

RESSALVA

Atendendo solicitação da
autora, o texto completo desta dissertação
será disponibilizado somente a partir
de 09/06/2021.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CÂMPUS DRACENA**

LUZIANE CRISTINA FERREIRA

**FITORREMEDIAÇÃO DE SOLO COM APLICAÇÃO DE TEBUTHIURON E
VINHAÇA POR ESPÉCIES DE INTERESSE AGRONÔMICO**

Ilha Solteira

2019

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

LUZIANE CRISTINA FERREIRA

**FITORREMEDIAÇÃO DE SOLO COM APLICAÇÃO DE TEBUTHIURON E
VINHAÇA POR ESPÉCIES DE INTERESSE AGRÔNOMICO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia – FEIS – UNESP – Câmpus de Ilha Solteira, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Especialidade: Sistemas de Produção

Prof. Dr. Paulo Renato Matos Lopes

Orientador

Ilha Solteira

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

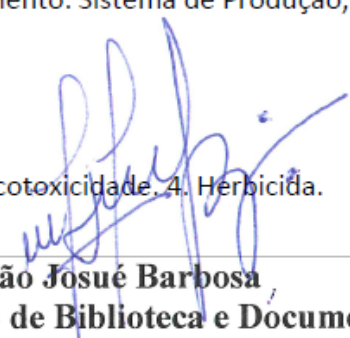
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

F383f Ferreira, Luziane Cristina.
Fitorremediação de solo com aplicação de tebuthiuron e vinhaça por espécies de interesse agrônomo / Luziane Cristina Ferreira. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2019
68 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Sistema de Produção, 2019

Orientador: Paulo Renato Matos Lopes
Inclui bibliografia

1. Biodegradação. 2. Biorremediação. 3. Ecotoxicidade. 4. Herbicida.



João Josué Barbosa
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação
Diretor Técnico
CRB 8-5642



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Fitorremediação de solo com aplicação de tebuthiuron e vinhaça por espécies de interesse agrônomo

AUTORA: LUZIANE CRISTINA FERREIRA

ORIENTADOR: PAULO RENATO MATOS LOPES

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA, área: Sistemas de Produção pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. PAULO RENATO MATOS LOPES
Curso de Engenharia Agrônoma / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena - UNESP

Prof. Dr. EVANDRO PEREIRA PRADO
Coordenadoria do Curso de Engenharia Agrônoma / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena - UNESP

Prof. Dr. RENATO NALLIN MONTAGNOLLI
Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação / Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

Ilha Solteira, 09 de dezembro de 2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por sua infinita bondade. Por ter me proporcionado essa experiência maravilhosa do mestrado, e por ter me dado saúde e proteção, assim como faz em todos os dias da minha vida. Toda honra e toda glória seja dada a Ele.

Graças a Deus também, tenho uma família maravilhosa, a qual eu agradeço imensamente por todo apoio, confiança e ajuda durante todo esse tempo em que morei pela primeira vez, fora de casa. Sem o apoio da minha família, meu pai Ademar, minha mãe Jane e o Juninho meu querido irmão, eu não teria conseguido encarar tão bem essa nova fase. Muito obrigada por me incentivarem, e por cuidarem de mim mesmo que de tão longe.

Ao meu namorado Jackson, que sempre me apoia, confia e está ao meu lado. Por ter me dado forças e sido meu companheiro e incentivador, mesmo com mais de 1000 km nos separando fisicamente. Muito obrigada meu amor.

A todas as pessoas maravilhosas que eu tive oportunidade de conhecer em Ilha Solteira e em Dracena, em especial a todos os participantes do GOU e GPP de Ilha, aos colegas do GAIA, em especial Paulo Henrique, Gustavo, Letícia e Laura, e minha querida amiga que tive oportunidade de dividir um lar durante esse período, e, além disso, também dividimos experiências, sorrisos e algumas lágrimas, obrigada Gabi. Sou muito feliz por ter encontrado pessoas tão especiais em meu caminho.

Agradeço imensamente ao meu orientador Paulo Lopes. Tive uma grande sorte em ter sido sua orientada. Desde o primeiro e-mail, me ajudou e se mostrou ser uma pessoa muito atenciosa, que ensina, incentiva, tem paciência e trata extremamente bem os seus orientados. Tive a honra de ser sua orientada de mestrado, e aprender muito com você Paulo. De todo meu coração, muitíssimo obrigada.

Ao professor Evandro Prado, por desde o início ter acolhido essa pesquisa e ter me ajudado, principalmente com as contas da aplicação do herbicida, como também por ter me indicado seu aluno Pedro Omoto, para realizar a pulverização nas plantas.

Ao professor Reges Heinrichs, por ter me ajudado com todos os cálculos de adubação, e também pelos adubos que nos foram concedidos.

À técnica Mirian de Faria, por ter auxiliado na disponibilização da vinhaça.

Ao professor Ronaldo Cintra, pela ajuda com cálculos de irrigação, como também, pelo fornecimento dos dados meteorológicos.

Aos professores Ronaldo Viana e Evandro Prado, que contribuíram muito com seus conhecimentos na minha qualificação. Todas as informações foram de grande valia para o resultado final dessa dissertação.

Aos professores Renato Montagnolli e Evandro Prado, por terem aceitado esse convite de participar da minha banca de defesa do mestrado, e contribuir grandemente com essa pesquisa. Desde já, muito obrigada.

Por fim, agradeço a Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Unesp, campus Dracena por ter sido o local que permitiu a excelente execução do meu experimento e todos os professores, funcionários e colegas que de alguma maneira contribuíram com essa pesquisa. Muito obrigada.

Isto é uma ordem: sê firme e corajoso. Não te atemorizes, não tenhais medo, porque o Senhor está contigo em qualquer parte por onde fores.

Js 1:9

RESUMO

O herbicida tebuthiuron é largamente utilizado na cultura da cana-de-açúcar e pode acarretar prejuízos ao ambiente devido seu elevado potencial tóxico e alta persistência no solo. Assim, esse trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de espécies vegetais em diminuir a concentração de tebuthiuron no solo com aplicação de vinhaça. A eficiência do processo de biorremediação foi avaliada quanto: ao desenvolvimento vegetal, aos parâmetros físico-químicos do solo e à ecotoxicidade do meio. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação utilizando vasos com solo sem histórico de aplicação do herbicida. As espécies potencialmente fitorremediadoras testadas foram: feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), feijão-guandu (*Cajanus cajan*), milheto (*Pennisetum glaucum*), e mucuna-cinza (*Mucuna pruriens* (L.) DC.). Como espécie sentinela foi utilizada a *Crotalaria juncea*. Ao longo do experimento foram avaliados: o diâmetro do colo, a altura da planta e o número de folhas. Ao final, avaliações de massas fresca e seca foram realizadas para as cinco plantas testadas. A fitotoxicidade das amostras nos tratamentos foi determinada nos tempos inicial (zero) e final (50 dias), utilizando sementes de alface como organismos-teste. Os resultados revelaram que o feijão-de-porco e o feijão-guandu não resistiram a presença do herbicida. O milheto apresentou o menor índice de mortalidade e também o melhor desempenho em solos na presença do tebuthiuron associado ou não à vinhaça. Baseado em seu desenvolvimento vegetal a utilização da mucuna-cinza pode ser mais indicada para uso em reformas de canaviais. Sobre as espécies potencialmente fitorremediadoras, de acordo com o desenvolvimento de *C. juncea*, observa-se que, os vasos que anteriormente foram ocupados por mucuna-cinza, permitiram um melhor desenvolvimento e produção de biomassa para a espécie bioindicadora. Quanto ao teste de ecotoxicidade, a presença isolada do tebuthiuron no solo revelou um potencial tóxico para sementes de *L. sativa*, mas a aplicação da vinhaça junto ao herbicida favoreceu a redução dessa ecotoxicidade no tempo inicial.

Palavras chave: Biodegradação. Biorremediação. Ecotoxicidade. Herbicida.

ABSTRACT

The herbicide tebuthiuron is widely used in sugarcane cultivation and can cause damage to the environment due to its high toxic potential and high soil persistence. Thus, this work aimed to evaluate the potential of plant species in decreasing tebuthiuron concentration in the soil with vinasse application. The efficiency of the bioremediation process was evaluated for: plant development, soil physicochemical parameters and environment ecotoxicity. To evaluate these parameters, the experiments were conducted in a greenhouse using pots with soil with no history of herbicide application. Potential phytoremediation species tested were: jack bean (*Canavalia ensiformis*), pigeon pea (*Cajanus cajan*), millet (*Pennisetum glaucum*), and velvet bean (*Mucuna pruriens* (L.) DC.). As bioindicator species was used *Crotalaria juncea*. Throughout the experiment were evaluated: the neck diameter, the plant height and the number of leaves. At the end, fresh and dry mass evaluations were performed for the five plants tested. The phytotoxicity of the samples in the treatments was determined at the initial (zero) and final (50 days) times, using lettuce seeds as test organisms. Results revealed that pigeon bean and jack bean did not resist the herbicide presence. Millet plants showed the lowest mortality rate among all plant species and also presented the best performance in tebuthiuron presence associated or not with vinasse. However, despite of these results for millet, velvet bean was the most suitable for use in sugarcane fields reforming as green manure based on plant development. Among the phytoremediation species, according to the development of *C. juncea*, it is observed that, although velvet bean and millet had similar results, the vessels that were previously occupied by velvet bean, allowed a better development and production of biomass for the bioindicator species. Regarding the ecotoxicity test, the isolated presence of tebuthiuron in the soil revealed a toxic potential for *L. sativa* seeds, but the application of vinasse to the herbicide favored the reduction of this ecotoxicity in the initial time.

Keywords: Biodegradation. Bioremediation. Ecotoxicity. Herbicide.

LISTA DE ABREVIATURAS

%G	Percentual de germinação de sementes em relação ao controle negativo
%R	Percentual de alongamento de raiz em relação ao controle negativo
CN	Controle negativo
CP	Controle positivo
CTC	Capacidade de troca catiônica
DAS	Dias após a semeadura
FG	Feijão-guandu
FP	Feijão-de-porco
GI	Índice de germinação
H+Al	Hidrogênio + Alumínio
KCl	Cloreto de potássio
MC	Mucuna-cinza
MFPA	Matéria fresca da parte aérea
MFR	Matéria fresca da raiz
ML	Milheto
MSPA	Matéria seca da parte aérea
MSR	Matéria seca da raiz
pH	Potencial hidrogeniônico
SB	Soma de bases
T-	Ausência de tebuthiuron
T+	Presença de tebuthiuron
t0	Tempo zero
t45	Tempo final de 45 dias
t50	Tempo final de 50 dias
V%	Saturação da CTC por bases
V-	Ausência de vinhaça
V+	Presença de vinhaça

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fórmula estrutural do herbicida tebuthiuron	18
Figura 2. Altura das plantas durante o desenvolvimento vegetal por 50 dias.	30
Figura 3. Diâmetro das plantas durante o desenvolvimento vegetal por 50 dias.	31
Figura 4. Número de folhas das plantas durante o desenvolvimento vegetal por 50 dias..	32
Figura 5. Altura de <i>C. juncea</i> durante o desenvolvimento vegetal por 45 dias.....	44
Figura 6. Diâmetro de <i>C. juncea</i> durante o desenvolvimento vegetal por 45 dias.....	45
Figura 7. Número de folhas de <i>C. juncea</i> durante o desenvolvimento vegetal por 45 dias. ...	46

APÊNDICE

Figura 8. Adubação do solo com o adubo Super Fosfato Simples	69
Figura 9. Aplicação de vinhaça aos tratamentos V+	69
Figura 10. Aplicação do herbicida tebuthiuron	70
Figura 11. Sintoma de fitotoxicidade em espécies vegetais.	70
Figura 12. Espécie de milho no tratamento controle com grande volume radicular	71
Figura 13. Espécie visualmente mais raquítica, comparada à testemunha, devido ao tratamento em que foi submetida.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição físico-química do solo.....	25
Tabela 2. Delineamento experimental dos tratamentos	27
Tabela 3. Porcentagem de mortalidade das espécies vegetais em 15, 29 e 50 dias após a semeadura (DAS). Composição dos tratamentos: T(tebuthiuron), V(vinhaça), + (presença) e - (ausência).....	29
Tabela 4. Análise de variância do diâmetro das plantas aos 50 DAS. Composição dos tratamentos: T(tebuthiuron), V(vinhaça), + (presença) e - (ausência).....	33
Tabela 5. Análise de variância da massa fresca e seca da parte aérea e raiz das espécies vegetais. Composição dos tratamentos: T(tebuthiuron), V(vinhaça), + (presença) e - (ausência).....	36
Tabela 6. Análise de variância da altura, diâmetro e número de folhas de <i>C. juncea</i> após 45 DAS em vasos anteriormente ocupados por espécies vegetais. Composição dos tratamentos: T(tebuthiuron), V(vinhaça), + (presença) e - (ausência).....	49
Tabela 7. Análise de variância da massa fresca e seca da parte aérea e raiz de <i>C. juncea</i> em vasos anteriormente ocupados por espécies vegetais. Composição dos tratamentos: T(tebuthiuron), V(vinhaça), + (presença) e - (ausência).....	50
Tabela 8. Análise de variância dos valores de 1-GI para <i>Lactuca sativa</i> nos bioensaios de ecotoxicidade para os tratamentos no tempo inicial (t0) e após 50 dias de atenuação natural (t50). Composição dos tratamentos T(tebuthiuron), V(vinhaça), + (presença) e - (ausência), CN (Controle negativo), C (Controle), FG (Feijão-guandu), FP (Feijão-de-porco), MC (Mucuna-cinza), e ML (Milheto).....	52

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	Cana-de-açúcar	17
2.2	Herbicidas.....	17
2.3	Fertirrigação.....	18
2.4	Fitorremediação	19
2.5	Ecotoxicidade.....	21
3	OBJETIVOS.....	23
3.1	Geral.....	23
3.2	Específicos.....	23
4	DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE ADUBO VERDE EM SOLO COM APLICAÇÃO DE TEBUTHIURON E VINHAÇA	
4.1	Introdução.....	24
5	MATERIAL E MÉTODOS	25
5.1	Coleta de solo e vinhaça	25
5.2	Herbicida tebuthiuron.....	26
5.3	Espécies vegetais.....	26
5.4	Delineamento experimental.....	26
5.5	Preparo das unidades experimentais	27
5.6	Avaliação do desenvolvimento vegetal.....	28
5.7	Forma de análise dos resultados	28
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
7	CONCLUSÃO	38
8	FITORREMEDIAÇÃO DE SOLO COM TEBUTHIURON E VINHAÇA UTILIZANDO <i>CROTALARIA JUNCEA</i> COMO PLANTA BIOINDICADORA	40
8.1	INTRODUÇÃO	
9	MATERIAL E MÉTODOS.....	41
9.1	Coleta de solo e vinhaça	41
9.2	Herbicida tebuthiuron.....	42
9.3	Delineamento experimental.....	42

9.4	Preparo das unidades experimentais	42
9.5	Avaliação do desenvolvimento vegetal.....	43
9.6	Bioensaios de ecotoxicidade	43
9.7	Forma de análise dos resultados.....	44
10	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
11	CONCLUSÃO.....	54
12	CONCLUSÃO GERAL	56
13	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
	REFERÊNCIAS	58
	APÊNDICE.....	70

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar pertence ao gênero *Saccharum* e a família Poaceae. É uma planta semiperene que para apresentar um crescimento adequado, necessita de condições de alta luminosidade, temperatura e umidade do solo (SILVA; SILVA, 2012). Dentre os fatores bióticos que podem interferir negativamente na sua produtividade, destaca-se a presença de plantas daninhas que podem competir por todos os recursos disponíveis (KUVA, 2003; SQUASSONI, 2012).

Para o controle dessas espécies invasoras, a utilização do herbicida tebuthiuron é amplamente realizada, tendo em vista sua ação pré-emergente, através da inibição do fotossistema II (BRASIL, 2018). Apesar da importância dos defensivos agrícolas nas atividades de produção, é importante ressaltar que seu uso excessivo pode resultar em problemas como *carryover* (MANCUSO *et al.*, 2011), intoxicação a organismos não alvo (SILVA *et al.*, 2014), lixiviação e contaminação de águas subterrâneas (SOUZA *et al.*, 2001)

Outro composto orgânico muito utilizado nos canaviais brasileiros é a vinhaça, cuja ação fertilizante é explorada na fertirrigação e também pode resultar em impactos ao meio ambiente por apresentar elevada demanda biológica de oxigênio (DBO), pH ácido e alta corrosividade (ANDRADE; DINIZ, 2007; SANTOS *et al.*, 2009; LIMA *et al.*, 2016).

A vinhaça de cana-de-açúcar é o principal efluente do processo de destilação da fermentação do etanol. As aplicações da vinhaça podem resultar em diferentes alterações no solo, tais como, incremento na disponibilidade de alguns íons, elevação do pH (REZENDE, 1979; NUNES, 1981); capacidade de troca catiônica (CTC) mais elevada; maior capacidade de retenção de água; melhoria da estrutura física do solo e a ampliação da população e atividade microbiana no solo (GLÓRIA ; ORLANDO FILHO, 1983; SILVA ; RIBEIRO, 1997; SILVA *et al.*, 2007).

Além disso, esse composto apresenta cheiro e cor característicos (escuro) pode ser altamente poluente devido a altas concentrações de matéria orgânica, baixo pH, alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) (ESPAÑA-GAMBOA *et al.*, 2011). Seu uso prolongado pode resultar em saturação de cátions no solo, lixiviação e posteriormente a contaminação do lençol freático (JUNQUEIRA *et al.*, 2009; MORILLO; VILLAYERDE, 2017).

Nesse sentido, apresenta-se a biorremediação, que inclui diferentes técnicas como a biodegradação, por meio dos micro-organismos, vermicompostagem, através das minhocas e fitorremediação a partir das plantas. A biorremediação para eliminação de poluentes orgânicos se caracteriza como uma técnica econômica e ambientalmente amigável (MORILLO ; VILLAYERDE, 2017) e oferece a possibilidade de recuperar ou remediar áreas contaminadas por meio da redução da concentração e efeitos tóxicos de agentes poluentes (FASANELLA; CARDOSO, 2016). O uso de plantas caracterizado como fitorremediação, é uma técnica que utiliza espécies com potencial de descontaminação ambiental por diferentes processos biológicos destes organismos (SOUZA *et al.*, 2011).

Tendo em vista a ampla utilização do herbicida tebuthiuron na cultura da cana-de-açúcar, sua alta persistência no solo e elevado potencial tóxico que pode ocasionar impactos ambientais (IBAMA 2009; TONIETO, 2014), faz-se necessária a avaliação de novas alternativas de remediação, como a fitorremediação, no contexto da lavoura canavieira associado à fertirrigação com vinhaça pela utilização de plantas, visando estabelecer métodos de tratamento eficientes para redução desses efeitos negativos ao meio ambiente.

Dessa maneira, esse trabalho foi dividido em dois artigos, onde, no Artigo 1 há um enfoque agrônomo, e foi avaliado o potencial de quatro espécies vegetais, utilizadas na agricultura como forrageiras e adubo verde em remediar solo com associações de tebuthiuron e vinhaça, analisando a eficiência do processo de biorremediação. E no artigo 2, com enfoque ambiental, o potencial de remediação das espécies vegetais foi verificado por meio da utilização de uma espécie sentinela (*Crotalaria juncea*) e também, o potencial ecotoxicológico desse solo foi monitorado antes e após processo de biorremediação utilizando sementes de *Lactuca sativa*, como organismo teste.

13 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante ressaltar que nessa pesquisa, as espécies vegetais foram semeadas logo após a aplicação do herbicida. Já em situação real, o herbicida tebuthiuron é aplicado na fase inicial de cultivo da cana-de-açúcar e só após esse período que entrará alguma outra espécie no local.

A espécie vegetal mucuna-cinza permitiu um melhor desenvolvimento e produção de biomassa para a espécie bioindicadora (*C. juncea*). Porém, para ser indicada como espécie remediadora de solos com tebuthiuron e vinhaça, são necessários novos experimentos que podem contemplar maior número de plantas por vaso, diferentes doses do herbicida, e até mesmo um período de desenvolvimento vegetal mais extenso, o que permitira identificar com clareza o potencial dessa espécie como remediadora de solos de cana-de-açúcar.

Ressalta-se também que além do herbicida e da vinhaça outros compostos são aplicados durante o ciclo da cana-de-açúcar e esses podem interferir no comportamento ambiental da molécula do tebuthiuron.

Portanto, o presente estudo revelou o potencial fitorremediador de algumas espécies de interesse agrônômico e, conseqüentemente, a importância dessa alternativa de remediação no campo. Logo, novas abordagens experimentais podem ser conduzidas a partir deste ponto de partida, para avaliar os possíveis efeitos sinérgicos e/ou antagônicos dessas aplicações, alertando para os potenciais impactos ambientais associados a estas substâncias no solo.

REFERÊNCIAS

- ALI, H.; KHAN, E. ; SAJAD, M. A. Phytoremediation of heavy metals - concepts and applications. **Chemosphere**, Oxford, v. 91, n. 7, p. 869-881, 2013.
- ALVES, C.; GALON, L.; KAIZER, R. R.; HOLZ, C. M.; WINTER, F. L.; BASSO, F. J. M.; FORTE, C. T. Selection of Species with Soil Phytoremediation potential after the application of protox-inhibiting herbicides. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 36, p. 1-15, 2018.
- AMBROSANO, E. J.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G. M. B.; SCHAMMAS, E. A.; DIAS, F. L. F.; ROSSI, F.; AZCÓN, R. Produtividade da cana-de-açúcar após o cultivo de leguminosas. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p. 810-818, 2011.
- AMBROSANO, E. J.; FOLTRAN, D. E.; CAMARGO, M. S.; ROSSI, F.; SCHAMMASS, E. A.; SILVA, E. C. D.; DIAS, F. L. Acumulo de biomassa e nutrientes por adubos verdes e produtividade da cana-planta em sucessão, em duas localidades de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Dois Vizinhos, v. 8, n. 1, p. 199-209, 2013.
- AMBROSANO, E. J.; TRIVELIN, P. C. O.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G. M. B.; SCHAMMASS, E. A.; GUIRADO, N.; ROSSI, F.; MENDES, P. C. D. MURAOKA, T. Utilization of nitrogen from green manure and mineral fertilizer by sugarcane. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, p. 534-542, 2005.
- ANDRADE, J. M. F. Impactos **Ambientais da agroindústria da cana-de-açúcar**: subsídios para a gestão. 2007. 131 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gerenciamento Ambiental) - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- ARAÚJO, L. C. A.; ORLANDA, J. F. F. Biodegradação do herbicida 2,4-D utilizando bactérias selecionadas do solo do cerrado maranhense. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 24, p. 21-32, 2014.
- ASSAD, L. Aproveitamento de resíduos do setor sucroalcooleiro desafia empresas e pesquisadores. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 13-16, 2017.
- ASSIS, R. L.; PROCÓPIO, S. O.; CARMO, M. L.; PIRES, F. R.; CARGNELUTTI FILHO, A.; BRAZ, G. B. P. Fitorremediação de solo contaminado com o herbicida picloram por plantas de capim pé de galinha gigante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina grande, v. 14, n. 11, p. 1131-1135, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10006**: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004. 7 p.
- AZUBUIKE, C. C.; CHIKERE, C. B.; OKPOKWASIL, G. C. Bioremediation techniques classification based on site of application: principles, advantages, limitations and prospects. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, Dordrecht, v. 32, n. 11, p. 180-, 2016.

- BANKS, M. K.; SCHULTZ, K. E. Comparison of plants for germination toxicity tests in petroleum-contaminated soils. **Water Air and Soil Pollution**, Dordrecht, v. 167, p. 211- 219, 2005.
- BELO, A. F.; PIRES, F. R.; BONOMO, R.; CARGNELUTTI FILHO, A.; TENIS, L. H. O. Sulfentrazone phytoremediation under field conditions. **Revista Caatinga**, Mossoro, v. 29, n. 1, p. 119-126, 2016.
- BELO, F. A.; COELHO, A. T. C. P.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; SANTOS, J. B. Potencial de Espécies Vegetais na remediação de solo contaminado com sulfentrazone. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 821 - 828, 2011.
- BEYER, E. M.; DUFFY, M. J.; HAY, J. V.; SCHLUETER, D. D. Sulfunylureia. In: KEARNEY, P.C; KAUFMAN, D.D. (ed.). **Herbicides: chemistry, degradation, and mode of action**. New York: M. Dekker, 1988. p. 117-189.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 08 jul. 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 08 jul. 2019.
- CARDOSO, E. J. B. N.; ALVES, P. R. Soil ecotoxicology. In: GHOSIA, B. (org.). **Ecotoxicology**. InTech, 2013. p. 27-50. Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/ecotoxicology/soil-ecotoxicology>. Acesso em: 17 dez. 2019.
- CARMO, M. L.; PROCOPIO, S. O.; PIRES, F. R.; CARGNELUTTI FILHO, A.; BARROSO, A. L. L.; SILVA, G. P.; CARMO, E. L.; BRAZ, G. B. P.; SILVA, W. F. P.; BRAZ, A. J. B. P.; PACHECO, L. P. Seleção de plantas para fitorremediação de solos contaminados com picloram. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 301 - 313, 2008.
- CARVALHO, M. V. F. **Avaliação química e toxicológica de solo contaminado por hpas submetido à biodegradação pelo fungo basidiomiceto *Pycnoporus sanguineus***. 2010. 66 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2010.
- CAMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar. – Acomp. safra bras. cana, Safra 2017/18, v. 4, n. 3 - Terceiro levantamento, Brasília, p. 1-77, dezembro 2017.
- CAZETTA, S. A.; FORNASIERI FILHO, D.; GIROTTO, F. Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milho e crotalária. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 575-580, 2005.
- CHANG, S. S.; STRITZKE, J. J. Sorção, movimento e dissipação do tebutiuron nos solos. **Weed Science**, Cambridge, v. 25, n. 2, p. 184-187, 1977.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB.
Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo. São Paulo, 2005.

CRUZ, J. M.; TAMADA, I. S.; LOPES, P. R. M.; MONTAGNOLLI, R. N.; BIDOIA, E. D. Biodegradation and phytotoxicity of biodiesel, diesel, and petroleum in soil. **Water, Air and Soil Pollution**, Dordrecht, v. 225, p. 1962, 2014.

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SOUZA OTONI, B. A.; SANTOS, A. R.; MENEZES, E. S.; SARMENTO, M. F. Q. Potencial fitorremediador de *Tecoma stans* em solo contaminado com herbicida diuron + hexazinone. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 13, n. 2, p. 106-112, 2017.

ESPANA-GAMBOA, E.; MIJANGOS-CORTES, J.; BARAHONA-PEREZ, L.; DOMINGUEZ-MALDONADO, J.; HERNÁNDEZ-ZARATE, G.; ALZATE-GAVIRIA, L. Alzate-Gaviria Vinasses: characterization and treatments. **Waste Management & Research**, London, v. 29, n. 12, p. 1235-1250, 2011.

FARIA, A. T.; SOUZA, M. F.; JESUS PASSOS, A. B. R.; SILVA, A. A., SILVA, D. V.; ZANUNCIO, J. C.; ROCHA, P. R. R. Tebuthiuron leaching in three Brazilian soils as affected by soil pH. **Environmental Earth Sciences**, Heidelberg, v. 77, n. 5, p. 214, 2018.

FASANELLA, C. C.; CARDOSO, E. J. B. N. Biorremediação. In: ANDREOTE F. D.; CARDOSO, E. J. B. N. (org.). **Microbiologia do solo**. 2. ed. Piracicaba: ESALQ, v. 1, p. 197-210, 2016.

FERRO, A. M.; SIMS, R. C.; BUGBEE, B. Hycrest crested wheatgrass accelerates the degradation of pentachlorophenol in soil. **Journal Environmental Quality**, Madison, v. 23, n. 2, p. 272-279, 1994.

FERRAÇO, M.; PIRES, F. R.; BELO, A. F.; CELIN FILHO, A.; BONOMO, R. Efeito da densidade populacional de *Canavalia ensiformis* na fitorremediação de solo contaminado com sulfentrazone. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, n. 1, p. 32-40, 2017.

FORBES, V. E.; FORBES T. L. **Ecotoxicology in teory and practice**. Londres: Chapman & Hall, 1994. 247 p.

FRANCO, M. H. R.; FRANÇA, A. C.; ALBUQUERQUE, M. T.; SCHIAVON, N. C.; VARGAS, G. N. Phytoremediation of soils contaminated with picloram by *Urochloa brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 4, p. 460-467, 2014.

FRANCO, M. H. R.; LEMOS, V. T.; AGUIAR, L. M.; FRANÇA, A. C.; FERREIRA, E. A.; SILVA, D. V. Características fisiológicas do feijoeiro cultivado em solos após fitorremediação do picloram. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 14, n. 4, p. 315-325, 2015.

FUERST, E. P.; NORMAN, M. A. Interactions of herbicides with photosynthetic electron transport. **Weed Science**, Cambridge, v. 39, p. 458-464, 1991.

GALON, L.; FERNANDES, F. F.; ANDRES, A.; SILVA, A. F. D.; FORTE, C. T. Selectivity and efficiency of herbicides in weed control on sweet sorghum. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 46, n. 2, p. 123-131, 2016.

GALON, L.; NONEMACHER, F.; AGAZZI, L. R.; FIABANE, R. C.; FORTE, C. T.; FRANCESCHETTI, M. B.; PERIN, G. F. Fitorremediação de solo contaminado com herbicidas inibidores de FSII e de ALS. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, n. 16, v. 4, p.307-324, 2017.

GLÓRIA, N. A.; ORLANDO FILHO, J. **Aplicação de vinhaça como fertilizante**. São Paulo: Coopersucar, 1983. 38 p.

GRISOLIA, C. K. **Agrotóxicos: mutação, câncer e reprodução**. Brasília: Ed. da Universidade de Brasília, 2005.

GUIMARÃES, F. S.; CIAPPINA, A. L.; ANJOS, R. A. R.; SILVA, A.; PELÁ, A. Consórcio guandu-milho-braquiária para integração lavoura pecuária. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 4, p. 22-27, 2017.

HAGNER, M.; PENTTINEN, O. P.; PASANEN, T.; TIILIKKALA, K.; SETÄLÄ, H. Acute toxicity of birch tar oil on aquatic organisms. **Agricultural and Food Science**, Jokioinen, v. 19, n. 1, p. 24-32, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/42377675_Acute_toxicity_of_birch_tar_oil_on_aquatic_organisms. Acesso em: 17 dez. 2019.

HOARAU, Y. ;CARO, I.; GRONDIN, T. P. Sugarcane vinasse processing: toward a status shift from waste to valuable resource: a review. **Journal Water Process Engineering**, [s.l.], v. 24, p. 11-25, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Manual para requerimento de avaliação ambiental: agrotóxicos e afins**. Brasília-DF: IBAMA, 2009. 180 p. 2009. Disponível em: <<http://ibama.gov.br/sophia/cnia/livros/ManualparaRequerimentodeAvaliacaoAmbiental.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

IBRAHIM, S. I.; LATEEF, M. A.; KHALIFA, H. M. S.; MONEM, A. A. Phytoremediation of atrazine-contaminated soil using *Zea mays* (maize). **Annals of Agricultural Sciences**, Poznan, v. 58, n. 1, p. 69-75, 2013.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA. **Defensivos agrícolas: cana-de-açúcar**, 2008. Disponível em: <http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/cadeia/cadeiaCana.aspx>. Acesso em: 08 maio 2018.

KÖPPEN, W. **Climatologia: conunestudio de los climas de latierra**. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 479 p.

KUVA, M. A.; FERRAUDO, A. S.; PITELLI, R. A.; ALVES, P. L. C. A.; SALGADO, T. P. Padrões de infestação de comunidades de plantas daninhas no agroecossistema de cana-crua. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 549-557, 2008.

KUVA, M. A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; ALVES, P. L. C. A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: III - capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e capim-colonião (*Panicum maximum*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 37-44, 2003.

LABOURIAU, L. G.; AGUDO, M. On the physiology of seed germination in *Salvia hispanica* L. I. Temperature Effects. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 59, p. 37-56, 1987.

LIMA, F. A.; SANTOS Jr., A. C.; MARTINS, L. C. ; SARROUH, B. ; LOFRANO, R. C. Z. Revisão sobre a toxicidade e impactos ambientais relacionados à vinhaça efluente da indústria sucroalcooleira. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, v. 11, n. 32, p. 27-34, 2016.

LOPES, P. R. M.; MONTAGNOLLI, R. N.; DOMINGUES, R. F.; BIDOIA, E. D. Toxicity and biodegradation in sandy soil contaminated by lubricant oils. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v. 84, p. 454-458, 2010.

MADALÃO, J. C.; PIRES, F. R.; CARGNELUTTI FILHO, A.; NASCIMENTO, A. F.; CHAGAS, K.; ARAÚJO, R. S.; PROCÓPIO, S. O.; BONOMO, R. Susceptibilidade de espécies de plantas com potencial de fitorremediação do herbicida sulfentrazone. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 1, p. 111-121, 2013.

MADALÃO, J. C.; PIRES, F. R.; CHAGAS, K.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PROCÓPIO, S. O. Uso de leguminosas na fitorremediação de solo contaminado com sulfentrazone. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 390-396, 2012a.

MADALÃO, J. C.; PIRES, F. R.; CARGNELUTTI FILHO, A.; CHAGAS, K.; NASCIMENTO, A. F.; GARCIA, G. O. Fitorremediação de solos contaminados com o herbicida sulfentrazone por espécies de adubos verdes. **Revista Ciências Agrárias**, Recife, v. 55, n. 4, p. 288 - 296, 2012b.

MADALÃO, J. C.; PIRES, F. R.; CARGNELUTTI FILHO, A.; NASCIMENTO, A. F.; CHAGAS, K.; ARAÚJO, R. S.; PROCÓPIO, S. O.; BONOMO, R. Susceptibilidade de espécies de plantas com potencial de fitorremediação do herbicida sulfentrazone. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 1, p. 111-121, 2013.

MADALÃO, J. C.; PIRES, F. R.; NASCIMENTO, A. F.; CHAGAS, K.; CARGNELUTTI FILHO, A.; DE OLIVEIRA PROCÓPIO, S. Fitorremediação de solo contaminado com sulfentrazone em função do tempo de cultivo de *Canavalia ensiformis*. **Revista Agro@ambiente**, Boa Vista, v. 10, n. 1, p. 36-43, 2016.

MANCUSO, M. A. C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Efeito residual de herbicidas no solo ("Carryover"). **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 10, n. 2, p. 151 - 164, 2011.

MAZUTTI, M.; BENDER, J. P.; TREICHEL, H.; DI LUCCIO, M. Optimization of inulinase production by solid-state fermentation using sugarcane bagasse as substrate. **Enzyme and Microbial Technology**, Philadelphia, v. 39, n. 1, p. 56-59, 2006.

MELO, C. A. D.; SOUZA, W. M. D.; CARVALHO, F. P. D.; MASSENSINI, A. M.; SILVA, A. A. D.; FERREIRA, L. R.; COSTA, M. D. Microbial activity of soil with

sulfentrazone associated with phytoremediator species and inoculation with a bacterial consortium. **Bragantia**, Campinas, v. 75 n. 2, p. 300-310. 2017.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Plano Nacional de Agroenergia 2015-2016**. Secretaria de Produção e Agroenergia. 2. ed. revisada. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2016. 110 p.

MONQUERO, P. A.; CÔRREA, M. C.; BARBOSA, L. N.; GUTIERREZ, A.; ORZARI, I.; HIRATA, A. C. S. Seleção de espécies de adubos verdes visando à fitorremediação de diclosulam. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 127-135, 2013.

MONTAGNOLLI, R. N.; LOPES, P. R. M.; CRUZ, J. M.; CLARO, E. M. T.; QUITERIO, G. M.; BIDOIA, E. D. The effects of fluoride based fire-fighting foams on soil microbiota activity and plant growth during natural attenuation of perfluorinated compounds. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, Amsterdam, v. 50, p. 119-127, 2017.

MOORE, M. T.; KRÖGER, R. Effect of three insecticides and two herbicides on rice (*Oryza sativa*) seedling germination and growth. **Archives of environmental contamination and toxicology**, New York, v. 59, n. 4, p. 574-581, 2010.

MORILLO, E.; VILLAVERDE, J. Advanced technologies for the remediation of pesticide-contaminated soils. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 586, p. 576-597, 2017.

NASCIMENTO, A. **Eficácia de herbicidas aplicados em pré-plantio incorporado na cultura da cana-de-açúcar**. 2016. 37 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2016. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/134297/nascimento_a_me_ilha.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em: 17 dez. 2019.

NUNES, M. R.; VELLOSO, A. C. X.; LEAL, J. R. Efeito da vinhaça nos cátions trocáveis e outros elementos químicos do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 16, n. 2, p.171-176, 1981.

OLIVA JÚNIOR, E. F. Os impactos ambientais decorrentes da ação antrópica na nascente do Rio Piauí. **Revista Eletrônica da Faculdade José Augusto Vieira**, Lagarto, v. 5, n. 7, p. 1-17, 2012.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. Mecanismos de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA JÚNIOR., R. S. *et al.* **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Ominipax, 2011. p. 141-192.

OLIVEIRA, M. F.; BRIGHENTI, A. M. Comportamento dos herbicidas no ambiente. In: OLIVEIRA JR, R. S; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Ominipax, 2011. Cap. 11. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4456133/mod_resource/content/1/Cap%2011%20-%20Comportamento%20de%20herbicidas%20no%20ambiente.pdf. Acesso em: 17 dez. 2019.

PEREZ-JONES, A.; INTANON, S.; MALLORY-SMITH, C. Molecular analysis of hexazinone-resistant shepherd's-purse (*Capsella bursa-pastoris*) reveals a novel psbA mutation. **Weed Science**, Cambridge, v. 57, p. 574-578, 2009.

PIRES, F. R.; OLIVEIRA PROCÓPIO, S. D.; BARBOSA DOS SANTOS, J.; SOUZA, C. M. D.; DIAS, R. R.. Avaliação da fitorremediação de tebuthiuron utilizando *Crotalaria juncea* como planta indicadora. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 245-250, 2008.

PIRES, F. R.; SOUZA, C. M.; CECON, P. R.; SANTOS, J. B.; TOTOLA, M. R.; PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A.; SILVA, C. S. W. Inferências sobre atividade rizosférica de espécies com potencial para fitorremediação do herbicida tebuthiuron. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 627-634, 2005a.

PIRES, F. R.; SOUZA, C. M.; SILVA, A. A.; CECON, P. R.; PROCÓPIO, S. O.; SANTOS, J. B.; FERREIRA, L. R. Fitorremediação de solos contaminados com tebuthiuron utilizando-se espécies cultivadas para adubação verde. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 711-717, 2005b.

PIRES, F. R., SOUZA, C. M., SILVA, A. A., QUEIROZ, M. E. L. R., PROCÓPIO, S. O., SANTOS, J. B., CECON, P. R. Seleção de plantas com potencial para fitorremediação de tebuthiuron. **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p. 451-458, 2003.

PIRES, F. R.; PROCÓPIO, S. O.; SOUZA, C. M.; SANTOS, J. B.; SILVA, G. P. Adubos verdes na fitorremediação de solos contaminados com o herbicida tebuthiuron. **Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 1, p. 92 - 97, 2006.

PIRES, N. D. M.; SILVA, J. F.; SILVA, J. B.; FERREIRA, L. R.; CARDOSO, A. A. Adsorção e lixiviação de trifluralin e imazaquin em diferentes solos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 44, n. 253, p. 300-314, 1997. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/52855/1/Adsorcao-lixiviacao.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2019.

PRATA, F.; LAVORENTI, A.; REGITANO, J. B.; TORNISIELO, V. L. Degradação e adsorção de diuron em solos tratados com vinhaça. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 24, p. 217-223, 2000.

PRATA, F.; LAVORENTI, A.; REGITANO, J. B.; TORNISIELO, V. L. Degradação e sorção de ametrina em dois solos com aplicação de vinhaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 7, p. 975-981, 2001.

PROCÓPIO, S. O.; CARMO, M. L.; PIRES, F. R.; CARGNELUTTI FILHO, A.; BRAZ, G. B. P.; SILVA, W. F. P.; BARROSO, A. L. L.; SILVA, G. P.; CAMO, E. L.; BRAZ, A. J. B. P. Fitorremediação de solo contaminado com picloram por capim-pé-de-galinha-gigante (*Eleusine coracana*). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, p. 2517 - 2523, 2008.

REDE, D. S. G. M. **Avaliação ecotoxicológica de solos contaminados por ibuprofeno**. 2011. 95 f. Tese (Doutorado) - Instituto Politécnico do Porto, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2011. Disponível em: https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/2732/1/DM_DianaRede_2011_MEQ.pdffesso em: 17 dez. 2019.

REZENDE, J. O. **Conseqüências da aplicação de vinhaça sobre algumas propriedades físicas de um solo aluvial: estudo de um caso**. 1979. 112 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1979.

ROCHA, R. S.; BEATI, A. A. G. F.; VALIM, R. B.; STETER, J. R.; BERTAZZOLI, R.; LANZA, M. R. V. Avaliação dos subprodutos de degradação do herbicida ametrina obtidos via processos oxidativos avançados. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Tupã, v. 12, n. 1, p. 52-67, 2018.

RODRIGUES, M. N.; ALMEIDA, F. S. Tebutiuron e hexazinona. In: RODRIGUES, M. N.; ALMEIDA, F. S. (ed.). **Guia de herbicidas**. Londrina: IAPAR, 2011. p. 102-697.
ROSSETTO, R. Impacto ambiental: a cultura da cana, da degradação à conservação. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 80-85, 2004.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, p. 11-21, 2008.

SÁNCHEZ, V.; LÓPEZ-BELLIDO, F. J.; CAÑIZARES, P.; RODRÍGUEZ, L. Assessing the phytoremediation potential of crop and grass plants for atrazine-spiked soils. **Chemosphere**, Oxford, v. 185, p. 119-126, 2017.

SANDANIEL, C. R.; FERNANDEZ, L. B.; BARROSO, A. L. L. Controle de plantas daninhas em cana soca com herbicidas aplicados em pré-emergência. **Núcleo**, Ituverava, v. 5, n. 2, p. 1-10, 2008.

SANTOS, A. R.; SALES, M. L.; CAMPOLINO, M. L. Sementes de *Lactuca sativa* (alface) como bioindicador da toxicidade da água dos córregos urbanos JK e Interlagos, região sudeste de Sete Lagoas, MG. **Revista Brasileira de Ciências da Vida**, Sete Lagoas, v. 5, n. 1, p. 1-14, 2017.

SANTOS, E. A.; DUTRA C. M.; FERREIRA, L. R.; RODRIGUES DOS REIS, M.; CABRAL FRANÇA, A.; BARBOSA DOS SANTOS, J. Atividade rizosférica de solo tratado com herbicida durante processo de remediação por *Stizolobium aterrimum* **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 1, p. 1-7, 2010.

SANTOS, G. G.; SILVEIRA, P. M. ; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; BECQUER, T. Atributos químicos e estabilidade de agregados sob diferentes culturas de cobertura em Latossolo do Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 16, p. 1171-1178, 2012.

SANTOS, H. G.; JOCOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBREARAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; FILHO, J. C. A.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2018. 531 p.

SANTOS, J. B.; PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A.; PIRES, F. R.; RIBEIRO JUNIOR, J. I.; SANTOS, E. A.; FERREIRA, L. R. Fitorremediação do herbicida trifloxysulfuronsodium. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 223 - 330, 2004.

SANTOS, T. M. C.; SANTOS, M. A. L.; SANTOS, C. G.; SANTOS, V. R.; PACHECO, D. S. Efeito da fertirrigação com vinhaça nos microrganismos do solo. **Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 155-160, 2009.

SCIVITTARO, W. B.; MURAOKA, T.; BOARETTO, A. E.; TRIVELIN, P. C. O. Utilização de nitrogênio de adubos verde e mineral pelo milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, n. 4, p.165-170, 2000.

SILVA, A. A.; ANTONINO, L.; VIVIAN, R.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. Comportamento de herbicidas no solo. In: MONQUERO, P. A. (ed.). **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos: RiMa Editora, 2014. p. 167-216.

SILVA, A. M. P. **Fertirrigação com o uso da vinhaça na cultura da cana-de-açúcar e seu efeito no solo**. 2011. 40 f. Dissertação (Mestrado Profissional) - Programa de Mestrado Profissional em Produção e Gestão Agroindustrial, Universidade Anhanguera, UNIDERP, 2011.

SILVA, A. J. N.; RIBEIRO, M. R. Caracterização de um Latossolo Amarelo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar no estado de Alagoas: propriedades químicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 677-684, 1997.

SILVA, G. S.; MELO, C. A. D.; FIALHO, C. M. T.; TUFFI SANTOS, L. D.; COSTA, M. D.; SILVA, A. A. Impact of sulfentrazone, isoxaflutole and oxyfluorfen on the microorganisms of two forest soils. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 3, p. 292 - 299, 2014.

SILVA, J. P. N.; SILVA, M. R. N. **Noções da cultura da cana-de-açúcar**. Santa Maria: Ed. da Universidade Federal de Santa Maria, 2012. 105 p.

SILVA, M. A. S.; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 108–114, 2007.

SINDHU, R.; GNANSOUNOU, E.; BINOD, P.; PANDEY, A. Bioconversion of sugarcane crop residue for value added products—An overview. **Renewable Energy**, Oxford, v. 98, p. 203-215, 2016.

SOBRERO, M. C.; RONCO, A. Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L.). In: MORALES; G. C. (ed). **Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas: standerización; intercalibración; resultados y aplicaciones**. Mexico: IMTA, 2004. p. 71-79.

SOUZA, J. K. C.; MESQUITA, F. O.; DANTAS NETO, J.; SOUZA, M. M. A.; FARIAS, C. H. A.; MENDES, H. C.; NUNES, R. M. A.; SOUZA, J. K. C. Fertirrigação com vinhaça na produção de cana-de-açúcar. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, v. 11, n. 2, p. 7-12, 2015.

SOUZA, L. A. D.; ANDRADE, S. A. L. D.; SOUZA, S. C. R. D.; SCHIAVINATO, M. A. Tolerância e potencial fitorremediador de *Stizolobium aterrimum* associada ao fungo micorrízico arbuscular *Glomus etunicatum* em solo contaminado por chumbo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 1441-1451, 2011.

SOUZA, L. D.; SANTOS, C. V S.; SOUZA, L. S.; PEREIRA, B. L S. **Resistência à penetração em Latossolo Amarelo dos Tabuleiros Costeiros; sob cobertura vegetal com leguminosas**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2013. 28 p.

SOUZA, M. D.; BOEIRA, R. C.; GOMES, M. A. F.; FERRACINI, V. L.; MAIA, A. H. N. Adsorção e lixiviação de tebuthiuron em três tipos de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 1053-1061, 2001 .

SOUZA, P. A.; NEGREIROS, M. Z.; MENEZES, J. B.; BEZERRA NETO, F.; SOUZA, G. L. F. M.; CARNEIRO, C. R.; QUEIROGA, R. C. F. Características químicas de alface cultivada sob efeito residual da adubação com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, p. 754-757, 2005.

SQUASSONI, V. L. **Monitoramento da comunidade de plantas daninhas na cana-de-açúcar e da eficiência de controle químico por meio de técnicas de análise multivariada de dados**. 2012. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/96856/squassoni_vl_me_jabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 18 dez. 2019.

TAMADA, I. S.; LOPES, P. R. M.; MONTAGNOLLI, R. N.; BIDOIA, E. D. Toxicological evaluation of vegetable oils and biodiesel in soil during the biodegradation process. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 43, p. 1576-1581, 2012.

TIMOSSI, P. C.; WISINTAINER, C.; SANTOS, B. J.; PEREIRA, V. A.; PORTO, V. S. Supressão de plantas daninhas e produção de sementes de crotalária; em função de métodos de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.41, n. 4, p. 525-530, 2011.

TONIETO, T. A. P. **Dinâmica dos herbicidas tebuthiuron e hexazina no sistema de cana crua**. 2014. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura , “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

TROPALDI, L.; VELINI, E. D.; CARBONARI, C. A.; ARALDI, R.; CORNIANI, N.; GIROTTO, M.; SILVA, I. P. F. Detecção da tolerância de diferentes espécies de capim-colchão a herbicidas inibidores do fotossistema II utilizando a técnica da fluorescência. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 5, p. 767-773, 2015.

TURPAULT, M. P.; GOBRAN, G. R.; BONNAUD, P. Temporal variations of rhizosphere and bulk soil chemistry in a Douglas fir stand. **Geoderma**, Amsterdam, v. 137, n. 3/4, p. 490-496, 2007.

VASCONCELLOS, M. C.; PAGLIUSO, D.; SOTOMAIOR, V. S. Fitorremediação: uma proposta de descontaminação do solo. **Estudos de Biologia**, Curitiba, v. 34, n. 83, p. 261-267, 2012.

VICTORIA FILHO, R.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Manejo de plantas daninhas e produtividade da cana. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 3, n. 1, p. 32-37, 2004.

VILLAYERDE, J.; RUBIO-BELLIDO, M.; MERCHAN, F.; MORILLO, E. Bioremediation of diuron contaminated soils by a novel degrading microbial consortium. **Journal of Environmental Management**, London, v. 188, p. 379-386, 2017.

VILLAYERDE; J.; KAH; M.; BROWN; C.D. Adsorption and degradation of four acidic herbicides in soils from southern Spain. **Pest Management Science**, Oxford, v. 64, n. 1, p. 703–710, 2008.

WANG, X.; HOU, X.; LIANG, S.; LU, Z.; HOU, Z.; ZHAO, X.; ZHANG, H. Biodegradation of fungicide tebuconazole by *Serratia marcescens* strain B1 and its application in bioremediation of contaminated soil. **International Biodeterioration & Biodegradation**, London, v. 127, p. 185-191, 2018.