

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
TROPICAL



SORÇÃO DO DIURON E SULFENTRAZONE EM DIFERENTES
TIPOS DE MATERIAIS, USADOS COMO SUBSTRATO, PARA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE CITROS NO ESTADO DO
AMAZONAS.

MANAUS, AM
2018

AJAX DE SOUSA FERREIRA

SORÇÃO DO DIURON E SULFENTRAZONE EM DIFERENTES
TIPOS DE MATERIAIS, USADOS COMO SUBSTRATO, PARA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE CITROS NO ESTADO DO
AMAZONAS.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de mestre em Agronomia Tropical, área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. José Ferreira da Silva

MANAUS, AM
2018

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

F383s Ferreira, Ajax de Sousa
Sorção do diuron e sulfentrazone em diferentes tipos de materiais, usados como substrato, para produção de mudas de citros no estado do Amazonas. / Ajax de Sousa Ferreira. 2018 51 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: José Ferreira da Silva
Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Herbicida. 2. Plantas daninhas. 3. Matéria orgânica. 4. Inativação. I. Silva, José Ferreira da II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

AJAX DE SOUSA FERREIRA

**SORÇÃO DO DIURON E SULFENTRAZONE EM
DIFERENTES TIPOS DE MATERIAIS, USADOS
COMO SUBSTRATO, PARA PRODUÇÃO DE
MUDAS DE CITROS NO ESTADO DO AMAZONAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração em Produção Vegetal.

Aprovada em 29 de junho de 2018

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. José Ferreira da Silva, Presidente
Universidade Federal do Amazonas


Prof. Dr. Ernesto Oliveira Serra Pinto, Membro
Universidade Federal do Amazonas


Prof. Dr. Rinaldo Senna Fernandes, Membro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, pelos valiosos ensinamentos, compreensão e dedicação durante o período da realização deste, e aos meus amigos que muito me ajudaram direta ou indiretamente para que este trabalho pudesse ser realizado.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida e graça.

À minha mãe Leonor Pereira, meu maior exemplo de vida. Por torcer por mim e não mediu esforços para que eu alcançasse meus objetivos. Pelos abraços, palavras, orações e amor.

À minha esposa Maria Regineide, por todo amor, cuidado e paciência. Por acreditar e me ajudar a realizar este trabalho. Por estar ao meu lado em todos os momentos, nas alegrias e nas adversidades.

A meus filhos Akel e Felype, pelo apoio e incentivo.

Ao professor, José Ferreira da Silva, pela orientação, motivação, paciência e confiança colocada em mim para a realização deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora, professores Flávia Schimpl, Luciana Souza, Ernesto Pinto e Rinaldo Fernandes por terem aceito o convite e pelas valiosas sugestões e correções.

A professora, Sônia Albertino, pelo apoio e incentivos.

À Universidade Federal do Amazonas e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical, pela realização do mestrado.

À equipe do Laboratório de Ciência das Plantas Daninhas: Anselmo Ferreira, Bruna Leite, Daniel Oscar, Francisco Martins, Gessica Aline, Gilsimar Melo, Gian Carlos, Jefferson Souza, Karla Dutra, Laís Alves, Marcelo Ferreira, Mauro Alves, Monique Feitosa, Sara Pinheiro, Silvana Pimentel, Vaneza Santos, Vilson de Souza, pelo apoio e incentivos oferecidos.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em agronomia tropical, pelos ensinamentos transmitidos.

A todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigado.

RESUMO

O cultivo de citros representa grande importância para Estado do Amazonas e pode gerar empregos e divisas para o estado. Neste estado, o manejo das plantas daninhas tem sido um dos principais fatores que onera o custo de produção da cultura. Atualmente, o uso do controle químico por meio da aplicação de herbicidas tem sido o mais utilizado no controle de plantas daninhas, entretanto apesar das vantagens desse controle, há necessidade de se conhecer as interações desses herbicidas com as propriedades do solo. Na produção de mudas de citros o substrato é um dos insumos de grande importante para produção de mudas saudáveis e vigorosas. Este trabalho objetivou quantificar a sorção dos herbicidas diuron e sulfentrazone em diferentes substratos usados em produção de mudas de citros. Dois experimentos foram realizados e adotou-se o delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial $2 \times 6 \times 6$ com quatro repetições, sendo dois herbicidas (diuron e sulfentrazone), seis doses de cada herbicidas de diuron (0; 250; 500; 1.000; 2.000 e 4.000 g do ia. ha⁻¹) e sulfentrazone (0; 75; 150; 300; 600 e 1.200 g do ia. ha⁻¹) e seis substratos: Fibra de coco; terriço; terra preta de índio e a misturas destes com areia lavada, no primeiro experimento. No outro experimento adotou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2×7 , com quatro repetições, sendo dois herbicidas (diuron e sulfentrazone) e sete doses de cada herbicida, sendo as mesmas doses de ambos os herbicidas utilizados no substrato areia lavada (diuron 0; 2; 4; 8; 12; 16 e 20 g do ia. ha⁻¹ e sulfentrazone (0; 2; 4; 8; 12; 16 e 20 g do ia. ha⁻¹). A planta indicadora utilizado foi o pepino (*Cucumis sativus* var. Aodai). As características avaliadas foram a determinação do valor de I₅₀ da planta-teste para cada substrato em função das doses de cada herbicida e a estimativa da quantidade de diuron e sulfentrazone sorvido em cada substrato. Os resultados mostraram que a fibra de coco foi o substrato que apresentou maior sorção dos herbicidas seguido pela terra preta de índio e terriço e a matéria orgânica contribuiu como componente de importância do solo na sorção de herbicidas.

Palavras-chaves: herbicida, plantas daninhas, matéria orgânica, inativação.

ABSTRACT

The citrus cultivation is very important for the state of Amazonas and can generate jobs and foreign exchange for the state. In this state, weed management has been one of the main factors that increases the production cost of the crop. Currently, the use of chemical control by the application of herbicides has been the most used in the control of weeds, however despite the advantages of this method, it is necessary to know the interactions of these herbicides with the properties of the soil. In the production of citrus seedlings the substrate is one of the important inputs for the production of healthy and vigorous seedlings. This work aimed to quantify the sorption of diuron and sulfentrazone herbicides in different substrates used in the production of citrus seedlings. Two experiments were carried out in a completely randomized design and 2x6x6 factorial arrangement was applied with four replicates, two herbicides (diuron and sulfentrazone), six doses of each herbicide of diuron (0, 250, 500, 1,000, 2,000 and 4,000 g .ha⁻¹ and sulfentrazone (0, 75, 150, 300, 600 and 1,200 g ha⁻¹) and six substrates: Coconut fiber; soil; black soil of Indian and to mixtures of these with washed sand, in the first experiment. In the other experiment, a completely randomized design was used in a 2x7 factorial scheme with four replicates, two herbicides (diuron and sulfentrazone) and seven doses of each herbicide. The same doses of both herbicides were used in the washed sand substrate (diuron 0 2, 4, 8, 12, 16 and 20 g .ha⁻¹ and sulfentrazone 0, 2, 4, 8, 12, 16 and 20 g ha⁻¹). The indicator plant used was the cucumber (*Cucumis sativus* var. Aodai). The evaluated characteristics were the determination of the I₅₀ value of the test plant for each substrate as a function of the doses of each herbicide and the estimate of the amount of diuron and sulfentrazone sorbed in each substrate. The results showed that coconut fiber was the substrate that presented the highest sorption of the herbicides followed by black soil of indium and soil and the organic matter contributed as important component of the soil in sorption of herbicides.

Keywords: herbicide, weeds, organic matter, inactivation.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Composição química dos substratos Fibra de Coco (FC), Terriço (T) e Terra Preta de Índio (TPI) usados como substrato em mudas..... 31
- Tabela 2 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para o peso da matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino semeadas em diferentes substratos, Manaus, 2018. 35
- Tabela 3 - Valores de I_{50} , razão de sorção (RS), matéria orgânica e sorção dos herbicidas pela matéria orgânica, em diferentes substratos para produção de mudas, Manaus, 2018. 48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fórmula estrutural do herbicida diuron	22
Figura 2 - Fórmula estrutural do herbicida sulfentrazone	24
Figura 3 - Valor do I ₅₀ de diuron, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em areia lavada	37
Figura 4 - Valor do I ₅₀ de sulfentrazone, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em areia lavada	37
Figura 5 - Fitotoxicidade de diferentes doses de diuron e sulfentrazone em pepino no substrato de areia lavada	38
Figura 6 - Valor do I ₅₀ de diuron, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em areia mais terriço como substrato	39
Figura 7 - Valor do I ₅₀ de sulfentrazone, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em areia mais terriço como substrato	39
Figura 8 - Fitotoxicidade de diferentes doses de diuron e sulfentrazone em pepino no substrato de areia mais terriço	39
Figura 9 - Valor do I ₅₀ de diuron, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em areia mais terra preta de índio como substrato	40
Figura 10 - Valor do I ₅₀ de sulfentrazone, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em areia mais terra preta de índio como substrato	40
Figura 11 - Fitotoxicidade de diferentes doses de diuron e sulfentrazone em pepino no substrato de areia mais terra preta de índio	41
Figura 12 - Valor do I ₅₀ de diuron, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em areia mais fibra de coco como substrato	42
Figura 13 - Valor do I ₅₀ de sulfentrazone, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em areia mais fibra de coco como substrato	42
Figura 14 - Fitotoxicidade de diferentes doses de diuron e sulfentrazone em pepino no substrato de areia mais fibra de coco	42
Figura 15 - Valor do I ₅₀ de diuron, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em terriço como substrato	43
Figura 16 - Valor do I ₅₀ de sulfentrazone, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em terriço como substrato	43
Figura 17 - Fitotoxicidade de diferentes doses de diuron e sulfentrazone em pepino no substrato terriço	44

Figura 18 - Valor do I ₅₀ de diuron, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em terra preta de índio como substrato	45
Figura 19 - Valor do I ₅₀ de sulfentrazone, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em terra preta de índio como substrato	45
Figura 20 - Fitotoxicidade de diferentes doses de diuron e sulfentrazone em pepino no substrato terra preta de índio	45
Figura 21 - Valor do I ₅₀ de diuron, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em fibra de coco como substrato	46
Figura 22 - Valor do I ₅₀ de sulfentrazone, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em fibra de coco como substrato	46
Figura 23 - Fitotoxicidade de diferentes doses de diuron e sulfentrazone em pepino no substrato fibra de coco	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 Geral.....	15
2.2 Específicos.....	15
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1 Os citros: origem e classificação botânica.....	16
3.2 Aspectos Econômicos da Citricultura.....	17
3.3 Herbicidas.....	19
3.3.1 Diuron.....	20
3.3.2 Sulfentrazone.....	23
3.4 Sorção de herbicidas no solo.....	25
3.5 Matéria orgânica do solo.....	26
3.6 Substratos para produção de mudas.....	27
3.6.1 Fibra de coco (FC).....	28
3.6.2 Terra Preta de Índio (TPI).....	29
3.6.3 Terriço - Argissolo (T).....	29
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
4.1 Coleta e Análise Química dos Substratos.....	31
4.2 Local do experimento.....	32
4.3 Delineamento Experimental.....	32
4.4 Aplicação e avaliação dos efeitos dos herbicidas em substratos.....	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
6 CONCLUSÕES.....	49
7 REFERÊNCIAS.....	50

1 INTRODUÇÃO

Os citros estão entre as frutas mais produzidas e consumidas no mundo, incluindo o Brasil que é o maior produtor mundial de laranjas doces [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck.], sendo a China o país maior produtor de citros (FAO, 2013).

No Brasil, o cultivo dos citros ocorre em todos os estados brasileiros, as regiões Sudeste e Nordeste possuem a maior área produtora (IBGE, 2017). Na região norte, o Pará e o Amazonas são os maiores produtores, pertencendo ao Amazonas a maior produtividade de laranja em 2017 que foi estimada em 22 t.ha⁻¹, sendo o Pará, ainda assim, o maior produtor do Norte do Brasil com 172.029 t de frutos. A produção no Amazonas neste mesmo ano foi de 71.830 t sendo, portanto o segundo maior produtor nesta região (IBGE, 2017).

No cultivo de citros, o manejo de plantas daninhas está entre os fatores que mais aumenta o custo da produção, devido à competição destas plantas com a cultura por água, nutrientes e luz ou ainda por dificultar os procedimentos de colheita (SANTIAGO et al., 2014). Sendo assim, o manejo de plantas daninhas é uma prática imprescindível em áreas de cultivo de citros na região amazônica (SILVA, 2008).

Entre os métodos de controle de plantas daninhas, o emprego de herbicidas tem sido o mais utilizado, devido à maior praticidade e grande eficiência (FERREIRA et al., 2009). Entretanto, apesar das vantagens do método químico, a utilização dos herbicidas sem o conhecimento de suas interações com as propriedades do solo pode ocasionar falhas no controle de plantas daninhas, causar intoxicação das culturas, reduzir a biodiversidade, além de contaminar o solo e as águas superficiais e subterrâneas (SILVA, 2007).

Ao atingirem o solo, os herbicidas podem sofrer vários processos de transformação, transporte e retenção. Estes processos são influenciados tanto pelas propriedades físicas e químicas do herbicida, quanto pelas propriedades do solo e também pelas condições climáticas. Dentre esses processos se destaca a sorção, que consiste na retenção do herbicida

pelos coloides do solo. A sorção influencia os processos de transformação (degradação química e biológica do herbicida) e de transporte do herbicida que pode ocorrer por escorrimento superficial, volatilização e lixiviação através do perfil do solo (SILVA et al., 2007). Desse modo, os conhecimentos básicos das interações dos herbicidas com o solo são de fundamental importância para compreender o comportamento desses compostos no meio ambiente.

Como opção para o controle químico de plantas daninhas na cultura dos citros tem-se os herbicidas diuron e o sulfentrazone. O diuron é um herbicida comercializado em diversas formulações e tem amplo espectro de ação sobre plantas daninhas de folhas largas e estreitas, aplicado tanto em pré como em pós-emergência (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). O sulfentrazone é registrado para o controle de plantas daninhas mono e dicotiledôneas em citros e também em outros cultivos de interesse econômico (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

Dentre os fatores de maior importância na produção de mudas de citros com a qualidade necessária à formação de lavouras saudáveis e produtivas, está o substrato onde estas mudas serão produzidas. Desse modo, a escolha e o manejo correto do substrato são essenciais para a obtenção de mudas de qualidade. Segundo Souza Júnior et al. (2008), a escolha de um substrato deve levar em conta a eficiência deste quanto a drenagem, retenção de água, aeração e a disponibilidade de nutrientes, além de ser de fácil obtenção por um longo período e com custo adequado.

A pesar da citricultura representar grande importância econômica e social por gerar divisas e empregos no estado do Amazonas conforme os supracitados dados do IBGE, a necessidade do manejo de plantas daninhas, a carência de resultados de pesquisa com os herbicidas diuron e sulfentrazone em substratos para mudas de citros, justifica a realização desta pesquisa, uma vez que, possibilitará aos pequenos agricultores opções de substratos que

otimizem esforços para a qualidade da muda sem interferência de plantas daninhas o que é imprescindível para a implantação e sucesso de um pomar.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Quantificar a sorção dos herbicidas Diuron e Sulfentrazone em diferentes substratos usados em produção de mudas de citros.

2.2 Específicos

Determinar o valor de I_{50} da planta-teste para cada substrato em função das doses de cada herbicida.

Estimar a quantidade de Diuron e Sulfentrazone sorvido em substratos para produção de mudas de citros.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Os citros: origem e classificação botânica

Registros apontam que as plantas cítricas são originárias do sul asiático, possivelmente da China. No Brasil, as primeiras plantas, foram introduzidas pelos portugueses, vindas da Espanha no início da colonização, nos anos de 1500, na expedição de Cristóvão Colombo, mudas de frutas cítricas foram trazidas para o continente americano. Introduzida no Brasil logo no início da colonização, a laranja encontrou no Brasil melhores condições para se desenvolver e produzir do que nas próprias regiões de origem, sobretudo pela boa adaptação ao clima tropical, expandindo-se por todo o território nacional, (NEVES et al., 2013).

Segundo ABECITRUS (2017), em comparação a outros produtos agrícolas, a laranja tem no Brasil uma das principais fontes de sua produção. Atualmente, os pomares mais produtivos estão nas regiões de clima tropical e sub-tropical, destacando-se o Brasil, Estados Unidos, México, China e África do Sul.

As variedades cítricas comerciais pertencem a diversas espécies da família Rutaceae, Subfamília Aurantioideae, tribo Aurantieae, subtribo Citrinae e, principalmente, ao gênero *Citrus* e outros gêneros afins (*Fortunella* e *Poncirus*) ou híbridos da família Rutaceae. As principais espécies são as Laranjas doces [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], as Laranja-azedas (*Citrus aurantium* L.), as Tangerinas (*Citrus reticulata* Blanco e *Citrus deliciosa* Ten.), os Limões [*Citrus limon* (L.) Burn.f.], as Limas ácidas como o Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka) e o Galego [*Citrus aurantiifolia* (Christm.) Swingle] e doces como a Lima da Pérsia (*Citrus limettioides* Tanaka), Pomelo (*Citrus paradisi* Macf.), Cidra (*Citrus medica* L.), e Toranjas [*Citrus grandis* (L.) Osbeck] (LOPES, 2011, GRIN, 2013). Levando em consideração o comércio (nacional e regional), o gênero *Citrus*, é o mais importante da família Rutaceae (SIQUEIRA; SALOMAO, 2017).

3.2 Aspectos econômicos da citricultura

A citricultura brasileira representa uma das mais importantes cadeias produtivas do agronegócio do nosso país, uma vez que, além da rentabilidade, proporciona aumento na circulação do capital, favorece o desenvolvimento regional e geração de empregos, destacando-se nos setores sociais e econômicos (ZULIAN et al., 2013).

Alguns fatores contribuem para o desenvolvimento da citricultura no Brasil, como condições climáticas favoráveis ao cultivo em todas as regiões; proximidade dos locais de produção dos grandes centros urbanos o que favorece o escoamento da produção, mão de obra disponível, além do suporte técnico gerado pelos Institutos de pesquisa, públicos e privados (COSTA, 2009).

Conforme o levantamento sistemático sobre a produção agrícola brasileira, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), na safra 2017 o Brasil produziu 18.666.928 t. de frutos de laranja, em uma área de 629.770 ha, com rendimento médio em torno de 29,561 kg ha⁻¹, sendo o maior produtor mundial de frutos, com mais de um milhão de hectares de plantas cítricas em seu território (OLIVEIRA et al., 2009). A exportação de frutos *in natura* é pequena em torno de 27,252t. (CITRUS BR, 2017) e, somada aos frutos comercializados internamente, representa 30% da produção (IBGE, 2017; FAO, 2014). Há ainda uma estimativa de 364,47 milhões de caixas de 40,8 kg na safra 2017/2018 segundo dados da FUNDECITRUS (2017) o que gerou cerca de 500 mil empregos diretos e indiretos.

O Brasil é o maior exportador de suco concentrado de laranja do mundo, com aproximadamente 421.808t. de suco de laranja concentrado e 1.334.597t. de suco não concentrado comercializadas em 2017 (CITRUS BR, 2017). 95% do suco é exportado principalmente para os Estados Unidos e União Europeia, além do Japão e China.

A produção citrícola brasileira tem demonstrado sua eficácia, pois produziu a metade do suco de laranja comercializado no mundo, suas exportações resultaram em US\$ 1,5 bilhão a US\$ 2,5 bilhões ao ano para o País (FRANCO, 2014).

Atualmente, dentre as variedades cultivadas no Brasil, a variedade Pêra-rio é a preferida dos agricultores em razão de ser uma variedade de meia-estação e de maior produtividade. Esta variedade também atende tanto às exigências da indústria quanto ao mercado *in natura* (NEVES et al., 2010).

No Brasil, de acordo com os indicadores estatísticos, calculados pelo IBGE até dezembro de 2017, a produção de citros ocorre principalmente no Estado de São Paulo, com uma produção de 14.300.000t de frutos, respondendo por 76,6 % da produção brasileira de laranja. Outros estados como Bahia com 1.007.000t. (representa 5,4%), Sergipe com 443.933t. de frutos (com 2,4% de participação), Minas Gerais com 899.602t. (4,8% de participação), Paraná com 850.000t. de frutos (0,3 % de participação) e Rio Grande do Sul com 357.918t. de frutos (1,9% de participação). Estes estados contribuem para o agronegócio dos citros com a produção, principalmente, de laranja. A região que mais se destaca em produção é o Sudeste, onde somente os estados de São Paulo e Minas Gerais correspondem juntos, cerca de 70% da produção com alto nível tecnológico e condições climáticas favoráveis (IBGE, 2017).

Atualmente o estado do Amazonas é o segundo maior produtor de laranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) da Região Norte do Brasil, com uma produção de 71.830t, contribuindo com 0,4% na produção nacional em 2017, atrás do Pará com 237.045t (1,3%). A área colhida com citros é de aproximadamente 3.265 ha, com a maior produtividade média da região de 22.000 kg ha⁻¹ com laranja (IBGE, 2017).

No Estado do Amazonas, a citricultura comercial se concentra praticamente nos municípios de Rio Preto da Eva, com 2.150 ha de área plantada com laranja, seguida por

Manacapuru (460 ha), Itacoatiara (170 ha), Manaus (145 ha) e Iranduba (112 ha) (IBGE, 2015). Entretanto a produtividade média do Amazonas é considerada muito baixa, em torno de 10t ha⁻¹, em comparação a outros estados produtores, cuja produtividade é superior a 26t ha⁻¹.

O cultivo de laranja, apesar de vir enfrentando inúmeras dificuldades, seja por doenças ou por barreiras impostas pelos países importadores, vem se mantendo como cultivo de destaque pela sua variedade de mercado e pelo número crescente de consumidores, sobretudo em países em desenvolvimento (SOUZA, 2010), contudo, embora a citricultura tenha apresentado um crescimento nas duas últimas décadas, as plantas daninhas ainda representam um dos fatores limitantes do aumento da produtividade (IDAM, 2007).

3.3 Herbicidas

Muitos são os métodos para o controle de plantas daninhas, porém um dos mais utilizados atualmente é o controle químico, principalmente quando se trata de produção em larga escala, devido ao custo econômico e a eficiência no controle das plantas daninhas (MINGUELA; CUNHA, 2010). Contudo, quando utilizado de forma incorreta pode causar muitos prejuízos, tais como ineficácia no controle das plantas daninhas, perdas produtivas na cultura, causada pela fitotoxicidade e problemas ambientais. Além disso, o uso repetitivo de um mesmo herbicida ou de herbicidas com mesmo mecanismo de ação pode selecionar populações de plantas daninhas tolerantes e resistentes a esses produtos químicos (OLIVEIRA JR. et al., 2011).

O uso de herbicidas pode evitar a interferência das plantas daninhas especialmente no início do ciclo da cultura de interesse agrícola, período durante o qual as plantas daninhas causam maiores perdas de produtividade, em função da competição por água e nutrientes. (OLIVEIRA, 2011).

Para o controle de plantas daninhas, parâmetros como a intensidade de infestação, época de aplicação e efeito residual de herbicidas devem ser levados em consideração, afetando diretamente o potencial produtivo das culturas. Dessa forma, é evidente a necessidade de estratégias eficientes no controle das comunidades infestantes com a aplicação de herbicidas em pré e pós-emergência, prática bastante comum nos diferentes sistemas produtivos (MACIEL et al., 2008).

A seletividade de herbicidas a uma planta pode ser medida pela inibição das características de crescimento, principalmente no acúmulo de matéria seca, dimensão da área foliar e avaliação visual dos danos. A dose-resposta é outra importante ferramenta na ciência de plantas daninhas, pois permite a interpretação dos resultados de forma objetiva e possibilita comparação adequada entre tratamentos (MONQUEIRO et al, 2000).

Como opção para o manejo de plantas daninhas na cultura do citros, têm-se os herbicidas Diuron e o Sulfentrazone registrados para a cultura do citros.

3.3.1 Diuron

O diuron é um herbicida aplicado nas plantações de frutas cítricas, soja, algodão, cana-de-açúcar, café e trigo e também em áreas não cultiváveis. É considerado um produto de Classe III (Medianamente Tóxico) (OLIVEIRA JR. et al., 2011).

O diuron (3-(3,4-Diclorofenil)-1,1-Dimetilureia) é um herbicida que tem por mecanismo de ação a inibição do Fotossistema II e pertence ao grupo químico das uréias substituídas – C2. São considerados inibidores do transporte de elétrons, uma vez que resultam na remoção ou inativação de um ou mais carregadores intermediários do transporte de elétrons (OLIVEIRA JR. et al., 2011).

Segundo Oliveira Jr. et al., (2011), a inibição do fotossistema ocorre pela ligação dos herbicidas ao sítio de ligação da plastoquinona “Q_B”, na proteína D1 do fotossistema II, que se localiza na membrana dos tilacóides dos cloroplastos e causa o bloqueio do transporte de

elétrons da plastoquinona “Qa” para plastoquinona “Qb”, interrompe a fixação de CO₂ e a produção de ATP e NADPH₂.

A absorção do diuron ocorre preferencialmente pelas raízes, possuindo baixa absorção pelas folhas e, sua translocação é realizada via xilema (MARCHI, 2008).

Os principais sintomas da ação desses produtos são as cloroses internervais e das bordas das folhas devido à fotoxidação da clorofila. Também, podem ocorrer, rompimentos na membrana citoplasmática celular em decorrência da peroxidação de lipídios, causada pelos radicais tóxicos (clorofila tripleta e oxigênio singlete). O aparecimento dos sintomas de fitotoxicidade ocorre primeiramente nas bordas, progredindo para o centro das folhas (KARAM; OLIVEIRA, 2007).

Os sintomas podem aparecer em poucas horas após a aplicação, se a dose for alta, ou em vários dias se houver acúmulo no solo e absorção gradual (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

O diuron é fortemente adsorvido pelos colóides de argila ou matéria orgânica e por esta razão a dose adequada é altamente dependente das características do solo. Pode ser lixiviado em solos arenosos. Sua degradação no solo é essencialmente microbiana, mas também química e física. Apresenta persistência média no solo (4 a 8 meses, dependendo das condições de clima e do solo). Aplicações de doses altas podem resultar em resíduo por mais de um ano (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

Pertencente à classe dos herbicidas seletivos e sistêmicos, de pré e pós-emergência. Sua solubilidade em água é de 42 mg/L a 25°C, possuindo densidade de 1,197 g/cm³ e pressão de vapor de $9,2 \times 10^{-6}$ Pa a 25 °C, Koc médio e de 480 mL/g (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

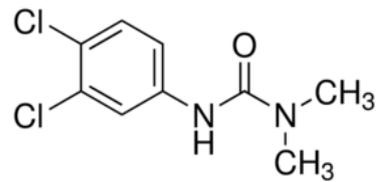


Figura 1 - Fórmula estrutural do herbicida Diuron.

Em um trabalho realizado no cerrado do Mato Grosso cujo objetivo era verificar o efeito a longo prazo da aplicação de biocarvão na cinética de sorção e dessorção de diuron em um lintossolo Háptico deste bioma, Petter et al. (2017) observaram que a cinética de sorção do diuron foi caracterizada por sorção rápida nas primeiras duas horas após a aplicação, seguida por uma fase lenta. O tempo de equilíbrio para cada combinação de solo e NPK, biocarvão foi verificado após 12 horas de agitação e que a partir desse momento não houve alteração na concentração da solução, observaram também que houve estabilização da concentração de Diuron em um latossolo após 12 horas da aplicação.

Smernik e Kookana (2015) em um trabalho intitulado efeitos das interações de matéria mineral; e mineral e matéria orgânica na sorção do diuron em diversos tipos de solos, afirmam que a absorção de compostos orgânicos não iônicos no solo é geralmente expressa como partição normalizada por carbono, conhecida como coeficiente K_{oc} , uma vez que se assume que o principal fator que influencia a quantidade de herbicida absorvida pela planta é o teor de carbono orgânico do solo. Contudo, o K_{oc} pode variar por um fator de pelo menos a uma faixa dez nos solos e ainda observaram em seus resultados que há duas causas potenciais de variação no K_{oc} do diuron, as interações da matéria orgânica e mineral e a atividade química da matéria orgânica isoladamente para um conjunto diversificado de 34 solos do Sri Lanka, o tratamento com ácido fluorídrico foi utilizado para concentrar a matéria orgânica do solo e este tratamento aumentou o K_{oc} na maioria dos solos (fator de 2,4 considerado por estes autores como médio).

Smernik e Kookana (2015) atribuíram esse aumento ao bloqueio de sítios de sorção de matéria orgânica em todos os solos por minerais, mostrando que há importantes interações entre matéria orgânica e minerais e essas interações variaram muito entre os solos. É possível que também a umidade influencie a capacidade de sorção do diuron no solo como demonstram Dollinger et al. (2016) estes levantam a possibilidade de que um regime de inundação pode aumentar a dessorção e mostram que em vários tipos de matérias orgânicos, em leiras e valas de drenagem submetidas a inundações por 3 horas, diminui em 90% a capacidade de sorção do diuron a uma profundidades de 5 a 15 cm.

3.3.2 Sulfentrazone

O sulfentrazone é um herbicida do grupo da triazolinonas, e atua inibindo a enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), a qual é responsável pela oxidação do protoporfirinogênio à protoporfirina IX, um modo de ação chamado inibição PPO utilizado no controle em pré-emergência de plantas daninhas mono e dicotiledôneas (RODRIGUES e ALMEIDA, 2011). Possui registro para ser utilizados nas culturas de grande importância comercial como a cana-de-açúcar, a soja, café, citros e o eucalipto (NIEKAMP; MAPA, 2017).

O sulfentrazone é absorvido especialmente pelas raízes das plantas, sendo que as daninhas que emergem do solo tratado ficam necróticas e morrem após a exposição à luz causada pela desidratação rápida, perda da clorofila e carotenóides do tecido vegetal provocado pela peroxidação de lipídeos (RODRIGUES e ALMEIDA, 2011).

O sulfentrazone tem mobilidade elevada e certa persistência no solo, permanece muito móvel nas colunas de solo e água o que permite a lixiviação. Apresenta solubilidade em água de 110 mg L⁻¹ (pH 6,0), Koc médio de 43 mL g⁻¹, pressão de vapor 1,07 x 10⁻⁷ Pa (25°C), densidade de 0,53 g mL (25°C) e constante de dissociação (pKa) é 6,5. Com estas propriedades, o sulfentrazone é altamente móvel e persistente no solo, tem um forte potencial

de lixiviação para as águas subterrâneas e movimentação por escoamento superficial (RODRIGUES e ALMEIDA, 2011). A sua meia-vida no solo ($t_{1/2}$) é estimada entre 110 e 280 dias, variando a partir das condições edafoclimáticas locais, (VIVIAN et al., 2006). Os herbicidas ácidos, como o sulfentrazone, têm a tendência de ionizar-se em solução aquosa e gerar ânions, assim quando o pH é inferior a sua constante de dissociação (pKa), predominará a forma molecular que permite a lixiviação, enquanto, em caso contrário, predominará na forma dissociada (ROSSI et al., 2007).

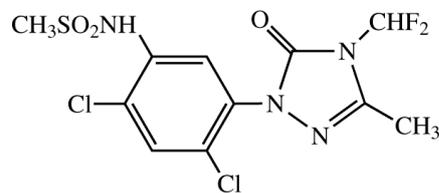


Figura 2 - Formula estrutural do herbicida sulfentrazone

O herbicida é amplamente aplicado por pulverização e pode ser parcialmente adsorvido por partículas coloidais do solo, lixiviado ou degradado por processos físicos, químicos e biológicos, ou absorvido por plantas, Martinez et al. (2008a) afirmam que todos esses processos são dependentes do solo e das condições climáticas, e também das características dos herbicidas. A sorção é um dos processos que controlam a degradação de herbicida, e tem sido amplamente caracterizado em solos desenvolvidos em climas não tropicais. No entanto, há pouca informação sobre o processo de sorção de herbicidas em solos tropicais, que são quimicamente e fisicamente distintas de solos não tropicais.

Em seus resultados, Martinez et al. (2008a) mostram que a porcentagem de Sulfentrazone em solo arenico, submetido a uma escala gradual de temperatura, diminuía com o tempo cerca de precisamente $0,0023 \text{ mg.g}^{-1}$ a 15 C ; $0,0015 \text{ mg.g}^{-1}$ a 30 C e $0,0016 \text{ mg.g}^{-1}$ a 40 C em um intervalo de 120 dias. Estes mostram também que a diminuição do sulfentrazone na areia está fortemente ligada a microrganismos principalmente fungos.

Diferentemente dos resultados do trabalho feito por Dollinger et al. (2016) com o diuron, Martinez et al. (2008b) afirmam que não há evidências de fator umidade na quantidade de sulfentrazone nos solos, pelo contrário as taxas de degradação de sulfentrazone diminuíram com a umidade a um período de 180 dias, evidenciando um provável efeito de sorção causado por umidade no solo.

3.4 Sorção de herbicidas no solo

Quando uma molécula de herbicida entra em contato com o solo, ela estará sujeita aos processos físicos e químicos que podem resultar na sorção da molécula pelos coloides do solo, na absorção dessas pelas plantas e também por microrganismos. E ainda essas moléculas podem ser degradadas ou lixiviadas para as camadas mais profundas. (OLIVEIRA JR. e REGITANO, 2009). Rocha et al. (2013) supõem-se que a absorção dos herbicidas pelas plantas, a eficácia no controle das plantas daninhas e a movimentação no solo, dependem em grande parte do equilíbrio entre os processos de sorção e dessorção.

O processo de adsorção é denominado sorção por se referir ao processo de retenção da molécula do herbicida à superfície do solo, sem distinção entre os processos específicos, como a adsorção, absorção, precipitação e partição hidrofóbica (OLIVEIRA e BRIGHENTI, 2011; SCORZA JR e REGITANO, 2012). Geralmente quanto maior for sorção do herbicida pelos coloides do solo menor será a sua degradação e mobilidade no solo (MARCHESE, 2007).

Já o caminho contrário à sorção é denominado de dessorção, ou seja, é o processo pelo qual a substância (molécula do herbicida) consegue ser liberada da matriz em que foi retida anteriormente para a solução (ADREU e PICÓ, 2004; OLIVEIRA JÚNIOR e REGITANO, 2009; SCORZA JR e REGITANO, 2012).

A sorção é um fenômeno físico-químico reversível que acontece por meio de ligações químicas que ocorrem entre as moléculas de herbicidas com a fase sólida do solo e está

diretamente relacionada com a fração coloidal do solo (quantidade e qualidade de MO e argila), que tem grande área superficial ativa, favorecendo a Capacidade de Troca Catiônica - CTC, o que pode aumentar interação entre a molécula e o solo (ADREU e PICÓ, 2004).

As frações orgânicas e a argila, associadas às características químicas do solo, principalmente o pH, são as características que mais influenciam o processo de sorção e, conseqüentemente, a movimentação desses produtos no solo (MAGALHÃES, 2007; MONQUERO et al., 2010). Assim, a sorção dos herbicidas pelos coloides dependerá da associação das características do solo com as do herbicida (FREITAS, M.A.M. et al, 2014).

O grau de sorção no solo aumenta de acordo com a elevação do teor de matéria orgânica, redução do pH (CHE et al., 1992; DICK et al., 2010; INOUE et al., 2010), com o teor de argila e de hidróxidos de ferro e alumínio presentes. A matéria orgânica apresenta constituição bastante variada, sendo dividida em substâncias humificadas e não humificadas. A parte humificada é composta por ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e humina, os quais representam a fração mais ativa na sorção de herbicidas (FARENHORST, 2006).

A quantificação da sorção de herbicidas no solo é comumente feita por cromatografia. No entanto, vários estudos têm indicado a possibilidade de estimar a sorção usando testes biológicos. Este método pode ser eficaz tanto para produtos utilizados em doses elevadas como para herbicidas aplicados em doses extremamente baixas (PESSALA et al., 2004).

3.5 Matéria orgânica do solo

Matéria Orgânica do Solo é todo o material originário de resíduos vegetais e animais em diferentes estados de decomposição, com exceção de raízes vivas, e incluindo fragmentos de carvão presentes no solo como resultado de processos naturais (EMBRAPA, 2013). De acordo com (BALDOCK e NELSON, 2000), a matéria orgânica do solo é uma combinação heterogênea composta por substâncias orgânicas coloidais contendo grupos funcionais ácidos

e nitrogênio, ela retribui a soma de todo material biológico natural ou alterado presente no solo ou na sua superfície excluindo as plantas vivas.

Segundo Amendola (2017), a decomposição da matéria orgânica origina, em meio a vários produtos, as substâncias húmicas, que se divididas em três categorias de acordo com sua solubilidade em água em diferentes valores de pH, sendo: ácidos húmicos, fúlvicos e humina. São substâncias relativamente estáveis originadas pela decomposição microbiana e de alguns compostos não húmicos como lignina e compostos fenólicos que devido à sua resistência à decomposição pode acumular no solo como partes semi degradadas ou retrabalhadas por ação microbiana.

Conforme Grando (2017), a matéria orgânica do solo permite liberação gradativa de nutrientes, contribui com a fertilidade do solo, ajusta ambiente positivo para os macro e microrganismos, além de cooperar diretamente para a estruturação do solo, elevando a fertilidade química, física e biológica do solo.

3.6 Substratos para produção de mudas

Os substratos utilizados na produção de mudas podem ser formados pela mistura de distintos materiais ou por um único material e podem ser adquiridos em empresas especializadas ou produzidos em viveiros (ANDRAUS, 2017).

Vários são os fatores responsáveis pela produção de mudas de qualidade, sendo a composição dos substratos um dos fatores de ampla importância, uma vez que a germinação de sementes, a iniciação radicular e o enraizamento estão diretamente ligados às características químicas, físicas e biológicas do substrato (CALDEIRA et al., 2008).

De acordo com Freitas et al. (2013) o substrato deve proporcionar adequada aeração fornecimentos de água e nutrientes às plantas de forma perene, oferecendo favoráveis condições ao seu crescimento e desenvolvimento. Além de apresentar resistência a microrganismos e patógenos, oferecer uma composição homogênea, sendo proporcional ao

desenvolvimento do sistema radicular e apresentar boa porosidade (MELO JÚNIOR, 2013; MELO, 2006).

Segundo Kratz et al. (2013) em substratos, suas propriedades variam em função de sua origem, método de produção, proporções de seus componentes, dentre outras características. Sendo recomendável fazer análise das propriedades dos substratos utilizados no viveiro, com isso oferecer maior embasamento a formulação de mistura e adubações.

De acordo com Costa (2003) o substrato deve ter a capacidade de suprir a demanda de oxigênio para o sistema radicular, os nutrientes exigidos pelas plantas e o controle fitossanitário, além de evitar problemas relacionados à salinidade.

Entre os materiais utilizados como substratos para produção de mudas destacam-se:

3.6.1 Fibra de coco (FC)

A fibra de coco é uma matéria prima importante na produção de substratos para a produção de mudas. Estes substratos apresentam boas características como: elevada porosidade, alta capacidade de retenção de água e estabilidade física, proporcionando condições ideais para o enraizamento e o crescimento de plantas e mudas (TAVEIRA, 2002).

A fibra de coco é um material vegetal rico em lignina, celulose e hemicelulose, leva em torno de oito a dez anos para se decompor no ambiente. Desse modo, o aproveitamento desse resíduo proporciona benefícios econômico, social, agrônômico, ambiental e reduz agentes transmissores de doenças. Atualmente, a fibra de coco tem inúmeras aplicações industriais (BRÍGIDA et al., 2010; EMBRAPA, 2007; AGEITEC, 2016b).

A fibra de coco apresenta facilidade para a produção de hortaliças devido seu baixo custo e facilidade de ser encontradas, essas são algumas das vantagens que esse tipo de substrato apresenta, além de ser renovável. Entretanto, substrato feito a partir das fibras de coco, os nutrientes essenciais para as plantas são escassos (DIAS et al., 2009). Assim sendo, é necessário fornecer esses nutrientes de acordo com as necessidades da espécie a ser cultivada

ou em pré-plantio ou através da fertirrigação para que as mudas tenham seu pleno desenvolvimento (CARRIJO, et al., 2010).

3.6.2 Terra preta de índio (TPI)

As Terras Pretas de Índio (TPI) ou Terras Pretas Arqueológicas (TPA) são áreas distintas na Amazônia em relação aos solos de terra firme, são solos de coloração escura, formada pela deposição da matéria orgânica carbonizada (ossos, excrementos, restos vegetais, etc.) que resultou das atividades culturais das populações pré-colombianas há cerca de 500 a 2500 anos, são solos considerados mais férteis do que os solos naturais e que mantêm sua fertilidade por anos, mesmo sendo de clima tropical e de cultivos frequentes (WOODS & DENEVAN, 2009; GLASER & BIRK, 2012). Comumente mostrar-se em forma de manchas (COSTA et al., 2003) e apresentam a presença de artefatos de cerâmica em todo o horizonte modificado e artefatos líticos incorporados à matriz dos horizontes subsuperficiais do solo, assim como o acumulação de fósforo (P), carbono orgânico (CO) e outros nutrientes para as plantas (GERMAN, 2004; KERN & KAMPF, 2005).

As TPI's não possuem ordem específica, sendo classificada como solos de horizonte superficial com aspecto antrópico (EMBRAPA, 2006), podendo atingir profundidades médias de 30 a 60 cm até 2 m (KERN, 2003).

As TPI's possuem elevados teores de matéria orgânica recalcitrante e elevada reatividade, consentindo assim a existência de um ambiente favorável às reações de troca catiônica com os colóides orgânicos e inorgânicos do solo. Nas Terras Pretas de Índio predominam os processos que favorecem a acumulação de carbono (PADILHA, 2017).

3.6.3 Terriço - Argissolo (T)

Os Argissolo são constituídos por material mineral desenvolvidos a partir de diferentes materiais de origem que apresentam horizonte B textural (Bt) com acúmulo de argila em profundidade devido à mobilização e perda de argila da parte mais superficial do solo

normalmente apresentam baixa atividade da argila (CTC), podendo ser alíticos (altos teores de alumínio), distróficos (baixa saturação de bases) ou eutróficos (alta saturação de bases), sendo normalmente ácidos. O horizonte Bt encontra-se logo abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial (EMBRAPA, 2006).

Os argissolos ocorrem em distintas maneiras na paisagem, possuem variadas profundidades, com cores avermelhadas ou amareladas e raramente, brunadas ou acinzentada. Sua textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no Bt (ARRUDA, 2008). Os argissolos são considerados de baixa fertilidade natural e de forte acidez, necessitando do uso de fertilizantes, com a correção prévia da acidez.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Coleta e análise química dos substratos

As amostras dos substratos areia, fibra de coco (FC) e terriço (T) foram coletados nas propriedades do ramal do Procópio, nas fazendas FMI (localizada na Rodovia AM 10, km 113, nas coordenadas geográficas 02° 41' 55,44" S / 59° 25' 53,66" W) e Panorama localizada na Rodovia AM 10, km 86 nas coordenadas geográficas 02° 37' 05,02" S / 59° 40' 53,87" W, ambas em Rio Preto da Eva - AM. A terra preta de índio (TPI) foi coletada na Comunidade Costa do Laranjal (localizada na rodovia AM 070 nas coordenadas 03°07'21''S / 60°18'09.6'' W) em Manacapuru-AM.

A fibra de coco, o terriço de argissolo e a terra preta de índio foram submetidos à análise química, realizadas pelo Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), cuja composição encontra-se na tabela 1.

Tabela 1 - Composição química dos substratos Fibra de Coco (FC), Terriço (T) e Terra Preta de Índio (TPI) usados como substrato em mudas.

Substratos	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t
	H ₂ O	----- mg/dm ³ -----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
FC	-	29	0,4	-	0,75	0,1	-	-	-	-
T	6,7	56,5	0,3	-	2,8	0,9	0	1,6	3,8	-
TPI	6,1	80	105	3	5,7	1,6	0	2,76	7,78	7,58
Substratos	T	V	MO	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S	CTC
	cmolc/dm ³	%	g/Kg	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
FC	-	-	95,27	75	-	162	22	16	0,04	1,27
T	-	70,4	25,7	8,15	28,8	3,25	3	<0,15	<6	4
TPI	10,3	73,3	43,4	7.30	0	58,62	0,55	-	-	112,3

FC = Fibra de coco; T= Terriço; TPI = Terra preta de índio.

4.2 Local do experimento

Os dois experimentos foram conduzidos em casa de vegetação na Faculdade de Ciências Agrárias no setor sul do campus da Universidade Federal do Amazonas (FCA-UFAM).

No primeiro experimento utilizou-se como substratos fibra de coco, terriço de argissolo e terra preta de índio e misturas destes com areia lavada em solução de ácido clorídrico (1mol) em água filtrada. Depois a areia foi lavada em água destilada para retirada do excesso do ácido clorídrico e em seguida esterilizada em autoclave a 120⁰ C por sessenta minutos. O pepino (*Cucumis sativus* L.) foi a planta indicadora para avaliar a sorção dos herbicidas nos substratos.

No segundo experimento utilizou-se apenas areia como substrato, neste estabeleceu-se ainda o pepino como planta indicadora para avaliar os efeitos do herbicida na planta cultivado em areia.

4.3 Delineamento experimental

Os tratamentos com os substratos foram instalados em delineamento experimental, inteiramente casualizado, em arranjo fatorial de 2 x 6 x 6, Os fatores avaliados foram: fator A: dois herbicidas (diuron e sulfentrazone), fator B: seis doses de cada herbicida: diuron (0; 250; 500; 1.000; 2.000 e 4.000 g do ia. ha⁻¹), sulfentrazone (0; 75; 150; 300; 600 e 1.200 g do ia. ha⁻¹) Fator C: seis substratos: (Fibra de coco (FC); terriço (T); terra preta de índio (TPI); areia + fibra de coco (A + FC); areia + terriço (A + T) e areia + terra preta de índio (A + TPI)). Para determinação das curvas de dose-resposta e para quantificar a sorção dos herbicidas nos substratos, utilizou-se o pepino como planta indicadora, com quatro repetições, totalizando 288 unidades experimentais.

O tratamento com areia lavada foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, arranjado em esquema fatorial de 2 x 7, sendo fator A: dois herbicidas (diuron e

sulfentrazone), fator B: sete doses de cada herbicida (diuron 0; 2; 4; 8; 12; 16 e 20 g do ia. ha⁻¹ e sulfentrazone (0; 2; 4; 8; 12; 16 e 20 g do ia. ha⁻¹). O experimento foi instalado em areia lavada como substrato e o pepino usado como planta indicadora, com 4 repetições.

4.4 Aplicação e avaliação dos efeitos dos herbicidas em substratos

No experimento com substratos, a aplicação da solução dos herbicidas foi aplicada com pipeta graduada, sempre da menor para a maior dose do herbicida.

Após a aplicação dos herbicidas, os substratos foram homogeneizados em sacos de polietileno e depois os substratos com os herbicidas foram colocados em copos plásticos de 500 mL. A semeadura do pepino da variedade Aodai foi após a aplicação dos herbicidas, sendo semeadas quatro sementes em cada copo. Após a emergência das plântulas, fez-se o desbaste, deixando-se duas plântulas em cada copo. Cada copo consistiu-se em uma unidade experimental.

As necessidades nutricionais das plantas foram supridas por meio de solução nutritiva modificada de Hoagland & Arnon (1950) que foi fornecida na irrigação, em todos os tratamentos em dias alternados.

O teor de água nos copos foi mantido próximo à capacidade de campo, com reposição diária.

Aos 14 dias após semeadura (DAS) do pepino, as plantas foram cortadas rente à superfície do solo e levadas ao laboratório para secagem em estufa de ventilação forçada a 65° C até o peso constante e posterior pesagem em balança de precisão.

Para o cálculo do valor de I₅₀, foram considerados os valores dos pesos da matéria seca obtidos na dose zero como 100% de crescimento e os valores dos demais tratamentos, em relação aos 100% de crescimento.

As doses de diuron e sulfentrazone, que resultaram em 50% de inibição do peso da matéria seca das plantas de pepino (I₅₀) foram determinadas com gráficos de doses de diuron e

de sulfentrazone x peso da matéria seca de plântulas de pepino, expressos em percentagem, em relação à testemunha.

Os resultados foram submetidos à análise de variância com o auxílio do *software Assistat* e quando significativos ($p \leq 0,05$) a regressão foi feita com o auxílio do *software Origin*.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o estudo de sorção do diuron e sulfentrazone em diferentes substratos, as análises de variância das características avaliadas estão apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para o peso da matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino semeadas em diferentes substratos, Manaus, 2018.

Fonte de Variação	Valores do teste F	
	Diuron	Sulfentrazone
Areia lavada	21,19**	47,55**
A + T	22,26**	10,82**
A + TPI	1,74 ^{ns}	10,40**
A + FC	5,22**	1,03 ^{ns}
T	6,48**	9,90**
TPI	3,88*	7,95**
FC	0,71 ^{ns}	3,34*

**significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$); *significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns = não significativo pelo teste F, ($p \geq 0,05$).

Para o fator areia lavada foi observado que houve significância no peso da matéria seca, tanto para o herbicida diuron quanto para o herbicida sulfentrazone.

Para o fator substrato, as variáveis areia mais terriço, areia mais fibra de coco, terriço e terra preta de índio em doses do diuron apresentaram significância no peso da matéria seca. Porém para o fator areia mais terra preta de índio e fibra de coco não teve influencia significativa no peso da matéria seca. Em relação às doses do sulfentrazone em substratos areia mais terriço, areia mais terra preta de índio, terriço, terra preta de índio e fibra de coco apresentaram significância no peso da matéria seca. Quanto ao substrato areia mais fibra de coco não apresentou influência significativa no peso da matéria seca. Tais fatores podem estar relacionados às características físico-químicas de cada substratos.

Segundo Rodrigues e Almeida (2011), a absorção do diuron ocorre preferencialmente pelas raízes e com baixa intensidade via foliar e sua translocação é via xilema. Quando este

herbicida é aplicado ao solo fica adsorvido aos coloides inorgânicos e/ou matéria orgânica, apresenta baixa dessorção em substrato com alto teor de matéria orgânica. Segundo Rocha (2013) solos ricos em matéria orgânica apresenta grande capacidade de retenção, isso faz com que diminua o potencial de lixiviação e a biodisponibilidade dos herbicidas às plantas e aos micro-organismos.

De acordo com Marchi et al (2008) e Oliveira Jr., (2011), o sulfentrazone é inibidor da Protox e utilizado para controlar plantas daninhas de folhas largas, seletivamente. Quando aplicado em pré-emergência, pode causar a morte das plantas quando estas entram em contato com o substrato tratado com este herbicida. As folhas de plantas sensíveis atingidas pelas inibidores de Protox tornam-se brancas ou cloróticas, murcham e necrosam rapidamente em um a dois dias devido à peroxidação dos lipídeos.

De acordo com Soares et al. (2014) em substrato, as propriedades químicas são influenciadas pela disponibilidade de nutrientes minerais presentes nesse substrato, os quais influenciam no crescimento de mudas. Os autores afirmam ainda que uma análise do substrato deve ser feita para determinar as quantidades dos macro e micronutrientes presentes nesse meio.

Segundo Mula, (2011) O desconhecimento tanto dos níveis críticos dos elementos no substrato quanto das exigências das espécies podem impor barreiras a qualquer método de diagnose de deficiências nutricionais.

De acordo com (GOMES; PAIVA, 2011) além da importância das características químicas do substrato, o qual pode ser facilmente corrigida pelo viveirista, estão às características físicas.

Segundo Kampf (2008) afirma que a, porosidade, capacidade de retenção de água e densidade volumétrica são as características imprescindíveis para a caracterização fundamental

do material. Kampf afirma ainda que a partir dessas propriedades é possível indicar a qualidade e sugerir usos e limitações dos substratos.

As porcentagens do peso da massa seca da parte aérea e os resultados da fitotoxicidade, em relação à testemunha das plantas bioindicadora em função das doses crescentes de diuron e sulfentrazone aplicado aos diferentes substratos estão apresentados nas figuras de 3 a 23.

As porcentagens da matéria seca da parte aérea, em relação à testemunha, de plantas de pepino, em função das doses crescentes de diuron e sulfentrazone aplicadas no substrato areia lavada estão apresentadas nas figuras 3 e 4.

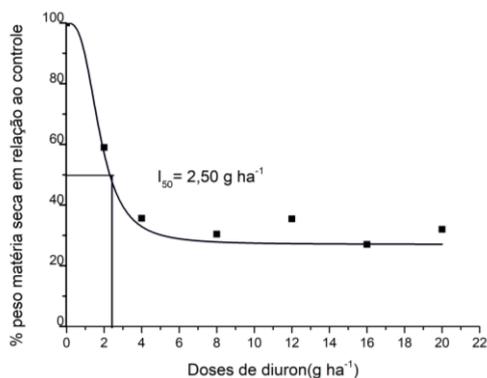


Figura 3 - Valor do I₅₀ de diuron, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em areia lavada.

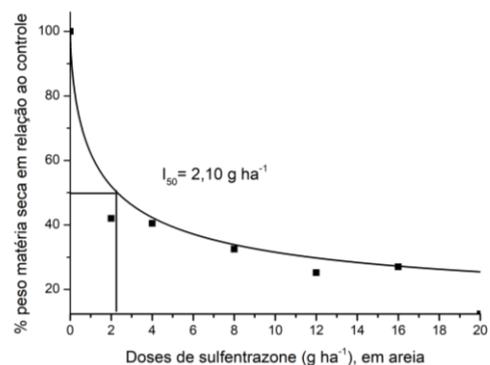


Figura 4 - Valor do I₅₀ de sulfentrazone, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em areia lavada.

A dose de diuron (2,50 g i.a. ha⁻¹) que inibiu 50% do peso da matéria seca da parte aérea das plântulas de pepino e provocou redução significativa no peso das plântulas, em comparação com a testemunha (Figura 3).

O I₅₀ do sulfentrazone para a característica do peso da matéria seca da parte aérea foi de 2,10 g i.a. ha⁻¹ em areia lavada (Figura 4). A areia lavada é considerada material inerte, isento de matéria orgânica, pH neutro, sem capacidade de troca catiônica ou aniônica. O herbicida aplicado neste material fica livre para ser absorvido pelas plântulas de pepino. Na mais baixa dose, para ambos os herbicidas, já inibiu o crescimento da planta-teste. Esses resultados confirmam com o efeito da fitotoxicidade na figura 5. O comportamento do crescimento da plântula foi do tipo sigmoide (Figuras 3 e 4).

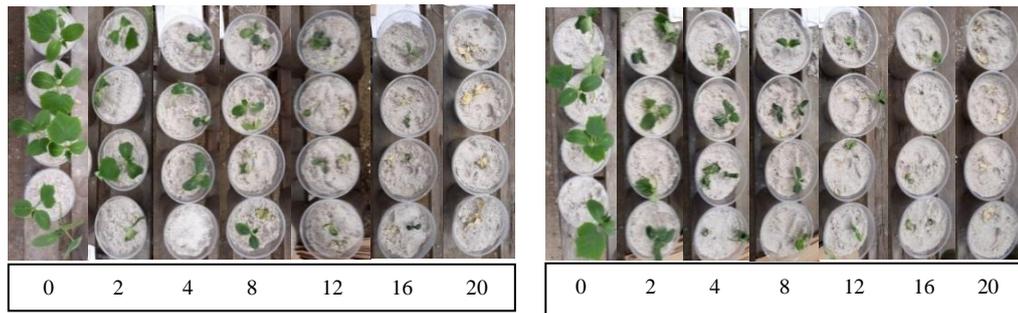


Figura 5 - Fitotoxicidade de diferentes doses de diuron e sulfentrazone em pepino no substrato de areia lavada.

Segundo Tuffi (2010) para herbicidas de elevada capacidade adsortiva, o teor de matéria orgânica do solo é comumente um fator importante, pois, quanto mais alto, maior será a adsorção do herbicida e, com isso, menor a lixiviação. Em solos arenosos, a lixiviação será ainda maior do que em solos siltosos ou argilosos (ROSSI et al., 2005).

Boeira et al, (2004) avaliaram a sorção de diuron em solos com diferentes texturas e concluíram que o neossolo quartazarênico que apresenta grande composição de areia em sua constituição, teve baixa sorção. Em pesquisas sobre a sorção do sulfentrazone em diferentes tipos de solos, Freitas et al, (2014) afirmaram que processos de sorção, dessorção e lixiviação do sulfentrazone são dependentes das características químicas e físicas dos solos, visto que estes herbicidas são menos solvidos aos coloides dos solos que apresentam menor teor de argila, matéria orgânica e pH elevado, possibilitando maiores perdas por lixiviação o que corrobora com os resultados encontrados na presente pesquisa.

O I_{50} e a razão de sorção dos herbicidas diuron e sulfentrazone no substrato areia mais terriço foram de 125 g ha^{-1} e $38,28 \text{ g ha}^{-1}$ e a razão de adsorção de 49 e 17,23, (fig. 6 e 7). O diuron foi o herbicida que mais foi sorvido pelo terriço.

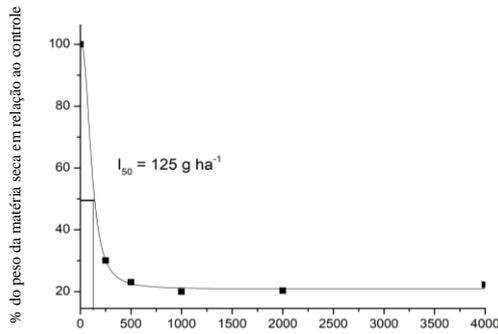


Figura 6 - Valor do I_{50} de diuron, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em areia mais terriço como substrato.

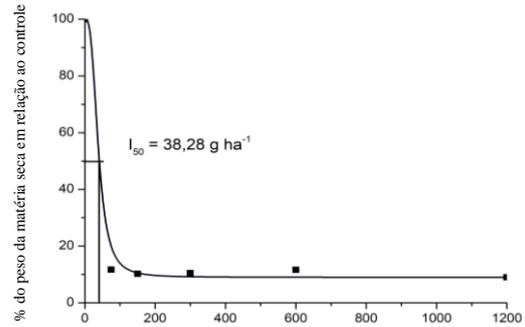


Figura 7 - Valor do I_{50} de sulfentrazone, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em areia mais terriço como substrato.

No entanto, apesar de haver diferença na sorção, isso deve estar relacionado com a qualidade da matéria orgânica do solo de terriço. Esses resultados podem ser observados também nos efeitos fitotóxicos nas plântulas de pepino (Figura 8).

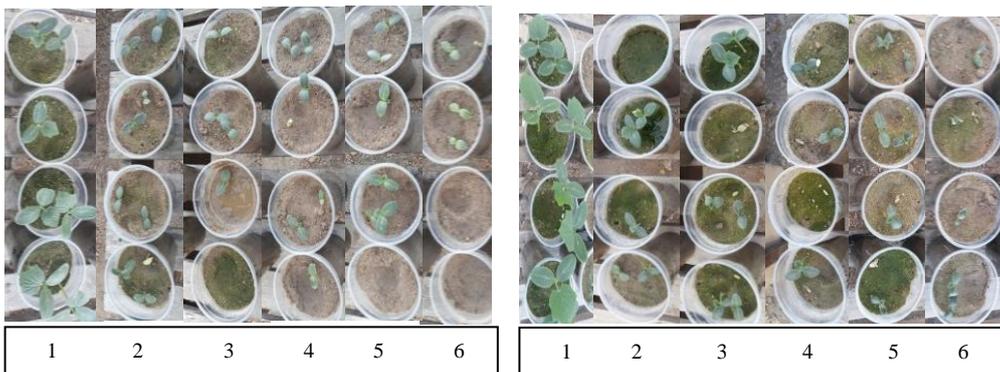


Figura 8 - Fitotoxicidade de diferentes doses de diuron e sulfentrazone em pepino no substrato de areia mais terriço.

De acordo com Abbruzzini (2011), a matéria orgânica do solo é considerada um dos indicadores mais úteis de qualidade do solo, pois sua interação com diversos componentes do solo exerce efeito direto na retenção de água no solo, formação de agregados, densidade do solo, pH, capacidade tampão, capacidade de troca catiônica, mineralização, sorção de pesticida, no caso herbicida, e outros agroquímicos, infiltração, aeração e atividade microbiana.

O mesmo comportamento foi observado por Freitas et al. (2014), nas concentrações do sulfentrazone capazes de inibir em 50% o acúmulo da matéria seca das plantas de sorgo (C_{50}) e, também as relações de sorção do herbicida entre os diferentes solos e o substrato inerte. O

solo que apresentou a maior capacidade de sorver o sulfentrazone foi o neossolo regolítico, que se caracteriza por apresentar o maior teor de matéria orgânica entre os solos avaliados e neste solo, a razão de sorção do sulfentrazone foi de 4,20. Por outro lado, a menor RS foi para o planossolo háplico (0,53), o qual apresentou o menor teor de matéria orgânica, 1,1 dag kg⁻¹, teor de argila de 9 dag kg⁻¹ e pH de 5,6. Esse fato demonstra a importância da matéria orgânica no processo de sorção dos herbicidas estudados neste trabalho

O diuron e o sulfentrazone em substrato areia mais terra preta de índio, os resultados do peso da matéria seca da parte aérea das plântulas foram completamente diferentes (Figura 9 e 10).

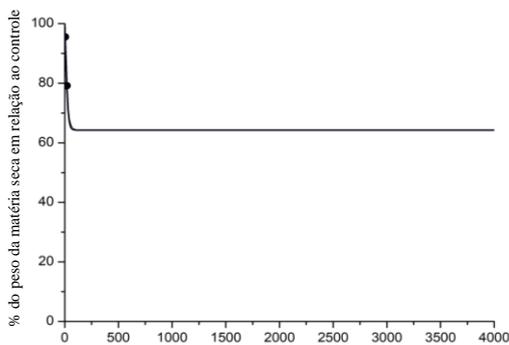


Figura 9 - Valor do I₅₀ de diuron, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em areia mais terra preta de índio como substrato.

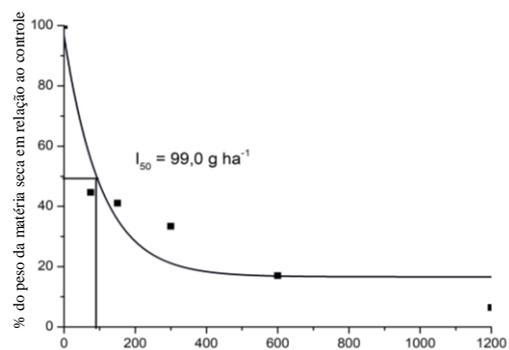


Figura 10 - Valor do I₅₀ de sulfentrazone, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em areia mais terra preta de índio como substrato.

Na aplicação de diuron (figura 9) não foi possível calcular a dose necessária para inibição 50% no peso seco da plântula bioindicadora (Tabela 1). A sorção do diuron foi alta neste substrato, que não reduziu o peso da matéria seca do pepino em quantidade menor que 50% e isso impossibilitou traçar o comportamento do diuron para encontrar a dose equivalente a 50 % do peso. Isto mostra a grande capacidade da terra preta do índio em sorver o diuron.

Ao contrario do substrato tratado com diuron, o tratamento com o sulfentrazone (Figura 10) mostrou que foi necessária para inibir 50% no peso seco da parte aérea a dose de

99 g h^{a-1}, Isto se deve, provavelmente, ao teor de matéria orgânica existente nesse substrato (Tabela 1).

Resultados da avaliação da fitotoxicidade das plantas bioindicadora, também comprova a sorção dos herbicidas citados acima (Figura 11).

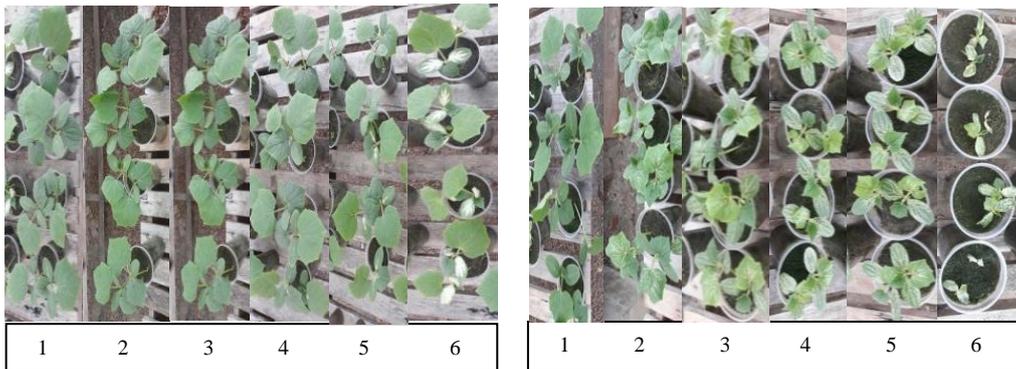


Figura 11 - Fitotoxicidade de diferentes doses de diuron e sulfentrazone em pepino no substrato de areia mais terra preta de índio.

Estudos realizados por Benites et al. , 2009 e Yu et al. , 2011 mostraram que as Terras Pretas de Índios são solos com grande teor de matéria orgânica que apresentam alta atividade biológica. Solos que apresentam elevados teores de argila e matéria orgânica, ou ambos, apresentam maior sorção e persistência de herbicidas no coloide do solo (LI et al, 2003; SI et al, 2006).

O principal atributo do substrato que afetou a sorção do diuron foi o teor de matéria orgânica. De acordo com Kearns et al (2014) a maior sorção em solos com maiores teores de argila e matéria orgânica pode ser explicada pela maior superfície específica e sítios de adsorção disponíveis nesses solos.

A porcentagem da matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino mostra que o potencial de sorção de diuron e sulfentrazone no substrato areia mais fibra de coco foram distintos, (Figura 12 e 13).

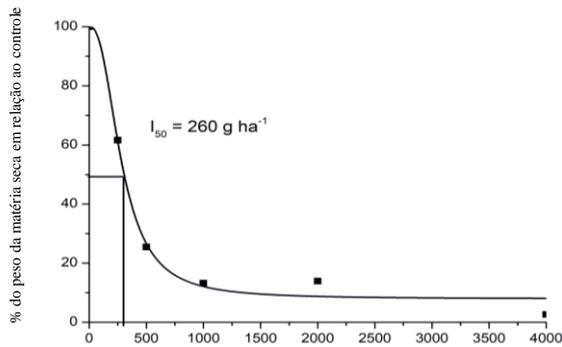


Figura 12 - Valor do I₅₀ de diuron, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em areia mais fibra de coco como substrato.

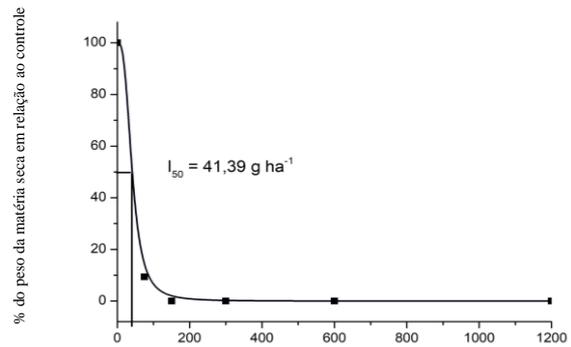


Figura 13 - Valor do I₅₀ de sulfentrazone, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em areia mais fibra de coco como substrato.

Em substrato areia mais fibra de coco resultado semelhante ao tratamento areia mais terriço, onde doses de diuron e sulfentrazone que provocaram 50% de inibição no peso da matéria seca foi (I₅₀=260 g i. a. ha⁻¹), e (I₅₀=41,39 g i. a. ha⁻¹). Apesar de ser o substrato com maior teor de matéria orgânica (Tabela 1), não houve sorção significativa nesse substrato. No estudo da fitotoxicidade foi observado que a partir da quarta dose (1000 g i. a. ha⁻¹) de diuron (Figura 12 e 14) e da terceira dose (150 g i. a. ha⁻¹) de sulfentrazone (Figura 13 e 14), reduziu em 85% e 90% o peso seco das plântulas e ocasionando a morte de mais de 90% a partir da dose 2000 g i. a. ha⁻¹ e 600 g i. a. ha⁻¹.

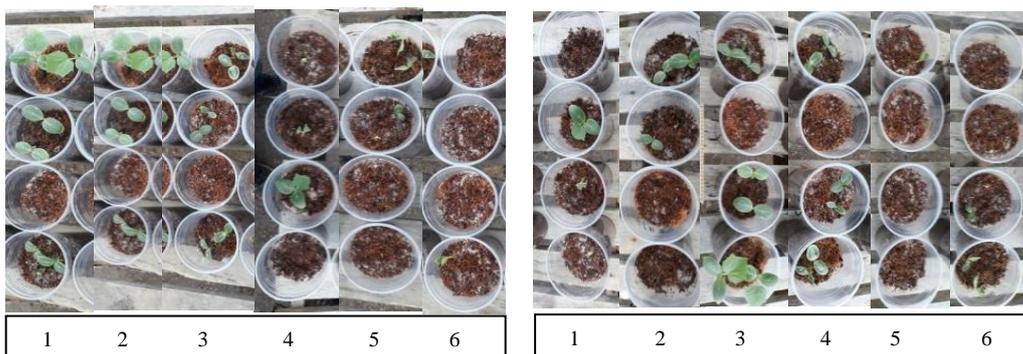


Figura 14 - Fitotoxicidade de diferentes doses de diuron e sulfentrazone em pepino no substrato de areia mais fibra de coco.

Segundo Andraus, 2017, as propriedades físico-químicas da fibra de coco variam bastante em função da fonte de matéria prima e do seu processamento. Isso reforça as

recomendações de Silveira et al. (2002) e Correia et al. (2003) a respeito da utilização da fibra de coco como mistura a outros materiais para ser eficiente como substrato.

De acordo com Afonso et al. (2012) diferentes materiais ou composições de substratos possuem diferentes efeitos sobre a emergência de plântulas. Tais efeitos refletem quantitativamente na produção de biomassa e, assim, sobre o crescimento inicial das plântulas.

Em substratos de terriço os valores de I_{50} que representam o valor em porcentagem do peso seco da parte aérea apresentam-se distintos (Figura 15 e 16).

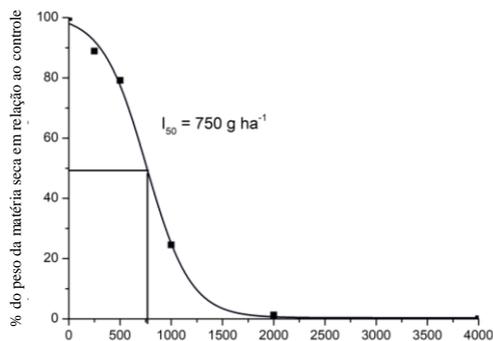


Figura 15 - Valor do I_{50} de diuron, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em terriço como substrato.

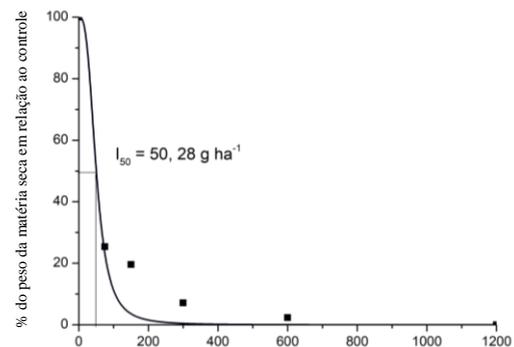


Figura 16 - Valor do I_{50} de sulfentrazone, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em terriço como substrato.

No substrato de terriço, as doses de diuron e sulfentrazone, que inibiram 50 % da matéria seca foram de $750 \text{ g i. a. ha}^{-1}$ (Figura 15) e $50,28 \text{ g i. a. ha}^{-1}$ (Figura 16), respectivamente. Este substrato contém baixo teor de matéria orgânica 2,57%, relativo aos demais. (Tabela 1). O maior valor de I_{50} foi com diuron. Este fato deve estar relacionado com o pH do substrato ($\text{pH} = 6,7$) e a disponibilidade de nutrientes existente nele como fósforo, potássio, cálcio, magnésio, zinco, ferro, manganês, cobre, boro e enxofre (Tabela 1).

Segundo Ludwig (2014), o valor de pH é uma característica química muito importante do substrato, pois relaciona-se especialmente com a disponibilidade de nutrientes às plantas, que influenciam a adequação de substratos orgânicos para o crescimento das plantas.

Conforme Caballero et al., 2007 essa disponibilidade pode depender não só da composição do substrato, mas também da capacidade de adsorção, do pH, da estabilidade biológica e da presença de compostos orgânicos dissolvidos.

No entanto a partir da quarta dose (300 g i. a. ha⁻¹) causou efeito fitotóxicos nas plântulas (Figura 17). Os sintomas foram caracterizados pelo branqueamento dos tecidos foliares seguido por necrose com redução da matéria seca e morte da planta conforme aumentara as doses. Estes efeitos também foram observados nos tratamentos com sulfentrazone (Figura 17).

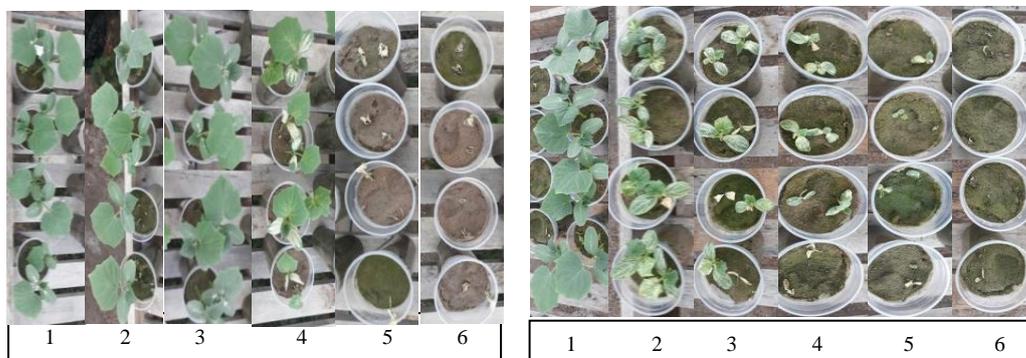


Figura 17 - Fitotoxicidade de diferentes doses de diuron e sulfentrazone em pepino no substrato terriço.

De acordo com Dayan et al. (2007) tais sintomas visuais devem-se ao mecanismo de ação destes herbicidas. Segundo Marchi et al.,(2008) e Oliveira Jr., (2011), a ação do sulfentrazone é inibir a protoporfirina oxidase, que causa a morte das plantas quando entram em contato com o solo tratada com este herbicida. As folhas atingidas pelos inibidores de Protox tornam-se brancas ou cloróticas, murcham e necrosam rapidamente devido a peroxidação dos lipídeos (OLIVEIRA Jr., 2011).

Segundo Oliveira Jr, (2011) a ação do diuron é inibir o fotossistema II, que bloqueia o sistema de transporte de elétrons interrompendo a fixação de CO₂ e a produção de ATP e NADPH, conseqüentemente, ocorre o aparecimento de cloroses internervais e das bordas das folhas devido à fotoxidação da clorofila. Também, podem ocorrer, rompimentos na membrana citoplasmática em decorrência da peroxidação de lipídios, causada pelos radicais tóxicos.

As doses de diuron e sulfentrazone que inibiram em 50% o peso da matéria seca das plantas de pepino no substrato terra preta de índio estão nas figuras 18 e 19.

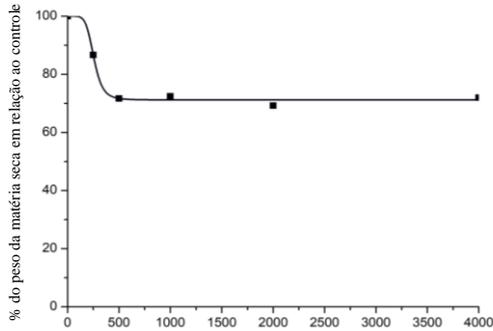


Figura 18 - Valor do I_{50} de diuron, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em terra preta de índio como substrato.

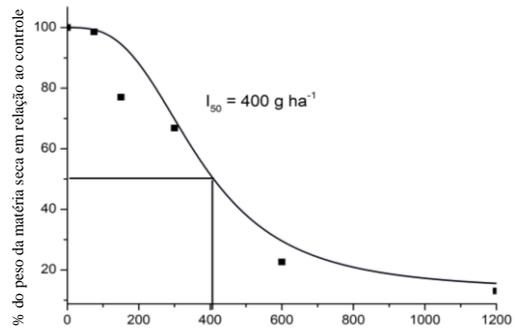


Figura 19 - Valor do I_{50} de sulfentrazone, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em terra preta de índio como substrato.

O substrato de terra preta do índio no tratamento de diuron (Figura 18 e 20), não foi possível calcular a dose necessária para reduzir em 50% a produção de matéria seca do pepino. (I_{50}). Este resultado também foi observado no substrato areia mais terra preta de índio (Figura 9). Neste substrato tratado com sulfentrazone a dose necessária para inibir 50% do peso da matéria seca da planta indicadora foi de 400 g i. a. ha⁻¹. Também houve aparecimento de fitotoxicidade da parte aérea das plântulas (Figura 19 e 20). Esses resultados são provavelmente da alta fertilidade que esse solo possui.

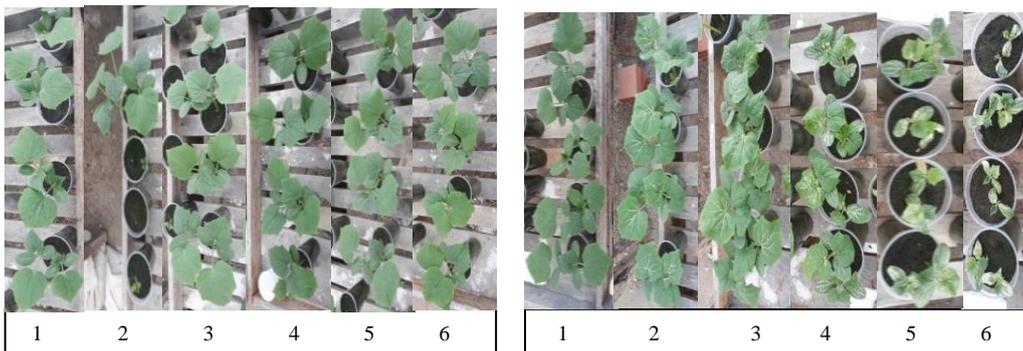


Figura 20 - Fitotoxicidade de diferentes doses de diuron e sulfentrazone em pepino no substrato terra preta de índio.

De acordo com Azevedo (2016), as terras pretas de índios são solos que apresentam elevado teor de matéria orgânica e alta atividade biológica e por consequência alta fertilidade. O autor ainda afirma que essa fertilidade está ligada à porção humificada da matéria orgânica resultante da transformação de resíduos vegetais em carvão adicionados ao solo de forma acidental ou intencional por atividades antrópicas dos povos pré-colombianos.

Segundo Mendoza (2011) a terras pretas de índio (TPI), geralmente apresentam alta fertilidade, com elevados teores de P, Ca, Mg, Mn, Zn e de matéria orgânica, pH (5,5–6,5), alta capacidade de troca catiônica, baixa acidez potencial (H + Al) e alta saturação por bases, quando comparados aos solos adjacentes.

No substrato fibra de coco, as doses de diuron e sulfentrazone que provocaram 50% de inibição do peso da matéria seca da parte aérea das plântulas de pepino foi $I_{50} = 1131 \text{ g i. a. ha}^{-1}$, e $I_{50} = 150 \text{ g i. a. ha}^{-1}$, respectivamente (Figura 21 e 22).

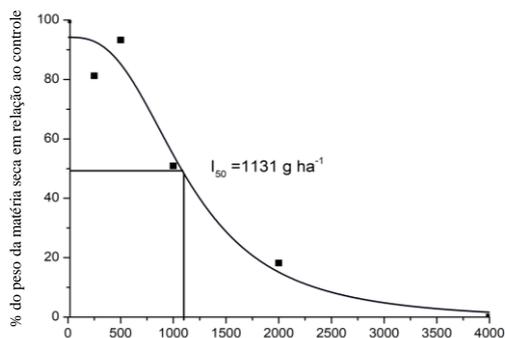


Figura 21 - Valor do I_{50} de diuron, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em fibra de coco como substrato.

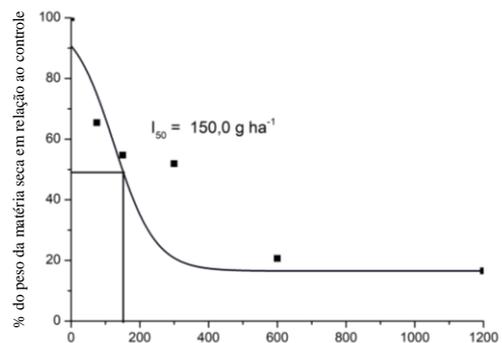


Figura 22 - Valor do I_{50} de sulfentrazone, em função do peso matéria seca da parte aérea de plântulas de pepino em fibra de coco como substrato.

A forte sorção do diuron no substrato fibra de coco deve ser devido ao seu maior teor de matéria orgânica (9,72%). Nesse substrato a dose que resultou no aparecimento de fitotoxicidade nas plântulas foi de $2000 \text{ g i. a. ha}^{-1}$ e $600 \text{ g i. a. ha}^{-1}$, respectivamente (Figura 21 e 23; 22 e 23).

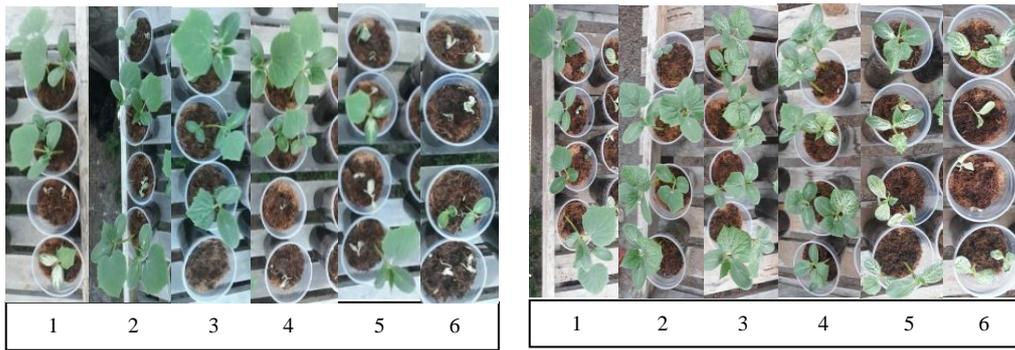


Figura 23 - Fitotoxicidade de diferentes doses de diuron e sulfentrazone em pepino no substrato fibra de coco.

Esses resultados devem estar relacionados com as propriedades físico-químicas da fibra de coco. De acordo com Pryce (1991) e Prasad (1997), em experimentos para avaliar as propriedades físicas, químicas e microbiológicas da fibra de coco, notaram que a adição da fibra de coco ao pó de coco aumentou o espaço poroso, mas reduziu a capacidade de retenção de água. Assim, proporções da mistura de fibra de coco ao pó de coco devem ser determinadas em testes preliminares para se obter a proporção ideal que aumente a porosidade sem haver perda da capacidade de retenção de água do substrato.

Segundo Andraus, 2017, um substrato ideal deve possuir, entre outras características, uma porosidade acima de 85%, capacidade de aeração entre 10 a 30% e água facilmente assimilável de 20 a 30%. Portanto, as propriedades da fibra de coco conferem ao seu substrato características de boa qualidade.

A razão de sorção (Tabela 3) mostra o quanto um herbicida pode ser mais sorvido que o outro conforme o substrato. Também expressa a importância do substrato no uso de herbicidas. Na areia lavada, substrato neutro, o valor de I_{50} é próximo de um. Isto mostra, que o substrato areia lavada não sorve os herbicidas diuron e sulfentrazone.

Os substratos terriço e terra preta do índio foram diferentes quanto a sorção dos dois agroquímicos. A RS de diuron foi de 451 no substrato fibra de coco e de 299 no terriço. Já

para o sulfentrazone, nestes mesmos substratos, a RS no substrato terriço não foi possível medir, enquanto na terra preta do índio foi de 189,48 e na fibra de coco foi 70,43.

Tabela 3 - Valores de I₅₀, razão de sorção (RS), matéria orgânica e sorção dos herbicidas pela matéria orgânica, em diferentes substratos para produção de mudas, Manaus, 2018.

SUBSTRATO	I ₅₀		RS		I ₅₀ inativado g i. a. ha ⁻¹		M.O. Kg	mg herbicida inativado	
	Diuron	Sulfentrazone	Diuron	Sulfentrazone	Diuron	Sulfentrazone	ha ⁻¹	kg ⁻¹ M.O.	
	Diuron	Sulfentrazone	Diuron	Sulfentrazone	Diuron	Sulfentrazone		Diuron	Sulfentrazone
AREIA	2,50	2,10	-	-	-	-			
A + T	125	38,28	49	17,23	122,50	36,18	-	-	-
A + TPI	-	99,00	-	46,14	-	96,90	-	-	-
A + FC	260	41,39	103	18,71	257,50	39,29	-	-	-
T	750	50,28	299	-	747,50	-	51,400	14,59	0,98
TPI	-	400	-	189,48	-	397,90	86,880	-	4,6
FC	1,131	150	451	70,43	1,128	147,90	1,9050	5,9357	59,4

Esta diferença de sorção de cada herbicida é importante para uso futuro em viveiro de produção de mudas conforme o substrato.

A fibra de coco foi o substrato, que mais sorveu os dois herbicidas, provavelmente devido ao elevado teor de matéria orgânica em relação aos demais substratos, enquanto o terriço foi o que menos sorveu herbicidas (Tabela 3).

6 CONCLUSÕES

A fibra de coco foi o substrato que apresentou maior sorção dos herbicidas medidas pelo I₅₀ seguidos pela terra preta de índio e terriço.

A matéria orgânica contribuiu como componente de importância do solo na sorção de herbicidas.

7 REFERÊNCIAS

- ADREU, V e PICÓ, Y. 2004. Determination of pesticides and their degradation products in soil: critical review and comparison of methods. **Trends in Analytical Chemistry** 23: 772-789.
- ABBRUZZINI, THALITA FERNANDA. **Qualidade e quantidade da matéria orgânica do solo em cultivo convencional e orgânico de cana-de-açúcar**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- VIELMO AFONSO, MARCELO et al. Composição do substrato, vigor e parâmetros fisiológicos de mudas de timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong). **Revista Árvore**, v. 36, n. 6, 2012.
- AGEITEC. Disponível em: [HTTP://agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/coco/CONT000gm3gfso502wx5okof7mv209jae397.html](http://agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/coco/CONT000gm3gfso502wx5okof7mv209jae397.html) Data de acesso: 10 de janeiro 2018.
- AMENDOLA, DANILO FURLAN. **Caracterização da matéria orgânica do solo e sua influência nas propriedades físico-químicas no sistema Latossolo-Gleissolo**. 2017.
- ANDRAUS, MICHEL DE PAULA. **Produção de mudas de espécie florestais inoculadas em dois tipos de recipiente** / MICHEL DE PAULA ANDRAUS, - 2017. CXXV, 125f.: il.
- ARRUDA, LUCIENE VIEIRA. 2008. **Caracterização de ambientes agrícolas e dos principais solos do município de Guarabira-PB** / LUCIENE VIEIRA DE ARRUDA – Areia-PB; 88f; il.
- ABECITRUS**. Associação Brasileira dos Exportadores de Citricos em: <<http://www.abecitrus.com.br>>. acesso: Acesso: ago. 2017.
- AZEVEDO, MARIANE MARTINS et al. Persistência e sorção/dessorção de herbicidas em solo condicionado com carvão de cana-de-açúcar. **2016**.
- BENITES, V. M.; TEIXEIRA, W. G.; REZENDA, M. E.; PIMENTA, A. S. Utilização de carvão e subprodutos da carbonização vegetal na agricultura: **aprendendo com as terras pretas de índio**. As terras pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas, **p. 285-296, 2009**.
- BOEIRA, R. C.; DE SOUZA, M. D. Sorção de diuron em solos com diferentes texturas. Embrapa Meio Ambiente-Circular Técnica (**INFOTECA-E**), **2004**.
- BALDOCK, J. A. and NELSON, P. N. Soil organic matter. In: **Summer, M. E. et al., Handbook of soil science**. CRP Press, Boca Raton, 2000.
- BRIGIDA, A. I. S.; CALADO, V. M. A.; GONCALVES, L. R. B.; COELHO, M. A. Z. **Effect of chemical treatments on properties of green coconut fiber**. Carbohydrate Polymers, v. 79, p. 832-838, 2010.

CABALLERO R; ORDOVÁS J; PAJUELO P; CARMONA E; DELGADO A. 2007. Iron chlorosis in gerbera as related to properties of various types of compost used as growing media. **Communications in Soil Science and Plant Analysis** 38: 2357-2369.

CALDEIRA MVW, ROSA GN, FENILLI TAB, HARBS RMP. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agrarian** 2008; 9(1): 27-33.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 533-536, 2002.

CITRUS BR. Estatísticas de Exportação. Disponível em: <http://www.citrusbr.com/mercadoexterno/?me=01>. Acessado em: 02/03/2018.

CHE, M.; LOUX, M.M.; TRAINA, S.J.; LOGAN, T.J. Effect of pH on sorption and desorption of imazaquin and imazethapyr on clays and humic acid. **J. Environ. Qual.**, v.21, p.698-703, 1992.

CORREIA, D.; ROSA, M.F.; NOROES, E.R.V. Uso do pó da casca de coco na formulação de substratos para formação de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.557-558, 2003.

COSTA, M.G. DOS S. DA. 2009. Uso de etileno no desverdecimento da tangerina Poncã produzidas nas regiões Norte e Zona da Mata de Minas Gerais. **Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)**- Universidade Federal de Viçosa, Visoça, Minas Gerais, 89 pp.

COSTA, P. C. Produção do tomateiro em diferentes substratos. 2003. 119 f. Tese (**Doutorado em Produção Vegetal - Horticultura**). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo.

DAYAN, F., DUKE, S. O., SAULDUBOIS, A., SINGHN, M. C., CURDY, C, CANTRELL, C. 2007. PHydroxyphenylpyruvate dioxygenase is an herbicidal target site for β -triketones from *Leptospermum scoparium*. **Phytochemistry**, 68(1):2004-2014.

DIAS, T. J.; PEREIRA, W. E.; CAVACANTE, L. F.; RAPOSO, R. W. C.; FREIRE, J. L. O. Desenvolvimento e qualidade nutricional de mudas de mangabeiras cultivadas em substratos contendo fibra de coco e adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 31, n. 2, p. 512-523, 2009.

DICK, D. P. et al. Matéria orgânica em quatro tipos de solos brasileiros: composição química e sorção de atrazina. **Química Nova**, v. 33, n. 1, p. 14-19, 2010.

DOLLINGER, JEANNE et al. Variability of glyphosate and diuron sorption capacities of ditch beds determined using new indicator-based methods. **Science of the Total Environment**, v. 573, p. 716-726, 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3º edição, Brasília: **EMBRAPA**, 353 p. 2013

EMBRAPA. Circular técnica 46: tecnologia para biodegradação da casca de coco seco e de outros resíduos do coqueiro. **EMBRAPA**, 2007.

FAOSTAT. Commodity Balances - Crops Primary Equivalent. **NATIONS, F. A. A. O. O. T. U.** 2013. Disponível em: www.fao.org. acessado em: 04/08/2017.

FAO. Faostat data 2014. Disponível em: <http://faostat.fao.org> Acesso em 28 de janeiro de 2017.

FARENHORST, A. Importance of soil organic matter fractions in soil-landscape and regional assessments of pesticide sorption and leaching in soil. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 70, n. 3, p. 1005-1012, 2006.

FERREIRA, E. A. F.; CONCENÇO, G.; VARGAS, L.; SILVA, A. A. Manejo de plantas daninhas tolerantes ou resistentes ao glyphosate no Brasil. Capítulo 15, p. 357-400. In: VELINI, E. D.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. Glyphosate. **Editora Fepaf**, 493 p., 2009.

FRANCO, C. K. B. Época da poda mecanizada em laranjeiras doces ‘Hamlin’ e ‘Pera’. 2014. 41 f. **Tese (Doutorado em Produção Vegetal)** – Faculdades de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2014.

FREITAS, M.A.M. et al Sorção do sulfentrazone em diferentes tipos de solo determinada por bioensaios. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 32, n. 2, p. 385-392, 2014

FREITAS, G. A. ; SILVA, R. R.; BARROS, H. B.; MELO, A. V.; ABRAHÃO, W. A. P. Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 159-166, 2013.

FUNDECITRUS. Safra 2017/18: 364 milhões de caixas. **Revista Citricultor** . v. 42, p.8, 2017.

GERMAN, L. 2004. Ecological Praxis and Blackwater Ecosystems: A Case Study From the Brazilian Amazon. **Human Ecology**, 32(6), 653-683.

GLASER, B., BIRK, J.J. State of the scientific knowledge on properties and genesis of Anthropogenic Dark Earths in Central Amazonia (terra preta de Índio). **Geochim. Cosmochim. Acta** 2012, 82, 39.

GRANDO, D. L.; CAVALHEIRO, J. M.; RHODEN, A. C. . Importância da Matéria Orgânica para a Qualidade do Solo. In: **4º AGROTEC** – Simposio de Agronomia e Tecnologia em Alimentos, Itapiranga-SC., 2017

GRIN - Germplasm Resources Information Network. CITRUS. Disponível em: <<http://www.ars-grin.gov.br/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?10714>>. Acesso: 13 maio 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Estadual. 2017. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/defaulttab.shtm>>. Acesso em: 15 abr. 2017.

IBGE. Produção Agrícola Municipal 2017. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2015/default_xls.shtm> Acessado em: 26/07/2017.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO AGROPECUÁRIO E FLORESTAL SUSTENTÁVEL DO ESTADO DO AMAZONAS – IDAM. **Relatório de Atividades 2007**. Manaus: 2008. 37p.il.

INOUE, M. H. et al. Potencial de lixiviação de herbicidas utilizados na cultura do algodão em colunas de solo. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 825-833, 2010

KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; ZOUZA, P. V. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.6, p.1103-1113, 2013.

KEARNS, J. P., WELLBORN, L. S., SUMMERS, R. S., KNAPPE, D. R. U. 2014. 2,4-D adsorption to biochars: Effect of preparation conditions on equilibrium adsorption capacity and comparison with commercial activated carbon literature data. **Water research**, 62(1): 20-28.

KERN, D.C.; KAMPF, N. **Ação antrópica e pedogênese em solos com terra preta em Cachoeira-Porteira, Pará**. Bol. Museu Paraense Emílio Goeldi 2005, 1, 187.

KARAM D., OLIVEIRA M.F, Seletividade de Herbicidas na Cultura do Milho. Circular Técnica 98, **EMBRAPA**, ISSN 1518-4269, 8 p., 2007.

KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A. C. SOUZA, P. V. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**. v. 37 n.2. 2013.

LAVORENTI, A.; PRATA, F.; REGITANO, J. B. Comportamento de pesticidas em solos - Fundamentos. In: **CURI, Nilton et al. Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sbc, 2003. p. 335-400.

LI, H. et al. Sorption and desorption of pesticides by clay minerals and humic acid-clay complexes. **Soil Sci. Soc. Am.**, v. 67, p. 122-131, 2003.

LOPES, J. M. S.; DÉO, T. F. G.; ANDRADE, B. J. M. GIROTO, M.; FELIPE, A. L. S.; JUNIOR, C. E. I.; BUENO, C. E. M. S.; SILVA, T. F.; LIMA, F. C. C. Importância econômica do citros no Brasil. **Revista Científica eletrônica de agronomia**. Garça, v. X, n. 20, p. 1-2, 2011.

LUDWIG, FERNANDA et al. Características dos substratos na absorção de nutrientes e na produção de gérbera de vaso. **Horticultura Brasileira**, p. 184-189, 2014.

MACIEL, C. D. G. et al. Eficiência e seletividade dos herbicidas trifloxysulfuron-sodium + ametryne e hexazinone + diuron em função da tecnologia de aplicação e do manejo mecânico da palha de cana-de-açúcar na linha de plantio. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 665-676, 2008.

MARCHI, GIULIANO; MARCHI, EVELINE CARVALHO SANTOS; GUIMARÃES, TADEU GRACIOLLI. Herbicidas: mecanismos de ação e uso. **Embrapa Cerrados**, 2008.

MAGALHÃES, E. J. Sorção de ametryn em frações de solo associadas à matéria orgânica. 2007. 116 f. Dissertação (**Mestrado em Agroquímica**) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2007.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agrovit. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 27 fev. 2017.

MARTINEZ, CAMILA O. et al. Degradation of the herbicide sulfentrazone in a Brazilian Typic Hapludox soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 40, n. 4, p. 879-886, 2008b.

MARTINEZ, CAMILA ORTIZ et al. The effects of moisture and temperature on the degradation of sulfentrazone. **Geoderma**, v. 147, n. 1-2, p. 56-62, 2008a.

MARCHESE, L., Sorção/dessorção e lixiviação do herbicida ametrina em solos canavieiros tratados com Iodo de esgoto. 2007. Dissertação (**Mestrado em Ciências**) Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

MARCHI, G., EDILENE C.S.M, GUIMARÃES T. G., Herbicidas: mecanismo de ação e uso. Planaltina, DF: **EMBRAPA Cerrados**, 36 p., 2008.

MELO JUNIOR, C. J. A. H. Efeito do esterco bovino na composição de substrato para produção de mudas de três espécies florestais da Mata Atlântica. 2013. 29 f. **Monografia (Graduação em Engenharia Florestal)** – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro.

MELLO, R. P. Consumo de água do lírio asiático em vaso com diferentes substratos. 2006. 74 f. Dissertação (**Mestrado em Engenharia Agrícola**). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul.

MENDOZA, ERICK MANUEL OBLITAS. **Carbono orgânico e nutrientes em solos antrópicos e adjacentes sob floresta secundária na amazônia central**. 2011. Tese de Doutorado. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA–INPA.

MINGUELA. J. V.; CUNHA, J. P. A. R. **Manual de Aplicações de Produtos Fitossanitários**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2010. 588 p.

MONQUERO P. A. et al. Lixiviação e persistência dos herbicidas sulfentrazone Imazapic. **Planta Daninha**, v. 28, n. 1, p. 185-195, 2010.

MONQUEIRO, P.A.; CHRISTOFOLLETI, P.J.; DIAS, C.T.S. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da ALS na cultura da soja (*Glycine max*). **Planta Daninha**, v.18, n.3, p.419-423, 2000.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; MILAN, P.; LOPES, F. F.; CRESSONI, F.; KALAKI, R. **O retrato da citricultura brasileira**. São Paulo: Atlas, 2010. 137p.

NEVES, M. F. (Coord.). O retrato da citricultura brasileira. [S.l.]: **Markestrat; centro de Pesquisas e Projetos em Marketing e Estratégia**, 2010.

NIEKAMP, J. W.; JOHNSON, W. G. Weed management with sulfentrazone and flumioxazin in no-tillage soybean (*Glycine max*). **Crop Protection, Guildford**, v. 20, n. 3, p. 215-220, Apr. 2001.

OLIVEIRA JR, R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba: Ompipax, 2011. 348 p.

OLIVEIRA, P.C.G.; FARIAS, P.R.S.; LIMA, H.V.; FERNANDES, A.R.; OLIVEIRA, F.A.; PITA, J.D. Variabilidade espacial de propriedades químicas do solo e da produtividade de

citros na Amazônia Oriental. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.6, p.708-715, 2009.

OLIVEIRA Jr., R. S. Mecanismo de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA Jr., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Coord.). **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba, PR: Omnipax, 2011. p. 141-192.

OLIVEIRA, R. P.; SOUZA, P. V. D.; SCIVITTARO, W. B. Produção de mudas. In: OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. (Ed.). **Cultivo de citros sem sementes**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011. p. 109-122. (Embrapa Clima Temperado. Sistemas de Produção, 21).

OLIVEIRA, M.F e BRIGHENTI, A.M. 2011. Comportamento dos herbicidas no ambiente. p. 263-304. In; OLIVEIRA JR., R.S.; Constantin. J. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Editora Omnipax, Curitiba, PR, BRA.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; REGITANO, J. B. Dinâmica de pesticidas no solo. In: Melo, V. F.; Alleoni, L. R. F. Química e mineralogia do solo. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2009. 187-248 p.

PADILHA, F. J. **Caracterização física, química e espectroscópica do biocarvão em Latossolo Amarelo distrófico da Amazônia Central** / Felipe de Jesus Padilha . --- Manaus: [s.n.], 2017. xii, 53 f.: il.

PETTER, Fabiano André et al. Biochar Increases the Sorption and Reduces the Potential Contamination of Subsurface Water with Diuron in Sandy Soil. **Pedosphere**, 2017.

PESSALA, P. et al. Avaliação de efluentes de águas residuais por pequenos balanços e um procedimento de fracionamento. **Ecotoxicol. Environ. Segurança**, v. 59, n. 2, p. 263-272, 2004.

PRYCE, A. (1991). Alternatives to **Peat Acta Hort.** 450: 33-38.

ROCHA, P.R.R. et al. **Sorção e dessorção do diuron em quatro latossolos brasileiros**. Planta Daninha, **Viçosa-MG**, v. 31, n. 1, p. 231-238, 2013.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 6.ed. Londrina: 2011. I p.

RODRIGEUS, B,N; ALMEIDA, F.S. **Guia de Herbicidas**. Ed. 6. Londrina-PN. 2011. 697p.

ROSSI, C. V. S. et al. Efeito da calagem na disponibilidade do sulfentrazone no perfil de um latossolo vermelho distroférico e nitossolo vermelho. **Científica**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 106-114, 2007.

SANTIAGO, W.E.et al. Desenvolvimento de banco de dados para um sistema de apoio a decisão em aplicação localizada de herbicidas em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 43. **Anais...** CONBEA 2014 27 a 31 de julho de 2014- Campo GrandeMS, Brasil Campo Grande, 2014. Disponível em: <http://www.sbea.org.br/conbea/2014/anais/R0060-1.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2016

SCORZA JR, R.O. e REGITANO, R.L.O. 2012. Sorção, degradação e lixiviação do inseticida tiametoxam em dois solos de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 16: 564–572.

SILVA, A. A.; VIVIAN, R.; OLIVEIRA Jr., R. S. Herbicidas: comportamento no solo. In: SILVA, AA da; SILVA, JF da. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 189-248, 2007.

SILVA. A. A. et al. Herbicidas: Comportamento no solo. In: SILVA, A.A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. p. 17-61.

SILVA, J.F *et. al.* **Manejo Integrado de Plantas Daninhas em Agrossistemas**. In: FRAXE, T.J.P; MEDEIROS, C.M (Org's). Agroecologia, Extensão Rural e Sustentabilidade na Amazônia. MAMAUS- AM. UFAM. p. 185-198. 2008.

SILVEIRA, E.B.; RODRIGUES, V.J.L.B.; GOMES, A.M.A. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, p.211-216, 2002

SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C. **Citros: do Plantio à Colheita**. MG: 2017. 278 ISBN 978-85-7269-553-4.

SI, Y. et al. Influence of organic amendment on the adsorption and leaching of ethametsulfuron-methyl in acidic soils in China. **Geoderma**, v. 130, n. 1, p. 66-76, 2006

SMERNIK, RONALD J.; KOOKANA, RAI S. The effects of organic matter–mineral interactions and organic matter chemistry on diuron sorption across a diverse range of soils. **Chemosphere**, v. 119, p. 99-104, 2015.

SOUZA JÚNIOR, JOSÉ OLÍMPIO de et al. Características químicas do lixiviado na fase de enraizamento de estacas de cacau em substratos adubados com fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 4, p. 1573-1581, 2008.

SOUZA, P. V. D.; SCHWART, S. F.; OLIVEIRA, R. P. Porta-enxerto para citros no Rio Grande do Sul. In: SOUZA, P. V. D.; SOUZA, E. L. S.; OLIVEIRA, R. P.; BONINE, D. P. (Ed.). **Indicações Técnicas para a citricultura do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2010. P. 19-29.

SOUZA, D.R. Avaliação da Utilização de Tecnologia da Informação em Propriedades de Citricultura. São José do Rio Preto: (**Tecnologia em Agronegócio**). FATEC (Faculdade de Tecnologia de São José do Rio Preto), 2010. 35 p.

TAVEIRA, J.A., **Fibra de coco**: Uma nova alternativa para formação de mudas cítricas. *Ciência & Prática*, v.2, n.6, p.9 2002.

TUFFI SANTOS, L. D. et al. **Lixiviação de sulfentrazone, isoxaflutole e oxyfluorfen no perfil de três solos**. 2010.

WOODS W. I., DENEVAN W. M. 2009. p. 1–14. Amazonian Dark Earths: the first century of reports. In: WOODS W.I. et al. (Eds). **Amazonian Dark Earths: Wim Sombroek's Vision**, Springer, Berlin.

VIVIAN, R. et al. Persistência de sulfentrazone em Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 741-750, 2006.

YU, X.Y.; UM, C.L.; GU, C.; LIU, C.; LIU, X.J.. Impact of woodchip biochar amendment on the sorption and dissipation of pesticide acetamiprid in agricultural soils. **Chemosphere**, v.85, p.1284–1289, 2011.

ZULIAN, A; DÖRR, A. C.; ALMEIDA, S. C. Citricultura e Agronegócio Cooperativo no Brasil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Cascavel, v.11, n.11, p.2290-2306, 2013.