

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

LIDIANE APARECIDA DE VARGAS

**FITOSSOCIOLOGIA E ALELOPATIA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO NA  
REGIÃO SUDOESTE DA AMAZÔNIA**

ROLIM DE MOURA

2016

LIDIANE APARECIDA DE VARGAS

**FITOSSOCIOLOGIA E ALELOPATIA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO NA  
REGIÃO SUDOESTE DA AMAZÔNIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Rondônia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Ciências Ambientais, sob orientação do Dr. Alexandre Martins Abdão dos Passos.

ROLIM DE MOURA

2016

Ficha catalográfica elaborada por  
Nágila Nerval Chaves CRB 6/363

V297f Vargas, Lidiane Aparecida de-  
Fitossociologia e alelopatia em sistema plantio direto na região  
Sudoeste da Amazônia. / Lidiane Aparecida de Vargas; orientação  
Alexandre Martins Abdão dos Passos. – 2016.  
67 f. ; il.

Dissertação (Mestrado)- Fundação Universidade Federal de  
Rondônia. Campus de Rolim de Moura. Programa de Pós-  
Graduação em Ciências Ambientais, Rolim de Moura-RO, 2016.

1. Banco de sementes. 2. *Cajanus cajan*. 3. *Canavalia*  
*ensiformis*. 4. Manejo Integrado. 5. *Spermacoce verticillata* L. 6.  
Sustentabilidade. I. Passos, Alexandre Martins Abdão dos. II.  
Título.

CDU 631.11

LIDIANE APARECIDA DE VARGAS

**FITOSSOCIOLOGIA E ALELOPATIA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO NA  
REGIÃO SUDOESTE DA AMAZÔNIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Rondônia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Ciências Ambientais, sob orientação do Dr. Alexandre Martins Abdão dos Passos.

APROVADA: 19 de agosto de 2016

Pesq. Dr. Alexandre Martins Abdão dos Passos  
Embrapa Rondônia (Orientador)

Pesq. Dr. Rogério Sebastião Corrêa da Costa  
Embrapa Rondônia (Membro Externo)

Pesq. Dr. Décio Karam  
Embrapa Milho e Sorgo (Membro Externo)

Pesq. Dr. José Roberto Vieira Júnior  
Embrapa Rondônia (Membro Interno)

Pesq. Dr. Alaerto Luiz Marcolan  
Embrapa Rondônia (Membro Externo)

Dedico ao meu amado companheiro,  
Manoel Leite Novais – Feliz por Natureza!

## **AGRADECIMENTOS**

Sou grata à Natureza Divina, por clarear todos os dias o meu caminho e me fortalecer espiritualmente.

À minha mãe e ao meu pai, que são uma fortaleza em minha vida e que naturalmente sempre me apoiaram a alcançar, por meio dos estudos, uma condição de vida melhor.

Ao Manoel – alegria, marinho! - Companheiro de jornada que alegra os meus dias e tanto fez e faz por nós, construindo nosso castelo com amor, o pendor de minha gratidão.

Ao meu orientador por me estender a mão, oportunizando a realização desse sonho, e pela paciência e apoio fundamental para construir este trabalho.

Ao Jorge, meu sogro, que com sua sabedoria me atendeu com prontidão.

À Silvinha, minha sogra, pelos conselhos orientais com serenidade e amor.

À Bárbara e Hugo que me auxiliaram desde o início do curso, disponibilizando tempo para me atender.

Aos meus irmãos (ãs), cunhados (as) e sobrinhos (as), pelo apoio e bem querer de sempre.

Ao Matthew Zarate, pelo auxílio e atenção de um verdadeiro brother.

À Vivianni Pacheco, tão serena e amiga, pelos agradáveis momentos de convivência e aprendizagem.

À Maria, João e Ana, que me acolheram em Rolim de Moura-RO, sem mesmo me conhecerem direito e me trataram como uma filha. Início de uma amizade para durar a vida inteira.

Aos colegas do curso, especialmente Marcelo Ferronato, Débora Castro, Tony Balbino e Richelly Teixeira, pela convivência e trocas de conhecimentos.

Aos professores, secretário e colaboradores do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, que com humanidade e proatividade vêm ampliando esse ambiente de crescimento e desenvolvimento científico tão importante em nossa região.

Aos queridos colegas do Laboratório de Análise de Sementes (LAS/Embrapa), do ano de 2014, que me receberam bem e me direcionaram nas atividades de campo e laboratório: Edgar – poeta – que contribuiu com belas e generosas palavras; Andreia – guerreira – pelos momentos de crescimento e amizade; Francis e Veronice, pelo auxílio nas atividades, sempre com bom humor e direcionamento no trabalho; Luvilan e Rafael pelas contribuições diárias nas atividades.

Aos queridos colegas do LAS, do ano de 2015: Fábio, que auxiliou nas atividades de campo e com aportes intelectuais; Nislene, pessoa comunicativa e carismática, que conquistou a amizade e o carinho de muitas pessoas na Embrapa e auxiliou em diversas atividades de campo; Aline Smychiuk, Amanda Desmaret e Joel Souto, que me concederam auxílio, sempre com prontidão e carisma. Pessoas de bem que conquistaram meu carinho.

Aos queridos colegas do LAS e agregados, do ano de 2016: Neiriane Souza, Vanessa Viana, Karine Thaís, Jacson Bruno, Lidiane Carvalho, Yan Roque e Suzi Costa. Todos são bem-queridos e o auxílio de cada um de vocês foi de grande importância nesse processo.

À Izabela Lima, pessoa solícita e alto astral, que me cativou e conquistou minha admiração. Grata pelas boas conversas, empréstimos (câmera fotográfica) e o constante incentivo de perseverar.

Muito grata a todos os estagiários que pude conhecer durante esses dois anos e que me agregaram conhecimento e bem-querer.

Aos senhores Aldoir e Jânio, pelo auxílio em campo, com atenção e zelo com os experimentos e respeito com a minha pessoa.

Ao senhor Domingos “Capela”, pelo auxílio nas atividades de laboratório sempre com paciência e educação que me direcionou em procedimentos laboratoriais.

À Aline Souza, Tamiris Chaves e Rita Alves, pelas dicas e auxílio em momentos que precisei.

Ao Senhor Miranda, pessoa de bom coração e um bom exemplo de pontualidade, que tanto me auxiliou com o experimento na casa de vegetação e momentos de boas conversas.

Aos senhores Devanir, Aluísio e Geraldo, que me auxiliaram com aporte técnico, sempre com prontidão e atenção.

Aos funcionários de campo, que tiveram sua parcela de contribuição em diversos procedimentos.

Ao pesquisador Henrique Nery, que me auxiliou em diversas atividades, solucionando problemas com boa vontade e educação. Um bom espelho profissional e ser humano.

Ao pesquisador José Roberto, que, por meio do meu orientador, me concedeu com prontidão aporte necessário no início do estágio e me auxiliou disponibilizando estrutura e materiais de trabalho durante todo o curso.

Ao pesquisador Abadio pelas orientações e recursos durante esse processo de formação, foram de grande valia.

Aos pesquisadores André, Alaerto e Rodrigo pelos conselhos e dicas valiosas.

Ao pesquisador José Nilton pela disponibilidade do laboratório e equipamento para registro fotográfico (macro) das plantas daninhas.

Aos técnicos de laboratório Celso e Francisco, que me auxiliaram com o registro fotográfico (macro) de estruturas vegetais para identificação botânica.

Ao Kelson e aos motoristas da Embrapa Rondônia, gratidão pelo auxílio em diversos momentos.

À Embrapa Rondônia, pelo apoio financeiro, pela infraestrutura oferecida tanto nos laboratórios quanto no campo experimental e pelo seu quadro de funcionários tão solícitos e educados.

À Andreia Dias de Almeida, por ter se feito presente em mais essa etapa no meu desenvolvimento acadêmico, concedendo auxílio na disciplina de Estágio e Ensino.

Ao pesquisador Alexandre Silva, pelo auxílio ao fornecer a ideia de avaliação dos dados do banco de sementes, utilizando a estatística R.

Aos técnicos Geraldo Marques da Silva e Valeriano Moreira de Carvalho que auxiliaram na identificação das plantas daninhas.

À FAPERO e CAPES pelo tão fundamental apoio financeiro.

Aos doutores Alaerto Luiz Marcolan, Décio Karam, José Roberto Vieira Júnior e Rogério Sebastião Corrêa da Costa, pela composição da banca examinadora e pelas contribuições.

Minha gratidão a todos que me auxiliaram e apoiaram, direta ou indiretamente, para alcançar essa etapa tão importante em minha vida.

**Gratidão!**

Todo dia existe Deus...

No ciclo da natureza, neste ir e vir constante, no broto que se renova, na vida que segue adiante, em quem semeia bondade e em quem ajuda o irmão, colhendo felicidade, cumprindo a sua missão...

Todo dia existe Deus...

...no suor de quem trabalha, no calo duro das mãos, no homem que planta trigo, no trigo que faz o pão.

Você pode sentir Deus pulsar...

...dentro do seu coração!

(Todo Dia Existe Deus, Rita Pando)

## RESUMO

Em sistemas agrícolas, tal como o de plantio direto, a adoção de plantas de cobertura com potencial alelopático representa uma estratégia de manejo visando à supressão de plantas daninhas. O presente trabalho foi estruturado em dois capítulos, o primeiro abordando o efeito de sistemas de sucessão sobre o banco de sementes do solo, em área de cultivo sob plantio direto. E o segundo, avaliando o potencial alelopático de diferentes plantas de cobertura, sobre a planta daninha vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata* L.). O estudo foi conduzido em casa de vegetação e no Laboratório de Análise de Sementes da Embrapa, em Porto Velho, Rondônia, Brasil. Para a avaliação do banco de sementes, adotou-se uma amostragem de solo sistemática por conglomerados, em duas linhas transversais às de cultivo, com coleta de uma amostra composta por quatro subamostras. As coletas foram realizadas nos diferentes tratamentos de cobertura de solo, composto por sete gramíneas, sete leguminosas e pousio na profundidade de 0 a 10 cm e na profundidade de 10 a 20 cm. Em laboratório, foram testadas três doses de palhada (10, 25 e 50 mg) de treze plantas de cobertura, sobre sementes de (*Spermacoce verticillata* L.), além do controle (somente ágar). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Foram avaliadas as porcentagens de germinação e parâmetros de crescimento inicial, como o comprimento médio de radícula e de hipocótilo. No banco de sementes, observou-se maior densidade de plantas daninhas na profundidade de 0 a 10 cm que na profundidade de 10 a 20 cm. Em laboratório, observou-se que as palhadas das plantas de cobertura inibiram a germinação e o crescimento de *Spermacoce verticillata* e o crescimento de *Lactuca sativa*, notadamente sobre o comprimento de radícula. Conclui-se que em agroecossistemas da Amazônia há uma alta diversidade de plantas daninhas. Plantas de cobertura são capazes de promover modificações na comunidade e expressão do banco de sementes de plantas daninhas. A utilização de plantas de cobertura alelopáticas em áreas de cultivo sob plantio direto pode representar uma estratégia de controle da vassourinha-de-botão.

**Palavras-chave:** *Canavalia ensiformis*. Banco de sementes. Plantio Direto. *Spermacoce verticillata* L. Sustentabilidade.

## ABSTRACT

In agricultural systems, such as the no-till system, the adoption of cover crops with allelopathic potential aimed at suppressing weeds is a strategy aimed at suppressing weeds. This study was divided into two chapters, the first dealing with the effect of succession systems on the soil seed bank, in no-tillage, and the second evaluating the allelopathic potential of different cover crops, on weed Shrubby False Buttonweed (*Spermacoce verticillata*). The study was carried out in a greenhouse and at the Seed Analysis Laboratory of Embrapa, in Porto Velho, Brazil. For the evaluation of the seed bank, a sample, composed of four sub-samples, were collected from different soils under cover crop treatments. The samples were composed of seven grasses and seven leguminosae and were fallowed in the depth of 0 to 10 and 10 to 20 cm. In laboratory, three level (10, 25 and 50 mg) of straw of the cover crops were tested on seeds of the *Spermacoce verticillata*, plus control treatment (agar). A completely randomized experimental design was used, with four replicates. Percentage of germination and early growth parameters such as the average length of radicle and hypocotyl were evaluated. The seed bank shows higher density of weeds in 0 to 10 cm than 10 to 20 cm soil layer. The straw of the cover crops inhibited the germination and the growth of *Spermacoce verticillata* and the growth of *Lactuca sativa*, notably the length of the radicle. We can conclude that in agroecosystems of Amazonia a high diversity of weeds is presented. The use of cover crops promotes modifications in the community and expression of the weed seed bank. Allelopathic cover crops in no-tillage system can represent a strategy to control Shrubby False Buttonweed.

**Key words:** *Canavalia ensiformis*. Seed bank. No-tillage. *Spermacoce verticillata* L. Sustainability.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Imagem do banco de sementes na Casa de Vegetação da Embrapa. Porto Velho, Rondônia, 2015.....28
- Figura 2 - Número total de indivíduos ( $m^{-2}$ ) em função dos tratamentos avaliados. Porto Velho, Rondônia, 2015. ....34
- Figura 3 - Massa da matéria seca ( $g\ m^{-2}$ ) da parte aérea da comunidade infestante em função dos tratamentos avaliados. Porto Velho, Rondônia, 2015.....35
- Figura 4 - Análise de agrupamento de tratamentos avaliados por dissimilaridade de ocorrência de plantas daninhas na profundidade de 0 a 10 cm. Porto Velho, Rondônia, 2015. ....38
- Figura 5 - Análise de agrupamento de tratamentos avaliados por dissimilaridade de ocorrência de plantas daninhas na profundidade de 10 a 20 cm. Porto Velho, Rondônia, 2015. ....39
- Figura 6 - Representações gráficas de dados de pesquisa de densidade (DE), frequência (FR), dominância (DO) e valor de importância em termos relativos, de *Urochloa brizantha* cv. Piatã (a - b), *Urochloa brizantha* cv. Xaraés (c - d) e *Urochloa ruziziensis* (e - f). Porto Velho, Rondônia, 2015. ....40
- Figura 7 - Representações gráficas de dados de pesquisa de densidade (DE), frequência (FR), dominância (DO) e valor de importância em termos relativos, de *Crotalaria juncea* (a - b), *Crotalaria ochroleuca* (c - d), *Mucuna aterrima* (e - f) e *Canavalia ensiformis* (g - h). Porto Velho, Rondônia, 2015. ....41
- Figura 8 - Representações gráficas de dados de pesquisa de densidade (DE), frequência (FR), dominância (DO) e valor de importância em termos relativos, de *Cajanus cajan* (a - b), *Mucuna cinereum* (c - d) e *Crotalaria spectabilis* (e - f). Porto Velho, Rondônia, 2015.....42
- Figura 9 - Representações gráficas de dados de pesquisa de densidade (DE), frequência (FR), dominância (DO) e valor de importância em termos relativos, de *Sorghum sudanense* (a - b) e *Sorghum bicolor* (c - d). Porto Velho, Rondônia, 2015.....43
- Figura 10 - Representações gráficas de dados de pesquisa de densidade (DE), frequência (FR), dominância (DO) e valor de importância em termos relativos, de *Pennisetum glaucum* (a - b) e *Zea mays* (c - d). Porto Velho, Rondônia, 2015.....44

Figura 11 - Representações gráficas de dados de pesquisa de densidade (DE), frequência (FR), dominância (DO) e valor de importância em termos relativos de Pousio (a – b). Porto Velho, Rondônia, 2015. ....	45
Figura 12 - Imagem da área experimental contendo as plantas de cobertura. Porto Velho, Rondônia, 2016.....	53
Figura 13 - Plantas de cobertura, Campo Experimental da Embrapa. Porto Velho, Rondônia, 2015. ....	55
Figura 14 - Obtenção da palhada das plantas de cobertura, Laboratório de Análise de Sementes da Embrapa. Porto Velho, Rondônia, 2015.....	56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos químicos do solo da área experimental Plantas de Cobertura na profundidade de 0 a 20 cm. Porto Velho, Rondônia, 2014.....	26
Tabela 2 – Famílias, nomes científicos e nomes comuns das espécies de plantas daninhas encontradas no banco de sementes. Porto Velho, Rondônia, 2015. ....	32
Tabela 3 – Precisão de amostragem com base nos dados de densidade e dominância em função dos tratamentos avaliados. Porto Velho, Rondônia, 2015.....	33
Tabela 4 - Diversidade de espécies de plantas daninhas em função dos tratamentos avaliados pelo índice de diversidade de Simpson (D); índice de diversidade de Shannon-Weiner (H') e índice de sustentabilidade de Shannon-Weiner Evenness (SEP). Porto Velho, Rondônia, 2015. ....	36
Tabela 5 - Atributos químicos do solo da área experimental Plantas de Cobertura na profundidade de 0 a 20 cm. Porto Velho, Rondônia, 2014.....	54
Tabela 6 – Resumo da análise de variância de porcentagem de germinação (G), comprimento médio de hipocótilo (H) e de radícula (R), razão radícula hipocótilo (R/H) e razão inversa (H/R) em plântulas de vassourinha-de-botão e alface, sob efeito de plantas de cobertura em diferentes doses de palhada. Porto Velho, Rondônia, 2015.....	58
Tabela 7 – Efeito das plantas de cobertura sobre a germinação (G), comprimento de hipocótilo (H), de radícula (R), razão radícula hipocótilo (R/H) e razão inversa (H/R), em sementes e plântulas de vassourinha-de-botão. Porto Velho, Rondônia, 2015. ....	59
Tabela 8 – Efeito das plantas de cobertura sobre a germinação (G), comprimento de hipocótilo (H), de radícula (R), razão radícula hipocótilo (R/H) e razão inversa (H/R), em sementes e plântulas de alface. Porto Velho, Rondônia, 2015. ....	60
Tabela 9 - Doses de palhada das plantas de cobertura sobre a germinação (G), comprimento de hipocótilo (H), de radícula (R), razão radícula hipocótilo (R/H) e razão inversa (H/R) em sementes e plântulas de alface e vassourinha-de-botão. Porto Velho, Rondônia, 2015.....	60

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

Al	Alumínio
BBP	<i>Urochloa brizantha</i> cultivar Piatã
BBX	<i>Urochloa brizantha</i> cultivar Xaraés
BOD	<i>Biochemical Oxygen Demand</i>
BR	<i>Urochloa ruziziensis</i>
Ca	Cálcio
CJ	<i>Crotalaria juncea</i>
cm	Centímetro
cm <sup>3</sup>	Centímetro cúbico
CO	<i>Crotalaria ochroleuca</i>
CS	<i>Sorghum sudanense</i>
CT	<i>Crotalaria spectabilis</i>
CTC	Capacidade de troca de cátions
cv	Cultivar
D	Coefficiente de Simpson
DE	Densidade absoluta
DER	Densidade relativa
DO	Dominância absoluta
DOR	Dominância relativa
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
form	Fórmula
FP	<i>Canavalia ensiformis</i>
FR	Frequência absoluta
FRR	Frequência relativa
G	<i>Cajanus cajan</i>
G	Germinação
g	Gramas
H	Comprimento de hipocótilo
H + Al	Acidez Potencial
H/R	Razão inversa
H'	Coefficiente de Shannon-Weiner
J	Coefficiente de similaridade de Jaccard

K	Potássio
m	Massa
M	Milho
M	Saturação por alumínio
MC	<i>Mucuna cinereum</i>
Mg	Magnésio
mg	Miligrama
mL	Mililitro
mm	Milímetro
MO	Matéria orgânica
MP	<i>Mucuna aterrima</i>
MT	<i>Pennisetum glaucum</i>
N	Nitrogênio
°C	Graus Celsius
P	Fósforo
P	Pousio
p	Página
p	Probabilidade de significância
pH	Potencial hidrogeniônico
Pr	Precisão amostral
R	Comprimento de radícula
R/H	Razão radícula hipocótilo
RAS	Regras para Análises de Sementes
RO	Rondônia
S	<i>Sorghum bicolor</i>
S <sup>2</sup>	Variância das médias amostrais.
SEP	<i>Shannon-Weiner Evenness</i>
sp	Espécie
UPGMA	<i>Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages</i>
V	Saturação por bases
v	Volume
VI	Valor de Importância
x	Multiplicação

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>17</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>19</b>
<b>2 BANCO DE SEMENTES EM SISTEMAS DE SUCESSÃO EM SEMEADURA DIRETA NA REGIÃO SUDOESTE DA AMAZÔNIA .....</b>	<b>23</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>23</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>23</b>
<b>2.1 Introdução .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2 Material e métodos.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.1 Área da coleta .....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.2 Amostragem de solo.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.3 Avaliação do banco de sementes .....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.4 Análise de dados .....</b>	<b>29</b>
<b>2.3 Resultados e discussão .....</b>	<b>32</b>
<b>2.4 Conclusões .....</b>	<b>45</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>46</b>
<b>3 POTENCIAL ALELOPÁTICO DE PLANTAS DE COBERTURA NO CONTROLE DE VASSOURINHA-DE-BOTÃO (<i>Spermacoce verticillata</i> L.) .....</b>	<b>50</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>50</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>50</b>
<b>3.1 Introdução .....</b>	<b>51</b>
<b>3.2 Material e métodos .....</b>	<b>52</b>
<b>3.2.1 Área da coleta .....</b>	<b>52</b>
<b>3.2.2 Obtenção dos materiais vegetais .....</b>	<b>54</b>
<b>3.2.3 Obtenção da palhada.....</b>	<b>55</b>
<b>3.2.4 Bioensaios.....</b>	<b>56</b>
<b>3.2.5 Delineamento experimental e análise estatística .....</b>	<b>57</b>
<b>3.3 Resultados e discussão .....</b>	<b>57</b>
<b>3.4 Conclusões .....</b>	<b>62</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>62</b>
<b>4 CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Nos últimos anos, a agricultura brasileira conseguiu significativos avanços tecnológicos, que têm resultado em aumento na eficiência produtiva de grãos e redução no impacto ambiental por meio do uso racional de insumos. Como alternativa sustentável para o manejo do solo recomenda-se o sistema plantio direto, que promove o aumento da produtividade, conservando ou melhorando continuamente o ambiente (LOPES; GUILHERME, 2016).

O sistema plantio direto é fundamentado no revolvimento mínimo do solo, restrito à linha de semeadura, na cobertura permanente do solo e na rotação de culturas (CARVALHO et al., 2015). A combinação dessas práticas tem potencial para reduzir os riscos de degradação, melhorando os atributos do solo e a produtividade tanto de grãos quanto de forragem, quebrando o ciclo de pragas, doenças e infestação por plantas daninhas (CASTRO et al., 2011).

Uma prática utilizada para a composição do sistema plantio direto é o cultivo de plantas com a finalidade de geração de cobertura viva e morta para proteção do solo (palhada), conhecidas como plantas de cobertura (NUNES et al., 2014). Essas culturas de cobertura, podem apresentar mais de um propósito, que vão além da geração de palhada, fornecendo outros produtos, como grãos e/ou forragem, gerando maior sustentabilidade ao sistema produtivo.

As plantas de cobertura ao utilizarem os recursos do ambiente para o seu crescimento, podem reduzir o desenvolvimento de plantas daninhas, contribuindo para a supressão dos bancos de sementes do solo por competição interespecífica (BORGES et al., 2014). Nesse contexto, o sistema de rotação e sucessão de culturas proporcionam o sucesso do sistema plantio direto, e devem ser apropriados para permitir a manutenção de cobertura vegetal do solo com produção suficiente de palhada, conforme as condições edafoclimáticas de cada região. Uma vez que em regiões de clima tropical, com elevadas temperaturas e precipitações, há uma maior velocidade de degradação da cobertura vegetal (GONÇALVES et al., 2011; COSTA et al., 2014;) e se torna necessário composições adequadas de espécies de cobertura às condições ambientais a serem implementadas.

Já as plantas daninhas são aquelas espécies vegetais que estão presentes de forma indesejável em uma lavoura gerando prejuízos à atividade agrícola (LORENZI, 2008). Dessa forma, os resíduos vegetais no plantio direto, podem formar uma cobertura do solo que atua como barreira natural na emergência de plantas daninhas. Adicionalmente, as plantas de cobertura, podem apresentar potencial alelopático e liberar substâncias com efeito inibidor à

germinação ou ao crescimento das plantas daninhas (ERASMO et al., 2011). A título de exemplo, tanto *Pennisetum glaucum* como *Urochloa ruziziensis*, podem ser cultivadas para produção de palhada com potencial alelopático (OLIVEIRA et al., 2014).

Os aleloquímicos são resultantes dos metabólitos secundários, produzidos ao longo de toda a estrutura da planta durante o seu ciclo de vida, sendo que cada espécie pode gerar compostos com ação diferenciada (PEREIRA et al., 2011). Tais substâncias podem ser tóxicas, estimulantes ou inócuas para outras espécies vegetais, podendo, por um lado, inibir a germinação ou o crescimento de plantas ou, por outro lado, podem ser estimulantes, proporcionando melhor germinação ou maior crescimento das espécies (DEUBER, 2003).

Esses compostos estão ligados a fatores de estresses ambientais, tais como, deficiências nutricionais e de umidade, altas temperaturas, patologias e ataques por insetos (FERREIRA; BORGUETTI, 2004). Assim, as substâncias alelopáticas atuam nos processos fisiológicos de assimilação de nutrientes, crescimento, fotossíntese, respiração, síntese das proteínas, atividade enzimática e na permeabilidade da membrana celular das plantas (DURIGAN; ALMEIDA, 1993).

Embora possam ocorrer simultaneamente, a alelopatia difere da competição, uma vez que a competitividade em plantas está relacionada a remoção ou redução de um ou mais fatores necessários ao crescimento e ao desenvolvimento de ambas espécies, tais como, água, luz e nutrientes. Em contrapartida, a alelopatia ocorre pela adição de compostos químicos no ambiente, produzidos pelas plantas (REZENDE et al., 2003). Na natureza, os aleloquímicos podem ser liberados por meio de volatilização, lixiviação, exsudação radicular e decomposição de resíduos (FERREIRA; AQUILA, 2000).

Atualmente, os extratos aquosos é o meio mais utilizado para a verificação do potencial alelopático de plantas doadoras de aleloquímicos sobre espécies-alvo. A exemplo, Ayeni e Kayode (2013) verificaram que extratos aquosos de *Cajanus cajan* e *Zea mays* retardam a germinação e o crescimento inicial de *Euphorbia heterophylla* (leiteira) e *Bidens pilosa* (picão-preto). Desse modo, esses bioensaios são considerados ponto inicial para a identificação do comportamento de plantas associado com aleloquímicos, quando métodos mais refinados voltados à identificação dos compostos, isolamento e purificação de isolados com efeitos análogos aos herbicidas são realizados (SOUZA FILHO et al., 2010).

Em agroecossistemas, a alelopatia pode atuar por meio de palhadas em sementes de plantas daninhas. Visando um manejo adequado de plantas daninhas, torna-se necessário o conhecimento da dinâmica e ecologia da comunidade dessas plantas na lavoura, avaliando-se, dentre outros aspectos, o tamanho e a composição botânica do banco de sementes do solo

(IKEDA, 2008). Essas informações podem ser utilizadas como importante ferramenta na tomada de decisão sobre as práticas de controle e manejo integrado e sustentável de plantas invasoras (MONQUERO; CHRISTFFOLETI, 2005).

Atualmente, diversas pesquisas estão direcionadas ao desenvolvimento e aperfeiçoamento de tecnologias que incorporem a sustentabilidade com a eficiência produtiva das culturas, em busca de significativa redução do uso de insumos. Nesse contexto, a alelopatia tem se tornado assunto de interesse de pesquisadores, por ser uma alternativa valiosa no controle de plantas daninhas (RICE, 1979; ALBUQUERQUE et al., 2010; SOUZA FILHO et al., 2010; REIGOSA et al., 2013; CHENG; CHENG, 2015; DUKE, 2015; FERREIRA; JABRAN et al., 2015; SANGEETHA; BASKAR, 2015; REINHARDT, 2016). Espécies com propriedades alelopáticas inibidoras vêm apresentando resultados viáveis no controle de plantas daninhas em sistemas de produção e podem servir de indicativos para possíveis fontes botânicas com ação biocida (DUKE et al., 2001; LIU et al., 2016). Como é o caso da mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), que tem potencial alelopático inibitório sobre a germinação de tubérculos de tiririca (*Cyperus rotundus*) (ZANUNCIO et al., 2013).

Contudo, estudos avaliando alelopatia em sistemas de produção em campo na Amazônia são incipientes. Investigações focadas em agroecossistemas, sob sistema plantio direto, podem representar uma importante e eficaz estratégia visando a seleção de espécies de cobertura com capacidade de supressão de plantas daninhas para compor sistemas de consórcio, sucessão e/ou rotação de culturas, trazendo benefícios aos agricultores, contribuindo dessa forma para uma agricultura mais sustentável.

Dentro dessa perspectiva, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito de sistemas de sucessão sobre o banco de sementes do solo, em área de cultivo sob plantio direto, bem como o potencial alelopático de diferentes plantas de cobertura, sobre a planta daninha vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata* L.).

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. B.; SANTOS, R. C.; LIMA, L. M.; FILHO, P. A. M.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; CÂMARA, C. A. G.; RAMOS, A. R. Allelopathy, an alternative tool to improve cropping systems. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, Paraíba, PB, v. 31, n. 2, p. 379–395, 2010.

AYENI, M. J.; KAYODE, J. Allelopathic effects of aqueous extracts from *Zea mays* L. (roots and tassels) and *Cajanus cajan* L. (leaves and stem) on the germination and growth of

*Chromolaena odorata* L. King and Robinson. **Advanced Crop Science**. Ado Ekiti, NGR, v. 3, n. 10, p. 680-686, 2013.

BORGES, W. L. B.; FREITAS, R. S. de; MATEUS, G. P.; SÁ, M. E. de; ALVES, M. C. Absorção de nutrientes e alterações químicas em Latossolos cultivados com plantas de cobertura em rotação com soja e milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 38, n. 1, p. 252-261, 2014.

CARVALHO, A. M.; COSER, T. R.; REIN, T. A.; DANTAS, R. A.; SILVA, R. R.; SOUZA, K. W. Manejo de plantas de cobertura na floração e na maturação fisiológica e seu efeito na produtividade do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 50, n. 7, p. 551-561, 2015.

CASTRO, G. S. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; NEGRISOLI, E; PERIM, L. Sistemas de produção de grãos e incidência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 29, n. SPE, p. 1001-1010, 2011.

CHENG, F.; CHENG, Z. Research Progress on the use of Plant Allelopathy in Agriculture and the Physiological and Ecological Mechanisms of Allelopathy. **Plant Physiology**, Yangling, CHN, v. 6, n. SPE, p. 1020, 2015.

COSTA, C. H. M. da; CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; FERRARI NETO, J. Persistência e liberação de elementos da fitomassa do consórcio Crotalária com milheto sob fragmentação. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, CE, v. 45, n. 1, p. 197-208, 2014.

DEUBER, R. Ecologia das plantas infestantes. In: \_\_\_\_\_ **Ciência das plantas infestantes: fundamentos**. 2. ed. Jaboticabal, SP: ABDR, 2003, p. 72-106.

DUKE, S. O. Proving Allelopathy in Crop–Weed Interactions. **Weed Science**, USDA, v. 63, n. SPE, p. 121–132, 2015.

\_\_\_\_\_; SCHEFFLER B. E.; DAYAN, F. E. Allelochemicals as herbicides. **First European Allelopathy Symposium**, Vigo, ESP, p. 21–23, 2001.

DURIGAN, J. C.; ALMEIDA, F. S. Noções sobre a alelopatia. **Boletim Técnico**. Jaboticabal, SP: UNESP/FUNEP. 1993, 28 p.

ERASMO, E. A. L.; AZEVEDO, W. R. D.; COSTA, N. V. D.; ALVES, P. L. D. C. A. Efeito de extratos de adubos verdes sobre *Lactuca sativa* e *Digitaria horizontalis*. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 70, n. 3, p. 529-557, 2011.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, PR, v. 12, p. 175-204, 2000.

\_\_\_\_\_; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

FERREIRA, M. I.; REINHARDT, C. F. Allelopathic weed suppression in agroecosystems: A review of theories and practices. **African Journal of Agricultural Research**, Pretoria, RSA, v. 11, n. 6, p. 450-459, 2016.

GONÇALVES, S. L.; SARAIVA, O. F.; TORRES, E. **Influência de fatores climáticos na decomposição de resíduos culturais de milho e soja**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, Londrina, PR: Embrapa Soja, Londrina, PR, n. 6, 2011. 26 p.

IKEDA, F. S.; MITJA, D.; VILELA, L.; SILVA, J. C. S. Banco de sementes em cerrado sensu stricto sob queimada e sistemas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 6, p. 667-673, 2008.

JABRAN, K.; MAHAJAN, G.; SARDANA, V.; CHAUHAN, B. S. Allelopathy for weed control in agricultural systems. **Crop Protection**, Aydin, TUR, v. 72, p. 57-65, 2015.

LIU, X.; TIAN, F.; TIAN, Y.; WU, Y.; DONG, F.; XU, J.; ZHENG, Y. Isolation and Identification of Potential Allelochemicals from Aerial Parts of *Avena fatua* L. and Their Allelopathic Effect on Wheat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, China City, CHN, v. 64, n. 18, p. 3492-3500, 2016.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. G. Chapter One-A Career Perspective on Soil Management in the Cerrado Region of Brazil. **Advances in Agronomy**, Lavras, MG, v. 137, p. 1-72, 2016.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4. ed. São Paulo, SP: Nova Odessa, 2008, 581 p.

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Banco de sementes de plantas daninhas e herbicidas como fator de seleção. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 64, n. 2, p. 203-209, 2005.

NUNES, M. R.; PAULETTO, E. A.; DENARDIN, J. E.; FAGANELLO, A.; PINTO, L. F. S.; SCHEUNEMANN, T. Persistência dos efeitos da escarificação sobre a compactação de Nitossolo sob plantio direto em região subtropical úmida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 49, n. 7, p. 531-539, 2014.

OLIVEIRA JR, R. S.; RIOS, F. A.; CONSTANTIN, J.; ISHII-IWAMOTO, E. L.; GEMELLI, A.; MARTINI, P. E. Grass straw mulching to suppress emergence and early growth of weeds. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 11-17, 2014.

PEREIRA, M. R. R.; TEIXEIRA, R. N.; SOUZA, G. S. F.; SILVA, J. I. C.; MARTINS, D. Inibição do desenvolvimento inicial de plantas de girassol, milho e triticale por palhada de capim-colchão. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 29, n. 2, p. 305-310, 2011.

REIGOSA, M.; GOMES, A. S.; FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. Allelopathic research in Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, BA, v. 27, n. 4, p. 629-646, 2013.

REZENDE, C. P.; PINTO, J. C.; Evangelista, A.R.; SANTOS, I. P. A. Alelopatia e suas interações na formação de pastagens. **Informe Agropecuário**, Lavras, MG, n. 54. p. 1-55, 2003.

RICE, E. L. Allelopathy: An Update. **Botanical Review**, New York, USA, v. 45, n. 1, p. 15-109, 1979.

SANGEETHA, C.; BASKAR, P. Allelopathy in weed management: A critical review. **African Journal of Agricultural Research**, Tamil Nadu, IND, v. 10, n. 9, p. 1004-1015, 2015.

SOUZA FILHO, A. P. S.; GUILHON, G. M. S. P.; SANTOS, L. S. Metodologias empregadas em estudos da atividade alelopática em condições de laboratório – revisão crítica. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, n. 3, p. 689-697, 2010.

ZANUNCIO, A.; TEODORO, P. E.; RIBEIRO, L. P.; CORREA, C. C. G; OLIVEIRA M.; TORRES, F. E. Alelopatia de adubos verdes sobre *Cyperus rotundus*. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, POR, v. 36, n. 4, p. 441–446, 2013.

## 2 BANCO DE SEMENTES EM SISTEMAS DE SUCESSÃO EM SEMEADURA DIRETA NA REGIÃO SUDOESTE DA AMAZÔNIA

### RESUMO

O conhecimento da dinâmica populacional de plantas daninhas em sistemas plantio direto é preponderante para o estabelecimento de estratégias de controle integrado visando o alcance da sustentabilidade de agroecossistemas. O presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito de sistemas de sucessão sobre o banco de sementes do solo, em área de cultivo sob plantio direto. Foram avaliadas o efeito de quinze sistemas de sucessão de cultura, composto por quatorze plantas de cobertura e uma área em pousio, sobre o banco de sementes em duas profundidades de solo (0 a 10 e 10 a 20 cm) em um experimento em condições controladas. As espécies encontradas no banco de sementes foram quantificadas e identificadas por espécie e família. Foram calculados parâmetros fitossociológicos como a densidade, dominância, índices de diversidade de Simpson e Shannon-Weiner, índice de sustentabilidade, análise de agrupamento por dissimilaridade e o valor de importância de cada espécie. Como resultado, observou-se uma alta diversidade de espécies presentes, contabilizando-se 29 espécies distribuídas em 12 famílias. Foi observado um maior potencial de severidade de plantas daninhas na profundidade de 0 a 10 cm. Os coeficientes de Simpson e Shannon-Weiner indicaram alta diversidade em ambos sistemas de sucessão. O índice de sustentabilidade não apresentou alterações significativas nos diferentes sistemas de sucessão. Os coeficientes de correlação cofenética foram respectivamente, 0,74% e 0,82% para 0 a 10 e 10 a 20 cm de profundidade. Conclui-se que em agroecossistemas da Amazônia há uma alta diversidade de plantas daninhas. As plantas de cobertura são capazes de promover modificações na comunidade e expressão do banco de sementes de plantas daninhas.

**Palavras-chave:** *Sorghum sudanense*. Fitossociologia. Manejo Integrado. Sustentabilidade.

### ABSTRACT

The knowledge of the ecological dynamic of weed populations in no-tillage system is preponderant to establish strategies of integrated control aimed at reaching sustainability of agroecosystems. The objective of the paper was to evaluate the effect of succession systems on the seed bank, in no-tillage system. The effect of fifteen succession systems, composed of

seven grasses, seven leguminosae, and fallow, on the seed bank in two depths (0 to 10 and 10 to 20cm) in an experiment with controlled conditions was evaluated. The species found in the seed bank were quantified and identified by species and family. The precision of sampling, density, dominance, the indexes of diversity of Simpson and Shannon-Weiner; index of sustainability; analysis of groupings of dissimilarities and the value of importance of each species were calculated. As a result, it was observed a high diversity of present species, accounting for 29 species distributed in 12 families. The highest expression of weeds was observed in the depth of 0 to 10 cm. The coefficients of Simpson and Shannon-Weiner indicated high diversity in both systems of succession. The index of sustainability did not presented significant alterations in the different systems of succession. The coefficients of confenetic correlations were respectively 0.74% and 0.82% for the 0 to 10 and the 10 to 20 cm soil depths. It is concluded that in agroecosystems of Amazonia there is a high diversity of weeds. The cover crops promote modifications in the community and expression of the weeds seed bank.

**Key words:** *Sorghum sudanense*. Phytosociology. Integrated Management. Sustainability.

## 2.1 Introdução

As áreas agrícolas são um grande depósito de sementes, o que normalmente constitui um significativo problema às atividades agropecuárias, pois garante infestações de plantas daninhas por longo tempo, mesmo quando é impedida a entrada de novas sementes na área. Tal fato se dá devido às estratégias de sobrevivência das plantas daninhas de produzirem elevadas quantidades de sementes no ambiente (VIVIAN et al., 2008) e pelos mecanismos intrínsecos de sobrevivência quanto à dormência de sementes. Esses fatos garantem maior resistência e agressividade competitiva em relação às plantas cultivadas, com elevado número de sementes produzidas, facilidade de dispersão e longo período de longevidade (LORENZI, 2014).

As plantas daninhas em áreas agrícolas acarretam diversos prejuízos, como a redução da eficiência agrícola, aumento dos custos de produção e diminuição da qualidade do produto, reduzindo o valor comercial e ainda dificultando a operação de colheita (PITELLI, 1987). Dentre as práticas de controle de plantas daninhas o método químico é o mais utilizado, com a aplicação de herbicidas (MANABE et al., 2015). Entretanto, essa medida isolada não é eficiente para controlar toda a interferência das plantas daninhas sobre a cultura, além do risco

latente de contaminação do ambiente por agroquímicos, sugerindo, assim, a adoção de medidas integradas de controle (CASTRO et al., 2011).

Os principais métodos utilizados para inferir sobre o banco de sementes são os de flotação e emergência de plântulas (IKEDA, 2008). A técnica de flotação necessita de um período de aproximadamente um mês para avaliação, enquanto que o método de emergência de plântulas pode durar meses ou anos. Contudo a técnica de flotação apresenta desvantagens quanto à extração das sementes, pois pode haver exclusão de sementes muito pequenas, além da dificuldade de identificação e a superestimação ao incluir sementes não viáveis. Desse modo, o método de emergência de plântulas, em que são coletadas amostras de solo da área de estudo, tem sido o mais utilizado, pois é capaz de detectar o fluxo de emergência das sementes, quando expostas às condições ambientais favoráveis (CHRISTOFFOLETI; CAETANO, 1998). A contagem e a identificação das plântulas emergidas são realizadas em casa de vegetação, até as espécies apresentarem tamanho ou estrutura vegetal que permitam sua identificação. Uma das vantagens dessa técnica é que ela detecta a fração de sementes cuja emergência é beneficiada mediante as condições estabelecidas. Isso sugere que resultados mais precisos dos bancos de sementes podem ser alcançadas com métodos mais próximos às condições de campo (COSTA et al., 2013).

Em áreas agrícolas, estimativas sobre o banco de sementes são importantes na previsão de prováveis infestações de plantas daninhas; no melhor conhecimento da dinâmica das espécies em distintas situações e, conseqüentemente, na proposição de programas mais racionais de manejo para cada circunstância (VOLL et al., 2003).

A execução de programas de manejo conservacionista pode resultar em menor emergência das sementes de plantas daninhas, como preconiza o sistema plantio direto, que contempla o revolvimento mínimo do solo, a cobertura vegetal permanente e a rotação ou sucessão de cultura (NUNES et al., 2014). De acordo com esses princípios, pode haver redução na frequência de emergência das plantas daninhas, por meio da produção de fitomassa oriunda das plantas de cobertura, que, além de proporcionarem o impedimento físico à germinação das sementes do solo, liberam no ambiente substâncias alelopáticas por meio dos processos de exsudação radicular, volatilização, lixiviação, ou decomposição, inibindo o crescimento e desenvolvimento de espécies circundantes (SILVA et al., 2016). As diferentes plantas de cobertura exercem efeito na dinâmica de ocorrência e, conseqüentemente, no controle de plantas daninhas, o que pode levar à redução do uso de herbicidas (JAKELAITIS et al., 2014).

Desse modo, objetivou-se nesta pesquisa avaliar o efeito de sistemas de sucessão sobre o banco de sementes do solo, em área de cultivo sob plantio direto.

## 2.2 Material e métodos

### 2.2.1 Área da coleta

O experimento foi conduzido na Casa de Vegetação da Embrapa Rondônia, situada no município de Porto Velho, Rondônia. O solo utilizado foi coletado na área experimental da unidade de pesquisa localizada nas coordenadas 08°47'42'' latitude S, 63°50'45'' longitude O e altitude de 95 metros, em abril de 2015.

A área de coleta de solo esteve formada por pastagem (*Urochloa brizantha* cv. Marandú), há mais de 18 anos, e permaneceu quatro anos sem a presença de animais. Em 2008, a área foi planejada e conduzida sob plantio direto com as culturas de soja e milho. Desde 2014, a área é ocupada com um experimento avaliando diferentes plantas de cobertura em sucessão ao milho: *Cajanus cajan*, *Canavalia ensiformis*, *Crotalaria juncea*, *Crotalaria ochroleuca*, *Crotalaria spectabilis*, *Mucuna aterrima*, *Mucuna cinereum*, *Pennisetum glaucum*, *Sorghum bicolor*, *Sorghum sudanense*, *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, *Urochloa brizantha* cv. Piatã, *Urochloa ruziziensis* e *Zea mays*, além de um tratamento controle sem cultivo de plantas de cobertura, denominado pousio. As parcelas experimentais sob as diferentes plantas de cobertura foram constituídas por 50 m<sup>2</sup> cada (10 m x 5 m).

Previamente à implantação das plantas de cobertura em 2014, realizou-se amostragem e análise de solo para caracterização dos atributos químicos (Tabela 1). O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura argilosa.

Tabela 1 - Atributos químicos do solo da área experimental Plantas de Cobertura na profundidade de 0 a 20 cm. Porto Velho, Rondônia, 2014.

pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	M	V
H <sub>2</sub> O	kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				%
5,1	38,4	7,1	0,2	2,7	1,9	10,8	1,6	15,6	27,8	30,3

pH em água 1:2,5; matéria orgânica (MO) por digestão úmida; P e K determinados pelo métodos Mehlich I; Ca, Mg e Al trocáveis extraídos KCL 1 mol com L<sup>-1</sup>.

### ***2.2.2 Amostragem de solo***

A amostragem de solo para avaliação do banco de sementes foi realizada posterior à colheita do milho, na safra 2014/2015, após dois anos de efeito de plantas de cobertura e lavouras de milho para produção de grãos. Adotou-se uma amostragem sistemática por conglomerados, utilizando-se duas linhas transversais às de cultivo de milho. A distância entre os pontos de amostragem foi de 1 metro, desconsiderando-se a linha de bordadura e de semeadura do milho. As coletas foram realizadas nos diferentes tratamentos de cobertura de solo, sendo uma amostra composta por quatro subamostras, nas profundidades de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm. Cada subamostra foi coletada com o auxílio de um trado do tipo holandês de 4,5 cm de diâmetro.

### ***2.2.3 Avaliação do banco de sementes***

O solo coletado foi seco ao ar livre, homogeneizado e distribuído aleatoriamente dentro de casa de vegetação, em bandejas de isopor, com volume de 900 cm<sup>3</sup>. Antes de serem acondicionadas as amostras de solo, as bandejas foram perfuradas, identificadas e acrescidas de areia autoclavada (2 cm de espessura em cada bandeja), com a finalidade de facilitar a drenagem da água e evitar o escoamento das amostras (Figura 1). Em seguida, as amostras foram alocadas aleatoriamente em casa de vegetação, incluindo oito bandejas de controle, contendo apenas areia autoclavada para o monitoramento da contaminação externa.



Figura 1 - Imagem do banco de sementes na Casa de Vegetação da Embrapa. Porto Velho, Rondônia, 2015.

A casa de vegetação utilizada nesse estudo possui um sistema de irrigação preestabelecido, com turno de rega de três vezes ao dia, por meio de aspersores que durante 30 minutos aplicam uma lâmina diária de 7 mm.

A quantificação do fluxo de emergência foi realizada em cada bandeja, quando as plântulas presentes receberam uma numeração e um codinome, conforme seu morfotipo. Após seis meses de emergência, as plântulas foram coletadas e armazenadas em saco de papel por espécie, conforme os tratamentos, sendo secas em estufa com circulação forçada de ar a 65° C, para posterior determinação de massa da matéria seca. Após um período de dois meses, sem fluxo de emergência, o solo foi revolvido e mantido sem irrigação por sete dias iniciais e irrigação regular após esse período.

A identificação das plântulas foi realizada por comparação em literaturas concernentes ao assunto (GAZZIERO et al., 2006; LORENZI, 2008; MOREIRA; BRAGANÇA, 2011) e consulta a herbários virtuais, como o Neotropical Herbarium Specimens (2015), Tropicos.org (2015), Herbário Virtual Re flora (2015) e Species link (2015). A emergência de plântulas cessou ao final de aproximadamente 10 meses. O número de sementes viáveis e não-dormentes foi obtido pela soma das plântulas emergidas em cada amostra durante todo o período. Neste trabalho, optou-se por apresentar todas as plantas daninhas emergidas do

banco de sementes, ou seja, a expressão do potencial do banco de sementes e da ampla diversidade de espécies presentes no solo em sistemas agrícolas na região Amazônica.

#### 2.2.4 Análise de dados

Os dados de quantificação das plantas daninhas e suas respectivas massas das matérias secas foram processados visando determinar as análises fitossociológicas por meio de *script* proposto e desenvolvido por Concenço (2015) em ambiente “R” (R CORE TEAM, 2014).

A precisão das amostras foi realizada a partir de dados de número de indivíduo e sua respectiva massa da matéria seca, obtidas em cada bandeja, avaliados por tratamento, conforme Barbour et al. (1998):

$$Pr = \frac{I}{s^2(\text{médias amostrais})} \quad \text{form. (1)}$$

Onde:  $s^2$  = variância das médias amostrais.

Os dados foram normalizados (CONCENÇO, 2015) sendo que “1” foi considerado o valor mínimo de precisão para uma amostragem de confiança.

A infestação absoluta foi obtida pelos totais de números de indivíduos (densidade) encontrados, e sua respectiva massa da matéria seca (dominância), pela área amostrada, fornecendo os resultados por m<sup>2</sup>.

Os sistemas de sucessão foram também intra-analisadas para a diversidade de plantas daninhas por Simpson (D) e Shannon-Weiner (H') (BARBOUR et al., 1998), e pelo índice de sustentabilidade de Shannon-Weiner Evenness (SEP), coeficiente de sustentabilidade proposto por McManus e Pauly (1990), como se segue:

$$D = 1 - \sum ni * \frac{ni-1}{N*(N-1)} \quad \text{form. (2)}$$

$$H' = \sum(pi * \ln(pi)) \quad \text{form. (3)}$$

$$SEP = \frac{Hd'}{H'} \quad \text{form. (4)}$$

Onde:  $D$  = índice de diversidade de Simpson;  $H'$  = índice de diversidade de Shannon-Weiner (densidade);  $n_i$  = número de indivíduos de espécies "  $i$  ";  $N$  = número total de indivíduos da amostra;  $p_i$  = proporção de indivíduos na amostra pertencentes a espécie "  $i$  ";  $SEP$  = índice de sustentabilidade de Shannon-Weiner Evenness; e  $Hd'$  = índice de diversidade de Shannon-Weiner dominante.

Posteriormente, os sistemas de sucessão foram comparados pelo coeficiente de similaridade assimétrica binária de Jaccard, considerando a densidade, frequência e dominância absolutas das plantas daninhas nos tratamentos. Foi gerada a matriz de similaridade e, a partir desta, foi elaborada a matriz de dissimilaridade.

$$\text{Fórmula tradicional: } J = \frac{c}{a+b-c} \quad \text{form. (5)}$$

$$\text{Fórmula modificada: } J = \frac{c}{a+b+c} \quad \text{form. (6)}$$

Onde:  $J$  = coeficiente de similaridade de Jaccard;  $a$  = número de espécies na área "  $a$  ";  $b$  = número de espécies na área "  $b$  ";  $c$  = número de espécies comuns às áreas "  $a$  " e "  $b$  ". As dissimilaridades são então obtidas por  $Di = 1 - J$ , onde  $Di$  = dissimilaridade (distância) de Jaccard; e  $J$  = similaridade de Jaccard.

A análise multivariada de agrupamento hierárquico foi efetuada a partir da matriz de dissimilaridade, pelo UPGMA (*Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages*), método de agrupamento hierárquico (SNEATH; SOKAL, 1973). O nível crítico para a separação de grupos pela análise de agrupamento foi fundamentado na média aritmética das semelhanças na matriz de similaridade original de Jaccard (BARBOUR et al., 1998). A validação dos grupos foi realizada pelo coeficiente de correlação cofenética (SOKAL; ROHLF, 1962).

Os parâmetros fitossociológicos densidade (número de indivíduos), frequência (distribuição espacial da espécie) e dominância (capacidade de acumular massa) absolutas, foram calculados de acordo com Mueller-Dombois e Ellenberg (1974), obtidos como se segue:

$$DE = \frac{n}{Área} \quad \text{form. (7)}$$

$$FR = \frac{pi}{P} \times 100 \quad \text{form. (8)}$$

$$DO = \frac{gi}{Área} \quad \text{form. (9)}$$

Onde:  $DE$  = densidade absoluta;  $FR$  = frequência absoluta;  $DO$  = dominância absoluta;  $n$  = número de indivíduos de uma espécie;  $Área$  = unidade de área;  $pi$  = número de parcelas (unidades amostrais) com ocorrência da espécie “ $i$ ”;  $P$  = número total de parcelas (unidades amostrais) na amostra;  $gi$  = área basal total de uma determinada espécie.

Os parâmetros fitossociológicos em termos relativos, além do índice de valor de importância, também foram calculados de acordo com Mueller-Dombois e Ellenberg (1974), como se segue:

$$DER (\%) = \frac{\text{Densidade da espécie (DE)} \times 100}{\text{Densidade total de todas as espécies}} \quad \text{form. (10)}$$

$$FRR (\%) = \frac{\text{Frequência da espécie (FR)} \times 100}{\text{Frequência total de todas as espécies}} \quad \text{form. (11)}$$

$$DOR (\%) = \frac{\text{Dominância da espécie (DO)} \times 100}{\text{Dominância total de todas as espécies}} \quad \text{form. (12)}$$

$$VI (\%) = \frac{(DER+FRR+DOR)}{3} \quad \text{form. (13)}$$

Onde:  $DER$  = densidade relativa;  $FRR$  = frequência relativa;  $DOR$  = dominância relativa e  $VI$  = valor de importância.

### 2.3 Resultados e discussão

Foram observadas 29 espécies emergidas nos diferentes sistemas de sucessão avaliados, distribuídas entre 12 famílias botânicas (Tabela 2). O total de indivíduos quantificados foi de 736, sendo 377 e 359 pertencentes às profundidades 0 a 10 e 10 a 20 cm, respectivamente. As famílias encontradas nas áreas em estudo foram: Cyperaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Loganiaceae, Malvaceae, Onagraceae, Poaceae, Pteridaceae, Rubiaceae, Scrophulariaceae e Verbenaceae. Não ocorreu contaminação externa de sementes, de acordo com os resultados obtidos nas bandejas de controle.

Tabela 2 – Famílias, nomes científicos e nomes comuns das espécies de plantas daninhas encontradas no banco de sementes. Porto Velho, Rondônia, 2015.

Famílias	Espécies	
	Nome científico	Nome comum
Cyperaceae	<i>Cyperus laxus</i>	Tiririca-do-brejo
	<i>Fimbristylis miliacea</i>	Falso-cominho
	<i>Kyllinga squamulata</i>	Capim-de-uma-só-cabeça
	<i>Rhynchospora nervosa</i>	Capim-estrela
	<i>Fimbristylis dichotoma</i>	Falso-alecrim
	<i>Cyperus esculentus</i>	Tiriricão
	<i>Kyllinga odorata</i>	Capim-cheiroso
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania corniculata</i>	Guaxuma-de-chifre
	<i>Phyllanthus orbiculatus</i>	Quebra-pedra-oval
	<i>Phyllanthus urinaria</i>	Quebra-pedra-pequeno
Fabaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Algodãozinho
	<i>Senna obtusifolia</i>	Fedegoso
Lamiaceae	<i>Mimosa pudica</i>	Dormideira
	<i>Salvia</i> sp.	Salvia
Loganiaceae	<i>Spigelia anthelmia</i>	Lombrigueira
Malvaceae	<i>Gaya pilosa</i>	Guaxuma
	<i>Sida rhombifolia</i>	Vassourinha-de-relógio
Onagraceae	<i>Ludwigia affinis</i>	Cruz-de-malta
	<i>Paspalum virgatum</i>	Capim-navalha
Poaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Capim-amargoso
	<i>Eleusine indica</i>	Capim-pé-de-galinha
	<i>Urochloa plantaginea</i>	Capim-marmela
	<i>Panicum maximum</i>	Panicum
Pteridaceae	<i>Pityrogramma calomelanos</i>	Samambaia
Rubiaceae	<i>Spermacoce latifolia</i>	Erva-quente
	<i>Spermacoce verticillata</i>	Vassourinha-de-botão
Scrophulariaceae	<i>Lindernia dubia</i>	Agriãozinho-tapete-da-água
	<i>Lindernia diffusa</i>	Orelha-de-rato
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	Gervão-azul

Foi verificada a precisão de amostragem para as duas profundidades, com base nos dados de densidade, variando de 2,62 para a *Urochloa brizantha* cv. Xaraés a 18,28 para o

milho, na profundidade de 0 a 10 cm, e de 3,15 para *Crotalaria juncea* a 281,06 para a *Urochloa ruziziensis*, na profundidade de 10 a 20 cm. Por sua vez, a amplitude da precisão considerando a dominância foi superior à observada para densidade, compreendendo (64,67-3,45) para *Mucuna cinereum* e *Mucuna aterrima*, respectivamente, na profundidade de 0 a 10 cm e inferior para a profundidade de 10 a 20 cm (variação entre o observado para o *Canavalia ensiformis* com 50,83 e a *Mucuna aterrima* com 2,55) (Tabela 3).

Tabela 3 – Precisão de amostragem com base nos dados de densidade e dominância em função dos tratamentos avaliados. Porto Velho, Rondônia, 2015.

Tratamentos	Profundidades (cm)			
	0 - 10		10 - 20	
	Pr.De.	Pr.Do.	Pr.De.	Pr.Do.
<i>Cajanus cajan</i>	10,27	11,03	18,83	6,86
<i>Canavalia ensiformis</i>	9,56	33,78	5,41	50,83
<i>Crotalaria juncea</i>	17,70	5,13	3,15	30,85
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	3,66	5,40	29,73	14,26
<i>Crotalaria spectabilis</i>	5,66	10,54	14,68	23,78
<i>Mucuna aterrima</i>	5,43	3,45	44,84	2,55
<i>Mucuna cinereum</i>	12,57	64,67	11,34	9,44
<i>Pennisetum glaucum</i>	7,28	6,81	19,65	5,44
Pousio	8,41	11,78	11,89	10,60
<i>Sorghum bicolor</i>	6,06	20,37	3,25	3,68
<i>Sorghum sudanense</i>	5,92	14,17	25,33	11,60
<i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés	2,62	5,77	19,07	17,04
<i>Urochloa brizantha</i> cv. Piatã	7,02	7,87	5,65	3,27
<i>Urochloa ruziziensis</i>	13,70	21,76	281,06	6,86
<i>Zea mays</i>	18,28	9,20	56,89	4,27

Pr.De: precisão de amostragem com base nos dados de densidade; Pr.Do: precisão de amostragem com base nos dados de dominância.

Foi observado um maior número de indivíduos ocorrentes na profundidade de 0 a 10 cm, com clara predominância para os tratamentos *Crotalaria juncea*, *Crotalaria ochroleuca*, *Crotalaria spectabilis*, *Pennisetum glaucum*, *Mucuna aterrima* e Pousio. O número de plantas daninhas encontradas variou com os sistemas de sucessão. Os menores valores de densidade foram verificados em *Sorghum sudanense* (55 plântulas m<sup>2</sup>) e em *Mucuna cinereum* (56 plântulas m<sup>2</sup>), na profundidade de 10 a 20 cm (Figura 2), comprovando serem alternativas para redução da ocorrência de plantas daninhas em sistemas de produção.

Tais resultados confirmam os encontrados por Fernandes et al. (2014), constatando que o gênero *Mucuna* foi o melhor tratamento em resposta à supressão de plantas daninhas e porcentagem de cobertura. Por sua vez, Borges et al. (2014) encontram alto efeito supressivo de *Sorghum sudanense* sobre plantas daninhas.

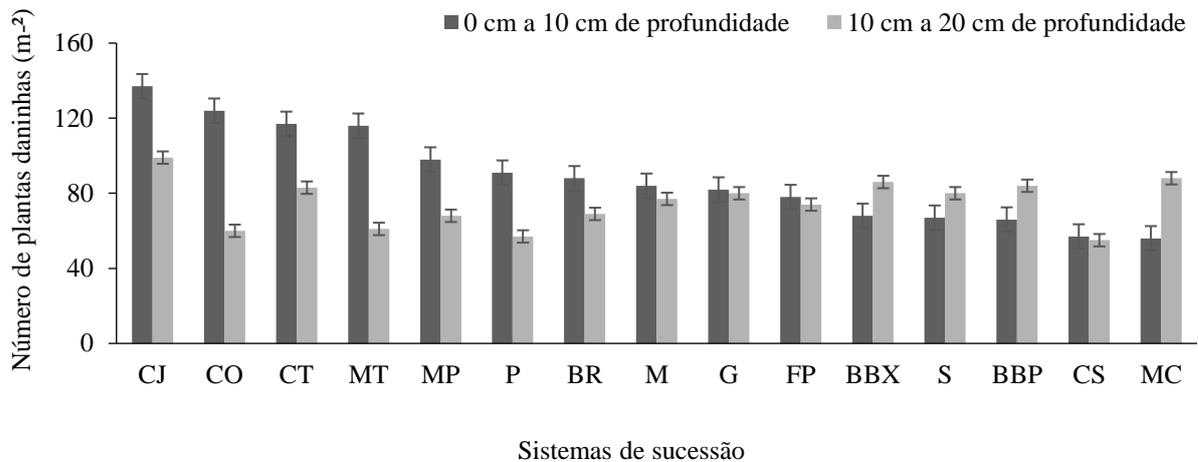


Figura 2 - Número total de indivíduos (m<sup>-2</sup>) em função dos tratamentos avaliados. Porto Velho, Rondônia, 2015.

*Cajanus cajan* (G), *Canavalia ensiformis* (FP), *Crotalaria juncea* (CJ), *Crotalaria ochroleuca* (CO), *Crotalaria spectabilis* (CT), *Mucuna aterrima* (MP), *Mucuna cinereum* (MC), *Pennisetum glaucum* (MT), *Pousio* (P) *Sorghum bicolor* (S), *Sorghum sudanense* (CS), *Urochloa brizantha* cv. Xaraés (BBX), *Urochloa brizantha* cv. Piatã (BBP), *Urochloa ruziziensis* (BR) e *Zea mays* (M).

Os tratamentos compreendendo o gênero *Crotalaria*, foram os que apresentaram os maiores valores de densidade (137 plântulas m<sup>-2</sup>) na profundidade de 0 a 10 cm. Ressalta-se que atualmente essas espécies têm sido utilizadas para compor importantes sistemas de produção para áreas agrícolas, especialmente áreas de cultivo de soja sob sistema plantio direto (ERASMO et al., 2004). São utilizadas como alternativa de controle cultural às pragas de solo de oneroso custo de controle e alto impacto negativo sobre o rendimento de lavouras, especialmente do grupo dos nematoides (LEANDRO; ASMUS, 2015). Portanto, ajustes na forma de implantação, com aumento da densidade de semeadura, uso de sementes de alta qualidade fisiológica, adensamento na semeadura com espaçamentos entrelinhas menores e outras práticas de manejo, podem representar uma estratégia importante, visando contornar uma maior propensão a essas plantas, a apresentar uma maior densidade de plantas daninhas.

As crotalárias são plantas que apresentam uma alta sensibilidade ao fotoperíodo. Ou seja, quando semeadas em safrinha, geralmente nos meses de fevereiro ou março, apresentam um fotoperíodo crítico que culmina na indução do seu florescimento mais rápido que quando semeadas no início das águas na região de cerrado e na região Sudoeste da Amazônia, em meados de outubro (TEODORO et al., 2011). Dessa forma, as plantas semeadas na safrinha apresentam porte menor e menor índice de área foliar que plantas semeadas na safra, gerando menor produção de biomassa, de aleloquímicos por unidade de área e cobertura do solo, o que

pode promover a emergência de plântulas oriundas de banco de sementes que sejam fotoblásticas positivas ou apresentem sensibilidade à aleloquímicos da palhada ou baixa competitividade para romper palhadas dispostas sobre o solo.

Uma predominância completa foi observada na produção de massa da matéria seca (biomassa seca) acumulada de plantas daninhas, na camada de 0 a 10 cm em todos os sistemas de sucessão (Figura 3).

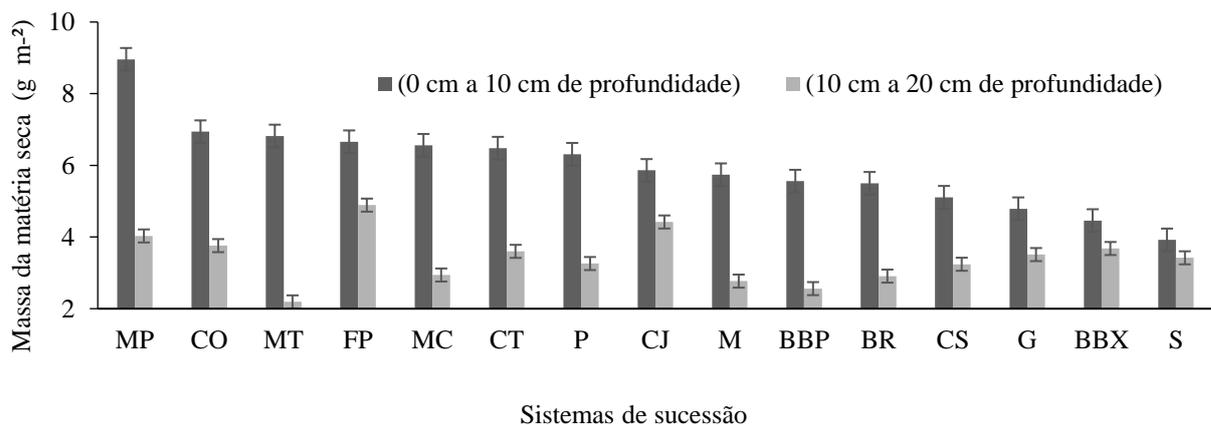


Figura 3 - Massa da matéria seca ( $\text{g m}^{-2}$ ) da parte aérea da comunidade infestante em função dos tratamentos avaliados. Porto Velho, Rondônia, 2015.

*Cajanus cajan* (G), *Canavalia ensiformis* (FP), *Crotalaria juncea* (CJ), *Crotalaria ochroleuca* (CO), *Crotalaria spectabilis* (CT), *Mucuna aterrima* (MP), *Mucuna cinereum* (MC), *Pennisetum glaucum* (MT), Pousio (P) *Sorghum bicolor* (S), *Sorghum sudanense* (CS), *Urochloa brizantha* cv. Xaraés (BBX), *Urochloa brizantha* cv. Piatã (BBP), *Urochloa ruziziensis* (BR) e *Zea mays* (M).

A maior produção de biomassa reflete o potencial de severidade de plantas daninhas em sistemas plantio direto nas camadas mais superficiais. Conforme Caetano et al. (2001), sementes de plantas daninhas se concentram mais nas camadas superficiais de 0 a 10 cm, quando comparada com a população de sementes de 10 a 20 cm.

O maior acúmulo de massa da matéria seca foi observado para o tratamento composto pela *Mucuna aterrima* na profundidade de 0 a 10 cm. Essa planta de cobertura apresenta uma alta produção de cobertura do solo, com rapidez e é tida como possuidora de aleloquímicos (ALVARENGA et al., 2001). Contudo, a mesma apresentou um dos maiores valores de densidade para a espécie *Lindernia diffusa*, uma espécie herbácea anual de ocorrência em terrenos temporariamente alagados (LORENZI, 2008). Com base nos resultados, entende-se que independente do sistema de sucessão avaliado, *Lindernia diffusa* foi a mais persistente sob as condições avaliadas. Tal ocorrência, pode ser justificada pelo turno de rega na casa de

vegetação, que indica ter favorecido a emergência de plantas daninhas que se desenvolvem em locais de solo úmido. É sabido que a água é um fator limitante para o desenvolvimento vegetal e sua falta, tanto quanto o excesso, afeta o crescimento, a sanidade e a produção das plantas (MONTEIRO et al., 2006).

Os índices de diversidade D e H' variaram de 0,75 (*Crotalaria juncea*) a 0,9 (*Urochloa ruziziensis* e *Sorghum bicolor*) e 2,49 (*Crotalaria juncea*) a 3,41 (*Urochloa ruziziensis*), na profundidade de 0 a 10 cm, respectivamente (Tabela 4). Enquanto que na profundidade de 10 a 20 cm os índices diversidade D e H' variaram de 0,77 (*Crotalaria juncea*) a 0,89 (*Crotalaria ochroleuca*, *Sorghum sudanense* e *Crotalaria spectabilis*) e 2,41 (*Urochloa brizantha* cv. Piatã) a 3,25 (*Crotalaria ochroleuca*, *Sorghum sudanense* e *Crotalaria spectabilis*), respectivamente.

Tabela 4 - Diversidade de espécies de plantas daninhas em função dos tratamentos avaliados pelo índice de diversidade de Simpson (D); índice de diversidade de Shannon-Weiner (H') e índice de sustentabilidade de Shannon-Weiner Evenness (SEP). Porto Velho, Rondônia, 2015.

Tratamentos	Profundidades (cm)					
	0 - 10			10 - 20		
	D	H'	SEP	D	H'	SEP
<i>Cajanus cajan</i>	0,80	2,72	1,11	0,82	3,02	0,99
<i>Canavalia ensiformis</i>	0,85	3,09	1,09	0,82	3,02	0,98
<i>Crotalaria juncea</i>	0,75	2,49	0,85	0,77	2,50	0,98
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	0,78	2,88	1,01	0,86	3,25	0,98
<i>Crotalaria spectabilis</i>	0,87	3,38	1,01	0,89	3,25	0,99
<i>Mucuna aterrima</i>	0,79	2,92	1,10	0,85	2,29	0,98
<i>Mucuna cinereum</i>	0,85	3,28	1,10	0,82	2,93	1,02
<i>Pennisetum glaucum</i>	0,81	2,90	1,05	0,79	2,60	1,12
Pousio	0,87	3,20	1,02	0,79	2,68	0,84
<i>Sorghum bicolor</i>	0,90	3,30	1,0	0,80	2,82	0,92
<i>Sorghum sudanense</i>	0,85	3,15	0,98	0,86	3,25	1,02
<i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés	0,84	2,99	0,92	0,84	3,10	1,15
<i>Urochloa brizantha</i> cv. Piatã	0,85	3,21	0,94	0,78	2,41	1,05
<i>Urochloa ruziziensis</i>	0,90	3,41	0,99	0,84	2,98	1,00
<i>Zea mays</i>	0,85	3,11	1,11	0,82	2,69	1,02

O coeficiente de diversidade D é um índice de dominância e varia de 0 a 1, e quanto mais elevado for, maior a probabilidade de dois indivíduos selecionados ao acaso pertencerem à mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade. Enquanto que o coeficiente de diversidade H' varia de 1,5 a 3,5, e quanto maior o valor de H', maior a diversidade de espécies na área, sendo mais influenciado pela ocorrência de espécies raras (URAMOTO et al., 2005; CONCENÇO et al., 2013). Maiores coeficientes de diversidade

estão normalmente associados a melhor distribuição de ocorrência de espécies espontâneas. Dessa forma, ambos os coeficientes indicaram alta diversidade em ambos sistemas de sucessão. Conforme Correia e Durigan (2004), a diversidade não está diretamente relacionada com maiores níveis de infestação. Nesse contexto, observou-se o menor nível de diversidade em *Crotalaria juncea*, porém, foi o sistema de sucessão que apresentou maior densidade de indivíduos de uma mesma espécie, ou seja, maior dominância e menor diversidade de plantas daninhas.

O SEP não apresentou alterações significativas entre os diferentes sistemas de sucessão. Concenço et al. (2014) encontraram valores de SEP entre 0,99 e 1,33 ao estudar sistemas de sucessão de cultivo de soja com oleaginosas de inverno. Esses autores consideraram valores abaixo de 1,50 ideais para sistemas considerados conservacionistas. Ao passo que neste trabalho os valores obtidos variaram de 0,85 (*Crotalaria juncea*) a 1,11 (*Cajanus cajan* e *Zea mays*) na profundidade de 0 a 10 cm, e para a profundidade de 10 a 20 cm, os valores variaram de 0,84 (Pousio) a 1,15 (*Urochloa brizantha* cv. Xaraés). Esses resultados servem como indicadores de tendência do comportamento dos sistemas de sucessão frente ao manejo adotado, e que possivelmente indicam a direção da sustentabilidade em longo prazo.

Ainda, na profundidade de 0 a 10 cm, o coeficiente de correlação cofenética foi igual a 0,74% (Figura 4).

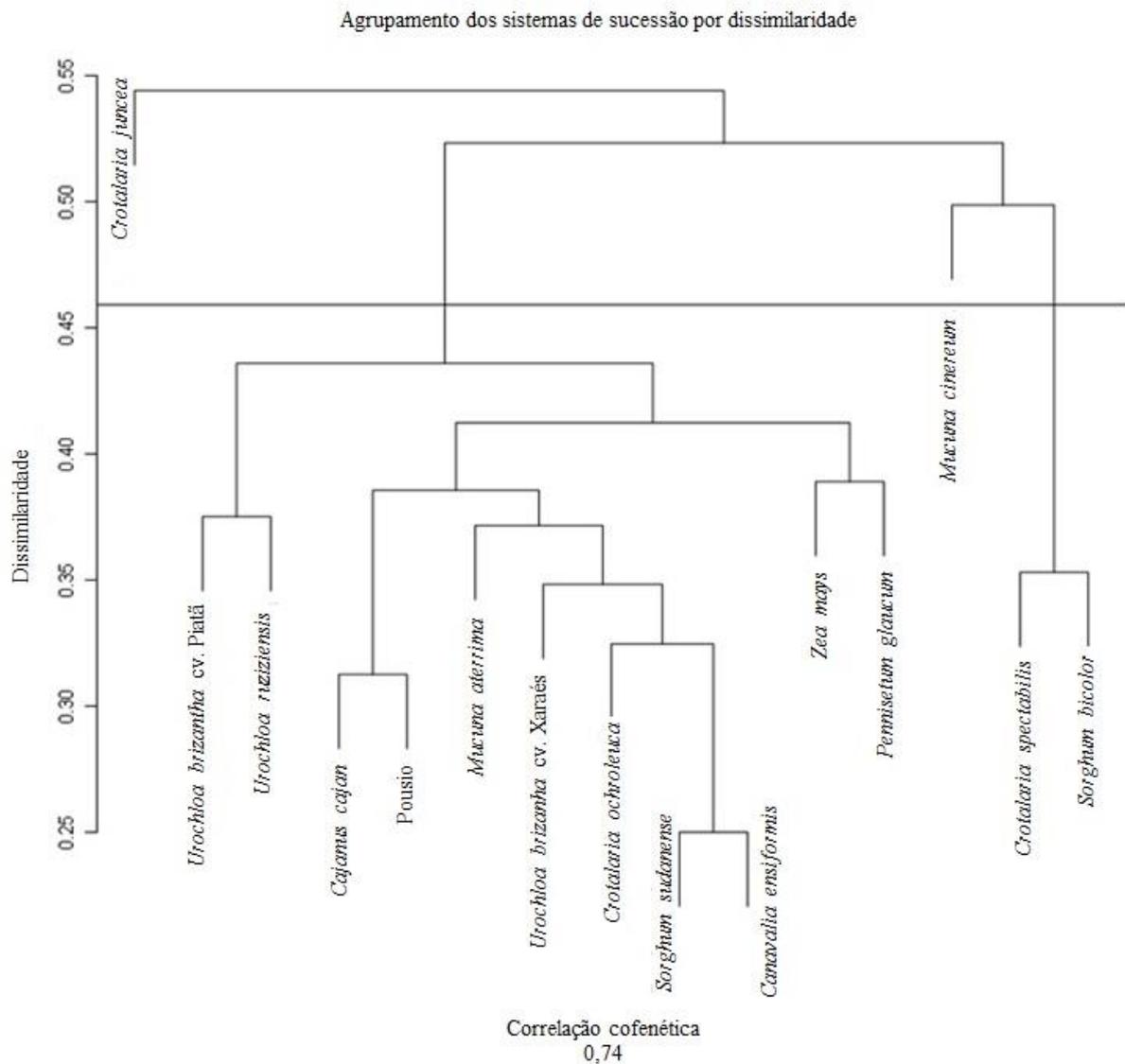


Figura 4 - Análise de agrupamento de tratamentos avaliados por dissimilaridade de ocorrência de plantas daninhas na profundidade de 0 a 10 cm. Porto Velho, Rondônia, 2015.

O mesmo foi observado por Concenço et al. (2014), que, ao avaliar o pré-plantio e a pós-emergência de culturas oleaginosas plantadas na sequência de soja, encontraram valores de correlação cofenética igual, respectivamente, 0,75% e 0,78%, o que não foi considerado pelos autores suficiente para a confiabilidade.

Foi observado na profundidade de 10 a 20 cm o coeficiente de correlação cofenética igual a 0,82% (Figura 5).

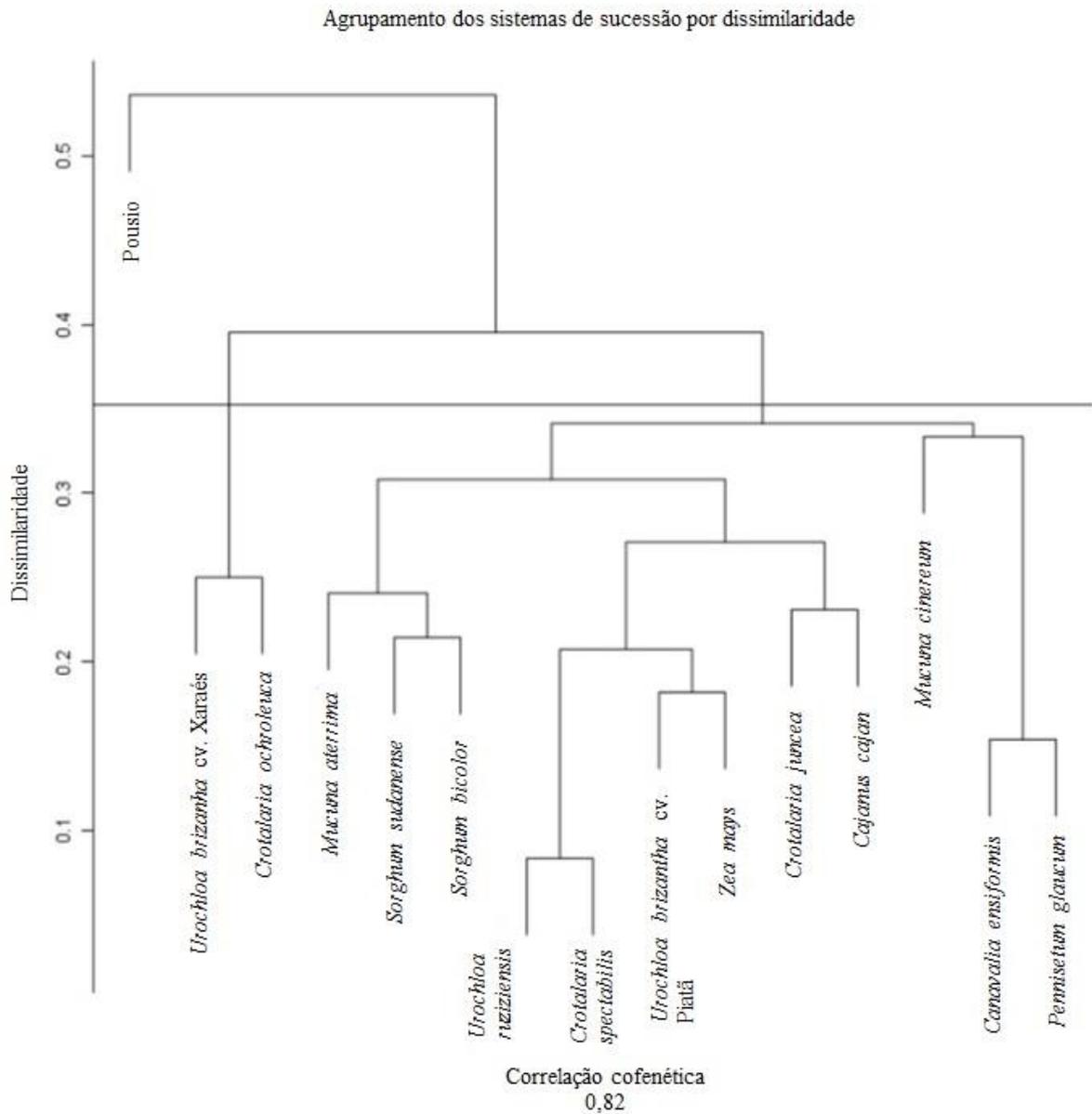


Figura 5 - Análise de agrupamento de tratamentos avaliados por dissimilaridade de ocorrência de plantas daninhas na profundidade de 10 a 20 cm. Porto Velho, Rondônia, 2015.

Segundo Sokal e Rohlf (1962), o coeficiente de correlação cofenética deve ser igual ou superior a 0,85, indicando que o agrupamento reflete adequadamente os dados originais. Contudo, o corte no dendrograma na altura 0,46 (0 a 10 cm de profundidade) e na altura 0,35 (10 a 20 cm de profundidade) sugere que o número ideal de grupos formados são de 2 e 3, respectivamente.

Nas figuras 6, 7, 8, 9, 10 e 11, pode-se observar as plantas daninhas com maior valor de importância em cada sistema de sucessão, em ambas as profundidades (0 a 10 e 10 a 20 cm).

O valor de importância envolve três fatores fundamentais na determinação da importância relativa de uma espécie em relação à comunidade, sendo eles: densidade relativa, frequência relativa e dominância relativa (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974).

No grupo das plantas forrageiras, notadamente do gênero *Urochloa*, observou-se os maiores valores de importância nas plantas daninhas *Lindernia dubia*, *Ludwigia affinis*, *Phyllanthus urinaria* e *Stachytarpheta cayennensis* (Figura 6).

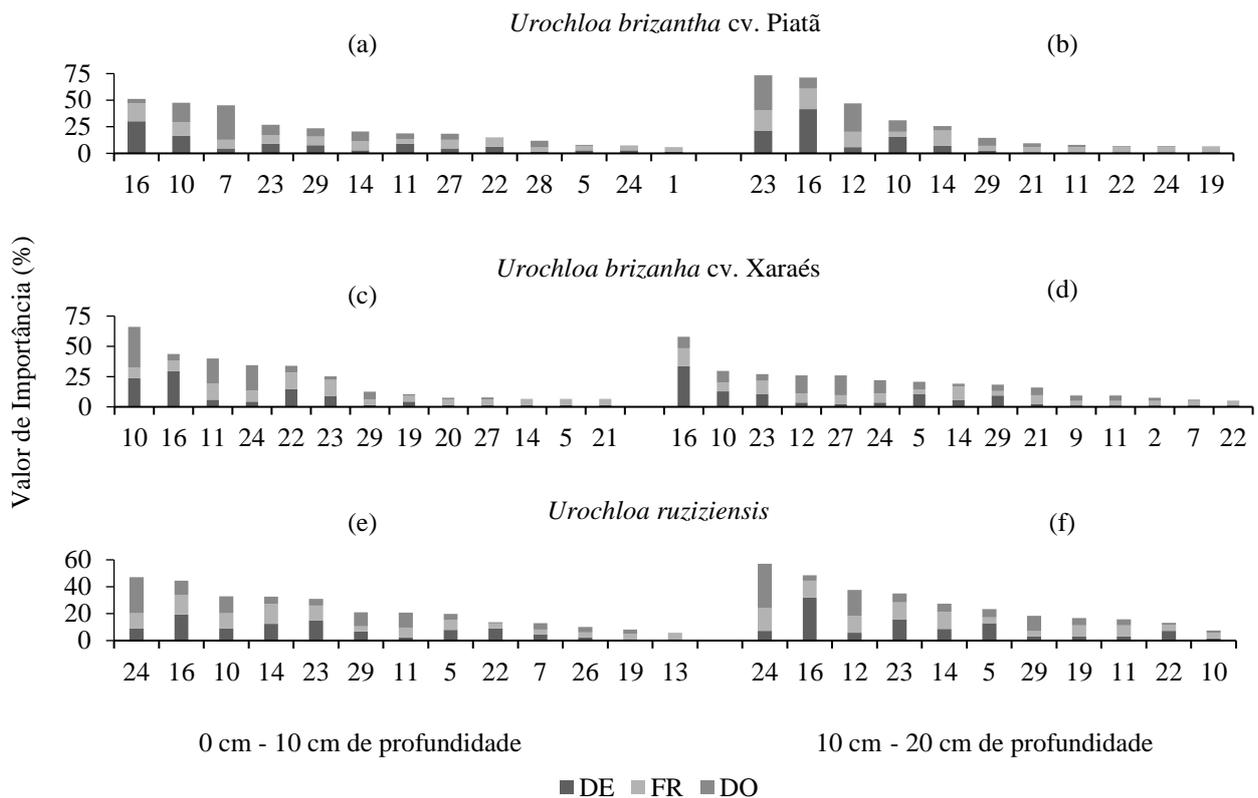


Figura 6 - Representações gráficas de dados de pesquisa de densidade (DE), frequência (FR), dominância (DO) e valor de importância em termos relativos, de *Urochloa brizantha* cv. Piatã (a - b), *Urochloa brizantha* cv. Xaraés (c - d) e *Urochloa ruziziensis* (e - f). Porto Velho, Rondônia, 2015.

1: *Cyperus laxus*; 2: *Fimbristylis miliacea*; 3: *Gaya pilosa*; 4: *Paspalum virgatum*; 5: *Kyllinga squamulata*; 6: *Rhynchospora nervosa*; 7: *Digitaria sanguinalis*; 8: *Eleusine indica*; 9: *Kyllinga odorata*; 10: *Ludwigia affinis*; 11: *Spermacoce latifolia*; 12: *Fimbristylis dichotoma*; 13: *Senna obtusifolia*; 14: *Salvia sp.*; 15: *Urochloa plantaginea*; 16: *Lindernia dubia*; 17: *Spigelia anthelmia*; 18: *Mimosa pudica*; 19: *Lindernia diffusa*; 20: *Panicum maximum*; 21: *Sebastiania corniculata*; 22: *Phyllanthus orbiculatus*; 23: *Phyllanthus urinaria*; 24: *Stachytarpheta cayennensis*; 25: *Pityrogramma calomelanos*; 26: *Sida rhombifolia*; 27: *Cyperus esculentus*; 28: *Acalypha arvensis* e 29: *Spermacoce verticillata*.

No grupo das leguminosas (Figura 7), verificou-se o maior VI em *Lindernia diffusa*, *Fimbristylis dichotoma*, *Ludwigia affinis*, *Lindernia dubia* e *Spermacoce verticillata*.

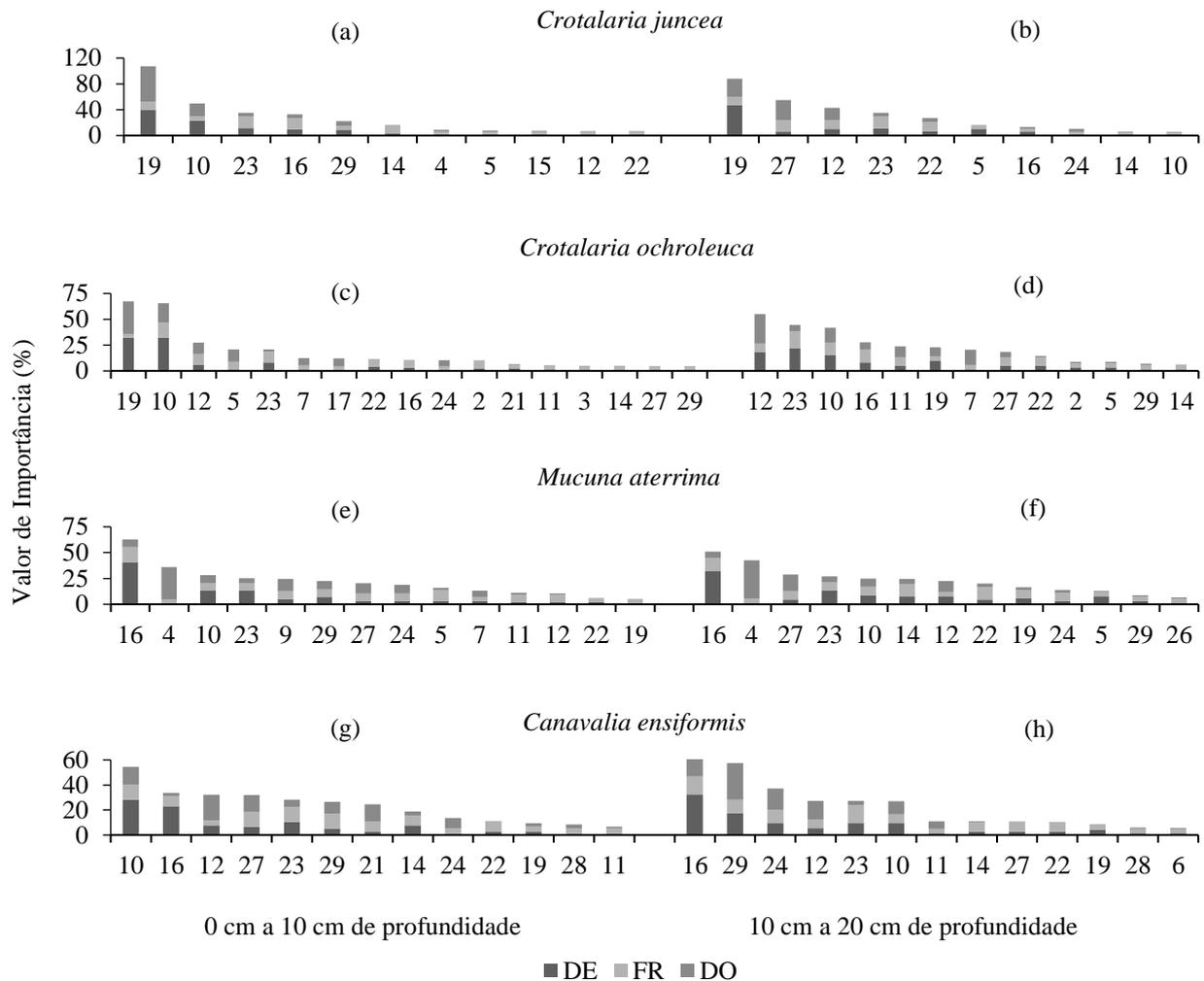


Figura 7 - Representações gráficas de dados de pesquisa de densidade (DE), frequência (FR), dominância (DO) e valor de importância em termos relativos, de *Crotalaria juncea* (a – b), *Crotalaria ochroleuca* (c – d), *Mucuna aterrima* (e – f) e *Canavalia ensiformis* (g – h). Porto Velho, Rondônia, 2015.

1: *Cyperus laxus*; 2: *Fimbristylis miliacea*; 3: *Gaya pilosa*; 4: *Paspalum virgatum*; 5: *Kyllinga squamulata*; 6: *Rhynchospora nervosa*; 7: *Digitaria sanguinalis*; 8: *Eleusine indica*; 9: *Kyllinga odorata*; 10: *Ludwigia affinis*; 11: *Spermacoce latifolia*; 12: *Fimbristylis dichotoma*; 13: *Senna obtusifolia*; 14: *Salvia sp.*; 15: *Urochloa plantaginea*; 16: *Lindernia dubia*; 17: *Spigelia antheimia*; 18: *Mimosa pudica*; 19: *Lindernia diffusa*; 20: *Panicum maximum*; 21: *Sebastiania corniculata*; 22: *Phyllanthus orbiculatus*; 23: *Phyllanthus urinaria*; 24: *Stachytarpheta cayennensis*; 25: *Pityrogramma calomelanos*; 26: *Sida rhombifolia*; 27: *Cyperus esculentus*; 28: *Acalypha arvensis* e 29: *Spermacoce verticillata*.

Ainda no grupo das leguminosas (Figura 8), destacam-se com maior valor de importâncias as plantas daninhas: *Ludwigia affinis*, *Phyllanthus urinaria*, *Lindernia dubia*, *Fimbristylis dichotoma*, e *Cyperus esculentus*.

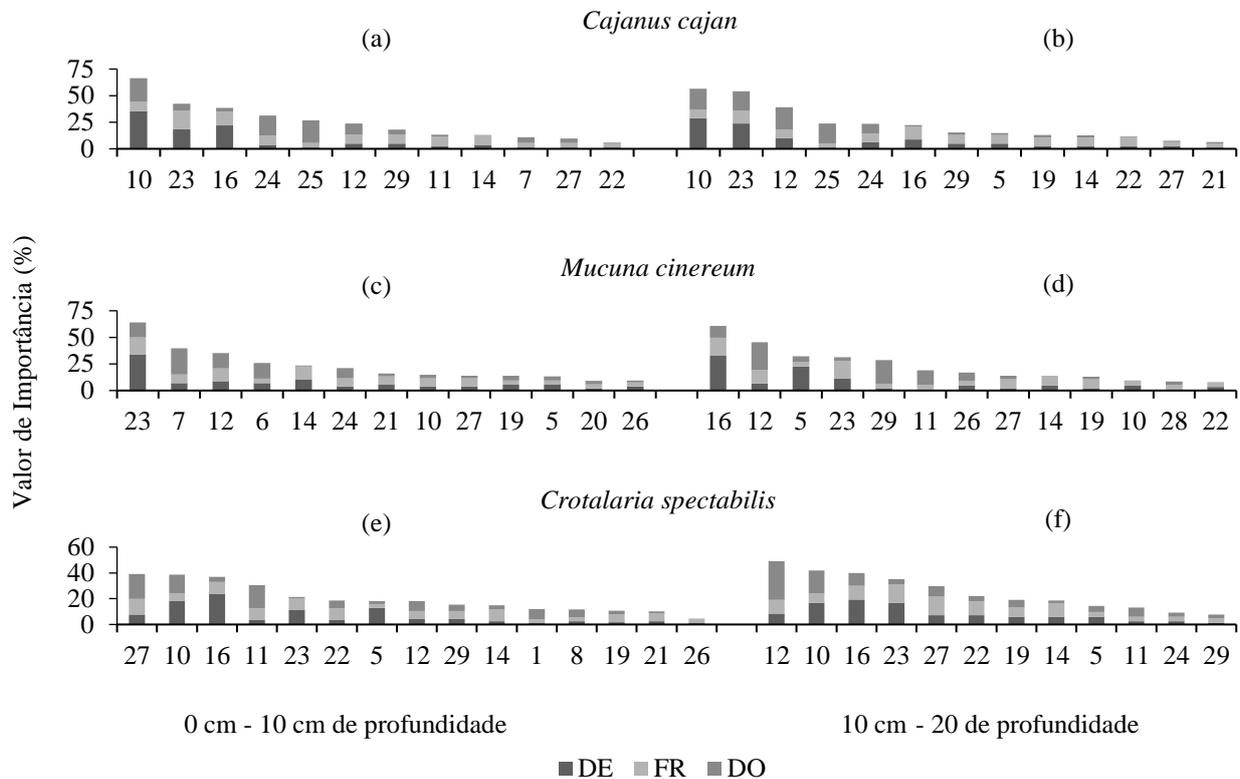


Figura 8 - Representações gráficas de dados de pesquisa de densidade (DE), frequência (FR), dominância (DO) e valor de importância em termos relativos, de *Cajanus cajan* (a – b), *Mucuna cinereum* (c – d) e *Crotalaria spectabilis* (e – f). Porto Velho, Rondônia, 2015.

1: *Cyperus laxus*; 2: *Fimbristylis miliacea*; 3: *Gaya pilosa*; 4: *Paspalum virgatum*; 5: *Kyllinga squamulata*; 6: *Rhynchospora nervosa*; 7: *Digitaria sanguinalis*; 8: *Eleusine indica*; 9: *Kyllinga odorata*; 10: *Ludwigia affinis*; 11: *Spermacoce latifolia*; 12: *Fimbristylis dichotoma*; 13: *Senna obtusifolia*; 14: *Salvia sp.*; 15: *Urochloa plantaginea*; 16: *Lindernia dubia*; 17: *Spigelia anthelmia*; 18: *Mimosa pudica*; 19: *Lindernia diffusa*; 20: *Panicum maximum*; 21: *Sebastiania corniculata*; 22: *Phyllanthus orbiculatus*; 23: *Phyllanthus urinaria*; 24: *Stachytarpheta cayennensis*; 25: *Pityrogramma calomelanos*; 26: *Sida rhombifolia*; 27: *Cyperus esculentus*; 28: *Acalypha arvensis* e 29: *Spermacoce verticillata*.

Nos tratamentos *Sorghum sudanense* e *Sorghum bicolor* (Figura 9), as espécies com maior valor de importância foram *Phyllanthus urinaria*, *Lindernia dubia*, *Stachytarpheta cayennensis* e *Spermacoce verticillata*.

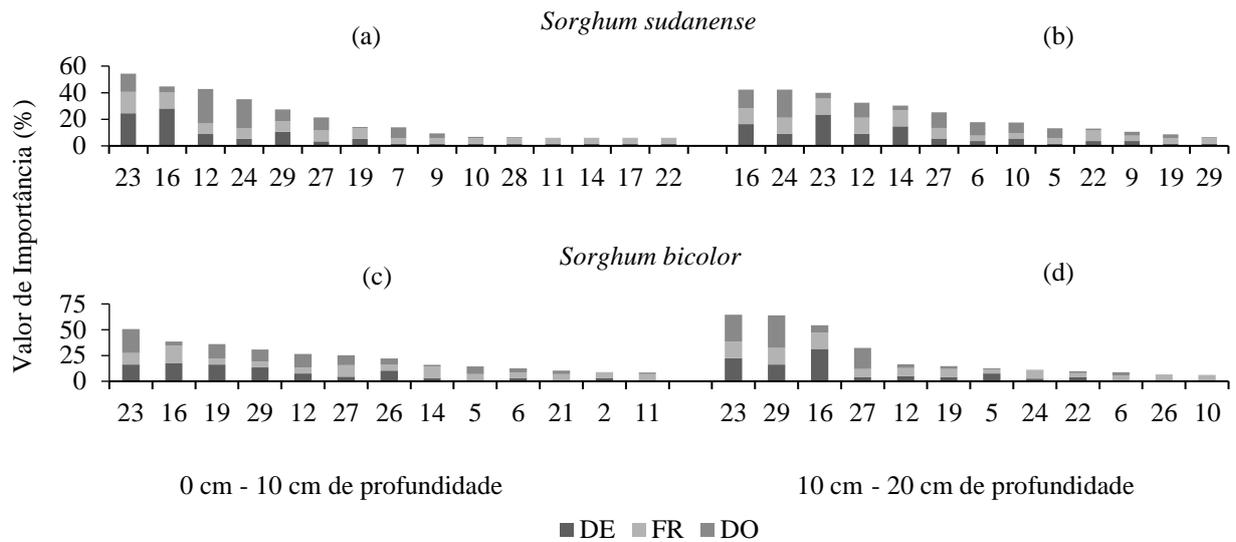


Figura 9 - Representações gráficas de dados de pesquisa de densidade (DE), frequência (FR), dominância (DO) e valor de importância em termos relativos, de *Sorghum sudanense* (a – b) e *Sorghum bicolor* (c – d). Porto Velho, Rondônia, 2015.

1: *Cyperus laxus*; 2: *Fimbristylis miliacea*; 3: *Gaya pilosa*; 4: *Paspalum virgatum*; 5: *Kyllinga squamulata*; 6: *Rhynchospora nervosa*; 7: *Digitaria sanguinalis*; 8: *Eleusine indica*; 9: *Kyllinga odorata*; 10: *Ludwigia affinis*; 11: *Spermacoce latifolia*; 12: *Fimbristylis dichotoma*; 13: *Senna obtusifolia*; 14: *Salvia sp.*; 15: *Urochloa plantaginea*; 16: *Lindernia dubia*; 17: *Spigelia anthelmia*; 18: *Mimosa pudica*; 19: *Lindernia diffusa*; 20: *Panicum maximum*; 21: *Sebastiania corniculata*; 22: *Phyllanthus orbiculatus*; 23: *Phyllanthus urinaria*; 24: *Stachytarpheta cayennensis*; 25: *Pityrogramma calomelanos*; 26: *Sida rhombifolia*; 27: *Cyperus esculentus*; 28: *Acalypha arvensis* e 29: *Spermacoce verticillata*.

Para os sistemas de sucessão *Pennisetum glaucum* e *Zea mays* (Figura 10), destacaram-se com maior valor de importância as plantas daninhas, *Lindernia diffusa*, *Lindernia dubia* e *Phyllanthus urinaria*.

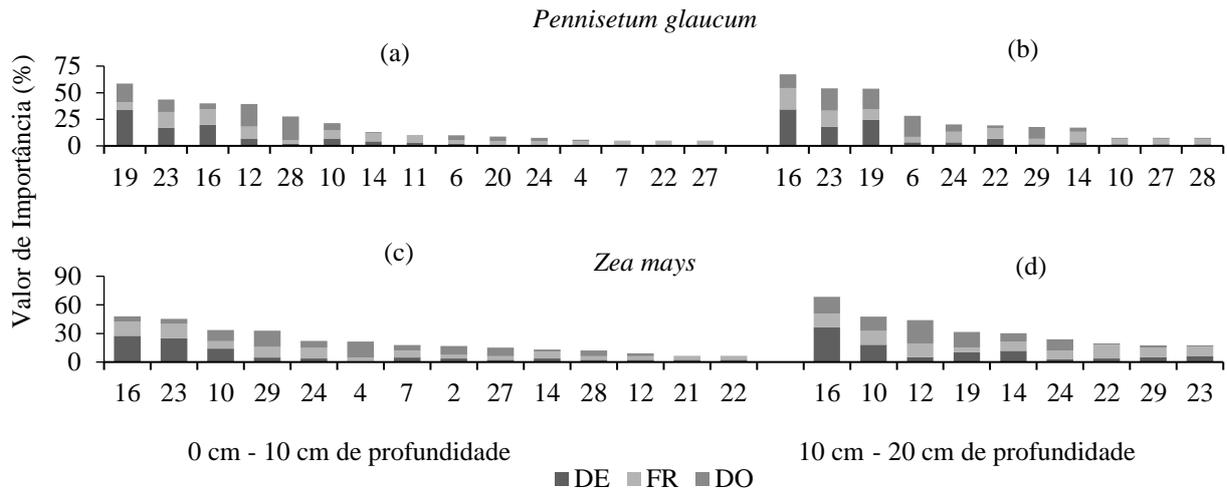


Figura 10 - Representações gráficas de dados de pesquisa de densidade (DE), frequência (FR), dominância (DO) e valor de importância em termos relativos, de *Pennisetum glaucum* (a – b) e *Zea mays* (c – d). Porto Velho, Rondônia, 2015.

1: *Cyperus laxus*; 2: *Fimbristylis miliacea*; 3: *Gaya pilosa*; 4: *Paspalum virgatum*; 5: *Kyllinga squamulata*; 6: *Rhynchospora nervosa*; 7: *Digitaria sanguinalis*; 8: *Eleusine indica*; 9: *Kyllinga odorata*; 10: *Ludwigia affinis*; 11: *Spermacoce latifolia*; 12: *Fimbristylis dichotoma*; 13: *Senna obtusifolia*; 14: *Salvia sp.*; 15: *Urochloa plantaginea*; 16: *Lindernia dubia*; 17: *Spigelia anthelmia*; 18: *Mimosa pudica*; 19: *Lindernia diffusa*; 20: *Panicum maximum*; 21: *Sebastiania corniculata*; 22: *Phyllanthus orbiculatus*; 23: *Phyllanthus urinaria*; 24: *Stachytarpheta cayennensis*; 25: *Pityrogramma calomelanos*; 26: *Sida rhombifolia*; 27: *Cyperus esculentus*; 28: *Acalypha arvensis* e 29: *Spermacoce verticillata*.

No Pousio, observou-se o maior valor de importância em *Phyllanthus urinaria* e *Stachytarpheta cayennensis* (Figura 11).

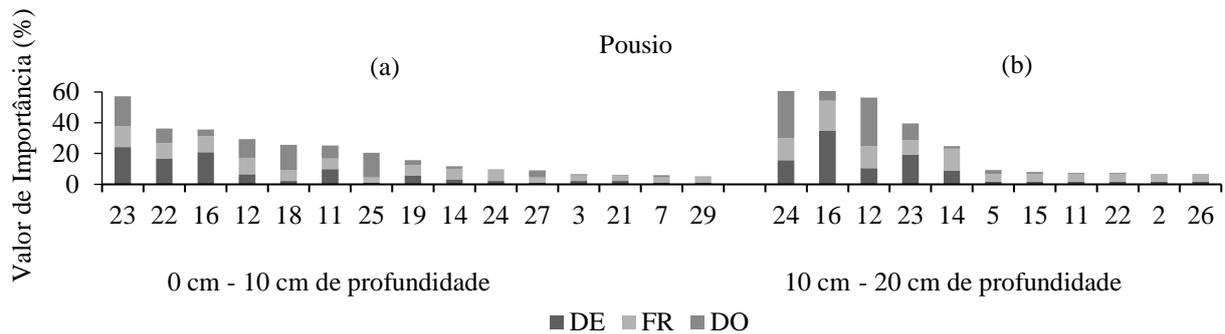


Figura 11 - Representações gráficas de dados de pesquisa de densidade (DE), frequência (FR), dominância (DO) e valor de importância em termos relativos de Pousio (a – b). Porto Velho, Rondônia, 2015.

1: *Cyperus laxus*; 2: *Fimbristylis miliacea*; 3: *Gaya pilosa*; 4: *Paspalum virgatum*; 5: *Kyllinga squamulata*; 6: *Rhynchospora nervosa*; 7: *Digitaria sanguinalis*; 8: *Eleusine indica*; 9: *Kyllinga odorata*; 10: *Ludwigia affinis*; 11: *Spermacoce latifolia*; 12: *Fimbristylis dichotoma*; 13: *Senna obtusifolia*; 14: *Salvia sp.*; 15: *Urochloa plantaginea*; 16: *Lindernia dubia*; 17: *Spigelia anthemlia*; 18: *Mimosa pudica*; 19: *Lindernia diffusa*; 20: *Panicum maximum*; 21: *Sebastiania corniculata*; 22: *Phyllanthus orbiculatus*; 23: *Phyllanthus urinaria*; 24: *Stachytarpheta cayennensis*; 25: *Pityrogramma calomelanos*; 26: *Sida rhombifolia*; 27: *Cyperus esculentus*; 28: *Acalypha arvensis* e 29: *Spermacoce verticillata*

Com foco sobre plantas daninhas de importância agrônômica, que geram danos por meio de competição ou alelopatia negativa sobre as culturas comerciais, notadamente as de grãos, as plantas daninhas com maior impacto competitivo e ampla ocorrência em áreas agrícolas da Amazônia, e que tiveram ocorrência no presente estudo, foram: *Spermacoce latifolia* (erva-quente) e *Spermacoce verticillata* (vassourinha-de-botão). São espécies pertencentes à família Rubiaceae, que apresentam ciclo anual e reprodução por sementes (LORENZI, 2008), possuindo alta capacidade competitiva em culturas anuais, com preferência por solos ácidos e toleram certo grau de sombreamento (RAMIRES et al., 2011). Fontes e Tonato (2016) verificaram em vassourinha-de-botão elevada capacidade de formar grandes infestações em áreas cultiváveis, sendo de difícil controle.

## 2.4 Conclusões

Há uma predominância no acúmulo de biomassa da matéria seca na profundidade de 0 a 10 cm, enquanto expressão do potencial do banco de sementes em solos manejados sob plantio direto na região Sudoeste da Amazônia.

As crotalárias apresentam maior densidade de plantas daninhas frente às demais avaliadas pelo banco de sementes formado nesses tratamentos na camada de 0 a 10 cm de profundidade.

Verifica-se uma alta diversidade de plantas daninhas em sistemas agrícolas na região Amazônica, o que reforça a necessidade de levantamentos fitossociológicos para a definição das melhores práticas integradas de controle.

## REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.
- BARBOUR, M. G.; BURKE, J. H.; PITTS, W. D. **Terrestrial plant ecology**. Menlo Park: Benjamin/Cummings, 1998, 688 p.
- BORGES, W. L. B.; FREITAS, R. S.; MATEUS, G. P.; SÁ, M. E.; Alves, M. C. Supressão de plantas daninhas utilizando plantas de cobertura do solo. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 32, n. 4, p. 755-763, 2014.
- CAETANO, R. S. X., CHRISTOFFOLETI, P. J.; VICTORIA FILHO, R. Banco de sementes de plantas daninhas em pomar de laranjeira pera. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, SP, v. 58, n. 3, p. 509-517, 2001.
- CASTRO, G. S. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Sistemas de produção de grãos e incidência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 29, n. SPE, p. 1001-1010, 2011.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; CAETANO, R. S. X. Soil seed banks. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, SP, v. 55, n. SPE, p. 74-78, 1998.
- CONCENÇO, G. **Análises fitossociológicas de plantas daninhas: método aplicado ao ambiente "R"**. 1. ed. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2015, 30 p.
- \_\_\_\_\_; SILVA, C. J.; TOMAZI, M.; MARQUES, R. F.; SANTOS, S. A.; ALVES, M.E.S.; PALHARINI, W. G.; FROES, A. L.; FABRIS, D. N. Winter oilseed crops after soybeans as tools for weed management in Brazilian savannah cropping systems. **American Journal of Plant Sciences**, Dourados, MS, v. 05, n. 15, p. 16-18, 2014.
- \_\_\_\_\_; TOMAZI, M.; CORREIA, I. V. T.; SANTOS, S. A.; GALON, L. Phytosociological surveys: tools for weed science? **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 469-482, 2013.
- COSTA, J. R.; FONTES, J. R. A.; MORAIS, R. R. **Banco de sementes do solo em áreas naturais e cultivos agrícolas**. 1. ed. Manaus, AM: Embrapa Amazônia Ocidental, 2013, 35 p.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Emergência de Plantas daninhas em Solo Coberto com Palha de Cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 22, n. 1, p. 11-17, 2004.

ERASMO, E. A. L.; AZEVEDO, W. R.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, A. M.; GARCIA, S. L. R. Potencial de espécies utilizadas como adubação verde na gestão integrado de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 22, n. 3, p. 337-342, 2004.

FERNANDES, S. S. L.; MATOS, A. T.; MOITINHO, M. R.; MOTTA, I. S.; OTSUBO, A. A.; PADOVAN, M. P. Desempenho de adubos verdes num sistema de produção sob bases ecológicas em Itaquiraí. **Cadernos de Agroecologia**, Dourados, MS, v. 9, n. 4, p. 12, 2014.

FONTES, J. R. A.; TONATO, F. **Acúmulo de nutrientes por vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata*), planta daninha de pastagens na Amazônia**. Manaus, AM: Embrapa Amazônia Ocidental, 2016, 5 p. (Circular Técnica, 54).

GAZZIERO, D. L. P.; BRIGHENTI, A. M.; LOLLATO, R. P.; PITELLI, R. A.; VOLL, E.; OLIVEIRA, E.; MORIYAMA, R. T. **Manual de identificação de plantas daninhas da cultura da soja**. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2006, 115 p.

IKEDA, F. S.; MITJA, D.; VILELA, L.; SILVA, J. C. S. Banco de sementes em cerrado sensu stricto sob queimada e sistemas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 6, p. 667-673, 2008.

JAKELAITIS, A.; CARDOSO, I. S.; SOARES, M. P. Banco de sementes de plantas daninhas em solos cultivados com culturas e pastagens-10.14688/1984-3801/gst. **Global Science and Technology**, Rio Verde, GO, v. 7, n. 2, p. 63-73, 2014.

LEANDRO, H. M.; ASMUS, G. L. Rotação e sucessão de culturas para o manejo do nematoide reniforme em área de produção de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 45, n. 6, p. 945-950, 2015.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4. ed. São Paulo, SP: Nova Odessa, 2008, 581 p.

\_\_\_\_\_. (Coord.). **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 7. ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 2014, 384 p.

MANABE, P. M. S.; DE MATOS, C. DA C.; FERREIRA, E. A.; FERREIRA DA SILVA, A.; ALBERTO DA SILVA, A.; SEDIYAMA, T.; MANABE, A.; ROCHA, P. R. R.; SILVA, C. T. Efeito da competição de plantas daninhas na cultura do feijoeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 31, n. 2, 2015.

McMANUS, J. W.; PAULY, D. Measuring ecological stress: variations on a theme by R. M. Warwick. **Marine Biology**, Manila, PHI, v. 106, n. 2, p. 305-308, 1990.

MONTEIRO, R. O. C.; COLARES, D. S.; COSTA R. N. T.; LEÃO, M. C. S.; AGUIAR, J. V. Função de resposta do meloeiro a diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Fortaleza, CE, v. 24, p. 455-459, 2006.

MOREIRA, H. J. C.; BRAGANÇA, H. B. N. **Manual de identificação de plantas infestantes**. Campinas, SP: FMC, 2011, 326 p.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. Wiley, New York City, NY, 1974, p. 547.

NEOTROPICAL HERBARIUM SPECIMENS, **The Field Museum**. Disponível em: <<http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/index.php>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

NUNES, M. R.; PAULETTO, E. A.; DENARDIN, J. E.; FAGANELLO, A.; PINTO, L. F. S.; SCHEUNEMANN, T. Persistência dos efeitos da escarificação sobre a compactação de Nitossolo sob plantio direto em região subtropical úmida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 49, n. 7, p. 531-539, 2014.

PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. Série Técnica **IPEF**, Piracicaba, SP, v. 4, p. 1-24, 1987.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna, AUT: R Foundation for Statistical Computing, 2014. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 22 jun. 2016.

RAMIRES, A. C.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; GUERRA, N.; ALONSO, D. G.; RAIMONDI, M. A. Glyphosate associado a outros herbicidas no controle de *Commelina benghalensis* e *Spermacoce latifolia*. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, v. 32, n. 3, p. 883-896, 2011.

REFLORA. **Herbário Virtual**. Disponível em: <<http://www.herbariovirtualreflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual>> Acesso em: 20 nov. 2015.

SILVA, C. B.; OLIVEIRA, M.; DIAS, J. F.; ZANIN, S. M. W.; SANTOS, G. O.; CÂNDIDO, A. C. S.; PERES, M. T. L. P.; SIMIONATTO, E.; MIGUEL, O. G.; MIGUEL, M. D. Atividade alelopática dos lixiviados de *Asemeia extraaxillaris* (Polygalaceae) sobre o crescimento de *Ipomoea cordifolia*. **Plantas Mediciniais**, Botucatu, SP, v. 18, n. 1, p. 215-222, 2016.

SNEATH, P. H.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy: the principles and practice of numerical classification**: W. H. Freeman, San Francisco, California, 1973. 573 p.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. The comparison of dendrograms by objective methods. **Taxon**, Berlin, GER, v. 11, n. 1, p. 30-40, 1962.

SPECIES LINK. Disponível em: <<http://slink.cria.org.br>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

TEODORO, R. B.; OLIVEIRA, F. L.; SILVA, D. M. N.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M. A. L. Aspectos agrônômicos de leguminosas para adubação verde no Cerrado do Alto Vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Jequitinhonha, MG, v. 35, n. 2, p. 635-4, 2011.

TROPICOS. **Missouri Botanical Gardem**, Disponível em <<http://www.tropicos.org>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

URAMOTO, K.; WALDER, J. M. M.; ZUCCHI, R. A. Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. **Neotrop. Entomol**, Londrina, PR, v. 34, n. 1, p. 33-39, 2005.

VIVIAN, R.; SILVA, A. A.; GIMENES, JR.; M.; FAGAN, E. B.; RUIZ, S. T.; LABONIA, V. Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência: breve revisão. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 26, n. 3, p. 695-706, 2008.

VOLL, E.; ADEGAS, F. S.; GAZZIERO, D. L. P.; BRIGUENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. C. N. Amostragem do banco de sementes e flora emergente de plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 2, p. 211-218, 2003.

### 3 POTENCIAL ALELOPÁTICO DE PLANTAS DE COBERTURA NO CONTROLE DE VASSOURINHA-DE-BOTÃO (*Spermacoce verticillata* L.)

#### RESUMO

A busca por alternativas à utilização de herbicidas no manejo de plantas daninhas é preponderante para o alcance de maior sustentabilidade na produção agrícola na região Amazônica. Objetivou-se avaliar o potencial alelopático de diferentes plantas de cobertura, sobre a planta daninha vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata* L.). Foram avaliadas três doses de palhada (10, 25 e 50 mg) oriundas de treze plantas de cobertura, além do controle (sem palha), sobre a germinação e o crescimento inicial da planta daninha pelo método sandwich. Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. Observou-se que as palhadas das plantas de cobertura inibiram a germinação e o crescimento inicial da *Spermacoce verticillata* e da planta bioindicadora *Lactuca sativa*. Os maiores detaches quanto ao efeito supressivo na germinação da planta daninha foram observados para o *Cajanus cajan*, *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, *Mucuna cinereum*, *Mucuna aterrima*, *Canavalia ensiformis*, *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis* e *Urochloa ruziziensi*. As maiores doses de palhada promoveram uma redução de 44,0 e 78,8% na radícula em relação à menor dose de palhada (10 mg), respectivamente, para a alface e para a vassourinha-de-botão. A radícula é a estrutura que apresenta maior sensibilidade aos aleloquímicos em plântulas de alface e de vassourinha-de-botão. A utilização de plantas de cobertura em área de cultivo sob plantio direto representa uma estratégia para compor um plano de manejo integrado no controle da *Spermacoce verticillata*.

**Palavras-chave:** Alelopatia. *Cajanus cajan*. Inibição de germinação. Método sandwich.

Palhada.

#### ABSTRACT

Alternatives to the use of herbicides in weed management are preponderant for achieving greater sustainability in the agricultural production in the Amazon region. This study aims to evaluate the allelopathic potential of different cover crops, on the weed Shrubby False Buttonweed (*Spermacoce verticillata*). Three levels of straw (10, 25 and 50 mg) from thirteen cover crops, plus the control (without straw), were evaluated on germination and initial growth of the weed. A completely randomized experimental design, with four

replicates, was used. It was observed that the cover crop inhibited of the weed the germination and early growth of *Spermacoce verticillata* and bioindicator plant *Lactuca sativa*. The cover crops *Cajanus cajan*, *Urochloa brizantha* cv. Xaraes, *Mucuna cinereum*, *Mucuna aterrima*, *Canavalia ensiformis*, *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis* e *Urochloa ruziziensis* promoted a suppressive effect on the germination of the invasive species. The highest levels of straw promoted a reduction of 44.0 and 78.8% in the radicle in relation in relation to the lowest level of straw (10 mg), respectively, for lettuce and for the Shrubby False Buttonweed. It is concluded that the radicle is the structure that has greater sensitivity to allelochemicals in lettuce and Shrubby False Buttonweed seedlings. The use of allelopathic cover crops in no-tillage areas represents a potential strategy to control *Spermacoce verticillata*.

**Key words:** Allelopathy. *Cajanus cajan*. Germination inhibition. Sandwich method. Straw.

### 3.1 Introdução

As plantas daninhas competem por diferentes recursos com as culturas agrícolas, sendo o manejo dessas plantas necessário para que se possa minimizar perdas na produção (CASTRO et al., 2011). O manejo destas plantas ocorre, predominantemente, pelo método químico, por meio da aplicação de herbicidas. Quando utilizados inadequadamente, esses insumos promovem desequilíbrios em agroecossistemas, tais como o aumento de biótipos resistentes e contaminações de corpos hídricos e solo (TAKANO et al., 2016).

Apesar das tecnologias modernas preconizarem a utilização integrada de métodos de manejo de plantas daninhas, focando no uso racional de insumos como os herbicidas, a utilização desses insumos é prática corrente em diversas regiões do Brasil (KARAM; CRUZ 2004; VARGAS; ROMAN, 2006). Na região Amazônica, o problema de infestação em áreas agrícolas é intensificado em virtude das condições de alta precipitação e calor, que proporcionam elevada diversidade e agressividade das plantas daninhas (EMBRAPA, 2006; ARAUJO et al., 2007).

Uma alternativa de manejo para as plantas daninhas reside na utilização de sistemas conservacionistas que utilizem estratégias de sucessão, consórcio e rotação de culturas, com espécies plantadas no intuito de geração de palhada as quais, além de proteger e melhorar a qualidade do solo e aumentar a produtividade da cultura, promovem uma diminuição da infestação de plantas daninhas (BORGES et al., 2014). A palhada sobre o solo, oriunda das plantas de cobertura, pode atuar pelo impedimento físico à germinação de plantas daninhas

(NUNES et al., 2014) ou pela liberação de substâncias inibidoras da germinação e ou do crescimento de plantas daninhas. Essas substâncias, denominadas aleloquímicos, são resultantes dos metabólitos secundários, e podem promover efeitos negativos na fisiologia das plantas daninhas, como influenciar a dinâmica de populações em agroecossistemas inteiros (ZHANG et al., 2016). Nesse sentido, a alelopatia pode representar uma estratégia de controle não convencional ao manejo de pragas em sistemas agrícolas.

Uma das ferramentas utilizadas para identificar o potencial alelopático de plantas cobertura em laboratório é o método sanduíche, proposto por Fujii et al. (2004). O método consiste em depositar biomassa seca (palhada) da espécie potencialmente alelopática entre duas camadas de ágar e sementes de uma planta bioindicadora. A alface (*Lactuca sativa*) é a mais descrita na literatura como espécie bioindicadora, devido sua sensibilidade à aleloquímicos (FERREIRA; BORGHETTI, 2004). O potencial alelopático é verificado por meio da avaliação da germinação da planta sensível e da planta daninha alvo mensurando parâmetros do crescimento inicial, tais como o comprimento de radícula e de hipocótilo das plântulas.

Dentre as plantas daninhas de grande importância econômica nas Américas, a vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata* L.), destaca-se por ser uma das espécies que ocorre com alta frequência em áreas de pastagem nativas e em áreas de produção de grãos em sistema plantio direto (MODESTO JÚNIOR; MASCARENHAS, 2001; LORENZI, 2008). Segundo relatos, a vassourinha-de-botão é uma espécie que possui alta capacidade de gerar infestações em áreas cultiváveis, sendo de difícil controle (FONTES; TONATO, 2016; MILÉO et al., 2016).

Nesse sentido, objetivou-se avaliar o potencial alelopático de diferentes plantas de cobertura, sobre a planta daninha vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata* L.).

## **3.2 Material e métodos**

### **3.2.1 Área da coleta**

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS), da Embrapa Rondônia, no município de Porto Velho, Rondônia. Utilizou-se material vegetal coletado em uma área experimental (8° 47' 53'' S e 63° 51' 02'' W, e altitude de 87 m) ocupada desde 2014 com um experimento avaliando diferentes opções de plantas de cobertura, em sucessão à cultura do milho (Figura 12) em plantio direto.



Figura 12 - Imagem da área experimental contendo as plantas de cobertura. Porto Velho, Rondônia, 2016

Fonte: GOOGLE MAPS. [Embrapa Porto Velho - Rodovia BR-364, Km 5,5 - Zona Rural, RO]. [2016]. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-8.7979394>,

Previamente à implantação das plantas de cobertura, a área foi, por mais de dezoito anos, constituída por pastagem *Urochloa brizantha* cv. Marandú. Por isso, estava em avançado grau de degradação, até 2008 quando foi introduzida a cultura da soja sob plantio direto visando à recuperação indireta da área. Desde 2014, a área é ocupada com um experimento avaliando diferentes plantas de cobertura em sucessão ao milho, com os seguintes tratamentos: *Cajanus cajan*, *Canavalia ensiformis*, *Crotalaria juncea*, *Crotalaria ochroleuca*, *Crotalaria spectabilis*, *Mucuna aterrima*, *Mucuna cinereum*, *Pennisetum glaucum*, *Sorghum bicolor*, *Sorghum sudanense*, *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, *Urochloa brizantha* cv. Piatã, *Urochloa ruziziensis* e *Zea mays*, além de um tratamento controle sem cultivo de plantas de cobertura, denominado Pousio.

De acordo com Köppen o clima regional é classificado como Aw, tropical quente e úmido, com temperatura média anual de 25,6 °C. A precipitação média anual é de 2.200 mm, apresentando uma estação chuvosa de outubro a maio, e estação seca, de junho a setembro

(ALVARES et al., 2013). A região apresenta evapotranspiração potencial média anual de 1.455 mm (CUNHA; SCHÖFFEL, 2011).

O solo do local de coleta das plantas de cobertura é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura argilosa e a sua caracterização dos atributos químicos é apresentada na Tabela 5 abaixo.

Tabela 5 - Atributos químicos do solo da área experimental Plantas de Cobertura na profundidade de 0 a 20 cm. Porto Velho, Rondônia, 2014.

pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	M	V
H <sub>2</sub> O	kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>		-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----					-----%-----	
5,05	38,36	7,13	0,20	2,67	1,96	10,77	1,59	15,61	27,81	30,25

pH em água 1:2,5; matéria orgânica (MO) por digestão úmida; P e K determinados pelo métodos Mehlich I; Ca, Mg e Al trocáveis extraídos KCL 1 mol com L<sup>-1</sup>.

### 3.2.2 Obtenção dos materiais vegetais

As espécies utilizadas nesse estudo foram a vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata* L.), como espécie-alvo, e a alface (*Lactuca sativa* cv. Veneranda), como bioindicadora (FERREIRA; AQUILA, 2000). Na alface, se utilizou a cultivar Veneranda obtida no comércio local. Para os ensaios, avaliou-se o efeito das plantas de cobertura (Figura 13) sobre sementes e plântulas das espécies testadas, sendo que as sementes de ambas apresentavam potencial germinativo de 100%. As sementes de vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata* L.) foram coletadas por meio de batimento das inflorescências em saco de papel, de forma a selecionar apenas as sementes maduras (MENEGATTI; IKEDA, 2014). A coleta foi realizada próximo à área experimental, nas coordenadas 08° 47' 40'' latitude S e 63° 50' 50'' longitude O, e altitude de 95 m.



Figura 13 - Plantas de cobertura, Campo Experimental da Embrapa. Porto Velho, Rondônia, 2015.

### ***3.2.3 Obtenção da palhada***

Para a obtenção das palhadas, as plantas de cobertura foram coletadas no estágio de floração, por meio de corte manual a 5 cm do solo. As espécies foram identificadas, acondicionadas em sacos de papel, alocadas em estufa de secagem e esterilização a 45 °C por 72 horas, sendo posteriormente trituradas manualmente com auxílio de tesoura, pistilo e almofariz (Figura 14).



Figura 14 - Obtenção da palhada das plantas de cobertura, Laboratório de Análise de Sementes da Embrapa, Porto Velho, Rondônia, 2015.

### **3.2.4 Bioensaios**

Para cada planta de cobertura, avaliaram-se três doses de palhada (10, 25 e 50 mg) e um tratamento controle com ausência de palhada (somente ágar), por meio do método sanduíche proposto por Fujii et al. (2003) para avaliação de atividade alelopática em condições controladas. Os bioensaios foram realizados em placas para cultura de células com seis poços com área de 10 cm<sup>2</sup> e 10 mL de volume. Preparou-se uma suspensão de ágar (HIMEDIA) a 5% (m/v) autoclavada previamente por 15 minutos a 120 °C. Foram adicionados 5 mL da suspensão de ágar nas placas e em seguida foram colocadas as doses de palhada (10, 25 e 50 mg). Após a solidificação da primeira camada adicionou-se mais 5 mL da suspensão de ágar sobre a cobertura e em seguida foram semeadas cinco sementes de vassourinha-de-botão ou cipselas de alface. Após a semeadura, as placas foram encapsuladas em papel filme e armazenadas em câmara de germinação do tipo B. O. D em temperaturas alternadas 20-30 °C, e fotoperíodo de 16 horas de luz para a espécie vassourinha-de-botão (FERREIRA; ROSA, 2009) e na ausência de radiação luminosa para cipselas de alface a 20 °C (FUJII et al., 2004).

Foram registradas, aos quatro dias após a semeadura, a contagem das sementes germinadas e as medições de comprimento de radícula e hipocótilo, expressas em porcentagem e milímetro, respectivamente. A partir dos resultados obtidos, avaliou-se a razão

radícula hipocótilo (R/H) e razão inversa (H/R). A avaliação da germinação foi realizada conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), contabilizando-se como plântulas normais todas que possuíam as estruturas essenciais da plântula. A medição dos parâmetros de crescimento inicial foi realizada em todas as sementes, com auxílio de um paquímetro digital.

### ***3.2.5 Delineamento experimental e análise estatística***

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 13 x 3, com quatro repetições (13 espécies de plantas de cobertura x 3 doses de palhada), além de um tratamento controle (somente ágar). Os valores obtidos foram submetidos à análise de variância. Na presença de significância para os tratamentos, as médias foram submetidas ao teste *Scott-Knott* ao nível de 5% de probabilidade. Para as análises utilizou-se o programa computacional *Sisvar*<sup>®</sup> (FERREIRA, 2011).

## **3.3 Resultados e discussão**

O efeito das plantas de cobertura foi observado sobre as variáveis avaliadas na planta daninha vassourinha-de-botão, com exceção apenas para a relação H/R (Tabela 6). Já para a planta bioindicadora, os efeitos foram verificados somente nos comprimentos de radícula e na relação R/H. Quanto às doses de palhada, essas afetaram todas as variáveis para a vassourinha-de-botão, enquanto que, para a alface, somente as variáveis afetadas pelas diferentes plantas de cobertura e da relação H/R. Nenhum efeito de interação entre os fatores foi observado.

Tabela 6 – Resumo da análise de variância de porcentagem de germinação (G), comprimento médio de hipocótilo (H) e de radícula (R), razão radícula hipocótilo (R/H) e razão inversa (H/R) em plântulas de vassourinha-de-botão e alface, sob efeito de plantas de cobertura em diferentes doses de palhada. Porto Velho, Rondônia, 2015.

Fonte de variação	Quadrado Médio					
	GL	G (%)	H (mm)	R (mm)	R/H	H/R
<b>Vassourinha-de-botão</b>						
Cobertura (C)	12	1939,44*	0,60*	1,17*	0,58*	0,64
Dose (D)	2	13742,82*	6,54*	8,33*	4,06*	2,38*
C*D	24	395,56	0,17	0,18	0,20	0,35
Erro		603,39	0,28	0,21	0,16	0,37
CV (%)		73,55	64,87	65,54	64,43	71,03
Média		33,39	0,81	0,70	0,63	0,86
<b>Alface</b>						
Cobertura (C)	12	331,62	15,41	14,94*	0,11*	0,30
Dose (D)	2	1020,51	3,09	84,40*	1,18*	4,24*
C*D	24	331,62	10,00	7,04	0,05	0,20
Erro		400,00	9,97	6,44	0,06	0,25
CV (%)		24,84	38,72	39,14	30,56	35,49
Média		80,51	8,15	6,48	0,82	1,41

\* Significativos pelo teste F ao nível de 5% de significância, respectivamente.

Dentre as partes mais sensíveis ao efeito alelopático em plantas-alvo, destaca-se a radícula. A germinação tem se apresentado menos sensível às substâncias alelopáticas que outros parâmetros de desenvolvimento inicial das plantas (FORMAGIO et al., 2010). Esses resultados também foram observados por Oliveira et al. (2015) que, ao testarem extratos de braquiária, girassol e sorgo sobre sementes de alface, verificaram que não houve efeito sobre a porcentagem de germinação, mas os extratos diminuíram o sistema radicular e a formação de plântulas normais.

A sensibilidade da radícula ao efeito alelopático pode ocorrer em virtude do contato direto das raízes com os aleloquímicos presentes nas palhadas em estudo. Por ser a primeira estrutura a aparecer após a germinação, as raízes ficam expostas aos aleloquímicos, facilitando a absorção e ação das substâncias alelopáticas na fase inicial de desenvolvimento, interferindo dessa forma diretamente na divisão celular, o que compromete o alongamento de radícula (FERREIRA; AQUILA, 2000). Esses resultados são importantes, pois a redução acentuada da raiz pode afetar a capacidade competitiva e a produtividade da planta daninha frente à cultura agrícola (ALMEIDA et al., 2015).

As diferentes plantas de cobertura promoveram um efeito supressivo na germinação das sementes de vassourinha-de-botão (Tabela 7), com destaque para *Cajanus cajan*, *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, *Mucuna cinereum*, *Mucuna aterrima*, *Canavalia ensiformis*, *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis* e *Urochloa ruziziensis*. Esses resultados convergem com os

encontrados por Petter et al. (2015) que, ao observarem o crescimento inicial da planta daninha *Digitaria insularis*, sobre palhada de plantas de cobertura cultivadas em casa de vegetação, evidenciaram que *Cajanus cajan*, *Mucuna aterrima* e *Urochloa brizantha* possuem capacidade de supressão da planta daninha. Carvalho et al. (2014), avaliando extratos aquosos provenientes de *Cajanus cajan*, *Canavalia ensiformes*, *Sorghum bicolor*, *Pennisetum glaucum*, *Crotalaria anagyroides* e *Avena strigosa*, observaram efeitos alelopáticos em extratos de *Canavalia ensiformes* sobre sementes e plântulas de alface.

Tabela 7 – Efeito das plantas de cobertura sobre a germinação (G), comprimento de hipocótilo (H), de radícula (R), razão radícula hipocótilo (R/H) e razão inversa (H/R), em sementes e plântulas de vassourinha-de-botão. Porto Velho, Rondônia, 2015.

Coberturas	Médias									
	G (%)		H (mm)		R (mm)		R/H		H/R	
<i>Cajanus cajan</i>	14,58	b	0,74	b	0,66	c	0,51	c	0,73	a
<i>Canavalia ensiformis</i>	27,70	b	0,62	b	0,47	c	0,48	c	0,71	a
<i>Crotalaria juncea</i>	28,54	b	0,67	b	0,52	c	0,53	c	0,85	a
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	44,37	a	0,97	a	0,67	c	0,57	c	1,10	a
<i>Crotalaria spectabilis</i>	30,00	b	0,70	b	0,60	c	0,53	c	0,66	a
<i>Mucuna aterrima</i>	22,91	b	0,59	b	0,42	c	0,46	c	0,75	a
<i>Mucuna cinereum</i>	22,70	b	0,45	b	0,36	c	0,56	c	0,44	a
<i>Pennisetum glaucum</i>	47,50	a	1,12	a	1,10	b	0,87	b	1,07	a
<i>Sorghum bicolor</i>	46,45	a	0,91	a	0,80	c	0,77	b	1,14	a
<i>Sorghum sudanense</i>	58,54	a	1,26	a	1,52	a	1,22	a	0,88	a
<i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés	20,83	b	0,82	b	0,76	c	0,61	c	0,75	a
<i>Urochloa brizantha</i> cv. Piatã	37,08	a	0,97	a	0,72	c	0,68	c	1,29	a
<i>Urochloa ruziziensis</i>	32,91	b	0,74	b	0,51	c	0,40	c	0,84	a
Média	33,39		0,81		0,70		0,63		0,86	
Testemunha	100		1,61		4,17		2,59		0,39	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, nas colunas, ao nível de 5% de significância pelo teste *Scott-Knott* ( $p < 0,05$ ).

Com base nos resultados encontrados (Tabela 8), pode-se observar efeitos na redução do sistema radicular das plântulas de alface, promovido pelas plantas de cobertura *Canavalia ensiformis*, *Urochloa ruziziensis*, *Mucuna aterrima*, *Mucuna cinereum*, *Urochloa brizantha* cv. Piatã. Conforme observado por Souza Filho (2002), o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) tem potencial alelopático para inibir a germinação e o alongamento da radícula de plantas daninhas *Mimosa pudica*, *Urena lobata*, *Senna obtusifolia* e *Senna occidentalis*. Neste sentido, a utilização de plantas de cobertura com efeito alelopático, pode representar uma estratégia de menor impacto econômico e ambiental para o controle de algumas plantas daninhas que a utilização de herbicidas sintéticos.

Tabela 8 – Efeito das plantas de cobertura sobre a germinação (G), comprimento de hipocótilo (H), de radícula (R), razão radícula hipocótilo (R/H) e razão inversa (H/R), em sementes e plântulas de alface. Porto Velho, Rondônia, 2015.

Coberturas	Médias									
	G (%)	H (mm)	R (mm)	R/H	H/R					
<i>Cajanus cajan</i>	76,66	a	8,41	a	6,35	a	0,74	a	1,42	a
<i>Canavalia ensiformis</i>	70,00	a	6,74	a	3,79	b	0,61	a	1,82	a
<i>Crotalaria juncea</i>	80,00	a	8,28	a	6,94	a	0,91	a	1,30	a
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	76,66	a	11,37	a	8,19	a	0,73	a	1,48	a
<i>Crotalaria spectabilis</i>	70,00	a	7,11	a	7,25	a	1,09	a	1,03	a
<i>Mucuna aterrima</i>	76,66	a	7,81	a	4,99	b	0,60	a	1,76	a
<i>Mucuna cinereum</i>	86,66	a	6,69	a	5,16	b	0,76	a	1,49	a
<i>Pennisetum glaucum</i>	86,66	a	9,65	a	8,72	a	0,94	a	1,19	a
<i>Sorghum bicolor</i>	83,33	a	7,95	a	6,44	a	0,83	a	1,38	a
<i>Sorghum sudanense</i>	86,66	a	10,64	a	8,55	a	0,79	a	1,30	a
<i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés	90,00	a	8,57	a	7,49	a	0,90	a	1,19	a
<i>Urochloa brizantha</i> cv. Piatã	90,00	a	6,41	a	5,96	b	0,90	a	1,55	a
<i>Urochloa ruziziensis</i>	80,00	a	6,32	a	4,40	b	0,75	a	1,44	a
Média	81,51		8,15		6,48		0,82		1,41	
Testemunha	100		9,03		13,06		1,47		0,69	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, nas colunas, ao nível de 5% de significância pelo teste *Scott-Knott* ( $p < 0,05$ ).

A observação de não redução na germinação de sementes de alface, pode ser atribuída às diferenças entre espécies testadas como planta de cobertura. Cada espécie ao ser submetida a um tipo de aleloquímico se comporta de forma específica (SILVA et al., 2009).

As quantidades de palhada das plantas de cobertura avaliadas, promoveram efeitos supressivos sobre a germinação da planta daninha *Spermacoce verticillata* (Tabela 9). As maiores doses de palhada, de 50 e 25 mg, promoveram um decréscimo de 65,8 e 31,3%, respectivamente, na porcentagem de germinação em relação à dose de 10 mg. Contudo, mesmo com a menor dose de palhada, depositada sobre as sementes da planta daninha, ocorreu um decréscimo na germinação de 50,6%, em relação ao tratamento controle, sem plantas de cobertura. Dentre as doses de palhada avaliadas, a de 50 mg apresentou maior efeito supressivo para os atributos agronômicos.

Tabela 9 - Doses de palhada das plantas de cobertura sobre a germinação (G), comprimento de hipocótilo (H), de radícula (R), razão radícula hipocótilo (R/H) e razão inversa (H/R) em sementes e plântulas de alface e vassourinha-de-botão. Porto Velho, Rondônia, 2015.

(continua)

Atributos	Alface					Vassourinha-de-botão										
	50 mg	25 mg	10 mg	Média	Testemunha	50 mg	25 mg	10 mg	Média	Testemunha						
G	75,15	a	77,69	a	87,69	a	80,18	100,00	16,88	c	33,94	b	49,38	a	33,40	100,00

Tabela 9 - Doses de palhada das plantas de cobertura sobre o comprimento de radícula (R), de hipocótilo (H), germinação (G), razão radícula hipocótilo (R/H) e razão inversa (H/R) em sementes e plântulas de alface e vassourinha-de-botão. Porto Velho, Rondônia, 2015.

(conclusão)

Atributos	Alface						Vassourinha-de-botão									
	50 mg	25 mg	10 mg	Média	Testemunha		50 mg	25 mg	10 mg	Média	Testemunha					
H	7,76	a	8,25	a	8,43	a	8,15	9,03	0,45	c	0,84	b	1,15	a	0,81	1,61
R	4,56	b	6,74	a	8,14	a	7,44	13,06	0,33	c	0,65	b	1,13	a	0,70	4,17
R/H	0,59	c	0,82	b	1,03	a	0,81	1,47	0,37	c	0,59	b	0,93	a	0,63	2,59
H/R	1,84	a	1,35	b	1,04	c	1,41	0,69	0,62	c	0,96	b	1,01	a	0,86	0,39

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, nas linhas, ao nível de 5% de significância pelo teste *Scott-Knott* ( $p < 0,05$ ).

Em sistema plantio direto há uma pequena movimentação do solo, no sulco de semeadura, o que pode ocasionar elevado índice de emergência de plantas daninhas nessa região. O revolvimento do solo na linha de semeadura favorece a exposição das sementes à luz e às alternâncias de temperatura, que são fatores fundamentais para a germinação de algumas plantas daninhas (FERREIRA; ROSA, 2009). A supressão na germinação de plantas daninhas representa uma estratégia de baixo custo e menor impacto ambiental que as práticas usuais como a utilização de herbicidas, promovendo maior sustentabilidade econômica e ambiental aos agroecossistemas (MARTINS et al., 2016).

A vassourinha-de-botão é considerada uma das espécies mais frequentes na região Amazônica, com capacidade de interferir potencialmente com outras culturas por meio da competição por nutrientes (FONTES; TONATO, 2016; MILÉO et al., 2016).

Nessa planta daninha, os efeitos sobre o alongamento de hipocótilo foram pronunciados e as maiores doses de palhada, de 50 e 25 mg, promoveram um decréscimo de 70,0 e 27,0%, respectivamente, no comprimento de hipocótilo das plântulas em relação à dose de 10 mg.

Autores citados anteriormente têm apontado a utilização de plantas de cobertura como um método eficaz, para o controle da germinação de plantas daninhas. Dentre as plantas de cobertura, o sorgo (*Sorghum bicolor*) é uma das plantas mais estudadas no controle de plantas daninhas, com atividade alelopática comprovada e genericamente denominada sorgoleone (SANTOS et al., 2012). Por sua vez, a *Urochloa brizantha*, utilizada atualmente na geração de palhada em sistemas de integração lavoura pecuária, foi testada sobre o desenvolvimento de agrião, alface, alface, *Phleum pratense* e *Lolium multiflorum*. Com resultados promissores de inibição nas plantas daninhas (KOBAYASHI et al., 2015). Resultados também indicam que

*Urochloa ruziziensis* e *Crotalaria ochroleuca* são eficazes no controle de capim carrapicho (*Cenchrus echinatus*) (SILVA et al., 2015).

### 3.4 Conclusões

O potencial alelopático das plantas de cobertura foi dependente da quantidade de palhada e exposto sobre o desenvolvimento e crescimento da vassourinha-de-botão; notadamente sobre a germinação e radícula, respectivamente.

A radícula é a estrutura que apresenta maior sensibilidade à aleloquímicos em plântulas de alface e vassourinha-de-botão.

A utilização de plantas de cobertura em área de cultivo sob plantio direto representa uma potencial estratégia para compor um plano de manejo integrado de controle da vassourinha-de-botão.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA M. O.; MATOS C. C.; SILVA D. V.; BRAGA R. R.; FERREIRA E. A.; SANTOS J. B. Interação entre volume de vaso e competição com plantas daninhas sobre o crescimento da soja. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 62, n. 6, p. 524-530, 2015.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J.L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, BW, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ARAUJO, J. C.; MOURA, E. G.; AGUIAR, A. C. F.; MENDONÇA, V. C. M. Supressão de plantas daninhas por leguminosas anuais em sistema agroecológico na Pré-Amazônia. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 25, n. 2, p. 267-275, 2007.
- BRASIL. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Secretaria de Defesa Agropecuária**. 1. ed. Brasília: Mapa/ACS, 2009, 399 p.
- BORGES, W. L. B.; FREITAS, R. S.; MATEUS, G. P.; SÁ, M. E.; Alves, M. C. Supressão de plantas daninhas utilizando plantas de cobertura do solo. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 32, n. 4, p. 755-763, 2014.
- CARVALHO, W. P.; DE CARVALHO, G. J.; NETO, D. D. O. A.; TEIXEIRA, L. G. V. Allelopathy of green manures extracts on germination and initial growth of the lettuce. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v.30, n. 3. p. 1-11, 2014.
- CASTRO, G. S. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Sistemas de produção de grãos e incidência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 29, n. SPE, p. 1001-1010, 2011.

CUNHA, A. R.; SHÖFFEL, E. R. The Evapotranspiration in Climate Classification, Evapotranspiration. In: Gerosa, G. A. **Evapotranspiration-From Measurements to Agricultural and Environmental Applications**. Rijeka, CRO, InTech, 2011. p. 391-408.

EMBRAPA, Manejo de plantas daninhas em pastagens cultivadas. In: HOMMA, A. K. O; SOUZA FILHO, A. P. S.; FERREIRA, C. A. P.; ARAÚJO, V. C.; RIBEIRO, H. F. L.; LAU, H. D.; VEIGA, J. B.; ALBUQUERQUE, J.; JÚNIOR, J. B. L.; NETO, J. F. T.; MARQUES, J. R.; DIAS FILHO, M. B.; COSTA, N. A.; MASCARENHAS, R. E. B.; DUTRA, S.; FILHO, S. T. R. **Criação de bovinos de corte no estado do Pará**. Sistemas de Produção – 3, Belém, PA, dez. 2006. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 12 jun. 2016.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, PR, v. 12, n. 1, p. 175-204, 2000.

\_\_\_\_\_; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

\_\_\_\_\_; ROSA, S. G. T. Germinação de sementes de sete espécies medicinais nativas do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, SP, v. 11, n. 3, p. 230-235, 2009.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FONTES, J. R. A.; TONATO, F. **Acúmulo de nutrientes por vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata*), planta daninha de pastagens na Amazônia**. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, 2016, 5 p. (Circular Técnica, 54).

FORMAGIO, A. S. N.; MASETTO, T. E.; BALDIVIA, D. S.; VIEIRA, M. C.; ZÁRATE, N. A. H.; PEREIRA, Z. V. Potencial alelopático de cinco espécies da família Annonaceae. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, RS, v. 4, n. 8, p. 349-354, 2010.

FUJII, Y.; PARVEZ, S. S.; PARVEZ, M.; OHMAE, Y.; IIDA, O. Screening of 239 medicinal plant species for allelopathic activity using the sandwich method. **Weed Biology and Management**, Tsukuba-shi, Ibaraki, JPN, v. 3, n. 4, p. 233-241, 2003.

\_\_\_\_\_; SHIBUYA, T.; NAKATANI, K.; ITANI, T.; HIRADATE, S.; PARVEZ, M. M. Assessment method for allelopathic effect from leaf litter leachates. **Weed Biology and Management**, Tsukuba-shi, Ibaraki, JPN, v. 4, n. 1, p. 19-23, 2004.

KARAM, D.; CRUZ, M. B. **Características do herbicida foamsulfuron + iodosulfuronmethyl-sodium na cultura do milho**. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 2004, 4 p. (Circular Técnica, 58).

KOBAYASHI, A.; IKATO-NOGUCHI, H. The seasonal variations of allelopathic activity and allelopathic substances in *Brachiaria brizantha*. **Botanical Studies**, Takamatsu, JPN, v. 56, n. 1, p. 1-7, 2015.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4. ed. São Paulo, SP: Nova Odessa, 2008, 581 p.

MARTINS, D.; GONÇALVES, C. G.; DA SILVA JUNIOR, A. C. Coberturas mortas de inverno e controle químico sobre plantas daninhas na cultura do milho. **Revista Ciência Agrônômica**, Jaboticabal, SP, v. 47, n. 4, p. 649-657, 2016.

MENEGATTI, L.; IKEDA, F. S. Potencial alelopático de cultivares de *Urochloa brizantha* sobre gramíneas com e sem tolerância ao glyphosate. In: Congresso brasileiro da ciência das plantas daninhas, 29.; 2014, Gramado. **Anais eletrônicos...** Londrina: SBCPD, 2014. p. 5. Disponível em: <cpamt2014ikedaaalelopaticourochloabrizanthaglyphosate.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2016.

MILÉO L. J., SILVA J. F., ALBERTINO S. M. F., LEITE B. N., MENEZES D. S., SANTOS A. F. Phytosociology of Weeds in Cultivation of Two Varieties of Cassava 1. **Planta daninha**, Viçosa, MG, v. 34, n. 2, p. 267-276, 2016.

MODESTO JUNIOR, M. S.; MASCARENHAS, R. E. B.. Levantamento da infestação de plantas daninhas associadas a uma pastagem cultivada de baixa produtividade no nordeste paraense. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 19, n. 1, p 11-21, 2001.

NUNES, M. R.; PAULETTO, E. A.; DENARDIN, J. E.; FAGANELLO, A.; PINTO, L. F. S.; SCHEUNEMANN, T. Persistência dos efeitos da escarificação sobre a compactação de Nitossolo sob plantio direto em região subtropical úmida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 49, n. 7, p. 531-539, 2014

OLIVEIRA, J. S.; PEIXOTO, C. P.; POELKING, V. G. C.; ALMEIDA, A.T. Avaliação de extratos das espécies *Helianthus annuus*, *Brachiaria brizantha* e *Sorghum bicolor* com potencial alelopático para uso como herbicida natural. **Revista Brasileira de plantas medicinais**, Botucatu, SP, v. 17, n. 3, p. 379-384, 2015.

PETTER, F. A.; SULZBACH, A. M.; SILVA, A. F. DA; FIORINI, I. V.; MORAIS, A. L. A.; PACHECO, L. P. Uso de plantas de cobertura como ferramenta na estratégia de manejo de capim-amargoso. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Rondonópolis, MT, v. 14, n. 3, p. 200-209, 2015.

SANTOS, I. L. V. L.; SILVA, C. R. C.; SANTOS, S. L.; MAIA, M. M. D. Sorgoleone: benzoquinona lipídica de sorgo com efeitos alelopáticos na agricultura como herbicida. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, SP, v. 79, n. 1, p. 135-144, 2012.

SILVA, H. L.; TREZZI, M. M.; MARCHESE, J. A.; BUZZELLO, G.; MIOTTO JR., E., PATEL, F.; DEBASTIANI, F.; FIORESE, J. Determinação de espécie indicadora e comparação de genótipos de girassol quanto ao potencial alelopático. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 27, n.4, p.663-655, 2009.

SILVA, R. F. DA; PACHECO, L. P.; SOARES, L. DOS S.; FONSECA, W. L.; OLIVEIRA, J. B. DA S.; SANTOS, A. S. DOS. Growth suppression of sandspur grass by cover crops. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, GO, v. 45, n. 3, p. 319-325, set. 2015.

SOUZA FILHO, A.P.S. Atividade potencialmente alelopática de extratos brutos e hidroalcoólicos de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*). **Planta daninha**, Viçosa, MG, v. 20, n. 3, p. 357-364, 2002.

TAKANO H. K., OLIVEIRA JUNIOR R. S. D., CONSTANTIN J., BRAZ G. B. P., FRANCHINI L. H. M., BURGOS N. R. Multiple resistance to atrazine and imazethapyr in hairy beggarticks (*Bidens pilosa*). **Ciência e Agrotecnologia**, Maringá, PR, v. 40, n. 5, p 547-554, 2016.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**: conceitos, origem e evolução, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2006. 22 p. (Documentos Online, 58). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do58.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do58.htm)> Acesso em: 12 jun 2016.

ZHANG, S. Z.; LI, Y. H.; KONG, C. H.; XU, X. H. Interference of allelopathic wheat with different weeds. **Pest management Science**, China City, CHN, v. 72, n. 1, p. 172-178, 2016.

#### 4 CONCLUSÕES GERAIS

Em agroecossistemas da Amazônia há uma alta diversidade de plantas daninhas, diante disso, levantamentos fitossociológicos são úteis para lançar luz sobre a dinâmica das plantas daninhas e suas interações. Mostrando-se como uma alternativa viável para a definição das melhores práticas integradas de manejo.

Nos sistemas de sucessão, a maior densidade de plantas daninhas foi constatada em crotalárias, na camada de 0 a 10 cm de profundidade. Portanto, ajustes na forma de implantação, como o aumento da densidade de sementeira, o uso de sementes de alta qualidade fisiológica, o adensamento na sementeira com espaçamentos entrelinhas menores e outras práticas de manejo, podem representar uma estratégia importante visando contornar uma maior propensão a essas plantas, a apresentar uma maior densidade de plantas daninhas.

Com base nos resultados, entende-se que, independente do sistema de sucessão avaliado, a planta daninha *Lindernia difusa*, apresentou ser mais persistente sob as condições controladas. Tal ocorrência, pode ser justificada pelo turno de rega na casa de vegetação, que indica ter favorecido a emergência de plantas daninhas que se desenvolvem em locais de solo úmido. Diante disso, visou-se focar em espécies de importância agrônômica.

Desse modo, as plantas daninhas com maior impacto competitivo e ampla ocorrência em áreas agrícolas da Amazônia, e que, por sua vez, tiveram ocorrência no presente estudo, foram as plantas daninhas *Spermacoce latifolia* e *Spermacoce verticillata*. Estas são espécies que possuem alta capacidade competitiva e elevada capacidade de formar grandes infestações em áreas agrícolas, sendo de difícil controle.

No entanto, ressalta-se que um ano de avaliação não é suficiente para se obter inferências consistentes sobre a sustentabilidade dos sistemas de sucessão estudados. Mesmo assim, esses resultados servem de indicadores de tendência do comportamento dos sistemas frente ao manejo adotado.

A supressão na germinação de plantas daninhas representa uma estratégia de baixo custo e menor impacto ambiental que as práticas usuais, como a utilização de herbicidas, promovendo maior sustentabilidade econômica e ambiental aos agroecossistemas.

O potencial alelopático das plantas de cobertura foi expresso sobre o desenvolvimento e crescimento da vassourinha-de-botão; notadamente sobre a germinação e radícula. A radícula é a estrutura que apresenta maior sensibilidade à aleloquímicos em plântulas da planta bioindicadora alface e da planta daninha vassourinha-de-botão. As diferentes plantas de cobertura promoveram um efeito supressivo na germinação das sementes de vassourinha-de-

botão, com destaque para *Cajanus cajan*, *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, *Mucuna cinereum*, *Mucuna aterrima*, *Canavalia ensiformis*, *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis* e *Urochloa ruziziensis*.

A utilização de plantas de cobertura em área de cultivo sob plantio direto representa uma estratégia para compor um plano de manejo integrado de controle da vassourinha-de-botão.