

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE AGRONOMIA**

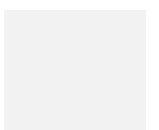
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
FITOTECNIA**

**DISSERTAÇÃO**

**INTENSIFICAÇÃO ECOLÓGICA: SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS  
E MANEJO DA COMUNIDADE DE PLANTAS ESPONTÂNEAS  
EM PAISAGENS AGRÍCOLAS**

**Fernando Igne Rocha**

**2017**





**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**INTENSIFICAÇÃO ECOLÓGICA: SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS E  
MANEJO DA COMUNIDADE DE PLANTAS ESPONTÂNEAS EM  
PAISAGENS AGRÍCOLAS**

**FERNANDO IGNE ROCHA**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Aroldo Ferreira Lopes Machado**

*e Co-orientação da Pesquisadora*  
**Mariella Camardelli Uzêda**

Dissertação submetida como requisito parcial  
para obtenção do grau de **Mestre em  
Fitotecnia**, no curso de Pós Graduação em  
Fitotecnia, Área de Concentração em  
Produção Vegetal.

Seropédica, RJ  
Julho de 2017

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R672i Rocha, Fernando Igne, 1990-  
Intensificação ecológica: Serviços ecossistêmicos e  
manejo da comunidade de plantas espontâneas em  
paisagens agrícolas. / Fernando Igne Rocha. - 2017.  
122 f.

Orientador: Aroldo Ferreira Lopes Machado.  
Coorientadora: Mariella Camardelli Uzêda.  
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro, Fitotecnia, 2017.

1. Manejo de espontâneas. 2. Diversificação vegetal.  
3. Aspectos funcionais. 4. Cobertura viva. 5. *Diodia*  
*saponariifolia*. I. Machado, Aroldo Ferreira Lopes,  
1977-, orient. II. Uzêda, Mariella Camardelli, 1968-  
coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro. Fitotecnia. IV. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**FERNANDO IGNE ROCHA**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Fitotecnia**, no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de Concentração em Produção Vegetal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 31/07/2017

---

Aroldo Ferreira Lopes Machado. Dr. UFRRJ  
(Orientador)

---

Ilyas Siddique. PhD. UFSC

---

Robert de Oliveira Macedo. Dr. UFRRJ

## AGRADECIMENTOS

A Deus e Meishu-Sama, pela permissão da vida e de ser instrumento na construção do Paraíso Terrestre.

Aos meus antepassados dos troncos Igne e Rocha e minha amada família, por todo o carinho, aprimoramentos e confiança onde quer que eu esteja, aceitando a distância necessária para o segmento da minha formação.

Ao amigo, prof. Aroldo Machado, por desde a época de graduação ter se colocado disposto a auxiliar nas demandas da monografia, e por ter aceitado assumir a orientação deste estudo. Muito obrigado pela confiança em mim e na proposta para o mestrado, pela liberdade e referência como pessoa e profissional!

A Mariella Uzêda, orientadora leonina, por antes de tudo ser um referencial fundamental na construção da minha personalidade. Sou pra sempre grato por esses tantos anos de convivência, por toda a confiança, apoio em todos os meus momentos de dificuldade, e por ter me possibilitado (e ainda possibilitar) conhecer novos horizontes, rompendo “gessos agronômicos”.

Aos membros da banca avaliadora: prof. Robert Macedo (IZ/UFRRJ), prof. Ilyas Siddique (UFSC), bem como o pesquisador Luis Fernando Moraes (Embrapa Agrobiologia) e Orlando Huertas (pós-doc PPGEAAmb/UFRRJ), por terem prontamente aceitado o convite. Muito obrigado!

Ao Laboratório de Ecologia de Paisagens Agrícolas (LEPA), todas e todos os companheiras/os de longa data e aos atuais, por tantos momentos de aprendizado, crescimento e descontração. Essa transdisciplinaridade vai dominar o mundo! Especial agradecimento ao Inauê, Guilherme e Renatinha por tamanho auxílio nas coletas de campo, inúmeras horas de triagem de materiais, bem como nas avaliações de crescimento semanais da *Diodia*. Sem vocês este trabalho não teria atingido as dimensões que atingiu.

Aos técnicos da Embrapa Agrobiologia, em especial ao Naldo, por toda descontração e cafezinho sempre fresco, Enivaldo, pelo imenso auxílio nas idas a campo, Ernani, por manter funcionando os experimentos em casa de vegetação, Alderi, por viabilizar o material para preparação de substratos, e Eugênio, pelo cuidado com o matrizeiro de *Diodia*, garantindo material para todos os estudos.

Ao Laboratório Plantas Daninhas e Pesticidas no Ambiente (PDPA), especialmente a Jessica e Fernando (Zezão) pelo imenso apoio no experimento de dano e tolerância com herbicidas. Foi uma baita aventura!

Ao amigo Orlando Huertas, por todos os ensinamentos e disponibilidade em auxiliar nas análises e interpretação dos dados de crescimento da *Diodia*. Sou teu fã!

Ao laboratório de Anatomia Vegetal (IBCS/UFRRJ), em nome da prof<sup>a</sup>. Helena Lima, por ter aceitado iniciarmos o processo de caracterização da *Diodia*. Até breve!

Agradeço de coração a todas as famílias de agricultores de São José da Boa Morte, por tantos anos de parceria, onde mesmo duvidosos sobre o trabalho do “rapaz que estuda o mato”, permanecem confiantes, mantendo a leveza e cordialidade de sempre para conosco.

Especial agradecimento a Reserva Ecológica do Guapiaçu (REGUA), através do Nicholas, Rachel e Jorge Bizarro e todos os funcionários, por permitirem nosso ingresso na estrutura de alojamentos, facilitando imensamente nossa logística de campo.

Ao Instituto de Agronomia da UFRRJ, seus professores e funcionários que tanto contribuíram na minha formação, ao Programa de Pós-graduação em Fitotecnia pela oportunidade de seguir meus estudos, em especial a Lili e Tati, pela boa recepção de sempre.

A Embrapa Agrobiologia pelo apoio logístico e financeiro para a realização deste trabalho

A CAPES pela concessão da bolsa de mestrado durante estes dois anos.

Ao espaço Paz e Harmonia (salinha azul do P1), por ser um ponto de Luz essencial na vida de tantas pessoas.

Ao Grupo de Agricultura Ecológica (GAE), por continuar representando a defesa pela agricultura familiar e a agroecologia dentro e fora dos muros da Universidade, e aos companheiros ‘gaeatxs’, construtores desse espaço, fazendo-o possível e pulsante.

Ao Sci-Hub (<https://sci-hub.cc/>) por permitir o acesso aos artigos mais relevantes desta pesquisa.

Por fim, minha mais sincera gratidão a todas as pessoas que estiveram de alguma forma envolvida em minha vida durante esta jornada, somando de sua maneira no meu caminhar. O que se registra nestes papéis não reflete as cores e ações que o dia-a-dia gentilmente nos proporciona.

*... sou grato!*

*“... humildade vem da palavra grega húmus, que é a camada mais fértil do solo.  
Sem a humildade, a mente não fertiliza as ideias, não abre o leque da inteligência para  
descobrir o novo.”*

Augusto Cury em ‘Os Segredos do Pai Nosso’.

## APRESENTAÇÃO

A presente dissertação é fruto da continuidade dos trabalhos realizados pelo Laboratório de Ecologia de Paisagens Agrícolas (LEPA), liderado pela pesquisadora Mariella Camardelli Uzêda e colaboradores nas zonas de influência da Bacia Hidrográfica do Guapi-Macacu pelos últimos 10 anos, estando vinculado ao Macroprograma 6: *Apoio ao Desenvolvimento da Agricultura Familiar à Sustentabilidade do Meio Rural*, com fomento do Centro Nacional de Pesquisas em Agrobiologia (Embrapa Agrobiologia). Este projeto guarda-chuva abrange outro projeto, intitulado *Monitoramento participativo da resiliência de uma paisagem agrícola e o papel de práticas agroecológicas na conservação da biodiversidade*, no qual esta dissertação deriva.

Conceber um estudo que advém de uma ‘pesquisa-ação’, construída coletivamente junto aos agricultores e agricultoras do assentamento São José da Boa Morte (Cachoeiras de Macacu, RJ) é uma forma de enxergar a produção de conhecimento científico por uma ótica aparentemente pouco incentivada nas instituições de pesquisa e principalmente na formação acadêmica – *trazendo aqui um recorte para as ciências agrárias* – nacional.

Foram aproximadamente 4 anos construindo processos metodológicos que auxiliassem no entendimento das questões relacionadas a uma das demandas sinalizadas por um grupo de agricultores no encontro de socialização dos resultados de pesquisas da Embrapa na Bacia: reduzir o uso de herbicidas. E por que reduzir? A resposta é baseada em uma percepção do sujeito do campo: “herbicida resseca o solo”. Essa percepção, quando exposta para um corpo de doutores do campo fitotécnico, se faz no mínimo motivo para descrença. O que é de se esperar em função da já citada distância de diálogo entre o ‘*campus*’ e o campo, seja na busca em conhecer potenciais da nossa agrobiodiversidade ou na solução de problemáticas associados às práticas de manejo, por exemplo, no que tange a vegetação espontânea e aspectos de competição com a espécie cultivada, alto uso de insumos, entre outras questões relevantes.

Tendo tal percepção como ponto de partida para o desencadeamento de nossos estudos com plantas espontâneas, no intento de conhecê-las mais adequadamente quanto a sua biologia e ecologia, bem como as práticas de controle mais comumente utilizadas pelos agricultores vinculados à pesquisa, idealizamos inicialmente para esta dissertação a avaliação de dinâmica de emergência da vegetação espontânea quando submetidas à diferentes tipos de capina, sendo: convencional (química ou mecânica), seletiva (retirada de plantas das famílias Cyperaceae e Poaceae) e ausência de capina em dois contextos da paisagem (maior e menor densidade de fragmentos florestais próximos às unidades produtivas avaliadas), para que pudéssemos entender quais vetores ambientais ou de manejo estão influenciando na composição taxonômica e funcional das espécies. No entanto, escrito e defendido o projeto de dissertação para o Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, e planejado o primeiro campo de implantação do experimento ao início de 2016, recebemos a notícia de que uma das comportas que regulam o volume de água do Rio Macacu haviam sido rompidas e com isso praticamente todas as áreas agrícolas que havíamos delimitado para pertencerem ao estudo estavam submersas, bem como as famílias ali viventes se encontravam em abrigos, a salvos. Entretanto, menos importante que a situação das famílias, mas suficiente para um conflito



peçoal momentâneo, o projeto necessitou passar por um redesenho drástico em função do tempo de vigência do mestrado, que é claro e taxativo quanto ao limite de data para defesa e apresentação dos resultados. E assim abriu-se a oportunidade em construir um novo projeto pautado na caracterização fitotécnica da espécie *Diodia saponariifolia*, como potencial cultura de cobertura viva do solo, sendo tal uma continuidade aos estudos iniciados por Liliane Ferreira em seu mestrado (ver Ferreira, 2016). Porém, outra questão interna surge: Será bem aceito um projeto de caracterização de uma espécie de cobertura vinda à luz por mais uma percepção dos “sujeitos do campo”? Escreveria eu a minha dissertação de mestrado isenta da abordagem em ecologia de paisagens, já familiarizada por mim, partindo para uma série de caracterizações de uma espécie que poderia não ter elementos ideais para ser utilizada como cobertura viva?

Passada a turbulência momentânea da dúvida, tomei a decisão em fazer o melhor dentro do possível para evidenciar os potenciais percebidos em campo pelo agricultor, elencando assim uma série de avaliações que contemplassem os estudos de viabilidade de produção de sementes, caracterização anatômica/histoquímica, análise de crescimento e dinâmica de acúmulo de nutrientes em diferentes épocas, bem como um teste de tolerância a herbicidas. Mesmo alertado sobre a demasia de análises pelo meu orientador, Aroldo Machado, insistentemente tentei realizá-las.

Iniciadas as primeiras etapas de preparação da estrutura para os estudos de caracterização, fui novamente surpreendido por minha co/orientadora Mariella. A situação no assentamento havia se normalizado e os agricultores já estavam cultivando suas terras. E com isso, sua proposta em retomarmos a pesquisa até então abortada.

Sendo a vida uma sucessão de oportunidades para nos desafiarmos, me deparei com outra turbulência de dúvida, que se pautava em: 1) seguir com o novo projeto (já assimilado mentalmente); 2) retomar a abordagem anterior e estar diretamente próximo aos agricultores; ou o que seria uma manifestação de megalomania acadêmica: 3) equilibrar ambos. E assim o fiz, mesmo sob advertência de meus orientadores. Para tal, ajustamos o número de variáveis a serem descritas, abdicando de algumas menos relevantes no bojo total do projeto e incluindo o tratamento com a cobertura viva pela *Diodia* ao estudo com os diferentes tipos de capina, permitindo aparentemente que a megalomania fora executada com nexos causais através do *link* entre o estudo em campo e os de caracterização.

Ao final do processo, o eixo de estudo de produção de sementes não foi iniciada por questões de impedimento laboratorial; a caracterização anatômica/histoquímica foi pausada após 6 meses de montagem dos materiais por falta de agenda da especialista em realizar as descrições microscópicas. No mais, concluímos a análise de crescimento para um período do ano, julgando não ser necessária uma segunda avaliação haja vista a arduosidade da mesma. O teste de tolerância aos principais herbicidas utilizados pelos agricultores do assentamento foi concluído, tendo sido realizado duplamente em função da baixa confiabilidade dos dados da primeira execução, havendo então um segundo experimento com um maior número de critérios e dosagens de aplicação. Os resultados deste estudo não estão contidos nesta dissertação em função da falta de tempo hábil para a redação de um capítulo específico para tal, frente ao montante de demandas vinculadas aos dados obtidos para o primeiro capítulo. Entretanto estes dados terão sua divulgação através de artigo científico.

Por fim, aos que se dispuseram a ler esta sessão não convencional aos moldes do manual de dissertações e teses da UFRRJ, anseio que encontrem nesta obra informações que sejam de algum modo relevantes para vossas pesquisas ou simplesmente, no atendimento a curiosidade pela abordagem aqui presente.

O Autor.

## RESUMO GERAL

ROCHA, Fernando Igne. **Intensificação ecológica: Serviços ecossistêmicos e manejo da comunidade de plantas espontâneas em paisagens agrícolas.** 2017. 122 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

A intensificação ecológica visa atender as demandas por produção em quantidade e qualidade, inserindo elementos que permitam a manutenção ou o aumento da provisão de serviços ecossistêmicos em paisagens agrícolas fortemente afetadas pela intensificação agrícola. A extensiva conversão no uso do solo, com acentuada perda de habitats naturais e simplificação da paisagem, associada a fenômenos de mudanças climáticas, poluição de recursos naturais, invasão biótica, entre outros, afetam diretamente elementos da biodiversidade de forma que muitos serviços essenciais para o bem-estar humano estejam cada vez mais prejudicados. Tal panorama dificulta o estabelecimento da agricultura como vetor de conservação de remanescentes florestais e recursos naturais. Assim, entre os organismos prestadores de serviços ecossistêmicos, as plantas espontâneas, apesar dos entraves em relação a sua coexistência em sistemas agrícolas, podem ser muito relevantes na oferta de benefícios ao solo, no auxílio à diversificação vegetal em sistemas agrícolas e entre outros por exercerem influência no controle da germinação de plantas competidoras com cultivos. Sugerida como planta benéfica em levantamento etnobotânico com agricultores do assentamento São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ, a espécie *Diodia saponariifolia* (Rubiaceae) se apresenta como potencial ferramenta de cobertura viva do solo, promovendo tais benefícios citados. Dito isto, o presente estudo idealizou compreender, sob uma leitura integrada de diferentes escalas, como determinados vetores ambientais e práticas de manejo em áreas imersas em um contraste de densidade florestal influenciam a composição florística e funcional da comunidade de plantas espontâneas quando associada a diferentes tipos de manejo de capina (i.e.: seletiva, convencional, cobertura viva com *Diodia* + capina seletiva; e ausência de capina), bem como caracterizar o potencial agrônomo da espécie *Diodia saponariifolia*, avaliando aspectos da sua dinâmica de crescimento e nutricional. Para tal utilizaram-se modelos lineares generalizados (GLMs) como ferramentas de análise integrativa das diferentes escalas e as variáveis selecionadas, e modelo não-linear logístico na caracterização do comportamento de crescimento da *Diodia*. Os resultados expostos neste estudo elucidaram os benefícios providos pela cobertura viva associada a capina seletiva aos parâmetros de diversidade. Antagonicamente, a capina convencional se mostrou prejudicial para todos os parâmetros avaliados, tendo amplificado a dominância de espécies competidoras na comunidade de espontâneas. A intensidade do uso na escala da unidade produtiva (4,0 ha) e a presença de pomares em cultivo convencional na escala da paisagem (95 ha) apresentaram efeitos negativos sobre as variáveis de riqueza e abundância de espécies espontâneas. Em oposto, o elemento arbóreo natural em forma de bosques e cercas-vivas próximas aos agroecossistemas responderam positivamente. Finalmente, o estudo de análise de crescimento e dinâmica de nutrientes de *D. saponariifolia* a sinalizam como espécie potencial no cumprimento da função de cobertura viva em agroecossistemas, ofertando bom e acelerado incremento de matéria seca, além de alta capacidade em acumular elementos essenciais no processo de ciclagem de nutrientes do solo.

**Palavras chave:** Manejo de espontâneas. Paisagem agrícola. Diversificação vegetal. Aspectos funcionais. Cobertura viva. *Diodia saponariifolia*

## GENERAL ABSTRACT

ROCHA, Fernando Igne. **Ecological intensification: Ecosystem services and management of weed communities in agricultural landscapes**. 2017. 122 p. Dissertation (Master Degree in Plant Science). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

The ecological intensification aims to meet the demands for production in quantity and quality, inserting elements that allow the maintenance or increase of the provision of ecosystem services in agricultural landscapes strongly affected by agricultural intensification. Extensive conversion to land use, with marked loss of natural habitats and landscape simplification, associated with climate change phenomena, natural resource pollution, biotic encroachment, and others, directly affect elements of biodiversity so that many ecosystem services essential to human well-being are increasingly undermined. This scenario hinders the establishment of agriculture as a vector of conservation of forest remnants and natural resources. Thus, among the organisms that provide ecosystem services, spontaneous plants, despite the obstacles in relation to their coexistence in agricultural systems, can be very relevant in the provision of benefits to the soil, in the aid to the vegetal diversification in agricultural systems and among others for exercising influence on germination control of competing plants with crops. Suggested as a beneficial plant in an ethnobotanical survey with farmers of the São José da Boa Morte settlement, Cachoeiras de Macacu / RJ/ Brazil, the species *Diodia saponariifolia* (Rubiaceae) presents itself as a potential soil cover tool, promoting such benefits. That said, the present study idealized to understand, under an integrated reading of different scales, how certain environmental vectors and management practices in areas immersed in a forest density gradient influence the floristic and functional composition of the community of spontaneous plants when associated with different types of weeding (i.e., selective, conventional, live coverage with *Diodia* + selective weeding, and no weeding), as well as characterize the agronomic potential of the species *Diodia saponariifolia*, evaluating aspects of its growth and nutritional dynamics. For this purpose generalized linear models (GLMs) were used as integrative analysis tools of the different scales and selected variables, and a non-linear logistic model in the characterization of the growth behavior of *Diodia*. The results presented in this study elucidated the benefits provided by the living cover associated with selective weeding to the diversity parameters. Conventionally, conventional weeding proved to be detrimental to all evaluated parameters, having amplified the dominance of competing species in the spontaneous community. The intensity of use in the scale of the farm (4.0 ha) and the presence of conventional orchards in the landscape scale (95 ha) had negative effects on the richness and abundance variables of spontaneous species. In contrast, the natural arboreal element in the form of forests and hedgerows close to agroecosystems responded positively. Finally, the study of nutrient growth and dynamics of *D. saponariifolia* signaled it as a potential species in the fulfillment of the living cover function in agroecosystems, offering good and accelerated dry matter increase, as well as high capacity to accumulate essential elements in the process of soil nutrient cycling.

**Keywords:** Weed management. Agricultural landscape. Plant diversification. Functional Aspects. Live cover. *Diodia saponariifolia*.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Esquema representativo do estado do Rio de Janeiro, Bacia Guapi-Macacu e o assentamento São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ. ....21
- Figura 2** - Curva ombrotérmica da normal climatológica de Cachoeiras de Macacu/RJ.....22
- Figura 3** - Detalhe das 3 escalas de análise: círculo menor: Cultivo (0,5 ha); círculo intermediário: Unidade Produtiva (4,0 ha) e círculo maior: Paisagem (95 ha), realizadas em cada propriedade avaliada nas glebas A e B do assentamento São José da Boa Morte/RJ.....23
- Figura 4** - Parâmetros mensurados na escala do cultivo (0,5 ha) para avaliação da intensidade de manejo e suas respectivas escalas de valoração.....24
- Figura 5** - Gleba A, destacando o as propriedades analisadas, a circunferência da escala da paisagem e a presença de fragmentos florestais de maior densidade. ....27
- Figura 6** - Gleba B, destacando as propriedades analisadas e a ausência de fragmentos florestais de maior porte. ....28
- Figura 7** - Recorte na escala da paisagem (95 ha), com destaque para as áreas de vegetação secundária e fragmentos florestais destacados em verde e azul, respectivamente. ....28
- Figura 8** - Ilustração da parcela experimental na bordadura do sistema de cultivo para a avaliação florística. São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ. ....29
- Figura 9** - Ilustração da espécie *D. saponariifolia*. A e B - Área estabelecida; C – Destaque do sistema radicular na superfície do solo; D – Raízes lavadas para verificação de massa. ....30
- Figura 10** - Abundância total (A) e riqueza (B) por família referente às espécies levantadas ao final de 150 dias de avaliação. São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ. ....34
- Figura 11** - Riqueza e acúmulo de espécies em função do tempo avaliado: 60, 90,120 e 150 dias. São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ. ....35
- Figura 12** - Distribuição da dominância ( $C'$ ) na comunidade de plantas espontâneas por tratamento avaliado; (a) 60 dias; (b) 150 dias. CapSel: capina seletiva; CapConv: capina convencional; Cv+Cs: cobertura viva + capina seletiva; AusCap: ausência de capina.....36
- Figura 13** - Distribuição da equitabilidade ( $J'$ ) na comunidade de plantas espontâneas por tratamento avaliado; (a) 60 dias; (b) 150 dias. CapSel: capina seletiva; CapConv: capina convencional; Cv+Cs: cobertura viva + capina seletiva; AusCap: ausência de capina.....37
- Figura 14** - Distribuição da diversidade ( $H'$ ) na comunidade de plantas espontâneas por tratamento avaliado; (a) 60 dias; (b) 150 dias. CapSel: capina seletiva; CapConv: capina convencional; Cv+Cs: cobertura viva + capina seletiva; AusCap: ausência de capina.....37
- Figura 15** - Escalonamento (NMDS) dos tratamentos em cada tempo avaliado (60, 90, 120 e 150 dias), baseado na distância euclidiana de cada comunidade. CVCS: cobertura viva + capina seletiva; CS: capina seletiva; CC: capina convencional; AC: ausência de capina. Abaixo, gráfico Shepard com a dispersão dos dados através da regressão entre os pontos. ....38
- Figura 16** - Índice de Valor de Importância ( $IVI \% = AbR\% + FrR \% + DoR \%$ ) das 10 espécies de maior ocorrência aos 150 dias, por tratamento, sendo: A – capina seletiva; B – cobertura viva + capina seletiva; - C – capina convencional e D – ausência de capina. São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ.....41
- Figura 17** - Boxplot com a distribuição dos percentuais de cobertura de *Diodia* aos 60, 90, 120 e 150 dias de avaliação. São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ. Letras distintas apontam diferenças entre as médias dos tempos pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ). ....44

<b>Figura 18</b> - Abundância (a) e riqueza (b) de espécies que compõe os diferentes grupos funcionais propostos.....	45
<b>Figura 19</b> - Estacas de <i>D. saponariifolia</i> no momento do transplântio para as bandejas. CNPAB, Seropédica/RJ.....	66
Figura 20 - Curva de regressão da média dos dados de acúmulo de massa seca total (MST) das plantas de <i>D. saponariifolia</i> , ao longo do ciclo de crescimento avaliado. ....	67
<b>Figura 21</b> - Taxa de crescimento absoluto (TCA) e taxa de crescimento relativo (TCR) de <i>D. saponariifolia</i> , ao longo do seu ciclo de crescimento avaliado. ....	68
<b>Figura 22</b> - Distribuição percentual do acúmulo de massa seca nas diferentes partições de plantas de <i>D. saponariifolia</i> ao longo do período de crescimento avaliado.....	69
<b>Figura 23</b> - Modificação de morfologia radicular em planta de <i>D. saponariifolia</i> observada aos 86 DAT.....	70
<b>Figura 24</b> - Acúmulo de massa seca nas diferentes partições de plantas de <i>D. saponariifolia</i> , ao longo do seu ciclo de crescimento. A – massa seca de folha (MSF); B – massa seca de haste (MSH) e C – massa seca de raiz (MSR).....	71
<b>Figura 25</b> - A – Área Foliar (AF); B – Razão de Área Foliar (RAF); C – Taxa de Assimilação Líquida (TAL) e D – Área Foliar Específica (AFE) de <i>D. saponariifolia</i> ao longo do período de crescimento avaliado. (*) = $p < 0,05$ . ....	72
<b>Figura 26</b> - Regressão linear entre massa seca (W) e área foliar (AF) para aplicação da taxa de assimilação líquida (TAL). ....	73
<b>Figura 27</b> - Ajuste logístico para marcha de absorção dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg em plantas de <i>D. saponariifolia</i> ao longo do período experimental realizado.....	75
<b>Figura 28</b> - Distribuição percentual e marcha de acúmulo dos macronutrientes N e P em valores médios por ponto amostral para plantas de <i>D. saponariifolia</i> , nas frações folha, haste e raiz. ....	77
<b>Figura 29</b> - Distribuição percentual e marcha de acúmulo de K em valores médios por ponto amostral para plantas de <i>D. saponariifolia</i> , nas frações folha, haste e raiz.....	78
<b>Figura 30</b> - Distribuição percentual e marcha de acúmulo dos macronutrientes Ca e Mg em valores médios por ponto amostral para plantas de <i>D. saponariifolia</i> , nas frações folha, haste e raiz. ....	79

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Exemplo de teores de macronutrientes na parte aérea de leguminosas, na época de máxima produtividade de cada espécie. Adaptado de Barreto e Fernandes (1999). .....	5
<b>Tabela 2</b> - Coordenadas das unidades produtivas avaliadas. São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ. UP: Unidades produtivas. ....	23
<b>Tabela 3</b> - Culturas agrícolas presentes nas áreas de 0,5 ha (escala do cultivo) das glebas A e B do assentamento São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ e ciclo de cultivo, setembro/2016. ....	25
<b>Tabela 4</b> - Levantamento geral e classificação dos agrotóxicos utilizados na escala do cultivo das propriedades agrícolas avaliadas durante a fase experimental; Assentamento São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ. PPA: Potencial de Periculosidade Ambiental .....	26
<b>Tabela 5</b> - Parâmetros utilizados na caracterização da escala da unidade produtiva (4,0 ha). .....	27
<b>Tabela 6</b> - Parâmetros utilizados na caracterização da escala da paisagem (95 ha). ....	29
<b>Tabela 7</b> - Tratamentos com diferentes tipos de manejo avaliados no experimento de dinâmica de espécies espontâneas. São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ. ....	30
<b>Tabela 8</b> - Grupos funcionais utilizados para classificação das espécies de plantas espontâneas constadas no levantamento fitossociológico. ....	32
<b>Tabela 9</b> - Parâmetros avaliados na caracterização das unidades produtivas quanto as diferentes escalas da paisagem avaliadas, sendo: CVC: ciclo de vida das culturas; Cap: tipo de capina; Int.cap: frequência de capina; I.up: Intensidade de uso do solo ao entorno ao sistema de cultivo; EArb.up: elemento arbóreo natural; Arbex: elemento arbóreo exótico; PFF.P: área do fragmento mais próximo dentro do buffer de 95ha; Dist.P: distância linear cultivo-fragmento próximo; Área.frag: área total do fragmento próximo; Prox: índice “proximity”. São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ. ....	33
<b>Tabela 10</b> - Riqueza (S), diversidade (H'), equitabilidade (J') e dominância (C) baseada nos dados totais do levantamento fitossociológico. ....	36
<b>Tabela 11</b> - Riqueza (S), diversidade (H'), equitabilidade (J'), dominância (C') e coeficiente de mistura de Jentsch (QM) para a comunidade de espontâneas aos 60 e 150 dias de avaliação. ....	36
<b>Tabela 12</b> - Lista geral das espécies de ocorrência e o nº de indivíduos por tratamentos ao final de 150 dias de avaliação. 'Abund.': abundância total; 'AbR': abundância relativa; 'FrR': frequência relativa; CpS: capina seletiva; CC: capina convencional; Cv+Cs: cobertura viva + capina seletiva; AC: ausência de capina. ....	39
<b>Tabela 13</b> - Modelo selecionado para explicar a variação temporal da biomassa em ciperáceas, variáveis independentes, termo utilizado no modelo, seus respectivos coeficientes e sua significância pelo teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ). ....	43
<b>Tabela 14</b> - Modelo selecionado para explicar a variação temporal da biomassa em poáceas, variáveis independentes, termo utilizado no modelo, seus respectivos coeficientes e sua significância pelo teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ). ....	44
<b>Tabela 15</b> - Modelos médios ou totais, coeficientes e valores de importância (VI) das variáveis explicativas selecionadas para a interação de parâmetros da paisagem e a riqueza de espécies dos grupos funcionais propostos. ....	46

<b>Tabela 16</b> - Modelos médios ou totais, coeficientes e valores de importância (VI) das variáveis explicativas selecionadas para a interação de parâmetros da paisagem e a abundância de espécies dos grupos funcionais propostos. ....	50
<b>Tabela 17</b> - Análise química do substrato utilizado para o crescimento de <i>D. saponariifolia</i> . CNPAB, Seropédica/RJ.....	65
<b>Tabela 18</b> - Parâmetros estimados pelo modelo logístico (a, b e c) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para variáveis de massa e área em plantas de <i>D. saponariifolia</i> . ....	67
<b>Tabela 19</b> - Teores e desvios médios de macronutrientes da massa seca de plantas de <i>D. saponariifolia</i> ao longo do período experimental realizado. Valores médios dos teores de macronutrientes das frações folha, haste e raiz provenientes de quatro plantas por coleta.....	74
<b>Tabela 20</b> - Coeficientes estimados pelo modelo logístico (a, b e c), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e erro standard estimado (S). (*) = $p < 0,001$ .....	75
<b>Tabela 21</b> - Teores médios de macronutrientes na parte aérea de plantas de <i>D. saponariifolia</i> aos 79 DAT.....	76
<b>Tabela 22</b> - Relação K/Mg para frações e média total por planta. Valores em função da média total de teores para K e Mg obtidos. ....	80



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>2</b>
2.1	Intensificação Agrícola vs Intensificação Ecológica .....	2
2.2	Plantas Espontâneas em Agroecossistemas como Elementos Geradores de Serviços, Diversificação e Benefícios Econômicos.....	3
2.2.1	<i>Diodia saponariifolia</i> (Charm. et Schlech.) K. Schum - (poaia-do-brejo).....	6
2.3	Aspectos Ecológicos no Manejo de Plantas Espontâneas: Distúrbio, Controle Seletivo, Cultural e Competição Interspecífica.....	6
<b>3</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>9</b>
	<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>15</b>
	<b>INTENSIDADE DE CULTIVO E ELEMENTOS DA PAISAGEM: EFEITOS DE UM CONTRASTE DE DENSIDADE FLORESTAL E TIPOS DE CAPINA SOBRE PARÂMETROS FLORÍSTICOS E FUNCIONAIS DA VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA..</b> .....	<b>15</b>
	RESUMO.....	16
	ABSTRACT .....	17
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO</b> .....	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
3.1	Caracterização Geral da Área de Estudo .....	21
3.1.1	Escala de Avaliação das Unidades Produtivas .....	22
3.1.2	Métricas da Paisagem e de Intensidade de Manejo .....	24
3.1.3	Parâmetros avaliados na escala do cultivo (0,5 ha) .....	24
3.1.4	Parâmetros avaliados na escala da unidade produtiva (4,0 ha).....	27
3.1.5	Parâmetros avaliados na escala da paisagem (95 ha).....	27
3.2	Dinâmica de Plantas Espontâneas.....	29
3.2.1	Caracterização da Vegetação Espontânea.....	31
3.2.1.1	Parâmetros da Comunidade .....	31
3.2.1.2	Classificação dos Aspectos Funcionais .....	32
3.3	Análise de Dados .....	32
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>33</b>
4.1	Parâmetros das Escalas da Paisagem .....	33
5.1	Efeitos dos Tipos de Manejo Sobre a Comunidade de Plantas Espontâneas.....	34

5.1.1	Parâmetros fitossociológicos .....	34
5.1.4	Efeitos das escalas da paisagem e da intensidade de manejo sobre a riqueza e abundância de espécies espontâneas por grupo funcional .....	46
5.1.4.1	Efeitos sobre a riqueza .....	46
5.1.4.2	Efeitos sobre a abundância.....	49
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>51</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>52</b>
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>53</b>
	<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>60</b>
	<b>DINÂMICA DE CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM <i>Diodia saponariifolia</i> (Cham. &amp; Schltdl.) K. Schum COM ÊNFASE NA COBERTURA VIVA DO SOLO .....</b>	<b>60</b>
	RESUMO .....	61
	ABSTRACT.....	62
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>63</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>64</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>65</b>
3.1	Análise de Crescimento .....	65
3.1.1	Parâmetros da análise de crescimento.....	66
3.2	Acúmulo Particionado de Macronutrientes .....	66
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>67</b>
4.1	Análise de Crescimento de <i>Diodia saponariifolia</i> .....	67
4.2	Acúmulo de Macronutrientes por Plantas de <i>D. saponariifolia</i> .....	73
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>80</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>81</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>81</b>
	<b>ANEXO.....</b>	<b>87</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A riqueza de espécies em agroecossistemas vem declinando durante as últimas décadas, devido à intensificação das práticas de uso do solo (TILMAN et al., 2001). De um lado, a intensificação ocorre na escala de cultivo através do alto uso de insumos e revolvimento do solo, e do outro, ocorre na escala da paisagem devido à agregação de unidades produtivas manejadas de forma intensiva, resultando em uma transformação de paisagens anteriormente complexas com altas proporções de habitats naturais em paisagens simplificadas.

Polinizadores, recursos genéticos para a melhoria de culturas agrícolas, habitat para predadores naturais promotores do controle biológico, microrganismos benéficos, ciclagem eficiente de nutrientes, manutenção da fertilidade do solo e regulação do ciclo hidrológico, são exemplos de serviços que recebem alta pressão por conta da simplificação de paisagens anteriormente complexas. Sendo assim, abordagens ajustadas na compreensão das funções ecossistêmicas estão sendo debatidas em todo o mundo (DORÉ et al., 2011), uma vez que são peças-chave no estabelecimento de paisagens agrícolas multifuncionais. A constituição dessas paisagens tem por objetivo a conservação dos recursos naturais e a manutenção da produtividade dos sistemas agrícolas.

Entre os organismos prestadores de serviços ecossistêmicos, as plantas espontâneas, apesar dos entraves em relação a sua coexistência em sistemas agrícolas em função das problemáticas associadas ao seu manejo (BLITZER et al., 2012), são muito relevantes, constituindo a base da cadeia alimentar para produtores primários, herbívoros, fornecem abrigo e zonas de amortecimento, hibernação e reprodução (ex. ovoposição) e demais oportunidades à fauna (BÀRBERI et al., 2010). São largamente utilizadas na alimentação humana em diferentes partes do mundo, e possuem grande importância como plantas medicinais, sendo cada vez mais observadas por conta de inúmeros compostos potenciais de serem sintetizados para geração de medicamentos. Tais plantas também influenciam nas características edáficas, por promoverem diferentes composições de sistemas radiculares, podendo contribuir para melhor estruturação e aeração do solo em áreas antropizadas (COSTA & MITJA, 2009).

Em um momento em que o Brasil é considerado o líder do ranking de utilização de agrotóxicos do mundo e onde os herbicidas são 61% de todos os produtos formulados (IBAMA, 2014), se faz emergencial a geração de informações que deem suporte na readequação de práticas agrícolas, visando maior sinergia entre as unidades produtivas e o seu entorno.

Neste contexto, como uma das ferramentas que promovem maior qualidade ambiental em agroecossistemas, a utilização de espécies vegetais para cobertura viva além de ofertar benefícios ao solo, auxiliam na diversificação vegetal no sistema agrícola, e entre outros, podem exercer influência no controle da germinação de plantas que causem danos ao competirem com a cultura de interesse econômico (WEZEL et al., 2014). Entretanto, de forma geral, as plantas mais utilizadas para a função de cobertura viva são as espécies leguminosas, que possuem um grande destaque em relação à fixação biológica de nitrogênio. No entanto, tais espécies de maior utilização, são geralmente exóticas, dependentes de um esforço de plantio e produção de sementes (UZÊDA et al., 2015). Desta forma, alternativas localmente ajustadas para problemas inerentes aos sistemas agrícolas podem ser reveladas mediante a coleta de percepções dos próprios agricultores quanto ao meio, trazendo elementos e práticas aptas a serem aperfeiçoadas pela metodologia científica. Neste sentido, indicada por agricultores do assentamento São José da Boa Morte no município de Cachoeiras de Macacu/RJ, a espécie *Diodia saponariifolia* (Rubiaceae) popularmente conhecida como poaia-do-brejo surge como potencial planta de cobertura viva com foco no controle de

espécies competidoras e de baixo valor funcional, catalisando assim a diversificação da comunidade de espontâneas, além de prover benefícios a nível edáfico.

Neste tocante, o presente estudo idealizou compreender, sob uma leitura integrada de diferentes escalas, como determinados vetores ambientais e práticas de manejo em áreas imersas em um gradiente de densidade florestal influenciam a composição florística e funcional da comunidade de plantas espontâneas quando associada a diferentes tipos de manejo de capina, bem como caracterizar a dinâmica de crescimento e nutricional de plantas de *D. saponariifolia*.

Com as informações obtidas, buscou-se identificar estratégias de manejo onde a comunidade de espontâneas e a inserção de *D. saponariifolia* possam ser utilizadas como ferramentas de intensificação ecológica e para usos múltiplos em agroecossistemas.

Para tal, o presente estudo foi estruturado em dois capítulos, sendo:

Capítulo I: Intensidade de cultivo e elementos da paisagem: efeitos de um contraste de densidade florestal e tipos de manejo sobre parâmetros florísticos e funcionais da vegetação espontânea;

Capítulo II: Dinâmica de crescimento e acúmulo de nutrientes em *Diodia saponariifolia* (Cham. & Schltl.) K. Schum com ênfase na cobertura viva do solo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Intensificação Agrícola vs Intensificação Ecológica

O modelo de agricultura industrial proveniente da Revolução Verde trouxe entre algumas consequências a simplificação de agroecossistemas tradicionais e a substituição de funções biológicas originalmente providas por diversas comunidades de organismos, através do incremento de externalidades nos sistemas agrícolas. As práticas produtivas da agricultura moderna visam eliminar limitações à produtividade, através de sistemas de irrigação, adição de fertilizantes minerais, preparo contínuo do solo e uso de agrotóxicos em detrimento do controle biológico (TILMAN et al., 2001).

A intensificação agrícola tem sido bem sucedida na medida em que, todavia atende às crescentes demandas mundiais por produtos primários, aumentando a produtividade por unidade de área (MOSS, 2008; POTTS et al., 2010), entretanto nas últimas décadas houve uma extensiva conversão no uso do solo, com acentuada perda de habitats naturais e simplificação da paisagem agrícola, associando a acelerada reconfiguração dos ambientes a fenômenos como mudanças climáticas, poluição de recursos naturais, invasão biótica, que afetaram diretamente no contexto da biodiversidade de forma que muitos serviços ecossistêmicos essenciais para o bem-estar humano estão cada vez mais erodidos (HOOPER et al., 2005; BOMMARCO et al., 2013). Desta maneira, para se enfrentar desafios climáticos econômicos e sociais, as práticas agrícolas precisam garantir produtividade, estabilidade e resiliência, ao mesmo tempo em que devem minimizar os impactos ao meio ambiente (FOLEY et al., 2005).

Doré et al. (2011) explicam que o uso da regulação biológica nos agroecossistemas de modo a alcançar um alto nível de produção de alimentos e provisão de serviços ecossistêmicos, objetivos aparentemente opostos, compõe o que se é chamado de intensificação ecológica. A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO, 2009) definiu recentemente intensificação ecológica ou "intensificação sustentável", como "maximização da produção primária por unidade de área sem que haja comprometimento da capacidade do sistema em sustentar sua capacidade produtiva", ou seja,

atender as demandas por produção em quantidade e qualidade, inserindo elementos de base agroecológica que permitam a manutenção ou o aumento da provisão de serviços ecossistêmicos.

No âmbito da pesquisa científica, a intensificação ecológica requer mudança nos princípios disciplinares, considerando que a maior parte do progresso feito nas ciências agronômicas ao longo da última metade do século foi pautada pelo estudo de ecologia de populações monoespecíficas ou autoecologia, que se refere ao estudo de espécies individuais em relação ao seu ambiente (TITTONELL, 2014). Estes princípios são menos aplicáveis ao contemplar a ecologia de comunidades ou sinecologia (i.e.: estudo de grupos de organismos em relação ao seu meio), sendo esta abordagem mais aderente aos processos necessários à geração de práticas de desenho dos agroecossistemas fundamentados na intensificação ecológica através da agroecologia. Estes dependem em grande parte da diversificação espaço-temporal de espécies, características funcionais nos padrões emergentes e processos resultantes disso (TSCHARNTKE et al., 2005; RATNADASS et al., 2012; TITTONELL, 2014).

Desta forma, enquanto a dinâmica demográfica sustentou o foco do desenvolvimento agrícola no aumento da produção durante o século XX, atualmente a redescoberta das múltiplas funções dos agroecossistemas vem trazendo elementos que possibilitam contemplar a agricultura e sociedade de maneira mais integrativa (POTTER, 2004; CARON et al., 2015).

O surgimento de conceitos como “multifuncionalidade” e “serviços ecossistêmicos” pode ser interpretado como um duplo sinal, onde se atém a forte e inseparável relação entre a agricultura e setores relacionados, como a saúde, nutrição, meio ambiente, energia, trabalho, etc., e pela necessidade de lidar e agir sobre trocas possíveis. Em segundo lugar, confirma que as práticas convencionais são avaliadas e recompensadas de maneira a não permitir abordar desafios e expectativas atuais e futuras (CARON et al., 2014).

Em material divulgado pelo IAASTD (2009) a promoção e realização da multifuncionalidade são dificultadas pela falta de dados quantitativos e sistematizações que permitam uma avaliação completa dos impactos das funções mais amplas. No entanto, o reconhecimento das funções mais amplas da agricultura provocou esforços para o desenvolvimento de sistemas integrados de uso do solo que ofereçam um conjunto diversificado de funções sociais, econômicas e ambientais e abordam as compensações entre eles.

## **2.2 Plantas Espontâneas em Agroecossistemas como Elementos Geradores de Serviços, Diversificação e Benefícios Econômicos**

Associadas a impactos negativos em agroecossistemas, principalmente baixos índices produtivos, plantas espontâneas têm sido comumente consideradas um grande problema para a agricultura, já que muitas espécies são reconhecidamente competidoras e/ou promovem alelopatia (DALE; POLASKY, 2007; ZHANG et al., 2007), havendo assim grandes esforços sendo realizados para promover melhores índices de controle.

Novas abordagens para o estudo da comunidade de espontâneas têm destacado os benefícios obtidos a partir destas plantas para o ambiente e ao bem-estar humano (STORKEY et al., 2012). Diversas pesquisas têm oferecido informações quanto aos diferentes usos, serviços e funções desse tipo de vegetação para o agroecossistema, tais como o fornecimento de alimento para diferentes grupos tróficos, sequestro de carbono e estabilidade do solo (DALE; POLASKY, 2007; POWER, 2010). Alguns artrópodes fitófagos ao se alimentarem destas, são também beneficiados (BARBERI et al., 2010), como também várias aves e

pequenos mamíferos (EVANS et al., 2011), regulando assim um sistema biótico que contribui para o controle biológico, reduzindo custos de produção.

Determinados organismos são diretamente afetados pelas mudanças na comunidade de espontâneas, como é o caso de insetos polinizadores, o que afeta a produção de algumas espécies vegetais (GABRIEL; TSCHARNTKE, 2007). É afetada também a biota do solo, por estarem intimamente relacionadas ao sistema radicular e a cobertura de copas, mas principalmente por conta do banco de sementes, que tem um papel fundamental na interação complexa destes organismos, servindo como alimento para larvas e nematoides benéficos. No entanto, as sementes também podem atuar como reservatórios para agentes patogênicos e vetores de doenças de plantas, podendo estes serem controlados com as práticas de rotação de culturas adequadas (FRANKE et al., 2009).

A variabilidade e densidade botânica de um banco de sementes em um determinado momento são o resultado de um balanço entre a entrada de novas sementes (por chuva e dispersão) e perdas por germinação, deterioração, parasitismo, predação e transporte (MACHADO et al., 2013). Carmona (1995) sugere que as semelhanças dos bancos de sementes entre os agroecossistemas são maiores para áreas mais intensificadas, tendo estas uma maior quantidade de propágulos em comparação a áreas que sofrem menor intensificação, pois plantas espontâneas possuem estratégias de alta produção de sementes em situações de maior estresse ambiental.

Práticas de manejo que promovam o revolvimento do solo como a aração e gradagem, podem estimular um aumento da viabilidade de propágulos, propiciando melhor distribuição de sementes dentro do perfil do solo (LACERDA et al., 2005) bem como fatores como a dormência e suas mudanças sazonais estão relacionados com a persistência de sementes no solo e, conseqüentemente, aos problemas de infestação em sistemas agrícolas, já que as sementes de espontâneas passam por ciclos anuais de maior ou menor intensidade de dormência. Estas mudanças são atribuídas a variações de temperatura, luz, chuvas, profundidade de sementes e as práticas agrícolas (VIVIAN et al., 2008).

O manejo da fertilidade do solo pode ser também considerado um importante componente associado à composição de plantas espontâneas (DI TOMASO, 1995; BLACKSHAW et al., 2004), pois a alteração da fertilidade afeta a densidade de espécies, sua dinâmica de absorção de nutrientes e produção de biomassa, impactando diretamente na biodiversidade (MURPHY; LAMERLE, 2006). Mahn et al. (1988) observaram um declínio geral no número de indivíduos de espontâneas e um acréscimo de biomassa destas a partir do incremento de adubações nitrogenadas. Também se afeta a relação entre as comunidades de mono e dicotiledôneas, que pode aumentar com a melhoria da fertilidade do solo (MACLEAN, 2003).

Tang et al. (2014) encontraram maior densidade de espontâneas em tratamentos contendo adubação nitrogenada e potássica em conjunto, tendo Nie et al. (2008) reportado resultados similares para esta relação. Para os autores citados, a variabilidade estrutural da comunidade de espontâneas pode, entre outras, estar diretamente relacionada às diferentes condições de fertilidade do solo.

Atualmente, novos enfoques quanto às aplicabilidades econômicas de plantas espontâneas vêm surgindo, principalmente pelo resgate do conhecimento tradicional em função de uma demanda potencial de consumo que encontra nesse estrato herbáceo, entre outras, a possibilidade de complementação alimentar, diversificação de cardápio e fonte de renda familiar. Sobretudo, nos países tropicais e subtropicais, a biodiversidade tem um grande potencial de uso alimentício a ser pesquisado (KINUPP, 2007).

Sistemas agrícolas imersos em paisagens complexas têm sido relatados como favoráveis à diversificação da comunidade de espontâneas em comparação aos imersos em paisagens mais simplificadas, uma vez que o primeiro oferece um cenário em que existe uma

maior quantidade de habitats, atuando como fonte de propágulos para o enriquecimento e manutenção do banco de sementes em áreas agrícolas (ARMENGOT et al., 2011). Desta forma, o banco de sementes pode refletir os efeitos da intensificação dos sistemas agrícolas ao longo do tempo, e por conta disso, prévios estudos têm reportado mudanças na riqueza e composição do banco de sementes de espécies espontâneas devido as diferentes intensidades de uso do solo e complexidade da paisagem (HAWES et al., 2010).

Os resultados expressados por Gabriel et al. (2005) sinalizaram que no contexto avaliado, dentre todos os parâmetros o que melhor explicou a diversidade de plantas espontâneas foi a escala da paisagem (2 km de diâmetro), sugerindo que os padrões locais foram altamente determinados pelos atributos existentes em uma maior escala de abrangência. Entretanto o autor infere que a chuva de sementes de uma elevada diversidade de habitats e a existência de bordas perturbadas pode ser o processo subjacente mais provável para os dados obtidos, embora o mesmo sinalize que os mecanismos são em grande parte desconhecidos, sendo necessário o estímulo a pesquisas que contribuam na compreensão de tais interações, dando maior embasamento nas tomadas de decisão referentes ao manejo do agroecossistema utilizando a composição de espontâneas presente ou a potencial, existente no banco de sementes do solo.

Dentre os principais serviços prestados pela vegetação espontânea quando manejadas em práticas de base agroecológicas, a ciclagem de nutrientes é tida como um processo de larga importância, pois está relacionado ao sequestro e armazenamento de nutrientes que outrora poderiam ser perdidos via lixiviação ou escoamento superficial, mantendo assim a fertilidade dentro do sistema. Associado a isso, por haver presença de biomassa tanto superficial ao solo quanto em profundidade, o teor de matéria orgânica pode aumentar, tendo efeitos diretos nos atributos físicos e também biológicos do solo, como estruturação e aumento de organismos benéficos (SILVA; MOORE, 2017).

Para tal, são utilizadas comumente plantas da família Fabaceae como plantas de cobertura, motivada pela potencial de produção de biomassa e sua capacidade de associar-se simbioticamente com bactérias fixadoras de nitrogênio do ar, promovendo o enriquecimento desse nutriente em seus tecidos e fornecendo-o à cultura sucessora (MATHEIS et al., 2006). Além do suprimento de N, as plantas utilizadas na adubação verde também podem mobilizar grande qualidade de outros nutrientes essenciais (ABBASI et al., 2009) (Tab. 1).

**Tabela 1** - Exemplo de teores de macronutrientes na parte aérea de leguminosas, na época de máxima produtividade de cada espécie. Adaptado de Barreto e Fernandes (1999).

Espécie	N	P	K	Ca	Mg
	----- g kg <sup>-1</sup> -----				
<i>Canavalia ensiformis</i>	34,3	2,2	10,8	12,3	4,0
<i>Calopogonium mucunoides</i>	28,5	1,6	13,6	9,9	3,9
<i>Crotalaria juncea</i>	22,5	2,2	12,1	5,7	2,5
<i>Crotalaria spectabilis</i>	23,8	1,9	18,7	14,7	3,1
<i>Mucuna aterrima</i>	32,6	2,6	15,3	7,1	2,4

As leguminosas são muitas vezes cultivadas como adubação verde, ofertando benefícios durante e entre ciclos de cultivo, estimulando assim a atividade biológica e melhorando a nutrição de plantas cultivadas (ABBASI et al., 2009). Entretanto, são plantas com baixa relação C/N, apresentando elevada velocidade de decomposição e liberação de nutrientes de seus resíduos, fazendo com que seja importante considerar a utilização de outros grupos vegetais na prestação desse serviço (CARVALHO, 2012).

Favero (2000) ao comparar a absorção de nutrientes por plantas espontâneas com espécies leguminosas observou que *Euphorbia heterophylla* L. (leiteiro) apresentou conteúdo de P sete vezes maior do que *Canavalia brasiliensis* (feijão-bravo-do-Ceará) e três vezes superior em relação ao *Dolichos lablab* (lab-lab). Já *Leonotis nepetaefolia* (cordão-de-frade) apresentou conteúdo de P cinco vezes maior do que o feijão-bravo-do-ceará e duas vezes maior do que o *Canavalia ensiformis* (feijão-de-porco). *Commelina benghalensis* (trapoeraba) apresentou conteúdo de K três vezes maior que o teor apresentado pelo feijão-bravo-do-ceará e pelo lab-lab e quase o dobro do teor de Mg apresentado pelo feijão-bravo-do-ceará. Finalmente, *Amaranthus* spp. (caruru) e *Spermacoce latifolia* (erva-quente) apresentaram conteúdo de K três vezes maior o teor apresentado pelo feijão-de-porco. Estes dados ilustram o potencial da utilização de plantas espontâneas na ciclagem de nutrientes, quando integrado ao conhecimento de épocas de corte e quantidade de biomassa retirada.

### **2.2.1 *Diodia saponariifolia* (Charm. et Schlech.) K. Schum - (poaia-do-brejo)**

O gênero *Diodia* L., família Rubiaceae, tem aproximadamente 30 espécies no Brasil, tendo seis espécies relatadas no Estado do Rio de Janeiro (BENJAMIM, 1959). Compreende cinco espécies com centro de origem nas Américas, dentre eles *D. saponariifolia* (Charm. et Schlech.) K. Schum, sendo esta uma espécie nativa.

*Diodia saponariifolia*, informalmente conhecida como “poaia-do-brejo” tem como características ser uma erva perene, quase completamente glabra, com hastes longas e basalmente prostrados, reptantes e radicantes nos nós basais ou flexuosos quando encostados a cima da vegetação circunstante (DELPRETE et al., 2004). Possui ramos florais com muitos fascículos axilares (1 a 2 floras), sendo brancas e polinizadas por insetos. Sua dispersão é anemocórica, hidrocórica ou autocórica (SALAS, 2011).

A espécie até recentemente constava exclusivamente em levantamentos fitossociológicos na América do Sul, particularmente Brasil, Paraguai e Argentina (BACIGALUPO; CABRAL, 1999), entretanto, recentemente foi localizada no México e também em regiões do Caribe como Belize, Guatemala e Nicarágua (PEREZ; HERNANDEZ, 2011).

Em território nacional a espécie ocorre em quase todos os estados, mais especificamente na Bahia (BA), regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, tendo como domínios fitogeográficos a Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal (CABRAL; SALAS, 2013b).

Descrita como erva emergente de substrato aquático, habita áreas brejosas abertas como o próprio nome popular diz, beira de riachos ou bordas de mata, sendo encontrada em ambiente ruderal. Entretanto sua plasticidade fenotípica já foi notada em trabalho de Ferreira (2016) ao multiplicar propágulos vegetativos da mesma em estudo inédito sobre a utilização de *D. saponariifolia* como ferramenta de base agroecológica na cobertura do solo. Existem poucas referências da espécie, exceto em levantamentos florísticos.

### **2.3 Aspectos Ecológicos no Manejo de Plantas Espontâneas: Distúrbio, Controle Seletivo, Cultural e Competição Interespecífica**

Pickett e White (1985) definem um distúrbio como “qualquer evento relativamente discreto no tempo que afete o ecossistema, a comunidade ou a estrutura da população e mude os recursos, a disponibilidade do substrato ou o ambiente físico”. Por esta definição, a produção de uma cultura em um agroecossistema, incluindo os efeitos biológicos da cultura,



bem como qualquer atividade de manejo, pode ser considerada um tipo de perturbação para as populações de plantas espontâneas, sendo este o objeto de inúmeros estudos realizados a partir de então (SHEA et al., 2004; MILLER et al., 2011; ZHANG; SHEA, 2012). Tais trabalhos sinalizam a importância de se considerar os múltiplos aspectos do regime de distúrbio como a sua intensidade, frequência e o período (i.e.: sazonalidade) (GARRISON et al., 2014).

Os distúrbios podem persistir em sistemas por diferentes períodos de tempo e sob diferentes formas, dependendo da frequência e da intensidade espacial, da resposta das espécies residentes aos regimes de perturbação passados e atuais e mudanças nas condições edáficas (SHEA et al., 2004). Entretanto, o recrutamento de plantas provenientes de determinados distúrbios podem ajudar a restaurar a biodiversidade na escala de cultivo (KIEHL et al., 2010), o que pode proporcionar maior estabilidade na produtividade através de uma elevada riqueza de grupos funcionais, complementaridade de nicho e resistência à invasão de espécies indesejáveis ou antagonicamente promover a simplificação do banco de sementes, aumentando as lacunas funcionais em agroecossistemas intensificados (DURU et al., 2012).

Como ferramenta-chave do modelo de produção agrícola convencional, o uso indiscriminado de herbicidas continua a ser um dos principais motores de perda de biodiversidade em agroecossistemas (ARMENGOT et al., 2013) e as altas diferenças encontradas na diversidade de espontâneas em áreas com sistema convencional em relação aos sistemas orgânicos são principalmente devido ao uso desses compostos. O uso repetido de herbicidas com mesmo mecanismo de ação pode promover o aparecimento de biótipos de plantas resistentes (ANDREASEN; STREIBIG, 2011), pois repetidas aplicações de um mesmo herbicida ou herbicidas de mesmo mecanismo de ação pode causar uma pressão de seleção em indivíduos resistentes, que ocorrem em baixa frequência, tornando-os dominantes na população (CHRISTOFFOLETI et al., 2008).

Herbicidas diferem em termos de ingredientes ativos e mecanismo de ação, dentre outros. Além disso, as espécies de plantas espontâneas também variam em suscetibilidade a esses produtos. A aplicação de herbicidas sintéticos de amplo-espectro em sistemas de cultivo convencionais podem exercer efeitos importantes sobre a riqueza dessa vegetação, sendo intensificado este reflexo ao se realizarem aplicações sucessivas, onde se altera tanto a estrutura de comunidades acima do solo como a composição do banco de sementes do mesmo (BÀRBERI et al., 1997).

No entanto, o uso de herbicidas seletivos, que não possui eficiência em determinadas espécies espontâneas desejáveis, tem sido apresentado como importante técnica de manejo dentro da produção, destinados a aumentar os benefícios ecológicos fornecidos por espécies da comunidade (SMITH et al., 2006). Consequentemente, controlando seletivamente espécies mais competitivas, um equilíbrio pode ser alcançado entre um nível satisfatório de produtividade dos cultivos, sendo então importante que o adequado controle da vegetação espontânea atenda a necessidade de algumas espécies em apoiar a diversidade nos níveis tróficos superiores (ULBER, 2010).

Outro viés relevante se dá quanto à construção e/ou manutenção da qualidade do solo como sendo um dos desafios constantes na produção agrícola, principalmente em sistemas agrícolas familiares. Diversos estudos demonstraram os benefícios das culturas de cobertura na melhoria das condições edáficas em sistemas produtivos (HARTWIG; AMMON, 2002; BAJWA et al., 2015). No entanto, em um panorama onde um significativo montante das unidades produtivas se encontra sob pressão para maximizar a produção, o contraponto da constante instabilidade de acesso a terra, mão-de-obra, implementos agrícolas, etc, faz com que o uso de práticas intensivas de cultivo (i.e.: revolvimento do solo a cada início de cultivo, uso contínuo de herbicidas de mesmo mecanismo de ação, adubação mineral simplificada,

baixa diversificação de estratos vegetais, entre outras) seja um facilitador para os processos de preparo e cultivo, havendo assim um elo de dependência prática à agricultura convencional (PFEIFFER et al., 2015).

Entretanto, o manejo da cobertura viva do solo é uma abordagem ambientalmente sinérgica, que prevê o interplântio e o crescimento em paralelo das culturas de cobertura com a cultura de interesse agrícola, sendo esta uma iminente alternativa, entre outras, à necessidade de dessecação de plantas para a formação de palhada e/ou para controle químico de plantas espontâneas (WEZEL et al., 2014). A cobertura viva tem o potencial de reduzir a erosão do solo, incrementando matéria orgânica e nitrogênio ao sistema, além de contribuir na maior infiltração de água, diminuindo a pressão de competição por espécies competidoras (HARTWIG; AMMON, 2002) e o banco de sementes do solo, por diversificar a pressão de seleção, alterando os padrões de distúrbios (GIBSON et al., 2011).

Em geral, as características ideais para as culturas de cobertura viva para a supressão de espécies espontâneas competidoras são: 1) Habilidade de prover uma completa e densa cobertura vegetal; 2) Rápido estabelecimento e crescimento para a formação de dossel antes das espécies alvo e 3) Seletividade entre supressão de espontâneas e a cultura consorciada (MOHAMMADI, 2012).

Estudos prévios sobre o tema mostraram alta variabilidade quanto ao sucesso de coberturas vivas no controle de espontâneas prejudiciais (BRAINARD et al., 2012), bem como na redução de produtividade de cultivos comerciais (CAROF et al., 2007) dependendo de condições ambientais específicas e interações com o cultivo agrícola. Sendo ainda uma demanda latente a compreensão quanto a estratégias de manejo específicas para as culturas de cobertura viva do solo, objetivando evitar a concorrência por recursos essenciais (ex.: água, luz e nutrientes) destas com as culturas de interesse econômico (TEASDALE, 1996; PFEIFFER et al., 2015), bem como auxiliar na predição da composição de espécies em resposta ao sistema implantado, possibilitando o planejamento mais assertivo do manejo da comunidade de espontâneas (SMITH et al., 2015).

A competição interespecífica é tida como um dos processos que permite uma efetiva redução da abundância de plantas espontâneas com baixa contribuição funcional aos sistemas agrícolas, através da ação de filtros biológicos (GARRISON et al., 2014). A teoria clássica de competição sugere que as espécies de plantas com características funcionais e morfológicas semelhantes relacionadas à aquisição e utilização de recursos, como também quanto à fenologia, arquitetura de folhas, morfologia radicular, uso de água e exigência de nutrientes, devem competir mais intensamente do que as espécies com características dissimilares (JOHANSSON; KEDDY, 1991). Isso implica que uma determinada espécie de cobertura deve competir mais intensamente com espécies espontâneas às quais é mais semelhante, como as que pertencem ao mesmo grupo funcional (ex.: fixadores de nitrogênio, gramíneas C4, etc.) ou mesma família (VIOLLE et al., 2011). Complementarmente, certas linhas de teoria da ecologia de plantas sugerem que, em relação às monoculturas, as policulturas funcionalmente diversas devem atuar como filtros bióticos mais fortes, filtrando assim uma gama maior de tipos funcionais de plantas espontâneas, reduzindo potencialmente a abundância e a riqueza da comunidade.

Adicionalmente, em alguns casos, o aumento da densidade de plantas tende a levar a um rápido fechamento do dossel, aumentando a interferência da cobertura na supressão de plantas espontâneas, aumentando maiores rendimentos (JAMSHIDI et al., 2013). No entanto, a alta densidade de plantas pode levar ao aumento da concorrência por recursos entre a cultura de interesse econômico e a de cobertura. Assim, a determinação da densidade ótima da cultura de cobertura é crucial para a obtenção de resultados positivos e redução de externalidades (POURYOUSEF et al., 2014).

Erasmus et al., (2004) apontam que o fato de algumas espécies de cobertura serem mais hábeis em reduzir a abundância de plantas espontâneas prejudiciais e outras mais hábeis em reduzir a produção de biomassa, como também as que se decompõem e liberam aleloquímicos em tempos distintos em função de sua relação C/N, faz com que seja de grande utilidade o desenvolvimento de pesquisas que apresentem potenciais de uso de espécies no controle de plantas competidoras, considerando que a maior parte dos trabalhos se dedicam à quantificação de biomassa e nutrientes que são destinados para a cultura principal através do processo de ciclagem de nutrientes.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBASI, M. K.; MUSHTAQ, A.; TAHIR, M. M. Cumulative effects of white clover residues on the changes in soil properties, nutrient uptake, growth and yield of maize crop in the sub-humid hilly region of Azad Jammu and Kashmir, Pakistan. *African Journal of Biotechnology*, v. 8, n. 10, 2009.

ANDREASEN, C.; STREIBIG, J. C. Evaluation of changes in weed flora in arable fields of Nordic countries—based on Danish long-term surveys. *Weed Research*, v. 51, n. 3, p. 214-226, 2011.

ARMENGOT, L., JOSÉ-MARÍA, L., BLANCO-MORENO, J. M., ROMERO-PUENTE, A., SANS, F. X. Landscape and land-use effects on weed flora in Mediterranean cereal fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 142, n. 3, p. 311-317, 2011.

ARMENGOT, L., JOSÉ-MARÍA, L., CHAMORRO, L., SANS, F. X. Weed harrowing in organically grown cereal crops avoids yield losses without reducing weed diversity. *Agronomy for sustainable development*, v. 33, n. 2, p. 405-411, 2013.

BAJWA, A. A.; MAHAJAN, G.; CHAUHAN, B. S. Nonconventional weed management strategies for modern agriculture. *Weed Science*, v. 63, n. 4, p. 723-747, 2015.

BÀRBERI, P., SILVESTRI, N., BONARI, E. Weed communities of winter as influenced by input level and rotation. *Weed Research*, v. 37, n. 5, p. 301-13, 1997.

BARBERI, P., BURGIO, G., DINELLI, G., MOONEN, A. C., OTTO, S., VAZZANA, C., ZANIN, GL. Functional biodiversity in the agricultural landscape: relationships between weeds and arthropod fauna. *Weed Research*, v. 50, n. 5, p. 388-401, 2010.

BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Produtividade de fitomassa de leguminosas para adubação verde, em solo de tabuleiro costeiro. *Revista Agrotrópica, Ilhéus*, v. 11, n. 2, p. 89-96, 1999.

BENJAMIN, Dimitri Sucre. RUBIACEAE DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO: I-TRIBO SPERMACOCEAE. *Rodriguésia*, n. 33/34, p. 241-280, 1959.

BLACKSHAW, R. E.; MOLNAR, L. J.; JANZEN, H. H. Nitrogen fertilizer timing and application method affect weed growth and competition with spring wheat. *Weed Science*, v. 52, n. 4, p. 614-622, 2004.

- BOMMARCO, R.; KLEIJN, D.; POTTS, S.G. Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 28, n. 4, p. 230-238, 2013.
- BRAINARD, D. C., BAKKER, J., NOYES, D. C., MYERS, N. Rye living mulch effects on soil moisture and weeds in asparagus. *HortScience*, v. 47, n. 1, p. 58-63, 2012.
- CABRAL, E.L. & SALAS, R. *Diodia*. In: Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2013b. Disponível em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/FichaPublicaTaxonUC/FichaPublicaTaxonUC.do?id=FB13936>
- CARMONA, R. Banco de sementes e estabelecimento de plantas daninhas em agroecossistemas. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 13, n. 1, p.3-9, 1995.
- CAROF, M., DE TOURDONNET, S., SAULAS, P., LE FLOCH, D., ROGER-ESTRADE, J. Undersowing wheat with different living mulches in a no-till system. I. Yield analysis. *Agronomy for sustainable development*, v. 27, n. 4, p. 347-356, 2007.
- CARON, P.; BIÉNABE, E.; HAINZELIN, E. Making transition towards ecological intensification of agriculture a reality: the gaps in and the role of scientific knowledge. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 8, p. 44-52, 2014.
- CARVALHO, W. P. DE. Plantas de cobertura no controle de infestantes no sistema orgânico de produção. 2012. 183 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras. 2012.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; Resistência das plantas daninhas a herbicidas: definições, bases e situação no Brasil e no mundo. *Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas*, v. 3, p. 9-34, 2008.
- DALE, V. H.; POLASKY, S. Measures of the effects of agricultural practices on ecosystem services. *Ecological economics*, v. 64, n. 2, p. 286-296, 2007.
- DI TOMASO, J. M. Approaches for improving crop competitiveness through the manipulation of fertilization strategies. *Weed Science*, p. 491-497, 1995.
- DORÉ, T., MAKOWSKI, D., MALÉZIEUX, E., MUNIER-JOLAIN, N., TCHAMITCHIAN, M., TITTONELL, P. Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: revisiting methods, concepts and knowledge. *European Journal of Agronomy*, v. 34, n. 4, p. 197-210, 2011.
- DURU, M.; THEAU, J. P.; CRUZ, P. Functional diversity of species-rich managed grasslands in response to fertility, defoliation and temperature. *Basic and Applied Ecology*, v. 13, n. 1, p. 20-31, 2012.
- EVANS, D. M., POCOCK, M. J., BROOKS, J., MEMMOTT, J. Seeds in farmland food-webs: resource importance, distribution and the impacts of farm management. *Biological Conservation*, v. 144, n. 12, p. 2941-2950, 2011.

ERASMO, E. A. L.; AZEVEDO, W. R.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, A. M.; GARCIA, S. L. R. Potencial de espécies utilizadas como adubo verde no manejo integrado de plantas daninhas. *Planta Daninha*, v. 22, n. 3, p. 337-342, 2004.

FAVERO, I.; JUCKSCH, C.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 24, n. 1, p. 171-177, 2000.

FOLEY, J. A., DEFRIES, R., ASNER, G. P., BARFORD, C., BONAN, G., CARPENTER, S. R., ...; HELKOWSKI, J. H. Global consequences of land use. *Science*, v. 309, n. 5734, p. 570-574, 2005.

FRANKE AC, L. L.; VAN DER BURG W. J.; VAN OVERBEEK L. The role of arable weed seeds for agroecosystem functioning. *Weed Research* 49, 131-141. 2009

GABRIEL, D.; TSCHARNTKE, T. Insect pollinated plants benefit from organic farming. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 118, n. 1, p. 43-48, 2007.

GARRISON, A. J., MILLER, A. D., RYAN, M. R., ROXBURGH, S. H., SHEA, K. Stacked crop rotations exploit weed-weed competition for sustainable weed management. *Weed science*, v. 62, n. 1, p. 166-176, 2014.

GIBSON, Kevin D. et al. Effect of a living mulch on weed seed banks in tomato. *Weed Technology*, v. 25, n. 2, p. 245-251, 2011.

HARTWIG, N. L.; AMMON, H. U. Cover crops and living mulches. *Weed science*, v. 50, n. 6, p. 688-699, 2002.

HAWES, C., SQUIRE, G. R., HALLETT, P. D., WATSON, C. A., YOUNG, M. Arable plant communities as indicators of farming practice. *Agriculture, ecosystems & environment*, v. 138, n. 1, p. 17-26, 2010.

HOOPER, D. U., CHAPIN, F. S., EWEL, J. J., HECTOR, A., INCHAUSTI, P., LAVOREL, S., LAWTON, J. H.; LODGE, D. M.; LOREAU, M.; NAEEM, S.; SCHMID, B.; SETALA, H.; SYMSTAD, A. J.; VANDERMEER, J.; WARDLE, D. A. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, v. 75, n. 1, p. 3-35, 2005.

IAASTD (International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development): *Agriculture at a crossroads*. In: *Global Report*. Edited by MACINTYRE, B. D., HERREN, H. R., WAKHUNGU, J., WATSON, R. T. Washington, DC: International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development, Island Press; 2009:606.

JAMSHIDI, K.; YOUSEFI, A. R.; OVEISI, M. Effect of cowpea (*Vigna unguiculata*) intercropping on weed biomass and maize (*Zea mays*) yield. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, v. 41, n. 4, p. 180-188, 2013.

JOHANSSON, M. E.; KEDDY, P. A. Intensity and asymmetry of competition between plant pairs of different degrees of similarity: an experimental study on two guilds of wetland plants. *Oikos*, p. 27-34, 1991.

KIEHL, K., KIRMER, A., DONATH, T. W., RASRAN, L., HÖLZEL, N. Species introduction in restoration projects—Evaluation of different techniques for the establishment of semi-natural grasslands in Central and Northwestern Europe. *Basic and Applied Ecology*, v. 11, n. 4, p. 285-299, 2010.

KINUPP, V. F. Plantas alimentícias não-convencionais da região metropolitana de Porto Alegre, RS. 2007; (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2007.

LACERDA, A. L. de S.; VICTORIA FILHO, R.; MENDONÇA, C. G. Levantamento do banco de sementes em dois sistemas de manejo de solo irrigados por pivô central. *Planta Daninha, Viçosa*, v. 23, p. 1-7, 2005.

MACHADO, V. M., SANTOS, J. B., PEREIRA, I. M., LARA, R. O., CABRAL, C. M., AMARAL, C. S. Evaluation of the seed bank in a campestre cerrado area under recovery. *Planta Daninha*, v. 31, n. 2, p. 303-312, 2013.

MACLEAN, R.N. Impact of *gliricidia spectabalis* hedgerows on weeds and insect pests of upland rice. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.94, p. 275-288. 2003.

MAHN, E. Changes in the structure of weed communities affected by agro-chemicals: what role does nitrogen play? *Ecological Bulletins*, p. 71-73, 1988.

MATHEIS, H.; AZEVEDO, F. A. de; VICTÓRIA FILHO, R. Adubação verde no manejo de plantas daninhas na cultura de citros. *Laranja, Cordeirópolis*, v. 27, n. 1, p. 101-110, 2006.

MILLER, A. D.; ROXBURGH, S. H.; SHEA, K. How frequency and intensity shape diversity—disturbance relationships. *Proceedings of the National Academy of sciences*, v. 108, n. 14, p. 5643-5648, 2011.

MOHAMMADI, G. R. Living mulch as a tool to control weeds in agroecosystems: A Review. INTECH Open Access Publisher, 2012.

MOSS, B. Water pollution by agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, v. 363, n. 1491, p. 659-666, 2008.

MURPHY, C. E.; LEMERLE, D. Continuous cropping systems and weed selection. *Euphytica*, v. 148, n. 1-2, p. 61-73, 2006

NIE, J., YIN, L. C., LIAO, Y. L., ZHENG, S. X., XIE, J. Weed community composition after 26 years of fertilization of late rice. *Weed Science*, v. 57, n. 3, p. 256-260, 2009.

PÉREZ, L. L.; HERNÁNDEZ, C. G. DIODIA SAPONARIIFOUA (RUBIACEAE: SPERMACOCEAE), ESPECIE DISYUNTA ENTRE SUDAMÉRICA Y MEXICO. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, p. 299-302, 2011.

PFEIFFER, A.; SILVA, E.; COLQUHOUN, J. Living mulch cover crops for weed control in small-scale applications. *Renewable Agriculture and Food Systems*, v. 31, n. 04, p. 309-317, 2015.

POTTER, C. Multifunctionality as an agricultural and rural policy concept. Sustaining agriculture and the rural environment. Governance, policy and multifunctionality, advances in ecological economics. Edward Elgar, Cheltenham, p. 15-35, 2004.

POTTS, S. G., BIESMEIJER, J. C., KREMEN, C., NEUMANN, P., SCHWEIGER, O., KUNIN, W. E. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. Trends in Ecology & Evolution, v. 25, n. 6, p. 345-353, 2010.

POURYOUSEF, M., YOUSEFI, A. R., OVEISI, M., ASADI, F. Intercropping of fenugreek as living mulch at different densities for weed suppression in coriander. Crop Protection, v. 69, p. 60-64, 2015.

POWER, A. G. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences, v. 365, n. 1554, p. 2959-2971, 2010.

RANEY, T., GEROSA, S., KHWAJA, Y., SKOET, J., STEINFELD, H., MCLEOD, A.,... CLUFF, M.. The state of food and agriculture 2009: livestock in the balance. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 2009.

RATNADASS, A., FERNANDES, P., AVELINO, J., HABIB, R. Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: a review. Agronomy for sustainable development, v. 32, n. 1, p. 273-303, 2012

SHEA, K.; ROXBURGH, S. H.; RAUSCHERT, E. S. J. Moving from pattern to process: coexistence mechanisms under intermediate disturbance regimes. Ecology letters, v. 7, n. 6, p. 491-508, 2004.

SILVA, E. M.; MOORE, V. M. Cover Crops as an Agroecological Practice on Organic Vegetable Farms in Wisconsin, USA. Sustainability, v. 9, n. 1, p. 55, 2017.

SMITH, R. G. Timing of tillage is an important filter on the assembly of weed communities. Weed Science, v. 54, n. 4, p. 705-712, 2006.

SMITH, R. G., ATWOOD, L. W., POLLNAC, F. W., WARREN, N. D. Cover-crop species as distinct biotic filters in weed community assembly. Weed science, v. 63, n. 1, p. 282-295, 2015.

STORKEY, J., BROOKS, D., HAUGHTON, A., HAWES, C., SMITH, B. M., HOLLAND, J. M. Using functional traits to quantify the value of plant communities to invertebrate ecosystem service providers in arable landscapes. Journal of Ecology, v. 101, n. 1, p. 38-46, 2013.

TANG, L., CHENG, C., WAN, K., LI, R., WANG, D., TAO, Y., ... CHEN, F. Impact of fertilizing pattern on the biodiversity of a weed community and wheat growth. PloS one, v. 9, n. 1, p. e84370, 2014.

TEASDALE, J. R. Contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems. Journal of Production Agriculture, v. 9, n. 4, p. 475-479, 1996.

TILMAN, D.; FARGIONE, J.; WOLFF, B.; D'ANTONIO, C.; DOBSON, A.; HOWARTH, R.; SWACKHAMER, D. Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science*, v. 292, n. 5515, p. 281-284, 2001.

TITTONELL, P. Ecological intensification of agriculture—sustainable by nature. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 8, p. 53-61, 2014.

TSCHARNTKE, T., KLEIN, A. M., KRUESS, A., STEFFAN-DEWENTER, I., THIES, C. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity–ecosystem service management. *Ecology Letters*, v. 8, n. 8, p. 857-874, 2005.

ULBER, L.; STEINMANN, H. H.; KLIMEK, S. Using selective herbicides to manage beneficial and rare weed species in winter wheat. *Journal of Plant Diseases and Protection*, p. 233-239, 2010.

WEZEL, A., CASAGRANDE, M., CELETTE, F., VIAN, J. F., FERRER, A., PEIGNÉ, J. Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for sustainable development*, v. 34, n. 1, p. 1-20, 2014.

WHITE, P. S.; PICKETT, S. T. A. Natural disturbance and patch dynamics. *Unknown Journal*, p. 3-13, 1985.

VIOLLE, C., NEMERGUT, D. R., PU, Z., JIANG, L. Phylogenetic limiting similarity and competitive exclusion. *Ecology letters*, v. 14, n. 8, p. 782-787, 2011.

VIVIAN, R., SILVA, A. A., GIMENES JR, M., FAGAN, E. B., RUIZ, S. T., LABONIA, V. Weed seed dormancy as a survival mechanism: brief review. *Planta Daninha*, v. 26, n. 3, p. 695-706, 2008.

ZHANG, W., RICKETTS, T. H., KREMEN, C., CARNEY, K., SWINTON, S. M. Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological economics*, v. 64, n. 2, p. 253-260, 2007.

ZHANG, R.; SHEA, K. Integrating multiple disturbance aspects: management of an invasive thistle, *Carduus nutans*. *Annals of Botany*, v. 110, n. 7, p. 1395-1401, 2012.



## **CAPÍTULO I**

### **INTENSIDADE DE CULTIVO E ELEMENTOS DA PAISAGEM: EFEITOS DE UM CONTRASTE DE DENSIDADE FLORESTAL E TIPOS DE CAPINA SOBRE PARÂMETROS FLORÍSTICOS E FUNCIONAIS DA VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA**

## RESUMO

A biodiversidade presente em agroecossistemas pode fornecer uma teia ecológica complexa que dá suporte à produção de alimentos, além de frear impactos gerados pela intensificação agrícola. O manejo efetivo da vegetação espontânea é um entrave particularmente importante, pois estas podem causar perdas de rendimentos nas lavouras, embora possam prover e amplificar inúmeros serviços ecossistêmicos por *spillover*. No entanto, o desenvolvimento e adequação de técnicas de controle de espécies competidoras é uma pauta crescente a fim de reduzir custos de produção com capina, bem como aumentar a qualidade ambiental em sistemas agrícolas. Com isso, o presente estudo teve como objetivo geral compreender em uma avaliação multiescala, se, e como diferentes parâmetros da paisagem agrícola e da intensidade de cultivo imprimem efeitos sobre a composição florística e funcional da comunidade de espontâneas, quando associados a diferentes tipos de manejo de capina, sendo: seletiva, convencional, cobertura viva com *Diodia saponariifolia* + capina seletiva e ausência de capina. Para tal, realizou-se um experimento em 8 unidades produtivas no assentamento São José da Boa Morte, município de Cachoeiras de Macacu/RJ, sendo 4 imersos em paisagem com alta densidade florestal e 4 em paisagem simplificada. O arranjo espacial da unidade produtiva contempla as escalas de: cultivo (0,5 ha), unidade produtiva (4,0 ha) e paisagem (95 ha) sendo cada uma destas caracterizadas quanto a sua intensidade de cultivo e métricas da paisagem. Realizou-se o levantamento fitossociológico e geração de índices de diversidade para avaliar os efeitos dos diferentes tratamentos sobre a comunidade de espontâneas, bem como a influência da cobertura viva associada a capina seletiva sobre a diminuição da biomassa de cyperáceas e poáceas. Através de levantamento bibliográfico, as espécies foram agrupadas quanto a aspectos funcionais relacionados à provisão de serviços ecossistêmicos. Modelos lineares generalizados (GLMs) foram utilizados para selecionar as variáveis de maior efeito quanto à influência das diferentes escalas da paisagem sobre a riqueza e abundância das espécies agrupadas funcionalmente. Nossas análises evidenciaram que a cobertura viva por *D. saponariifolia* associada ao manejo seletivo (CV+CS), bem como a capina seletiva (CS) isoladamente, promoveram o aumento na diversidade e equitabilidade entre as espécies da comunidade de espontâneas ao longo de quatro meses. A CV+CS respondeu positivamente na redução da biomassa de cyperáceas e não o suficiente para poáceas. A capina convencional (CC) se mostrou prejudicial em todos os parâmetros avaliados, respondendo positivamente ao aumento da dominância. A riqueza de espécies prestadoras de funções ecossistêmicas é determinada principalmente pelo uso do solo na escala da unidade produtiva, sendo influenciada positivamente pelo elemento arbóreo natural em forma de bosques, cercas-vivas e mata ciliares próximas aos agroecossistemas, e negativamente pelo elemento arbóreo exótico na escala da paisagem; A abundância destas espécies é igualmente determinada pela intensidade de uso do solo na escala da unidade produtiva e pela presença de fitofisionomias naturais próximas.

**Palavras-chave:** Tipos de capina. Comunidade de espontâneas. Escalas da paisagem. Competição. Composição funcional. Elemento arbóreo.

## ABSTRACT

Biodiversity present in agroecosystems can provide a complex ecological web that supports food production, in addition to curbing impacts generated by agricultural intensification. Effective management of spontaneous vegetation is a particularly important hindrance, as these can cause crop yield losses, although they can provide and amplify many ecosystem services by spillover. However, the development and adequacy of control techniques for competing species is an increasing agenda in order to reduce production costs with weeding as well as to increase environmental quality in agricultural systems. The aim of the present study was to understand, in a multiscale assessment, whether and how different parameters of the agricultural landscape and the intensity of cultivation have effects on the floristic and functional composition of the spontaneous community when associated to different types of management of weed, being: selective, conventional, living cover with *Diodia saponariifolia* + selective weeding and absence of weeding. For that, an experiment was carried out in 8 productive units in the São José da Boa Morte settlement, Cachoeiras de Macacu/RJ/Brazil, 4 of which were immersed in a landscape with high forest density and 4 in a simplified landscape. The spatial arrangement of the production unit includes the following scales: tillage (0.5 ha), farm (4.0 ha) and landscape (95 ha), each of which is characterized for its cultivation intensity and landscape metrics. A phytosociological survey and generation of diversity indexes were carried out to evaluate the effects of the different treatments on the community of spontaneous, as well as the influence of the living cover associated to selective weeding on the decrease of the biomass of cyperaceae and poaceae. Through a bibliographical survey, the species were grouped regarding functional aspects related to the provision of ecosystem services. Generalized linear models (GLMs) were used to select the variables with the greatest effect on the influence of the different landscape scales on the richness and abundance of the functionally grouped species. Our analyzes showed that the living cover by *D. saponariifolia* associated with selective weeding (LC + SW), as well as selective weeding (SW) alone, promoted the increase in diversity and equitability among the species of the spontaneous community over four months. LC + SW responded positively in reducing the biomass of cyperaceae and not enough for poaceae. Conventional weeding (CW) was detrimental in all evaluated parameters, responding positively to the increase in dominance. The richness of species providing ecosystem functions is mainly determined by the use of the soil in the scale of the productive unit, being positively influenced by the natural arboreal element in the form of forests, live fences and woods close to the agroecosystems, and negatively by the exotic arboreal element in the landscape scale; The abundance of these species is also determined by the intensity of land use on the scale of the farm and by the presence of nearby natural phytophysionomies

**Keywords:** Weeding types. Weed community. Landscape scales. Competition. Functional composition. Arboreal element.

# 1 INTRODUÇÃO

A distinção entre as comunidades vegetais quanto a sua abundância, composição e função em sistemas naturais e agrícolas se dão, entre outras questões, pela exposição destas a diferentes tipos e níveis de distúrbios, sendo este, por definição: “um evento discreto, no tempo, que desorganiza a estrutura de um ecossistema, comunidade ou população e modifica a disponibilidade de recursos, substrato ou ambiente físico” (WHITE; PICKET, 1985; JONER et al., 2011).

Os efeitos destes eventos podem ser avaliados e descritos através de estudos fitossociológicos, que podem descrever e avaliar ambientes naturais e agroecossistemas baseados nas características da comunidade de plantas, permitindo realizar comparações entre as populações em dado tempo e espaço (CORREA et al., 2011). Especialmente em comunidades de plantas espontâneas, avaliações contínuas da composição florística podem indicar tendências na variação da importância de uma ou mais populações; sendo utilizadas para compreender a relação com a intensidade de uso do solo (CONCENÇO et al., 2013).

No entanto, pesquisas vêm reportando que a redundância funcional (i.e.: espécies com similaridade de atributos funcionais) decai com a intensificação do uso do solo (LALIBERTÉ et al., 2010), diminuindo a capacidade de resiliência de agroecossistemas após distúrbios em diferentes graus e frequência, o que ocorre presumivelmente como resultado da perda de espécies, ou perda de uniformidade (*evenness*) na distribuição de espécies entre grupos funcionais (FONSECA; GANADE, 2001). A disponibilidade de recursos de pólen e néctar ao longo de uma estação é frequentemente apresentada como um exemplo para a proporção de cobertura de redundância funcional ao longo do tempo em uma determinada área, de acordo com a composição das espécies florais locais e a riqueza total (FRIED et al., 2016).

Esse fato pode ser explicado, pois o funcionamento dos ecossistemas estaria mais associado com a estrutura funcional do que com a riqueza ou composição de espécies, embora haja sido detectada uma relação global entre a riqueza de espécies e a diversidade funcional (WEIHER et al., 2011; HELSEN et al., 2012).

Neste sentido, Gabriel et al. (2010) destacam dois pontos importantes: 1º) Grupos de espécies variam em suas exigências ecológicas, e por conta disso respondem de maneira diferente ao manejo exercido; 2º) A maioria dos estudos têm investigado o impacto da agricultura sobre a biodiversidade nas escalas de cultivo, mas as populações de muitos organismos respondem ao ambiente em escalas espaciais maiores. Ou seja, a maior parte destes estudos foi baseada em um modelo binário de paisagem ‘matriz-habitat’, que apresenta fortes limitações para muitos sistemas (MOREIRA et al., 2015).

No que tange aos agroecossistemas tropicais, estudos que avaliem parâmetros funcionais além da composição taxonômica da vegetação espontânea ainda são restritos (FRIED et al., 2015; GABA et al., 2014), sendo ampliado o nível de lacunas de informação quando buscado os efeitos de correlações com a intensidade de manejo dos cultivos e com escalas maiores da paisagem dentro de gradientes de complexidade ambiental (CARREÑO-REBOCADO et al., 2016). Nesse contexto, entre os organismos prestadores de serviços ecossistêmicos, as plantas espontâneas são muito relevantes, entre outras, por auxiliar na permeabilidade de paisagens agrícolas, constituindo a base da cadeia alimentar para produtores primários, herbívoros, fornecem abrigo e zonas de amortecimento, hibernação e reprodução (ex. ovoposição) e demais oportunidades à fauna (BÀRBERI et al., 2010). São utilizadas na alimentação humana, e possuem grande importância medicinal. Tais plantas também influenciam nas características edáficas, por promoverem diferentes composições de sistemas radiculares, podendo contribuir para a melhor estruturação e aeração do solo em áreas antropizadas (COSTA; MITJA, 2009).

Entretanto, a prestação de serviços pela vegetação espontânea em sistemas agrícolas está diretamente regulada pelas práticas de manejo de capina realizadas em todas as fases e interfases ao ciclo produtivo, bem como a estrutura vegetal predominante no sistema (i.e.: policultivos, aléias, monocultivos perenes e anuais), podendo ou não originar comunidades de menor valor funcional e maior dificuldade no controle da pressão de competição com os cultivos (BUHLER, 1995).

No entanto, a competição interespecífica pode ser positiva a partir do momento que é tida como um dos processos que permite efetiva redução da abundância de plantas espontâneas com baixa contribuição funcional aos sistemas agrícolas, através da ação de filtros biológicos (GARRISON et al., 2014). No entanto tal prática é de baixa difusão quando considerado o panorama atual, em que o alto uso de insumos nos processos produtivos são naturalizados.

Smith et al. (2015) ilustram que o uso contínuo de herbicidas de mesmo mecanismos de ação podem mudar a comunidade de plantas selecionando biótipos resistentes, que requerem a utilização de outros modos de ação ou práticas alternativas de controle (OWEN, 2008). Similarmente, o uso contínuo da prática de cultivo mínimo, frequentemente resulta em mudanças em comunidades dominadas por espécies anuais, passando a uma composição com maior abundância de dicotiledôneas anuais e perenes (BUHLER, 1995), o oposto ocorre quando da utilização frequente de roçadas não seletivas, que tendem a elevar a dominância de espécies de baixa estatura, pois produzem suas estruturas de propagação abaixo da altura da lâmina de corte (BUSEY, 2003).

Os distúrbios podem persistir em sistemas por diferentes períodos de tempo e sob diferentes formas, dependendo da frequência e da intensidade espacial, da resposta das espécies residentes aos regimes de perturbação passados e atuais e mudanças nas condições edáficas (SHEA et al., 2004). Entretanto, o recrutamento de plantas provenientes de determinados distúrbios pode ajudar a restaurar a biodiversidade na escala de cultivo (KIEHL et al., 2010), o que proporciona maior estabilidade na produtividade através de uma elevada riqueza de grupos funcionais, complementaridade de nicho e resistência à invasão de espécies indesejáveis ou do contrário, promover a simplificação do banco de sementes, aumentando as lacunas funcionais em agroecossistemas intensificados (DURU et al., 2012).

Em comunidades vegetais, os fatores abióticos têm sido considerados tanto mecanismos que podem restringir quanto amplificar a diversidade funcional (CARMONA et al., 2012). Por se tratar de um fator abiótico, o manejo de uma comunidade vegetal pode ser definido como o conjunto de ações ou práticas direta ou indiretamente realizadas por pessoas para favorecer a disponibilidade de populações ou fenótipos individuais dentro de populações de espécies úteis. Este processo é seletivo quando plantas individuais com características fenotípicas especiais são consideradas favorecidas através da manipulação, e não seletivas quando os indivíduos das populações de plantas são manejados de forma generalista (GONZÁLEZ-INSUASTI; CABALLERO, 2007). Esta prática pode ser destinada a diferentes objetivos, sendo: 1) tolerância (i.e.: preservar indivíduos que ocorrem em uma área antes do preparo do solo; 2) proteção (i.e.: eliminação de concorrentes; 3) promoção (i.e.: aumento da densidade populacional através de poda, adubação, preparo do solo, etc; 4) cultivo *ex situ* (i.e.: propagação de espécies silvestres não comerciais) (CABALLERO; CORTÊS, 2001; CASAS et al., 2001).

Desta forma, através da observação empírica de agricultores familiares do assentamento São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ, a espécie *Diodia saponariifolia* foi sinalizada em levantamento etnobotânico como planta benéfica na função de cobertura do solo, abrindo assim a oportunidade de se validar uma ferramenta localmente ajustada às demandas de redução de externalidades e aumento a qualidade ambiental.

Por fim, considerando a vegetação espontânea como um dos elementos-chave para a manutenção da agrobiodiversidade; os entraves existentes quanto a sua gestão dentro da dinâmica produtiva em agroecossistemas; e que alternativas localmente ajustadas para problemas inerentes aos sistemas agrícolas podem ser reveladas mediante a coleta de percepções dos próprios agricultores quanto ao meio, trazendo elementos e práticas aptas a serem aperfeiçoadas pela metodologia científica, o presente trabalho teve como hipóteses construídas:

- (i) A cobertura viva por *Diodia saponariifolia* associada ao manejo seletivo, aumentam a diversidade florística e funcional da comunidade de plantas espontâneas, reduzindo a pressão de competição de cyperáceas e poáceas;
- (ii) A capina convencional simplifica a comunidade de espontâneas, determinando espécies dominantes e lacunas funcionais; e
- (iii) Agroecossistemas imersos em paisagens simplificadas possuem menor usufruto de serviços ecossistêmicos potencialmente providos pela comunidade de espontâneas.

## 2 OBJETIVO

### 2.1 Objetivo geral

Compreender em uma avaliação multiescala, se, e como diferentes parâmetros da paisagem agrícola e da intensidade de cultivo associados a diferentes tipos de manejo da vegetação espontânea imprimem efeitos sobre a comunidade de plantas, alterando a composição florística e funcional.

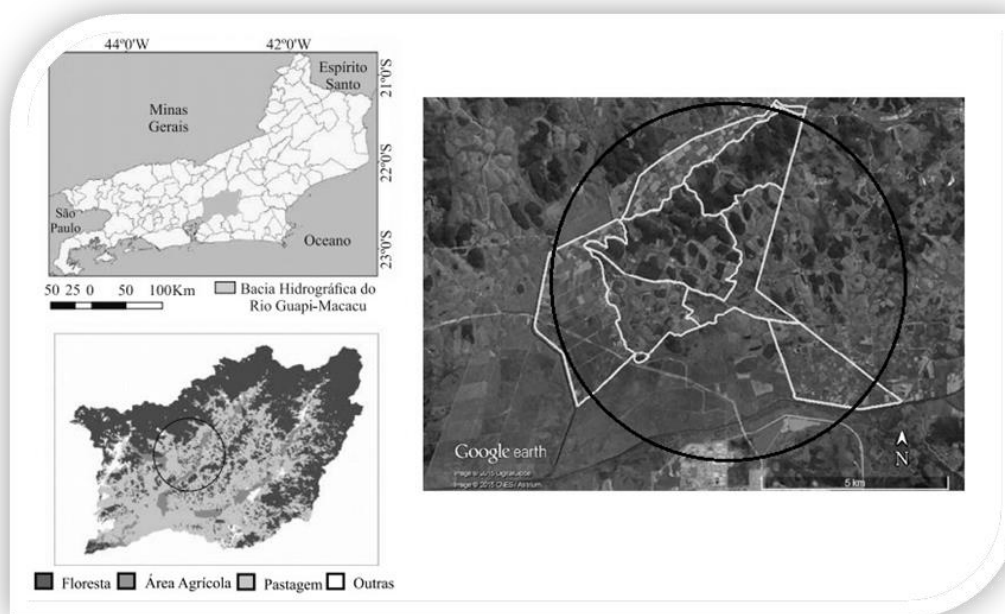
### 2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a intensidade de cultivo na escala de 0,5 ha, e as métricas da paisagem nas escalas de 4,0 e 95 ha, nos agroecossistemas avaliados;
- Avaliar os parâmetros fitossociológicos totais da comunidade de plantas espontâneas;
- Avaliar o efeito das distintas intervenções de capina (i.e.: capina seletiva; capina convencional; cobertura viva com a espécie *Diodia saponariifolia* + capina seletiva; ausência de capina) sobre parâmetros fitossociológicos da comunidade de plantas espontâneas aos 60, 90, 120 e 150 dias após a implantação das unidades experimentais;
- Correlacionar os parâmetros das diferentes escalas da paisagem e grupos funcionais de plantas espontâneas, observando possíveis efeitos de um gradiente de densidade florestal sobre a provisão de serviços ecossistêmicos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização Geral da Área de Estudo

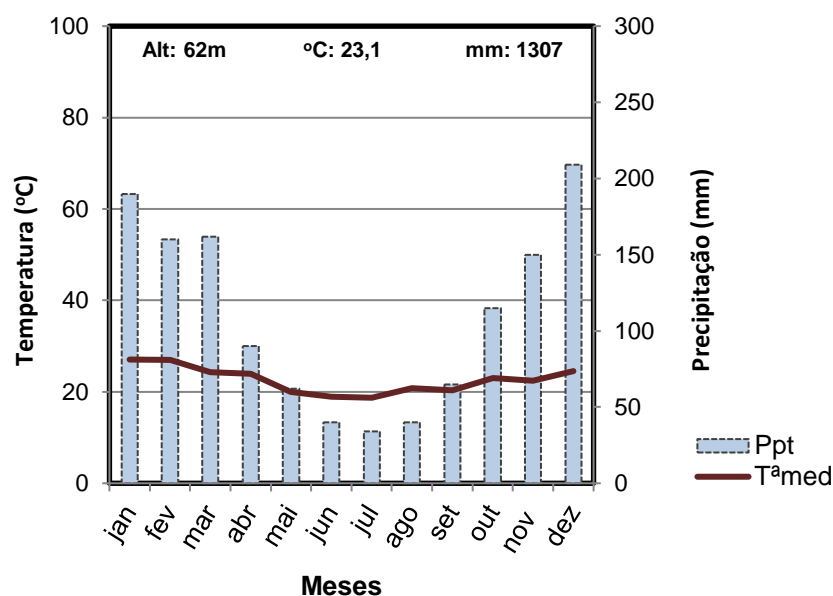
O estudo foi conduzido no assentamento rural São José da Boa Morte, localizado no município de Cachoeiras de Macacu/RJ, Brasil. O município é parte na Bacia Hidrográfica do Guapi-Macacu (Fig. 1).



**Figura 1** - Esquema representativo do estado do Rio de Janeiro, Bacia Guapi-Macacu e o assentamento São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ. Adaptado de Uzêda et al., 2016.

O clima da região é classificado como tropical úmido, inserido nas zonas climáticas Aw/Cfa de acordo com a classificação de Köppen-Geiger (KOTTEK et al., 2006). O período de estiagem ocorre de maio a setembro, sendo julho o mês mais seco com média de precipitação de 32 mm. O período de maior precipitação compreende os meses de novembro a março, com média de 208 mm em dezembro. A precipitação média acumulada anualmente é de 1307 mm. A temperatura média é de 23.1°C, sendo julho o mês mais frio, com mínimas de 14.8°C. Fevereiro é o mês mais quente, com máximas de 31°C (CLIMATE DATA, 2013) (Fig. 2).

O assentamento, objeto deste estudo, tem como predominância solos das ordens dos Gleissolos, Latossolos e Organossolos e de acordo com Fidalgo et al. (2008), as terras da Bacia são ocupadas predominantemente por florestas (45%) do tipo Ombrófila Densa. As unidades de conservação de proteção integral, representadas pelo Parque Estadual dos Três Picos, a Estação Ecológica Estadual do Paraíso e o Parque Nacional da Serra dos Órgãos, ocupam aproximadamente 25,6% da área da Bacia. As unidades de conservação de uso sustentável, representadas pelas Áreas de Proteção Ambiental (APA) da Bacia do Rio Macacu, de Guapiaçu, de Petrópolis, de Guapimirim e do Rio São João – Mico Leão Dourado ocupam 37,2%. O assentamento São José da Boa Morte encontra-se dentro da APA da Bacia do Rio Guapi-Macacu.



**Figura 2** - Curva ombrotérmica da normal climatológica de Cachoeiras de Macacu/RJ. Adaptado de ClimateData (2016).

Áreas de pastagens representam 43,6% da Bacia, contrastando com os 4,8% referentes às áreas de produção agrícola, que estão concentradas ao longo de rodovias e rios principais, em locais de mais fácil acesso. Ainda que com percentual pouco representativo em comparação aos demais usos da terra, o município de Cachoeira de Macacu representa uma resistência frente a um Estado declaradamente não agrícola, tendo grande destaque ao concentrar em áreas de baixadas, cultivos olerícolas como inhame (*Colocasia spp.*), jiló (*Solanum gilo*) e quiabo (*Hibiscus esculentus*); feijão (*Phaseolus vulgaris*), milho (*Zea mays*) e aipim (*Manihot spp.*), e também, frutíferas como goiaba (*Psidium guayava*), maracujá (*Passiflora edulis*), laranja (*Citrus spp.*), coco-verde (*Cocos nucifera*) e banana (*Musa spp.*).

O município se encontra em 2º lugar no ranking dos repasses do ICMS-Verde para o Estado do Rio de Janeiro (SEA, 2014), entretanto, não é reconhecida a importância dos sistemas agrícolas na manutenção das áreas de vegetação natural e da biodiversidade a nível de paisagem, o que redundará em uma estratégia de conservação que não considera a vocação agrícola do município.

### 3.1.1 Escalas de Avaliação das Unidades Produtivas

As glebas que subdividem o assentamento São José da Boa Morte possuem diferentes níveis de antropização, indo desde áreas densamente ocupadas por fragmentos florestais até as fortemente alteradas, onde a vegetação nativa é praticamente inexistente.

A escolha das unidades produtivas avaliadas se deu em função da sua localização dentro do gradiente de antropização encontrado na paisagem do assentamento, com o intuito de evidenciar a influência dos fragmentos florestais na composição da comunidade de plantas espontâneas. Sendo assim, foram selecionadas 4 unidades produtivas na 'Gleba A', área com alta densidade de fragmentos florestais e 4 unidades produtivas na 'Gleba B', fortemente desprovida de fragmentos de vegetação nativa (Tab. 2).

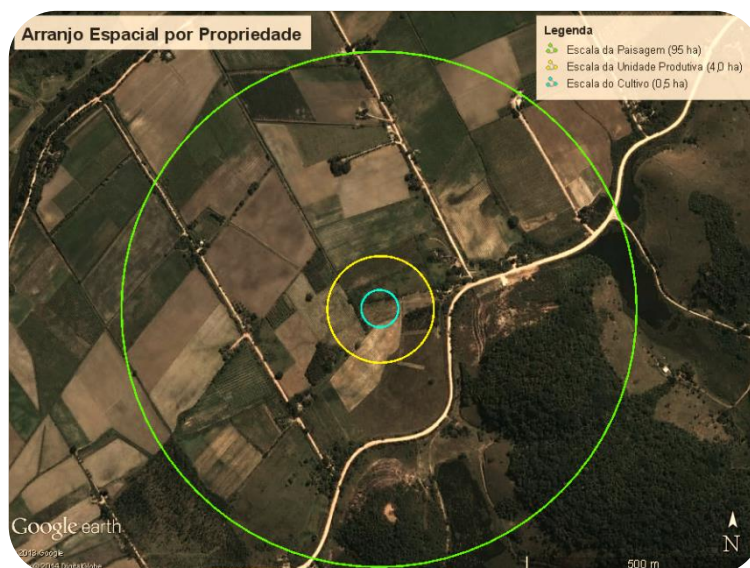


**Tabela 2** - Coordenadas das unidades produtivas avaliadas. São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ. UP: Unidades produtivas.

Glebas	UPs avaliadas	Coordenadas geográficas
Gleba A	A1	22°34'14.37''S 42°51'50.81''O
	A2	22°34'47.47''S 42°50'42.97''O
	A3	22°34'58.13''S 42°52'57.67''O
	A4	22°35'07.17''S 42°53'00.50''O
Gleba B	B1	22°37'33.73''S 42°50'38.87''O
	B2	22°37'45.00''S 42°49'48.55''O
	B3	22°37'45.55''S 42°48'30.07''O
	B4	22°37'52.44''S 42°48'32.60''O

A fim de melhor compreender as interações existentes entre as diferentes escalas da paisagem, de forma a observar a influência desta interação na composição da comunidade de espontâneas, realizou-se o seguinte arranjo espacial:

- Escala do Cultivo: Área com a presença em geral de apenas uma cultura agrícola, tendo tamanho médio de 0,5 ha ou raio de 40 m.
- Escala da Unidade Produtiva: Áreas com múltiplos cultivos, tendo tamanho médio de 4,0 ha ou raio de 110 m desde o centro do cultivo.
- Escala da Paisagem: Conjuntos de diferentes usos do solo onde estão inseridas as propriedades e cultivos, tendo tamanho médio de 95 ha ou raio de 550 m desde o centro do cultivo.



**Figura 3** - Detalhe das 3 escalas de análise: círculo menor: Cultivo (0,5 ha); círculo intermediário: Unidade Produtiva (4,0 ha) e círculo maior: Paisagem (95 ha), realizadas em cada propriedade avaliada nas glebas A e B do assentamento São José da Boa Morte/RJ.

### 3.1.2 Métricas da Paisagem e de Intensidade de Manejo

Para a interpretação de interações em multiescala, integrando os dados coletados no sistema produtivo e as escalas superiores, foram adotados os seguintes parâmetros de caracterização:

### 3.1.3 Parâmetros avaliados na escala do cultivo (0,5 ha)

Visando identificar a influência que o manejo adotado nos diferentes sistemas produtivos pode promover sobre a comunidade de plantas espontâneas, foram definidos parâmetros que exercem pressão de seleção sobre esta. São eles: Ciclo da cultura; Tipo e intensidade de capina e Manejo da adubação do solo.

Para cada parâmetro avaliado foi estabelecido uma escala de impacto, com valor máximo e mínimo, em função das especificidades do mesmo (Fig. 4).

Na escala apresentada na figura a seguir, os valores altos representam maior nível de impacto do determinado parâmetro ao sistema.

PPA inverso	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Não utiliza
	5	4	3	2	1
Intensidade de capina (Int.cap)	Quatro	Três	Duas	Uma/Nunca	
	4	3	2	1	
Ciclo de vida da cultura (CVC)	Curto	Médio	Longo		
	3	2	1		
Tipo de capina (Cap)	Química	Mecânica			
	(PPA + Selet) <sup>1</sup>	2			
Manejo do solo (Solo)	Mineral	Orgânica			
	2	1			

<sup>1</sup>(PPA + Selet): Representa o cálculo para determinar o valor de capina química (uso de herbicida), sendo: PPA (1, 2, 3 ou 4)\*(0,6) + Seletividade do herbicida (3 = Não-seletiva; 2 = Seletiva para dicotiledônea; 1 = Seletiva para monocotiledônea)\*(0,4), sendo o valor final sempre menor que 4.

**Figura 4** - Parâmetros mensurados na escala do cultivo (0,5 ha) para avaliação da intensidade de manejo e suas respectivas escalas de valoração.

- A avaliação do Potencial de Periculosidade Ambiental (PPA) é baseada em estudos laboratoriais que demonstram as características do produto, suas propriedades físico-químicas, sua toxicidade a diversos níveis tróficos (microrganismos, minhocas, microcrustáceos, algas, peixes, aves, abelhas e mamíferos), bioacumulação, persistência (biodegradabilidade no solo, hidrólise e fotólise), bem como os potenciais mutagênicos, carcinogênicos e embriofetotóxicos.
  - O PPA é dividido em diferentes classes, que variam de I a IV, sendo: produtos altamente perigosos ao meio ambiente (Classe I, rótulo vermelho), produtos muito perigosos ao meio ambiente (Classe II, rótulo amarelo), produtos perigosos ao meio ambiente (Classe III, rótulo azul) e produtos pouco perigosos ao meio ambiente (Classe IV, rótulo verde).
  - O parâmetro “Potencial de Periculosidade Ambiental (PPA) dos agrotóxicos utilizados” foi então utilizado para obter a classificação (via rotulagem) (Tab. 3)

dos produtos comerciais utilizados na condução da cultura agrícola na época da realização do estudo. Os herbicidas levantados foram classificados posteriormente no parâmetro “Capina”. Pontuação varia de 1 a 5.

- Os parâmetros para tipo e número de capinas realizadas são relevantes na compreensão e discussão dos resultados gerados neste trabalho, pois as diferentes práticas de controle da vegetação podem impactar com diferentes intensidades os atributos físicos, químicos e biológicos do solo (DALE; POLASKY, 2007), entre outros deletérios. Sendo assim, buscou-se junto aos agricultores descrever o manejo realizado no controle de plantas espontâneas durante o ciclo da cultura agrícola presente no 0,5 ha (escala do cultivo) no momento do estudo.
- De acordo com os relatos dos agricultores, escalonou-se a intensidade de capina (Int.cap.) em: Uma vez/Nenhuma; Duas vezes; Três vezes e Quatro vezes. A pontuação varia de 1 a 4, sendo considerado que quanto maior o número de capinas, mais negativo é o impacto aos componentes edáficos e por isso menor pontuação.
- O ciclo de vida das culturas (CVC) foi definido em: Curto ( $\leq 4$  meses); Médio ( $> 4$  meses e  $\leq 2$  anos); e Perene ( $> 2$  anos). Pontuação varia de 1 a 3.

**Tabela 3** - Culturas agrícolas presentes nas áreas de 0,5 ha (escala do cultivo) das glebas A e B do assentamento São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ e ciclo de cultivo, setembro/2016.

	Feijão-mauá	Goiaba	Jiló	Milho
Gleba A	1	0	1	2
Gleba B	1	1	1	1

- Quanto ao tipo de capina, pode ser classificada em: Mecânica (uso de enxada, tobata, roçadeira costal, microtrator, etc.) e Química (uso de herbicida sintético).
  - Consideramos nesse item que o controle mecânico tende a ser menos impactante na diversidade do banco de sementes que o controle químico. A pontuação para capina mecânica é 2 e para capina química é um somatório entre dois produtos, sendo:  $PPA \cdot (0,6) + \text{Seletividade} \cdot (0,4)$ , por considerarmos que os parâmetros avaliados na classificação do potencial de periculosidade ambiental devam receber uma ponderação maior que a seletividade.
  - O PPA foi valorado quanto a sua classificação padrão (1 a 4) e a seletividade varia de 1 a 3, respectivamente ao espectro de ação dos herbicidas: não-seletivo, seletivo a folha larga (dicotiledônea), seletivo a folha estreita (monocotiledôneas). Esta ordem reflete o que consideramos ser mais adequado no que tange as funcionalidades do estrato herbáceo, e neste caso, plantas que provém uma maior diversidade de flores podem conferir distintos benefícios à unidade produtiva, como por exemplo, a atração de inimigos naturais e polinizadores (CHAPLIN-KRAMER et al., 2013).
- Para ‘Manejo da adubação do solo’, classificou-se em: Orgânica (uso de esterco animal, composto, farinha de osso, etc) e Mineral (uso de fertilizantes minerais). Pontuação varia de 1 a

2, sendo a adubação orgânica considerada neste estudo como a que promove melhor aporte de qualidade ao solo.

- Índice Proximity (PROX) Auxilia na caracterização de conectividade, indicando o potencial estrutural que um determinado ponto focal tem de interagir com os fragmentos florestais ao redor.

$$Prox = \sum_{s=1}^n \frac{A_y}{h^2}$$

(GUSTAFSON; PARKER, 1994).

Sendo:

A = área do “y-ésimo” fragmento em um raio;

h = distância linear do ponto focal;

**Tabela 4 -** Levantamento geral e classificação dos agrotóxicos utilizados na escala do cultivo das propriedades agrícolas avaliadas durante a fase experimental; Assentamento São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ. PPA: Potencial de Periculosidade Ambiental

PRODUTO COMERCIAL	CLASSE	FABRICANTE	INGREDIENTE ATIVO	PPA
DECIS 50 SC	Inseticida	Bayer CropScience Ltda.	deltametrina	I - PRODUTO ALTAMENTE PERIGOSO AO MEIO AMBIENTE
ENGEO™ PLENO	Inseticida	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.	tiametoxam + lambda-cialotrina	
CYPTRIN 250 CE	Inseticida	NUFARM	cipermetrina	II – PRODUTO MUITO PERIGOSO AO MEIO AMBIENTE
FURADAN 350 FS	Inseticida/nematicida	FMC Química do Brasil Ltda.	metilcarbamato de benzofuranila	
FUSILADE 250 EW	Herbicida	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.	fluazifope-p-butílico	
GRAMOCIL	Herbicida	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.	paraquat + diurom	
GRAMOXONE	Herbicida	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.	paraquat	
SANSON 40 SC	Herbicida	Ishihara Brasil Comercial Ltda.	nicosulfurom	
PODIUM S	Herbicida	Bayer S/A	fenoxaprope-p-etílico + cletodim	III - PRODUTO PERIGOSO AO MEIO AMBIENTE
ROUNDUP	Herbicida	Monsanto do Brasil Ltda..	glifosato	

### 3.1.4 Parâmetros avaliados na escala da unidade produtiva (4,0 ha)

A caracterização da unidade produtiva foi realizada por base na composição de cultivos existentes e na presença do elemento arbóreo agrupado ou disperso.

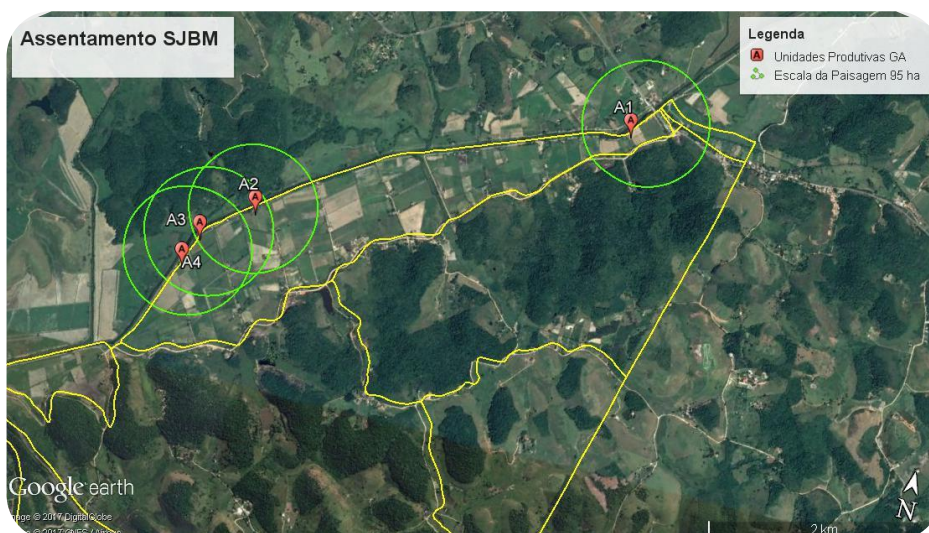
Esta avaliação se deu através da criação de croquis da unidade produtiva junto aos agricultores e utilização das ferramentas de métrica do software Google Earth Pro 7.1 e ArcGIS 10.2.1.

**Tabela 5** - Parâmetros utilizados na caracterização da escala da unidade produtiva (4,0 ha).

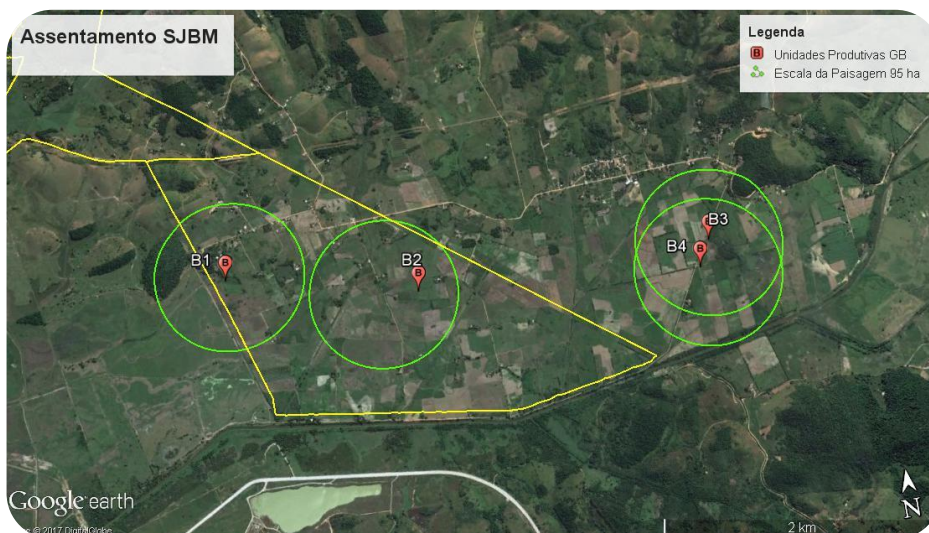
Parâmetros	Característica	Unid.
<b>Intensidade da Unidade Produtiva (I.up)</b>	Classificação das culturas agrícolas existentes na área de 4,0 ha quanto ao seu ciclo de cultivo (curto, médio e perene) e a percepção dos agricultores quanto a dificuldade de manejo.	adimensional
Elemento Arbóreo	Presença de cerca viva com uma ou várias espécies, vegetação de beira de rio, sendo espécies nativas ou não e áreas de vegetação secundária menor que 0,5 ha, sendo eles divididos em duas classes:	ha
▪ <b>Arbex.up</b>	Pomares com citros, coco, eucalipto e goiaba;	
▪ <b>EArb.up</b>	Todo o restante.	

### 3.1.5 Parâmetros avaliados na escala da paisagem (95 ha)

A escala da paisagem representa a área em que as fontes de biodiversidade podem estar contidas, a depender da densidade da mesma (Fig. 5 e 6).



**Figura 5** - Gleba A, destacando o as propriedades analisadas, a circunferência da escala da paisagem e a presença de fragmentos florestais de maior densidade.



**Figura 6** - Gleba B, destacando as propriedades analisadas e a ausência de fragmentos florestais de maior porte.



**Figura 7** - Recorte na escala da paisagem (95 ha), com destaque para as áreas de vegetação secundária e fragmentos florestais destacados em verde e azul, respectivamente.

Parâmetros:

Foram utilizados os mesmos parâmetros “Elemento arbóreo” (Arbex.p e EArb.p), já caracterizados no item 3.1.4, sendo adicionados a esta avaliação os itens constados na tabela 6.

**Tabela 6** - Parâmetros utilizados na caracterização da escala da paisagem (95 ha).

Parâmetros	Características	Unid.
▪ Dist.p	Distância linear do ponto focal (0,5 ha) ao fragmento florestal mais próximo;	m
▪ Frag.P	Área do fragmento mais próximo dentro do <i>buffer</i> de 95 ha;	ha
▪ Área.frag	Mensuração da área total do fragmento mais próximo ao cultivo central;	ha

### 3.2 Dinâmica de Plantas Espontâneas

Com o intuito de observar como diferentes formas de intervenção de manejo podem influenciar no padrão de emergência e estabelecimento da comunidade de espécies, foi instalado ao início do período chuvoso (setembro/2016) um experimento de dinâmica da vegetação espontânea, com avaliações aos 60, 90, 120 e 150 dias após sua implantação, entre os meses de novembro/2016 e fevereiro/2017. O experimento constou por 4 tratamentos (Tab. 7) e 3 repetições cada um, totalizando 12 parcelas por sistema agrícola. As parcelas tinham a área de 1m<sup>2</sup> (1 x 1 m) e foram dispostas em distância fixa e sequência previamente sorteada, bordeando as áreas de 0,5 ha da escala de cultivo (Figura 8). A cada avaliação foi realizada a identificação e quantificação dos indivíduos das espécies presentes, utilizando quadros de 30 cm de lado em três pontos distintos da parcela, bem como uma amostragem de plantas das famílias Cyperaceae e Poaceae para obtenção da biomassa por tratamento – exceto o tratamento controle ‘ausência de capina’, cuja intenção é observar o efeito do tempo sobre a comunidade, sem algum tipo de interferência antrópica. Para diminuir o esforço metodológico, optou-se em não realizar a caracterização em nível de espécie para os indivíduos observados das famílias Cyperaceae e Poaceae, considerando que as espécies mais recorrentes destas famílias representam aspectos similares quanto à ocorrência, estabelecimento e características funcionais.



**Figura 8** - Ilustração da parcela experimental na bordadura do sistema de cultivo para a avaliação florística. São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ.

**Tabela 7** - Tratamentos com diferentes tipos de manejo avaliados no experimento de dinâmica de espécies espontâneas. São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ.

Tratamento	Objetivo
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cobertura-viva com <i>Diodia</i> + Capina seletiva</li> </ul>	<p>Observar a dinâmica de espécies quando submetido ao crescimento em conjunto com a espécie <i>D. saponariifolia</i> (Fig. 9), associado ao manejo seletivo para controle de plantas das famílias Cyperaceae e Poaceae. Para tal, foram transplantadas 100 estacas por parcela, no espaçamento aproximado de 10 x 10 cm. A cobertura foi medida mensalmente através de adaptação ao método de ‘intersecção na linha’ (CANFIELD, 1941), sendo:</p> $Cob\% = \left(\frac{Pi}{Pt}\right) * 100$ <p>Pi: nº de pontos interceptados; Pt = nº total de pontos;</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capina seletiva</li> </ul>	<p>Observar a dinâmica de espécies quando submetido ao manejo seletivo para controle de plantas pertencentes às famílias Cyperaceae e Poaceae;</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capina convencional</li> </ul>	<p>Observar a dinâmica de espécies sob o manejo optado comumente pelo agricultor de cada unidade produtiva. Para o caso de ausência de capina no momento da avaliação, realizaram-se roçadas superficiais com enxada, simulando um evento de distúrbio na parcela;</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ausência de capina</li> </ul>	<p>Observar a dinâmica de espécies sem que haja algum tipo de controle generalista ou seletivo;</p>



**Figura 9** - Ilustração da espécie *D. saponariifolia*. A e B - Área estabelecida; C – Destaque do sistema radicular na superfície do solo; D – Raízes lavadas para verificação de massa.



### 3.2.1 Caracterização da Vegetação Espontânea

#### 3.2.1.1 Parâmetros da Comunidade

Foram calculados índices fitossociológicos absolutos e relativos de abundância, dominância e frequência das espécies, bem como o valor de importância de cada uma delas.

**Quadro 1** - Parâmetros fitossociológicos avaliados e respectivas fórmulas.

Abundância Relativa (AbR)	$AbR = \left(\frac{n}{N}\right) * 100$ <p>n = número de indivíduos de uma determinada espécie; N = número total de indivíduos;</p>
Frequência Relativa (FrR)	$FrR = \frac{FAi}{\sum FA} * 100$ <p>FAi = frequência absoluta de uma determinada espécie; <math>\sum FA</math> = somatório das frequências absolutas de todas as espécies amostradas;</p>
Dominância Relativa (DoR)	$DoR = \frac{DAi}{\sum DA} * 100$ <p>DAi = valor médio de biomassa para cada espécie; <math>\sum DA</math> = somatório da biomassa absoluta de todas as espécies amostradas;</p>
Valor de Importância (IVI)	$IVI = AbR + FrR + DoR$
Diversidade (H')	$H' = -\sum pi \cdot \ln\left(\frac{pi}{s}\right)$ <p>H' = Índice de Shannon-Weaver; pi = abundância relativa da espécie; s = abundância total; ln = logaritmo de base neperiana;</p>
Equitabilidade (J')	$J = \frac{H'}{\log(s)}$ <p>J = equabilidade de Pielou; s = número total de espécies amostradas; H' = índice de diversidade de Shannon-Weaver;</p>
Dominância (C)	$C = 1 - \frac{\sum_{i=1}^s n_i (n_i - 1)}{N(N - 1)}$ <p>C = índice de dominância de Simpson; ni = número de indivíduos amostrados da espécie; N = número total de indivíduos amostrados;</p>
Coeficiente de mistura de Jentsch (QM)	$QM = \frac{S}{N}$ <p>S = número de espécies amostradas; N = n° total de indivíduos;</p>

### 3.2.1.2 Classificação dos Aspectos Funcionais

Realizou-se mediante busca em fontes bibliográficas consolidadas (ex. Scopus) um levantamento quanto aos potenciais de uso e serviços ecossistêmicos das espécies espontâneas de ocorrência no estudo fitossociológico.

Foram pré-determinados 4 grupos funcionais e seus serviços ecossistêmicos associados (Tabela 8).

**Tabela 8** - Grupos funcionais utilizados para classificação das espécies de plantas espontâneas constadas no levantamento fitossociológico.

Grupos Funcionais	Serviços ecossistêmicos associados
Alimentação e Saúde Humana (ASH)	<ul style="list-style-type: none"><li>Alimentação Humana;</li><li>Uso Medicinal;</li></ul>
Aumento da Qualidade do Solo (AQS)	<ul style="list-style-type: none"><li>Estruturação do Solo;</li><li>Fertilidade do Solo;</li></ul>
Controle de Pragas e Doenças (CPD)	<ul style="list-style-type: none"><li>Repelente de Pragas e Doenças;</li><li>Atração de Inimigos Naturais;</li></ul>
Estímulo à Polinização (EP)	<ul style="list-style-type: none"><li>Estímulo à Polinização;</li></ul>

### 3.3 Análise de Dados

- Índices de diversidade, equitabilidade e dominância a partir dos dados fitossociológicos obtidos, utilizou-se o software PAST 3 (HAMMER, 2016);
- A comparação dos índices obtidos para cada tratamento avaliado foi realizada através da análise de variância, seguida de teste Tukey a  $p < 0,05$ , tendo anteriormente atendidos os pressupostos estatísticos de normalidade e homocedasticidade dos dados. Para tal, utilizou-se o software InfoStat;
- Análise de escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS, *Nonmetric Multidimensional Scaling*) com base nos dados de abundância, com o objetivo de detectar dimensões importantes da distribuição dos dados que permitissem explicar similaridades ou dissimilaridades observadas entre as mensurações do fenômeno observado e os tratamentos propostos.
- Modelos lineares generalizados (GLMs) foram utilizados para avaliar a influência dos atributos das diferentes escalas da paisagem para a riqueza e abundância de espécies dos grupos funcionais propostos. Foram testados 32 modelos para abundância e para riqueza, com diferentes combinações entre as variáveis consideradas explicativas em cada escala da paisagem. A seleção de modelos ocorreu baseada na função de verossimilhança expressadas por cada um em relação ao critério de informação Akaike ( $\Delta AICc < 2$ ) (BURNHAM; ANDERSON, 2002).
  - Posteriormente foram extraídas as variáveis independentes que tiveram valor de importância maior ou igual a 0,30 ( $VI \geq 0,30$ ) para comporem o modelo médio de maior poder explicativo.
- O NMDS e as análises dos modelos foram realizadas no software R (Team, R Core 2016), utilizando os pacotes “Vegan” e “MuMIn”, versão 1.15.1, respectivamente.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Parâmetros das Escalas da Paisagem

Os parâmetros de caracterização dos diferentes sistemas avaliados na Gleba A (GA) e Gleba B (GB) apresentaram semelhanças nos aspectos relacionados à intensidade de manejo na escala de cultivo (0,5 ha) e quanto ao parâmetro intensidade de uso (IUP) na escala da unidade produtiva (4,0 ha). O tipo de capina (Cap) nos sistemas de cultivo avaliados em GA são majoritariamente do tipo mecânica seja no preparo do solo como no manejo de entrelinhas de cultivo, diferentemente das propriedades avaliadas em GB, que foi evidenciado maior uso de herbicidas pós-emergentes como glifosato e paraquat nos tratos culturais, sendo este parâmetro o único que apresentou algum nível de padrão entre as propriedades.

Os demais parâmetros estão relacionados às características inerentes à paisagem de cada gleba, tendo GA valores mais altos em função da maior presença e proximidade de fontes de biodiversidade que em relação a GB (Tab. 9).

**Tabela 9** - Parâmetros avaliados na caracterização das unidades produtivas quanto as diferentes escalas da paisagem avaliadas, sendo: CVC: ciclo de vida das culturas; Cap: tipo de capina; Int.cap: frequência de capina; I.UP: Intensidade de uso do solo ao entorno ao sistema de cultivo; EArb: elemento arbóreo natural; Arbex: elemento arbóreo exótico; PFF.P: área do fragmento mais próximo dentro do buffer de 95 ha; Dist.P: distância linear cultivo-fragmento próximo; Área.frag: área total do fragmento próximo; Prox: índice “proximity”. São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ. UP: unidade produtiva; P: paisagem.

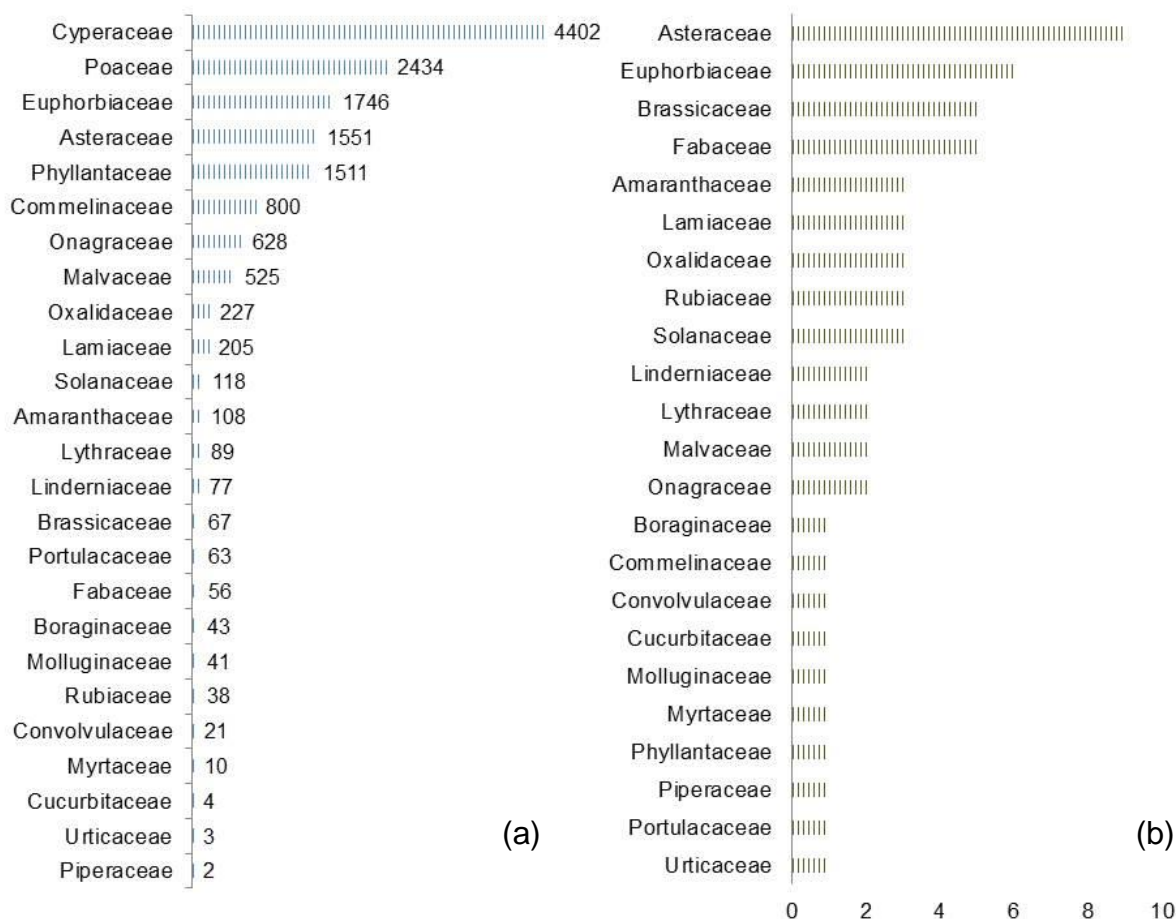
Escala	Parâmetro	Unid.	Gleba A	Gleba B
0,5 ha	CVC	adi.*	1,50 ± 0,58	2,25 ± 0,96
	Cap	adi.	2,00 ± 0,82	3,03 ± 0,05
	Int.cap	adi.	1,00 ± 0,00	1,00 ± 0,00
4,0 ha	I.UP	adi.	2,46 ± 0,55	2,40 ± 0,56
	EArb.UP	ha	0,67 ± 0,33	0,18 ± 0,30
	Arbex.UP	ha	0,28 ± 0,15	0,55 ± 0,25
95 ha	EArb.P	ha	6,57 ± 1,32	3,65 ± 0,94
	Arbex.P	ha	0,45 ± 0,90	0,97 ± 0,58
	PFF.P	ha	18,96 ± 7,95	2,85 ± 4,51
	Dist.P	m	221,24 ± 89,62	579,28 ± 295,96
	Área.frag	ha	111,86 ± 63,18	12,53 ± 7,62
	Prox	adi.	33,95 ± 36,86	0,75 ± 0,67

(\*) ‘adi.’ = adimensional

## 5.1 Efeitos dos Tipos de Manejo Sobre a Comunidade de Plantas Espontâneas

### 5.1.1 Parâmetros fitossociológicos

Foi contabilizado o total de 14691 indivíduos, de 58 espécies em 25 famílias botânicas. Desse total, 6546 indivíduos de 47 espécies em 23 famílias foram registrados na Gleba A e 8223 indivíduos de 51 espécies em 22 famílias, na Gleba B. As famílias Cyperaceae, Poaceae e Euphorbiaceae foram decrescentemente as que expressaram maior abundância total, representando 58% do total de indivíduos contabilizados (Fig. 10).

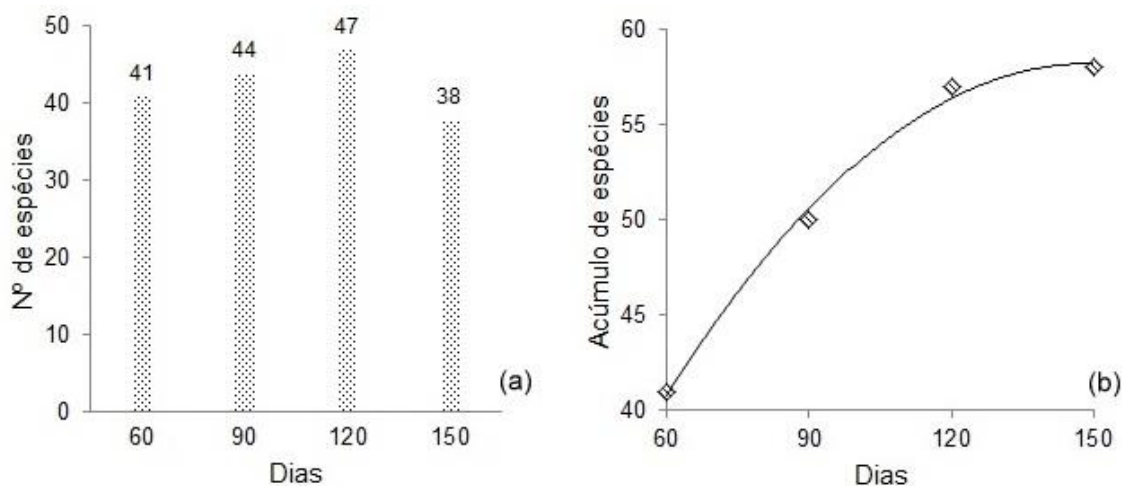


**Figura 10** - Abundância total (a) e riqueza (b) por família referente às espécies levantadas ao final de 150 dias de avaliação dos tratamentos de capina, sendo: capina seletiva, convencional, cobertura viva + capina seletiva, e ausência de capina. São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ.

A riqueza foi mais pronunciada nas famílias Asteraceae, Euphorbiaceae, Brassicaceae e Fabaceae, representando 43% das espécies registradas.

Ainda considerando dados totais, houve aumento da riqueza entre a primeira e a terceira avaliação, seguido pela queda no número de espécies observadas aos 150 dias (Fig. 11). Dentre o total de espécies registradas, 25 foram mais persistentes, estando presentes em todos os períodos de observação em pelo menos um dos tratamentos avaliados, sendo alguns exemplos: *Acalypha communis*, *Ageratum conyzoides*, *Bidens pilosa*, *Commelina benghalensis* e *Cyperus* spp.. Das 12 espécies que constaram de três ocorrências entre as

avaliações realizadas, são exemplos: *Amaranthus lividus*, *Caperonia castaneifolia*, *Cleome affinis*, *Cuphea carthagenensis* e *Galinsoga parviflora*. Treze espécies tiveram duas ocorrências, sendo algumas delas: *Amaranthus viridis*, *Conyza bonariensis*, *Gliricidia sepium*, *Ludwigia leptocarpa* e *Momordica charantia*. Por fim, 8 espécies tiveram apenas uma ocorrência entre o tempo experimental realizado, sendo alguns exemplos: *Amaranthus deflexus*, *Croton lundianus*, *Diodia saponariifolia* e *Diodia verticillata*.



**Figura 11** – Riqueza (a) e acúmulo de espécies (b) em função do tempo avaliado: 60, 90, 120 e 150 dias. São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ.

No entanto, ao considerar a composição da comunidade por tipo de manejo realizado, foram observadas diferenças significativas na diversidade ( $p=0,024$ ) quando avaliada a composição total ao logo dos 150 dias, distinguindo os tratamentos de cobertura viva + capina seletiva (CV+CS) e capina seletiva (CS) dos outros tratamentos (Tab. 10). Os demais parâmetros avaliados: riqueza (S), equitabilidade ( $J'$ ) e dominância ( $C'$ ), não indicaram evidências quanto à mudança na composição das comunidades de plantas espontâneas a  $p<0,05$  para o tempo experimental realizado, entretanto as análises a  $p<0,1$  refletiram heterogeneidade significativa entre os indicadores de diversidade, apontando uma tendência no aumento dos efeitos encontrados se ampliado o período de observação. A equitabilidade foi distinta estatisticamente ( $p=0,022$ ) quando comparada a composição da comunidade sob o manejo de CV+CS aos 60 dias com a existente aos 150 dias de avaliação (Tab. 11).

As diferenças encontradas entre os tratamentos na avaliação aos 150 dias para os parâmetros S,  $J'$  e  $C'$  se deram pelo efeito de simplificação de táxons proporcionado pela capina convencional (CC) na comunidade, tendo obtido o maior valor significativo para o índice de dominância entre os tratamentos, bem como o menor valor significativo para riqueza e diversidade. A equitabilidade para o manejo convencional não sofreu diferença, se mantendo baixa em todas as épocas avaliadas. Este valor está relacionado à alta abundância de plantas do gênero *Cyperus* spp. em detrimento da baixa riqueza observada ao longo do período experimental. Similar efeito de simplificação da comunidade pela capina convencional foi observado por Correa et al. (2011) e Cardoso et al. (2017). Já a ausência de capina (AC) apresentou um comportamento intermediário quando comparado aos demais tratamentos, expressando certa similaridade com a capina convencional quanto à equitabilidade da comunidade aos 150 dias.

O coeficiente de mistura também evidenciou uma melhor relação abundância/riqueza nos tratamentos CV+CS e CS, ressaltando a dominância verificada em CC como

consequência ao se manter as mesmas práticas de eliminação total da vegetação espontânea em altas frequências ao longo do ano agrícola.

**Tabela 10** - Riqueza (S), diversidade (H'), equitabilidade (J') e dominância (C') baseada nos dados totais do levantamento fitossociológico.

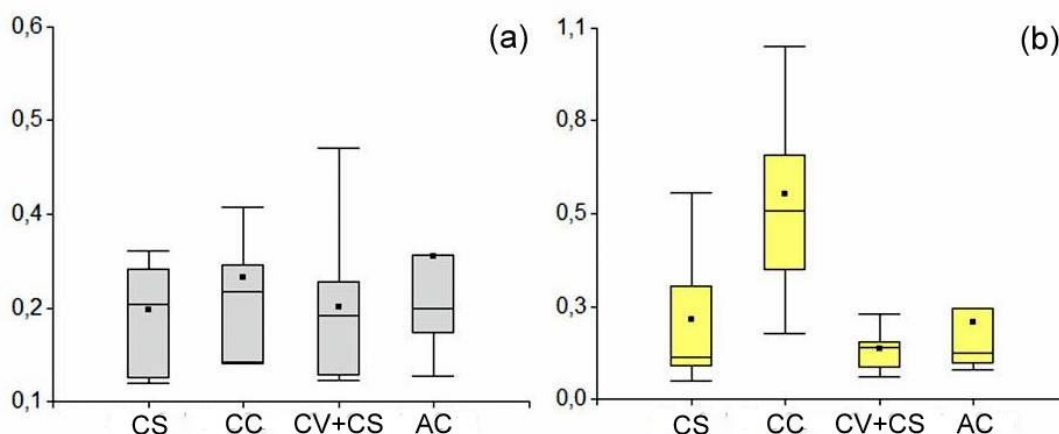
Tratamento	S	H'	J'	C'
CS	46 a	<b>2,19 a</b>	0,75 a	0,17 a
CC	38 a	<b>1,58 b</b>	0,61 a	0,35 a
CV+CS	48 a	<b>2,22 a</b>	0,76 a	0,16 a
AC	42 a	<b>1,89 ab</b>	0,69 a	0,25 a

CS: capina seletiva; CC: capina convencional; CV+CS: cobertura viva + capina seletiva; AC: ausência de capina. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey (p<0,05).

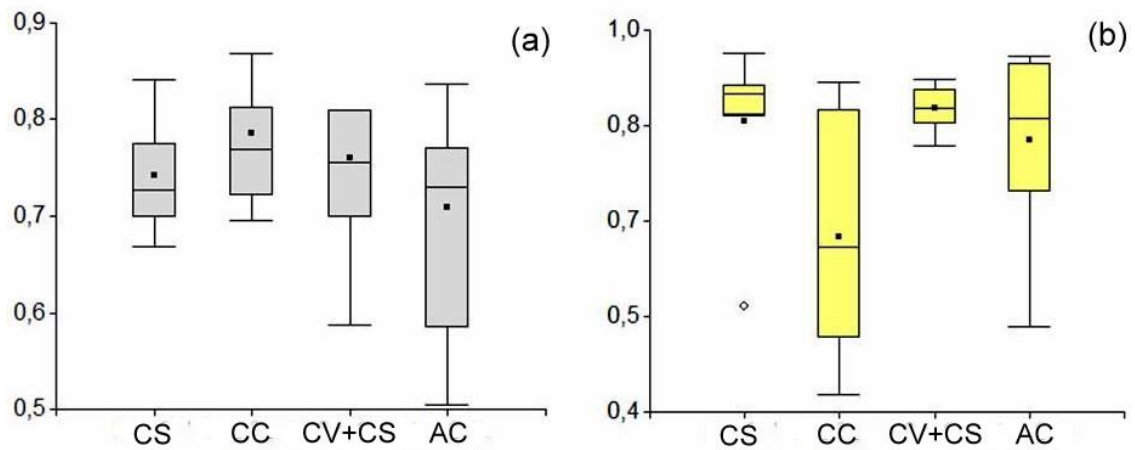
**Tabela 11** - Riqueza (S), diversidade (H'), equitabilidade (J'), dominância (C') e coeficiente de mistura de Jentsch (QM) para a comunidade de espontâneas aos 60 e 150 dias de avaliação.

Tratamento	Dias	S	H'	J'	C'	QM
CS	60	34 aA	1,82 aA	0,76 aA	0,23 aA	0,03
	150	25 aA	1,84 bA	0,85 bA	0,26 aA	0,05
CC	60	<b>28 aA</b>	<b>1,63 aA</b>	0,81 aA	<b>0,27 aB</b>	0,04
	150	<b>13 bB</b>	<b>0,77 aB</b>	0,66 aA	<b>0,60 bA</b>	0,03
CV+CS	60	28 aA	1,81 aA	<b>0,78 aB</b>	0,23 aA	0,03
	150	29 aA	2,01 bA	<b>0,87 bA</b>	0,18 aA	0,05
AC	60	28 aA	1,82 aA	0,72 aA	0,30 aA	0,02
	150	24 aA	1,80 bA	0,82 abA	0,25 aA	0,04

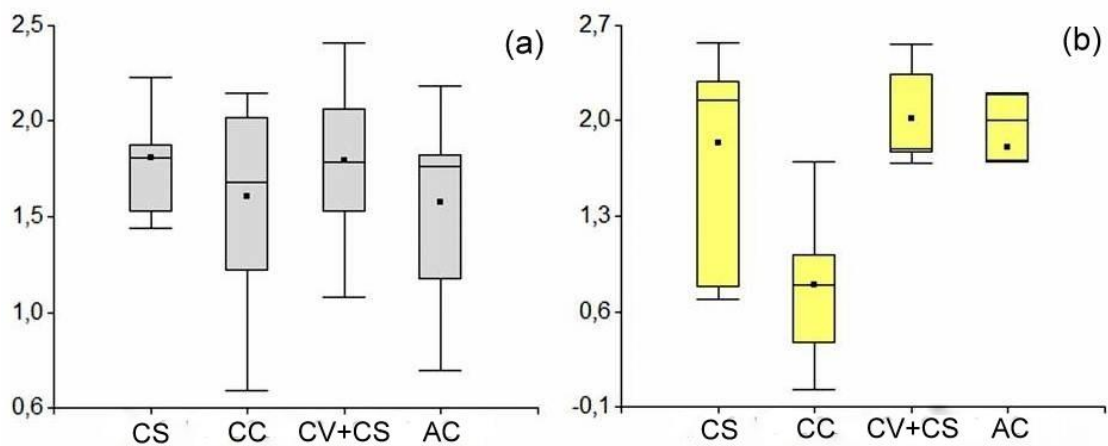
CS: capina seletiva; CC: capina convencional; CV+CS: cobertura viva + capina seletiva; AC: ausência de capina. Letras minúsculas comparam tratamentos na mesma época de avaliação e letras maiúsculas comparam os diferentes tempos para o mesmo tratamento; médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey (p<0,05).



**Figura 12** - Distribuição da dominância (C') na comunidade de plantas espontâneas por tratamento avaliado; (a) 60 dias; (b) 150 dias. CS: capina seletiva; CC: capina convencional; CV+CS: cobertura viva + capina seletiva; AC: ausência de capina.



**Figura 13** - Distribuição da equitabilidade ( $J'$ ) na comunidade de plantas espontâneas por tratamento avaliado; (a) 60 dias; (b) 150 dias. CS: capina seletiva; CC: capina convencional; CV+CS: cobertura viva + capina seletiva; AC: ausência de capina.



**Figura 14** - Distribuição da diversidade ( $H'$ ) na comunidade de plantas espontâneas por tratamento avaliado; (a) 60 dias; (b) 150 dias. CS: capina seletiva; CC: capina convencional; CV+CS: cobertura viva + capina seletiva; AC: ausência de capina.

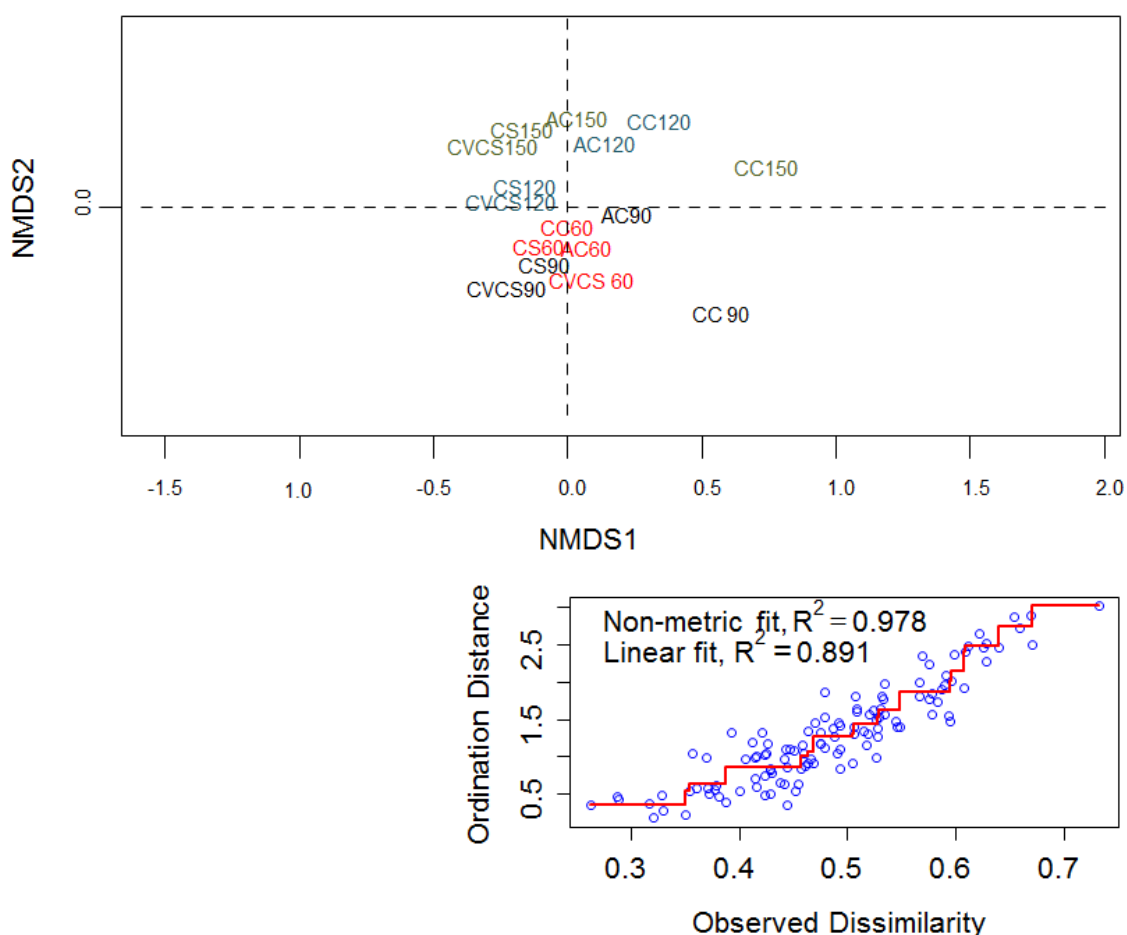
Os dados obtidos para os índices expostos contrastam com outros estudos sobre os efeitos do manejo conservacionista na diversidade biológica em comparação a práticas convencionais de manejo. Boscutti et al. (2014) em similar design experimental utilizando plantas de cobertura encontraram maior riqueza de espécies espontâneas em sistema convencional, entretanto sem efeitos diretos sobre a diversidade florística e de carabídeos associados. Hernandez-Plaza et al. (2011) em experimento de longa duração com rotação de culturas no Mediterrâneo e Shrestha et al. (2002) não encontraram diferenças na composição da comunidade submetida ao manejo conservacionista em relação ao manejo convencional.

No entanto, os dados obtidos se assemelham aos constados por Murphy et al. (2006) que observaram maiores valores de diversidade e densidade de plantas espontâneas em manejo de cultivo mínimo com diferentes arranjos de rotação de culturas, bem como Mashingaidze et al. (2012) com capina seletiva e Wall et al. (2007) com associação de rotação de culturas e cobertura por leguminosas evidenciaram a influência direta destas práticas na redução de espécies competidoras.

Em contexto nacional, estudos com diferentes tipos de sementeiras e coberturas do solo apontaram mudança na composição florística das comunidades e espontâneas em apenas um ciclo agrícola (JAKELAITIS et al., 2003; MACHADO et al., 2005; DUARTE et al., 2007; CORREA et al., 2014; LANZA, 2016).

**Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) da comunidade em função do tempo e tipo de manejo**

O NMDS expressou um ‘stress’ (padrão residual da soma dos quadrados) de 0,148, sendo considerado bastante aderente na representação das similaridades entre os tratamentos avaliados (Fig. 15).



**Figura 15** - Escalonamento (NMDS) dos tratamentos em cada tempo avaliado (60, 90, 120 e 150 dias), baseado na distância euclidiana de cada comunidade. CVCS: cobertura viva + capina seletiva; CS: capina seletiva; CC: capina convencional; AC: ausência de capina. Abaixo, gráfico Shepard com a dispersão dos dados através da regressão entre os pontos.

A análise permitiu evidenciar a mudança na composição das comunidades em função do tempo experimental. Inicialmente estas apresentaram proximidade fenotípica aos 60 dias, seguido de uma sequência de afastamento perpendicular aos eixos. Este afastamento se expressou mais pronunciadamente aos 150 dias, entre a composição das comunidades sob influência da cobertura viva associada a capina seletiva e da capina seletiva somente,



contrastando com a composição relacionada a capina convencional. A ausência de capina, por não haver propiciado mudança expressiva na composição da comunidade, apresentou apenas o distanciamento vertical ao eixo, entretanto, se alocando próximo aos tratamentos CV+CS e CS.

O deslocamento entre os tratamentos ocorreu devido ao maior surgimento de espécies dicotiledôneas nos tratamentos CV+CV e CS (Tab. 12), que ao possibilitarem a diminuição da pressão de competição por monocotiledôneas, principalmente cyperáceas e poáceas, permitiram uma mudança na composição da comunidade, apesar de não promover diferenças drásticas na riqueza total, e com isso uma redistribuição dos padrões fitossociológicos nas parcelas avaliadas. Este processo pode ser considerado uma consequência do manejo do tipo ‘promoção’ e ‘proteção’ (GONZÁLEZ-INSUASTI; CABALLERO, 2007) onde espécies de baixo valor funcional são eliminadas para que haja a seleção de fenótipos desejáveis e o aumento da disponibilidade de produtos e serviços no sistema.

**Tabela 12** - Lista geral das espécies de ocorrência e o n° de indivíduos por tratamentos ao final de 150 dias de avaliação. ‘Abund.’: abundância total; ‘AbR’: abundância relativa; ‘FrR’: frequência relativa; CpS: capina seletiva; CC: capina convencional; CV+CS: cobertura viva + capina seletiva; AC: ausência de capina.

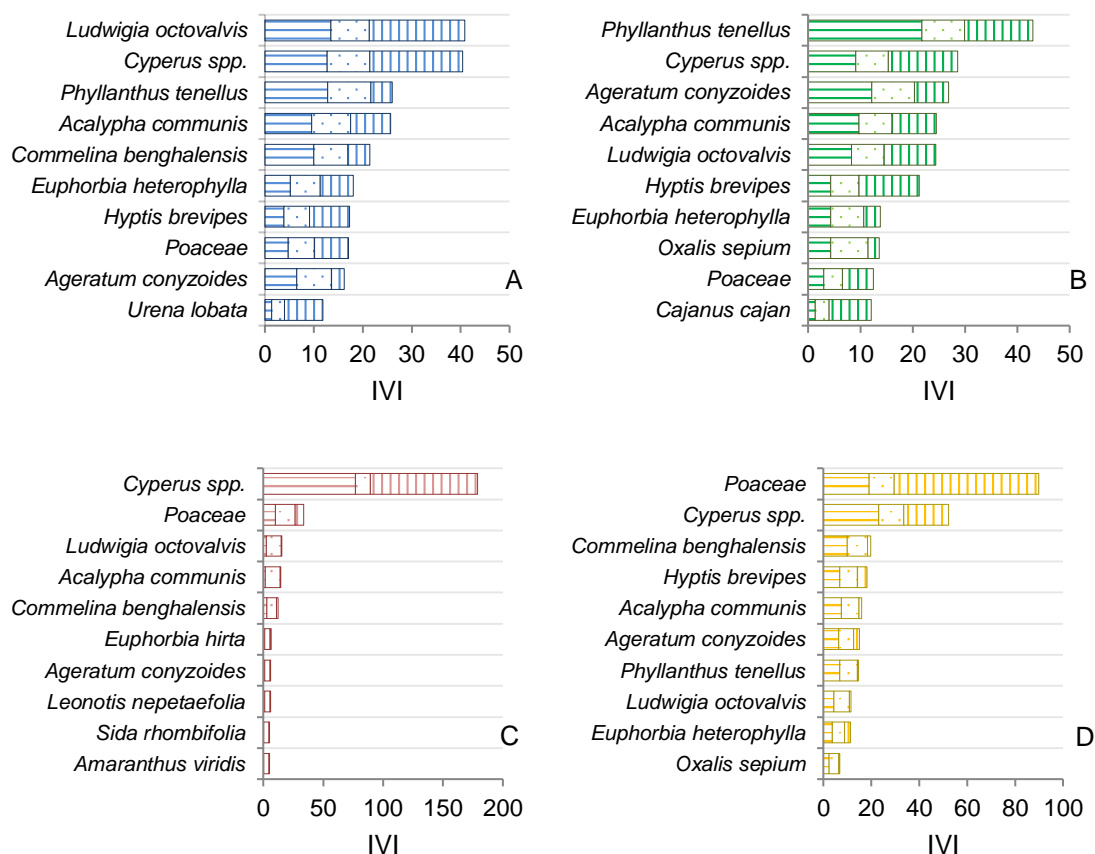
Família/ Espécie	Abund.	AbR (%)	FrR (%)	CS	CC	CV+CS	AC
<b>Amaranthaceae</b>							
<i>Amaranthus deflexus</i>	7	0,05	0,96	-	4	-	3
<i>Amaranthus lividus</i>	37	0,25	1,92	-	5	25	7
<i>Amaranthus viridis</i>	64	0,44	1,92	16	9	24	15
<b>Asteraceae</b>							
<i>Ageratum conyzoides</i>	1078	7,34	3,85	258	158	338	324
<i>Bidens pilosa</i>	82	0,56	1,92	23	8	18	33
<i>Conyza bonariensis</i>	7	0,05	0,48	3	1	3	-
<i>Emilia fosbergii</i>	151	1,03	0,48	89	7	50	5
<i>Emilia sonchifolia</i>	125	0,85	0,96	65	12	37	11
<i>Galinsoga parviflora</i>	57	0,39	0,96	8	4	28	17
<i>Porophyllum ruderale</i>	2	0,01	2,4	1	-	-	1
<i>Sonchus oleraceus</i>	18	0,12	0,96	11	2	3	2
<i>Vernonia cinerea</i>	5	0,03	0,96	-	-	5	-
<b>Boraginaceae</b>							
<i>Heliotropium indicum</i>	43	0,29	2,4	13	5	12	13
<b>Brassicaceae</b>							
<i>Brassica sp.</i>	11	0,07	0,96	-	-	7	4
<i>Cleome affinis</i>	28	0,19	2,4	2	-	22	4
<i>Lepidium sp.</i>	3	0,02	0,96	3	-	-	-
<i>Lepidium virginicum</i>	15	0,1	0,96	9	4	2	-
<i>Sinapis arvensis</i>	14	0,1	0,48	8	-	6	-
<b>Commelinaceae</b>							
<i>Commelina benghalensis</i>	797	5,43	3,85	259	79	169	290
<b>Convolvulaceae</b>							
<i>Ipomea sp.</i>	23	0,16	2,88	5	-	8	8

continua...

<b>Cucurbitaceae</b>							
<i>Momordica charantia</i>	4	0,03	3,85	-	-	2	2
<b>Cyperaceae</b>							
<i>Cyperus spp.</i>	4374	29,77	2,88	1076	1303	720	1275
<b>Euphorbiaceae</b>							
<i>Acalypha communis</i>	979	6,66	3,37	333	103	321	222
<i>Caperonia castaneifolia</i>	45	0,31	3,37	12	-	33	-
<i>Croton lundianus</i>	13	0,09	3,37	9	-	-	4
<i>Euphorbia heterophylla</i>	483	3,29	0,48	176	49	159	99
<i>Euphorbia hirta</i>	217	1,48	2,4	67	30	62	58
<i>Ricinus comunnis</i>	1	0,01	1,92	-	-	1	-
<b>Fabaceae</b>							
<i>Cajanus cajan</i>	21	0,14	0,48	12	-	9	-
<i>Gliricidia sepium</i>	3	0,02	0,48	-	-	3	-
Indet 1	21	0,14	1,44	11	12	-	-
<i>Mimosa pudica</i>	18	0,12	0,96	13	-	5	-
<i>Mucuna sp.</i>	5	0,03	0,48	3	-	-	2
<b>Lamiaceae</b>							
<i>Hyptis brevipes</i>	118	0,8	0,48	32	5	35	46
<i>Leonotis nepetaefolia</i>	84	0,57	3,37	23	15	12	34
<i>Marsypianthes chamaedrys</i>	3	0,02	1,92	-	1	-	2
<b>Linderniaceae</b>							
<i>Torenia thouarsii</i>	77	0,52	0,96	15	6	11	45
<b>Lythraceae</b>							
<i>Cuphea carthagenensis</i>	89	0,61	2,4	64	-	14	11
<b>Malvaceae</b>							
<i>Sida rhombifolia</i>	379	2,58	1,44	104	17	117	141
<i>Urena lobata</i>	146	0,99	0,48	52	16	33	45
<b>Molluginaceae</b>							
<i>Mollugo verticillata</i>	41	0,28	2,4	18	3	15	5
<b>Myrtaceae</b>							
<i>Psidium guajava</i>	10	0,07	0,48	1	7	-	2
<b>Onagraceae</b>							
<i>Ludwigia octovalvis</i>	585	3,98	2,88	7	23	8	5
<i>Ludwigia leptocarpa</i>	43	0,29	0,48	278	94	105	108
<b>Oxalidaceae</b>							
<i>Oxalis corniculata</i>	70	0,48	2,88	47	3	8	12
<i>Oxalis latifolia</i>	23	0,16	0,48	8	4	8	3
<i>Oxalis sepium</i>	131	0,89	1,92	32	3	57	39
<b>Phyllanthaceae</b>							
<i>Phyllanthus tenellus</i>	1509	10,27	3,37	430	158	584	337
<b>Piperaceae</b>							
<i>Peperomia pellucida</i>	2	0,01	0,48	-	-	2	-
<b>Poaceae</b>	2414	16,43	2,4	556	489	404	965
<b>Portulacaceae</b>							

<i>Portulaca oleracea</i>	63	0,43	2,4	5	7	30	21
<b>Rubiaceae</b>							
<i>Diodia saponariifolia</i>	3	0,02	1,92	-	3	-	-
<i>Diodia verticillata</i>	2	0,01	0,96	-	-	-	2
<i>Richardia brasiliensis</i>	27	0,18	0,48	15	-	8	4
<b>Solanaceae</b>							
<i>Nicandra physaloides</i>	50	0,34	3,85	25	1	20	4
<i>Physalis angulata</i>	29	0,2	0,96	10	3	16	-
<i>Solanum americanum</i>	39	0,27	0,96	15	1	23	-
<b>Urticaceae</b>							
<i>Urtica dioica</i>	3	0,48	0,48	-	-	3	-

Quando comparado o valor de importância (IVI) entre as espécies e tratamentos ao final de 150 dias, é possível visualizar a influência que o manejo de capina seletiva e cobertura viva tiveram sobre a diminuição relativa da abundância, frequência e dominância de espécies reconhecidamente competidoras e cosmopolitas como as pertencentes às famílias Cyperaceae e Poaceae, em detrimento do aumento destes parâmetros em relação a espécies antes constantemente em baixas populações como *L. octovalvis*, *P. tenellus* e *A. communis* (Fig. 16).



**Figura 16** - Índice de Valor de Importância (IVI % = AbR% + FrR % + DoR %) das 10 espécies de maior ocorrência aos 150 dias, por tratamento, sendo: A: capina seletiva; B: cobertura viva + capina seletiva; C: capina convencional e D: ausência de capina. São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ.

O gênero *Cyperus* spp., por mais que tenha permanecido entre as espécies de maior IVI em todos os tratamentos, obteve valores superiores quando sob reflexo da CC, atingindo 179%, enquanto os valores obtidos em CV+CS e CS foram de 40% e 28,5%, respectivamente. No tratamento com ausência de capina o gênero *Cyperus* spp. obteve 52,2% de valor de importância, sendo este um efeito direto do crescimento acumulado de gramíneas nas parcelas, em função da adubação residual para os cultivos, também associado a sua nitrofilia (MOREAU et al., 2013), causando alto sombreamento às demais espécies. Este fator afeta diretamente as plantas de mecanismo fotossintético C4, por serem altamente exigentes em luz para a manutenção de seu metabolismo.

A predominância de plantas do gênero *Cyperus* spp. reflete como um dos mais importantes do mundo entre as plantas espontâneas devido à sua grande capacidade de reprodução vegetativa e disseminação, o que torna bastante difícil o seu controle. O revolvimento do solo pelos implementos de discos ou de hastes no sistema convencional de manejo é a principal forma de sua disseminação, pois com esta prática ocorre a fragmentação e deslocamento dos tubérculos das plantas, os quais originam inúmeros propágulos a cada operação de preparo (CORDEIRO et al., 2006). Outro fator que intensifica a perpetuação das espécies deste gênero é o uso repetido de herbicidas com baixa eficiência de controle para essas plantas. A resposta da comunidade de espontâneas à intensificação agrícola tem sido associada com o decréscimo da abundância de muitas espécies, chegando ao ponto de extinção para alguns fenótipos menos tolerantes às pressões, em detrimento da dominância de um menor número de espécies cosmopolitas de maior tolerância (MEYER et al., 2013).

Outro efeito nítido dos tratamentos CV+CS e CS ocorreu sobre as espécies da família Poaceae, apresentando valores de importância de 17,1% e 12,5%, respectivamente, em relação aos 33,74% expressos pelo efeito da capina convencional. A ausência de capina fez com que as touceiras de gramíneas encontradas em muitas das parcelas experimentais se estabelecessem e crescessem, atingindo alturas acima de 1,5m, apresentando assim alto percentual de dominância relativa (60,13%), criando condições de alto sombreamento e competição por recursos às demais espécies da parcela, como já mencionado.

A diminuição do valor de importância de espécie das famílias Cyperaceae e Poaceae possibilitou maior ocupação dos nichos por angiospermas, que tendem a aumentar a diversidade de componentes morfológicos com maiores atributos funcionais aos agroecossistemas, podendo estes serem aproveitados para forrageamento por inimigos naturais e polinizadores, auxiliando no controle biológico e em aspectos produtivos das culturas agrícolas (TSCHARNTKE et al., 2005). É o caso de espécies como *Brassica sp.*, *G. sepium*, *M. charantia*, *S. arvensis*, *U. dioica* e *V. cinerea*, que passaram a compor a comunidade a partir da segunda avaliação aos 120 dias nas parcelas sob influência da CV+CS, estando muitas destas também presentes nas parcelas sob capina seletiva.

Além do efeito positivo sobre a riqueza de espécies, foi evidenciado o aumento relativo na abundância de espécies de maior interesse fenotípico (efeito de promoção) como *E. fosbergii*, *E. sonchifolia*, *L. nepetaefolia*, *T. thouarsii*, *O. corniculata*, *O. sepium*, *P. angulata* e *S. americanum*.

**Modelos preditivos sobre a influência da cobertura por *Diodia saponariifolia* e a variação de biomassa em cyperáceas e poáceas**

Foram testados 14 modelos tendo como variáveis dependentes a variação temporal da biomassa, tanto em cyperáceas quanto em poáceas.

Dos modelos testados, três foram selecionados baseados na função de verossimilhança expressadas por cada um em relação ao critério de informação Akaike ( $\Delta AICc < 2$ ) (BURNHAM; ANDERSON, 2002) (Tab. 13).

O modelo de maior peso ( $AICcW = 0,3435$ ) apontou correlação positiva para o acúmulo de biomassa entre cyperáceas e poáceas, o que já se era esperado pois, mesmo considerando que não haja uma relação linear entre densidade e biomassa, o manejo seletivo associado ao crescimento da cobertura viva tiveram forte influência na redução da abundância relativa destas. Esta relação positiva foi reforçada ( $p < 0,001$ ) através do segundo modelo ( $y = \beta_0 + \beta_1 Poa$ ;  $AICcW = 0,1986$ ), bem como no modelo avaliado tendo a biomassa de poáceas como variável dependente ( $y = \beta_0 + \beta_1 Cyp$ ;  $p < 0,001$ ) (Tab. 14). No entanto, foi evidenciada ainda no primeiro modelo uma relação negativa entre as variáveis independentes: cobertura viva e abundância de indivíduos, para a biomassa de cyperáceas, indicando que o crescimento da cobertura pela *Diodia* e o aumento da abundância de indivíduos pelas espécies que passaram a ocupar os nichos a partir do manejo seletivo, possuem influência na redução da dominância de plantas do gênero *Cyperus* spp.. A avaliação da interação entre estas variáveis expressou correlação positiva, explicando uma associação entre crescimento da cobertura viva com o aumento da abundância de indivíduos nas parcelas avaliadas.

**Tabela 13** - Modelo selecionado para explicar a variação temporal da biomassa em cyperáceas, variáveis independentes, termo utilizado no modelo, seus respectivos coeficientes e sua significância pelo teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ).

Modelos selecionados	Termo	Coefficiente	$\chi^2$
$y = \beta_0 + \beta_1 Poa + \beta_3 CobDio + \beta_4 AbTot + \beta_5 (CobDio * AbTot)$ $\Delta AICc = 0,0$ $AICcW = 0,3435$	y	4,877	
	Poa	0,253	0,0011**
	CobDio	-0,067	
	AbTot	-0,289	
	CobDio*AbTot	0,005	0,0659
$y = \beta_0 + \beta_1 Poa$ $\Delta AICc = 1,1$ $AICcW = 0,1986$	y	2,668	
	Poa	0,323	0,0005***
$y = \beta_0 + \beta_1 Poa + \beta_2 CobDio$ $\Delta AICc = 1,7$ $AICcW = 0,1502$	y	-1,425	
	Poa	0,300	0,0009*
	CobDio	0,057	0,1955

y: biomassa de cyperáceas; Poa: biomassa de poáceas; CobDio: % cobertura de *Diodia*; AbTot: abundância total de espontâneas;

\*\*\* significativo a 0,1%, \*\* 1%, \* 5% e 10% de probabilidade.

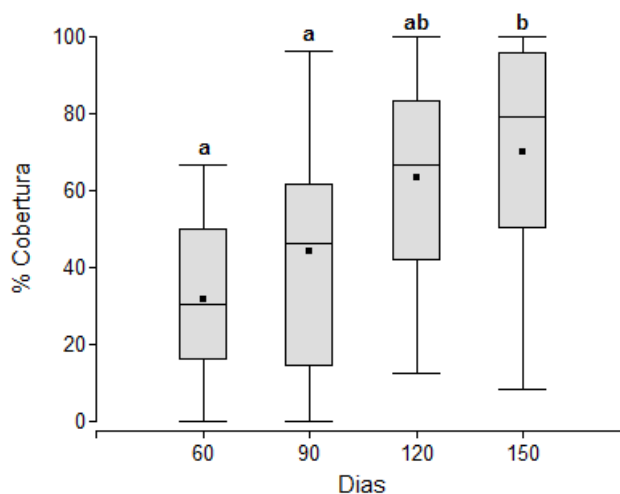
**Tabela 14** - Modelo selecionado para explicar a variação temporal da biomassa em poáceas, variáveis independentes, termo utilizado no modelo, seus respectivos coeficientes e sua significância pelo teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ).

Modelo selecionado	Termo	Coefficiente	$\chi^2$
$y = \beta_0 + \beta_1 Cyp$	y	-0,906	
$\Delta AICc = 0,0$			
$AICcW = 0,5765$	Cyp	1,545	0,0005***

y: biomassa de poáceas; Cyp: biomassa de cyperáceas;

\*\*\* significativo a 0,1% de probabilidade.

Os baixos valores do teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para a influência da cobertura viva por *D. saponariifolia* apresentados, presumivelmente se dá pois o curto tempo experimental realizado não foi suficiente para um adensamento razoável da cobertura viva, mesmo verificado uma expressiva taxa de crescimento relativa ao 3º mês de avaliação (Fig. 17). Entretanto, apesar desta variável ter se apresentado muito volátil em função, provavelmente, da heterogeneidade no histórico de uso do solo nos distintos agroecossistemas avaliados, bem como nas suas características edáficas, o poder de resposta desta para os parâmetros questionados foram satisfatórios.

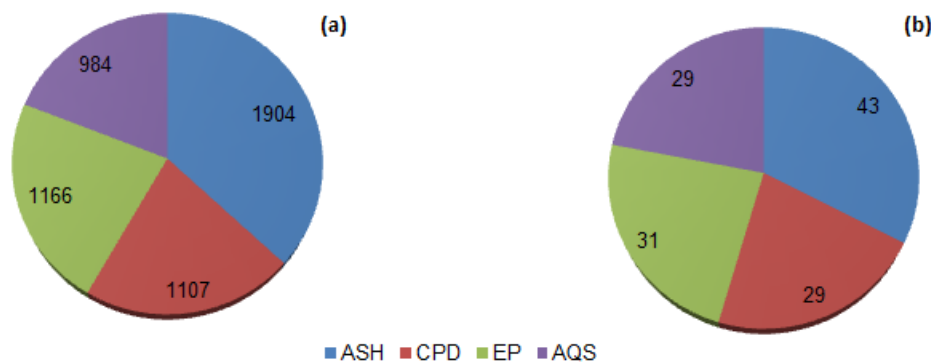


**Figura 17** - Boxplot com a distribuição dos percentuais de cobertura de *Diodia* aos 60, 90, 120 e 150 dias de avaliação. São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ. Letras distintas apontam diferenças entre as médias dos tempos pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Sendo assim, os efeitos expressos pelos modelos, associados aos índices e parâmetros fitossociológico apresentados, suportam a primeira e segunda hipóteses deste estudo, no aspecto que tange o efeito de catalisação da diversidade na comunidade de plantas espontâneas pela cobertura viva por *Diodia* associada ao manejo de capina seletiva, auxiliando na diminuição da pressão de competição por cyperáceas e poáceas, bem como o reflexo negativo da capina convencional sobre os parâmetros de diversidade e fitossociológicos avaliados, evidenciando o aumento da dominância por poucas espécies de baixo valor funcional.

### 5.1.3 Aspectos funcionais

Verificou-se maior percentual, quanto à abundância e riqueza, para o grupo de uso medicinal ou alimentício ( $\pm 70\%$ ). Observou-se também que ao menos metade das espécies ocorridas prestam os serviços ecossistêmicos de estímulo à polinização (EP =  $\pm 53\%$ ), controle de pragas e doenças (CPD =  $\pm 50\%$ ) e aumento da qualidade do solo (AQS =  $\pm 50\%$ ) (Fig. 18).



**Figura 18** - Abundância (a) e riqueza (b) de espécies que compõe os diferentes grupos funcionais propostos. ASH: alimentação e saúde humana; CPD: controle de pragas e doenças; EP: estímulo à polinização; AQS: aumento da qualidade do solo.

Das 58 espécies registradas, não foram encontrados aspectos funcionais para *Cleome affinis*, *Diodia saponariifolia*, *Diodia verticillata*, *Mimosa pudica*, *Oxalis sepium* e *Torenia thourarsii*, representando  $\pm 15\%$  das espécies. No entanto, foi observado que  $\pm 32\%$  das espécies ocorridas estão presentes em todos os grupos funcionais propostos,  $\pm 28\%$  estão em três grupos,  $\pm 11\%$  estão em dois grupos e  $\pm 13\%$  cumpre apenas um tipo de função.

A correlação entre a riqueza de espécies e a diversidade funcional também podem variar em função dos atributos funcionais selecionados (LOHBECK et al., 2012). Segundo Cadotte et al. (2011), a utilização de um elevado número de atributos, muitas vezes sem nenhuma correlação com processos ecológicos, pode “inflar” as medidas de diversidade funcional.

De outra forma, em grupos com muitas espécies, a perda de uma espécie seria complementada por outra do mesmo grupo funcional sem ocasionar grandes alterações no funcionamento do ecossistema (LOREAU et al., 2001; JONER et al., 2011). Desta forma, no que condiz a diversidade biológica, considerar atributos funcionais de alta relação com as espécies, bem como aspectos de uso e provisão de serviços ecossistêmicos devem ser itens essenciais no manejo de agroecossistemas. Estes elementos de carácter não apenas taxonômico traz a possibilidade de integrar informações a monitoramentos da capacidade de resiliência dos sistemas, fazendo com que se busque reconhecer vetores que influenciam as possíveis mudanças observadas nos atributos/aspectos/variáveis avaliados (SANSEVERO, 2013) podendo estes ocorrer em diferentes escalas da paisagem, como expressado a seguir.

## 5.1.4 Efeitos das escalas da paisagem e da intensidade de manejo sobre a riqueza e abundância de espécies espontâneas por grupo funcional

### 5.1.4.1 Efeitos sobre a riqueza

Foi observado que todas as escalas caracterizadas neste estudo apresentaram forte influência na determinação da riqueza de espécies dos grupos funcionais: ‘alimentação e saúde humana’ (ASH) e ‘controle de pragas e doenças’ (CPD) em pelo menos uma variável independente da escala. Já os grupos ‘estímulo à polinização’ (EP) e ‘aumento da qualidade do solo’ (AQS) apresentaram maior relação por parâmetros externos à escala de cultivo (0,5 ha) (Tab. 15).

**Tabela 15** - Modelos médios ou totais, coeficientes e valores de importância (VI) das variáveis explicativas selecionadas para a interação de parâmetros da paisagem e a riqueza de espécies dos grupos funcionais propostos.

Grupo funcional	Modelo selecionado	Termo	Coefficiente	VI
ASH	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{Arbex} + \beta_2 \text{IUP} + \beta_3 \text{Trat}$	y	19,32	
		ArbexUP	-2,247	1,0
		IUP	-2,465	0,81
		Trat	0,585	0,3
CPD	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ArbexP} + \beta_2 \text{ArbexUP} + \beta_3 \text{EArbUP} + \beta_4 \text{IUP} + \beta_5 \text{Trat}$	y	12,93	
		ArbexP	-1,8667	0,48
		ArbexUP	5,4818	0,48
		EArbUP	2,3509	0,48
		IUP	-2,6257	1,0
EP	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ArbexP} + \beta_2 \text{PFFp}$ $\Delta \text{AICc} = 0,00$ $\text{AICcW} = 0,416$	Trat	0,7714	1,0
		y	11,85	
		ArbexP	-2,522	0,96
		PFFp	-0,105	0,48
AQS	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ArbexP} + \beta_2 \text{EArbUP} + \beta_3 \text{IUP}$	y	10,59	
		ArbexP	-1,901	1,0
AQS	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ArbexP} + \beta_2 \text{EArbUP} + \beta_3 \text{IUP}$	y	16,9	
		ArbexP	-1,301	0,37
		EArbUP	0,813	0,5
		IUP	-3,266	0,91

ASH: alimentação e saúde humana; CPD: controle de pragas e doenças; EP: estímulo à polinização; AQS: aumento da qualidade do solo. ArbexUP e EArbUP: elemento arbóreo exótico e natural na unidade produtiva (4,0 ha); IUP: intensidade de manejo na unidade produtiva (4,0 ha); Trat: tratamentos de capina avaliados (0,5 ha); ArbexP: elemento arbóreo exótico (95 ha); PFFp: área parcial do fragmento florestal mais próximo dentro dos limites da escala (95 ha).

### *Alimentação e Saúde Humana (ASH)*

Através do modelo selecionado para a riqueza de espécies do grupo ASH, a escala da unidade produtiva (4,0 ha) foi observada como a de maior influência para estas espécies. Entretanto, as variáveis respostas ‘elemento arbóreo exótico na escala de 4,0 ha’ (Arbex.up) e



‘intensidade de uso na unidade produtiva’ (IUP) apontaram forte relação negativa (-2,24 e -2,46, respectivamente) para este grupo. A interpretação destes valores se dá no que tange ao uso do solo, com presença de áreas de pastagem degradada e sistemas agrícolas com cultivos anuais e perenes, onde práticas de manejo intensivas são realizadas com maior frequência. São estas, basicamente: alto uso de herbicidas pós-emergentes como ferramenta de capina, seguido de revolvimento do solo no preparo da área para o plantio de culturas anuais. Estas práticas recorrentes tendem a selecionar espécies de menor valor funcional, simplificando a comunidade de plantas espontâneas em detrimento da dominância por poucas famílias (MEYER et al., 2013), como exposto neste estudo. A variável ArbexUP sinalizou a importância de cultivos perenes para a manutenção da riqueza de espécies com aptidão para uso medicinal e alimentício, desde que associadas a práticas mais conservacionistas de manejo.

Como terceira variável de maior influência, os tratamentos com distintos tipos de manejo de capina propostos neste estudo apresentaram relação positiva (0,58) com o grupo ASH. A quase totalidade das espécies deste grupo tiveram ocorrência em todos os tratamentos avaliados, variando em função da abundância. Valores maiores de abundância foram verificados nas comunidades submetidas à cobertura viva por *Diodia* associada a capina seletiva, como também a capina seletiva isoladamente, evidenciando o papel destas práticas na catalisação de espécies funcionais.

### ***Controle de Pragas e Doenças (CPD)***

A riqueza de espécies que compõe o grupo CPD respondeu positivamente ao elemento arbóreo (Arbex.up e EA.up), diferenciando do comportamento apresentado por espécies provedoras de ASH quanto ao efeito de pomares na escala de 4,0 ha. Entretanto, ao considerar a existência de um *gap* de espécies em relação ao número total registrado, observou-se após consulta que um número razoável de componentes do grupo tende a possuir características ruderais e de maior versatilidade de trânsito entre fitofisionomias distintas, incluso em habitats de maior pressão pela intensidade de manejo, no caso de pomares em manejo convencional. São exemplos: *Urtica dioica*, *Euphorbia heterophylla*, *Euphorbia hirta*, *Heliotropium indicum* e *Hyptis brevipes*. No entanto esta variável não representou elevada explicabilidade entre as demais, tendo sido de maior efeito a relação negativa entre o grupo com a intensidade de uso do solo na unidade produtiva e positiva para o efeito dos diferentes tipos de capina realizados, como ocorrido para o grupo ASH. Conforme apontado em revisões recentes, as populações de inimigos naturais são em média maiores em paisagens complexas e heterogêneas, em detrimento da reduzida incidência de pragas e doenças, diferentemente de paisagens simples e homogêneas, levando a uma maior qualidade nos cultivos (TSCHARNTKE et al., 2012b; BLITZER et al., 2012; RUSCH et al., 2016a). Esta informação se associa com a importância observada quanto a presença de áreas naturais na escala da unidade produtiva (EA.up) para a manutenção das funções ecossistêmicas por parte das espécies deste grupos.

Evidências como diminuição de brocas em cultivos de canola (THIES; TSCHARNTKE, 1999) e controle de pulgões em distintos sítios no contexto europeu já foram sinalizados (THIES et al., 2011; RUSCH et al., 2013b). Entretanto, a falta de fontes de biodiversidade na paisagem pode fazer com que os serviços por parte de plantas espontâneas provedoras de aspectos relacionados ao controle de pragas e doenças se transformem em desserviços, pois a mesma favorece condições ao espalhamento (*spillover*) de patógenos e pragas quando em um contexto de paisagem homogênea (PARRY et al., 2015; HOLLAND et al., 2016). Este fator tende a se agravar quando somado a sistemas agrícolas que executem práticas de manejo intensivas de maneira frequente, pois estas tendem a diminuir

drasticamente a efetividade do controle biológico por populações de inimigos naturais (VAN DRIESCHE et al., 2009). Ademais, quando este panorama é multiplicado pelo número de agroecossistemas com similar intensidade de manejo dentro da mesma paisagem agrícola, o que se tem é um é uma irradiação do declínio de agentes benéficos em detrimento do aumento de espécies dominantes (BIANCHI et al., 2013), aumentando o balanço entre serviço/desserviço pela vegetação espontânea. Outro aspecto está quanto à composição deste grupo funcional, em que a depender dos atributos morfofisiológicos (ex.: recursos florais) das espécies, há o realce de aptidões (*fitness*) de inimigos naturais como herbívoros e parasitoides (LAVANDERO et al., 2006), sendo este um ponto interessante a ser delimitado nas práticas de capina seletiva.

### ***Estímulo à polinização (EP)***

As variáveis respostas de maior valor de importância apontaram que o elemento arbóreo exótico na escala de 95 ha (ArbexP) e a parte do fragmento florestal mais próximo dentro da delimitação de 95 ha (PFFp) interagem negativamente com o aspecto funcional relacionado ao estímulo à polinização pelas plantas espontâneas.

Como exposto para o grupo ASH, as práticas de manejo realizadas em pomares convencionais tendem a influenciar negativamente espécies de maior valor funcional nos agroecossistemas, podendo este efeito ser irradiado a escalas maiores da paisagem. O efeito inverso foi sinalizado por Henckel et al., (2015) e corroborado por Petit et al., (2016) ao evidenciarem uma relação linear no aumento da riqueza de espécies de plantas espontâneas com a proporção de áreas de cultivo orgânico na paisagem, sendo este efeito excedido também para áreas de cultivo convencional. A interpretação deste estudo foi de que a ocorrência de áreas de menor intensidade de manejo (ex.: sistemas orgânicos) dentro de paisagens agrícolas dominadas por sistemas convencionais de cultivo, sustentam a dinâmica da metacomunidade com fluxos espaço-temporais de propágulos de plantas espontâneas de maneira transversal do cultivo menos intensivo para o mais intensivo, equilibrando em parte alguns processos ecossistêmicos (GUERRERO et al., 2010). Entretanto, ao considerarmos que o uso do solo no assentamento São José da Boa Morte é majoritariamente de áreas de pastagens degradadas e/ou destinadas a cultivos de ciclo curto associado a práticas de manejo com alto uso de agrotóxicos e mecanização do solo, o efeito de “tamponamento” de sistemas mais biodiversos e/ou com práticas mais amenas de manejo do solo é inexistente, ocorrendo possivelmente, de maneira reversa, uma irradiação do efeito deletério deste panorama, favorecendo espécies de baixa funcionalidade aos sistemas.

A polinização é um serviço cultural, uma vez que muitas espécies de polinizadores (ex.: abelhas) são dependentes da conservação e/ou polinizam certas espécies de plantas espontâneas ameaçadas (CLERGUE et al., 2005). De outro modo, o declínio de agentes polinizadores levou a perda de um relativo número de espécies espontâneas dependentes deste serviço (BIESMEIJER et al., 2006; CARVELL et al., 2006), estando fortemente relacionada a práticas intensivas de manejo e a diminuição de áreas naturais na escala da paisagem.

A presença de áreas naturais como fragmentos florestais tende a promover processos que favorecem determinados grupos de espécies e funções (MIDEGA et al., 2014; TSCHARNTKE et al., 2016), entretanto esta relação não é sempre positiva em função de atributos peculiares de algumas espécies mais generalistas, selecionadas para ocuparem nichos mais simplificados e ofertarem serviços em condições menos estáveis ecologicamente (JANISOVÁ et al., 2013). Esta informação pode estar alinhada com a relação negativa existente entre a riqueza de espécies deste grupo funcional com a presença de fragmentos florestais no *buffer* de 95 ha, estando de certa forma contrária à percepção de que apenas habitats mais biodiversos tendem a promover *input* de espécies funcionais.

### ***Aumento da qualidade do solo (AQS)***

Novamente a escala de 4,0 ha se mostrou mais determinante em relação às outras escalas da paisagem no que condiz com a riqueza de espécies espontâneas e a provisão de serviços. Para o grupo funcional de aumento e qualidade do solo, a intensidade de uso do solo na unidade produtiva foi a variável de maior peso para determinar a manutenção dos serviços deste grupo, sendo esta uma variável que apresentou forte influência para a riqueza de espécies dos diferentes grupos avaliados, como já dissertado.

Fazem parte deste grupo espécies como: *Cajanus cajan*, *Gliricidia sepium*, *Lepidium virginicum* e *Ludwigia octovalvis*, sendo exemplos de plantas que possuem atributos que promovem algum(s) tipo(s) de benefício(s) seja para aspectos físicos ou químicos do solo.

A riqueza da comunidade de espontâneas relacionadas a este grupo expressou ter relação direta com o elemento arbóreo natural na escala da unidade produtiva, sendo então mais um indicativo da importância da manutenção de espaços naturais como bosques, cercas-vivas, matas ciliares, entre outras formas de diversificação vegetal em todos os seus sentidos. Mesmo sendo a variável de menor poder de resposta entre as demais, o elemento arbóreo exótico na escala da paisagem (95 ha) como os pomares de goiaba (*Psidium guajava*) muito presentes nas áreas deste estudo, apresentaram relação negativa com a riqueza de espécies provedoras de aumento da qualidade do solo. Esta informação, como já sinalizado, pode estar relacionada ao efeito de irradiação deletéria determinada por agroecossistemas intensificados, que podem influenciar a composição de espécies em sistemas agrícolas distantes, por efeito de massa (ÖSTER et al., 2007; POGGIO et al., 2010).

#### **5.1.4.2 Efeitos sobre a abundância**

Para a avaliação de influência das diferentes escalas da paisagem quanto à provisão de serviços pela comunidade de plantas espontâneas, com base nos valores de abundância para cada grupo funcional, foi observado maior peso de efeito da escala de 4,0 sobre todos os grupos funcionais propostos. Algumas variáveis da escala de cultivo (0,5 ha) influenciaram de alguma forma a abundância de espécies com o aspecto funcional de controle de pragas e doenças (CPD) e apenas o grupo com o potencial de aumento da qualidade do solo (AQS) manifestou alguma relação direta com a escala da paisagem (95 ha) (Tab. 16).

De maneira geral, a abundância de espécies provedoras das funções ecossistêmicas propostas neste estudo expressou ser influenciada pelas variáveis testadas de maneira mais similar entre os diferentes grupos funcionais, de certa forma se diferenciando das variáveis de maior resposta para a riqueza de espécies. Esta relação não foi observada por Petit et al., (2016) que obteve como resposta às variáveis testadas uma influência significativa para a riqueza de espécies e não para a abundância.

A variável de intensidade de uso na escala da unidade produtiva, adjacente ao cultivo focal, apresentou ser o vetor de maior explicabilidade para a determinação da abundância de espécies, apresentando relação negativa para todos os grupos. Este dado é novamente relevante, pois nos permite confirmar, dentro das ferramentas analisadas, que o manejo ao nível da escala da unidade produtiva possui um efeito direto na composição de espécies da vizinhança, determinando processos de diversificação funcional quando associados a práticas de manejo mais conservacionistas ou aumento das lacunas funcionais em agroecossistemas intensificados pelo modelo convencional de agricultura (LIIRA et al., 2008; GABA et al., 2010; POGGIO et al., 2010).

Contrário à interação negativa com o elemento arbóreo exótico (ex.: pomares de goiaba), a presença de manchas de vegetação secundária, cercas-vivas, mata ciliar, entre

outras porções menores de habitats naturais, promoveram novamente uma relação positiva para a comunidade de espécies dos grupos funcionais aqui propostos, estando alinhado com as conclusões obtidas em outros estudos que avaliaram a presença do elemento arbóreo em diferentes escalas da paisagem (ROSCHEWITZ et al., 2005; GABRIEL et al., 2005; LIIRA et al., 2008, CARLESI et al., 2013).

**Tabela 16** - Modelos médios ou totais, coeficientes e valores de importância (VI) das variáveis explicativas selecionadas para a interação de parâmetros da paisagem e a abundância de espécies dos grupos funcionais propostos.

Grupo funcional	Modelo selecionado	Termo	Coefficiente	VI
ASH	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{EArbUP} + \beta_2 \text{IUP}$	y	570,62	
		EArbUP	79,41	0,33
		IUP	-127,19	1,0
CPD	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{IUP}$ $\Delta \text{AICc} = 0,00$ $\text{AICcW} = 0,540$	y	382,90	
		IUP	-96,06	0,89
		$y = \beta_0 + \beta_1 \text{IUP} + \beta_2 \text{Prox} + \beta_3 \text{Adub}$ $\Delta \text{AICc} = 1,87$ $\text{AICcW} = 0,212$	y	237,40
IUP	-82,72		0,89	
Prox	-2,056		0,31	
EP	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{Adub} + \beta_2 \text{EArbUP} + \beta_3 \text{IUP}$	Adub	73,74	0,28
		y	331,42	
		Adub	-67,90	0,20
AQS	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ArbexP} + \beta_2 \text{IUP} + \beta_3 \text{EArbUP}$ $\Delta \text{AICc} = 0,00$ $\text{AICcW} = 0,609$	EArbUP	37,60	0,52
		IUP	-82,20	1,00
		y	401,10	
AQS	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ArbexP} + \beta_2 \text{IUP} + \beta_3 \text{EArbUP}$ $\Delta \text{AICc} = 0,00$ $\text{AICcW} = 0,609$	ArbexP	65,39	0,70
		IUP	-134,40	0,83
		EArbUP	94,85	0,33

ASH: alimentação e saúde humana; CPD: controle de pragas e doenças; EP: estímulo à polinização; AQS: aumento da qualidade do solo. EArbUP: elemento arbóreo natural na unidade produtiva (4,0 ha); IUP: intensidade de manejo na unidade produtiva (4,0 ha); Prox: índice de proximidade considerando distância e área do fragmento florestal mais próximo; Adub: manejo de adubação do solo (0,5 ha); ArbexP: elemento arbóreo exótico (95 ha).

Peculiarmente, a abundância de indivíduos nas espécies que possuem o aspecto funcional de controle de pragas e doenças manifestou uma relação mais forte com a presença de áreas mais complexas quanto a sua composição florestal. A proximidade, medida através da distância linear do cultivo (0,5 ha) até o fragmento florestal mais próximo, pelo cociente ao quadrado da área total deste fragmento, está relacionada em como as fontes de biodiversidade podem interagir com componentes bióticos nos agroecossistemas. Entretanto, esta relação se torna mais clara para outros organismos de maior mobilidade, como insetos, aves, mamíferos, entre outros (TSCHARNTKE et al., 2005, 2012, 2016; FISHER et al., 2011). Porém, a existência de espécies de espontâneas que tenham dependência pela interação com polinizadores e inimigos naturais pode promover uma reflexão quanto aos efeitos diretos que o declínio destes agentes pode afetar em outros níveis filogenéticos.

Como já mencionado, o declínio de polinizadores e inimigos naturais levou a perda de um relativo número de espécies espontâneas dependentes destes serviços (BIESMEIJER et

al., 2006; CARVELL et al., 2006), estando fortemente relacionada a práticas intensivas de manejo e a diminuição de áreas naturais na escala da paisagem.

Por fim, a abundância de espécies relacionadas ao grupo de aumento da qualidade do solo foi igualmente afetada em relação à riqueza da comunidade, reiterando a importância, além do manejo de caráter mais conservacionista na escala da unidade produtiva e a associação com a manutenção de áreas naturais no agroecossistema, a percepção de se considerar o manejo dos agroecossistemas no âmbito da paisagem agrícola em escalas maiores, evitando efeitos deletérios em massa, que podem simplificar comunidades funcionalmente importantes em escalas menores (REITALU et al., 2012; SCHMUCKI et al., 2012).

## 6 CONCLUSÕES

Os dados expostos permitem concluir que:

- (i) A cobertura viva por *Diodia saponariifolia* associada ao manejo seletivo (CV+CS), bem como a capina seletiva isoladamente, promoveram o aumento na diversidade de espécies da comunidade de plantas espontâneas ao longo de quatro meses, em relação ao manejo convencional e a ausência de capina;
- (ii) O manejo com CV+CS além da diversificação, apresentou maior equitabilidade entre as espécies na comunidade de espontâneas quando comparada à composição aos 150 dias com a existente aos 60 dias;
- (iii) A capina convencional apresentou ser prejudicial em todos os parâmetros de diversidade utilizados, aumentando a dominância, abundância e frequência de poucas espécies da comunidade de plantas espontâneas;
- (iv) A biomassa de cyperáceas foi influenciada negativamente quando a comunidade é submetida a CV+CS, em função da pressão pela cobertura viva por *D. saponariifolia* e o aumento da abundância total de espécies anteriormente em baixas frequências, que passam a substituir espécies dominantes em seus nichos;
- (v) A riqueza de espécies prestadoras de funções ecossistêmicas é determinada principalmente pelo uso do solo na escala da unidade produtiva (4,0 ha), sendo influenciada positivamente pelo elemento arbóreo natural em forma de bosques, cercas-vivas e mata ciliares próximas aos agroecossistemas, e negativamente pelo elemento arbóreo exótico na escala da paisagem (95 ha);
- (vi) A abundância de espécies prestadoras de serviços ecossistêmicas é igualmente determinada pela intensidade de uso do solo na escala de 4,0 ha e pela presença de fitofisionomias naturais próximas a unidade produtiva;

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo permitiu a conclusão de uma matriz de correlações, que tangem desde o aspecto da influência dos distintos tipos de capina sobre a composição florística, parâmetros de diversidade e funcionalidade de plantas espontâneas, bem como os vetores de influência em diferentes escalas sobre a provisão de serviços ecossistêmicos pelos grupos funcionais propostos para a comunidade de plantas espontâneas provenientes de agroecossistemas imersos na paisagem agrícola do assentamento São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ. Foi evidenciado também um dos potenciais visualizados para a espécie *D. saponariifolia*, quanto a sua competência em selecionar espécies benéficas e diminuir a incidência de espécies competidoras quando associada inicialmente a capina seletiva.

Em princípio, as abordagens taxonômicas e funcionais para a análise da composição da comunidade de plantas daninhas são úteis, pois se mostram complementares. No entanto, nesse trabalho, pelos resultados verifica-se que uma abordagem de característica de resposta funcional pode melhor destacar os efeitos das características da paisagem na composição da comunidade de espontâneas. Os dados indicam que os condutores da composição das comunidades estão em paisagens altamente antropizadas, onde a expansão da fragmentação florestal aumenta enquanto as atividades agrícolas se intensificam.

As funções das comunidades de plantas espontâneas estão intimamente relacionadas ao funcionamento dos agroecossistemas como um todo, podendo ser ferramentas de catalisação dos fluxos benéficos se em concordância com práticas de manejo menos intensivas associado a maior quantidade de habitats naturais que promovam aumento da heterogeneidade da paisagem. Entretanto, a existência de poucos referenciais de estudos utilizando os parâmetros avaliados neste trabalho em contextos de agroecossistemas tropicais, dificulta o poder comparativo dos efeitos até o momento expostos. No entanto, frente a um momento onde se faz importante a geração de informações que deem subsídio a práticas de manejo de base agroecológicas, os dados aqui expostos podem adicionar elementos importantes quanto a ferramentas de intensificação ecológica em sistemas agrícolas.

A intensidade de uso do solo promovido pelo modelo industrial de agricultura associado às tecnologias agrônomicas desenvolvidas para tal, auxiliaram na promoção de benefícios econômicos para um segmento de atores destinados com a produção primária de alimentos. Entretanto, este processo, já não de hoje, sinaliza sua fragilidade em manter a provisão de serviços ecossistêmicos como qualidade da água, do solo e das interações bióticas em diferentes escalas, tendo por consequência o declínio de inúmeras funções ecológicas chave para o funcionamento de agroecossistemas, impactando inclusive na produtividade líquida de alimentos principalmente em áreas de agricultura familiar, com menor poder aquisitivo para reparar de alguma forma os deletérios deste panorama, catalisando a desigualdade social na área rural.

Desta forma, como mencionado por Tscharrntke et al. (2016): o manejo da paisagem não é uma panaceia, havendo assim a forte necessidade em considerar as práticas de manejo em nível da escala de cultivo para redução de impactos ecossistêmicos, bem como possibilitar aumento da provisão de serviços e redução de externalidades em agroecossistemas, tornando-os mais resilientes e positivamente sinérgicos às outras escalas da paisagem, bem como ao bem-estar humano.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, D. R.; BURNHAM, K. P. Avoiding pitfalls when using information-theoretic methods. *The Journal of Wildlife Management*, p. 912-918, 2002.
- BÀRBERI, P. et al. Functional biodiversity in the agricultural landscape: relationships between weeds and arthropod fauna. *Weed Research*, v. 50, n. 5, p. 388-401, 2010.
- BLITZER, E. J., DORMANN, C. F., HOLZSCHUH, A., KLEIN, A. M., RAND, T. A., TSCHARNTKE, T. Spillover of functionally important organisms between managed and natural habitats. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 146, n. 1, p. 34-43, 2012.
- BIANCHI, F. J. J.; IVES, A. R.; SCHELLHORN, N. A. Interactions between conventional and organic farming for biocontrol services across the landscape. *Ecological applications*, v. 23, n. 7, p. 1531-1543, 2013.
- BIESMEIJER, J. C., ROBERTS, S. P., REEMER, M., OHLEMÜLLER, R., EDWARDS, M., PEETERS, T., SETTELE, J. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*, v. 313, n. 5785, p. 351-354, 2006.
- BIESMEIJER, J. C., ROBERTS, S. P., REEMER, M., OHLEMÜLLER, R., EDWARDS, M., PEETERS, T., ... SETTELE, J. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*, v. 313, n. 5785, p. 351-354, 2006.
- BOSCUCCI, F.; POLDINI, L.; BUCCHERI, M. Green alder communities in the Alps: Phytosociological variability and ecological features. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, v. 148, n. 5, p. 917-934, 2014.
- BUHLER, D. D. Influence of tillage systems on weed population dynamics and management in corn and soybean in the central USA. *Crop Science*, v. 35, n. 5, p. 1247-1258, 1995.
- Burnham, K.P. & Anderson, D.R. 2002. Model selection and multimodel inference. A practical information - theoretic approach. Springer, New York.
- Cardoso 2017 Weed community composition in different agro-systems
- BUSEY, P. Cultural management of weeds in turfgrass. *Crop Science*, v. 43, n. 6, p. 1899-1911, 2003.
- CARDOSO, I. S., JAKELAITIS, A., SOARES, M. P., DE ARAÚJO, V. T., CABRAL, P. H. R.. Weed community composition in different agro-systems. *Comunicata Scientiae*, v. 8, n. 1, p. 139-148, 2017.
- CARVELL, C., ROY, D. B., SMART, S. M., PYWELL, R. F., PRESTON, C. D., GOULSON, D. Declines in forage availability for bumblebees at a national scale. *Biological conservation*, v. 132, n. 4, p. 481-489, 2006.
- CABALLERO, J.; CORTÉS, L. Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México. *Plantas, cultura y sociedad. Estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI*. Universidad Autónoma Metropolitana,

Unidad Iztapalapa y Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, DF, México, p. 79-100, 2001.

CADOTTE, M. W.; CARSCADDEN, K.; MIROTCHNICK, N. Beyond species: functional diversity and the maintenance of ecological processes and services. *Journal of applied ecology*, v. 48, n. 5, p. 1079-1087, 2011.

CANFIELD, R. H. Application of the line interception method in sampling range vegetation. *Journal of forestry*, v. 39, n. 4, p. 388-394, 1941.

CARLESI, S., BOCCI, G., MOONEN, A. C., FRUMENTO, P., BÀRBERI, P. Urban sprawl and land abandonment affect the functional response traits of maize weed communities in a heterogeneous landscape. *Agriculture, ecosystems & environment*, v. 166, p. 76-85, 2013.

CARMONA, C. P., AZCARATE, F. M., BELLO, F., OLLERO, H. S., LEPŠ, J., PECO, B. Taxonomical and functional diversity turnover in Mediterranean grasslands: interactions between grazing, habitat type and rainfall. *Journal of Applied Ecology*, v. 49, n. 5, p. 1084-1093, 2012.

CARREÑO-ROCABADO, G., PEÑA-CLAROS, M., BONGERS, F., DÍAZ, S., QUÉTIER, F., CHUVIÑA, J., POORTER, L. Land-use intensification effects on functional properties in tropical plant communities. *Ecological Applications*, v. 26, n. 1, p. 174-189, 2016.

CHAPLIN-KRAMER, R., DE VALPINE, P., MILLS, N. J., KREMEN, C. Detecting pest control services across spatial and temporal scales. *Agriculture, ecosystems & environment*, v. 181, p. 206-212, 2013.

CLERGUE, B., AMIAUD, B., PERVANÇON, F., LASSERRE-JOULIN, F., PLANTUREUX, S. Biodiversity: function and assessment in agricultural areas. A review. *Agronomy for sustainable development*, v. 25, n. 1, p. 1-15, 2005.

CLIMATE DATA, 2013. Disponível em: <<http://pt.climate-data.org/location/33704>>, Acesso em: 25 Mai. 2017.

CONCENÇO, G., CECCON, G., CORREIA, I., LEITE, L., ALVES, V. Ocorrência de espécies daninhas em função de sucessões de cultivo. *Embrapa Agropecuária Oeste*. 2013.

CORDEIRO, L.A.M.; REIS, M.S.; AGNES, E.L.; CECON, P.R. Efeito do Plantio Direto no Controle de Tiririca (*Cyperus rotundus* L.) e Outras Plantas Daninhas na Cultura do Milho. *Revista Brasileira de Herbicidas*, Passo Fundo-RS, n. 1, p 1-9. 2006.

CORRÊA, M. L. P., GALVÃO, J.C.C., FONTANETTI, A., FERREIRA, L.R., MIRANDA, G.V. Dinâmica populacional de plantas daninhas na cultura do milho em função de adubação e manejo. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 2, 2011.

CORREA, M. L. P., GALVÃO, J. C. C., FONTANETTI, A., LEMOS, J. P., DA CONCEIÇÃO, P. M. Interferência do feijão-de-porco na dinâmica de plantas espontâneas no cultivo do milho orgânico em sistemas de plantio direto e convencional. *Revista Brasileira de agroecologia*, v. 9, n. 2, 2014.



- COSTA, J. R.; MITJA, D.; FONTES, J. R. A. Weed seed banks in cassava cultivations in Central Amazon. *Planta Daninha*, v. 27, n. 4, p. 665-671, 2009.
- DALE, V. H.; POLASKY, S. Measures of the effects of agricultural practices on ecosystem services. *Ecological economics*, v. 64, n. 2, p. 286-296, 2007.
- DURU, M.; THEAU, J. P.; CRUZ, P. Functional diversity of species-rich managed grasslands in response to fertility, defoliation and temperature. *Basic and Applied Ecology*, v. 13, n. 1, p. 20-31, 2012.
- DUARTE, A. P.; SILVA, A. C.; DEUBER, R. Plantas infestantes em lavouras de milho safrinha, sob diferentes manejos, no médio Paranapanema. *Planta Daninha*, v. 25, n. 2, p. 285-291, 2007.
- FIDALGO, E. C. C.; PEDREIRA, B. C. C. G.; ABREU, M. B.; MOURA, I. B.; GODOY, M. D. P. Uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu. Rio de Janeiro: Embrapa Solos (Embrapa Solos. Documentos, 105). 2008.
- FISCHER, C., SCHLINKERT, H., LUDWIG, M., HOLZSCHUH, A., GALLÉ, R., TSCHARNTKE, T., BATÁRY, P. The impact of hedge-forest connectivity and microhabitat conditions on spider and carabid beetle assemblages in agricultural landscapes. *Journal of insect conservation*, v. 17, n. 5, p. 1027-1038, 2013.
- FONSECA, C. R.; GANADE, G. Species functional redundancy, random extinctions and the stability of ecosystems. *Journal of Ecology*, v. 89, n. 1, p. 118-125, 2001.
- FRIED, G.; CHAUVEL, B.; REBOUD, X. Weed flora shifts and specialisation in winter oilseed rape in France. *Weed research*, v. 55, n. 5, p. 514-524, 2015.
- FRIED, G.; DESSAINT, F.; REBOUD, X. Local and regional changes in taxonomic and functional diversity of arable weed communities in Burgundy (France) between the 1970s and the 2000s. *Botany Letters*, v. 163, n. 4, p. 359-371, 2016.
- GABA, S., FRIED, G., KAZAKOU, E., CHAUVEL, B., NAVAS, M. L.. Agroecological weed control using a functional approach: a review of cropping systems diversity. *Agronomy for sustainable development*, v. 34, n. 1, p. 103-119, 2014.
- GABRIEL, D., SAIT, S. M., HODGSON, J. A., SCHMUTZ, U., KUNIN, W. E., BENTON, T. G. Scale matters: the impact of organic farming on biodiversity at different spatial scales. *Ecology Letters*, v. 13, p. 858-869, 2010.
- GARRISON, A. J., MILLER, A. D., RYAN, M. R., ROXBURGH, S. H., SHEA, K. Stacked crop rotations exploit weed-weed competition for sustainable weed management. *Weed science*, v. 62, n. 1, p. 166-176, 2014.
- GONZÁLEZ-INSUASTI, M. S.; CABALLERO, J. Managing plant resources: How intensive can it be?. *Human Ecology*, v. 35, n. 3, p. 303-314, 2007.

GUERRERO, I., MARTÍNEZ, P., MORALES, M. B., ONATE, J. J. Influence of agricultural factors on weed, carabid and bird richness in a Mediterranean cereal cropping system. *Agriculture, ecosystems & environment*, v. 138, n. 1, p. 103-108, 2010.

GUSTAFSON, E. J.; PARKER, G. R. Using an index of habitat patch proximity for landscape design. *Landscape and Urban Planning*, v. 29, n. 2-3, p. 117-130, 1994.

GRIME, J. P. *Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties*. John Wiley & Sons, 2006.

HELSEN, K.; HERMY, M.; HONNAY, O. Trait but not species convergence during plant community assembly in restored semi-natural grasslands. *Oikos*, v. 121, n. 12, p. 2121-2130, 2012.

HOLLAND, J. M., BIANCHI, F. J., ENTLING, M. H., MOONEN, A. C., SMITH, B. M., JEANNERET, P.. Structure, function and management of semi-natural habitats for conservation biological control: a review of European studies. *Pest management science*, v. 72, n. 9, p. 1638-1651, 2016.

JANIŠOVÁ, M., MICHALCOVÁ, D., BACARO, G., GHISLA, Al. Landscape effects on diversity of semi-natural grasslands. *Agriculture, ecosystems & environment*, v. 182, p. 47-58, 2013.

JAKELAITIS, A., FERREIRA, L. R., SILVA, A. A., AGNES, E. L., MIRANDA, G. V., MACHADO, A. F. L.. Dinâmica populacional de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo nas culturas de milho e feijão. *Planta daninha*, v. 21, n. 1, p. 71-79, 2003.

JOHANSSON, M. E.; KEDDY, P. A. Intensity and asymmetry of competition between plant pairs of different degrees of similarity: an experimental study on two guilds of wetland plants. *Oikos*, p. 27-34, 1991.

JONER, F., SPECHT, G., MÜLLER, S. C., PILLAR, V. D. Functional redundancy in a clipping experiment on grassland plant communities. *Oikos*, v. 120, n. 9, p. 1420-1426, 2011.

KIEHL, K., KIRMER, A., DONATH, T. W., RASRAN, L., HÖLZEL, N. Species introduction in restoration projects—Evaluation of different techniques for the establishment of semi-natural grasslands in Central and Northwestern Europe. *Basic and Applied Ecology*, v. 11, n. 4, p. 285-299, 2010.

KOTTEK, M. et. al. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 15, n. 3, p. 259-263, 2006

LALIBERTE, E., WELLS, J. A., DECLERCK, F., METCALFE, D. J., CATTERALL, C. P., QUEIROZ, C.,... MCNAMARA, S. Land-use intensification reduces functional redundancy and response diversity in plant communities. *Ecology letters*, v. 13, n. 1, p. 76-86, 2010.

LANZA, T. R. Efeito de densidades de plantio nas variáveis morfológicas e de produção da bananeira “BRS Princesa” e na dinâmica de plantas daninhas. 70p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2016.

- LAVANDERO, B., WRATTEN, S. D., DIDHAM, R. K., GURR, G. Increasing floral diversity for selective enhancement of biological control agents: a double-edged sword?. *Basic and Applied Ecology*, v. 7, n. 3, p. 236-243, 2006.
- LIIRA, J., SCHMIDT, T., AAVIK, T., ARENS, P., AUGENSTEIN, I., BAILEY, D., ...DE COCK, R.. Plant functional group composition and large-scale species richness in European agricultural landscapes. *Journal of Vegetation Science*, v. 19, n. 1, p. 3-14, 2008.
- LOHBECK, M., POORTER, L., PAZ, H., PLA, L., VAN BREUGEL, M., MARTÍNEZ-RAMOS, M., BONGERS, F. Functional diversity changes during tropical forest succession. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, v. 14, n. 2, p. 89-96, 2012.
- LOREAU, M., NAEEM, S., INCHAUSTI, P., BENGTSSON, J., GRIME, J. P., HECTOR, A., ... TILMAN, D. Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *science*, v. 294, n. 5543, p. 804-808, 2001.
- MACHADO, A.; JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L.; AGNES, E.; SANTOS, L. Population Dynamics of Weeds in No-Tillage and Conventional Crop Systems. *Journal of Environmental Science and Health. Part B, Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, v. 40, p. 119-128, 2005.
- MASCARENHAS, M. T. H., GALLI, A. J. B., VIANA, M. C. M., MACEDO, G. A. R., LARA, J. F. R. Eficácia do halosulfuron no controle de tiririca (*Cyperus rotundus*) na cultura da cana-de-açúcar. *Planta daninha*, v. 13, n. 2, p. 69-80, 1995.
- MASHINGAIDZE, N.; MADAKADZE, I. C.; TWOMLOW, S. Response of weed flora to conservation agriculture systems and weeding intensity in semi-arid Zimbabwe. *African Journal of Agricultural Research*, v. 7, n. 36, p. 5069-5082, 2012.
- MEYERS, S. L.; JENNINGS, K. M.; MONKS, D. W. Herbicide-based weed management programs for Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) in sweetpotato. *Weed Technology*, v. 27, n. 2, p. 331-340, 2013.
- MIDEGA, C. A., JONSSON, M., KHAN, Z. R., EKBOM, B. Effects of landscape complexity and habitat management on stemborer colonization, parasitism and damage to maize. *Agriculture, ecosystems & environment*, v. 188, p. 289-293, 2014.
- MOREAU, D.; MILARD, G.; MUNIER-JOLAIN, N. A plant nitrophily index based on plant leaf area response to soil nitrogen availability. *Agronomy for sustainable development*, v. 33, n. 4, p. 809-815, 2013.
- MOREIRA, E. F.; BOSCOLO, D.; VIANA, B. F. Spatial heterogeneity regulates plantpollinator networks across multiple landscape scales. 2015.
- MURPHY, B. C.; ROSENHEIM, J. A.; GRANETT, J. Habitat diversification for improving biological control: abundance of *Anagrus epos* (Hymenoptera: Mymaridae) in grape vineyards. *Environmental Entomology*, v. 25, n. 2, p. 495-504, 1996.

OWEN, M. D. K. Weed species shifts in glyphosate-resistant crops. *Pest management science*, v. 64, n. 4, p. 377-387, 2008.

ÖSTER, M.; COUSINS, S. A.O.; ERIKSSON, O. Size and heterogeneity rather than landscape context determine plant species richness in semi-natural grasslands. *Journal of Vegetation Science*, v. 18, n. 6, p. 859-868, 2007.

PARRY, H. R., MACFADYEN, S., HOPKINSON, J. E., BIANCHI, F. J., ZALUCKI, M. P., BOURNE, A., SCHELLHORN, N. A. Plant composition modulates arthropod pest and predator abundance: evidence for culling exotics and planting natives. *Basic and Applied Ecology*, v. 16, n. 6, p. 531-543, 2015.

PETIT, S., GABA, S., GRISON, A. L., MEISS, H., SIMMONEAU, B., MUNIER-JOLAIN, N., BRETAGNOLLE, V.. Landscape scale management affects weed richness but not weed abundance in winter wheat fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 223, p. 41-47, 2016.

PLAZA, E. H., KOZAK, M., NAVARRETE, L., GONZALEZ-ANDUJAR, J. L. Tillage system did not affect weed diversity in a 23-year experiment in Mediterranean dryland. *Agriculture, ecosystems & environment*, v. 140, n. 1, p. 102-105, 2011.

POGGIO, S. L.; CHANETON, E. J.; GHERSA, C. M. Landscape complexity differentially affects alpha, beta, and gamma diversities of plants occurring in fencerows and crop fields. *Biological Conservation*, v. 143, n. 11, p. 2477-2486, 2010.

REITALU, T., PURSCHKE, O., JOHANSSON, L. J., HALL, K., SYKES, M. T., PRENTICE, H. C. Responses of grassland species richness to local and landscape factors depend on spatial scale and habitat specialization. *Journal of Vegetation Science*, v. 23, n. 1, p. 41-51, 2012.

ROSCHEWITZ, I., GABRIEL, D., TSCHARNTKE, T., THIES, C.. The effects of landscape complexity on arable weed species diversity in organic and conventional farming. *Journal of Applied Ecology*, v. 42, n. 5, p. 873-882, 2005.

RUSCH, Adrien et al. Agricultural landscape simplification reduces natural pest control: a quantitative synthesis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 221, p. 198-204, 2016.

RUSCH, A., CHAPLIN-KRAMER, R., GARDINER, M. M., HAWRO, V., HOLLAND, J., LANDIS, D., ...WOLTZ, M. Classificação de grupos funcionais e caracterização de trajetórias sucessionais na Floresta Atlântica. 2013. Tese de Doutorado. Ph. D. Thesis, Escola Nacional de Botânica Tropical, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SCHMUCKI, R., REIMARK, J., LINDBORG, R., COUSINS, S. A. Landscape context and management regime structure plant diversity in grassland communities. *Journal of Ecology*, v. 100, n. 5, p. 1164-1173, 2012.

SEA – Secretaria de Estado do Ambiente. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/sea/exibeconteudo?article-id=164974>> Acessado em 18 de Mai. de 2017.

- SHEA, K.; ROXBURGH, S. H.; RAUSCHERT, E. S. J. Moving from pattern to process: coexistence mechanisms under intermediate disturbance regimes. *Ecology letters*, v. 7, n. 6, p. 491-508, 2004.
- SHRESTHA, A., KNEZEVIC, S. Z., ROY, R. C., BALL-COELHO, B. R., SWANTON, C. J. Effect of tillage, cover crop and crop rotation on the composition of weed flora in a sandy soil. *Weed Research*, v. 42, n. 1, p. 76-87, 2002.
- SMITH, R. G., ATWOOD, L. W., POLLNAC, F. W., WARREN, N. D. Cover-crop species as distinct biotic filters in weed community assembly. *Weed science*, v. 63, n. 1, p. 282-295, 2015.
- TEAM, R. Core. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2014. R Foundation for Statistical Computing. 2016.
- THIES, C., HAENKE, S., SCHERBER, C., BENGTSSON, J., BOMMARCO, R., CLEMENT, L. W., HAWRO, V. The relationship between agricultural intensification and biological control: experimental tests across Europe. *Ecological Applications*, v. 21, n. 6, p. 2187-2196, 2011.
- TSCHARNTKE, T., KARP, D. S., CHAPLIN-KRAMER, R., BATÁRY, P., DECLERCK, F., GRATTON, C., MARTIN, E. A. When natural habitat fails to enhance biological pest control—Five hypotheses. *Biological Conservation*, v. 204, p. 449-458, 2016.
- TSCHARNTKE, T., TYLIANAKIS, J. M., RAND, T. A., DIDHAM, R. K., FAHRIG, L., BATARY, P., EWERS, R. M. Landscape moderation of biodiversity patterns and processes—eight hypotheses. *Biological Reviews*, v. 87, n. 3, p. 661-685, 2012.
- TSCHARNTKE, T., KLEIN, A. M., KRUESS, A., STEFFAN-DEWENTER, I., THIES, C. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. *Ecology Letters*, v. 8, p. 857-874, 2005.
- TSCHARNTKE, T., BOMMARCO, R., CLOUGH, Y., CRIST, T. O., KLEIJN, D., RAND, T. A., ... VIDAL, S. Conservation biological control and enemy diversity on a landscape scale. *Biological Control*, v. 43, p. 294–309, 2007.
- UZÊDA, M. C., FIDALGO, E. C. C., MOREIRA, R. V. D. S., FONTANA, A., DONAGEMMA, G. K. Soil eutrophication and tree community in patches of an agricultural landscape. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 9, p. 1120-1130, 2016.
- WALL, P. C. Tailoring conservation agriculture to the needs of small farmers in developing countries: an analysis of issues. *Journal of crop improvement*, v. 19, n. 1-2, p. 137-155, 2007.
- WEIHER, E. A primer of trait and functional diversity. *Biological diversity: frontiers in measurement and assessment*, p. 175-193, 2011.
- WHITE, Peter S.; PICKETT, S. TA. Natural disturbance and patch dynamics: An introduction. *Unknown Journal*, p. 3-13, 1985.
- VAN DRIESCHE, R.; HODDLE, M. Control of pests and weeds by natural enemies: an introduction to biological control. John Wiley & Sons, 2009.

## CAPÍTULO II

### DINÂMICA DE CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM *Diodia saponariifolia* (Cham. & Schldl.) K. Schum COM ÊNFASE NA COBERTURA VIVA DO SOLO



## RESUMO

A competição entre culturas agrícolas e plantas espontâneas por recursos é um histórico entrave ao aumento da produção em sistemas agrícolas, pois tende a trazer redução de rendimentos e retorno econômico. O controle de plantas espontâneas se dá em maior parte pela associação de métodos mecânicos e químicos, através do revolvimento do solo e pelo uso de herbicidas. Estes métodos representam a etapa mais onerosa dentro do processo produtivo, além de exigirem alta energia de trabalho e serem deletérias para componentes edáficos. Desta forma, o uso de cobertura viva tem o potencial de formar um componente importante nos agroecossistemas, sendo uma ferramenta útil para a supressão de plantas espontâneas competidoras em detrimento de espécies de maior valor funcional para as dinâmicas ecológicas. A habilidade de prover uma completa e densa cobertura vegetal, ter rápido estabelecimento e crescimento para a formação de dossel antes das espécies alvo e conceber seletividade entre supressão de espontâneas e a cultura consorciada são características ideais para as espécies de cobertura viva. Tais características foram atribuídas à espécie *Diodia saponariifolia* (poaia-do-brejo), família Rubiaceae, em levantamento etnobotânico junto a agricultores do assentamento São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/ RJ/ Brasil. Desta forma, o presente estudo buscou de forma pioneira quantificar a dinâmica de crescimento e de absorção de nutrientes em plantas de *Diodia*. O estudo foi conduzido em casa de vegetação nas instalações da Embrapa Agrobiologia, Seropédica/ RJ/ Brasil, entre junho e outubro de 2016. Padronizou-se o plantio de três estacas viáveis de *Diodia* por bandeja, contendo três nós cada. Os tratamentos foram constituídos por épocas de coletas das plantas, realizadas em intervalos regulares de sete dias entre os 16 e 93 dias após transplantio (DAT) e espaçados em quinze dias entre 93 e 138 DAT. Através do modelo estimado, observou-se que o acúmulo de massa seca total (MST) pelas plantas de *Diodia* foi lento até aproximadamente a metade do período experimental, acumulando 25% do valor máximo observado de 40,03 g planta<sup>-1</sup> (138 DAT). A partir dos 86 DAT houve um rápido e crescente acúmulo da MST, com média semanal de 5,0 g planta<sup>-1</sup> entre 123 e 138 DAT. Neste momento, a distribuição percentual entre folha, haste e raiz foi de 65% de MS na fração haste, 23% na folha e 12% na raiz. A sequência decrescente de concentração de macronutrientes seguiu a ordem: K > N > Ca > Mg > P, entre 58 DAT e 108 DAT, variando em função das frações e estágio ontogenético. Houve alta diferença entre as frações vegetais para os teores (g kg<sup>-1</sup>) de N ( $\pm 8,8$ ) e K ( $\pm 9,9$ ). Já os teores de P, Ca e Mg apresentaram menores variações em função da fração e do tempo (P =  $\pm 0,8$ ; Ca =  $\pm 5,0$  e Mg =  $\pm 1,03$ ). Entre os 37 e 79 DAT registraram-se teores entre 21,60 e 32 g kg<sup>-1</sup> de N; 4,74 e 8,71 g kg<sup>-1</sup> de P; 31,48 e 58,45 g kg<sup>-1</sup> de K; 9,85 e 16,86 g kg<sup>-1</sup> de Ca e 4,83 e 8,60 g kg<sup>-1</sup> de Mg. Estes valores são consideravelmente superiores aos reportados em diversos trabalhos com plantas de cobertura e adubação verde. Os dados obtidos neste estudo apontam a espécie *D. saponariifolia* como potencial planta de cobertura viva do solo em sistemas agrícolas.

**Palavras-chave:** Análise de crescimento. Cobertura-viva. Ciclagem de nutrientes. Etnobotânica

## ABSTRACT

The competition between agricultural crops and spontaneous plants by resources is a historic hindrance to increased production in agricultural systems, as it tends to bring reduced incomes and economic returns. The control of spontaneous plants occurs mainly by the association of mechanical and chemical methods, through the revolving of the soil and the use of herbicides. These methods represent the most costly step in the production process, as well as requiring high work energy and being deleterious to edaphic components. In this way, the use of live cover has the potential to form an important component in agroecosystems, being a useful tool for the suppression of competing spontaneous plants to the detriment of species of higher functional value for the ecological dynamics. The ability to provide a complete and dense vegetation cover, to have rapid establishment and growth for the canopy formation before the target species and to conceive selectivity between spontaneous suppression and intercropping are ideal characteristics for living cover species. These characteristics were attributed to the species *Diodia saponariifolia* (poaia-do-brejo), family Rubiaceae, in an ethnobotanical survey with farmers of the São José da Boa Morte settlement, Cachoeiras de Macacu/ RJ/ Brazil. In this way, the present study sought in a pioneer way to quantify the dynamics of growth and nutrient absorption in *Diodia* plants. The study was conducted in a greenhouse at the Embrapa Agrobiology facilities, Seropédica/ RJ/ Brazil, between June and October 2016. Three viable cuttings of *Diodia* were planted per tray, containing three nodes each. The treatments were constituted by plant collection times, performed at regular intervals of seven days between 16 and 93 days after transplanting (DAT) and spaced in 15 days between 93 and 138 DAT. Using the estimated model, it was observed that the total dry mass accumulation (MST) by *Diodia* plants was slow until approximately half of the experimental period, accumulating 25% of the observed maximum value of 40.03 g plant<sup>-1</sup> (138 DAT). From the 86 DATs there was a fast and increasing accumulation of MST, with a weekly average of 5.0 g plant<sup>-1</sup> between 123 and 138 DAT. At this time, the percentage distribution between leaf, stem and root was 65% MS in the stem fraction, 23% in the leaf and 12% in the root. The decreasing sequence of macronutrient concentration followed the order: K > N > Ca > Mg > P, between 58 DAT and 108 DAT, varying as a function of the fractions and ontogenetic stage. There was a high difference between the vegetable fractions for the contents (g kg<sup>-1</sup>) of N (± 8,8) and K (± 9,9). The values of P, Ca and Mg presented smaller variations as a function of fraction and time (P = ± 0.8, Ca = ± 5.0 and Mg = ± 1.03). Between 37 and 79 DAT levels were recorded between 21.60 and 32 g kg<sup>-1</sup> of N; 4.74 and 8.71 g kg<sup>-1</sup> of P; 31.48 and 58.45 g kg<sup>-1</sup> K; 9.85 and 16.86 g kg<sup>-1</sup> Ca and 4.83 and 8.60 g kg<sup>-1</sup> Mg. These values are considerably higher than those reported in several works with cover crops and green manure. The data obtained in this study indicate the species *D. saponariifolia* as a potential soil cover plant in agricultural systems.

**Key words:** Growth analysis. Living cover. Nutrient cycling. Ethnobotany



# 1 INTRODUÇÃO

Recapitular determinados padrões de práticas no manejo de plantas espontâneas é uma demanda crescente na agricultura contemporânea, influenciada pela necessidade em reduzir problemáticas associadas às técnicas convencionais como: resistência a herbicidas, poluição ambiental, simplificação de espécies e perda de produção (BAJWA, 2014; CHAUHAN, 2013). Este fato se aplica mais urgentemente a sistemas agrícolas que tenham inclinação a práticas menos intensivas de manejo, como a agricultura familiar.

Desta maneira, a busca por componentes vegetais funcionalmente importantes para a dinâmica dos agroecossistemas vem sendo intensificada pela pesquisa científica nos últimos anos, incentivada pela demanda por redução de externalidades e desgaste com práticas culturais de alto gasto energético e muitas vezes do bem-estar humano (SILVA e MOORE, 2017).

Com isso, a cobertura vegetal do solo pode ser considerada uma prática de base agroecológica eficiente no controle de espécies competidoras por diversificar a pressão de seleção, alterando os padrões de distúrbios. É também capaz de propiciar inúmeros serviços ecossistêmicos, como proteção contra erosão, aumento do teor de matéria orgânica, manutenção da temperatura do solo, aumento da diversidade da fauna e flora, ciclagem de nutrientes, entre outros serviços (SCHIPANSKI et al., 2011). Tais benefícios tem sido evidenciados em diversos trabalhos (CARVALHO et al., 2013; CRUZ et al., 2014; CIACCIA et al., 2016) dando visibilidade a práticas de manejo de espécies potenciais no cumprimento dos serviços citados, sendo muitas delas pouco difundidas na prática (WEZEL et al., 2014). Entretanto, para garantir o êxito de uso destas espécies como cobertura permanente, é essencial o conhecimento do comportamento, adaptação, exigência e período de permanência às condições edafoclimáticas da região em que serão introduzidas.

Coelho (1994) cita que o conhecimento quanto ao crescimento e absorção/ acúmulo de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento de uma planta, identificando as épocas em que os elementos são exigidos em maiores quantidades são imprescindíveis para dar robustez às tomadas de decisão de manejo, seja para o controle de espécies competidoras e/ou para a melhor obtenção do desempenho de plantas de cobertura na ciclagem de nutrientes.

A análise de crescimento de plantas é uma abordagem explanatória, holística e integrativa para interpretar a forma e a função da planta, utilizando dados primários simples sob a forma de pesos, áreas, volumes e conteúdos de componentes vegetais para investigar a dinâmica de processos internos que envolvem diferentes aspectos no desenvolvimento de espécies vegetais (HUNT, 1990). Segundo Rodrigues et al. (1995) por meio deste tipo de análise podem-se conhecer adaptações ecológicas das plantas a novos ambientes, a competição intraespecífica, efeitos de sistemas de manejo e capacidade produtiva de diferentes genótipos, podendo assim utilizar destes atributos para o bom estabelecimento da cultura de cobertura. Benincasa (2004) sugere que todo crescimento resultará da produção de material suficiente para atender às necessidades metabólicas do material já existente e, ainda, para armazenar ou construir novo material estrutural, uma vez que conceitualmente, a análise de crescimento estabeleça que a taxa de crescimento de uma planta é função do tamanho inicial registrado.

A intensidade de competição entre diferentes tipos de espécies está relacionada a fatores como: porte e arquitetura da planta; maior velocidade de crescimento e extensão do sistema radicular; menor suscetibilidade da espécie às intempéries climáticas (ex.: geadas e veranicos); maior índice de área foliar e, maior capacidade de produção e liberação de substâncias químicas com propriedades alelopáticas (XIE et al., 2017).

A maior eficiência na busca de recursos está diretamente correlacionada com a plasticidade da espécie em rapidamente responder a variações na disponibilidade de

suprimentos no ambiente pela proliferação de raízes finas, expansão da área foliar e crescimento de ramos e pecíolos (RUBIO et al., 2003; DIAS-FILHO, 2006). Assim, rápidos ajustes morfológicos em resposta a mudanças na disponibilidade destes recursos facilitariam a captura de água, luz, nutrientes e espaço pela planta, tornando-a mais competitiva frente a outras espécies de menor funcionalidade ao agroecossistema.

Dentre os principais serviços prestados pelas culturas de cobertura, pode-se citar a ciclagem de nutrientes como sendo um processo de larga importância, pois está relacionado ao sequestro e armazenamento de nutrientes que outrora poderiam ser perdidos via lixiviação ou escoamento superficial, mantendo assim a fertilidade dentro do sistema. Associado a isso, por haver presença de biomassa tanto superficial ao solo quanto em profundidade, o teor de matéria orgânica pode aumentar, tendo efeitos diretos nos atributos físicos e também biológicos do solo, como estruturação e aumento de organismos benéficos (SILVA e MOORE, 2017).

De forma geral, o uso de espécies leguminosas como fonte de biomassa é largamente utilizado na agricultura, motivado por diversas características positivas que determinadas espécies fornecem aos aspectos físicos, químicos e biológicos do solo (FAGERIA, 2016). No entanto apenas o uso das espécies de maior difusão não permite contemplar potencialidades locais no cumprimento da mesma função, além de necessitarem de um esforço adicional na produção de novos propágulos para mantê-las no sistema (UZÊDA, 2015). Neste tocante, alternativas localmente ajustadas para problemas inerentes aos sistemas agrícolas podem ser reveladas mediante a coleta de percepções dos próprios agricultores quanto ao meio, trazendo elementos e práticas aptas a serem aperfeiçoadas pela metodologia científica.

Baseado nessa premissa, indicada por agricultores do assentamento São José da Boa Morte, Cachoeiras de Macacu/RJ, a espécie *Diodia saponariifolia* (Cham. & Schltdl.) K. Schum (Rubiaceae), informalmente conhecida como “poaia-do-brejo” tem como características ser uma erva perene, quase completamente glabra, com hastes longas e basalmente prostrados, reptantes e radicantes nos nós basais ou flexuosos quando encostados a cima da vegetação circunstante (DELPRETE et al., 2004). Sua utilização como potencial planta de cobertura viva promotora de condições que venham reduzir a infestação de espécies com alto poder competitivo, e diversificação na expressão do banco de sementes do solo foi sinalizada recentemente por Ferreira (2016), sendo escassas demais informações quanto ao seu desempenho agrônomo na dinâmica de crescimento e de absorção de macronutrientes, sendo estas caracterizações essenciais para a melhor acurácia nas práticas de manejo a serem sugeridas para a espécie, possibilitando a percepção de sinergias e *trade-offs* no sistema.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

O objetivou-se nesse trabalho caracterizar e quantificar a dinâmica de crescimento e de absorção de nutrientes em plantas de *Diodia saponariifolia* em condições de casa de vegetação.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Quantificar o incremento de matéria seca total, em folhas, hastes e raízes de plantas de *D. saponariifolia*;
- Caracterizar a variação de área foliar, de plantas de *D. saponariifolia*;

- Selecionar modelos matemáticos para representar o comportamento caracterizado através de taxas de crescimento e índices fisiológicos como TCA, TCR, TAL, RAF e AFE;
- Caracterizar a marcha de absorção de macronutrientes N, P, K, Ca e Mg em folhas, hastes e raízes de *D. saponariifolia*;

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Análise de Crescimento

O estudo foi conduzido em casa de vegetação com temperatura controlada (25 ~ 30°C) pertencente às instalações da Embrapa Agrobiologia/CNPAB, no município de Seropédica/RJ, situado a 33 m de altitude, 22°46'S e 43°41'W, ao longo de 20 semanas entre os meses de junho e outubro de 2016. Padronizou-se o plantio de três estacas viáveis de *Diodia saponariifolia* contendo três nós cada uma e espaçadas entre si em 10 x 10 cm (Fig. 19). O material vegetal foi obtido em matrizeiro previamente estabelecido nas instalações da unidade de pesquisa (implantação consta em dissertação de FERREIRA, 2016).

Para o acondicionamento do material, utilizaram-se bandejas plásticas como unidade amostral, com área de 0,108 m<sup>2</sup> e capacidade para 0,015 m<sup>3</sup>. As bandejas foram preenchidas à metade do volume total, com 6,4 litros de substrato contendo mistura de 60% de solo (coletado do horizonte Bt de um argissolo), 25% de esterco bovino curtido e 15% de solo arenoso do tipo planossolo.

**Tabela 17** - Análise química do substrato utilizado para o crescimento de *D. saponariifolia*. CNPAB, Seropédica/RJ.

Al (cmolc/d)	Ca (cmolc/d)	K (mg/L)	Mg (cmolc/d)	P (mg/L)	pH (unid)
0,00	2,90	222,40	1,02	48,26	6,51

Análise realizada no Laboratório de Química Agrícola (LQA/Embrapa Agrobiologia), Seropédica/RJ.

Al – titulação; Ca – absorção atômica; K – fotometria de chama; Mg – absorção atômica; P – calorímetro; pH – potenciometria.

A irrigação foi realizada diariamente a fim de manter o substrato umedecido próximo a 80% de sua capacidade de campo.

Os tratamentos foram constituídos por épocas de coletas das plantas, realizadas em intervalos regulares de sete dias entre os 16 e 93 DAT (dias após transplantio) e espaçadas em quinze dias entre 93 e 138 DAT, totalizando 15 avaliações. O delineamento experimental optado foi o inteiramente casualizado, contendo 15 tratamentos e 4 repetições, sendo as bandejas distribuídas aleatoriamente na casa de vegetação.

Para a mensuração dos parâmetros de massa seca e macronutrientes, optou-se pela amostragem destrutiva dos componentes vegetais. Em cada coleta as plantas foram particionadas em folha, haste e raiz. As raízes foram lavadas sobre peneira de malha fina, com auxílio de água corrente. Todas as folhas foram individualizadas para a obtenção da área foliar pelo medidor fotoelétrico LI-COR 3100C. Posteriormente todo o material foi encaminhado à estufa de ventilação forçada e submetido à temperatura de 65 ± 2°C, até atingir massa seca constante. Em seguida o material teve sua massa quantificada em balança de precisão



**Figura 19** - Estacas de *D. saponariifolia* no momento do transplantio para as bandejas. CNPAB, Seropédica/RJ.

### 3.1.1 Parâmetros da análise de crescimento

Foram mensuradas as variáveis: massa seca (MS; g planta<sup>-1</sup>), área foliar (AF; m<sup>2</sup>), e calculados os índices fisiológicos: taxa de crescimento absoluto (TCA; g dia<sup>-1</sup>), taxa de crescimento relativo (TCR; g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), taxa assimilatória líquida (TAL; g m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>), área foliar específica (AFE; m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) e razão de área foliar (RAF; m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) (BENINCASA, 2004).

Para o cálculo dos parâmetros avaliados considerou-se 1/3 dos valores totais obtidos por unidade amostral para as determinações de massa seca e área foliar, para que fosse possível a inferência do comportamento tanto por área quanto individualmente por planta.

As variáveis: AF, MSF, MSH, MSR e MST foram analisadas seguindo a aplicação de modelos de regressão não linear do tipo logístico, por possuir parâmetros de melhor aderência à expectativa biológica da espécie durante o período experimental realizado, bem como elevada significância dos parâmetros do modelo e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>).

### 3.2 Acúmulo Particionado de Macronutrientes

A fim de caracterizar a dinâmica de acúmulo de nutrientes ao longo da ontogenia de *D. saponariifolia*, foi realizada ao final da última coleta, aos 138 DAE, a moagem da massa seca, em moinho tipo Willey, das frações folha, haste e raiz de plantas provenientes das 15 coletas referentes ao estudo de análise de crescimento. Posteriormente foi retirada uma alíquota suficiente do material processado para a análise química dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg. Por restrição de quantidade de material vegetal necessário para todos os elementos, a mensuração de N ocorreu através da homogeneização do material proveniente das quatro primeiras coletas realizadas. O mesmo foi realizado para os demais elementos, entretanto apenas para folhas e hastes, por não ter havido material suficiente para a análise química de raízes, que passou a ser analisada a partir da sétima coleta, aos 58 DAT.

Os procedimentos analíticos foram baseados em Nogueira e Souza (2005), sendo os métodos utilizados: Ca – Absorção atômica; K – Fotometria de chama; Mg – Absorção atômica; N – Kjeldahl e P – Colorimétrico.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

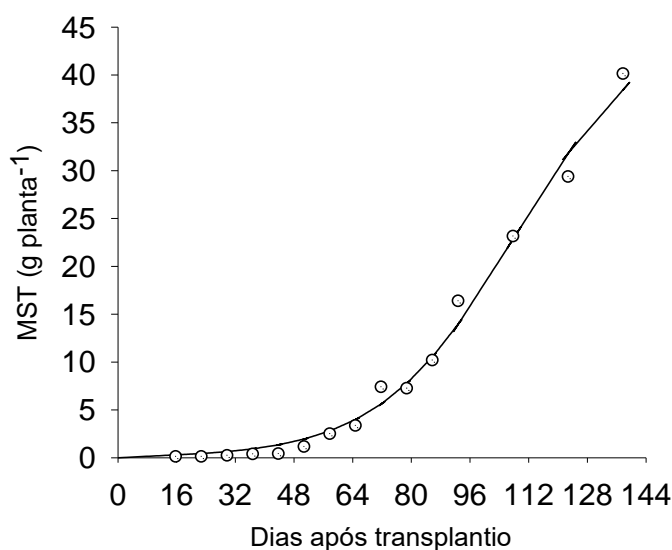
### 4.1 Análise de Crescimento de *Diodia saponariifolia*

Os dados obtidos para as variáveis de massa e área mensuradas foram mais adequadamente ajustados pela equação logística simples:  $y = a/(1+b*exp^{-ct})$ , sendo, 'y' a estimativa assintótica do crescimento máximo, 'a' e 'b' constantes de ajustamento; 'e' a base natural de logaritmo neperiano e 't' o tempo em dias após o transplante (Tab. 18).

**Tabela 18** - Parâmetros estimados pelo modelo logístico (a, b e c) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para variáveis de massa e área em plantas de *D. saponariifolia*.

Variável	Parâmetros			$R^2$
	a	b	c	
Massa seca de folha (MSF)	9,48	245,07	- 0,066	0,95
Massa seca de haste (MSH)	34,58	545,52	- 0,053	0,96
Massa seca de raiz (MSR)	4,59	1089,68	- 0,075	0,94
Massa seca total (MS)	46,16	358,12	- 0,054	0,96
Área foliar (AF)	0,47	1521,37	- 0,100	0,90

Através do modelo estimado para o crescimento de *D. saponariifolia*, observa-se que o acúmulo de massa seca pelas plantas foi lento até aproximadamente os 86 DAT, acumulando 25% do valor máximo de 40,03 g planta<sup>-1</sup> atingido aos 138 DAT. A partir deste registro, foi observado um comportamento de rápido e crescente acúmulo de massa seca total, com incremento médio semanal de 4,03 g planta<sup>-1</sup>, aumentando para a 5,0 g planta<sup>-1</sup> entre 123 e 138 DAT.



**Figura 20** - Curva de regressão da média dos dados de acúmulo de massa seca total (MST) das plantas de *D. saponariifolia*, ao longo do ciclo de crescimento avaliado.

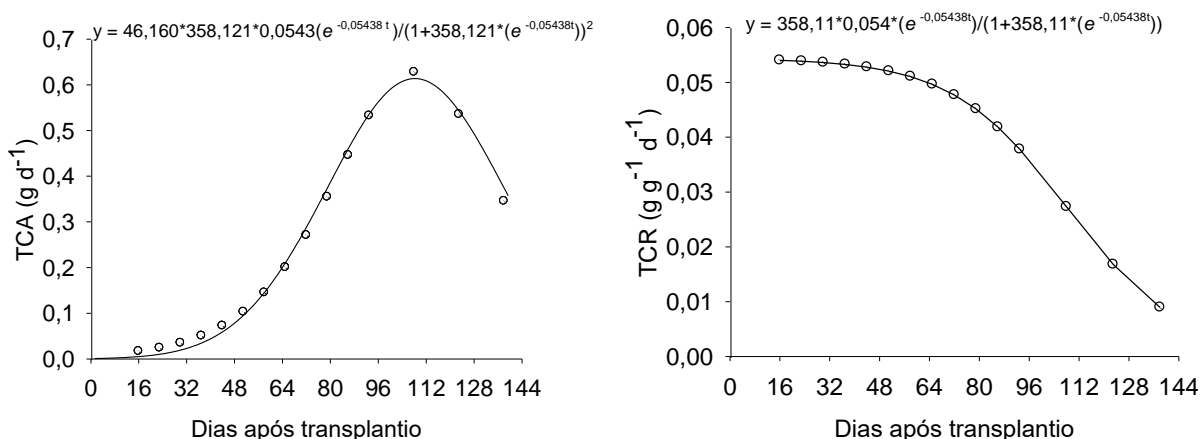
Aos 108 DAT as plantas amostradas acumularam 54% do valor máximo atingido, mostrando uma maior capacidade de acúmulo de massa seca próximo ao quarto mês de crescimento (Fig. 20). Valores próximos foram também reportados em trabalhos de Bianco et al. (2005) com *Brachiaria decumbens* (38,27 g planta<sup>-1</sup> aos 160 DAE), Carvalho et al. (2008) com *Amaranthus viridis* e *A. spinosus* (40 e 50 g planta<sup>-1</sup> aos 90 DAS) e Duarte et al. (2008) com *Ipomea nil* (33,46 g planta<sup>-1</sup> aos 123 DAE).

Para o presente estudo, quando observadas a taxa de crescimento absoluto (TCA) de *D. saponariifolia* (Fig. 21), nota-se que o período de maior velocidade de crescimento ocorreu entre 72 e 108 DAT, sendo este o ponto de inflexão, com registro máximo de 0,63 g d<sup>-1</sup>. Quando considerado apenas o valor por indivíduo esse valor foi inferior ao encontrado em alguns trabalhos como em Gravena et al (2002) com *Hyptis suaveolens*, que expressou TCA média de 0,96 g d<sup>-1</sup> quando considerado apenas os valores positivos, ou seja, desconsiderando a fase de senescência.

Entretanto, ao considerarmos o hábito prostrado e ramificado da espécie em questão, o incremento por unidade de área se torna expressivo já que se faz possível o plantio de grande quantidade de estruturas de propagação vegetativa (estacas) com diferentes quantidades de nós viáveis em apenas um m<sup>2</sup>.

Em estudo com *Brachiaria brizantha*, Silva et al. (2005) registrou a taxa de crescimento absoluto média de 1,153 g d<sup>-1</sup> no período de 35 a 70 dias após emergência (dados observados), sendo um exemplo de como plantas de mecanismo fotossintético C4 possuem maior aptidão no incremento inicial de massa seca, e conseqüentemente maior capacidade em se sobressair frente a algumas espécies de dicotiledôneas, tendo então estas elevado potencial em colonizar áreas potenciais. Tal informação se faz relevante a título de manejo, pois faz com que seja estratégica a intervenção inicial com capinas para favorecer o estabelecimento de espécies de cobertura.

A TCR, que expressa o incremento de massa seca em relação à biomassa pré-existente, pode ser considerada um índice de eficiência da planta (CHRISTOFFOLETI, 2001) e para o presente trabalho manteve comportamento decrescente ao longo do tempo, iniciando com redução de 0,054 g g<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> aos 16 DAT para 0,050 g g<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> aos 65 DAT. Este comportamento foi intensificado a partir da 12ª semana de avaliação (93 DAT), com declínio médio de 0,024 g g<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, apontando a proximidade à fase de estabilização entre produção e consumo de fotoassimilados pela planta.



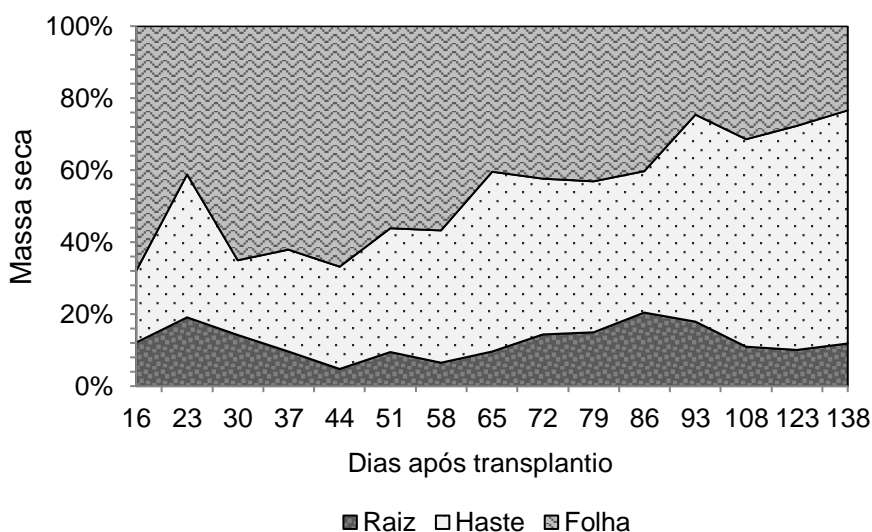
**Figura 21** - Taxa de crescimento absoluto (TCA) e taxa de crescimento relativo (TCR) de *D. saponariifolia*, ao longo do seu ciclo de crescimento avaliado.

O decréscimo da TCR com a idade da planta é resultado, em parte, do aumento gradativo de tecidos não fotossintetizantes. Dessa forma, com o aumento do acúmulo de matéria seca, a quantidade de fotoassimilados disponível para o crescimento tende a ser menor, e, conseqüentemente a TCR diminui com o tempo (REYES-CUESTA *et al.*, 1995; BENINCASA, 2003).

Comportamento semelhante foi observado por inúmeros autores, como Brighenti *et al.* (2001) com *Euphorbia heterophylla*, Silva *et al.* (2005) com *Brachiaria brizantha*, Machado *et al.* (2006) com *Digitaria insularis*, Carvalho *et al.* (2008), com cinco espécies de *Amaranthus* sp., entre outros, em que a TCR decresceu com a idade da planta. Já Campos *et al.* (2012) verificaram que plantas de *Merremia cissoides*, *Neonotonia wightii* e *Stizolobium aterrimum* apresentaram TCR crescente no início do crescimento dessas espécies, atingindo valores máximos entre os 40 e 50 dias após sementeira, com conseqüente queda ao longo do ciclo destas plantas. Vidal e Trezzi (2000) apontam que, espécies com elevado crescimento relativo podem levar vantagem ecológica em virtude da ocupação rápida de espaço e do encerramento rápido do ciclo da planta, essencial no caso de espécies ruderais.

Grime (2001) sugere que a competitividade, neste caso, a habilidade em dominar uma comunidade vegetal, não seria determinada por uma única característica, mas sim por um conjunto de características, as quais incluem taxa máxima de crescimento relativo, taxa de assimilação líquida e razão de área foliar. Para o autor, a planta será competitivamente superior se for capaz de captar os recursos com mais rapidez do que as plantas vizinhas. Isso pode estar relacionado a características particulares das plantas, como alta taxa de crescimento relativo.

De outro modo, considerando que a distribuição da matéria seca em porcentagem permite visualizar a utilização dos recursos pela planta em resposta à mudança de quantidade dos fatores de crescimento (DOMINGOS *et al.*, 2011), tem-se para as plantas de *D. saponariifolia* ao longo do período avaliado, uma expressão predominante da fração folha - principal estrutura produtora de fotoassimilados - com 68% em relação aos 20% na haste e 12% na raiz, quando observado o primeiro momento de coleta aos 16 DAT (Fig. 22).



**Figura 22** - Distribuição percentual do acúmulo de massa seca nas diferentes partições de plantas de *D. saponariifolia* ao longo do período de crescimento avaliado.

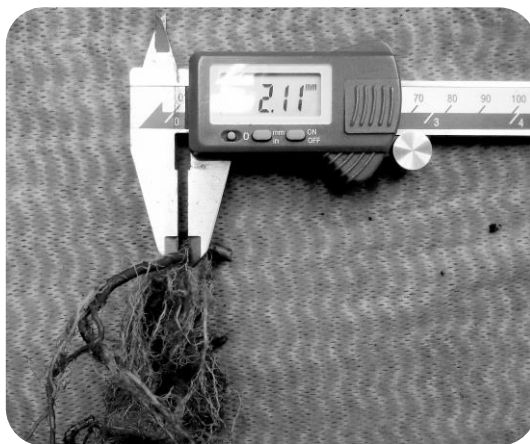
Esta predominância persistiu até a quinta avaliação aos 44 DAT, onde a dinâmica de acúmulo de massa seca na planta se alterou. A partir desse estágio ontogenético houve aumento percentual na fração haste, que se manteve crescente até a última avaliação realizada.

Plantas que apresentam hábito com alto potencial de crescimento vegetativo e reprodutivo tendem a consequentemente possuir elevado poder de competição pelos fatores que influenciam no desenvolvimento das culturas como: espaço, nutrientes e luz (ERASMO et al., 2003).

Aos 138 DAT a distribuição se configurou em 65% de massa seca na fração haste, 23% na folha e 12% na raiz, sendo referente a 25,9 g planta<sup>-1</sup>, 9,3 g planta<sup>-1</sup> e 4,7 g planta<sup>-1</sup> respectivamente. Esta inversão na distribuição percentual do acúmulo de biomassa é igualmente reportada por Bianco et al. (2007) com *E. heterophylla*, Carvalho et al. (2007) com *B. plantaginea*, Duarte et al. (2008) com *Ipomea nil*, Carvalho et al. (2009) com *Ipomea quamoclit*, Martins et al. (2010) com *Merremia aegypti*, Matos (2013) com *Nicandra physaloides*, Fioretto et al. (2016) com *Duboisia* sp., entre outros.

Pedrinho Jr. (2004) em estudo com *Richardia brasiliensis* - espécie da mesma família botânica e similar hábito que *D. saponariifolia* - relata equivalente comportamento da espécie nos mesmos estágios de crescimento observados no presente trabalho.

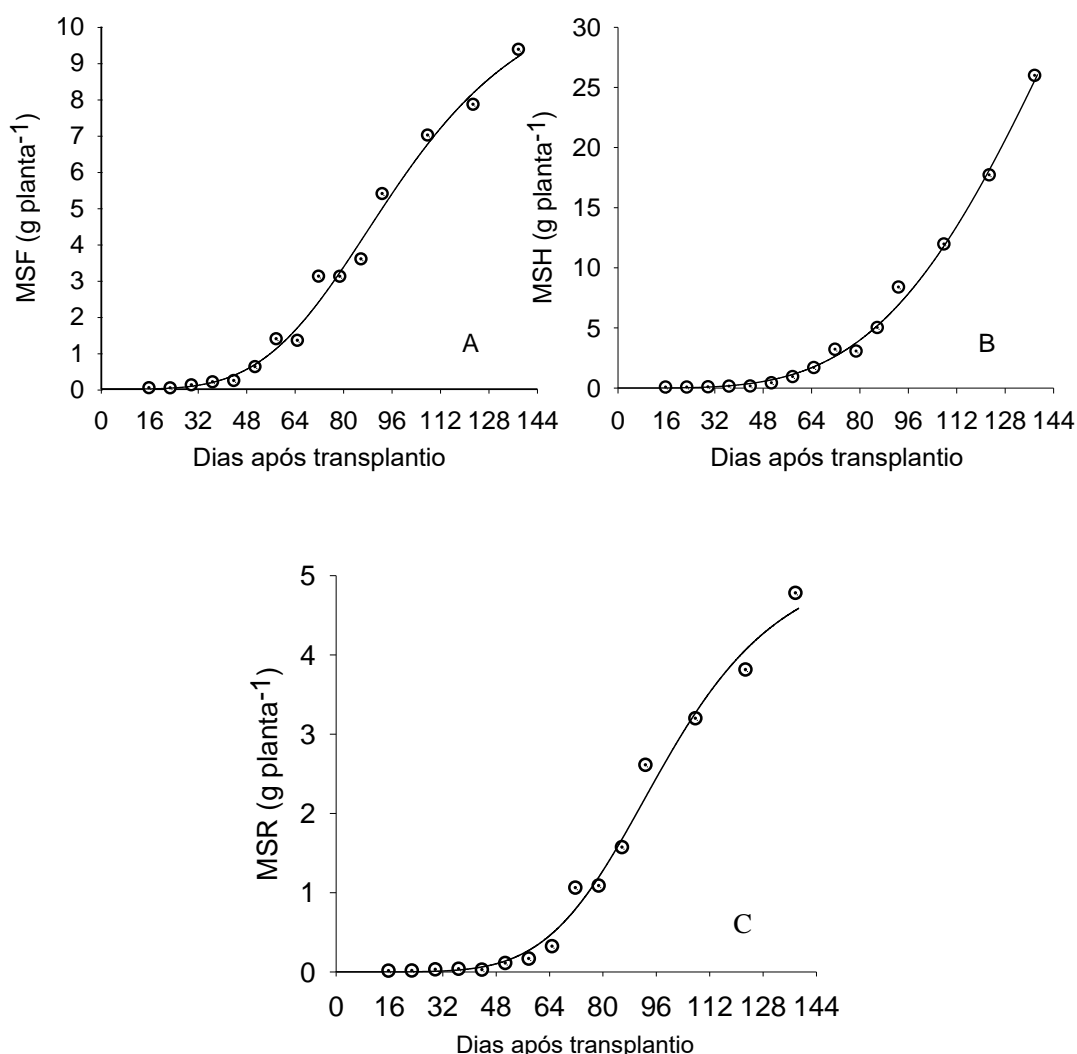
Para a fração raiz, o período de menor acúmulo percentual ocorreu na sétima semana (44 DAT) e os maiores percentuais ocorreram em dois momentos, sendo aos 23 e aos 86 DAT. Tal incremento inicial na alocação de biomassa no sistema radicular ocorre, provavelmente, para que haja melhor fixação da planta ao substrato e maior interceptação aos nutrientes do complexo sortivo (CARVALHO et al, 2009). Para o mesmo momento foi observado que as raízes provenientes das estacas plantadas modificaram sua morfologia, saindo de um aspecto fasciculado para pivotante, investindo em aumento de diâmetro próximo ao meristema originário (Fig. 23).



**Figura 23** - Modificação de morfologia radicular em planta de *D. saponariifolia* observada aos 86 DAT.

A dinâmica de incremento de matéria seca particionada (i.e., folha, haste e raiz), também teve comportamento ajustado ao modelo logístico simples, que possibilitou a observação de uma leve diferença entre a nuance das curvas de regressão para tais frações, apontando um processo de início de estabilização no acúmulo de massa seca de folha e raiz, diferentemente para o observado para a fração haste, que expressou movimento ascendente até a última data de coleta, realizada aos 138 DAT (Fig. 24).





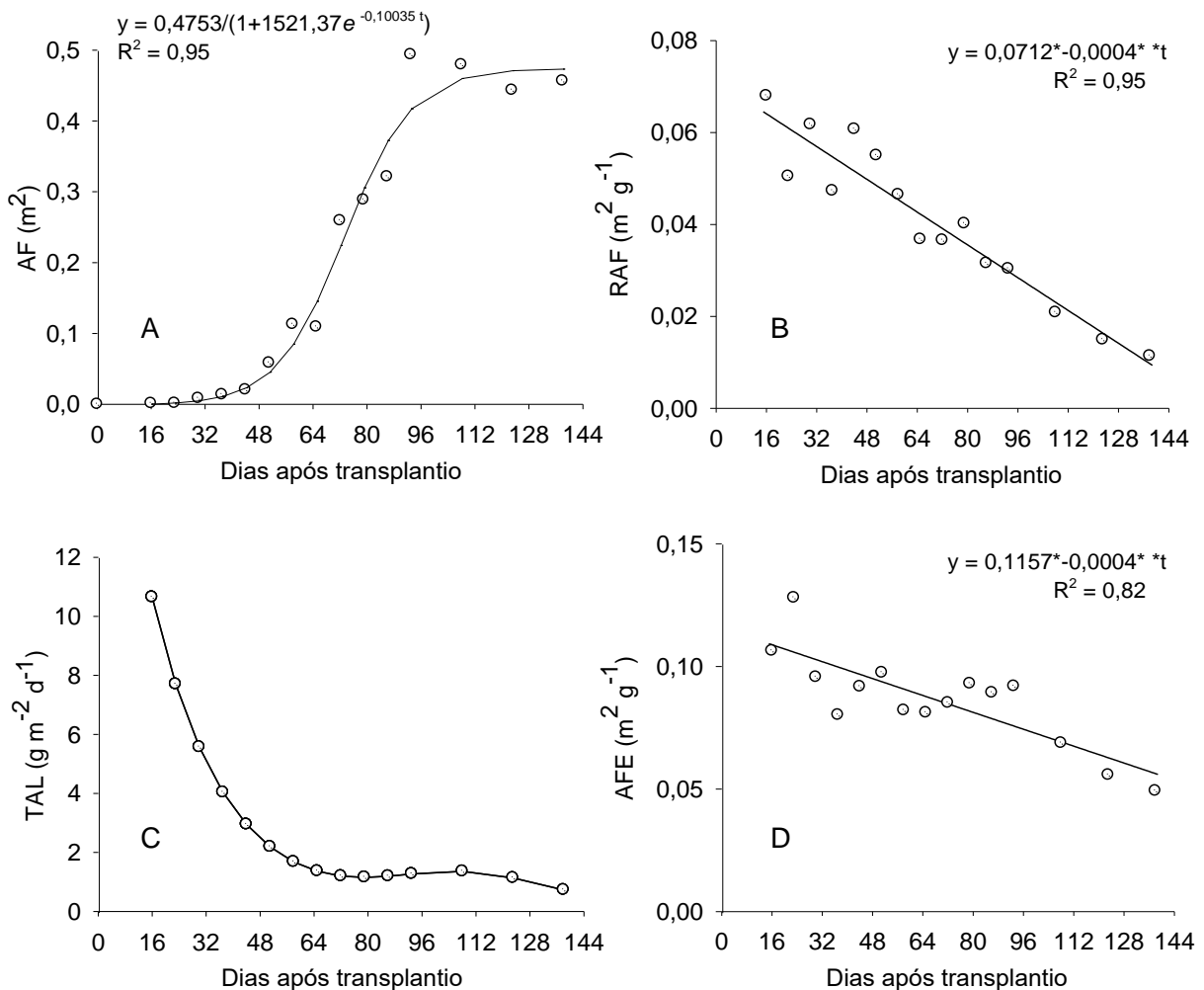
**Figura 24** - Acúmulo de massa seca nas diferentes partições de plantas de *D. saponariifolia*, ao longo do seu ciclo de crescimento. A – massa seca de folha (MSF); B – massa seca de haste (MSH) e C – massa seca de raiz (MSR).

Outro fator de extrema importância para a interpretação do crescimento vegetal é a determinação da área foliar (AF), pois esta retrata o tamanho do aparelho assimilatório, o qual está diretamente relacionado com os processos fisiológicos das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Os dados obtidos para AF, RAF e AFE (Fig. 25) refletiram alta significância dos coeficientes ( $p < 0,001$ ) e para o período avaliado, houve um comportamento de rápido acréscimo de AF, constando inicialmente de  $0,001 \text{ m}^2$  aos 16 DAT para  $0,112 \text{ m}^2$  aos 58 DAT, aproximadamente dois meses após o transplântio. Este valor mais que dobrou no espaço de 14 dias, chegando a  $0,26 \text{ m}^2$ .

De acordo com Horak e Loughin (2000) espécies de crescimento rápido, por produzirem mais área foliar possivelmente são mais competitivas que aquelas de crescimento lento. Esta característica se manteve sempre evidente durante o crescimento das plantas observadas neste trabalho, exibindo o potencial da espécie em promover alta densidade foliar por unidade de área, e conseqüentemente rápido sombreamento na superfície do solo. Este fator tende a afetar diretamente espécies exigentes em luz, diminuindo a emergência destas em áreas que haja predominância de *D. saponariifolia* estabelecida no sistema.

Já quando observado os valores assumidos pela RAF - componente morfológico do crescimento que representa a superfície assimilatória por unidade de matéria seca total (HUNT, 1982) - é visto que houve um comportamento linear negativo, que é justificável, pois durante o desenvolvimento há maior alocação de assimilados em hastes, raízes e partes reprodutivas, em detrimento da produção de folhas, durante a fase linear de crescimento (SILVA, 2006). Também pode decrescer em função do aumento da interferência de folhas superiores sobre as inferiores (autossombreamento), havendo diminuição da área foliar útil (BENINCASA, 1988). O valor máximo de RAF obtido foi de  $0,068 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ , ocorrido na primeira coleta aos 16 DAT.



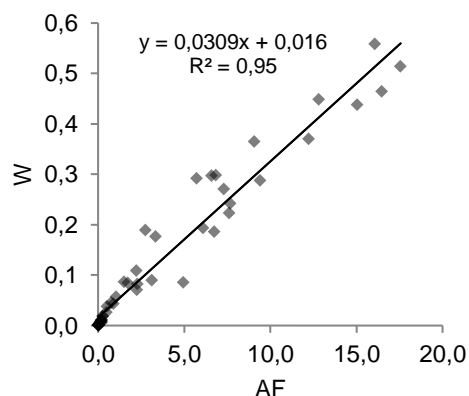
**Figura 25** - A – Área Foliar (AF); B – Razão de Área Foliar (RAF); C – Taxa de Assimilação Líquida (TAL) e D – Área Foliar Específica (AFE) de *D. saponariifolia* ao longo do período de crescimento avaliado. (\*) =  $p < 0,05$ .

A área foliar específica (AFE) é um componente morfológico e anatômico da RAF, pois relaciona a superfície foliar (AF) com o peso de matéria seca da própria folha (BENINCASA, 1988) e é determinada pela razão entre a AF e sua massa seca (MSF). Em um ecossistema, a área foliar é amplamente conhecida como um indicativo de produtividade, pois os processos fotossintéticos dependem da interceptação da energia luminosa pelas folhas e a utilização desta para produção de biomassa (PAIVA, 2005).

No presente trabalho, o valor máximo de AFE ( $0,128 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ ) ocorreu aos 23 DAT, mantendo-se em um valor médio de  $0,093 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$  desde a 1ª até a 12ª avaliação aos 93 DAT, seguido por um alto decréscimo e valor médio de  $0,058 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$  nas avaliações finais. Esta informação está relacionada a manutenção da espessura foliar necessária para proporcionar proteção contra os efeitos fotodestrutivos em intensidades de luz altas, e promover maior absorção de luz por menor unidade de área foliar (CHAGAS et al. 2010).

Sabe-se que a AFE e a TAL são inversamente proporcionais, pois à medida que a área foliar específica aumenta, ocorre uma redução na taxa assimilatória líquida devido ao efeito do autossombreamento (DAVID, 2003). A taxa de assimilação líquida (TAL) representa a diferença entre a matéria seca produzida pela fotossíntese e a consumida pela respiração e fotorrespiração (praticamente inexistente em plantas C4) e sua aplicação exige uma relação linear entre massa seca (W) e área foliar (AF), tendo a regressão destas variáveis para os dados obtidos apontado alta correlação ( $R^2 = 0,95$ ) (Fig.26).

A TAL foi obtida como sendo cociente da divisão:  $TAL = TCA \text{ (g d}^{-1})/AF \text{ (m}^2)$ ; tendo expressado valor máximo de  $10,65 \text{ g m}^2 \text{ d}^{-1}$  aos 16 DAT, seguindo por um decréscimo médio de  $1,17 \text{ g m}^2 \text{ d}^{-1}$  até atingir o valor de  $2,19 \text{ g m}^2 \text{ d}^{-1}$  aos 58 DAT. A partir deste momento, o declínio médio foi de  $0,16 \text{ g m}^2 \text{ d}^{-1}$  até a última avaliação aos 138 DAT, apontando uma estabilização no consumo líquido de fotoassimilados a partir da sétima semana de crescimento das plantas de *D. saponariifolia*.



**Figura 26** - Relação entre massa seca (W) e área foliar (AF) para aplicação da taxa de assimilação líquida (TAL).

#### 4.2 Acúmulo de Macronutrientes por Plantas de *D. saponariifolia*

A sequência decrescente de macronutrientes em plantas de *D. saponariifolia* seguiu a ordem:  $K > N > Ca > Mg > P$ , entre a primeira leitura aos 58 DAT e a sétima aos 108 DAT, havendo para as últimas duas avaliações aos 123 e 138 DAT uma inversão no segundo elemento mais exigido, sendo desta vez o Ca ao invés de N, com valores variando ao decorrer do período experimental (Tab. 19). A concentração dos nutrientes se apontou variável em função da parte da planta e estágio ontogenético, principalmente para os teores de N e K, com alta diferença entre as frações vegetais ao longo de todo o período avaliado, com desvios médios de  $8,8 \text{ g kg}^{-1}$  para N e  $9,9 \text{ g kg}^{-1}$  para K. Estes elementos são conhecidamente os mais exigidos pela maioria das plantas cultivadas (MALAVOLTA et al., 1997).

Os teores de P, Ca e Mg apresentaram menores variações em função da fração vegetal e do tempo, obtendo desvios médios de  $0,8$ ,  $5,0$  e  $1,03 \text{ g kg}^{-1}$  para P, Ca e Mg, respectivamente.

Os teores médios expressos na análise química, para as condições deste trabalho, apontam a *Diodia* como uma espécie de elevada capacidade de acúmulo de macronutrientes quando comparada a espécies comumente utilizadas em adubação verde, como também de outras plantas espontâneas já reportadas em estudos anteriores.

Favero (2000) ao comparar a absorção de nutrientes por plantas espontâneas com espécies leguminosas observou que *Euphorbia heterophylla* L. (leiteiro) apresentou conteúdo de P sete vezes maior do que *Canavalia brasiliensis* (feijão-bravo-do-Ceará) e três vezes

superior em relação ao *Dolichos lablab* (lab-lab). Já *Leonotis nepetaefolia* (cordão-de-frade) apresentou conteúdo de P cinco vezes maior do que o feijão-bravo-do-ceará e duas vezes maior do que o *Canavalia ensiformis* (feijão-de-porco). *Commelina benghalensis* (trapoeraba) apresentou conteúdo de K três vezes maior que o teor apresentado pelo feijão-bravo-do-ceará e pelo lab-lab e quase o dobro do teor de Mg apresentado pelo feijão-bravo-do-ceará. Finalmente, *Amaranthus* spp. (caruru) e *Spermacoce latifolia* (erva-quente) apresentaram conteúdo de K três vezes maior o teor apresentado pelo feijão-de-porco. Estes dados ilustram o potencial da utilização de plantas espontâneas na ciclagem de nutrientes, quando integrado ao conhecimento de épocas de corte e quantidade de biomassa retirada. Os valores de teores médios de todos os macronutrientes obtidos no presente estudo se apresentaram superiores quando comparados às plantas espontâneas citadas em Faveiro (2000).

**Tabela 19** - Teores e desvios médios de macronutrientes da massa seca de plantas de *D. saponariifolia* ao longo do período experimental realizado. Valores médios dos teores de macronutrientes das frações folha, haste e raiz provenientes de quatro plantas por coleta.

DAT <sup>1</sup>	N		P		K		Ca		Mg	
	----- g kg <sup>-1</sup> -----									
37	32,00	± 8,31	5,20	± 0,28	32,94	± 1,92	12,50	± 5,13	7,03	± 0,82
44	31,77	± 17,23	8,71	± 0,61	58,35	± 24,99	16,86	± 4,68	8,60	± 0,45
51	28,87	± 10,19	6,23	± 0,38	47,20	± 12,08	13,35	± 3,51	6,19	± 0,35
58	24,40	± 10,14	4,91	± 0,76	34,87	± 13,93	9,85	± 4,49	4,83	± 1,02
65	23,03	± 10,05	4,74	± 0,82	34,49	± 13,52	11,90	± 4,80	5,28	± 1,03
72	21,60	± 7,85	4,88	± 0,92	31,48	± 7,34	12,95	± 5,65	5,17	± 1,44
79	24,53	± 10,51	5,18	± 1,09	33,46	± 19,48	13,36	± 5,44	5,36	± 1,27
86	17,93	± 9,51	4,03	± 0,95	25,18	± 6,68	11,64	± 4,41	4,59	± 1,31
93	16,50	± 8,78	4,27	± 0,95	27,32	± 5,99	11,16	± 7,60	4,53	± 1,51
108	14,77	± 5,30	3,75	± 1,08	22,31	± 5,31	11,81	± 4,48	3,85	± 1,09
123	10,30	± 3,16	3,13	± 0,90	17,26	± 2,70	11,76	± 5,03	3,74	± 1,26
138	10,07	± 4,31	3,09	± 1,09	13,83	± 4,59	11,72	± 4,50	3,39	± 0,83
<b><math>\bar{x}</math></b>	<b>21,31</b>	<b>± 7,56</b>	<b>4,84</b>	<b>± 1,52</b>	<b>31,56</b>	<b>± 12,25</b>	<b>12,40</b>	<b>± 1,71</b>	<b>5,21</b>	<b>± 1,48</b>

<sup>1</sup> DAT – dias após transplantio.

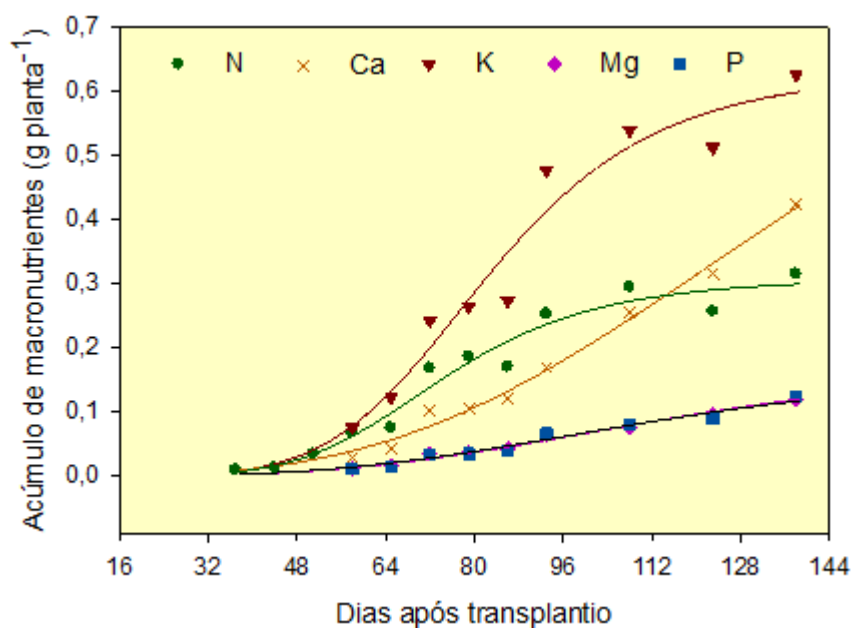
Ao observar a dinâmica de acúmulo dos nutrientes avaliados por massa seca incrementada ao longo do período experimental (Fig. 27), nota-se a importância do K, N e Ca no crescimento das plantas de *Diodia*. Aos 93 DAT, o acúmulo de K dobrou em uma semana, quando comparada à coleta anterior, sendo esta fase determinada por alto investimento em produção de hastes para fixação e geração de novos ramos secundários.

Para o mesmo momento o acúmulo de Ca passa a ser mais expressivo e crescente que o de N, que apresenta comportamento de pré-estabilização. Quando observado os teores totais por planta, os nutrientes P e Mg expressaram similar comportamento e médias de acúmulo entre si em todas as avaliações. Este comportamento também foi evidenciado em Gama-Rodrigues (2007) com *C. ensiformis* e *A. pintoi*.

Paulino (2008) ao analisar os macronutrientes do material de poda (ramos tenros + folha) de gliricídia (*Gliricidia sepium*) em Campos dos Goytacazes/RJ obteve como resultados: N = 31,47 g kg<sup>-1</sup>, P = 2,43 g kg<sup>-1</sup>, K = 14,87 g kg<sup>-1</sup>, Ca = 8,90 g kg<sup>-1</sup> e Mg = 4,48 g kg<sup>-1</sup>. Em comparação, considerando que na décima semana de crescimento, aos 79 DAT,

formou-se uma cobertura-viva estimada com  $0,2 \text{ kg m}^{-2}$  de massa seca na parte aérea (folha + haste), associada a uma área foliar de  $0,29 \text{ m}^2$ , tem-se, por especulação, que executada a primeira intervenção de capina mecânica (i.e.: roçada) neste momento, aportar-se-ia ao as quantidades médias de  $54,0 \text{ kg ha}^{-1}$  de N  $\sim 10,36 \text{ kg ha}^{-1}$  de P  $\sim 80,4 \text{ kg ha}^{-1}$  de K  $\sim 32,03 \text{ kg ha}^{-1}$  de Ca e  $10,72 \text{ kg ha}^{-1}$  de Mg (Tab. 20). Observa-se que estes teores são similares ou superiores aos ofertados por espécies comumente utilizadas na adubação verde (PONTES et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2008; AMBROSANO et al., 2016) e plantas forrageiras como *U. decumbens*, *U. ruziziensis*, *P. maximum*, entre outras (SALTON et al., 2008a).

Entretanto, por não haver algum conhecimento sobre mecanismos simbióticos para *D. saponariifolia*, a intervenção de roçada se faz importante no aporte de nutriente ao solo e manutenção da cobertura viva, trazendo benefícios edáficos e proteção superficial contra radiação, erosão laminar e diminuindo os traços de competição possíveis pela espécie em estudo.



**Figura 27** - Ajuste logístico para marcha de absorção dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg em plantas de *D. saponariifolia* ao longo do período experimental realizado.

**Tabela 20** - Coeficientes estimados pelo modelo logístico (a, b e c), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e erro standard estimado (S). (\*) =  $p < 0,001$ .

Variável	a	b	c	$R^2$	S
N	0,3103 *	-5,3954	74,7917 *	0,9806	0,0241
P	0,1878	-3,5574	117,8090	0,9835	0,0079
K	0,6354 *	-5,4640	82,9642	0,9730	0,0520
Ca	0,9481	-3,3365	148,0679 *	0,9947	0,0158
Mg	0,1762	-3,5644	113,9017	0,9901	0,0059

**Tabela 21** - Teores médios de macronutrientes na parte aérea de plantas de *D. saponariifolia* aos 79 DAT.

Partição	N	P	K	Ca	Mg
	----- g kg <sup>-1</sup> -----				
Folha	36,6	4,75	24,6	18,93	6,07
Haste	17,4	5,61	55,8	13,1	4,61
$\bar{x}$	27,00	5,18	40,20	16,02	5,36

Analisando os nutrientes de maneira individualizada e sua dinâmica em diferentes partições (folha, haste e raiz) de plantas de *D. saponariifolia*, tem-se que para o N, que é um dos elementos minerais requeridos em maior quantidade pelas plantas e o que mais limita o crescimento, fazendo parte de proteínas, ácidos nucleicos e muitos outros importantes constituintes celulares, incluindo membranas e diversos hormônios vegetais (SOUZA; FERNANDES, 2006), um comportamento de declínio nos teores ao longo do tempo. Este processo se intensificou aos 86 DAT principalmente em folhas e hastes, tendo redução média de 36,6 para 28 g kg<sup>-1</sup> em folhas e de 17,4 para 9,1 g kg<sup>-1</sup> em hastes.

Chaves (2002), em experimento com *Ocimum gratissimum*, observou que com o avanço da idade das plantas ocorreu diminuição no teor de N, embora a produção de folhas tenha sido crescente em função das épocas de corte. Segundo o autor pode ter ocorrido um efeito de diluição deste elemento na produção das folhas. Primavesi (2002) relata que esse efeito não precisa, necessariamente, acusar uma absorção deficiente de nutrientes, mas pode indicar um crescimento intenso.

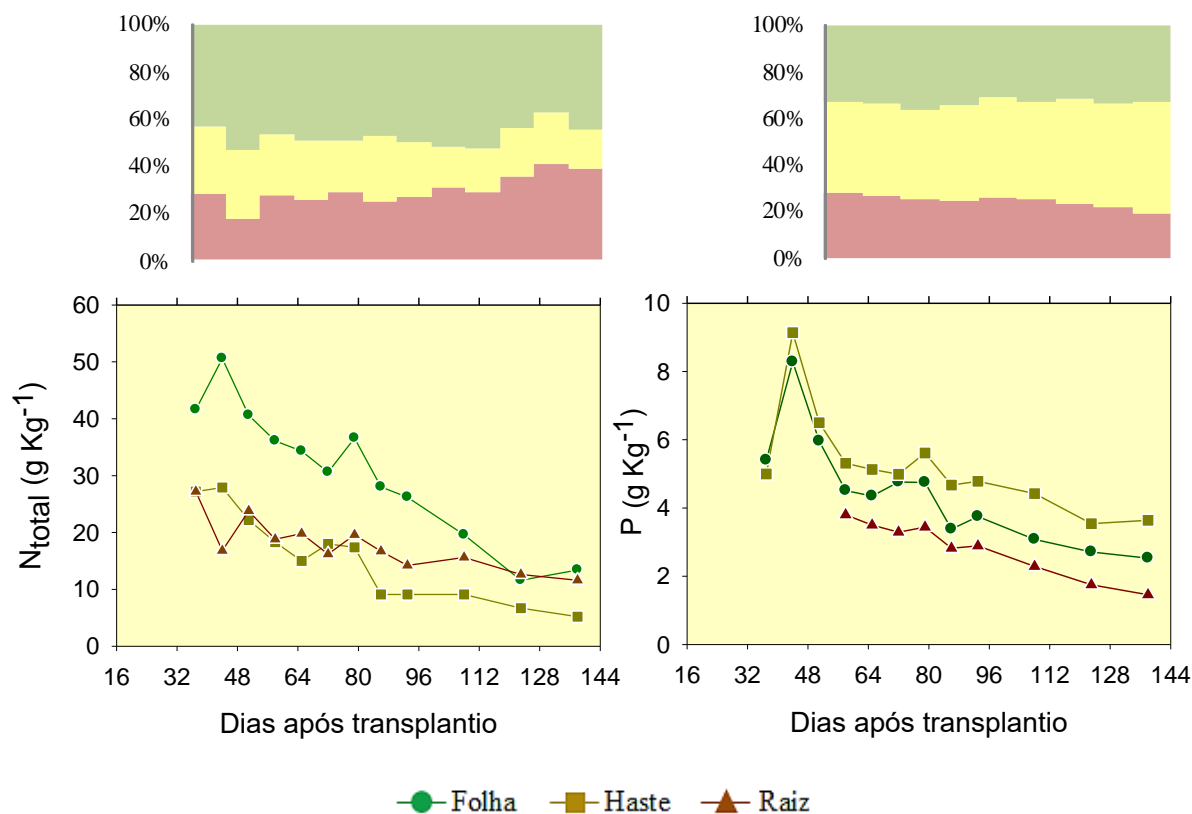
O acúmulo de N nas diferentes partições, para o período experimental realizado, seguiu a ordem: folha > raiz > haste, tendo a média percentual de 48% de N na fração folha, 29% na raiz e 23% na haste. Estes dados apontam a importância do sistema radicular da *Diodia* como órgão metabolizador de N ao sistema.

A quantidade de N absorvido na planta varia durante o ciclo de desenvolvimento, em função da quantidade de raízes e da taxa de absorção por unidade de peso de raiz (moles NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ou NH<sub>4</sub><sup>+</sup> h<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup> raiz) (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000). Normalmente, essa quantidade aumenta progressivamente durante o período de crescimento vegetativo e atinge o máximo durante os estádios reprodutivos no caso de plantas anuais (CREGAN; BERKUM, 1984). Essa flutuação durante a ontogenia da planta é, em parte, explicada pela disponibilidade de N no solo, porém fatores intrínsecos à planta têm papel relevante nesse processo. Entre esses, têm sido sugeridos os mecanismos do ciclo de aminoácidos entre o caule e a raiz e o suprimento de carboidratos às raízes (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000).

Aos 86 DAT, como exposto na figura 22, há um retorno do crescimento percentual de raiz e com isso evidenciou-se o aumento do acúmulo de N radicular em detrimento da redução dos teores em folha e haste.

A manutenção de cobertura-viva em pomares, principalmente na linha de plantio, também pode diminuir as formas de N mineral no solo e, por consequência, na solução lixiviada, especialmente, de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, que forma complexo de esfera externa com os grupos funcionais das partículas reativas do solo e, por isso, acompanha o fluxo descendente da água no perfil (VENTURA et al., 2008). Isso porque, a cobertura viva ao longo do ciclo pode absorver as formas de N do solo, incorporando-as na biomassa, que quando depositada e em decomposição sobre a superfície, libera o N em uma região com a presença de raízes brancas, finas e jovens, que são responsáveis pela absorção de água e nutrientes (VENTURA et al., 2014; BRUNETTO et al., 2014). Assim, o N derivado da decomposição dos resíduos da

cobertura viva poderá contribuir para a nutrição de plantas cultivadas em pomares (TAGLIAVINI et al., 2007; SCANDELLARI et al., 2007).



**Figura 28** - Distribuição percentual e marcha de acúmulo dos macronutrientes N e P em valores médios por ponto amostral para plantas de *D. saponariifolia*, nas frações folha, haste e raiz.

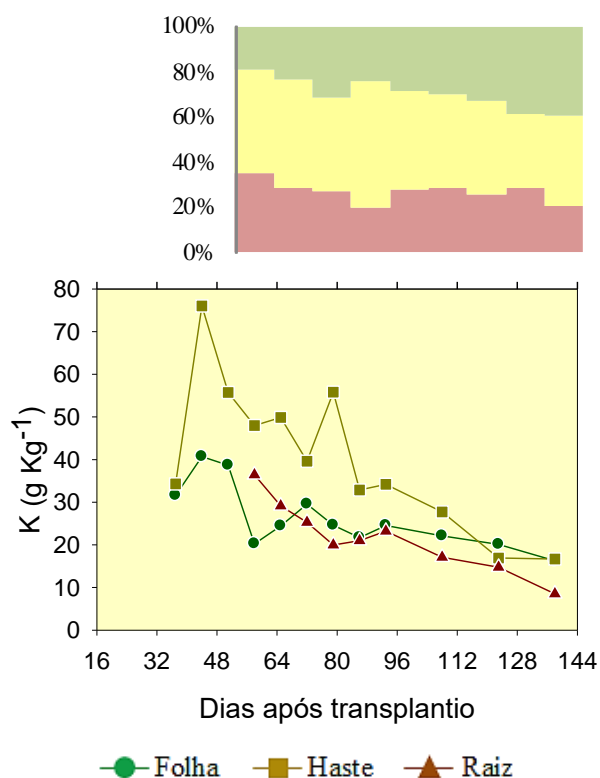
O P está particularmente envolvido na transferência de energia, pois o ATP é necessário para a fotossíntese, translocação e muitos outros processos metabólicos de relevância (SHUMAN, 1994). A ordem de acúmulo para este nutriente foi: haste > folha > raiz, mantendo este comportamento durante todo o ciclo avaliado. O maior registro ocorreu aos 44 DAT, obtendo 8,28 e 9,14 g kg<sup>-1</sup> na folha e haste, respectivamente. Para raiz, o maior teor médio registrado ocorreu aos 58 DAT, com 3,8 g kg<sup>-1</sup>.

Para a toda a fase experimental, a média percentual de acúmulo de P para as diferentes partições foi de 33% nas folhas, 42% nas hastes e 25% nas raízes, tendo aos 138 DAT um declínio mais acentuado no teor deste elemento no sistema radicular, estando na seguinte proporção: 33% nas folhas, 48% na haste e 19% na raiz. A maior concentração de P nas hastes pode estar relacionada às necessidades desse elemento na divisão celular, formação de tecidos meristemáticos, ao armazenamento e transferência de energia, uma vez que para a constante emissão de ramos e folhas é necessário alto gasto energético (ARAÚJO; MACHADO, 2006).

Os teores e quantidades de P expostos neste trabalho (considerando a parte aérea aos 79 DAT) são consideravelmente superiores aos constados em trabalhos como Barretos e Fernandes (1999), Chaves (2001), Ricci et al. (2005), Lima et al. (2009b) e Cunha et al. (2009) em estudos com *C. juncea*, *A. pintoi*, *C. mucunoides*, *Stylosanthes sp.*, entre outras plantas.

Soares e Sacramento (2001) referem o K como essencial, tanto no enraizamento inicial, quanto no crescimento do sistema radicular. É o cátion mais abundante nesta planta, sendo absorvido em grandes quantidades pelas raízes. Tem importante função no estado energético da planta, na translocação e armazenamento de assimilados e na manutenção da água nos tecidos vegetais, entretanto, não faz parte de nenhuma estrutura ou moléculas orgânicas na planta (MEURER, 2006).

O K foi o elemento de maior requerimento em plantas de *Diodia*, tendo inicialmente aos 37 DAT os teores de 31,58 g kg<sup>-1</sup> nas folhas e 34,3 g kg<sup>-1</sup> nas hastes. Aos 58 DAT os teores representaram 47,96 g kg<sup>-1</sup> nas hastes, 36,41 g kg<sup>-1</sup> nas raízes e 20,23 g kg<sup>-1</sup> nas folhas. A exigência de K nas hastes aumentou até os 79 DAT, atingindo 55,8 g kg<sup>-1</sup>, já para as raízes foi registrado um comportamento decrescente, exceto entre 86 e 93 DAT que houve pequeno aumento. A média percentual de acúmulo deste elemento para todo o ciclo avaliado foi: 43% ± 7 em hastes, 30% ± 6 em folhas e 27% ± 4 em raízes.



**Figura 29** - Distribuição percentual e marcha de acúmulo de K em valores médios por ponto amostral para plantas de *D. saponariifolia*, nas frações folha, haste e raiz.

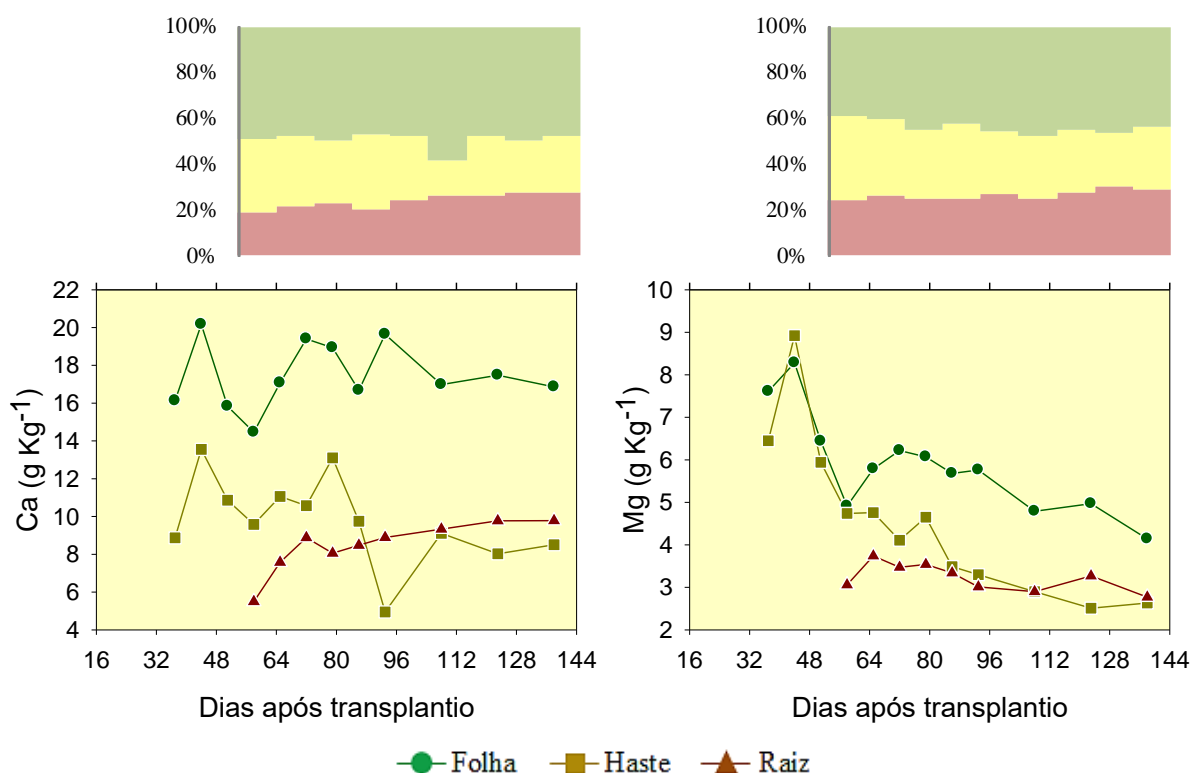
Os valores expressos no presente estudo para K são superiores aos encontrados por Barreto e Fernandes (2001b) e Ivo et al. (2007) em área de renovação de cana-de-açúcar nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas, nos quais foram registrados teores de 18,8 g kg<sup>-1</sup> para *C. spectabilis* e de 18,6 g kg<sup>-1</sup> provenientes de um coquetel de leguminosas. Em outro trabalho de Barreto e Fernandes (1999) nas condições dos Tabuleiros Costeiros de Sergipe, houve o registro na época de maior produtividade de leguminosas para adubação verde, os teores de 18,7 g kg<sup>-1</sup> para *C. spectabilis*, 15,0 g kg<sup>-1</sup> para *C. breviflora* e 10,8 g kg<sup>-1</sup> para *C. ensiformis*. Bettioli et al. (2015) avaliando os teores de macronutrientes na parte aérea de plantas de cobertura, em Ilha Solteira/SP, registraram os teores de 20,08 g kg<sup>-1</sup> de K na combinação *B.*



*ruzizensis* (braquiária) + crotalária, 20,06 g kg<sup>-1</sup> para braquiária + feijão-de-porco e 18,31 g kg<sup>-1</sup> para braquiária solteira.

Diferentemente do K, o Ca na planta encontra-se em formas não solúveis em água, estando a grande parte insolúvel deste elemento localizada nas paredes celulares (apoplasma), mais especificamente na lamela média, o qual aumenta a rigidez da parede e dificulta o aumento do tamanho da célula. Isto é resultante da grande quantidade de sítios de ligação para este elemento nestas células e ao transporte restrito no citoplasma (VITTI et al., 2006). Na folha, o Ca torna-se muito imóvel e somente pode ser redistribuído em condições especiais. Este comportamento foi evidente quando observada a distribuição nas diferentes frações de *Diodia* avaliadas, expressando a ordem de exigência: folha > haste > raiz, quando utilizado os valores médios de todo o período experimental.

Aos 79 DAT, 47% do Ca estava presente na matéria seca de folhas, passando para 59% aos 93 DAT, respectivo a 19,64 g kg<sup>-1</sup>. Raízes e hastes expressaram comportamentos opostos quanto à dinâmica de acúmulo de Ca, havendo inicialmente maior concentração deste elemento em hastes e posteriormente em raízes. Esta inversão foi registrada aos 93 DAT, com 27% em raízes (= 8,89 g kg<sup>-1</sup>) e 15% (= 4,95 g kg<sup>-1</sup>) em hastes.



**Figura 30** - Distribuição percentual e marcha de acúmulo dos macronutrientes Ca e Mg em valores médios por ponto amostral para plantas de *D. saponariifolia*, nas frações folha, haste e raiz.

Ragozo et al. (2006) ao avaliar a parte aérea de adubos verdes em entrelinhas de um pomar de laranja ‘Pera’ em Botucatu/ SP, verificaram teores de 13 g kg<sup>-1</sup> de Ca em feijão-de-porco, 12 g kg<sup>-1</sup> em lab-lab e 5 g kg<sup>-1</sup> em braquiária-brizanta. Em trabalhos de Barreto e Fernandes (2001b) e Ivo et al. (2007) o teor de Ca encontrado para *C. spectabilis* foi de 14,7 g kg<sup>-1</sup> e de 11,0 g kg<sup>-1</sup> para o coquetel de leguminosas, ambas registradas na matéria seca de parte aérea, na época do florescimento. Considerando, como já mencionado, que a primeira

intervenção de capina superficial em áreas estabelecidas com cobertura viva de *Diodia* ocorreria aos 79 DAT (Tab. 21), ter-se-ia neste momento o teor médio de 16,02 g kg<sup>-1</sup> de Ca presente na parte aérea, sendo 18,93 g kg<sup>-1</sup> nas folhas e 13,01 g kg<sup>-1</sup> nas hastes.

Já para o Mg, diferentemente do Ca, a mobilidade no floema é muito alta, havendo translocação das folhas mais velhas para as mais novas ou para os pontos de crescimento, e cumpre principalmente a função de ativador de enzimas relacionadas ao metabolismo energético (VITTI et al., 2006).

A ordem de exigência na análise de tecidos para este elemento foi: folha > haste > raiz, respectivo ao percentual médio de 44% ± 3, 30% ± 4 e 27% ± 2. A distribuição percentual dos teores de Mg variou pouco ao longo do tempo avaliado, tendo expressado aos 44 DAT o maior registro de teor acumulado em folhas (8,28 g kg<sup>-1</sup>) e hastes (8,92 g kg<sup>-1</sup>). Para a fração raiz o maior acúmulo registrado foi de 3,74 g kg<sup>-1</sup> aos 65 DAT. Os teores mais baixos registrados ocorreram aos 138 DAT, sendo: 4,14 g kg<sup>-1</sup> nas folhas, 2,63 g kg<sup>-1</sup> nas hastes e 2,77 g kg<sup>-1</sup> nas raízes.

Os valores encontrados neste trabalho se apresentam similares aos registrados em Pedrinho Jr. et al. (2004) com *R. brasiliensis*, Ragozo et al. (2006) utilizando leguminosas e gramíneas, Bianco et al. (2007) com *S. americanum*, Duarte et al. (2008) com *I. nil* e superiores aos apresentados por Bianchi et al. (2005) com *B. decumbens* e Fioretto et al. (2016) com *Duboisia* sp..

Fageria (2001) menciona haver antagonismo entre os elementos Mg e K, de modo que a absorção de um deles pode ser diminuída em virtude da presença excessiva do outro, no caso, K.

A relação K/Mg na planta geralmente está entre 7 e 10 (VITTI et al. 2006) e para o presente trabalho esta relação está adequada para os teores encontrados nas frações haste e raiz. Para a fração folha tal relação foi menor, estando ao entorno de 4 em função dos teores mais elevados do elemento em

**Tabela 22** - Relação K/Mg para frações e média total por planta. Valores em função da média total de teores para K e Mg obtidos.

Fração	K	Mg	K/Mg
	----- g kg <sup>-1</sup> -----		
Folha	26,2	5,9	4,4
Haste	40,6	4,5	9,0
Raiz	21,7	3,2	6,7
$\bar{x}$	29,5	4,6	6,5

em função dos teores mais elevados do elemento em questão. Isso se justifica, pois o Mg na planta se distribui entre o citosol, cloroplastos e principalmente nos plastídios, logo, tendo suas funções mais ativas nesta fração.

## 5 CONCLUSÕES

Os dados expostos neste capítulo permitem realizar as seguintes conclusões:

- (i) O crescimento de *D. saponariifolia* é ascendente e contínuo até o mínimo de 138 DAT, sendo necessário ampliar o tempo de avaliação para a observação da fase estacionária;
- (ii) A haste é a estrutura de maior acúmulo de massa seca em relação às frações folha e raiz;
- (iii) A área foliar de plantas de *D. saponariifolia* atinge seu ápice aos 93 DAT;
- (iv) Os nutrientes K, N e Ca são os mais exigidos em plantas de *D. saponariifolia*, sendo o K o elemento mais acumulado nas hastes e o N em folhas;

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo se justificou ao caracterizar metodologicamente, de forma ainda preliminar, a dinâmica de crescimento e nutricional da espécie *Diodia saponariifolia*, posta à luz através de diálogo participativo sobre as percepções retidas ao conhecimento prático de agricultores do assentamento São José da Boa Morte, parceiros desta pesquisa. O avanço deste estudo em condições de campo, se munindo das informações aqui expressas bem como outras variáveis de pesquisa, todavia necessárias como: métodos de estabelecimento, estudo de competição, relações com atributos biológicos, físicos e químicos do solo, épocas de corte, entre outras, se faz essencial para validar a aplicabilidade da espécie como potencial planta de cobertura do solo, provedora de serviços ecossistêmicos a nível edáfico, bem como auxiliando na redução de externalidades e desgaste com mão-de-obra em sistemas agrícolas intensificados.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBROSANO, E. J.; WUTKE, E. B.; SALGADO, G. C.; ROSSI, F.; DIAS, F. L. F.; TAVARES, S.; OTSUK, I. P. Caracterização de cultivares de *Mucuna* spp. quanto a produtividade de fitomassa, extração de nutrientes e seus efeitos nos atributos do solo. *Cadernos de Agroecologia*, v. 11, n. 2, 2016.
- ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C. T. T. Fósforo. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 253-281.
- BAJWA, A. A. Sustainable weed management in conservation agriculture. *Crop Protection*, v. 65, p. 105-113, 2014.
- BENINCASA, M.M.P. *Análise de crescimento de plantas: noções básicas*. Jaboticabal: FUNEP, 2004. 42p.
- BETTIOL, J. V. T.; PEDRINHO, A.; MERLOTI, L. F.; BOSSOLANI, J. W; SÁ, M. E de. Plantas de cobertura, utilizando *Urochloa ruziziensis* solteira e em consórcio com leguminosas e seus efeitos sobre a produtividade de sementes do feijoeiro. *Uniciências*, v. 19, n. 1, 2015.
- BIANCHI, C.A.M.; BERGONCI, J.I.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A. Ajuste osmótico em milho cultivado em diferentes sistemas de manejo de solo e disponibilidade hídrica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, p.645-651, 2005.
- BIANCO, S.; TONHÃO, M. A. R.; PITELLI, R. A. Crescimento e nutrição mineral de capim-braquiária. *Planta Daninha*, v. 23, n. 3, p. 423-428, 2005.
- BIANCO, S.; PITELLI, R. A.; DE CARVALHO, L. B. Estudo comparativo do acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de *Glycine max* (L.) MERR. E *Euphorbia heterophylla* L. *Ensaios e Ciência*, v. 11, n. 2, p. 61-72, 2007.
- BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulation of nitrogen absorption and assimilation in plants. *Ciência rural*, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.

BRIGHENTI, A. M.; GAZZIERO, D. L. P.; VOLL, E.; ADEGAS, F. S. e VAL, W. M. C. Análise de crescimento de biótipos de amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) resistente e suscetível aos herbicidas inibidores da ALS. *Planta Daninha*, v. 19, n. 1, p. 51-59, 2001.

BRUNETTO, G.; CERETTA, C. A.; MELO, G. W. B. de; KAMINSKI, J.; TRENTIN, G.; GIROTTO, E.; FERREIRA, P. A. A.; MIOTTO, A.; TRIVELIN, P. C. O. Contribution of nitrogen from agricultural residues of rye to 'Niagara Rosada' grape nutrition. *Scientia Horticulturae*, v. 169, p. 66-70, 2014.

CAMPOS, L.H.F.; MELLO, M.S.C.; CARVALHO, S.J.P.; N.,M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Crescimento inicial de *Merremia cissoides*, *Neonotonia wightii* e *Stizolobium aterrimum*. *Planta daninha*, v. 30, n. 3, p. 497-504, 2012.

CARVALHO, L. B.; BIANCO, S.; PITELLI, R. A. e BIANCO, M. S. Estudo comparativo do acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de milho var. BR-106 e *Brachiaria plantaginea*. *Planta Daninha*, v. 25, n. 2, p. 293-301, 2007.

CARVALHO, S. J. P. de; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Crescimento e desenvolvimento de cinco espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus*. *Bragantia*, v. 67, n. 2, p. 317-326, 2008.

CARVALHO, L. B.; BIANCO, S.; PITELLI, R. A. Growth and mineral nutrition of *Ipomoea quamoclit*. *Planta Daninha*, v. 27, n. 2, p. 283-288, 2009.

CARVALHO, W. P., CARVALHO, G. J. de, NETO, D. D. O. A., TEIXEIRA, L. G. V. Desempenho agrônômico de plantas de cobertura usadas na proteção do solo no período de pousio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 48, n. 2, p. 157-166, 2013.

CHAUHAN, B. S. Strategies to manage weedy rice in Asia. *Crop Protection*, v. 48, p. 51-56, 2013.

CHAVES, F. C. M. Produção de biomassa, rendimento e composição de óleo essencial de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.) em função da adubação orgânica e épocas de corte. 2001.

CHAVES, J. C. D. Contribuições adicionais da adubação verde para a lavoura cafeeira. *Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil*, v. 2, 2001.

CHRISTOFFOLETI, P. J. Análise comparativa do crescimento de biótipos de picão-preto (*Bidens pilosa*) resistente e suscetível aos herbicidas inibidores da ALS. *Planta Daninha*, v.19, n.1, p.75-83, 2001.

CIACCIA, C., KRISTENSEN, H. L., CAMPANELLI, G., XIE, Y., TESTANI, E., LETEO, F., CANALI, S. Living mulch for weed management in organic vegetable cropping systems under Mediterranean and North European conditions. *Renewable Agriculture and Food Systems*, v. 32, n. 3, p. 248-262, 2016.

COELHO, A. M.; COSTA, E. F.; VIEIRA, R. F.; VIANA, P.A. Quimigação: aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação. Brasília: EMBRAPA-SPI, p. 201-227, 1994.

CREGAN, P. B.; BERKUM, P. VAN. Genetics of nitrogen metabolism and physiological/biochemical selection for increased grain crop productivity. TAG Theoretical and Applied Genetics, v. 67, n. 2, p. 97-111, 1984.

CRUZ, J. L.; SOUZA, L. S. S. SOUZA, N. C. S. de; PELACANI, C. R. Effect of cover crops on the aggregation of a soil cultivated with papaya (*Carica papaya* L.). Scientia Horticulturae, v. 172, p. 82-85, 2014.

CUNHA, R. L. da; REIS, T. H. P.; CARVALHO, V. L. de; ALVARENGA, M. I. N.; ALCÂNTARA, E. N. de. Viabilidade técnica da consorciação de aléias de leguminosas arbóreas com cafeeiros no Sul de Minas Gerais, In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 6., 2009, Vitória. Inovação científica, competitividade e mudanças climáticas: anais. Vitória: Consórcio Pesquisa Café, 2009.

DAVID, E. F. S. Níveis de fosforo no desenvolvimento e produção de óleo essencial de *Mentha piperita* L. cultivada em solução nutritiva. 2004. 125 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2004.

DELPRETE, P. G.; SMITH, L. B.; KLEIN, R. M. 2004. Rubiáceas In: Reis, A. (ed.). Flora ilustrada catarinense. Vol. 1 - gêneros de A-G. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí. 345p.

DIAS FILHO, M. B. Competição e sucessão vegetal em pastagens. 1.ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 38p. Documentos, 240.

DOMINGOS, V. D. et al. Alocação de biomassa de *Brachiaria subquadripata* sob diferentes concentrações de N, P e K. Planta Daninha, v.29, n.1, p.25-36, 2011.

DUARTE, D. J.; BIANCO, S.; MELO, M. N.; CARVALHO, L.B. Crescimento e nutrição mineral de *Ipomoea nil*. Planta Daninha, v. 26, n. 3, p. 577-583, 2008.

ERASMO, E. A. L.; BIANCO, S.; PITELLI, R. A. Estudo sobre o crescimento de fedegoso. Planta Daninha, v.15, n.2, p.170-179, 1997

FAGERIA, N. K. Response of upland rice, dry bean, corn and soybean to base saturation in cerrado soil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 5, n. 3, p. 416-424, 2001.

FAGERIA, N. K. The use of nutrients in crop plants. CRC press, 2016.

FERNANDES, M. F.; BARRETO, A. C.; EMÍDIO FILHO, J. Fitomassa de adubos verdes e controle de plantas daninhas em diferentes densidades populacionais de leguminosas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 34, n. 9, p. 1593-1600, 1999.

FERREIRA, L. S. Potencial de Espécies Locais na Diversificação dos Agroecossistemas, Como Culturas de Cobertura, no Manejo de Plantas Espontâneas. 2016. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica. 2016.

FIORETTO, C. C.; TIRONI, .P.; DE SOUZA, J. R. P. Growth and nutrient uptake patterns in plants of *Duboisia* sp. Semina: Ciências Agrárias, v. 37, n. 4, p. 1883-1896, 2016.

GAMA-RODRIGUES, A. C. da; GAMA-RODRIGUES, E. F.; BRITO, E. C. de. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em

Argissolo Vermelho-Amarelo na região Noroeste Fluminense (RJ). Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

GRAVENA, R.; PEDRINHO JÚNIOR, A.F.F.; BARBOSA JÚNIOR, A.F.; BIANCO, S.; PITELLI, R.A. Growth Analysis of *Hyptis suaveolens*. Planta Daninha, v. 20, n. 2, p. 189-196, 2002.

GRIME, J. P. Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties. John Wiley & Sons, 2006.

HORAK, M J.; LOUGHIN, Thomas M. Growth analysis of four *Amaranthus* species. Weed Science, v. 48, n. 3, p. 347-355, 2000.

HUNT, R. Plant growth curves. The functional approach to plant growth analysis. Edward Arnold Ltd., 1982.

HUNT, R. Basic plant growth analysis. 1990.

LIMA, P. C. de; MOURA, W. M. M.; MENDONÇA, E. S., MANABE, P. M. S.; SANTOS, J.; REIGADO, F. R.; REIS, I. L. Produção de biomassa, conteúdo e mineralização de nutrientes de leguminosas e plantas espontâneas para adubação verde de cafezais sob cultivo orgânico. VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. 2009.

MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; FIALHO, C. M. T.; TUFFI SANTOS, L. D.; MACHADO, M. S. Análise de crescimento de *Digitaria insularis*. Planta Daninha, v. 24, n. 4, p. 641-647, 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MARTINS, T. A. et al. Acúmulo de matéria seca e macronutrientes por plantas de *Merremia aegyptia*. Planta Daninha, p. 1023-1029, 2010.

MATOS, C. da C.. Crescimento e nutrição mineral de *Nicandra physaloides* (L.) Gaertn. 2013. 62 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. 2013..

MEURER, E. J. Potássio. Nutrição mineral de plantas. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 281-298, 2006.

NOGUEIRA, A.R. de A.; SOUZA, B. G. de. Manual de laboratório: Solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos. São Carlos: EMBRAPA, 2005. 334 p.

OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, S. P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. Planta Daninha, v. 26, n. 1, p. 33-46, 2008.

PAIVA, R. M. Q. Variação da área foliar específica e sua relação com nutrientes e precipitação em parcelas permanentes de florestas de terra firme na Amazônia brasileira. Manaus: INPA/UFAM, 2005.

PAULINO, G. M.; ALVES, B. J. R.; BARROSO, D. G.; URQUIAGA, S.; ESPINDOLA, J. A. A. Fixação biológica e transferência de nitrogênio por leguminosas em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 44, n. 12, p. 1598-1607, 2010.

- PEDÓ, T.; AUMONDE, T. Z.; LOPES, N. F.; VILLELA, F. A.; MAUCH, C. R. Growth analysis and assimilate partitioning in physalis plants under leaf fertilization intervals. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 34, n. 5, p. 2247-2256, 2013.
- PEDRINHO JÚNIOR, A. F. F.; BIANCO, S.; PITELLI, R. A. Accumulation of biomass and macronutrients by *Glycine max* and *Richardia brasiliensis*. *Planta daninha*, v. 22, n. 1, p. 53-61, 2004.
- PONTES, T. M.; SANTOS, R. H. S.; JARAMILLO, C. FARDIN, M. P.; SARMENTO, F.; GUSMÃO, L. A. Decomposição e liberação de nutrientes por resíduos de leguminosas para adubação verde de cafeeiro por resíduos de leguminosas para adubação verde de cafeeiro na Zona da Mata – MG. IV Congresso Brasileiro de Agroecologia, 2006, Belo Horizonte. Resumos. Belo Horizonte: ABA, 2006.
- PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; SAILVA, A. G.; CANTARELLA, H. Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 30, n. 3, p. 562-568, 2006.
- RAGOZO, C. R. A.; LEONEL, S.; CROCCI, A. J. Adubação verde em pomar cítrico. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 28, n. 1, p. 69-72, 2006.
- REYES-CUESTA, R.; LOPES, N. F.; OLIVA, M. A.; FRANCO, A. A. Crescimento e conversão da energia solar em *Phaseolus vulgaris* em função da fonte de nitrogênio. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 42, n. 242, p. 405-455, 1995.
- RICCI, M. dos S. F.; ALVES, B. J. R.; MIRANDA, S. C.; OLIVEIRA, F. F.. Growth rate and nutritional status of an organic coffee cropping system. *Scientia Agricola*, v. 62, n. 2, p. 138-144, 2005.
- RODRIGUES, B. N.; PITELLI, R. A.; BELLINGIERI, P. A. Efeitos da calagem do solo no crescimento inicial e absorção de macronutrientes por plantas de trapoeraba (*Commelina benghalensis*). *Planta Daninha*, p. 59-68, 1995.
- RUBIO, G; LIAO, H; YAN, X.; LYNCH, J. P. Topsoil foraging its role in plant competitiveness for phosphorus in common bean. *Crop Science*, v. 43, p. 598-607, 2003.
- SALTON, J. C.; MELLO, N. A.; MTSUOKA, M.; CARVALHO, P. C. F.; NABINGER, C.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Atributos físicos de um Argissolo sob pastagem natural após 18 anos sob diferentes níveis de ofertas de forragem. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 7, n. 2, p. 107-118, 2014.
- SCANDELLARI, F.; TONON, G.; THALHEIMER, M.; CECCON, C.; GIOACCHINI, P.; ABER, J. D.; TAGLIAVINI, M. Assessing nitrogen fluxes from roots to soil associated to rhizodeposition by apple (*Malus domestica*) trees. *Trees*, v. 21, n. 5, p. 499-505, 2007.
- SCHIPANSKI, M. E.; DRINKWATER, L. E. Nitrogen fixation of red clover interseeded with winter cereals across a management-induced fertility gradient. *Nutrient cycling in agroecosystems*, v. 90, n. 1, p. 105-119, 2011.
- SCHOLBERG, J. M., DOGLIOTTI, S., LEONI, C., CHERR, C. M., ZOTARELLI, L., & ROSSING, W. A. Cover crops for sustainable agrosystems in the Americas. In: *Genetic engineering, biofertilisation, soil quality and organic farming*. Springer Netherlands, 2010. p. 23-58.

- SHUMAN, L. M. Mineral Nutrition. In: WILKINSON, R. E., ed. Plant-environment interactions. New York, Marcel Dekker, 1994. P.149-182.
- SILVA, A. C., FERREIRA, L. A., SILVA, A. A., FERREIRA, F. A. Análise de crescimento de *Brachiaria brizantha* submetida a doses reduzidas de fluazifop-p-butil. Planta daninha, v. 23, n. 1, p. 85-91, 2005.
- SILVA, E. M.; MOORE, V. M. Cover Crops as an Agroecological Practice on Organic Vegetable Farms in Wisconsin, USA. Sustainability, v. 9, n. 1, p. 55, 2017.
- SOARES, A.; SACRAMENTO, L.V.S. Desempenho de *Mentha* sp. quanto a formação de raízes adventícias em função do substrato. In: Jornada Paulista de Plantas Medicinais, 5., 2001, Botucatu. ANAIS. Universidade Estadual Paulista, Botucatu. TAIZ, L. Metabólitos secundários e defesa vegetal. In: Fisiologia vegetal. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. cap.13, p.309-32.
- SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. FERNANDES, M. S. Nutrição mineral de plantas. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 215-252, 2006.
- TAGLIAVINI, M., TONON, G., SCANDELLARI, F., QUINONES, A., PALMIERI, S., MENARBIN, G., MASIA, A. Nutrient recycling during the decomposition of apple leaves (*Malus domestica*) and mowed grasses in an orchard. Agriculture, ecosystems & environment, v. 118, n. 1, p. 191-200, 2007.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.
- MOREIRA, K. O.; FERREIRA, L.; UZEDA, M. C. Manejo de espécies espontâneas como cobertura viva do solo. In: XV Semana Científica Johanna Döbereiner, 2015, Seropédica. Resumos... Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 2015.
- VENTURA, M., SCANDELLARI, F., VENTURA, F., GUZZON, B., PISA, P. R., TAGLIAVINI, M. Nitrogen balance and losses through drainage waters in an agricultural watershed of the Po Valley (Italy). European Journal of Agronomy, v. 29, n. 2, p. 108-115, 2008.
- VENTURA, M., ZHANG, C., BALDI, E., FORNASIER, F., SORRENTI, G., PANZACCHI, P., TONON, G. Effect of biochar addition on soil respiration partitioning and root dynamics in an apple orchard. European Journal of Soil Science, v. 65, n. 1, p. 186-195, 2014.
- VIDAL, R. A.; TREZZI, M. M. Análise de crescimento de biótipos de leiteira (*Euphorbia heterophylla*) resistentes e suscetível aos herbicidas inibidores da ALS. Planta Daninha. Londrina, PR. Vol. 18, n. 3 (2000), p. 427-433, 2000.
- VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. Nutrição mineral de plantas. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 299-325, 2006.
- WEZEL, A., CASAGRANDE, M., CELETTE, F., VIAN, J. F., FERRER, A., PEIGNÉ, J. Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. Agronomy for Sustainable Development, v. 34, n. 1, p. 1-20, 2014.
- XIE, Y., TITTARELLI, F., VON FRAGSTEIN, P., BAVEC, M., CANALI, S., KRISTENSEN, H. L. Can living mulches in intercropping systems reduce the potential nitrate leaching? Studies of organic cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) and leek (*Allium porrum* L.) production across European conditions. Renewable Agriculture and Food Systems, v. 32, n. 3, p. 224-239, 2017.



## ANEXO

**ANEXO A** - ANOVAs e testes de média entre índices de diversidade da comunidade total ao final de 150 dias de avaliação e os tratamentos de capina avaliados, sendo: 1 = capina seletiva; 2 = capina convencional; 3 = cobertura viva + capina seletiva; 4 = ausência de capina.

### 1) Riqueza

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Riq	28	0,24	0,15	27,25	

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	161,82	3	53,94	2,57	0,0781
Trat	161,82	3	53,94	2,57	0,0781
Error	504,29	24	21,01		
Total	666,11	27			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,75910

Error: 21,0119 gl: 24

Trat	Medias	n	E.E.
2,00	13,43	7	1,73 A
4,00	15,71	7	1,73 A
1,00	18,71	7	1,73 A
3,00	19,43	7	1,73 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 2) Diversidade

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Dive	28	0,32	0,23	21,00	

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,91	3	0,64	3,72	0,0249
Trat	1,91	3	0,64	3,72	0,0249
Error	4,11	24	0,17		
Total	6,03	27			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,61030

Error: 0,1713 gl: 24

Trat	Medias	n	E.E.
2,00	1,58	7	0,16 A
4,00	1,89	7	0,16 A B
1,00	2,19	7	0,16 B
3,00	2,22	7	0,16 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 3) Dominância

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Domi	28	0,25	0,16	59,95

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,16	3	0,05	2,69	0,0688
Trat	0,16	3	0,05	2,69	0,0688
Error	0,47	24	0,02		
Total	0,62	27			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,20569

Error: 0,0195 gl: 24

Trat	Medias	n	E.E.
3,00	0,16	7	0,05 A
1,00	0,17	7	0,05 A
4,00	0,25	7	0,05 A
2,00	0,35	7	0,05 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 4) Equitabilidade

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Eqt	28	0,24	0,14	16,65

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,10	3	0,03	2,50	0,0835
Trat	0,10	3	0,03	2,50	0,0835
Error	0,33	24	0,01		
Total	0,43	27			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,17233

Error: 0,0137 gl: 24

Trat	Medias	n	E.E.
2,00	0,61	7	0,04 A
4,00	0,69	7	0,04 A
1,00	0,75	7	0,04 A
3,00	0,76	7	0,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**ANEXO B - ANOVAs e testes de média comparando índices de diversidade da comunidade de cada tratamento avaliado aos 60 dias; 1 = CS; 2 = CC; 3 = CV+CS; 4 = AC**

### 1) Riqueza

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Riq	32	0,07	0,00	34,40

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	25,75	3	8,58	0,71	0,5557
Trat	25,75	3	8,58	0,71	0,5557
Error	339,75	28	12,13		
Total	365,50	31			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,56769**

Error: 12,1339 gl: 28

Trat	Medias	n	E.E.
2	8,88	8	1,23 A
4	9,75	8	1,23 A
3	10,63	8	1,23 A
1	11,25	8	1,23 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 2) Diversidade

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Div	32	0,06	0,00	25,28

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,33	3	0,11	0,59	0,6251
Trat	0,33	3	0,11	0,59	0,6251
Error	5,27	28	0,19		
Total	5,61	31			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,44455**

Error: 0,1884 gl: 28

Trat	Medias	n	E.E.
4,00	1,60	8	0,15 A
2,00	1,63	8	0,15 A
3,00	1,81	8	0,15 A
1,00	1,82	8	0,15 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 3) Dominância

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Dom	32	0,06	0,00	48,52

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,03	3	0,01	0,63	0,6013
Trat	0,03	3	0,01	0,63	0,6013
Error	0,45	28	0,02		
Total	0,48	31			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12959

Error: 0,0160 gl: 28

Trat	Medias	n	E.E.
1,00	0,23	8	0,04 A
3,00	0,23	8	0,04 A
2,00	0,27	8	0,04 A
4,00	0,30	8	0,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 4) Equitabilidade

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Eq	32	0,11	0,02	12,57

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,03	3	0,01	1,18	0,3344
Trat	0,03	3	0,01	1,18	0,3344
Error	0,26	28	0,01		
Total	0,29	31			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09859

Error: 0,0093 gl: 28

Trat	Medias	n	E.E.
4,00	0,72	8	0,03 A
1,00	0,76	8	0,03 A
3,00	0,78	8	0,03 A
2,00	0,81	8	0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**ANEXO C - ANOVAs e testes de média comparando índices de diversidade da comunidade de cada tratamento avaliado aos 150 dias; 1 = CS; 2 = CC; 3 = CV+CS; 4 = AC**

### 1) Riqueza

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Riq	28	0,36	0,28	48,37

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	225,82	3	75,27	4,42	0,0131
Trat	225,82	3	75,27	4,42	0,0131
Error	409,14	24	17,05		
Total	634,96	27			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,55498

Error: 17,0476 gl: 24

Trat Medias n E.E.

2,00	3,71	7	1,56	A
4,00	9,29	7	1,56	B
1,00	10,29	7	1,56	B
3,00	10,86	7	1,56	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 2) Diversidade

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Div	28	0,45	0,38	36,15

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6,65	3	2,22	6,59	0,0021
Trat	6,65	3	2,22	6,59	0,0021
Error	8,08	24	0,34		
Total	14,73	27			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,64011

Error: 0,3367 gl: 24

Trat Medias n E.E.

2,00	0,77	7	0,22	A
4,00	1,80	7	0,22	B
1,00	1,84	7	0,22	B
3,00	2,01	7	0,22	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 3) Dominância

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Dom	28	0,44	0,37	62,48

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,75	3	0,25	6,29	0,0027
Trat	0,75	3	0,25	6,29	0,0027
Error	0,96	24	0,04		
Total	1,71	27			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,22064

Error: 0,0400 gl: 24

Trat	Medias	n	E.E.	
3,00	0,18	7	0,08	A
4,00	0,25	7	0,08	A
1,00	0,26	7	0,08	A
2,00	0,60	7	0,08	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 4) Equitabilidade

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Eq	27	0,26	0,17	17,80

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,17	3	0,06	2,75	0,0657
Trat	0,17	3	0,06	2,75	0,0657
Error	0,47	23	0,02		
Total	0,64	26			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16198

Error: 0,0206 gl: 23

Trat	Medias	n	E.E.	
2,00	0,66	6	0,06	A
4,00	0,82	7	0,05	A B
1,00	0,85	7	0,05	B
3,00	0,87	7	0,05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**ANEXO D - ANOVAs e testes de média comparando índices de diversidade da comunidade de cada tratamento aos 60 e 150 dias; 1 = 60 dias; 2 = 150 dias**

### 1) Capina seletiva – Riqueza

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Riq	15	8,4E-04	0,00	40,09

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,20	1	0,20	0,01	0,9186
Trat	0,20	1	0,20	0,01	0,9186
Error	240,73	13	18,52		
Total	240,93	14			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,81144**

Error: 18,5179 gl: 13

Trat	Medias	n	E.E.
1	10,63	8	1,52 A
2	10,86	7	1,63 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 2) Capina seletiva – Diversidade

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Div	15	1,7E-04	0,00	31,31

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,3E-04	1	7,3E-04	2,2E-03	0,9630
Trat	7,3E-04	1	7,3E-04	2,2E-03	0,9630
Error	4,27	13	0,33		
Total	4,27	14			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,64051**

Error: 0,3282 gl: 13

Trat	Medias	n	E.E.
1,00	1,82	8	0,20 A
2,00	1,84	7	0,22 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 3) Capina seletiva - Dominância

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Dom	15	0,01	0,00	63,38

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,8E-03	1	2,8E-03	0,12	0,7371
Trat	2,8E-03	1	2,8E-03	0,12	0,7371
Error	0,31	13	0,02		
Total	0,31	14			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,17153**

Error: 0,0235 gl: 13

Trat	Medias	n	E.E.
1,00	0,23	8	0,05 A
2,00	0,26	7	0,06 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4) Capina seletiva – Equitabilidade

##### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Eq	15	0,18	0,12	13,39	

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,03	1	0,03	2,82	0,1170
Trat	0,03	1	0,03	2,82	0,1170
Error	0,15	13	0,01		
Total	0,18	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,11993

Error: 0,0115 gl: 13

Trat	Medias	n	E.E.
1,00	0,76	8	0,04 A
2,00	0,85	7	0,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 5) Capina convencional – Riqueza

##### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Riq	15	0,40	0,36	51,88	

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	99,43	1	99,43	8,83	0,0108
Trat	99,43	1	99,43	8,83	0,0108
Error	146,30	13	11,25		
Total	245,73	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,75090

Error: 11,2541 gl: 13

Trat	Medias	n	E.E.
2	3,71	7	1,27 A
1	8,88	8	1,19 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 6) Capina convencional – Diversidade

##### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Div	15	0,43	0,39	42,78	

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,74	1	2,74	9,91	0,0077
Trat	2,74	1	2,74	9,91	0,0077
Error	3,60	13	0,28		
Total	6,34	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,58812

Error: 0,2767 gl: 13

Trat	Medias	n	E.E.
2,00	0,77	7	0,20 A
1,00	1,63	8	0,19 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )



## 7) Capina convencional – Dominância

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Dom	15	0,42	0,37	48,14	

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,39	1	0,39	9,33	0,0092
Trat	0,39	1	0,39	9,33	0,0092
Error	0,55	13	0,04		
Total	0,94	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,22936

Error: 0,0421 gl: 13

Trat Medias n E.E.

1,00 0,27 8 0,07 A

2,00 0,60 7 0,08 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## 8) Capina convencional – Equitabilidade

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Eq	15	0,26	0,20	31,44	

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,21	1	0,21	4,48	0,0541
Trat	0,21	1	0,21	4,48	0,0541
Error	0,62	13	0,05		
Total	0,84	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,24446

Error: 0,0478 gl: 13

Trat Medias n E.E.

2,00 0,57 7 0,08 A

1,00 0,81 8 0,08 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## 9) Cobertura viva + capina seletiva – Riqueza

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Riq	15	0,02	0,00	37,12	

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,47	1	3,47	0,22	0,6498
Trat	3,47	1	3,47	0,22	0,6498
Error	208,93	13	16,07		
Total	212,40	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,48236

Error: 16,0714 gl: 13

Trat Medias n E.E.

2 10,29 7 1,52 A

1 11,25 8 1,42 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## 10) Cobertura viva + capina seletiva – Diversidade

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Div	15	0,07	0,00	20,22

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,15	1	0,15	0,98	0,3392
Trat	0,15	1	0,15	0,98	0,3392
Error	1,93	13	0,15		
Total	2,08	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,43102

Error: 0,1486 gl: 13

Trat	Medias	n	E.E.
1,00	1,81	8	0,14 A
2,00	2,01	7	0,15 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## 11) Cobertura viva + capina seletiva – Dominância

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Dom	15	0,11	0,04	43,67

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,01	1	0,01	1,58	0,2306
Trat	0,01	1	0,01	1,58	0,2306
Error	0,11	13	0,01		
Total	0,12	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10106

Error: 0,0082 gl: 13

Trat	Medias	n	E.E.
2,00	0,18	7	0,03 A
1,00	0,23	8	0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## 12) Cobertura viva + capina seletiva - Equitabilidade

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Eq	15	0,34	0,29	8,53

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,03	1	0,03	6,67	0,0227
Trat	0,03	1	0,03	6,67	0,0227
Error	0,06	13	4,9E-03		
Total	0,10	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07843

Error: 0,0049 gl: 13

Trat	Medias	n	E.E.
1,00	0,78	8	0,02 A
2,00	0,87	7	0,03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 13) Ausência de capina - Riqueza

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Riq	14	0,03	0,00	35,42

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4,02	1	4,02	0,35	0,5635
Trat	4,02	1	4,02	0,35	0,5635
Error	136,83	12	11,40		
Total	140,86	13			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,97346

Error: 11,4028 gl: 12

Trat Medias n E.E.

2 8,67 6 1,38 A

1 9,75 8 1,19 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 14) Ausência de capina - Diversidade

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Div	15	0,04	0,00	30,91

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,15	1	0,15	0,54	0,4762
Trat	0,15	1	0,15	0,54	0,4762
Error	3,56	13	0,27		
Total	3,71	14			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,58512

Error: 0,2739 gl: 13

Trat Medias n E.E.

1,00 1,60 8 0,19 A

2,00 1,80 7 0,20 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 15) Ausência de capina - Dominância

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Dom	15	0,02	0,00	66,69

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,01	1	0,01	0,33	0,5759
Trat	0,01	1	0,01	0,33	0,5759
Error	0,45	13	0,03		
Total	0,46	14			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,20781

Error: 0,0345 gl: 13

Trat Medias n E.E.

2,00 0,25 7 0,07 A

1,00 0,30 8 0,07 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## 16) Ausência de capina - Equitabilidade

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Eq	15	0,12	0,05	18,96

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,04	1	0,04	1,77	0,2060
Trat	0,04	1	0,04	1,77	0,2060
Error	0,27	13	0,02		
Total	0,31	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16242

Error: 0,0211 gl: 13

Trat	Medias	n	E.E.
1,00	0,72	8	0,05 A
2,00	0,82	7	0,05 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**ANEXO E** - Modelos seleccionados para explicar a relação entre as variáveis da paisagem e a riqueza de espécies nos grupos funcionais avaliados.

GF	Escala	Nº modelo	Modelo
ASH	0,5 ha	12	$y = \beta_0$
		6	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ Trat}$
	4,0 ha	14	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ Cap}$
		19	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ IUP}$
		21	$y = \beta_0$
		27	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ Arbex} + \beta_2 \text{ PFFp}$
	95 ha	25	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ EArbP} + \beta_2 \text{ ArbexP} + \beta_3 \text{ PFFp}$
		29	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ ArbexP}$
CPD	0,5 ha	6	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ Trat}$
		12	$y = \beta_0$
	4,0 ha	19	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ IUP}$
		23	$y = \beta_0 + \beta_1 (\text{ArbexUP} * \text{EArbUP})$
		27	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ Arbex} + \beta_2 \text{ PFFp}$
	95 ha	32	$y = \beta_0 + \beta_1 (\text{ArbexP} * \text{EArbP})$
		25	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ EArbP} + \beta_2 \text{ ArbexP}$
EP	0,5 ha	12	$y = \beta_0$
		14	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ Cap}$
	4,0 ha	23	$y = \beta_0 + \beta_1 (\text{ArbexUP} * \text{EArbUP})$
		27	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ Arbex} + \beta_2 \text{ PFFp}$
	95 ha	25	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ EArbUP} + \beta_2 \text{ ArbexUP}$
		29	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ ArbexUP}$
AQS	0,5 ha	12	$y = \beta_0$
		14	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ Cap}$
	4,0 ha	19	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ IUP}$
		17	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ IUP} + \beta_2 \text{ EArbUP}$
	95 ha	27	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ ArbexP} + \beta_2 \text{ PFFp}$
		29	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ ArbexP}$

**ANEXO F** - Modelos selecionados para explicar a relação entre as variáveis da paisagem e a abundância de espécies nos grupos funcionais avaliados.

GF	Escala	Nº modelo	Modelo
ASH	0,5 ha	12	$y = \beta_0$
		19	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ IUP}$
	4,0 ha	17	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ IUP} + \beta_2 \text{ EArbUP}$
		31	$y = \beta_0$
	95 ha	30	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ PFFp}$
		14b	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ Prox} + \beta_2 \text{ Adub}$
CPD	0,5 ha	13	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ Prox}$
		12	$y = \beta_0$
	4,0 ha	19	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ IUP}$
		17	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ IUP} + \beta_2 \text{ EArbUP}$
	95 ha	30	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ PFFp}$
		31	$y = \beta_0$
		28	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ EArbP}$
		14b	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ Prox} + \beta_2 \text{ Adub}$
EP	0,5 ha	12	$y = \beta_0$
		19	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ IUP}$
	4,0 ha	17	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ IUP} + \beta_2 \text{ EArbUP}$
		16	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ IUP} + \beta_2 \text{ ArbexUP}$
	95 ha	31	$y = \beta_0$
		29	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ ArbexP}$
		30	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ PFFp}$
		28	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ EArbP}$
AQS	0,5 ha	14b	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ Prox} + \beta_2 \text{ Adub}$
	4,0 ha	19	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ IUP}$
		17	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ IUP} + \beta_2 \text{ EArbUP}$
	95 ha	16	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ IUP} + \beta_2 \text{ ArbexUP}$
		29	$y = \beta_0 + \beta_1 \text{ ArbexP}$

**ANEXO G** - Coeficientes das variáveis independentes de cada modelo selecionado por  $\Delta AICc < 2$  para explicar a interação das escalas da paisagem e a riqueza de espécies nos grupos funcionais. 0,5 ha: cultivo; 4,0 ha: unidade produtiva; 95 ha: paisagem. ASH: Alimentação e Saúde Humana; CPD Controle de Pragas e Doenças; EP: Estímulo à Polinização e AQS: Aumento da Qualidade do Solo.

GF	Escala	Modelo	Cap	Trat	Arbex UP	Earb UP	IUP	ArbexP/EAuP	ArbexP	EarbP	ArbexP/EArbP	PFF	AICc	$\Delta AICc$	Peso mod.										
<b>ASH</b>	<b>0,5 ha</b>	12	-0,6311	0,5857									147,3	0,00	0,234										
		6											148,3	1,24	0,126										
		14											149,2	1,88	0,091										
	<b>4,0 ha</b>	19											-2,487	146,0	0,00	0,420									
		21												147,3	1,26	0,223									
	<b>95 ha</b>	27												-3,077	-0,1395	142,0	0,00	0,397							
		25												-2,889	-0,5772	143,4	1,29	0,209							
29		-2,257		143,6	1,53	0,185																			
<b>CPD</b>	<b>0,5 ha</b>	6	0,7714										134,9	0,00	0,300										
		12												135,8	0,95	0,186									
	<b>4,0 ha</b>	19					-2,16							134,0	0,00	0,275									
		23			-0,411	9,461		-55,61						134,1	0,08	0,264									
	<b>95 ha</b>	27												132,3	0,00	0,321									
		32							-2,197				-0,1317	133,0	0,72	0,231									
25								9,832	0,1764	-2,319			133,8	1,51	0,156										
25								-2,029	-0,5524				133,8	1,51	0,156										
<b>EP</b>	<b>0,5 ha</b>	12	-0,4586										134,3	0,00	0,315										
		14											136,3	1,98	0,117										
	<b>4,0 ha</b>	23												-4,5	8,767		-59,35						127,5	0,00	0,829
		27																						128,4	0,00
	<b>95 ha</b>	25																	-2,522				-0,1056	129,4	1,02
29								-2,394	-0,4499				129,7	1,26	0,206										
29								-1,901					129,7	1,26	0,206										
<b>AQS</b>	<b>0,5 ha</b>	12	-0,4586										134,3	0,00	0,315										
		14											136,3	1,98	0,117										
	<b>4,0 ha</b>	19															-3,054						132,6	0,00	0,506
		17														1,264	-3,801						134,6	2,01	0,186
	<b>95 ha</b>	27																						136,2	0,00
29								-2,146				-0,1304	136,2	0,00	0,353										
29								-1,38					138,0	1,83	0,141										



**ANEXO I** – Valor de importância das variáveis constadas nos modelos selecionados por  $\Delta AICc < 2$  e posteriormente selecionadas aos modelos médios ( $VI \geq 0,30$ ) para a explicação das interações dos aspectos das escalas da paisagem com a riqueza de espécies por grupo funcional.

GF	Esc.	Cap	Trat	AEx <sub>up</sub>	EA <sub>up</sub>	Iup	AE/ EA <sub>up</sub>	AEx <sub>p</sub>	EA <sub>p</sub>	AExp /EA <sub>p</sub>	PFF
<u>ASH</u>	0,5 ha	0,21	<b>0,37</b>								
	4,0 ha					<b>0,66</b>					
	95 ha							<b>0,95</b>	<b>0,38</b>		<b>0,50</b>
<u>CPD</u>	0,5 ha		<b>0,54</b>								
	4,0 ha			<b>0,46</b>	<b>0,47</b>	<b>0,47</b>	0,26				
	95 ha							<b>0,89</b>	<b>0,49</b>	0,23	<b>0,44</b>
<u>EP</u>	0,5 ha	0,22									
	4,0 ha			<b>0,88</b>	<b>0,88</b>		<b>0,83</b>				
	95 ha							<b>0,96</b>	<b>0,38</b>		<b>0,48</b>
<u>AQS</u>	0,5 ha	0,22									
	4,0 ha				<b>0,31</b>	<b>0,89</b>					
	95 ha							<b>0,78</b>			<b>0,54</b>

**ANEXO J** – Valor de importância das variáveis constadas nos modelos selecionados por  $\Delta AICc < 2$  e posteriormente selecionadas aos modelos médios ( $VI \geq 0,30$ ) para a explicação das interações dos aspectos das escalas da paisagem com a abundância de espécies por grupo funcional.

GF	Esc.	Adub	Prox	AEx <sub>up</sub>	EA <sub>up</sub>	Iup	AEx <sub>p</sub>	EA <sub>p</sub>	PFF
<u>ASH</u>	0,5 ha		<b>0,30</b>						
	4,0 ha					<b>0,34</b>	<b>0,90</b>		
	95 ha								0,28
<u>CPD</u>	0,5 ha	<b>0,55</b>	<b>0,68</b>						
	4,0 ha					<b>0,34</b>	<b>0,97</b>		
	95 ha							<b>0,34</b>	<b>0,42</b>
<u>EP</u>	0,5 ha	<b>0,68</b>	<b>0,58</b>						
	4,0 ha					<b>0,35</b>	<b>0,81</b>		
	95 ha							<b>0,38</b>	
<u>AQS</u>	0,5 ha	<b>0,83</b>	<b>0,88</b>						
	4,0 ha					<b>0,33</b>	<b>0,83</b>		
	95 ha							<b>0,70</b>	



**ANEXO L** – Espécies de ocorrência no levantamento fitossociológico, agrupamento funcional e seus respectivos serviços ecossistêmicos associados. Alimentação humana (AH); Uso medicinal (UM); Repelente de pragas e doenças (RPD); Atração de inimigos naturais (AIN); Estímulo à polinização (EP); Qualidade química (QQ); Qualidade física (QF).

Família	Espécie	Alimentação e saúde humana		Controle de pragas e doenças		Estímulo à polinização	Aumento da qualidade do solo	
		AH	UM	AIN	RPD		QQ	QF
Amaranthaceae	<i>Amaranthus deflexus</i>	*	*					
	<i>Amaranthus lividus</i>	*	*	*				
	<i>Amaranthus viridis</i>	*	*	*		*	*	
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i>		*	*	*	*	*	
	<i>Bidens pilosa</i>	*	*	*		*	*	*
	<i>Conyza bonariensis</i>		*			*	*	
	<i>Emilia fosbergii</i>		*					
	<i>Emilia sonchifolia</i>	*	*	*		*	*	
	<i>Galinsoga parviflora</i>	*	*	*		*	*	
	<i>Porophyllum ruderale</i>		*		*			
	<i>Sonchus oleraceus</i>	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Vernonia cinerea</i>		*	*	*	*	*	
	Boraginaceae	<i>Heliotropium indicum</i>		*		*	*	
Brassicaceae	<i>Cleome affinis</i>							
	<i>Lepidium spp.</i>							
	<i>Lepidium virginicum</i>	*	*			*	*	*
Commelinaceae	<i>Sinapis arvensis</i>		*	*		*	*	
	<i>Commelina benghalensis</i>	*	*	*		*		*
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i>	*						
Euphorbiaceae	<i>Acalypha communis</i>		*					
	<i>Caperonia castaneifolia</i>		*					
	<i>Croton lundianus</i>		*					
	<i>Euphorbia heterophylla</i>		*	*		*		<i>continua...</i>

	<i>Euphorbia hirta</i>		*	*	*	*	*		
	<i>Cajanus cajan</i>	*	*				*	*	
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>						*	*	*
	<i>Mimosa pudica</i>								
	<i>Mucuna sp.</i>								
	<i>Hyptis brevipes</i>		*			*		*	
Lamiaceae	<i>Leonotis nepetaefolia</i>		*	*	*	*	*		*
	<i>Marsypianthes chamaedrys</i>		*	*			*		
Linderniaceae	<i>Torenia thouarsii</i>								
Lythraceae	<i>Cuphea carthagenensis</i>		*	*					
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	*	*	*			*	*	
	<i>Urena lobata</i>		*	*			*	*	
Molluginaceae	<i>Mollugo verticillata</i>		*				*	*	*
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	*	*				*	*	*
Onagraceae	<i>Ludwigia leptocarpa</i>		*				*	*	
	<i>Ludwigia octovalvis</i>	*	*				*	*	
	<i>Oxalis corniculata</i>		*	*			*	*	
Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i>	*							
	<i>Oxalis sepium</i>								
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus tenellus</i>		*						
Piperaceae	<i>Peperomia pellucida</i>	*							
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	*	*	*				*	
	<i>Diodia saponariifolia</i>							*	
Rubiaceae	<i>Diodia verticillata</i>								
	<i>Richardia brasiliensis</i>		*		*	*	*		
	<i>Nicandra physaloides</i>	*							
Solanaceae	<i>Physalis angulata</i>	*	*	*				*	
	<i>Solanum americanum</i>	*	*	*	*	*	*	*	
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i>		*	*	*	*	*	*	