

Solos nos Biomas Brasileiros

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
(Organizadores)



 **Atena**
Editora

Ano 2018

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
(Organizadores)

Solos nos Biomas Brasileiros

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

S689 Solos nos biomas brasileiros [recurso eletrônico] / Organizadores
Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Ponta Grossa (PR):
Atena Editora, 2018. – (Solos nos Biomas Brasileiros; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-008-7

DOI 10.22533/at.ed.087181412

1. Agricultura. 2. Ciências agrárias. 3. Solos. 4. Sustentabilidade.
I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González. III. Série.

CDD 631.44

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Solos nos Biomas Brasileiro*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu volume I, apresenta, em seus 18 capítulos, conhecimentos tecnológicos para Ciências do solo na área de Agronomia.

O uso adequado do solo é importante para a agricultura sustentável. Portanto, com a crescente demanda por alimentos aliada à necessidade de preservação e reaproveitamento de recursos naturais, esse campo de conhecimento está entre os mais importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

As descobertas agrícolas têm promovido o incremento da produção e a produtividade nos diversos cultivos de lavoura. Nesse sentido, as tecnologias nas Ciências do solo estão sempre sendo atualizadas e, em constantes mudanças para permitir os avanços na Ciências Agrárias. A evolução tecnológica, pode garantir a demanda crescente por alimentos em conjunto com a sustentabilidade socioambiental.

Este volume dedicado à Ciência do solo traz artigos alinhados com a produção agrícola sustentável, ao tratar de temas como o uso de práticas de manejo de adubação, inoculação de microorganismos simbióticos para a melhoria do crescimento das culturas cultivadas e da qualidade biológica, química e física do solo. Temas contemporâneos de interrelações e responsabilidade socioambientais tem especial apelo, conforme a discussão da sustentabilidade da produção agropecuária e da preservação dos recursos hídricos.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências do solo, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área de Agronomia e, assim, garantir incremento quantitativos e qualitativos na produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ADUBAÇÃO FOSFATADA NA CULTURA DO MILHO	
<i>Maikon Douglas Ribeiro Almeida</i>	
<i>Mylena Ferreira Alves</i>	
<i>Gabriel Ferreira Barcelos</i>	
<i>Dayane Machado Costa Alves</i>	
<i>Suane Rodrigues Martins</i>	
<i>Heliomar Baleeiro de Melo Júnior</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0871814121	
CAPÍTULO 2	15
ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHO	
<i>Gabriel Ferreira Barcelos</i>	
<i>Mylena Ferreira Alves</i>	
<i>Maikon Douglas Ribeiro Almeida</i>	
<i>Suane Rodrigues Martins</i>	
<i>Dayane Machado Costa Alves</i>	
<i>Heliomar Baleeiro de Melo Júnior</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0871814122	
CAPÍTULO 3	30
ANÁLISE MORFOLÓGICA DO SOLO EM UMA TOPOSSEQUÊNCIA, EM TUCURUÍ-PA	
<i>Kerciane Pedro da Silva</i>	
<i>Raiana Arnaud Nava</i>	
<i>Thays Thayla Santos de Almeida</i>	
<i>Matheus da Costa Gondim</i>	
<i>Dihego Rosa das Chagas</i>	
<i>Sandra Andréa Santos da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0871814123	
CAPÍTULO 4	37
ARMAZENAGEM DE ÁGUA EM SOLO INFECTADO COM FUSÁRIO E CULTIVADO COM MARACUJAZEIRO, CULTIVAR BRS RUBI EM QUATRO COMBINAÇÕES COPA:ENXERTO	
<i>Marcelo Couto de Jesus</i>	
<i>Alexsandro dos Santos Brito</i>	
<i>Flavio da Silva Gomes</i>	
<i>Suane Coutinho Cardoso</i>	
<i>Onildo Nunes de Jesus</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0871814124	
CAPÍTULO 5	49
ATRIBUTOS DE SOLOS, DINÂMICA E EVOLUÇÃO DE PROCESSO EROSIVO NA MICROBACIA DO CÔRREGO MARIANINHO, EM FRUTAL/MG	
<i>Marcos Vinícius Mateus</i>	
<i>José Cláudio Viégas Campos</i>	
<i>Luana Caetano Rocha Andrade</i>	
<i>Nathalia Barbosa Vianna</i>	
<i>Matheus Oliveira Alves</i>	
<i>José Luiz Rodrigues Torres</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0871814125	

CAPÍTULO 6 66

AVALIAÇÃO DAS RESPOSTAS DE TRÊS CULTIVARES DE ARROZ (*Oryza sativa*) SUBMETIDAS A DIFERENTES DOSES DE AMÔNIO

Ana Carolina Oliveira Chapeta
Erinaldo Gomes Pereira
Carlos Alberto Bucher
Manlio Silvestre Fernandes
Cassia Pereira Coelho Bucher

DOI 10.22533/at.ed.0871814126

CAPÍTULO 7 76

AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DA PALMA DE ÓLEO SOB APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE FERTILIZANTE MAGNESIANO

Shirlene Souza Oliveira
Eduardo Cezar Medeiros Saldanha
Marluce Reis Souza Santa Brígida
Henrique Gusmão Alves Rocha
Gabriela Mourão de Almeida
Maria Soraia Fortado Vera Cruz
Jose Leandro Silva de Araújo
Ana Carolina Pinguelli Ristau
Noéle Khristinne Cordeiro
Whesley Thiago dos Santos Lobato

DOI 10.22533/at.ed.0871814127

CAPÍTULO 8 84

BIOINDICADORA PARA DIAGNÓSTICO DE RESÍDUO DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NO SOLO

Camila Ferreira de Pinho
Gabriella Francisco Pereira Borges de Oliveira
Jéssica Ferreira Lourenço Leal
Amanda dos Santos Souza
Samia Rayara de Sousa Ribeiro
Gledson Soares de Carvalho
André Lucas Simões Araujo
Rúbia de Moura Carneiro
Gabriela de Souza Da Silva
Ana Claudia Langaro

DOI 10.22533/at.ed.0871814128

CAPÍTULO 9 92

BIOMASSA E ATIVIDADE MICROBIANA EM DIFERENTES USOS DO SOLO NA REGIÃO DO CERRADO - MUNICÍPIO DE PALMAS, TO

Lidia Justen
Michele Ribeiro Ramos
Nayara Monteiro Rodrigues
Alexandre Uhlmann

DOI 10.22533/at.ed.0871814129

CAPÍTULO 10 106

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO COMUM SOB INFLUÊNCIA DO USO DE BORO

Rodrigo Ribeiro Fidelis
Karen Cristina Leite Silva
Ricardo de Oliveira Rocha

*Lucas Xaubet Burin
Jânio Milhomens Pimentel Júnior
Patricia Sumara Fernandes
Pedro Lucca Reis Souza
Danilo Alves Veloso*

DOI 10.22533/at.ed.08718141210

CAPÍTULO 11 114

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO EM PLANTAÇÃO DE PALMA DE ÓLEO NA PRESENÇA DE DIFERENTES DOSES DE FERTILIZANTE MAGNESIANO

*Shirlene Souza Oliveira
Eduardo Cezar de Medeiros Saldanha
Marluce Reis Souza Santa Brígida
Henrique Gusmão Alves Rocha
Gabriela Mourão de Almeida
Jose Leandro Silva de Araújo
Ana Carolina Pinguelli Ristau
Noéle Khristinne Cordeiro
Bruna Penha Costa
Whesley Thiago dos Santos Lobato*

DOI 10.22533/at.ed.08718141211

CAPÍTULO 12 124

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO COMPOSTO ORGÂNICO ORIUNDO DE BORRA DE CAFÉ

*Jamerson Fábio Silva Filho
Dalcimar Regina Batista Wangen
Alessandra Vieira da Silva
Kerly Cristina Pereira
Jaberson Basílio de Melo
Ivaniele Nahas Duarte*

DOI 10.22533/at.ed.08718141212

CAPÍTULO 13 129

COMPOSTO DE BORRA DE CAFÉ NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.)

*Alessandra Vieira da Silva
Dalcimar Regina Batista Wangen
Jamerson Fábio Silva Filho
Kerly Cristina Pereira
Lara Gonçalves de Souza
Ivaniele Nahas Duarte*

DOI 10.22533/at.ed.08718141213

CAPÍTULO 14 138

CONTRIBUIÇÃO DA FRAÇÃO GALHOS FINOS NA SERAPILHEIRA DE UM FRAGMENTO DE FLORESTA ATLÂNTICA, EM MACAÍBA, RN

*Luan Henrique Barbosa de Araújo
José Augusto da Silva Santana
Wanctuy da Silva Barreto
Camila Costa da Nóbrega
Juliana Lorensi do Canto
César Henrique Alves Borges*

DOI 10.22533/at.ed.08718141214

CAPÍTULO 15	145
CORRELAÇÃO E VARIABILIDADE ESPACIAL DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE NEOSSOLOS, SOB CULTIVO DE SOJA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO	
<i>Guilherme Guerin Munareto</i> <i>Claiton Ruviano</i>	
DOI 10.22533/at.ed.08718141215	
CAPÍTULO 16	154
CULTIVO DE RABANETE EM SOLOS DE DIFERENTES TEXTURAS ADICIONADOS DE CINZA DE JATOBÁ (<i>Hymenaea courbaril</i> L.)	
<i>Liliane Pereira Campos</i> <i>Gasparino Batista de Sousa</i> <i>Alexandra Vieira Dourado</i> <i>Tamires Soares da Silva</i> <i>Mireia Ferreira Alves</i> <i>Barbemile de Araújo de Oliveira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.08718141216	
CAPÍTULO 17	160
DEPOSIÇÃO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO DA SERAPILHERIA EM ÁREAS DE MINERAÇÃO SUBMETIDAS A MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL, PARAGOMINAS, PA	
<i>Thaise Cristina dos Santos Padilha</i> <i>Walmer Bruno Rocha Martins</i> <i>Gracialda Costa Ferreira</i> <i>Ellen Gabriele Pinto Ribeiro</i> <i>Richard Pinheiro Rodrigues</i>	
DOI 10.22533/at.ed.08718141217	
CAPÍTULO 18	171
DEPOSIÇÃO DE MICRONUTRIENTES DA SERAPILHERIA EM ÁREAS DE MINERAÇÃO SUBMETIDAS A MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL, PARAGOMINAS, PA	
<i>Thaise Cristina Dos Santos Padilha</i> <i>Walmer Bruno Rocha Martins</i> <i>Gracialda Costa Ferreira</i> <i>Ellen Gabriele Pinto Ribeiro</i> <i>Richard Pinheiro Rodrigues</i>	
DOI 10.22533/at.ed.08718141218	
SOBRE OS ORGANIZADORES	183

BIOINDICADORA PARA DIAGNÓSTICO DE RESÍDUO DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NO SOLO

Camila Ferreira de Pinho

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro

Gabriella Francisco Pereira Borges de Oliveira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro

Jéssica Ferreira Lourenço Leal

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro

Amanda dos Santos Souza

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro

Samia Rayara de Sousa Ribeiro

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro

Gledson Soares de Carvalho

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro

André Lucas Simões Araujo

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro

Rúbia de Moura Carneiro

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro

Gabriela de Souza Da Silva

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro

Ana Claudia Langaro

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro

RESUMO: Considerando a crescente seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas, o emprego de herbicidas em pré-emergência com ação residual tem se tornado indispensável no manejo de cultivos. No entanto, a ação residual pode ocasionar o efeito *carryover*, que ocorre quando o período residual do herbicida excede o da cultura de interesse e causa fitotoxicidade nas culturas em sucessão. Uma das metodologias para avaliar o efeito residual de herbicidas no solo consiste no uso de espécies vegetais, denominadas bioindicadoras, que demonstram elevada sensibilidade ao produto empregado. Dessa forma, o objetivo foi avaliar o uso de bioindicadora para o monitoramento do residual no solo de herbicidas aplicados em pré-emergência. Foram conduzidos quatro experimentos, um para cada herbicida, com quatro repetições dispostos em blocos ao acaso. Os herbicidas aplicados foram: Clorimurom (20g i.a ha^{-1}); Diclosulam (35 g i.a ha^{-1}), Flumioxazina (50 g i.a ha^{-1}) e Metribuzim (280 g i.a ha^{-1}) nas doses equivalentes a 1/8D, 1/4D, 1/2D, 1D, além da testemunha sem aplicação e semeada a melancia como bioindicadora. Decorridos 30 dias da germinação, foram realizadas as análises de massa seca de parte aérea e massa seca de raiz. Os dados foram submetidos à análise da variância ($p \leq 0,05$) e as médias comparadas por Tukey a 5% de probabilidade.

A melancia demonstrou sensibilidade para todas as doses dos herbicidas diclosulam e metribuzim, podendo ser considerada uma eficiente bioindicadora do residual desses herbicidas no solo.

PALAVRAS-CHAVE: *Citrullus lanatus*, residual, carryover.

ABSTRACT: Considering the growing selection of herbicide resistant weed biotypes, the use of pre-emergence herbicides that present residual effect in soil has become indispensable in crop management. However, herbicide residual in soil may cause carryover on rotation crops. One of the methodologies to evaluate residual effect of herbicides in the soil is the use of plants as bioindicators, that demonstrate high sensitivity to the herbicide. The objective was to evaluate the use of bioindicator plants for monitoring of soil residual of herbicides applied in pre-emergence. Four experiments were conducted, one for each herbicide, with four replicates arranged in randomized blocks. The herbicides applied were: Chlorimuron (20 g a.i ha⁻¹); Diclosulam (35 g a.i ha⁻¹), Flumioxazin (50 g a.i ha⁻¹) and Metribuzin (280 g a.i ha⁻¹) at doses equivalent to 1/8D, 1/4D, 1/2D, 1D, in addition to untreated plants, without herbicide application. Watermelon seeds was used as a bioindicator. After 30 days of germination, analyzes of dry mass of shoot and root were carried out. Data were submitted to analysis of variance ($p \leq 0.05$) and the means were compared by Tukey at 5% probability. The watermelon showed sensitivity for all doses of diclosulan and metribuzin herbicides, and could be considered an efficient bioindicator of the residual of these herbicides in the soil.

KEYWORDS: *Citrullus lanatus*, residual, carryover.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os maiores produtores mundiais de soja, milho, cana-de-açúcar, café, laranja, dentre outros. A fim de consolidar-se no referido patamar, diversos fatores devem ser considerados por interferirem no desenvolvimento e produtividade das culturas, dentre eles pragas, doenças e plantas daninhas. As plantas daninhas interferem na produção de diferentes formas, sendo definidas como toda e qualquer planta que ocorre em local indesejado (PITELLI et al., 1987), causando impacto nas atividades humanas e, quando presentes em agroecossistemas, interferindo nas culturas de interesse e ocasionando danos econômicos. Em média, 15% da produção mundial de grãos é perdida devido à existência de plantas daninha nas lavouras (UNIVERSO AGRO, 2018).

As plantas daninhas são dotadas de características que lhe são peculiares, como alta produção de propágulos, capacidade competitiva por recursos essenciais e ciclo vegetativo rápido, levando a necessidade de emprego de diferentes estratégias de manejo. A principal forma de controle das plantas daninhas ocorre pela utilização de herbicidas que podem ser aplicados em pré ou pós-emergência das plantas daninhas. Em decorrência dos problemas referentes à seleção de biótipos de plantas daninhas

resistentes a herbicidas, o emprego de herbicidas em pré-emergência com ação residual tem se tornado indispensável no manejo de cultivos (PAULA et al., 2011). No cultivo de soja, por exemplo, herbicidas como clorimurrom, diclosulam, flumioxazina e metribuzim apresentam controle satisfatório de plantas daninhas provenientes do banco de sementes do solo, proporcionando controle residual de 20 dias ou mais dependendo das características das moléculas e das condições do edafoclimáticas (VARGAS et al., 2013).

Cuidados devem ser tomados quanto ao uso de herbicidas pré-emergentes. A atividade residual de um herbicida no solo dependerá de diversas características do solo, da molécula, do ambiente e da cultura utilizada em sucessão (MANCUSO et al., 2011). Problemas recorrentes vêm sendo relatados quanto ao efeito *carryover*, que ocorre quando o período residual do herbicida excede o da cultura de interesse e causa fitotoxicidade nas culturas em sucessão, assim como contaminações ambientais (DAN et al., 2012; MONQUERO et al., 2013).

O conhecimento dos processos de retenção, transporte e transformação de herbicidas no solo pode contribuir para garantir recomendações do ponto de vista agrônomo e ambiental. Nesses estudos podem ser adotados diversos métodos analíticos, como os biológicos, radioisótopos e cromatográficos (PASSOS et al., 2013).

Nesse sentido, o efeito residual do herbicida no solo pode ser avaliado mediante o uso de testes biológicos que utilizam espécies vegetais que apresentam alta sensibilidade ao herbicida e têm sido amplamente utilizados em diversas pesquisas para o monitoramento de herbicidas no solo (PESSALA et al., 2004). Os herbicidas são agentes tóxicos muitas vezes encontrados em concentrações muito baixas no solo, o que dificulta sua quantificação através de métodos químicos. Dessa forma, o bioensaio apresenta-se como alternativa ao método químico, permitindo a detecção dos herbicidas mesmo quando em concentrações muito baixas.

O uso do método biológico tem algumas vantagens em relação aos demais, por ter baixo custo, simplicidade, aplicabilidade em condições de campo e possibilidade de detecção da quantidade biologicamente ativa do herbicida, podendo inclusive, em algumas situações, ser mais sensível para detectar baixas concentrações de herbicidas no solo (SANDÍN-ESPAÑA et al., 2011; PERES-OLIVEIRA et al., 2016).

Diante do uso recorrente de herbicidas, do potencial risco de *carryover*, bem como da escassez de informações referentes à sensibilidade de espécies bioindicadoras a esses compostos, objetivou-se avaliar o uso de bioindicadora para o monitoramento do residual no solo de herbicidas aplicados em pré-emergência.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram desenvolvidos em área experimental pertencente a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Seropédica/RJ com latitude de 22° 44’

38°S, longitude de 43° 42' 27" W e altitude de 26m.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é classificado como Aw, com chuvas concentradas entre novembro e março, precipitação anual média de precipitação anual média de 1.213 mm e temperatura média anual de 23,9 °C (CARVALHO et al., 2011).

Para realização do experimento foram utilizados vasos com capacidade de 3L preenchidas com solo previamente peneirado e sem histórico de aplicações de herbicidas. Antes do preenchimento dos vasos foi realizada a calagem do solo com 1,5t de calcário dolomítico com PRNT a 85% e adubação com 70 kg ha⁻¹ e P₂PO₅ e 120 kg ha⁻¹ K₂O, cujas características físico-químicas analisadas estão presentes na tabela 1.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA (KG KG ⁻¹)												
Areia Grossa	Areia Fina		Silte		Argila		Classe Textural					
0,579	0,194		0,055		0,173		Franco arenoso					
ANÁLISE QUÍMICA												
pH	P	K	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+Al	SB	t	T	m	V	MO
H ₂ O	mg dm ⁻³		—————		cmol _c dm ³		—————		%		%	
5,8	37,2	77	2,33	0,65	0,0	1,8	3,18	3,18	4,98	0	63,9	0,25

Tabela 1. Características físico-químicas do solo utilizado no experimento. UFRRJ, Seropédica/ RJ – 2018.

Análise realizadas no Laboratório de Análise de Solo, Tecido Vegetal e Fertilizantes do Departamento de Solos na Universidade de Viçosa; pH-Potencial Hidrogeniônico; P- Fósforo; K- Potássio; Ca+2- Cálcio; Mg+2- Magnésio; Al+3 Alumínio; H+Al- Acidez Potencial; SB- Somatório das Bases, t- Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; T- Capacidade de Troca Catiônica a Ph 7,0; m- Índice de saturação por alumínio; V- Índice de Saturação por Bases; MO - Matéria Orgânica.

Foram conduzidos quatro experimentos, um para cada herbicida, com quatro repetições dispostos em blocos ao acaso. Os herbicidas utilizados foram: Clorimurum (20g i.a ha⁻¹); Diclosulam (35 g i.a ha⁻¹), Flumioxazina (50 g i.a ha⁻¹) e Metribuzim (280 g i.a ha⁻¹) nas doses equivalentes a 1/8D, 1/4D, 1/2D, 1D (dose recomendada em bula), além da testemunha sem aplicação, totalizando 20 unidades experimentais em cada experimento. As subdoses foram utilizadas a fim de simular quantidades plausíveis dos herbicidas no solo, considerando que, após a aplicação da dose recomendada em bula, ocorrem diversas transformações do herbicida no ambiente, que interferem na quantidade biologicamente ativa desse.

A aplicação dos herbicidas foi realizada no período da manhã, na superfície dos vasos, em pré-emergência, utilizando-se um pulverizador costal pressurizado a CO₂ com pressão de 40psi, pontas XR110015 e volume de calda equivalente a 150 L ha⁻¹, de forma que a barra do pulverizador estivesse posicionada a 0,5m do solo. No momento das aplicações a temperatura média era de 27°C, velocidade do vento de

2,7 km.h⁻¹ e umidade relativa do ar de 75%. Previamente à aplicação dos herbicidas foram semeadas quatro sementes de melancia (*Citrullus lanatus*) cv. Congo, utilizada como planta bioindicadora, a uma profundidade de 2cm. Cinco dias após emergência foi realizado o desbaste, permanecendo duas plantas por vaso.

Decorridos 30 dias da germinação, as plantas de melancia foram coletadas e separadas em parte aérea e raiz; sendo posteriormente acondicionadas em sacos de papéis e secas em estufa a 60°C até atingir massa constante. A quantificação de massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) foi realizada em balança analítica.

Os dados foram submetidos à análise da variância ($p \leq 0,05$) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade através do Programa R Core Team (2017), sendo os gráficos plotados pelo programa Sigma Plot® (versão 11.0 para Windows).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito residual dos herbicidas clorimuram, diclosulam, flumioxazina e metribuzim no solo foi avaliado com o uso da melancia como bioindicadora. Notou-se significância estatística em todos experimentos avaliados.

Como pode ser observado, os herbicidas diclosulam (Figura 1.B) e metribuzim (Figura 1.D) ocasionaram morte das plantas de melancia em decorrência de todas as doses aplicadas, demonstrando a sensibilidade da espécie a esses herbicidas. Dessa forma, a melancia pode ser considerada uma bioindicadora altamente sensível aos herbicidas diclosulam e metribuzim no solo, apresentando-se como ferramenta viável para detectar esses herbicidas, inclusive em baixas concentrações, de forma econômica, rápida e acessível ao produtor ou pesquisador. Diferentemente de outras técnicas onerosas como uso de radioisótopos e a cromatografia líquida e gasosa, as plantas bioindicadoras são mais eficientes na habilidade de quantificar apenas a fração biologicamente ativa do herbicida, o que tem aplicabilidade direta em condições de campo (KOTOULA-SYKA et al., 1993; NUNES e VIDAL, 2009).

Quando analisada a resposta da bioindicadora ao herbicida clorimuram (Figura 1.A), observou-se que as plantas de melancia sobreviveram em todas as doses aplicadas, incluindo a dose recomendada em bula, para a qual não houve diferença estatística na variável MSPA em relação à testemunha. Além disso, notou-se incremento na MSR da melancia na presença do herbicida clorimuram, quando comparado à testemunha. Esses resultados demonstram que a melancia não é sensível ao herbicida clorimuram e seu uso como bioindicadora não deve ser indicado.

A dose recomendada em bula de flumioxazina (Figura 1.C) mostrou-se suficiente para ocasionar a morte das plantas de melancia, evidenciando a capacidade da melancia de detectar a presença do herbicida no solo apenas a partir dessa dose.

Não foi observado diferença significativa entre as subdoses e a testemunha quanto às variáveis analisadas, indicando que a melancia não é capaz de detectar doses inferiores à recomendada em bula, não viabilizando a aplicação do método empregando melancia como bioindicadora, tendo em vista que, em condições reais de aplicação, a quantidade de herbicida que efetivamente alcança o solo e permanece biologicamente ativa é sempre inferior à dose recomendada em bula.

A família das curcubitáceas representada pelas espécies *Cucumis sativus* (pepino), *Cucurbita pepo* (abobrinha) e *Citrullus lanatus* (melancia) são consideradas boas bioindicadoras de herbicidas no solo (NUNES E VIDAL 2009; GUERRA et al., 2011), principalmente de herbicidas do mecanismo de ação ALS (inibidor da enzima acetolactato sintase) ao qual pertence os herbicidas diclosulam e clorimuirom, alvo desse estudo. Plantas de pepino podem ser consideradas boas indicadores dos herbicidas pertencentes ao mecanismo de ação ALS, dentre eles trifloxissulfurom-sódico, piritiobaque-sódico, cloransulam-metílico e imazaquim (NUNES E VIDAL, 2009; GUERRA et al., 2011). Como observado nesse estudo, a melancia mostrou-se boa indicadora para o herbicida diclosulam, em contrapartida não foi eficiente na detecção do herbicida clorimuirom, verificando-se a necessidade de testar a aplicabilidade da bioindicadora para herbicida independentemente do seu mecanismo de ação.

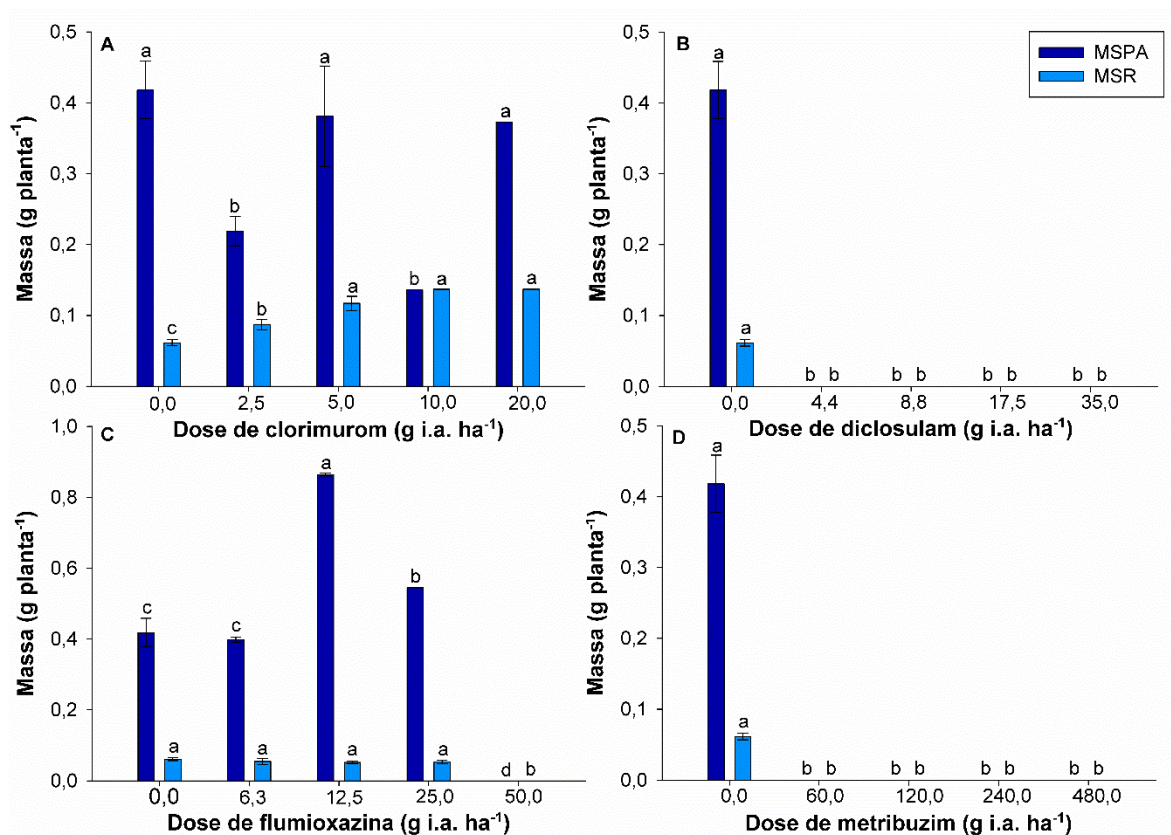


Figura 1. Massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) das plantas de melancia, coletadas aos 30 dias após a emergência, cultivadas em solo previamente submetido à aplicação dos herbicidas clorimuirom (A), diclosulam (B), flumioxazina (C) e metribuzim (D). Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 | CONCLUSÃO

A melancia pode ser considerada uma bioindicadora eficiente para o residual no solo dos herbicidas diclosulam e metribuzim na dose recomendada em bula e subdoses. Em contrapartida, a melancia não apresenta resposta satisfatória para detecção de flumioxazina em doses inferiores à recomendada em bula; Além disso, não apresenta-se como alternativa viável para detecção do herbicida clorimurrom, não devendo ser indicada para este fim.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, D. F., SILVA, D. G., SOUZA, A. P., GOMES, D. P., ROCHA, H. S. Coeficientes da equação de Angström-PreScott e sua influência na evapotranspiração de referência em Seropédica, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 15, n. 8, p. 108-116, 2011.
- DAN, H. A.; DAN, L. G. M.; BARROSO, A. L. L.; PROCÓPIO, S. O.; OLIVEIRA JR., R. S.; BRAZ, G. B. P.; ALONSO, D. G. Atividade residual de herbicidas usados na soja sobre o girassol cultivado em sucessão. **Ciência Rural**, v. 42 n. 11, 2012.
- GUERRA, N.; DE OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; DE OLIVEIRA NETO, A. M.; DE ALMEIDA DAN, H.; ALONSO, D. G.; DE CAMPOS JUMES, T. M. Seleção de espécies bioindicadoras para os herbicidas trifloxysulfuron-sodium e pyriithiobac-sodium. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 1, p. 37-48, 2011.
- KOTOULA-SYKA, E.; ELEFTHEROHORINOS, I. G.; GAGIANAS, A. A.; SFICAS, A. G. Phytotoxicity and persistence of chlorsulfuron, metsulfuronmethyl, triasulfuron and tribenuron-methyl in three soils. **Weed Research**, v. 33, n. 5, p. 355–367, 1993.
- MANCUSO, M. A. C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Efeito residual de herbicidas no solo (“*Carryover*”). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.2, p.151-164, 2011.
- 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**, v. 31, n. 1, p. 127-135, 2013.
- NUNES, A.L.; VIDAL, R.A. Seleção de plantas quantificadoras de herbicidas residuais. **Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v.19, n.1, p.19-28, 2009.
- PASSOS, A.B.R.J; FREITAS, M.A.M.; TORRES, L.G.; SILVA, A.A.; QUEIROZ, M.E.L.R.; LIMA, C.F. Sorption and desorption of sulfentrazone in Brazilian soils. **Journal of Environmental Science and Health**, v. 48, p. 646–650, 2013.
- PAULA, J. D., Vargas, L., Agostinetto, D., & Nohatto, M. A. (2011). Manejo de *Conyza bonariensis* resistente ao herbicida Glyphosate. **Planta Daninha**, v. 29, n. 1, p. 217-227, 2011.
- PERES-OLIVEIRA, M. A., BONFIM-SILVA, E. M., DA SILVA, V. M., DA SILVA, T. J. A., & DE FREITAS SOUSA, H. H. Soybean as bioindicator of residual effect of 2, 4-D herbicide in an oxisol from the Brazilian cerrado. **African Journal of Agricultural Research**, v.12, n.1, p. 35-41, 2017.
- PESSALA, P.; SHULTZ, E.; NAKARI, T.; JOUTTI, A.; HERVE, S. Evaluation of wastewater effluents by small-scale biotests and a fractionation procedure. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 59, n. 2, p. 263-272, 2004.

PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. IPEF. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, v. v.4, p. 1-24, 1987.

R Core Team (2017). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for **Statistical Computing**, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

SANDÍN-ESPAÑA, P.; LOUREIRO, I.; ESCORIAL, C.; CHUECA, C.; SANTÍN- MONTANYA, I. 2011. **The Bioassay Technique in the Study of the Herbicide Effects, Herbicides, Theory and Applications**. Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/herbicides-theory-and-applications/the-bioassay-technique-in-the-study-of-the-herbicide-effects>.

UNIVERSO AGRO, 2018. **Daninhas provocam perdas de 15% na produção mundial de grãos**. Disponível em: <http://portalvidanocampo.com.br/daninhas-provocam-perdas-de-15-na-producao-mundial-de-graos/> [Acesso: 19/07/2018]

VARGAS, L.; GAZZIERO, D.L.P.; AGOSTINETTO, D.; KARAM, D.; ADEGAS, F.S. **Manejo de resistência em sistemas de cultivo soja/milho**, 2013. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/978126/1/Manejoderesistenciaemsistemasdecultivosojamilho.pdf> . Acesso em: 17 de agosto de 2018.

SOBRE OS ORGANIZADORES

ALAN MARIO ZUFFO Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

JORGE GONZÁLEZ AGUILERA Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estreses abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-008-7



9 788572 470087