismos que se estabelecem nas raízes das leguminosas em um processo de simbiose, e após a penetração através dos perfilhos radiculares, o *Rhizobium* induz a formação de nódulos e quando bem estabelecido ali reduz o N atmosférico a amônio (NH₄), que é uma das formas de mais fácil assimilação pelas plantas. O N é transferido para as leguminosas para maior aproveitamento, e a quantidade irá variar de acordo com a espécie e as condições edafoclimáticas. Além disso, o cultivo dessas leguminosas ajuda na população dos fungos micorrízicos arbusculares (MA) no solo. Esses fungos aumentam a absorção da água e de nutrientes, assim como a agregação de partículas no solo e resistência a alguns patógenos (MARTINEZ, 2018).

O cultivo das culturas de cobertura, outra designação para adubo verde, pode ser realizado na mesma área de plantio ou em área adjacente. Quando optado por utilizar a mesma área, pode ser feito em consórcio ou anteriormente ao plantio da cultura principal. Optando por utilizar em área adjacente, é necessário realizar o corte das plantas e transferir para a área que será cultivada (ABRANCHES *et al.*; 2021).

Para a escolha da espécie vegetal que terá como finalidade a adubação verde, é imprescindível que características como temperatura, fertilidade do solo, disponibilidade de água sejam considerados. Devido às características já descritas dos potenciais efeitos das leguminosas nesse sistema, dentre elas, a espécie mais utilizada são as Crotalárias por possuírem uma adaptabilidade maior aos solos com menores fertilidades e pelo importante efeito sobre patógenos, em especial nematóides fitopatogênicos (DINIZ, 2014).

Crotalárias

A Crotalária pertence à família Leguminosae ou Fabaceae, que possui uma morfologia bastante variada contendo árvores de grande porte, arbustos, trepadeiras e ervas. As espécies de Crotalárias conhecidas fazem parte da subfamília *Papilionoideae*, que têm por característica plantas herbáceas, arbustivas, eretas, pouco ramificadas. As folhas são simples, alternadas, lanceoladas a obovadas, com a superfície ligeiramente pilosa, o caule é glabro, as flores geralmente são amarelas, às vezes estriadas com vermelho. A maioria da espécie está bem



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

adaptada ao clima tropical e a solos com baixos níveis de fertilidade (SILVA-LÓPEZ & PACHECO, 2010).

Das espécies de *Crotalaria*, as mais popularizadas no uso da adubação verde estão: *C. juncea*, *C. spectabilis* e *C. ochroleuca*. Entre elas existe uma diferença em suas características, o que influencia na decisão de escolha e nas práticas de manejo. De modo que a *Crotalaria juncea* e a *Crotalaria spectabilis* possuem um porte mais ereto, com menos ramificações e ciclos mais curtos, já a *Crotalaria ochroleuca* possui maior engalhamento e ciclo mais longo (GÁRCIA; STAUT, 2018).

<i>C. Spectabilis</i>	<i>C. juncea</i>	<i>C. ochroleuca</i>
		

A *Crotalaria spectabilis* é popularmente conhecida por guizo ou chocalho de cascavel. Possui um crescimento inicial lento, ereto e determinado, com um ciclo completo durando de 180 a 200 dias. Uma planta subarborescente de porte alto, ramificada, folhas simples, e flores completas, raiz pivotante com bom comportamento em diferentes tipos de solo. A produção de massa seca é variável entre 10 e 20 t ha⁻¹ em condições de cultivo tropical e subtropical (SILVA *et al.*, 2017).

Mesmo com uma grande variedade no gênero das crotalárias, a *C. spectabilis* ganha espaço e preferência nos plantios direto devido sua alta produção de biomassa e ciclagem de



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

nutrientes, assim como sua maior proporção de massa seca ser encontrada na folha ao invés do caule faz com que resulte em uma maior decomposição e liberação de nutrientes para o solo. Muitos dos resíduos de *C. spectabilis* presentes no solo interferem na dinâmica de plantas daninhas como a tiririca (*Cyperus rotundus*), diminuindo sua massa seca e assim gerando um controle da invasora (PACHECO *et al.*; 2015).

A *C. juncea* (também conhecida como cânhamo sunn ou cânhamo marrom) tem crescimento arbustivo, ereto, chegando de 2 a 3 m de altura, com folhas simples, de largura, linear ou oblongo. Comparando com as outras espécies de crotalária, possuem um ciclo mais rápido, em torno de 90-120 dias até seu florescimento. Apresenta resposta ao fotoperíodo, comportando-se como plantas de dias longos. Produzem fibras e celulose de alta qualidade, próprias para a indústria de papel e outros fins. Com um vigoroso crescimento da raiz, possui uma boa tolerância à seca, alta capacidade de produção de matéria seca e cobertura do solo; também são indicadas para o controle de plantas daninhas e na produção de celulose (CAGNELUTTI FILHO *et al.*, 2017; EMBRAPA, 2016).

É uma planta que demonstra bastante eficiência na cobertura de solo, observando que após seu plantio, a disponibilidade de nitrogênio, fósforo e potássio no solo aumentam consideravelmente. Outro benefício é sua ação antioxidante, antibacteriana e antifúngica, em estudos conduzidos com diferentes tratamentos para a redução da população de nematóides fitoparasitos, o que demonstrou maiores e melhores resultados foi o uso de *C. juncea*, onde reduziu cerca de 60% da população no solo. Como tratamento antifúngico, a *juncea* teve um resultado satisfatório, diminuindo cerca de 33% de unidades formadoras de colônias de fungos como *Phytophthora* spp. e *Pythium* spp (PÉREZ *et al.*; 2021).

A *Crotalária ochroleuca* é uma leguminosa anual, que pode atingir de 1.5 a 2 metros de altura no seu desenvolvimento de forma arbustiva ereta, desenvolvendo-se bem em solos quimicamente pobres e compactados, já que possui raízes capazes de romper as camadas adensadas. Possui um potencial produtivo variando de 7 a 10 toneladas por hectare de matéria seca, geralmente sua semeadura ocorre entre os meses de outubro e novembro com seu florescimento acontecendo a partir dos 120 dias de idade. *C. Ochroleuca* apresenta grande quantidade de biomassa e fixação de nitrogênio, apresentando uma semelhança com a *C. juncea* (AGROINOVAR SEMENTES, 2018; INOUE *et al.*, 2012).



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Por ser uma espécie de *Crotalaria* que apresenta ausência de alcalóide de pirrolizidina (PA) que são os componentes tóxicos dessa família, a *C. ochroleuca* se torna uma opção viável e segura para a alimentação animal (Expósito *et al.*; 2020). Em algumas literaturas já é citada como fonte de alimentação para ovelhas na forma de feno, ou como um substituto para a semente de girassol, mas resultou em redução de digestibilidade, ingestão e retenção de N pelos animais (SARWATT, 1992).

Mkiwa *et al.* (1994) forneceram em concentrações de 10, 30 e 50% de sementes de *ochroleuca* para roedores em crescimento, evidenciaram que o crescimento foi deficiente com as taxas acima de 10%, resultados atribuídos a fatores antinutritivos. Os ruminantes, no entanto, tendem a ser mais tolerantes devido sua microbiota ruminal modificar alguns fatores antes da absorção pelo intestino.

Silva *et al.* (2017) determinaram a concentração de macro e micronutrientes em biomassa de *Crotalaria juncea*: 19,65 g kg⁻¹ de N, 3,36 g kg⁻¹ de P, 0,08 g kg⁻¹ de K, 6,83 g kg⁻¹ de Ca, 3,50 g kg⁻¹ de Mg e 2,8g kg⁻¹ de S.

Por ser um gênero de ciclo curto, é indicada para trabalhar em consórcio com culturas perenes, podendo também ser utilizada de forma isolada dependendo da necessidade do ambiente. Por conta de suas estrutura e componentes, se torna um cultivar de indicação prioritária quando o objetivo é a recuperação ou preparo da área para canaviais, sendo controladora de nematóides formadores de galha (*Meloidogyne sp.*) e de cistos (*Heterodera glycini*), além de aumentar a população de nematoides bacteriófagos, onívoros e predadores, também atuando no controle de plantas daninhas como a Tiririca (*Cyperus rotundus*) (AGUIAR *et al.*; 2014).

Sabendo dos benefícios do uso dos exemplares da família Fabaceae como adubo verde e todos seus proveitos nos sistemas de rotação, um leque de oportunidades foi se abrindo e assim aumentando a sua utilização em outras partes dos sistemas produtivos, como por exemplo, nos sistemas consorciados. Em estudos, foram utilizados o consórcio entre milho e crotalária que trouxe o benefício de ao mesmo tempo haver a produção dos grãos e os ganhos da crotalária (PEREIRA FILHO, 2015).

O milho nesse sistema, por possuir um rápido crescimento inicial e competitividade, atinge produtividade semelhante ao cultivo isolado. Outro fator interessante é o controle de



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

plantas daninhas devido essa consorciação que traz um menor índice de radiação solar ao solo devido a cobertura com a leguminosa, gerando assim um controle no crescimento das invasoras. Essa restrição das plantas daninhas podem ser por fatores competitivos de luz, água e nutrientes, mas também pode ocorrer devido aos fatores aleloquímicos que são liberados pelas crotalárias (KROLL, 2021).

O uso da adubação verde traz todas as vantagens já descritas anteriormente em todos os sistemas, inclusive na horticultura. Pesquisas feitas com o plantio de batata doce em sucessão à crotalária, demonstrou aumento dos índices de biomassa seca, assim como o consórcio milho e crotalária gerou o maior rendimento por área. Com a cultura de brócolis foram analisados aspectos de decomposição e liberação de nutrientes que antecederam o plantio dos vegetais que irá influenciar de forma positiva na produtividade. Com o consórcio milho + crotalária antecedendo o brócolis, houve um aumento de diâmetro, biomassa fresca e seca assim como a produtividade por área (GOULART *et al.*; 2021; TORRES *et al.*; 2020).

Produção de silagem

Sabendo dos benefícios do consórcio de culturas com as leguminosas, um hábito que vem sendo introduzido nas lavouras para a produção de silagem é fazer essa associação. A produção de volumosos dentro da criação de bovinos - tanto leite quanto corte - juntamente com a aquisição de concentrados são um dos aspectos mais onerosos na produção animal, com isso, as lavouras que são destinadas para a silagem são marcadas por um monocultivo, com algumas práticas culturais inadequadas, perda de fertilidade e degradação do solo (COSTA, 2019).

A presença dos alcalóides torna a folha e o caule em plantas pouco palatáveis para os animais, sendo assim, ensilar a *crotalária* se torna uma opção viável para melhorar a palatabilidade e a duração do alimento a longo prazo. Porém não há muitas informações a respeito do uso de crotalárias e seu resultado quanto à fermentação ruminal, eficiência de utilização de nitrogênio e síntese de proteínas microbianas (VIENNASAY & WANAPAT, 2020).



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Em estudos realizados pela Embrapa, quando consorciado a *Crotalaria juncea* com capim BRS Tamani teve elevação da produtividade e do seu porte, na desidratação houve uma redução na atividade da água, o que colabora com a diminuição de perdas da matéria seca (devido fatores como fermentações secundárias), evitando também a perda de efluentes cujo afeta diretamente nos nutrientes solúveis da silagem (RETORE *et al.*; 2021).

Mbuthia (2003) conduziu um experimento usando o capim Napier para a produção de silagem em consórcio com *Crotalaria ochroleuca* e solteiro. Na silagem com ausência da suplementação da leguminosa, notou-se uma baixa qualidade de fermentação assim como uma menor ingestão pelos animais. A inclusão da leguminosa na produção da silagem tendeu a aumentar matéria seca, taxa de fermentação e aumentou significativamente a ingestão de proteína bruta e sua digestibilidade.

Com a importância do milho na alimentação humana e animal, em um campo experimental com precipitação média anual de 1.675 mm, com temperatura média de 25° C, com oscilações entre 19 e 29° C, foi analisado o rendimento de matéria seca de silagem feita de milho com espiga e *Crotalaria juncea*. Os resultados obtidos mostraram que houve um aumento de rendimento da matéria seca, uma diminuição no crescimento de plantas daninhas (ZAVALA *et al.*; 2011).

Em um experimento realizado por Wanapat *et al.* (2021), quatro touros mestiços com aptidão para corte, de aproximadamente um ano e meio foram separados e alojados em baias individuais, recebendo palha de arroz *ad libitum* e uma suplementação de *Crotalaria juncea* (melaço + ureia + água + crotalaria picada). Os animais receberam quatro períodos de alimentação com duração de 21 dias. Os níveis de suplementação foram os seguintes: T1 = 0 kg MS/cabeça/dia, T2 = 1 kg MS/cabeça/dia, T3 = 1,5 kg MS/cabeça/dia e T4 = 2 kg MS/cabeça/dia. Nos níveis de suplementação de 1,5 a 2 kg MS/cabeça/dia resultou em maior consumo de matéria seca e digestibilidade dos nutrientes, assim como teve um efeito estimulador sobre a população bacteriana do rúmen. Além disso, ainda houve melhora na produção de propionato ruminal, da eficiência da microbiota e a oferta de nitrogênio foi aumentada, como resultado da suplementação (WANAPAT *et al.*, 2021).



Toxicidade

As espécies do gênero *Crotalaria* possuem altos teores de alcalóides pirrolizidínicos (AP) que além de funcionarem como uma linha de defesa da planta, age como intoxicantes de potencial hepatotóxico, neurotóxicos e carcinogênicos para animais e humanos. Depois de ingerida e passando pela absorção intestinal das suas moléculas, elas são metabolicamente ativas no fígado e convertidas em eletrófilos que são bastante reativos, capacitados de reagir com macromoléculas celulares formando adutos com DNA, o que inicia o processo de intoxicação aguda ou crônica causadores dos efeitos mutagênicos (KEMPF *et al.*, 2010).

Nas sementes de *Crotalaria spectabilis*, é extraído um alcalóide chamado de monocrotalina que leva a quadros de lesões pulmonares e hepáticas, animais que são suscetíveis a essa intoxicação apresentam quadros de sintomatologia neurológica. Ainda na categoria dos AP, encontra-se também em alguns exemplares como junceína e a tricodesmina, que foram isoladas da *Crotalaria juncea*. Sendo a junceína encontrada em maior quantidade que a tricodesmina nas sementes, seus teores não demonstram toxicidade para os animais. Alguns outros alcalóides que foram identificados e reconhecidos como a nilgirina, principal encontrando nas espécies de *C. naragutensis*. Já em *C. lachnosema*, foram encontrados dois AP: a dicrotalina e seu derivado acetilado. Sendo que alguns deles ainda não possuem suas características toxicológicas bem definidas e estudadas (JI *et al.*, 2005).

O maior teor de AP é encontrado nas inflorescências e sementes, sendo a última ainda mais concentrada. Alguns autores, como Sanchez *et al* (2013), citam que o limite aceitável das sementes de *Crotalaria* na dieta animal deve variar de 0.2 a 0.4%, sendo que níveis acima de 0.6% demonstram efeitos tóxicos, afetando assim a saúde do animal.

A intoxicação por *Crotalaria* spp. (Guizo de cascavel, chocalho, xique-xique) ocorre em equinos, bovinos, ovinos, aves e suínos. Tem sido observado a intoxicação pelo consumo por quase todas as espécies de *Crotalaria*, em grande maioria algumas ainda são intoxicações experimentais (RIET-CORREA *et al.*; 2001). Em casos de intoxicação espontânea, fatores como alta infestação da planta na pastagem e baixa disponibilidade de forragem, induzem os animais a menor seletividade no pastejo consumindo então as *Crotalárias* spp (RIET CORREA *et al.*, 2011; MAIA *et al.*, 2013).



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Suínos

Em suínos, a *Crotalaria Spectabilis* demonstra maiores efeitos tóxicos. O principal AP encontrado é a monocrotalina, que está presente em toda a parte da planta e leva os animais à uma megalocitose (gigantismo citoplasmático e nuclear), fibrose progressiva, proliferação de ductos biliares. Há uma diminuição das funções hepáticas, diminuindo os níveis de proteína sérica devido uma baixa na síntese proteica causando uma ascite e edema. Alguns desses alcaloides são nocivos aos pulmões, levando a um quadro de lesão intersticial e arteriolar pulmonar (SOUZA *et al.*; 1997).

Em propriedades rurais na cidade de Juscimeira, MT, houve relatos da morte de 76 suínos que foram contaminados acidentalmente através da ração que continha sementes de *C. spectabilis*, iniciando os sinais clínicos 24-48 horas após o consumo. De forma aguda, os animais evoluíram de depressão, letargia, apatia, inapetência, vômito, mucosas ictéricas ou pálidas para ascite, decúbito lateral com movimentos de pedalagem e morte. Após essas mortes foi realizado um estudo com intoxicação experimental onde foi ofertado sementes de *C. spectabilis* nas dosagens de 0,5 e 1,25g/kg durante 10 dias com os sinais clínicos iniciando 120 horas após a administração das sementes. Na necropsia o volume do fígado estava diminuído, a coloração variava de amarelo alaranjado com áreas irregulares marrom-claras e vermelho-escura, assim como ascite, edema pulmonar e petéquias em diversos órgãos (UBIALI *et al.*; 2011).

Aves

Intoxicações experimentais foram realizadas com frangos de corte e poedeiras para determinar a quantidade necessária para causar sintomatologia clínica nos animais. As poedeiras foram separadas em quatro grupos controles, recebendo respectivamente 0, 0,02, 0,04 e 0,06% de sementes trituradas de *C. spectabilis* durante 28 dias, sendo avaliado o peso corpóreo, postura e consumo alimentar semanalmente e diariamente o exame físico era realizado nos animais. As aves intoxicadas apresentaram diminuição na postura, no peso corporal, distensão abdominal, penas arrepiadas, incoordenação motora, sendo esses sinais mais expressivos nos dois níveis mais altos de inclusão. Nesses grupos houve maior número de mortes, sinais mais severos e maior rapidez na apresentação da intoxicação. Na macroscopia



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

foi observado ascite, caquexia e alteração em fígado; podendo concluir que as intoxicações e grau de severidade são doses dependentes (HATAYDE *et al.* 2008).

Com frangos de corte, outro experimento contou com a introdução de *C. pallida* e *C. lanceolata*, dois exemplares da África que foram introduzidas no Brasil para a cobertura de solo, mas hoje são consideradas plantas invasoras devido sua ampla disseminação (DE ANDRADE *et al.*; 2007; CHENG *et al.*; 2020). Um grupo de animais (A) receberam doses diárias de 0,4%, 0,8%, 2,5% e doses únicas de 15% e 25% de *C. pallida*. Já outro grupo de animais (B) receberam sementes de *C. lanceolata* em doses diárias de 0,4%, 0,8%, 2,5% e doses únicas de 15% e 25% e o grupo C que servia como grupo controle. No grupo A, somente os animais que recebiam 2,5% demonstraram sinais de inapetência e diarreia com três semanas de consumo das sementes mas sem mortes relatadas; assim como no grupo B os subgrupos com sinais recebiam 0,8% e 25% das sementes. Também demonstraram diarreia, inapetência e ainda pena arrepiadas na segunda semana de suplementação, sem mortes registradas. Os achados de necropsia deste experimento corroboram aos do experimento com poedeiras. As doses únicas de *C. lanceolata* mostraram toxicidade com 7 dias e as doses diárias com o intervalo de 21 a 35 dias, sendo mais tóxica que a *C. pallida* (SAVARIS *et al.*; 2019).

Caprinos e ovinos

Em ovinos, os relatos de intoxicação são majoritariamente por *Crotalaria pallida* e *C. retusa*. Os sinais clínicos observados começam com fezes pastosas, inquietação e aumento das frequências cardíacas e respiratórias, instantes antes da morte foi observado dispneia intensa com respiração abdominal acentuada. Os achados de necropsia tiveram sua maior relevância nos achados de cavidade torácica, onde foi observado hidrotórax e edema pulmonar acentuado (MACEDO *et al.* 2020).

Em um município da Paraíba (MAIA, 2013), houve um surto de intoxicação, de um total de 30 ovinos 4 adoeceram e morreram. Os afetados apresentaram apatia, anorexia, diarreia, pressão da cabeça contra objetos e decúbito lateral. A morte ocorreu entre 24 e 48 horas após o início dos sinais clínicos. Na necropsia, o fígado estava firme com o padrão lobular acentuado, havia ascite, edema do abomaso e do mesentério.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Em outro estudo ficou demonstrado que em casos de *C. retusa* ovinos podem ser usados como controle biológico da planta, já que a administração de 2g/kg dia não causam sinais clínicos, e nos que apresentaram sintomas da intoxicação aguda, pouco tempo depois retornaram ao pasto se alimentando da *C. retusa* (BORELLI, 2015; LUCENA *et al.*; 2010).

Equinos

É descrito na literatura que dentre as crotalárias causadoras de intoxicação temos a: *Crotalaria spectabilis*, *Crotalaria juncea* e *Crotalaria retusa*. Em um caso relatado, um equino em pastejo ingeriu aveia contaminada com sementes de *Crotalaria spectabilis* e apresentou sinais de intoxicação como icterícia, perda de peso progressiva, edema de subcutâneo em região de peito, hemoglobinúria e sinais neurológicos típicos de encefalopatia hepática (ataxia, apatia, pressão da cabeça contra objetos, hipotonia de língua, dificuldade de deglutição entre outros) (MILANI *et al.* 2021).

Em outro estudo, cinco propriedades diferentes possuíam casos semelhantes de sintomatologia clínica e perdas de um total de 21 animais, com uma visita detalhada na propriedade foi encontrado também na aveia sementes de *Crotalaria spectabilis*, tendo em média 10 g das sementes para cada kg de aveia, levando ao quadro de intoxicação dos animais alimentados com o grão. Nos dois estudos relatados, os sinais clínicos e mortes apareceram após a ingestão da aveia contaminada de 2-6 meses, de acordo com as estipulações feitas, os animais ingeriram aproximadamente de 12-45g de sementes. Na necropsia foi encontrado um padrão lobular acentuado em fígado, firme ao corte, congesto; também foi observado edema em pulmão, estômago e mucosa intestinal; petéquias em epicárdio e serosa intestinal, hidropericárdio e hidrotórax (LACERDA *et al.* 2021).

Diferentemente da *spectabilis* e *retusa*, a *juncea* pode levar a quadros de intoxicação com sinais clínicos mais respiratórios que digestivos, como tremores, dispnéia severa, febre, decúbito e morte. Nos achados de necropsia observa-se edema, áreas de consolidação em parênquima pulmonar e fígado aumentado e congesto. Na histopatologia encontra septos alveolares espessos devido ao edema, infiltrado de células inflamatórias, trabéculas hepáticas e fígado congesto (DA ROCHA *et al.*; 2022).



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Bovinos

C. burkeana, *C. spectabilis*, *C. retusa*, *C. pallida* (*C. mucronata*) são as espécies de crotalárias citadas como tóxicas aos bovinos, sendo a *C. Mucronata* e *C. Juncea* associadas a pneumonia enquanto a *C. retusa* e *C. spectabilis* são mais hepatotóxicas. Dentre as citadas, a com maior capacidade tóxica para ruminantes é a *C. spectabilis*, que de grosso modo leva à morte dos hepatócitos que são substituídos por tecido fibroso (BOGHOSSIAN, 2007; NOBRE *et al.*, 2004). Para a intoxicação experimental foi utilizado a dose de 1g/kg de semente, sendo adaptada para o peso dos animais participantes. Os animais demonstraram sinais clínicos como apatia, prostração, emagrecimento, anorexia e decúbito esternal que evoluiu para lateral e morte (entre 48 e 52 horas após inícios dos sinais) no 87º dia de consumo das sementes. Notou-se na necropsia ascite, mucosas levemente ictéricas, o fígado estava em uma coloração marrom amarelada e firme à palpação. O pulmão possuía áreas avermelhadas de consistência levemente firme e hipocreptantes à palpação. Na microscopia a principal lesão encontrava-se no fígado que apresentou uma proliferação centro lobular de tecido fibroso e deposição de colágeno que substituiu o parênquima hepático, tendo também megalocitose de diferentes intensidades (RIBEIRO, M.; 2020).

C. incana também possui potencial tóxico, porém é pouco documentado. Em uma propriedade no MS, 88 garrotes de 2 anos de idade foram transferidos para uma área de 258 ha de pasto, onde era constituído de 53,9% de *Brachiaria humidicola* e 46,1% de *C. incana*, os animais foram alocados na área para pastejo com duração de 6 meses. Dois dias após a entrada, um garrote apresentou depressão, perda de peso e apatia, 15 dias após a entrada no piquete os sinais se agravaram, permanecendo em decúbito lateral, apatia severa e morte cinco dias depois. Durante a necropsia foi observado aumento do fígado, bordas arredondadas, ao corte o parênquima estava firme de coloração alaranjada. A vesícula biliar estava distendida com alteração na biliar. No cérebro, verificou-se a presença de vacuolização das bainhas de mielina, havia também raros astrócitos tipo II. Examinando os sinais, achados micro e macro da necropsia, a intoxicação por *C. incana* é bastante similar às outras intoxicações do gênero (LEAL *et al.*; 2019).



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Toxicidade em humanos

Dentro do agronegócio, os alimentos de origem animal são responsáveis por uma parcela de aproximadamente 6% do PIB do Brasil, e não só em questão de economia, temos ainda a importância da qualidade que esse alimento chega ao consumidor final. Tendo em vistas esses aspectos, a análise da qualidade do alimento e seus efeitos na saúde humana se tornou fonte de pesquisa e fiscalização (CEPEA, 2017). Sabendo dos efeitos tóxicos dos PA nas espécies animais, vários casos de intoxicação em humanos após o consumo de alimentos contaminados com os AP foram relatados, e por possuírem uma alta capacidade genotóxica e carcinogenicidade começaram os estudos para avaliar o risco e fontes de contaminação (EDGAR *et al.*; 2014).

Em geral os APs são divididos em quatro tipos (de acordo com os tipos de base necina): retronecina, heliotridina, otonecina e platinecina. Sendo os três primeiros tipos de base necina insaturadas, o que os torna tóxicos. Já os do tipo platinecina, são tipos de base saturada (sem ligação dupla) sendo considerados pouco ou não tóxicos. Os metabólitos reativos dos alcalóides desidropirrolizidínicos dos APs são gerados no fígado podendo se ligar a proteínas e DNA, causando disfunção das proteínas, levando a hepatotoxicidade, mutagenicidade e tumorigenicidade (SCHRENK *et al.*, 2020).

Os casos de intoxicação em humanos está bastante relacionado à ingestão de produtos fitoterápicos produtores de PA ou alimentos que já estão contaminados. A intoxicação aguda é representada pela síndrome de obstrução sinusoidal hepática, que leva a uma insuficiência hepática aguda com uma alta taxa de mortalidade (ROBINSON *et al.*, 2014).

A contaminação dos alimentos podem estar relacionadas com o tipo de alimentação ou contato que os animais possuíam com as plantas produtoras de PA. Em muitos países, os apicultores usam regularmente plantas que contêm a produção dos alcalóides para a produção de mel, com isso, Kempf *et al.* 2008, denotaram que os méis de muitas dessas plantas continham níveis de PA. Assim como nos últimos anos em amostras de leite foram detectados a presença de dois ou mais tipos de PA acima do limite de detecção. Amostras de leite que continham as substâncias tóxicas foram ofertados a ratas lactantes, seus filhotes lactentes morreram com lesões hepáticas distintas, embora os alcalóides não tivessem efeitos aparentes nas mães (MULDER *et al.*, 2018; EDGAR *et al.*, 2014).



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO**

As informações a respeito da contaminação da carne por PA são limitadas. Experimentos relataram que filhotes de cachorros foram alimentados com carne de animais envenenados com um tipo de PA de 3-4 meses, o que resultou em morte de alguns e quadros irreversíveis de doenças em outros, concluindo que carne continha resíduos de alcalóides tóxicos que não foram destruídos por cozimento (MULDER *et al.*, 2016).



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o crescente uso da *Crotalária* na adubação verde, entender seus aspectos positivos e negativos, e os efeitos causados por ela em suas diversas utilizações se faz necessário. Por possuir uma excelente capacidade de fixar nitrogênio e alguns outros macro e microelementos ao solo, a realização do seu plantio antes ou consorciada com a lavoura traz diversos benefícios, assim como a capacidade de controlar o crescimento de plantas daninhas e a população de nematoides e fungos. Sua aplicabilidade na agricultura é extremamente recomendada sem maiores malefícios e riscos ao solo ou ao cultivar.

Por serem plantas que apresentam em seu mecanismo de defesa a produção de alcalóides pirrolizidínicos (AP), metabólitos secundários com capacidade hepatotóxica e cancerígena quando são ingeridas mas serem uma boa fonte de alimentação animal, estudos acerca das doses tóxicas, utilização correta e segura são imprescindíveis.

A intoxicação em humanos está principalmente associada ao consumo de produtos de origem animal que já estão contaminados com os APs, ainda não se sabe ao certo a quantidade necessária de ingesta e doses tóxicas, sendo fundamental maiores estudos. Ainda há muita falta de informações, sendo importante mais estudos sobre a metabolização dos compostos pelos animais e a mensuração dos produtos tóxicos nos produtos de origem animal (em especial leite e mel).

O fornecimento de *Crotalária* na alimentação animal pode ser utilizada desde que aspectos como: categoria animal, espécie da crotalária e animal, peso, idade e a forma como será ofertada, sejam levados em consideração. A grande parte das intoxicações acontecem de forma acidental por ingestão excessiva de sementes de crotalária encontradas em pasto ou ração, sendo algumas espécies animais mais suscetíveis que outras.

Dentre as *Crotalárias* mais utilizadas, a *C. ochroleuca* em diversos estudos se mostrou uma das mais seguras quando consumida, podendo ser na forma de silagem, feno ou pastejo, não causando desordens metabólicas nos animais. Isso ocorre por ser uma planta que não possui em sua composição a produção de APs, sendo uma boa opção para a categoria animal.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Mesmo sendo uma das preferências e escolhas na adubação verde, no que se refere a literatura de intoxicações por *Crotalaria* em animais ou em humanos, ainda é defasada e antiga, necessitando assim de novos estudos e atualizações a respeito.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANCHES, M. de O.; SILVA, G. A. M. da; SANTOS, L. C. dos; PEREIRA, L. F.; FREITAS, G. B. de. Contribution of green fertilization to the chemical, physical and biological characteristics of the soil and its influence on the nutrition of vegetables. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 10, n. 7, p. e7410716351, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i7.16351. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/16351>. Acesso em: 01 nov. 2022.

AGROINOVAR SEMENTES: *Crotalaria ochroleuca*, set. 2018. Disponível em: Acesso em: 24 out. 2022

AGUIAR, A. T. E.; GONÇALVES, C.; AYRES, M. E.; PATERNIANI, G. Z. Boletim 200 – Instruções agrícolas para as principais culturas econômica. Campinas, SP, v. 7, n. 200, p. 162 - 165, 2014.

ALFONSO, L., ÁNGEL, D. N., ROBERTO, M., LEOBARDO, D., VICTORIA, D. E. Suppression Effects on Pineapple Soil-Borne Pathogens by *Crotalaria juncea*, Dolomitic Lime and Plastic Mulch Cover on MD-2 Hybrid Cultivar. *Phyton-International Journal of Experimental Botany*, 90(4), 1205–1216. 2021.

BOGHOSSIAN M.R., PEIXOTO P.V., BRITO M.F. & TOKARNIA C.H. 2007. Experimental poisoning by *Crotalaria mucronata* (Fabaceae) seeds in cattle. Aspectos clínico-patológicos da intoxicação experimental pelas sementes de *Crotalaria mucronata* (Fabaceae) em bovinos. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 27(4):149-156. Projeto Sanidade Animal Embrapa/UFRRJ, Seropédica, RJ 23890-000, Brazil.

BORELLI, V. "Intoxicação espontânea e experimental por folhas verdes de *Crotalaria pallida* (mucronata) em ovinos." (2015): 53-53.

CARGNELUTTI FILHO, A.; FOLLMANN, D. N.; BEM, C. M. de; PEZZINI, R. V.; SCHABARUM, D. E.; SILVEIRA, D. L.; ULIANA, D. B.; CHAVES, G. G. Épocas de semeadura e temperatura base em crotalária juncea. *Agrarian*, [S. l.], v. 9, n. 34, p. 312–318, 2017. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/4574>. Acesso em: 05 nov. 2022.

Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. (2017). PIB do agronegócio brasileiro. Recuperado de <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>

CHENG ZY, SUN Q, YANG PY, HUANG XX, SONG SJ. 2020. Isolation and structure elucidation of anti-tyrosinase compounds from the seeds of *Crotalaria pallida*. *J Asian Nat Prod Res*. 6:1–7.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

COSTA, C. M. Aspectos agronômicos e qualidade de silagens mistas oriundas dos consórcios de milho e crotalárias. 2019. 65 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2019.

DA ROCHA, V. S., ERNANDES, P. C., PALMEJANI, S., BENEZOLI, A. Z., DE MEDEIROS GORODICHT, M. A., MOSCON, L. A., PEREIRA, C. M. (2022). Toxic Plants for Horses in Brazil. *Open Access Library Journal*, 9(5), 1-17.

DE ANDRADE, D. A. V., ORTOLANI, F. A., MORO, J. R., & MORO, F. V. (2008). Aspectos morfológicos de frutos e sementes e caracterização citogenética de *Crotalaria lanceolata* E. Mey. (Papilionoideae - Fabaceae). *Acta Botanica Brasilica*, 22(3), 621–625. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062008000300003>

de Nairóbi, 2003. Disponível em: < <http://41.204.161.209/bitstream/handle/11295/155573/>

DIETER SCHRENK, LAN GAO, GE LIN, CATHERINE MAHONY, PATRICK P.J. MULDER, AD PEIJNENBURG, STEFAN PFUHLER, IVONNE M.C.M. RIETJENS, LUKAS RUTZ, BARBARA STEINHOF, ANJA THESE, Pyrrolizidine alkaloids in food and phytomedicine: Occurrence, exposure, toxicity, mechanisms, and risk assessment - A review, *Food and Chemical Toxicology*, Volume 136, 2020, 111107, ISSN 0278-6915, <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.111107>.

DINIZ, E. R.; VARGAS T. DE O.; PEREIRA, W. D; GUEDES, A. F.; SANTOS, R. H. S.; PETERNELLI, L. A. decomposição e mineralização do nitrogênio proveniente do adubo verde *Crotalaria juncea* Científica, Jaboticabal, v.42, n.1, p.51–59, 2014. ISSN: 1984-5529

DINIZ, ER; VARGAS, TO; PEREIRA, WD; GUEDES, AF; SANTOS, RHS; PETERNELLI, LA. 2014. Decomposição e mineralização do nitrogênio proveniente do adubo verde *Crotalaria juncea*. Científica 42: 51-59.

DOURADO, M. C.; SILVA, T. R. B.; BOLONHEZI, A. C. Matéria seca e produção de grãos de *Crotalaria juncea* L. submetida à poda e adubação fosfatada. *Scientia Agricola*. São Paulo - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, v. 58, n. 2, p. 287-293, 2001. Disponível em: . Acesso em: 12 de junho 2018.

EDGAR, J. A, S.M. COLEGATE, M. BOPPRÉ & R.J. MOLYNEUX (2011) Pyrrolizidine alkaloids in food: a spectrum of potential health consequences, *Food Additives & Contaminants: Part A*, 28:3, 308-324, DOI: [10.1080/19440049.2010.547520](https://doi.org/10.1080/19440049.2010.547520)

EMBRAPA. Adubação verde com leguminosas / Agrobiologia. – Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 49 p. : il. – (Coleção Saber).

EMBRAPA. Desempenho Agronômico de *Crotalaria juncea* em Diferentes Arranjos



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Populacionais e Épocas do Ano ISSN 1517-8862 Dezembro/2005 Seropédica/RJ
Comunicado82 Técnico.

EMBRAPA. Sistemas de cultivo de plantas de cobertura para a semeadura direta do algodoeiro. Campina Grande, 2016. 15 p. (Embrapa Algodão. Comunicado técnico, 377).

GARCIA. Rodrigo Arroyo; STAUT, Luiz Alberto. Como inserir crotalária em sistemas de produção de grãos. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2018, 12 p. (Embrapa Agropecuária Oeste, circular Técnica 44).

GOULART, J. M.; ROCHA, A. A.; ESPINDOLA, J. A. A.; ARAÚJO, E. DA S.; GUERRA, J. G. M.; et al. Agronomic performance of sweet potato crop in succession to leguminous plants in monocropping and intercropped with corn. Horticultura Brasileira [online]. 2021, v. 39, n. 2 [Accessed 4 December 2022], pp. 186-191. Available from: <<https://doi.org/10.1590/s0102-0536-20210209>>. Epub 05 July 2021. ISSN 1806-9991. <https://doi.org/10.1590/s0102-0536-20210209>.

HATAYDE, M. R., PEREIRA, W. A. B., GODOY, G. S., ALESSI, A. C. Efeitos da ingestão de sementes de *crotalaria spectabilis* sobre o desempenho produtivo de galinhas poedeiras. Vet. Not., Uberlândia, v. 14, n. 2, p. 19-28, jul./dez. 2008.

INOUE, M. H. Eficácia de herbicidas aplicados em plantas adultas de *Crotalaria spectabilis* e *Crotalaria ochroleuca*. Revista Brasileira de Herbicidas, v.11, n.2, p.148-58, mai./agos. 2012.

JI, X.; KHAN, I.; MOSJIDIS, J. A.; WANG, H.; LIVANT, P. Variability for the presence of pyrrolizidine alkaloids in *Crotalaria juncea* L. Pharmazie, v.8, n.60, p.620-622, 2005.

KAPPES, C. et al Uso de reguladores de crescimento no desenvolvimento e produção de crotalária. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.41, n.4, p. 508-518, 2011.

KEMPF, M. BEUERLE, T.; BÜHRINGER, M.; DENNER, M.; TROST, D.; VON DER OHE, K.; BHAVANAM, V. B. R. Pyrrolizidine alkaloids in honey: Risk analysis by gas chromatography-mass spectrometry

KEMPF, M.; REINHARD, A.; BEUERLE, T. Pyrrolizidine alkaloids (PAs) in honey and pollen-legal regulation of PA levels in food and animal feed required. Molecular Nutrition Food Research, v.54, p.158-168, 2010.

KROLL, A. P., et al. Consórcio de milho com *Crotalaria spectabilis*: produtividade e dinâmica de plantas daninhas. 2021.

LACERDA, M. D. S. C., WILSON, T. M., DE SOUZA ARGENTA, V. L., DE ARAÚJO PINTO, É. G., E MACÊDO, J. T. S. A., SOTO-BLANCO, B., CÂMARA, A. C. L. (2021).



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Crotalaria spectabilis poisoning in horses fed contaminating oats. *Toxicon*, 197, 6-11.

LEAL, P. V., DE MELO, G. K. A., POTT, A., MARTINS, T. B., GARDNER, D., DE BARROS, C. S. L., & DE LEMOS, R. A. A. (2019). Hepatic encephalopathy secondary to chronic liver lesions caused by *Crotalaria incana* in a bovine. *Acta Scientiae Veterinariae*, 47.

LEITE, A. B.; POLLI, H. Q. AGRICULTURA ORGÂNICA NO BRASIL COM ENFOQUE NA AGRICULTURA BIODINÂMICA. *Revista Interface Tecnológica*, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 417-430, 2020. DOI: 10.31510/infa.v17i1.787. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/787>. Acesso em: 24 out. 2022.

LUCENA, R. B., RISSI, D. R., MAIA, L. A., FLORES, M. M., DANTAS, A. F. M., NOBRE, V. M. D. T., BARROS, C. S. (2010). Intoxicação por alcaloides pirrolizidínicos em ruminantes e equinos no Brasil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 30, 447-452.

MACÊDO, I. L., DE CARVALHO PINHEIRO, T. R., LEITE, I. M., SOARES, K. L., DA SILVA FERREIRA, M. A., DA SILVA, T. R., DANTAS, A. F. M. (2020). ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS INTOXICAÇÕES POR *Crotalaria retusa* E *Tephrosia cinerea* EM OVINOS.

MAIA, L. A 2013. Intoxicação por *Crotalaria retusa* em pequenos ruminantes. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, PB. 56p. <https://www.scielo.br/j/pvb/a/TDvpBxvT5KQhLNJDq4zkcvy/?lang=pt>

MBUTHIA, E.W. Effect inclusion of protein rich forages on quality of Napier grass silage. 2003. [Mbuthia_Effect%20of%20Inclusion%20of%20Protein-rich%20Forages%20on%20Qualit.](#)

MILANI, L. C., MOURA, T. G., PORTO, M. R., BLUME, G. R., SANTOS, A. L., OLIVEIRA, L. B., & ELOI, R. S. (2021). *Crotalaria spectabilis* poisoning in a horse. *Braz J Vet Pathol*, 14(2), 111-116.

MKIWA F. E, LWOGA A. B, MOSHA R. D, MATOVELO J. A. Antinutritional effects of *Crotalaria ochroleuca* (marejea) in animal feed supplements. *Veterinary and Human Toxicology*. 1994 Apr;36(2):96-100. PMID: 8197724.

MULDER, P. P., LÓPEZ, P., CASTELARI, M., BODI, D., RONCZKA, S., PREISS-WEIGERT, A., & THESE, A. (2018). Occurrence of pyrrolizidine alkaloids in animal-and plant-derived food: results of a survey across Europe. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 35(1), 118-133.

MULDER, P.P.J., DE WITTE, S.L., STOOPEN, G.M., VAN DER MEULEN, J., VAN WIKSELAAR, P.G., GRUYS, E., GROOT, M.J., HOOGENBOOM, R.L., 2016. Transfer of



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

pyrrolizidine alkaloids from various herbs to eggs and meat in laying hens. Food Addit. Contam. Part A Chem. Anal. Control Expo. Risk Assess. 33, 1826–1839.

NOBRE VMT, RIET-CORREA F, DANTAS AFM, TABOSA IM, MEDEIROS RMT, BARBOSA FILHO JM, 2004a. Intoxication by *Crotalaria retusa* in ruminants and Eqüidae in the state of Paraíba, northeastern Brazil. In: Acamovich T., Stewart C.S., Pennycott T.W. (Eds.), Plant Poisoning and Related Toxins. CAB International, Glasgow, pp. 275–279. out. 2020.

PACHECO, L. P., A. S. D. C. SÃO MIGUEL, E. M. B. SILVA, E. D. SOUZA, AND F. D. SILVA. 2015. Influence of soil bulk density on shoot and root traits of crotaly. Pesquisa Agropecuária Tropical 45 (4):464–72 (in Portuguese, with English abstract).

PATRICK P.J. MULDER, PATRICIA LÓPEZ, MASSIMO CASTELARI, DORINA BODI, STEFAN RONCZKA, ANGELIKA PREISS-WEIGERT & ANJA THESE (2018) Occurrence of pyrrolizidine alkaloids in animal- and plant-derived food: results of a survey across Europe, Food Additives & Contaminants: Part A, 35:1, 118-133, DOI: [10.1080/19440049.2017.1382726](https://doi.org/10.1080/19440049.2017.1382726)

PEREIRA FILHO, I. A. Cultivo do milho. 9 ed. Embrapa Milho e Sorgo. 2015. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=705&p_r_p_-996514994_topicoId=8658. Acesso em: 05/02/2022

PÉREZ, L. A. A.; ÁNGEL, D. N.; PÉREZ, M. R. V.; MARTÍNEZ, D. L. O.; VICTORIA, D. E.; MARTINEZ, A. R.; SÃO JOSÉ, A. R. Suppression Effects on Pineapple Soil-Borne Pathogens by *Crotalaria juncea*, Dolomitic Lime and Plastic Mulch Cover on MD-2 Hybrid Cultivar. Vol. 90, Edic. 4, (2021): 1205-1216. DOI:10.32604/phyton.2021.015109.

RETORE, M., JUNIOR, M. A. P. O., GALEANO, E. S. J., ALVES, J. P., FERNANDES, T., ORRICO, A. C. A., CECCON, G. (2021). Produtividade e valor nutricional de silagem pré-secada e feno de consórcios de *P. maximum* cv. BRS Tamani com leguminosas.

RIBEIRO, M. (2020). INTOXICAÇÃO ESPONTÂNEA E EXPERIMENTAL POR *CROTALARIA SPECTABILIS* (FABACEAE) EM BOVINOS.

RIET-CORREA, F. CARVALHO KS, DANTAS AFM, MEDEIROS RMT 2011. Spontaneous acute poisoning by *Crotalaria retusa* in sheep and biological control of this plant with sheep. Toxicon (Oxford), v. 58:606-609.

RIET-CORREA, F., & MEDEIROS, R. M. (2001). Intoxicações por plantas em ruminantes no Brasil e no Uruguai: importância econômica, controle e riscos para a saúde pública. *Pesquisa*



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Veterinária Brasileira, 21, 38-42.

SANCHEZ, D.C.C., et al. Clinical and laboratory evaluation of sheep experimentally intoxicated with *Crotalaria spectabilis* (leg. papilionoidea) seeds. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias Ambiental*. 11, 263–273, 2013.

SARWATT, S.V. Effects of replacing sunflower seed cake with *Crotalaria ochroleuca* hay on feed intake, digestibility and growth rate of grazing sheep. *Small Ruminant Research*, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. N.7, p. 21-28, 1992.

SAVARIS, T. BIFFI, C. P.; OGLIARI, D.; WICPOLT, N.; MOLOSSI, F. A.; MELCHIORETTO, E.; GARDNER, D.; GAVA, A. Experimental poisoning by *Crotalaria lanceolata* and *Crotalaria pallida* seeds in broilers. *Pesquisa Veterinária Brasileira* [online]. 2019, v. 39, n. 11 [Accessed 11 November 2022] , pp. 863-869. Available from: <<https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-6271>>. Epub 02 Dec 2019. ISSN 1678-5150. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-6271>.

SCHRENK, D., GAO, L., LIN, G., MAHONY, C., MULDER, P. P., PEIJNENBURG, A., & THESE, A. (2020). Pyrrolizidine alkaloids in food and phytomedicine: Occurrence, exposure, toxicity, mechanisms, and risk assessment-A review. *Food and Chemical Toxicology*, 136, 111107.

SILVA, F. J.; OLIVEIRA, C. A. A.; ALMEIDA, L. S.; LIMA, L. P.; GUIMARÃES, E. C. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração e produtividade do milho. *Revista de Agricultura Neotropical*, Cassilândia-MS, v.4, n3, p. 77-84, jul./set. 2017.

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*. II disponibilidade de N, P, e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. Disponível em: . Acesso em: 08 de outubro 2017.

SILVA-LOPEZ, R. E. DA.; PACHECO, J. da S.. Genus *Crotalaria* L. (Leguminosae). *Revista Fitos*, [S.l.], v. 5, n. 3, p. 43-52, 2010.

SOUZA, A. C. DE S.; HATAYDE, M. R.; BECHARA, G. H. ASPECTOS PATOLÓGICOS DA INTOXICAÇÃO DE SUÍNOS POR SEMENTES DE *Crotalaria spectabilis*. *Pesq. Vet. Bras.* 17(1):12-18, jan./mar. 1997.

TORRES, JLR; GOMES, FRC; BARRETO, AC; ORIOLI JUNIOR, V; FRANÇA, GD; LEMES, EM. 2020. Nutrient cycling of different plant residues and fertilizer doses in broccoli cultivation. *Horticultura Brasileira* 39:011-019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-0536-20210102>

UBIALI, D. G.; BOABAID, F. M.; BORGES, N. A.; CALDEIRA, H. B. F.; LODI, L. R.;



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

PESCADOR, C. A.; SOUZA, M. A.; COLODEL, E. M. Intoxicação aguda com sementes de *Crotalaria spectabilis* (Leg. Papilionoideae) em suínos. *Pesq. Vet. Bras.* 31(4):313-318, abril 2011

VIENNASAY, B. AND WANAPAT, M., 2020. Enhancing lactating dairy cow rumen fermentation and production with Flemingia silage containing phytonutrients. *Livestock Science*, 241, 104201

WANAPAT, M., TOTAKUL, P., VIENNASAY, B., & MATRA, M. (2021). Sunnhemp (*Crotalaria juncea*, L.) silage can enrich rumen fermentation process, microbial protein synthesis, and nitrogen utilization efficiency in beef cattle crossbreds. *Tropical Animal Health and Production*, 53(1). <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02628-z>

ZAVALA, D., VALENCIA, E., RANDEL, P. F., & RAMOS-SANTANA, R. (2021). Silage from high protein value white corn (*Zea mays* L.) with and without ears associated with two annual legumes, lablab (*Lablab purpureus* L.) and sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.). *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 95(3-4), 151-167. <https://doi.org/10.46429/jaupr.v95i3-4.2572>