

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE  
CAMPUS DE SOROCABA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
“PLANEJAMENTO E USO DE RECURSOS RENOVÁVEIS”

ALEX MAURI TELLO LÓPEZ

Potencial da semeadura direta em áreas de pastagens  
em Floresta Decidual do Estado de São Paulo

Sorocaba

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE  
CAMPUS DE SOROCABA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
“PLANEJAMENTO E USO DE RECURSOS RENOVÁVEIS”

ALEX MAURI TELLO LÓPEZ

## **Potencial da semeadura direta em áreas de pastagens em Floresta Decidual do Estado de São Paulo**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em “Planejamento e uso de recursos renováveis”, para qualificação de doutorado em “Planejamento e uso de recursos renováveis”.

Orientação: Prof. Dra. Fatima Conceição Márquez Piña-Rodrigues

Coorientador- Prof. Dr. José Mauro Santana da Silva

Sorocaba

2020

Tello López, Alex Mauri

Potencial da sementeira direta em áreas de pastagens em Floresta Decidual do Estado de São Paulo / Alex Mauri Tello López -- 2020.  
71f.

Tese de Doutorado - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba

Orientador (a): Fatima Conceição Márquez Piña-Rodrigues

Banca Examinadora: Francisca Alcivania de Melo Silva, Elza Alves Correa, Juliana Muller Freire, Débora Zumkeller Sabonaro

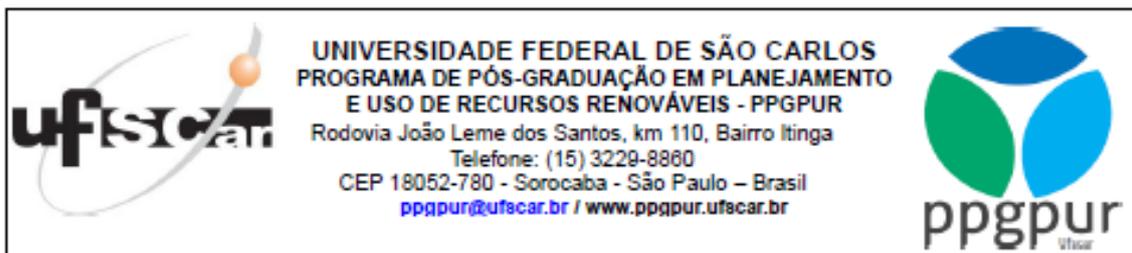
Bibliografia

1. Restauração ecológica. 2. Sementeira direta. 3. Adubos verdes. I. Tello López, Alex Mauri. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -  
CRB/8 6979



Certificado de Defesa de Tese de  
Doutorado de Alex Mauri Tello  
López, realizada em 7 de outubro de  
2020.

Certifico que a defesa de tese realizou-se com a participação à distância dos membros Profa. Dra. Fatima Conceição Márquez Piña-Rodrigues, Profa. Dra. Francisca Alcivania de Melo Silva, Profa. Dra. Prof. Dr. Elza Alves Correa, Dra. Juliana Muller Freire e Prof. Dra. Débora Zumkeller Sabonaro e que depois das arguições e deliberações realizadas, os participantes à distância estão de acordo com o conteúdo do Parecer da Comissão Julgadora redigido nesta Ata de Exame de Defesa.

Profa. Dra. Fatima Conceição Márquez Piña-Rodrigues  
Presidente da Banca Examinadora

## AGRADECIMENTOS

A toda minha família, em especial aos meus pais, Alvaro Tello Garcia e Natividad López Vazquez, pelo seu amor e apoio e serão o motivo para eu continuar me formando profissionalmente.

Agradeço especialmente a minha esposa Manuela de Jesus Solano Calvo pela paciência e apoio durante o processo de elaboração do trabalho.

Agradeço ao Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por me outorgar o apoio econômico para cursar o presente doutorado.

A Universidade Federal de São Carlos e a todos seus membros discentes, técnicos e professores pelo apoio profissional pela oportunidade de concretizar este trabalho.

Ao Programa de Pós Graduação em Planejamento e uso de Recursos Renováveis em sua coordenação nas pessoas do Prof. Dr. Fábio Minoru Yamaji, Profa Dra Franciane Andrade de Pádua e secretaria na pessoa da técnica administrativa Luciana Kawamura pelo ótimo trabalho.

Aos meus companheiros do Laboratório de Sementes e Mudas Florestais (LASEM) por todo apoio na coleta de dados e nas reuniões de discussão de resultados e atividades em campo.

Agradeço a minha orientadora Prof. Dra. Fatima C. M. PiñaRodrigues pelo tempo e espaço que me brindou para realizar o presente trabalho. Motivo de grande inspiração para minha formação profissional.

Ao professor José Mauro Santana da Silva pelas orientações de campo e durante minha formação como Profissional.

Aos técnicos de campo Neri e Alemão que sempre estavam prontos a apoiar nas atividades de coleta de dados e planejamento de manejo da área de estudo.

## RESUMO

A semeadura direta na restauração florestal pode ser uma alternativa viável para a restauração dos processos ecológicos dos ecossistemas degradados, proporcionando o aumento da diversidade e rápida cobertura do solo. O presente estudo está dividido em dois capítulos, o primeiro capítulo 1, mediante a revisão de literatura foram apresentados os principais conceitos e a situação geral da restauração ecológica, técnicas da semeadura direta e uso dos adubos verdes na semeadura direta. O capítulo 2 buscou-se responder às seguintes questões: (a) a cobertura verde (adubo verde) foi efetiva para reduzir a infestação das plantas daninhas e permitir o estabelecimento das espécies semeadas? (b) como estas práticas de cultivo afetaram o desenvolvimento e estabelecimento das espécies nativas semeadas? (c) quais espécies se mostraram sensíveis à competição com o adubo verde? Das espécies arbóreas testadas, seis apresentaram potencial para uso em larga escala na restauração por semeadura direta e os adubos verdes foram eficientes em promover a cobertura inicial do solo reduzindo a matocompetição, mais afetou a algumas espécies no desenvolvimento e estabelecimento.

**Palavras chaves:** Restauração ecológica, Semeadura direta, Adubos verdes

## ABSTRACT

Direct seeding in forest restoration can be a viable alternative for the restoration of ecological processes in degraded ecosystems, providing increased diversity and rapid soil coverage. The present study is divided into two chapters, the first chapter 1, through the literature review, the main concepts and the general situation of ecological restoration, direct sowing techniques and use of green manure in direct sowing were presented. Chapter 2 sought to answer the following questions: (a) was the green cover (green manure) effective in reducing weed infestation and allowing the establishment of sown species? (b) how did these cultivation practices affect the development and establishment of the native species sown? (c) which species were sensitive to competition with green manure? Of the tree species tested, six showed potential for large-scale use in restoration by direct seeding and green fertilizers were efficient in promoting initial soil cover, reducing weed competition, most affecting some species in development and establishment.

**Keywords:** Ecological restoration, Direct seeding, Green manures

**SUMÁRIO****Pag.**

<b>CAPITULO 1.....</b>	<b>12</b>
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>12</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
2.1. Restauração ecológica.....	15
2.2. Semeadura direta.....	16
2.3. Adubos verdes.....	18
<b>CAPITULO 2.....</b>	<b>21</b>
<b>O DILEMA DO USO DA ADUBAÇÃO VERDE E DA FERTILIZAÇÃO NA TRAJETÓRIA DA SEMEADURA DIRETA EM FLORESTA DECIDUAL.....</b>	<b>21</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>21</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>22</b>
<b>3. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>25</b>
4.1. Área de estudo .....	25
4.2. Espécies .....	26
4.3. Preparo e manejo da área experimental para a semeadura direta .....	29
4.4. Amostragem das variáveis e análise de dados .....	31
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>34</b>
5.1. Manejo da área e cobertura do solo.....	34
5.2. Emergência, estabelecimento, sobrevivência e composição de espécies arbóreas nativas. ....	38
5.3. Desenvolvimento das espécies arbóreas .....	47
5.4. Fatores que influenciaram no desenvolvimento inicial das espécies arbóreas nativas até aos 365 dias após semeadura e no estabelecimento aos 854 dias após semeadura. ....	49
<b>6. DISCUSSÃO.....</b>	<b>54</b>
<b>7. CONCLUSÃO.....</b>	<b>59</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>60</b>
<b>9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>61</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localização da área de estudo, Semeadura Direta por Muvuca. Sorocaba, São Paulo, Brasil. Em 29 de outubro de 2016.....	26
<b>Figura 2.</b> Linha do tempo das praticas culturais. Semeadura direta por muvuca, Sorocaba, São Paulo, Brasil. 29 de outubro de 2016. ....	29
<b>Figura 3.</b> Preparo e Manejo da área experimental para a semeadura direta por Muvuca. Sorocaba, São Paulo, Brasil. 29 de outubro de 2016. ....	30
<b>Figura 4.</b> Croqui representativo da distribuição dos tratamentos nas parcelas do experimento de semeadura direta localizado em Sorocaba, São Paulo. Letras maiúsculas representam os tratamentos (A- testemunha; B- com adubação; C - com calagem; D- com adubação e calagem) e os números representam as repetições.....	31
<b>Figura 5.</b> Percentual de cobertura do solo nas entrelinhas com espécies agrícolas, Plantas daninhas e adubo verde. Linha do tempo (azul) práticas culturais adotadas antes e pós-semeadura direta por muvuca, Sorocaba, São Paulo. Semeadura direta realizada em 29 de Outubro de 2016. ....	35
<b>Figura 6.</b> Sinais de fitotoxicidade nas espécies: a) <i>Joannesia princeps</i> Vell; b) <i>Hymenaea courbaril</i> , após a aplicação do herbicida Verdict aos 45 dias pós-semeadura direta por muvuca, Sorocaba, São Paulo. Semeadura direta realizada em 29 de outubro de 2016. ....	36
<b>Figura 7.</b> Vista geral dos tratamentos destacando-se o desenvolvimento vegetativo da adubação verde levando ao fechamento nas entrelinhas de semeadura aos 95 dias após a semeadura direta por muvuca, Sorocaba, São Paulo. Semeadura direta realizada em 29 de outubro de 2016.....	37
<b>Figura 8.</b> Média da cobertura do solo nos tratamentos pelos adubos verdes, agrícolas e Plantas daninhas aos 365 dias pós-semeadura direta por muvuca, Sorocaba, São Paulo. Semeadura direta realizada em 29 de outubro de 2016. TA= tratamento controle; TB= com calagem e sem adubação; TC= sem calagem, com adubação; TD= com calagem e adubação.....	38
<b>Figura 9.</b> Número acumulado de plantas emergidas, sobreviventes e mortalidade ao longo de 854 dias de monitoramento após a semeadura direta, Sorocaba- SP. Semeadura direta realizada em 29 de outubro de 2016.....	39
<b>Figura 10.</b> Número de sementes germinadas (alta emergência $E \geq 40$ ) e estabelecidas de 48 a 854 dias após a semeadura direta por muvuca em área de Floresta Estacional, em Sorocaba, SP. Semeadura direta em 29 de outubro de 2016. Espécies listadas na Tabela 2 e identificadas pelas três primeiras letras do gênero e epíteto específico. ....	41
<b>Figura 11.</b> Número de sementes germinadas (emergência média, $10 < E < 40$ ) e estabelecidas de 48 a 854 dias após a semeadura direta por muvuca em área de Floresta Estacional, em Sorocaba, SP. Semeadura direta em 29 de outubro 2016. Espécies listadas na Tabela 2 e identificadas pelas três primeiras letras do gênero e epíteto específico.....	42
<b>Figura 12.</b> Número de sementes germinadas (Baixa $E < 10$ sementes) e estabelecidas de 48 a 854 dias após a semeadura direta por muvuca em área de Floresta Estacional, em Sorocaba, SP. Semeadura direta em 29 de outubro de 2016. Espécies listadas na Tabela 2 e identificadas pelas três primeiras letras do gênero e epíteto específico. ....	43

- Figura 13.** Número de sementes de espécies que germinaram de 48 a 78 dias após a semeadura e a partir dos 151 dias saíram do sistema. Semeadura direta por muvuca em área de Floresta Estacional, em Sorocaba, SP. Semeadura direta em 29 de outubro de 2016. Espécies listadas na Tabela 2 e identificadas pelas três primeiras letras do gênero e epíteto específico..... 44
- Figura 14.** Análise de agrupamento baseada nos dados de composição e abundância de indivíduos por espécie arbórea emergida e/ou estabelecida ao longo de 365 dias de avaliação após a semeadura direta pelo método de muvuca realizado em área de Floresta Estacional. em Sorocaba, SP. Semeadura direta em 29 de outubro de 2016. TA= tratamento controle; TB= com calagem e sem adubação; TC= sem calagem, com adubação; TD= com calagem e adubação. .... 46
- Figura 15.** Porcentagem de mortalidade (linha) das espécies nativas aos 365 dias e de cobertura do solo (barras) com plantas daninhas após a semeadura direta por muvuca em área de Floresta Estacional, em Sorocaba, SP. Semeadura direta em 29 de outubro de 2016. .... 47
- Figura 16.** Ordenamento das variáveis na Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis e espécies com 54,1% da variância acumulada nos eixos 1 (29,4%) e eixo 2 (24,7%). Fatores que influenciaram no desenvolvimento das espécies arbóreas nativas aos 365 dias após semeadura por muvuca em área de Floresta Estacional, em Sorocaba, SP. Semeadura direta em 29 de outubro de 2016. Circulos reúnem espécies influenciadas pelas variáveis representadas pelos vetores relacionados ao eixo mais próximo. .... 50
- Figura 17.** Ordenamento das variáveis na Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis e espécies com 78,9% da variância acumulada nos eixos 1 (40,8%) e eixo 2 (38,1%). Fatores que influenciaram no estabelecimento das espécies arbóreas nativas aos 854 dias após semeadura por muvuca em área de Floresta Estacional, em Sorocaba, SP. Semeadura direta em 29 de outubro de 2016. Circulos reúnem espécies influenciadas pelas variáveis representadas pelos vetores relacionados ao eixo mais próximo. .... 52

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Lista de espécies e quantidades empregadas na semeadura direta em área de Floresta Estacional Decidual em Sorocaba-SP.....	27
<b>Tabela 2.</b> Número total de plântulas sobreviventes e estabelecidas por tratamento aos 854 dias após a semeadura com seus respectivos nomes comuns, nome científico, família, Abundância absoluta (nº de plantas amostradas), Mortalidade-M, Sobrevivência- S, E – emergência (nº de plantas emergidas amostradas); Porcentagem de sobrevivência- S%. TA= tratamento controle; TB= com calagem e sem adubação; TC= sem calagem, com adubação; TD= com calagem e adubação.....	40
<b>Tabela 3.</b> Dados de número de plantas (abundância) de espécies arbóreas estabelecidas por tratamento, riqueza, diversidade por Shannon-Weaver ( $H'$ ), Equitabilidade de Pielou (J), em semeadura direta por muvuca realizada em área de Floresta Estacional, Sorocaba- SP. TA= tratamento controle; TB= com calagem e sem adubação; TC= sem calagem, com adubação; TD= com calagem e adubação. Dados de abundância seguidos da mesma letra não diferem entre si significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ....	45
<b>Tabela 4.</b> Resultado dos Índices de similaridade florística de Jaccard obtido para presença ou ausência das espécies estabelecidas em restauração por semeadura direta pelo método de muvuca, Sorocaba, São Paulo. Semeadura direta realizada em 29 de outubro de 2016. TA= tratamento controle; TB= com calagem e sem adubação; TC= sem calagem, com adubação; TD= com calagem e adubação.....	45
<b>Tabela 5.</b> Desenvolvimento das espécies arbóreas, Altura Média- H ( $\geq 20$ cm) das espécies sobreviventes aos 854 dias após a semeadura, Sucessão ecológica (S), Sorocaba- SP. Semeadura direta em 29 de outubro de 2016. P= pioneira; NP= não pioneira.....	48
<b>Tabela 6.</b> Fatores que influenciaram no Desenvolvimento das espécies arbóreas nativas aos 365 dias após semeadura por muvuca em área de Floresta Estacional, em Sorocaba, SP. Semeadura direta em 29 de outubro de 2016. CCADV= Cobertura de Média de Adubos Verdes (%); CCINV= Cobertura Média das plantas daninhas (%); H= Altura (cm). ....	51
<b>Tabela 7.</b> Fatores que influenciaram no estabelecimento das espécies arbóreas nativas aos 854 dias após semeadura por muvuca em área de Floresta Estacional, em Sorocaba, SP. Semeadura direta em 29 de outubro de 2016. H= Altura (cm); DCA= Diâmetro Altura do Colo (cm). ....	53

## CAPITULO 1

### 1. INTRODUÇÃO GERAL

Estima-se que 2 bilhões de hectares de florestas e terras agrícolas desmatadas e degradadas em todo mundo devam ser restauradas (CHOKKALINGAM et al. 2018, WRI, 2020). No Brasil existe um passivo de pelo menos 21 milhões de hectares (Mha) de áreas de preservação permanente (APP) e reserva legal (RL) a serem restauradas (SAE, 2013; SOARES FILHO et al. 2014, PLANAVEG, 2017). Esse passivo concentra-se nas bordas da Amazônia, por quase toda a extensão da Mata Atlântica e no sul do Cerrado, onde a ocupação agrícola é maior (SAE, 2013). Desse total, cerca de 16,4 milhões de hectares estão em reservas legais e 4,6 milhões de hectares em APP (SOARES FILHO et al. 2014). Diante desse cenário, o Brasil assumiu o compromisso na COP-21 da United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), de restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas até 2030 para múltiplos usos incluindo não só ações de recuperação da vegetação nativa, mas também reflorestamento com fins silviculturais (PLANAVEG, 2017, BRASIL, 2017). A maior parte da meta de recuperação definida está concentrada na Amazônia e Mata Atlântica (76%), enquanto o Cerrado representa 17%, e Caatinga, Pantanal e Pampa juntos somam 5% do total (PLANAVEG, 2017). Por isto, descrever uma metodologia adequada de restauração contribui para o cumprimento dessas metas (BRANCALION et al. 2016).

Vários modelos para a restauração florestal são utilizados e avaliados quanto ao seu desempenho e recursos empregados na tentativa de reverter esse cenário, e o desafio é encontrar similaridades nos fatores que agregam o sucesso do retorno dos processos ecológicos no início da floresta. Dentre estes, o custo e manutenção devem ser considerados em cada processo da restauração. A maioria dos modelos baseia-se no conceito de sucessão secundária por meio do plantio de mudas associadas a diferentes grupos sucessionais (FERREIRA et al. 2009). No entanto, essa técnica tende a apresentar alto custo e dificuldade de obtenção de mudas de qualidade em determinadas regiões (MENEGHELLO e MATTEI 2004). No plantio por mudas, o alto custo e maior quantidade de mão de obra fazem com que sejam necessárias metodologias que possam reduzir os recursos envolvidos, mas que também propiciem eficiência no retorno dos processos ecológicos para a área (CAMPOS-FILHO et al. 2013).

A restauração chamada de passiva ou regeneração natural pode ser uma das alternativas a ser considerada em muitos locais, porém, em áreas agrícolas abandonadas pode não ser uma boa opção por não ter capacidade de estabelecer espécies dominantes de florestas naturais (ASANOK et al. 2013). Estudos recentes sugerem a semeadura direta como restauração suplementar ao plantio de mudas em função da falta de conhecimento sobre as espécies e a baixa disponibilidade de fornecedores de sementes (CECCON 2013; CECCON et al. 2015). A utilização de mudas em conjunto com a semeadura direta complementa a diversidade da floresta já que muitas espécies têm restrição de uso na semeadura direta. Esse é o caso das espécies com sementes recalcitrantes (CAMPOS-FILHO et al. 2013) ou daquelas com baixo crescimento ou falha de germinação, podendo, no futuro, serem substituídas por mudas via enriquecimento (FREITAS et al. 2019).

O uso da semeadura direta está se tornando alternativa promissora para a restauração em grande escala de áreas degradadas possibilitando densidade de indivíduos por hectare superior ao plantio de mudas (AGUIRRE et al. 2015; FREITAS et al. 2019). Além disso, promove a diminuição de custos, mão de obra e tempo do manejo das plantas daninhas comparada ao plantio de mudas (CAMPOS-FILHO et al. 2013; FREITAS et al. (2019). No entanto, apesar da eficiência da semeadura em campo, requer alta densidade de sementes.

O sistema de semeadura pode ser mecanizado ou manual dependendo do tamanho da área e das condições locais, com a semeadura realizada em berços, linhas ou lanço (CAMPOS-FILHO et al. 2012). Um método particular de utilização da semeadura direta é a muvuca de sementes. Esta técnica vem sendo adotada com sucesso nas cabeceiras do rio Xingu no Centro-Norte de Mato Grosso, por meio da semeadura realizado mecanicamente por plantadeira de grãos, com o coquetel de sementes, de espécies arbóreas, espécies anuais nativas e exóticas não invasoras (CAMPOS-FILHO et al. 2012).

A semeadura direta consiste em plantar espécies para cumprir duas fases essenciais, a fase de estruturação ou gatilho e a de consolidação ou trajetória (BRANCALION et al. 2015; VIANI et al. 2017). Para a seleção das espécies devem ser considerados os fatores autoecológicos, tais como o crescimento, tolerância à sombra, atributos econômicos, e a idade em que as espécies produzem pela primeira vez, de modo que as áreas a serem restauradas possam restabelecer a sucessão secundária e

permitir o uso dos recursos continuamente (BIOFLORA 2015). Com isso, é indicada a combinação de espécies nativas fontes de produtos florestais madeireiros e não madeireiros que constituam três grupos funcionais: inicial, médio e final. Contudo, a eficiência da sementeira direta está ligada à disponibilidade de sementes no mercado, à confiabilidade em suas características de germinação e potencial de estabelecimento (DOUST et al. 2006; DOUST et al. 2008).

Na sementeira direta as sementes devem atingir um nicho de germinação que permita sua emergência e estabelecimento (PIÑA-RODRIGUES et al. 2015). Para o sucesso de qualquer operação de sementeira direta, a preparação completa do local, em especial em cenários de pastagens degradadas, a competição com a vegetação existente (principalmente espécies exóticas herbáceas) é provavelmente a maior limitação ao estabelecimento satisfatório de espécies nativas sementeiras (DOUGLAS et al. 2007). Para isso é preciso conhecer o histórico da área a ser restaurada e realizar um plano operacional de manutenção, de modo que a restauração e as atividades silviculturais atuem em conjunto. Um controle eficiente das plantas daninhas é o principal desafio para a recuperação de um sítio degradado, uma vez que as plantas daninhas estão associadas às causas do desequilíbrio ecológico e ameaçam a conservação da biodiversidade (OLIVEIRA 2017).

Em alguns estados do Brasil o uso de herbicidas é impedido e, portanto, o consórcio de espécies nativas e adubos verdes é uma alternativa para controlar as espécies daninhas e preservar ou restaurar os teores de matéria orgânica no solo (INSERNHAGEM, 2010). Os adubos verdes têm como função o recobrimento inicial da área com efeito de sombreamento e a inibição do desenvolvimento de outras espécies daninhas. Além disto, algumas espécies de adubo verde produzem substâncias secundárias alelopáticas liberadas por lixiviação, sendo carregadas pela água da chuva e do orvalho e que podem afetar o desenvolvimento de outras plantas (VASQUEZ, 2013).

Considerando o exposto, mediante a revisão de literatura foram apresentados os principais conceitos e a situação geral da restauração ecológica, técnicas da sementeira direta e uso dos adubos verdes. A seguir, buscou-se responder às seguintes questões: (a) a cobertura verde (adubo verde) foi efetiva para a reduzir a infestação das plantas daninhas e permitir o estabelecimento das espécies sementeiras? (b) como estas práticas de cultivo afetaram o desenvolvimento e estabelecimento das espécies nativas sementeiras? (c) quais espécies se mostraram sensíveis à competição com o adubo verde?

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Restauração ecológica**

O desmatamento em florestas tropicais continua sendo o principal motor da perda de biodiversidade e um contribuinte considerável para as mudanças climáticas (KETTLE, 2012). Estima-se que 2 bilhões de hectares de florestas e terras agrícolas desmatadas e degradadas em todo mundo devam ser restauradas (CHOKKALINGAM et al. 2018, WRI, 2020). As regiões tropicais concentram 100 milhões de hectares de floresta tropical a serem restauradas (RUIZ-JAEN & AIDE 2005; COLE et al., 2010), Dentro deste cenário a educação ambiental é um fator importante para conscientizar à sociedade na conservação e preservação das florestas existentes, já que o nível de desmatamento é maior do que as restaurações (MOURA, 2018). A preservação das florestas naturais deve ser priorizada, pois é improvável o retorno de todas as características ecológicas da área mesmo tendo alto custo e cumprindo todas as etapas da restauração (SHOO et al., 2015).

A restauração ecológica de florestas tropicais tem o potencial de não apenas contribuir para a conservação da biodiversidade e mitigação das mudanças climáticas, mas também para a sustentabilidade social. Esta alternativa pode ser descrita como o processo de assistência à recuperação de danos, ecossistemas degradados ou destruídos, melhorando os meios de subsistência humanos e relacionamentos dentro da natureza (HOBBS & CRAMER 2008; PERRING ET AL, 2014), esta prática esta se tornando uma ferramenta cada vez mais importante na tentativa da humanidade de gerenciar, conservar e reparar os ecossistemas (HOBBS & CRAMER, 2008).

As estratégias de recuperação mais utilizadas na restauração florestal são a implantação de reflorestamentos, enriquecimento, adensamentos e a condução da regeneração natural (SILVA et al., 2007). Atualmente, novas técnicas têm sido desenvolvidas com base nos conhecimentos ecológicos disponíveis e nas informações fornecidas pelo monitoramento de áreas restauradas, as técnicas mais utilizadas na atualidade na restauração consistem na indução da germinação do banco de sementes, no plantio convencional de mudas e na semeadura direta (RODRIGUES et al., 2010).

## 2.2. *Semeadura direta*

A semeadura direta vem sendo utilizada há muito tempo na agricultura, sendo este sistema eficiente no desenvolvimento da agricultura no mundo, este método está sendo adotado no setor florestal com a utilização de sementes nativas para a restauração de áreas degradadas, chamado como um método de recomposição da vegetação nativa com ótima relação custo-benefício e que promove uma formação ecológica mais semelhante à vegetação original. Este sistema de semeadura direta é uma possibilidade para restaurar áreas degradadas em pequena e larga escala, ao mesmo tempo, o método permite envolver as pessoas no processo (SAMPAIO). É um método barato se comparado ao plantio de mudas porque envolve menos equipamentos e estrutura necessária em viveiros, além de que grandes áreas podem ser semeadas com menos problemas de organização (ARAKI, 2005). A semeadura direta torna-se opção viável, tanto técnica quanto econômica nos projetos de restauração ecológica, onde diversos trabalhos, vêm demonstrando sua eficácia, inclusive em áreas consideradas de baixa resiliência (GUERIN et al., 2012). Esta técnica tem sido praticada na América do Norte (MOULTON & HERNÁNDEZ, 2000) e Europa (NABOS & EPAILLARD, 1995) e recentemente nos trópicos (ENGEL & PARROTTA, 2001; BONILLA-MOHENO & HOLL, 2010).

A semeadura direta pode ser realizada a lanço, linhas ou covas. É recomendável a semeadura a lanço ou em linhas bem próximas por proporcionar um adensamento superior aos outros métodos, pois a semeadura em linhas muito espaçadas ou em covas cobriria mais lentamente o solo (MARTINS, 2015). A semeadura a lanço é mais simples de executar e é esperada uma cobertura mais homogênea da área, enquanto na semeadura em linhas pode haver roçada ou capina nas entrelinhas para controle de plantas indesejáveis (CALIXTO JUNIOR, 2018). Portanto, é necessário saber a densidade ideal de sementes para semeadura de cada espécie, que promova a cobertura rápida do solo de florestas na restauração ecológica. Diversas espécies têm sucesso na semeadura direta, possibilitando inserir certa diversidade nas áreas em restauração, porém outras têm menor sucesso, especialmente as espécies com sementes pequenas e recalcitrantes (SILVA; VIEIRA 2017; PELLIZZARO et al. 2017). Nestes casos o consórcio com plantio de mudas aumentaria a diversidade dos plantios (CALIXTO JUNIOR, 2018).

A eficiência da sementeira direta pode ser medida pela proporção de sementes plantadas que resultam em uma muda estabelecida (KILDISHEVA et al. 2016). O sucesso da sementeira direta como estratégia para garantir a presença de espécies de floresta madura em áreas anteriormente utilizadas para as práticas agrícolas vai depender de dois fatores: semente germinação e sobrevivência de plântulas (BONILLA-MOHENO & HOLL, 2010).

Existem fatores ecológicos e financeiros para o desenvolvimento de métodos mais eficientes de distribuição e estabelecimento de sementes. Não obstante, a necessidade de maximizar a regeneração de sementes para muitos projetos de restauração, há falta de sementes nativas viáveis e facilmente disponíveis, particularmente para aquelas que dependem de sementes de origem selvagem (MORTLOCK 2000; BROADHURST et al. 2015) e essas sementes podem chegar a um preço elevado (MERRITT E DIXON 2011; MASAREI et al., 2019).

Na sementeira de precisão, por outro lado, pode distribuir sementes com mais previsibilidade no preparo do solo, favorecendo condições propícias à germinação, emergência e estabelecimento, aumentando a eficiência geral do uso de sementes (MASAREI et al., 2019). A sementeira de precisão garante que as sementes sejam cobertas e incorporadas no perfil do solo, aumentando o contato semente-solo (SHELEY et al. 2006; ROWE 2010) e protegendo as sementes da predação (DeFALCO et al. 2012). A colocação de sementes em micro-sítios ideais pode levar a porcentagens de germinação muito mais altas do que a transmissão de sementes na superfície do solo (HALLETT et al. 2014; THETFORD et al. 2015; ROKICH 2016) e, portanto, levar a um custo mais baixo por planta estabelecida (MASAREI et al., 2019). Por outro lado, a sementeira direta pode demandar maior quantidade de sementes, que estão mais sujeitas às ações de fatores bióticos e abióticos e que vão determinar o sucesso de sua utilização (BALANDIER et al., 2009), como condições de solo, vegetação competidora, predadores de sementes ou plântulas, entre outros (SMITH et al., 1997; CECCON et al., 2015).

Apesar da necessidade de se obter rápido estabelecimento da vegetação na restauração de ecossistemas degradados com o uso da sementeira direta, não há uma metodologia padrão para se determinar a densidade de sementes ideal para tais projetos (BURTON et al., 2006). Outro fator que também deve ser observado é o tamanho das sementes, o qual em algumas situações pode influenciar na emergência e no estabelecimento das plantas em sítios degradados (DOUST et al., 2006). Estudos

realizados por Camargo et al. (2002) e Ferreira (2009) indicaram que o tamanho das sementes influenciou a emergência e o crescimento inicial das plântulas. Doust et al. (2006) observaram que o tamanho da semente é um importante fator para o estabelecimento da plântula na semeadura direta, sendo que as sementes maiores apresentaram maiores taxas de germinação em relação às sementes menores e intermediárias.

Em estudos de semeadura direta, Engel et al. (2002) observaram que, embora o desempenho não seja satisfatório, o baixo custo justifica esta alternativa econômica para a recuperação florestal. A semeadura direta é uma promissora alternativa para implantação de povoamentos florestais, pois como verificado por Araki (2005) obtém-se bons resultados iniciais quanto ao custo de implantação e ao estabelecimento de espécies florestais, expressando assim, necessidade e relevância de aprimoramento para aperfeiçoar seu uso.

### **2.3. *Adbos verdes***

A perda de biodiversidade é uma crise global, causada principalmente pela destruição de habitats e invasões não-nativas generalizadas. As gramíneas invasoras são particularmente problemáticas em muitos países tropicais nos ecossistemas, onde possuem características que promovem sua persistência e pode alterar drasticamente as comunidades vegetais nativas (AMMONDT & LITTON, 2011).

Ao longo do processo de restauração ecológica normalmente são necessárias várias intervenções para o controle das plantas daninhas (GONÇALVES et al., 2003), principalmente gramíneas exóticas invasoras, que prejudicam o desenvolvimento de mudas em projetos de restauração florestal (FLORY & CLAY, 2010; CORNISH & BURGIN, 2005). Os custos envolvidos na implantação e manutenção dos projetos de restauração florestal geralmente são elevados (MELO, 2005) e os métodos de controle de plantas daninhas são poucas eficientes, o que reduz o crescimento das espécies nativas plantadas (GONÇALVES et al., 2003).

O sucesso da semeadura direta está na dependência da criação de um microambiente com condições tão favoráveis quanto possíveis para uma rápida emergência e estabelecimento das plântulas e mudas (SMITH, 1986; PRADELLA et al., 2006). Para isso, alguns fatores devem ser levados em consideração, como as características do solo, temperatura, luz, umidade, competição com gramíneas, herbivoria, dormência e qualidade das sementes (BOTELHO & DAVIDE, 2002). Em

algumas situações, faz-se necessário proteger as sementes e plântulas para favorecer o desenvolvimento das espécies (JINKS et al., 2006; FERREIRA et al., 2007).

A rápida cobertura de uma área pode auxiliar no controle das plantas competidoras (FLORENTINE & WESTBROOKE, 2004; BALANDIER et al., 2009; WILLOUGHBY & JINKS, 2009), uma vez que o crescimento dessas espécies é inibido pelo sombreamento da área. Uma das alternativas para a criação dessa cobertura do solo é o uso de espécies de bom crescimento e boa cobertura do solo em curto prazo (RODRIGUES et al., 2009) especialmente aquelas que consideradas eficientes para adubação verde com espécies leguminosas arbustivas de rápido crescimento, em vários estudos vem sendo utilizados os adubos verdes como cobertura inicial na semeadura direta, criando microclimas e favorecendo no estagio inicial da germinação das sementes ( MOREIRA, 2004; CASTRO, 2013).

Dentre os métodos de semeadura direta utilizada na restauração florestal, a mistura de sementes de adubo verde e espécies florestais em suas diferentes classes de sucessão e hábito é conhecida como “muvuca de sementes” (CAMPOS-FILHO et al., 2013). O uso de espécies de diferentes ciclos de vida, como as agrícolas de curta vida proporcionam melhor estrutura do solo possibilitando um microclima úmido para o início da emergência das espécies florestais (ISA, 2020).

As espécies de adubos verdes mais utilizados nos projetos de restauração são a *Crotalaria juncea* L., *Crotalaria ochroleuca* G. Don., *Cajanus cajan* (L.) e *Canavalia ensiformis* (L.) DC. Essas espécies são de rápido crescimento, porém de ciclo de vida curto e formam uma cobertura de dossel (LAMB, 2005), sombreando gramíneas e ervas daninhas, o que facilita a colonização do local por uma gama mais ampla de espécies (ELLIOTT et al., 2003). Além disso, essas espécies são capazes de realizar a fixação biológica de nitrogênio, interagir com as micorrizas e contribuir com o aporte de biomassa na serrapilheira (MACEDO et al., 2008; JUNIOR et al., 2009). Dessa forma, podemos promover a melhora nas condições do solo (ALCANTAR et al, 2000; SEVERINO & CHRISTOFFOLETI, 2001; LEONIDAS et al., 2000; FONTANETTI et al., 2004) e conseqüentemente o melhor desenvolvimento das mudas. A maioria das espécies de adubo verde apresentam a capacidade de restringir o desenvolvimento de espécies daninhas especialmente a Braquiária (FONTANETTI, 2003; ERASMO et al., 2004; BECHARA, 2006) ou também restringir o recrutamento a partir do banco de sementes (VITORIA FILHO et al., 2001; SEVERINO & CHRISTOFFOLETI, 2001), contribuindo na redução do nível de infestação da área pelas plantas indesejadas

(FAVERO et al., 2001), seja pela sua presença na área, ou pela cobertura do solo promovida pela palhada gerada após roçada (MATHEIS, 2004).

Em estudo de Beltrame e Rodrigues (2008) relataram que a mortalidade de espécies arbóreas pioneiras foi reduzida quando houve a semeadura simultânea de espécies pioneiras e feijão guandu em relação ao plantio de espécies pioneiras introduzidas na ausência do feijão guandu. Inúmeros pesquisadores já avaliaram a importância e eficiência de *C. cajan* e *C. ensiformis* em promover um ambiente favorável para o estabelecimento inicial de espécies mediante técnicas nucleadoras (BELTRAME, 2013; RESENDE & PINTO, 2013; SOUZA & PIÑA-RODRIGUES, 2013; MACHADO et al., 2014; PIETRO-SOUZA & SILVA, 2014; SILVA et al., 2014), mas poucos estudos descrevem sua importância relativa para a estrutura da comunidade vegetal de plântulas (FREITAG et al., 2018), estas espécies podem atuar potencializando os processos de restauração favorecendo os processos de interação ecológica da comunidade.

## CAPITULO 2

López, Alex Mauri Tello. O DILEMA DO USO DA ADUBAÇÃO VERDE E DA FERTILIZAÇÃO NA TRAJETÓRIA DA SEMEADURA DIRETA EM FLORESTA DECIDUAL. Programa de Pós Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis- PPGPUR- Tese (Doutorado em “Planejamento e uso de recursos renováveis”) – Centro de Ciências e Tecnologias para Sustentabilidade, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2020.

### O DILEMA DO USO DA ADUBAÇÃO VERDE E DA FERTILIZAÇÃO NA TRAJETÓRIA DA SEMEADURA DIRETA EM FLORESTA DECIDUAL

#### RESUMO

A sementeira direta na restauração florestal proporciona o aumento da diversidade e rápida cobertura do solo. O objetivo deste estudo foi avaliar como o uso de adubos verdes, calagem e fertilização influenciaram o sucesso da sementeira direta por muvuca em área de Floresta Estacional Decidua em São Paulo. Foram utilizadas 41 espécies que corresponderam a 243 kg/ha de sementes, sendo 31 espécies florestais nativas, 5 espécies de adubo verde e 5 espécies agrícolas plantadas em berços de sementeira de 5 centímetros de profundidade espaçados 1,0 m entre linhas e 0,5 m nas linhas de sementeira. Em 400 m<sup>2</sup>, foram estabelecidos quatro tratamentos de 10 x 10 m: TA - sem adubação e sem calcário. TB - 20 g/berço de plantaço de fertilizante NPK 08-28-16 equivalente a 400 kg/ha. TC - 95 g/berço de plantaço de calcário equivalente a 2 T/ha. TD-20 g de fertilizante NPK 08-28-16 (400 kg/ha) e 95 g de calcário/berço de sementeira (2 T/ha). A cobertura média total das plantas daninhas foi de 24,1 ± 14,3% e de adubação verde foi de 30,4 ± 15,7%, destacando-se entre estas *Carnivalia ensiformis* representando 83,6% da cobertura total de adubos verdes, seguida por *Ricinus communis* L. (6,2%), *Crotalaria juncea* (6,2%) e *Senna occidentalis* (L.) (4,1%). Aos 854 dias após a sementeira sobreviveram 375 indivíduos arbóreos distribuídos em 19 espécies, representando 61,3 % das espécies arbóreas semeadas, com densidade 14.045 indivíduos/ha. A sobrevivência foi alta (80,1 ± 25,8%), para as 19 espécies até aos 854 dias. Os tratamentos não influenciaram a cobertura do solo com adubos verdes ( $X^2= 0,331$ ;  $p= 0,9502$ ), espécies agrícolas ( $X^2= 0,474$ ;  $p= 0,1379$ ) e plantas daninhas ( $F= 2,46$ ;  $p= 0,1129$ ). Contudo houve significativa variação da taxa de cobertura do solo ao longo do tempo ( $F= 93,30$ ;  $p < 0,01$ ) tanto para os adubos verdes, agrícolas e plantas daninhas ( $F= 84,94$ ;  $p < 0,01$ ) quanto para sua interação ( $F= 117,26$ ;  $p < 0,01$ ). Em relação na Análise de Componentes Principais (PCA), foi observado que o eixo 1 foi afetado pela cobertura das plantas daninhas e, em menor correlação pela sobrevivência aos 365 dps. Em relação ao estabelecimento das espécies (854 dps), o efeito da germinabilidade e da probabilidade de sucesso não foram representativos para a maioria das espécies, com exceção apenas do grupo composto por *Erythrina verna* (ERY VER) e *Sapindum saponaria* (SAPSAP). Das espécies arbóreas testadas, seis apresentaram potencial para uso em larga escala na restauração por sementeira direta e os adubos verdes foram eficientes em promover a cobertura inicial do solo reduzindo a matocompetição, mais afetou a algumas espécies no desenvolvimento e estabelecimento.

**Palavras chaves:** Restauração, Muvuca de sementes, Adubos Verdes

López, Alex Mauri Tello. O DILEMA DO USO DA ADUBAÇÃO VERDE E DA FERTILIZAÇÃO NA TRAJETÓRIA DA SEMEADURA DIRETA EM FLORESTA DECIDUAL. Programa de Pós Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis- PPGPUR- Tese (Doutorado em “Planejamento e uso de recursos renováveis”) – Centro de Ciências e Tecnologias para Sustentabilidade, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2020.

## **THE DILEMMA OF GREEN AND TRADITIONAL FERTILIZATION DRIVING THE TRAJECTORY OF DIRECT SEEDING**

### **ABSTRACT**

Direct sowing in forest restoration provides increased diversity and rapid soil coverage. The objective of this study was to evaluate how the use of green manures, liming and fertilization influenced the success of direct sowing by muvuca in an area of Deciduous Seasonal Forest in São Paulo. 41 species were used that corresponded to 243 kg / ha of seeds, being 31 native forest species, 5 species of green manure and 5 agricultural species planted in sowing cribs 5 cm deep spaced 1.0 m between rows and 0.5 m in the planting lines. In 400 m<sup>2</sup>, four treatments of 10 x 10 m were established: TA - without fertilization and without limestone. TB - 20 g / NPK 08-28-16 fertilizer planting cradle equivalent to 400 kg / ha. TC - 95 g / lime planting cradle equivalent to 2 T / ha. TD-20 g of fertilizer NPK 08-28-16 (400 kg / ha) and 95 g of limestone / planting cradle (2 T / ha). The average total coverage of invasive species was 24.1 ± 14.3% and green manure was 30.4 ± 15.7%, standing out among these *Carnavalia ensiformis* representing 83.6% of the total green manure coverage, followed by *Ricinus communis* L. (6.2%), *Crotalaria juncea* (6.2%) and *Senna occidentalis* (L.) (4.1%). For the category of agricultural species, an average value of 6.4% of the total coverage was observed. At 854 days after sowing, 375 tree individuals, distributed in 19 species, survived, representing 61.3% of the sown tree species, with a density of 14,045 individuals / ha. The highest frequency of species was Fabaceae (6 species), Euphorbiaceae and Anacardiaceae (2 species each). Survival was high (80.1 ± 25.8%), for the 19 species up to 854 days. The treatments did not influence the soil cover with green manure ( $X^2 = 0.331$ ;  $p = 0.9502$ ), agricultural ( $X^2 = 0.474$ ;  $p = 0.1379$ ) and invasive ( $F = 2.46$ ;  $p = 0.1129$ ). However, there was a significant variation in the soil cover rate over time ( $F = 93.30$ ;  $p < 0.01$ ) for both green, agricultural and invasive fertilizers ( $F = 84.94$ ;  $p < 0.01$ ) and for their interaction ( $F = 117.26$ ;  $p < 0.01$ ). In relation to soil management, the control (TA) showed an emergency of 155 individuals representing 41.3% of those established, significantly higher ( $F = 5.611$ ;  $p = 0.0122$ ) than the treatments with fertilization (TC) and with liming and fertilization (TD). The composition and abundance by species was similar for TC and TD, with TA and TD differing only in composition. In relation to Principal Component Analysis (PCA), it was observed that axis 1 was affected by invasive coverage and, to a lesser extent, by survival at 365 dps. Regarding the establishment of the species (854 dps), the effect of germinability and the probability of success were not representative for most species, except for the group composed of *Erythrina verna* (ERY VER) and *Sapindum saponaria* (SAPSAP). The species were more influenced by growth in height and diameter and by survival (Greater correlation with axis 2). Of the tree species tested, six showed potential for large-scale use in restoration by direct seeding and green manures were efficient in promoting initial soil cover, reducing weed competition, most affects some species in development and establishment.

**Key words:** Restoration, Seed muvuca, Green fertilizers

### 3. INTRODUÇÃO

As regiões tropicais concentram 100 milhões de hectares de floresta tropical a serem restauradas, nas quais a semeadura direta pode ser uma das alternativas promissoras, possibilitando a aceleração do processo de recolonização e sucessão secundária (RUIZ-JAEN & AIDE 2005; COLE et al. 2010). A semeadura direta é uma técnica viável, devido à sua praticidade, rapidez e baixo custo de implantação (FERREIRA et al. 2007; FREITAS et al. 2019). Esta técnica consiste em plantar espécies para cumprir duas fases essenciais, a fase de estruturação ou gatilho, na qual espécies de árvores e arbustos de cobertura ou pioneiras fecham o dossel e sombreiam espécies indesejadas, e a de consolidação ou trajetória, na qual uma alta diversidade de espécies com maior ciclo de vida garante a trajetória sucessional da floresta após as espécies responsáveis pela estruturação senescerem (BRANCALION et al. 2015; VIANI et al. 2017).

Contudo, na semeadura direta, a ação direta dos filtros ambientais atua na comunidade e podem afetar a assembleia de espécies em função das práticas de manejo desde a emergência das sementes até o estabelecimento (LAUGHLIN 2014). Isto evidencia a necessidade de avaliar e quantificar como práticas culturais convencionais como o uso de adubos verdes, calagem e adubação química interferem na trajetória da restauração ao longo do tempo. Assim, desde a emergência das primeiras sementes, o controle da matocompetição deve evitar a concorrência das plântulas com as plantas daninhas.

Áreas cobertas por gramíneas exóticas podem se manter estáveis, resistindo à colonização de espécies nativas (SUDIN et al. 2004). Por isso, encontrar espécies e técnicas de plantio que acelerem o fechamento do dossel, sombreando e reduzindo a presença de gramíneas exóticas, é importante para reduzir os custos com o controle de plantas daninhas (KAGEYAMA et al. 2003; RODRIGUES et al. 2007). Para tanto, na semeadura direta é preciso, criar condições favoráveis para o a emergência das sementes e estabelecimento de plântulas de espécies tardias que colonizam a área ou que foram plantadas (HOLL et al. 2000; ZAHAWI, 2005). Para se obter rápido recobrimento, a semeadura direta emprega alta densidade sementes e diversidade de espécies visando aumentar a probabilidade de sucesso do estabelecimento das plântulas.

A técnica de semeadura direta por muvuca mistura sementes com alta riqueza de espécies nativas por semeadura mecanizada ou manual, com o objetivo de acelerar o processo de recolonização (CAMPOS-FILHO et al., 2013). Para criar condições

microclimáticas necessárias ao desenvolvimento das espécies nativas são introduzidas no composto, sementes de algumas espécies exóticas anuais não invasoras, como Feijão de Porco (*Canavalia ensiformis*), Feijão Guandu (*Cajanus cajan*) ou Crotalária (*Crotalaria juncea*), consideradas como adubação verde. A principal vantagem da utilização de espécies leguminosas na adubação verde refere-se à possibilidade de redução da quantidade de nitrogênio aplicado na adubação química. Essas Fabaceae têm a capacidade de fixar o N<sub>2</sub> atmosférico, por meio de simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium/Bradyrhizobium* nas raízes, enriquecendo-se o solo e aportando com matéria orgânica (ESPÍNDOLA, 1997; MATEUS & WUTKE, 2006). Na semeadura direta as condições do solo são o primeiro filtro para o estabelecimento da plântula após o consumo de suas reservas. O uso de plantas com potencial de enriquecer o solo e a adubação para plantios de espécies nativas visa dar suporte ao desenvolvimento inicial das mudas e a própria ciclagem de nutrientes a partir do aporte da serapilheira e deverá proporcionar os nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas (ESPÍNDOLA, 1997).

O uso da adubação verde consorciada com espécies arbóreas nativas visa também o controle de competidores (INSERHNAGEM, 2010). Algumas espécies de adubo-verde agem por efeito de sombreamento e outros por inibir o desenvolvimento de outras espécies pela produção de substâncias secundárias alelopáticas (VASQUEZ, 2013). Plantas daninhas como a tiririca *Cyperus rotundus* e o Picão-preto *Bidens pilosa* L. podem ser inibidas por efeito alelopático causado pela Mucuna-preta (*Mucuna pruriens*) (FONTANÉTTI, 2003). Isso foi constatado para o feijão de porco que, mesmo em condições de baixa densidade de semeadura, apresentou efeito alelopático inibidor sobre *C. rotundus* (MAGALHÃES & FRANCO, 1962). Ao mesmo tempo, a maioria das espécies de adubos verdes apresentam a capacidade de restringir o desenvolvimento de braquiárias – *Urochloa* sp. (BECHARA, 2006), ou também de restringir o seu recrutamento a partir do banco de sementes (CAETANO et al., 2001; SEVERINO & CHRISTOFFOLETI, 2001). Essas espécies de adubação verde podem contribuir de forma decisiva para a redução do nível de infestação da área pelas plantas daninhas (FAVERO et al., 2001), seja pela sua presença na área, ou pela cobertura do solo promovido no ciclo de vida delas ou pela palhada gerada após a roçada (MATHEIS, 2004). Contudo, é preciso estabelecer até que ponto a adubação verde, ao competir com as plantas daninhas, também pode afetar as a emergência, desenvolvimento e

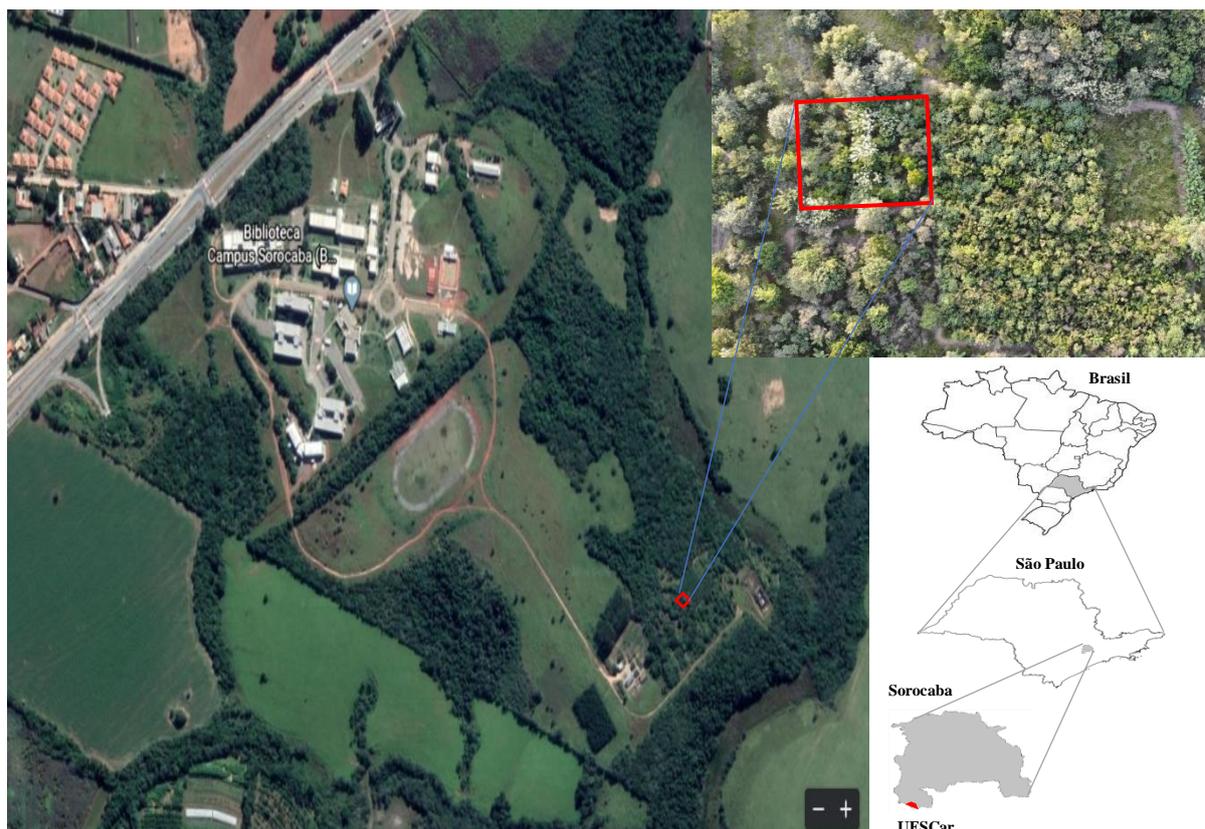
estabelecimento das espécies florestais usadas na restauração e como interage com as demais plantas.

Diante este cenário, esta pesquisa pretende avaliar como as práticas de uso de cobertura verde e adubação afetaram as respostas e a trajetória da restauração por semeadura direta com espécies florestais de Floresta Estacional. A cobertura do solo com adubos verdes e o uso de práticas tradicionais de calagem e adubação foram avaliados em relação à emergência das sementes e o desenvolvimento e estabelecimento das mudas ao longo de 854 dias. Espera-se que a adubação verde controle a cobertura do solo das plantas daninhas na fase inicial, sem afetar a emergência das espécies. Contudo, prevê-se que a competição por luz com os adubos verdes possa afetar o desenvolvimento (crescimentos em altura e diâmetro) das espécies exigentes em luz, mas não a sua sobrevivência ao final dos dois anos. Em relação à adubação tradicional, a prática de calagem e adubação favorecerá a rápida cobertura do solo com as espécies florestais, beneficiando a trajetória inicial da restauração com o desenvolvimento e estabelecimento de maior densidade de plantas e diversidade de espécies já aos 854 dias. Para tanto pretende-se responder às seguintes questões: (a) a cobertura verde (adubo verde) foi efetiva para a reduzir a infestação de plantas daninhas e permitir o estabelecimento das espécies semeadas? (b) como estas práticas de cultivo afetaram o desenvolvimento e estabelecimento das espécies nativas semeadas? (c) quais espécies se mostraram sensíveis à competição com o adubo verde?

#### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

##### **4.1. Área de estudo**

O presente estudo foi realizado em Sorocaba, São Paulo, Brasil (23°35'07.77"S - 47°31'05.90" O), em paisagem de Floresta Estacional com manchas de Cerrado, caracterizando-se como zona de tensão ecológica, com nível de degradação formada por mosaicos em estágio intermediário de sucessão (CORRÊA et al. 2014) circundados por pastagem degradada de braquiária (*Urochloa decumbens* Syn. *Brachiaria decumbens*) (Figura 1). O clima segundo a classificação de Köppen-Geiger é do tipo *Cwa* com média de precipitação anual de 1355 mm com meses mais secos de abril a setembro e temperatura média de 20,8°C (INMET, 2010). Os solos são das classes Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico e Latossolo Vermelho distrófico (ROSSI & OLIVEIRA, 2000).



**Figura 1.** Localização da área de estudo, Semeadura Direta por Muvuca. Sorocaba, São Paulo, Brasil. Em 29 de outubro de 2016.

#### 4.2. *Espécies*

As sementes utilizadas foram adquiridas em 2016 na Rede de Sementes do Xingu, com origem na Floresta Estacional. Foram utilizadas 41 espécies, distribuídas em três categorias, 31 espécies florestais, 5 espécies agrícolas e 5 espécies de adubo verde (Tabela 1).

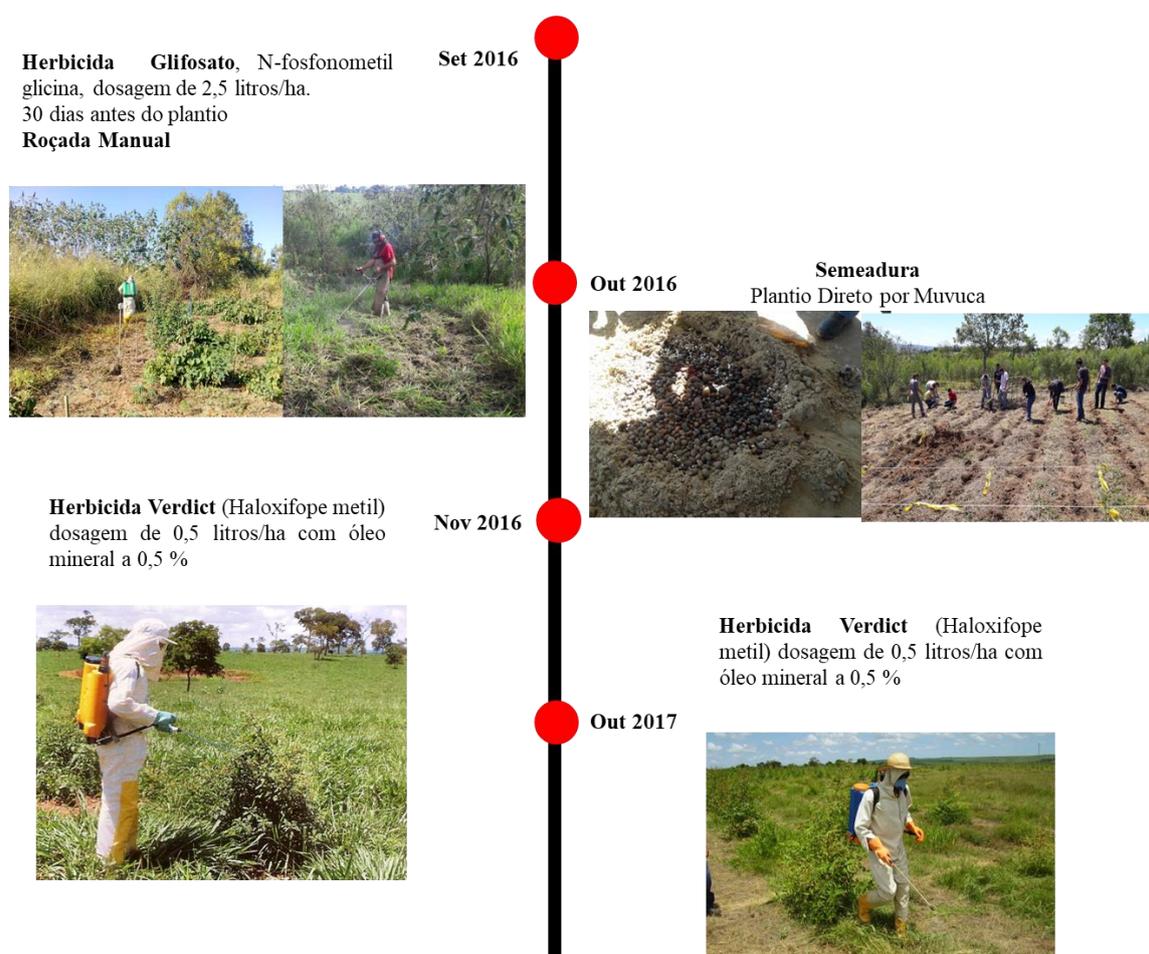
**Tabela 1:** Lista de espécies e quantidades empregadas na semeadura direta em área de Floresta Estacional Decidual em Sorocaba-SP.

Nome comum	Nome científico	Família	Categoria	Nº de sementes por quilo	Tamanho	Sementes utilizadas (400 m <sup>2</sup> /kg)	Número de sementes/ha
<b>Abricó da mata</b>	<i>Clusia cf. spiritu-sanctensis</i> G.Mariz & B.Weinberg	Lecythidaceae	Florestais	500	G	0,2	2500
<b>Araça roxo</b>	<i>Psidium cf rufum</i> Mart. ex DC.	Myrtaceae	Florestais	2000	P	0,1	5000
<b>Aroeirinha, pimenta-rosa</b>	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Anacardiaceae	Florestais	44000	P	0,2	220000
<b>Bacupari da mata</b>	<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	Clusiaceae	Florestais	500	P	0,2	2500
<b>Boleira</b>	<i>Joannesia princeps</i> Vell.	Euphorbiaceae	Florestais	191	G	1,1	5252,5
<b>Brejaúva</b>	<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	Arecaceae	Florestais	62	G	0,2	310
<b>Cajámanga</b>	<i>Spondias lutea</i> L.	Anacardiaceae	Florestais	200	G	0,1	500
<b>Cajazinho</b>	<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	Florestais	830	G	0,8	16600
<b>Caju</b>	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	Florestais	223	G	0,2	1115
<b>Camará</b>	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	Asteraceae	Florestais	200000	P	0,01	50000
<b>Coco-inaiá</b>	<i>Attalea humilis</i> Mart.	Arecaceae	Florestais	47	G	0,2	235
<b>Embaúba</b>	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Urticaceae	Florestais	177700	G	0,1	444250
<b>Fumo-bravo</b>	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Solanaceae	Florestais	300000	P	0,01	75000
<b>Guapuruvu</b>	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	Fabaceae	Florestais	1200	G	0,1	3000
<b>Ipê-amarelo</b>	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Bignoniaceae	Florestais	86000	P	0,05	107500
<b>Jatoba</b>	<i>Hymenaea coubaril</i> L.	Fabaceae	Florestais	250	G	0,1	625
<b>Leiterinha</b>	<i>Sapium glandulosum</i>	Euphorbiaceae	Florestais	15700	M	0,05	19625
<b>Maricá</b>	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) kuntze	Mimosaceae	Florestais	70000	P	0,1	175000
<b>Mulungu</b>	<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	Fabaceae	Florestais	1863	M	0,1	4657,5
<b>Murici-mirim</b>	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Malpighiaceae	Florestais	5500	M	0,1	13750

<b>Olho de boi cipó</b>	<i>Dioclea violacea</i> Mart. ex Benth.	Fabaceae	Florestais	220	G	0,1	550
<b>Palmito-Amargo</b>	<i>Polyandrococos caudescens</i> (Mart.) Barb. Rodr.	Areceaceae	Florestais	137	G	0,1	342,5
<b>Pata de vaca</b>	<i>Bauhinia variegata</i>	Fabaceae	Florestais	17000	M	0,1	42500
<b>Pau-Brasil-Branco</b>	<i>Abarema cf. langsdorffii</i> (Benth.) Barneby & J.W. Grimes	Fabaceae	Florestais	500	M	0,15	1875
<b>Jerivá</b>	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Areceaceae	Florestais	350	G	0,2	1750
<b>Roxinho, ferrinho</b>	<i>Dialium guianense</i> (Aublet) Sandw.	Fabaceae	Florestais	3620	M	0,1	9050
<b>Saboneteira, Jerica</b>	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Sapindaceae	Florestais	1260	M	0,2	6300
<b>Tamboril</b>	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	Fabaceae	Florestais	2000	M	0,15	7500
<b>Tento, Olho-de-cabra</b>	<i>Ormosia cf. arborea</i> (Vell.) Harms	Fabaceae	Florestais	1500	M	0,1	3750
<b>Tento-carolina</b>	<i>Adenantha pavonina</i> L.	Fabaceae	Florestais	1000	M	0,1	2500
<b>Urucum</b>	<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae	Florestais	41150	P	0,2	205750
<b>Abobora</b>	<i>Curcubita</i> sp.	Cucurbitaceae	Agrícola	2000	M	0,25	12500
<b>Cabacinha</b>	<i>Lagenaria</i> sp.	Cucurbitaceae	Agrícola	1000	M	0,1	2500
<b>Maracujá</b>	<i>Passiflora</i> sp.	Passifloraceae	Agrícola	35200	P	0,1	88000
<b>Mamão</b>	<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	Agrícola	38000	P	0,05	47500
<b>Goiaba</b>	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	Agrícola	40000	P	0,1	100000
<b>Crotalária baixa</b>	<i>Crotalaria</i> sp.	Fabaceae	Adubo verde	58000	P	0,2	290000
<b>Fedegoso</b>	<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	Fabaceae	Adubo verde	35000	P	0,1	87500
<b>Feijão de porco</b>	<i>Canavalia ensiformis</i> (L.) DC.	Fabaceae	Adubo verde	712	G	3	53400
<b>Feijão de guandul</b>	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.	Fabaceae	Adubo verde	16000	P	0,1	40000
<b>Mamona</b>	<i>Ricinus communis</i> L.	Euphorbiaceae	Adubo verde	2000	M	0,2	10000
<b>Total</b>				<b>1203415</b>		<b>9,72</b>	<b>2160687,5</b>

#### 4.3. Preparo e manejo da área experimental para a semeadura direta

A área de estudo correspondeu a 400 m<sup>2</sup> divididos em quatro parcelas experimentais de 10 x 10 m. Para o controle da matocompetição, aos 30 dias antes da semeadura, a vegetação da área foi submetida ao dessecamento com o uso do herbicida sistêmico Glifosato, N-fosfonometil glicina, aplicado em área total via pulverizador costal na dosagem de 2,5 litros/ha. Em seguida, toda a área foi roçada manualmente propiciando total controle de pequenos arbustos existentes. Aos 45 dias após semeadura foi realizada a primeira aplicação do herbicida Verdict (Haloxifope metil) na área total na dosagem de 0,5 litros/ha com óleo mineral a 0,5 % do volume de calda de 300L para o controle de braquiária. A segunda aplicação do herbicida Verdict foi realizada aos 365 dias após semeadura (Figura 2).



**Figura 2.** Linha do tempo das praticas culturais. Semeadura direta por muvuca, Sorocaba, São Paulo, Brasil. 29 de outubro de 2016.

As práticas de adubação tradicional foram testadas empregando-se quatro tratamentos: Testemunha (A), sem aplicação de adubo formulado e/ou calcário; apenas adubação (B) com 20 g / berços de NPK 08-28-16, equivalente a 400 kg/ha; apenas calagem (C) com 95 g / berços de Calcário, equivalente a 2 T/ha e com adubação e calagem (D), aplicando-se 20g de NPK 08-28-16 (400 kg/ha) e 95 g de Calcário / berços (2 T/ha).

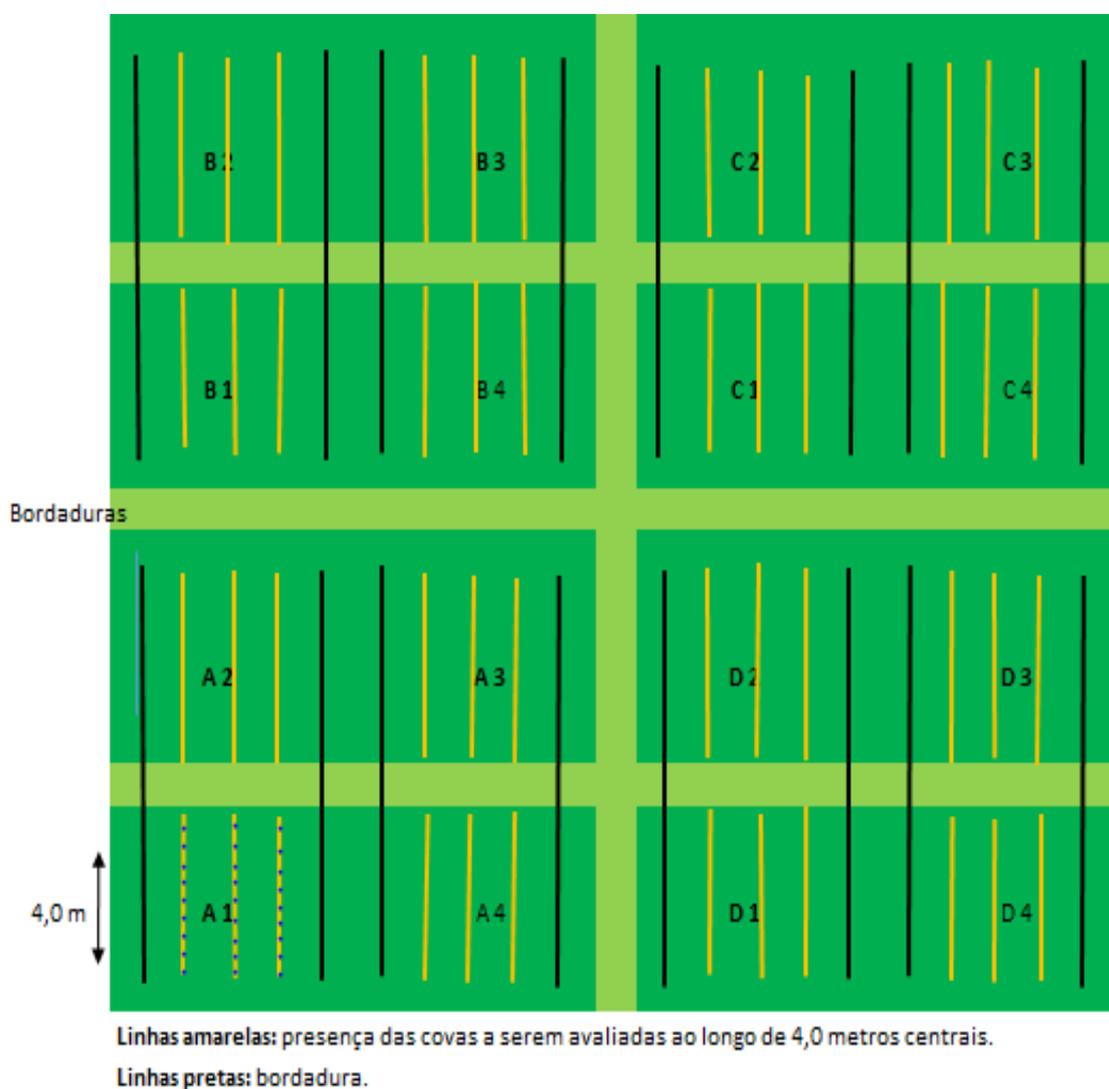
Para a semeadura direta realizada no início da estação chuvosa, em outubro de 2016, em toda área foram abertos berços de semeadura com profundidade de 5 centímetros espaçados de 1,0 m entre linhas e 0,5 m nas linhas de semeadura. Para o preparo da mistura de sementes (muvuca) foram utilizadas cerca de 243 kg/ha; (2.160.687 sementes/ha) de sementes, das quais 138 kg/ha (56,8%) foram de espécies florestais, 90 kg/ha de adubo verde (37%) e 15 kg/ha de espécies agrícolas (6,17%), misturadas a 50 kg de areia/ha. A semeadura foi manual realizada nos berços e semeadas com auxílio de misturador para homogeneizar a quantidade de muvuca utilizada. Após a semeadura, a muvuca foi coberta por fina camada de solo (Figura 3).



**Figura 3.** Preparo e Manejo da área experimental para a semeadura direta por Muvuca. Sorocaba, São Paulo, Brasil. 29 de outubro de 2016.

#### 4.4. Amostragem das variáveis e análise de dados

Em cada uma das quatro parcelas de 100 m<sup>2</sup> foram distribuídos ao acaso os tratamentos de adubação, subdivididos em quatro unidades amostrais de 4 x 4 m (repetições) com 1 m de bordadura entre elas (Figura 4). Mensalmente, dos 30 aos 365 dias após a semeadura (*dps*), obteve-se a taxa percentual de cobertura por adubo verde e a presença de plantas daninhas e gramíneas nas entrelinhas empregando-se um quadro de 0,5 x 0,5 lançados em 4 pontos de cada repetição. As espécies dominantes na cobertura do solo foram identificadas, contadas e foi determinada a porcentagem de cobertura do solo por espécie.



**Figura 4.** Croqui representativo da distribuição dos tratamentos nas parcelas do experimento de semeadura direta localizado em Sorocaba, São Paulo. Letras maiúsculas representam os tratamentos (A- testemunha; B- com adubação; C - com calagem; D- com adubação e calagem) e os números representam as repetições.

A trajetória temporal da restauração foi avaliada com base na formação da estrutura da comunidade ao longo das etapas de emergência, desenvolvimento e estabelecimento das plantas. A amostragem para avaliação da emergência e estabelecimento das plantas foi realizada em 2/3 da área semeada totalizando 267 m<sup>2</sup>. A emergência foi determinada pela contagem das sementes germinadas e pelo número de plântulas obtidas por unidade amostral. A germinabilidade ( $G\%$ ) das sementes foi calculada pela fórmula  $G\% = (E/N) * 100$ , onde  $N$  é o número de sementes semeadas por espécie,  $E$  é a emergência, representada pelo número de sementes germinadas em campo dos 30 até os 365 e aos 854 *dps*. A sobrevivência ( $S\%$ ) foi determinada como  $(S = N/E) * 100$ , onde  $N$  é o número de plantas sobreviventes e  $E$  a emergência obtida aos 365 e 854 dias após a semeadura.

O desenvolvimento e estabelecimento foram determinados pelo número de plântulas e/ou mudas de arbóreas por repetição de cada tratamento, calculando-se a abundância (nº de plantas) e a densidade (nº de plantas/há) por período mensal de monitoramento dos 30 aos 365 *dps* e aos 854 *dps*. O sucesso da semeadura direta foi avaliado com base na taxa de emergência ( $E$ ) de sementes, classificada em baixa ( $E < 10\%$ ), média ( $10\% < E < 40\%$ ) e alta ( $E > 40\%$ ), de estabelecimento, calculada com base no número de plantas estabelecidas.

#### **4.5. Análise dos dados**

A comparação entre as práticas de adubação foi realizada em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), subdividido no tempo, com quatro tratamentos e quatro repetições com unidades amostrais compostas por 27 Berços de semeadura direta de Muvuca por repetição. Na análise de variância os dados de abundância de plantas (nº de indivíduos) e % média de cobertura do solo por adubos verdes aos 365 *dps* foram transformados para  $\sqrt{(x + 0,5)\%}$ , realizando-se a seguir o teste de Tukey para comparação de médias a 5% de probabilidade. Para os dados que não apresentaram normalidade, foi utilizada a análise de Kruskal-Wallis e as médias avaliadas por Mann-Whitney. Para se verificar o efeito da adubação tradicional sobre a diversidade de espécies foi calculado o Índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ), a equabilidade por Pielou ( $J'$ ) e a riqueza ( $S$ ) segundo Magurran (2004) empregando-se o programa PAST 3.6. A similaridade da composição botânica entre os tratamentos foi analisada por meio do índice de Jaccard ( $SJ$ ) que expressa a semelhança entre ambientes,

baseando-se no número de espécies comuns. Para verificar a similaridade entre as áreas em relação à composição e abundância de plantas por espécie em cada tratamento foi utilizada a análise de agrupamento empregando-se o método de médias aritméticas não ponderadas (UPGMA) e distância Euclidiana que proporcionou o maior coeficiente cofenético. Como dissimilares foram considerados os grupos formados pelo dendrograma com mais de 50% da amplitude total observada.

A análise das relações aos 365 e 854 dias entre as variáveis de cobertura do solo, emergência, desenvolvimento e estabelecimento com as espécies foi realizada pela análise de componentes principais (PCA), aplicando-se o método de vara quebrada para selecionar os eixos significativos (PEARSON 1901). Inicialmente, para verificar o efeito da adubação verde até os 365 *dps*, estabeleceu-se uma matriz de  $x$  espécies (linhas) e  $y$  variáveis, sendo estas a cobertura média do solo (%) por adubos verdes e plantas daninhas, % de germinabilidade das sementes, média da altura (H; cm), % de sobrevivência e abundância (nº) de indivíduos sobreviventes das espécies florestais. O mesmo procedimento foi adotado para avaliar o estabelecimento das espécies florestais, calculando-se as variáveis aos 854 *dps*, excluindo-se apenas as de cobertura do solo e acrescentando o diâmetro médio a altura do solo (DAS). Como as variáveis não apresentavam a mesma unidade de medida e nem distribuição normal, estas foram padronizadas pela média e desvio. O PCA foi adotado, pois é capaz de identificar e eliminar a multicolinearidade, maximizando a quantidade de variação (KENT e COKER, 1992; RODRIGUES et al., 2003; PEREZ, 2017). Em seguida, utilizando a matriz de variância e covariância, realizou-se a análise de agrupamento pelos métodos UPGMA e distância Euclidiana, selecionando-se o maior coeficiente cofenético (> 0,90). A análise de agrupamento foi efetuada para facilitar a interpretação da similaridade-dissimilaridade entre as espécies-alvo, e os grupos foram formados pelas espécies com distância superior a 50% da distância total euclidiana obtida. Analisando em conjunto o PCA e os grupos formados pela análise de agrupamento permitiu avaliar quais fatores influenciaram o desenvolvimento das espécies florestais aos 365 e aos 854 *dps*. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o programa PAST 3.26 (HAMMER et al., 2019).

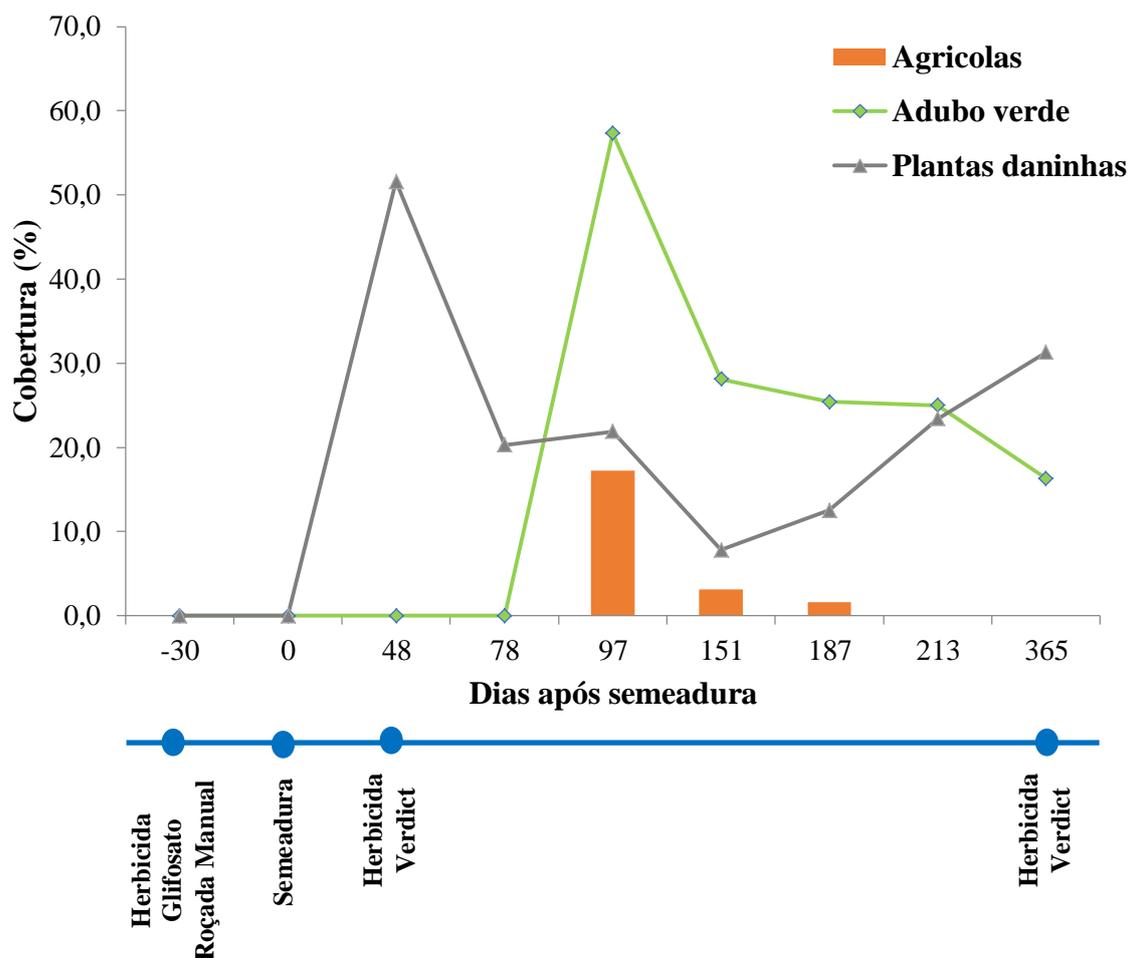
## 5. RESULTADOS

### 5.1. Manejo da área e cobertura do solo

Aos 97 dias após a semeadura (dps) obteve-se o pico de cobertura do solo com os adubos verdes com média de  $57,3 \pm 15,8\%$  e agrícolas ( $17,2 \pm 3,9\%$ ). Em relação das plantas daninhas o pico ocorreu antes da aplicação do Verdict aos 48 dps, com  $51,6 \pm 14,2\%$  e que se reduziu para  $31,3 \pm 7,1\%$  aos 365 dps (Figura 5).

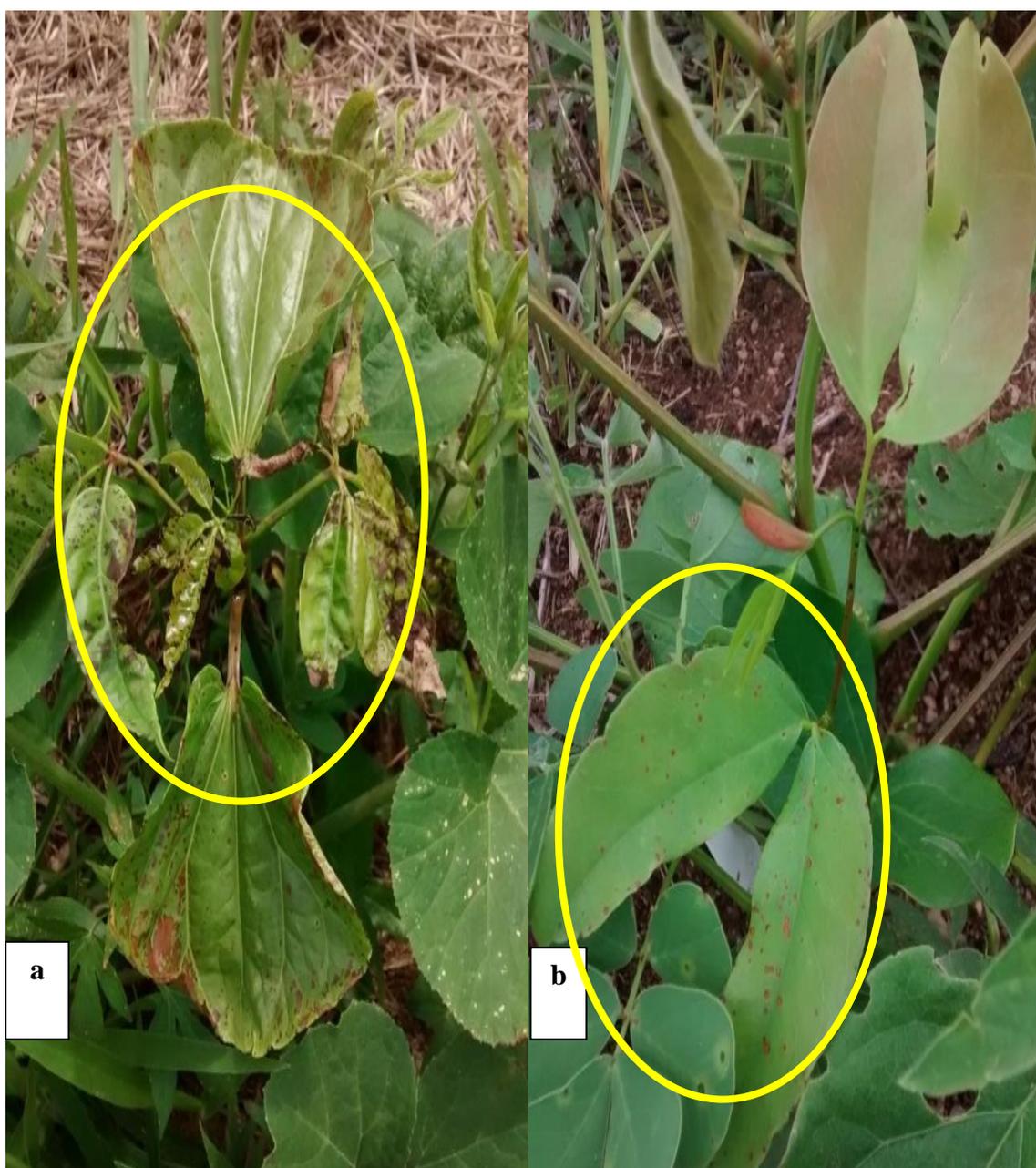
Dos 48 até aos 365 dps, a cobertura do solo das plantas daninhas reduziu-se de  $51,6 \pm 15,2\%$  para  $31,3 \pm 7,6\%$ , tendo apresentado média de  $24,1 \pm 14,3\%$  de cobertura ao longo do tempo. Dentro da categoria de plantas daninhas, destacaram-se a Braquiária com 50,0% de cobertura de solo, seguida por herbáceas não identificadas (19,4%), *Parthenium hysterophorus* (Losna Branca) (14,8%), *Carapichea ipecacuanha* (Poaia branca) (7,4%), *Ipomoea acuminata* (Corda de viola) (7,4%) e *Sida rhombifolia* (Guanxuma) (0,9%).

A adubação verde apresentou média de cobertura do solo de  $30,4 \pm 15,7\%$  aos 365 dias após semeadura, tendo variado de  $57,3\% \pm 24,9$  (97 dps) a  $16,3 \pm 8,2\%$  (365 dps). Neste período, destacaram-se *Carnivalia ensiformis* com (83,6%) da cobertura total desta categoria, seguida por *Ricinus communis* L. (6,2%), *Crotalaria juncea* (6,2%) e *Senna occidentalis* (L.) (4,1%). Cabe destacar que, aos 102 dias após semeadura as espécies de adubação verde começaram a cobrir consideradamente a área com valor médio de 57,3% da sua cobertura do solo com uma tendência a decrescer para 16,3% durante o período de avaliação. Para a categoria das espécies agrícolas foi observado valor médio de 6,4% de cobertura total, nos quais a mais representativa foi a abóbora moranga (57,1% de cobertura média) dentro desta categoria e a abóbora com 42,9%.



**Figura 5.** Percentual de cobertura do solo nas entrelinhas com espécies agrícolas, Plantas daninhas e adubo verde. Linha do tempo (azul) práticas culturais adotadas antes e pós-semeadura direta por muvuca, Sorocaba, São Paulo. Sementeira direta realizada em 29 de Outubro de 2016.

A primeira aplicação do herbicida Verdict proporcionou efetivo controle da braquiária, contudo as espécies florestais apresentaram sinais de fitotoxicidade com queima do ponteiro e amarelamento da planta, mais acentuada nas espécies *Joannesia princeps* e *Hymenaea courbaril* (Figura 6). Após a aplicação do herbicida, foi observada a ocupação da área pela adubação verde e espécies agrícolas controlando as plantas daninhas até aos 365 dias-pós-semeadura-dps. Entre 30 aos 78 dps a Braquiária, Corda de viola (*Ipomea* sp.) e Poaia branca (*Richardia brasiliensis*) representaram 22,4% da cobertura do solo e houve ausência de plantas de adubação verde e agrícolas nas entrelinhas. Contudo, a partir dos 217 dps, se constatou que os adubos verdes começaram a sair do sistema, aumentando a entrada e dominância de outras espécies de plantas daninhas, Corda de viola (*Ipomea* sp.), Guanxuma (*Sida* sp.) e Poaia branca (*Richardia brasiliensis*).



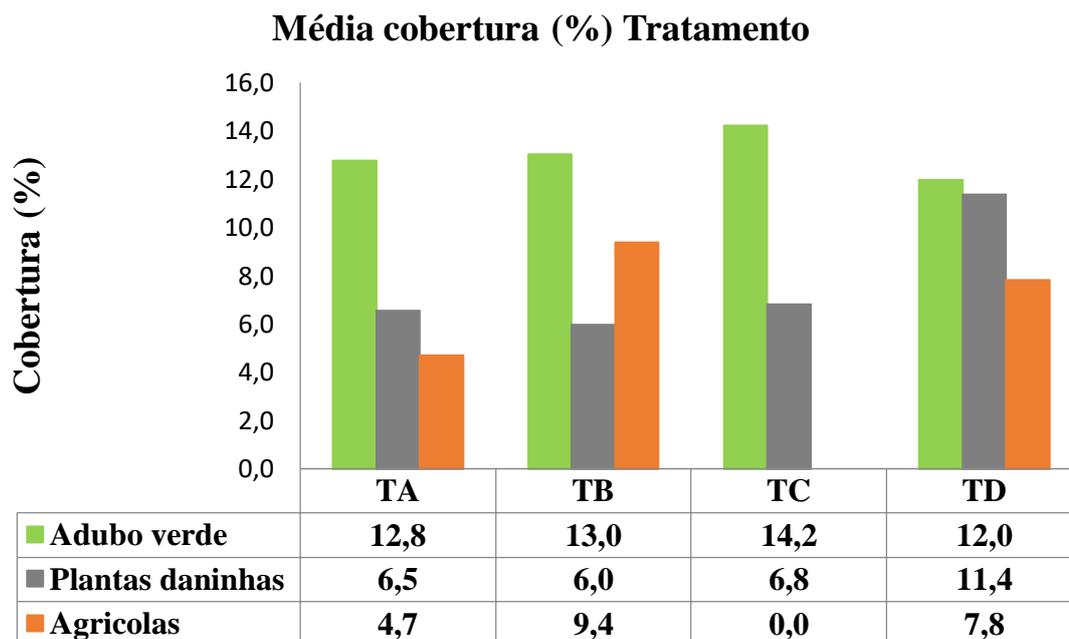
**Figura 6.** Sinais de fitotoxicidade nas espécies: a) *Joannesia princeps* Vell; b) *Hymenaea courbaril*, após a aplicação do herbicida Verdict aos 45 dias pós-semeadura direta por muvuca, Sorocaba, São Paulo. Semeadura direta realizada em 29 de outubro de 2016.

Aos 95 dias, em campo foi observado intenso desenvolvimento vegetativo da adubação verde em todos os tratamentos levando ao fechamento nas entrelinhas de semeadura com dominância de feijão de porco (*Carnavalia ensiformis*) em cobertura controlando as plantas daninhas (Figura 7).



**Figura 7.** Vista geral dos tratamentos destacando-se o desenvolvimento vegetativo da adubação verde levando ao fechamento nas entrelinhas de semeadura aos 95 dias após a semeadura direta por mucuca, Sorocaba, São Paulo. Semeadura direta realizada em 29 de outubro de 2016.

Apesar disto, não houve diferença significativa entre os tratamentos para a taxa de cobertura do solo nas entrelinhas para os adubos verdes ( $X^2= 0,331$ ;  $p= 0,9502$ ), espécies agrícolas ( $X^2= 0,474$ ;  $p= 0,1379$ ) e plantas daninhas ( $F= 2,46$ ;  $p= 0,1129$ ) e nem efeito interativo entre eles. De modo, geral, os tratamentos apresentaram valores médios inferiores a 20% de cobertura do solo (Figura 7). Contudo, isto se deveu à significativa variação da taxa de cobertura do solo ao longo do tempo ( $F= 93,30$ ;  $p < 0,01$ ) tanto para os adubos verdes, agrícolas e plantas daninhas ( $F= 84,94$ ;  $p < 0,01$ ) quanto para sua interação ( $F= 117,26$ ;  $p < 0,01$ ). Isto se deveu a alternância de períodos com e sem cobertura de plantas (Figura 8).



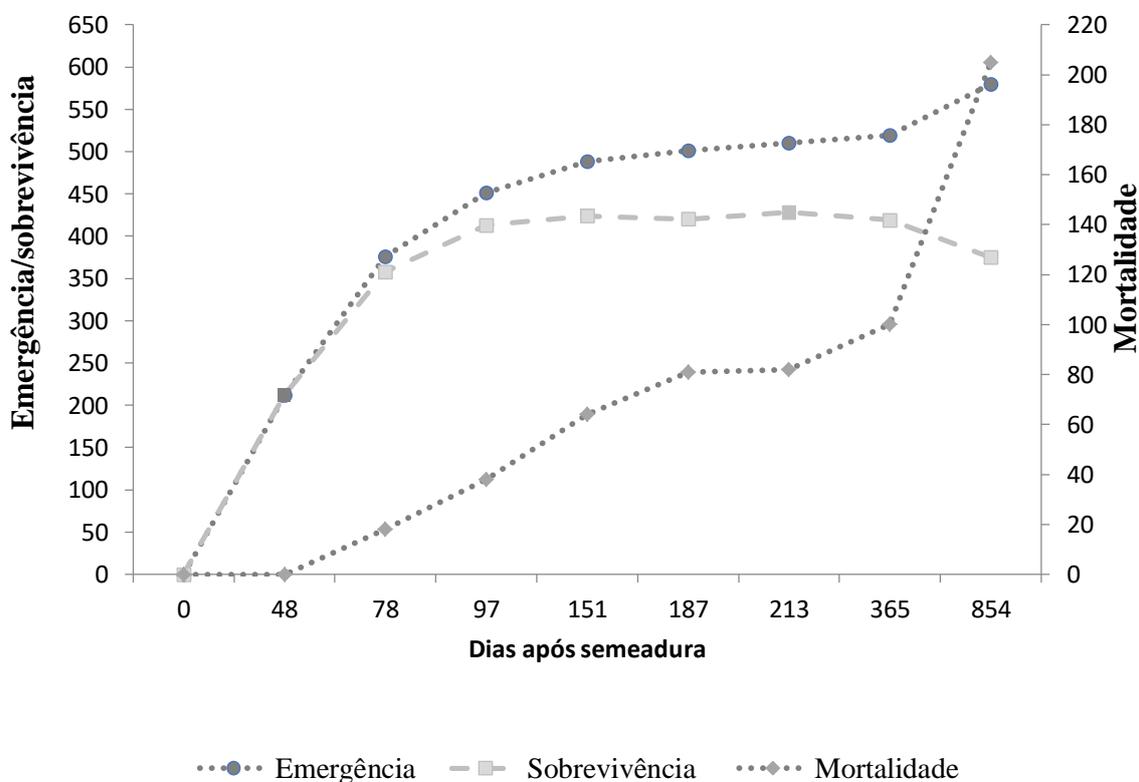
**Figura 8.** Média da cobertura do solo nos tratamentos pelos adubos verdes, agrícolas e Plantas daninhas aos 365 dias pós-semeadura direta por muvuca, Sorocaba, São Paulo. Semeadura direta realizada em 29 de outubro de 2016. TA= tratamento controle; TB= com calagem e sem adubação; TC= sem calagem, com adubação; TD= com calagem e adubação.

## 5.2. *Emergência, estabelecimento, sobrevivência e composição de espécies arbóreas nativas.*

Aos 854 dias pós-semeadura foi observada a emergência de 580 indivíduos e desses, 64,7% conseguiram sobreviveram e se estabelecer aos 854 dias após semeadura, sendo 375 de indivíduos arbóreos distribuídos em 19 espécies, representando 61,3 % das espécies arbóreas semeadas, classificadas em 10 famílias botânicas, com uma densidade de 14.045 indivíduos/ha (Figura 9; Tabela 2). A percentagem média de sobrevivência aos 854 dias foi alta ( $80,1 \pm 25,8\%$ ) para as 19 espécies estabelecidas.

A maior riqueza foi da família Fabaceae com 6 espécies (31,6 %), seguida por Anacardiaceae com 3 espécies (15,8%), Arecaceae e Euphorbiaceae com 2 espécies representado 10,5% cada uma e para as famílias Asteraceae, Bixaceae, Malpighiaceae, Mimosaceae, Sapindaceae e Solanaceae foram representadas com uma espécies que corresponde a 5,3% das espécies estabelecidas. A família Fabaceae também apresentou maior abundância na emergência de indivíduos ( $n= 137$ ) que representaram 36,5% dos indivíduos estabelecidos, seguida de Sapindaceae ( $n= 56$ ; 14,9%), Bixaceae ( $n= 50$ ; 13,3%), Malpighiaceae ( $n= 49$ ; 13,1%), Euphorbiaceae ( $n= 42$ ; 11,2%), Mimosaceae

(n= 15; 4,0%), Anacardiaceae (n= 14, 3,7%), Arecaceae (n= 6, 1,6%), Solanaceae (n= 4; 1,1%) e Arecaceae (n= 2; 0,5%).



**Figura 9.** Número acumulado de plantas emergidas, sobreviventes e mortalidade ao longo de 854 dias de monitoramento após a semeadura direta, Sorocaba- SP. Semeadura direta realizada em 29 de outubro de 2016.

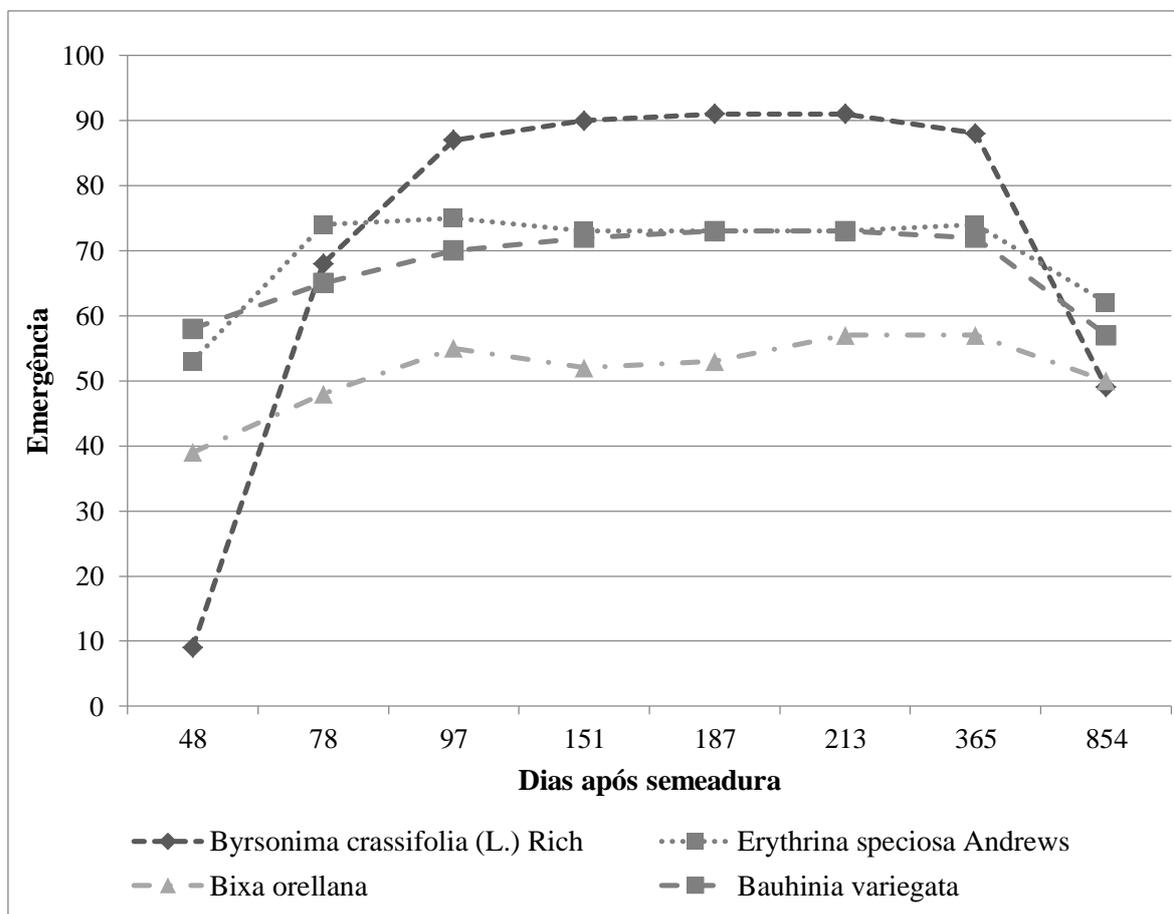
Do total das espécies estabelecidas, apenas 6 espécies acumularam 81,9 % do total de indivíduos amostrados, sendo elas *Erythrina speciosa* Andrews (16,5%), seguida por *Bauhinia variegata* (15,2%), *Sapindum saponaria* (14,9%), *Bixa orellana* (13,3%), *Byrsonima crassifolia* (L.) Rich (13,1%) e *Joanesia princeps* (8,8%). O grupo ecológico que predominou foi o das espécies pioneiras com 63,2%, acima das espécies não pioneiras 36,8% do total das espécies amostradas (Tabela 2).

Entre os indivíduos que emergiram ao longo dos 854 dias (n= 580), 36,6% (n= 212) das sementes germinaram até os 48 dias e a maioria (84,1%) até os 151 dias após a semeadura, mantendo-se quase constante a emergência até o final do experimento. Contudo, para as espécies foram constatados comportamentos de emergência e estabelecimento distintos.

**Tabela 2.** Número total de plântulas sobreviventes e estabelecidas por tratamento aos 854 dias após a semeadura com seus respectivos nomes comuns, nome científico, família, Abundância absoluta (nº de plantas amostradas), Mortalidade-M, Sobrevivência- S, E – emergência (nº de plantas emergidas amostradas); Porcentagem de sobrevivência- S%. TA= tratamento controle; TB= com calagem e sem adubação; TC= sem calagem, com adubação; TD= com calagem e adubação.

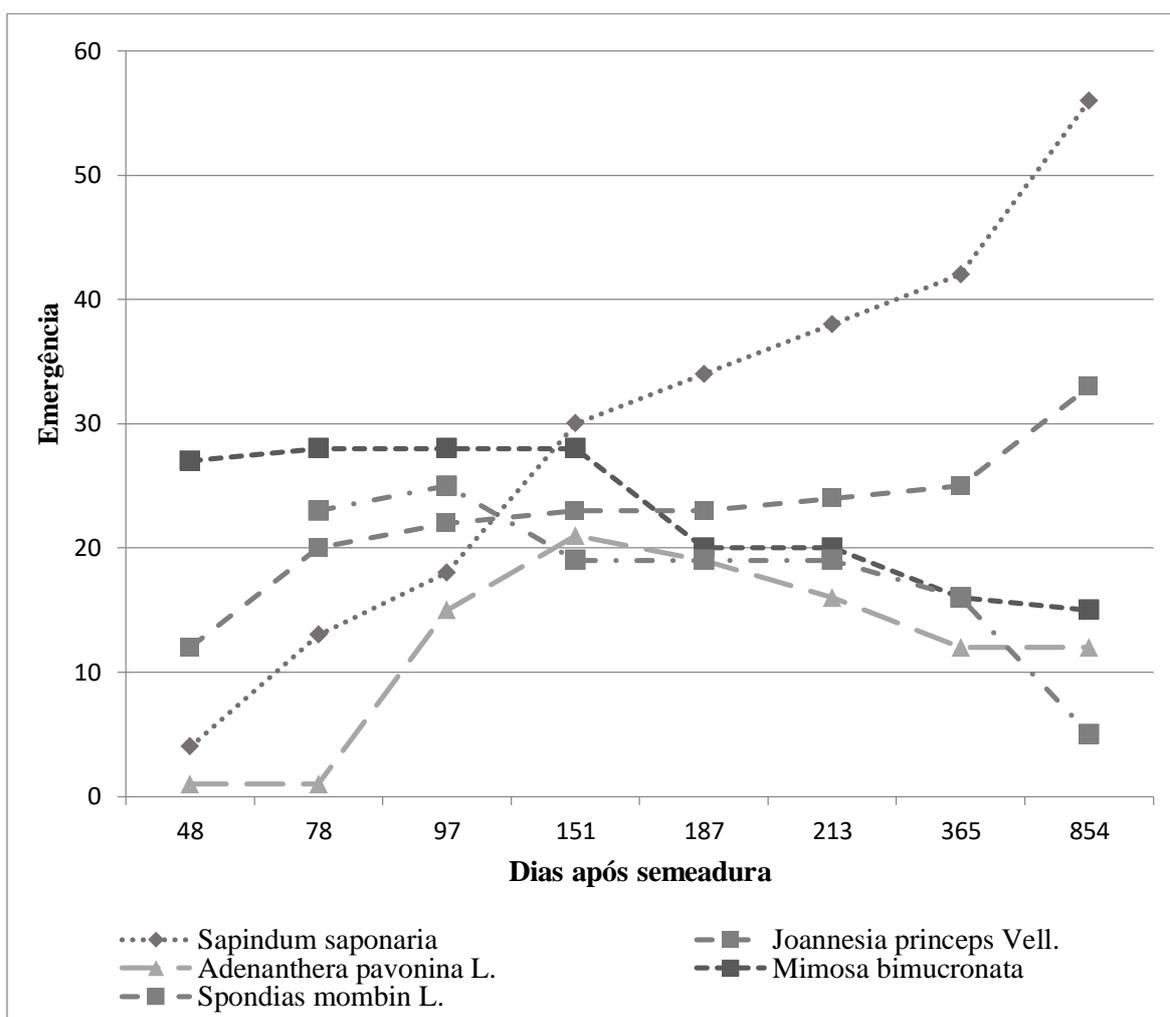
Nome comum	Nome científico	Família	Sucessão	Abundância absoluta				854 Dias após semeadura			
				TA	TB	TC	TD	M	S	E	(S) %
<b>Coco inaiá</b>	<i>Attalea humilis</i> Mart.	Arecaceae	NP	0	1	0	0	0	1	1	100
<b>Tamboril</b>	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Fabaceae	P	0	1	0	0	0	1	1	100
<b>Cambará</b>	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.)	Asteraceae	P	2	0	0	4	0	6	6	100
<b>Jatobá</b>	<i>Hymenaea courbaril</i>	Fabaceae	NP	2	0	0	1	0	3	3	100
<b>Olho de cabra</b>	<i>Ormosia arbórea</i>	Fabaceae	NP	1	0	0	1	0	2	2	100
<b>Leiterinha</b>	<i>Sapium glandulosum</i>	Euphorbiaceae	P	4	2	3	0	0	9	9	100
<b>Aroeira pimenteira</b>	<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	Anacardiaceae	P	3	2	0	1	0	6	6	100
<b>Fumo-bravo</b>	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Solanaceae	P	4	0	0	0	0	4	4	100
<b>Jeriva</b>	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Arecaceae	NP	0	1	0	0	0	1	1	100
<b>Sabão soldado</b>	<i>Sapindum saponária</i>	Sapindaceae	NP	16	11	12	17	4	56	60	93,3
<b>Boleira</b>	<i>Joannesia princeps</i> Vell.	Euphorbiaceae	P	9	3	6	15	4	33	37	89,2
<b>Caju</b>	<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardiaceae	P	2	0	1	0	1	3	4	75
<b>Pata de Vaca</b>	<i>Bauhinia variegata</i>	Fabaceae	P	29	10	4	14	21	57	78	73,1
<b>Mulungu</b>	<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	Fabaceae	P	24	7	9	22	23	62	85	72,9
<b>Urucum</b>	<i>Bixa orellana</i>	Bixaceae	P	22	2	14	12	30	50	80	62,5
<b>Maricá</b>	<i>Mimosa bimucronata</i>	Mimosaceae	P	14	0	0	1	14	15	29	51,7
<b>Murici</b>	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Rich	Malpighiaceae	NP	17	3	8	21	58	49	107	45,8
<b>Tento-carolina</b>	<i>Adenantha pavonina</i> L.	Fabaceae	NP	4	2	0	6	18	12	30	40
<b>Cajazinho</b>	<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	P	2	1	2	0	23	5	28	17,9
<b>Guapuruvu</b>	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	Fabaceae	P	1	0	0	0	1	0	1	0
<b>Caja-manga</b>	<i>Spondias lutea</i> L.	Anacardiaceae		3	0	4	0	7	0	7	0
<b>Total</b>				<b>155</b>	<b>46</b>	<b>59</b>	<b>115</b>	<b>204</b>	<b>375</b>	<b>579</b>	

Entre as espécies de alta emergência ( $E \geq 40$ ), *Byrsonima crassifolia*, *Erythrina speciosa*, *Bauhinia variegata*, *Bixa orellana* tiveram rápida germinação, concentrada até os 97 dias e se mantiveram na sementeira até os 854 dias (Figura 10).



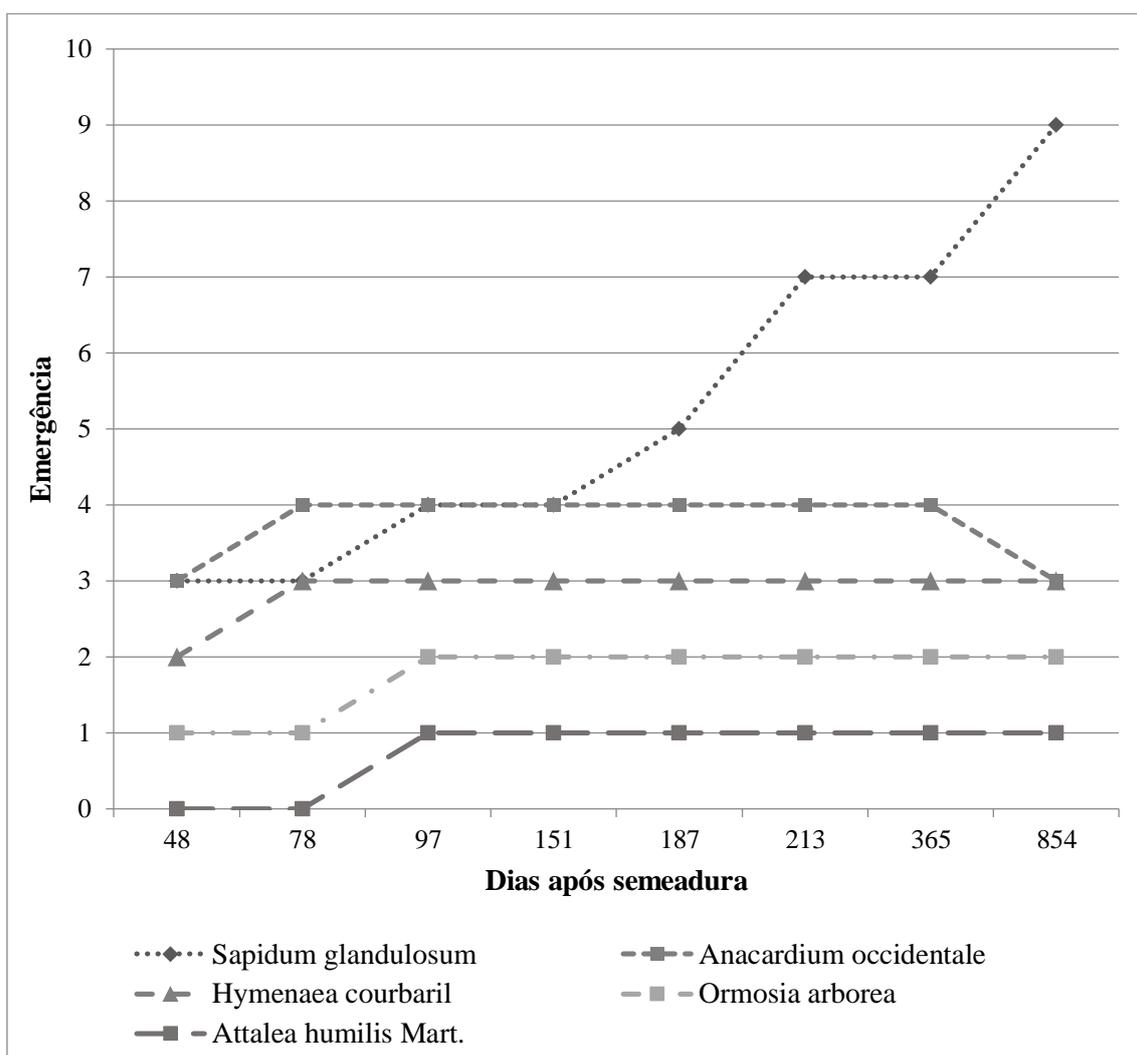
**Figura 10.** Número de sementes germinadas (alta emergência  $E \geq 40$ ) e estabelecidas de 48 a 854 dias após a sementeira direta por muvuca em área de Floresta Estacional, em Sorocaba, SP. Sementeira direta em 29 de outubro de 2016. Espécies listadas na Tabela 2 e identificadas pelas três primeiras letras do gênero e epíteto específico.

Contudo, para as de média emergência ( $10 < E < 40$ ), *Joannesia princeps*, *Mimosa bimucronata*, *Spondias mombin*, *Sapindus saponaria* e *Adenantha pavonina*, germinaram rapidamente e novos indivíduos foram observados até aos 854 dias (Figura 11).



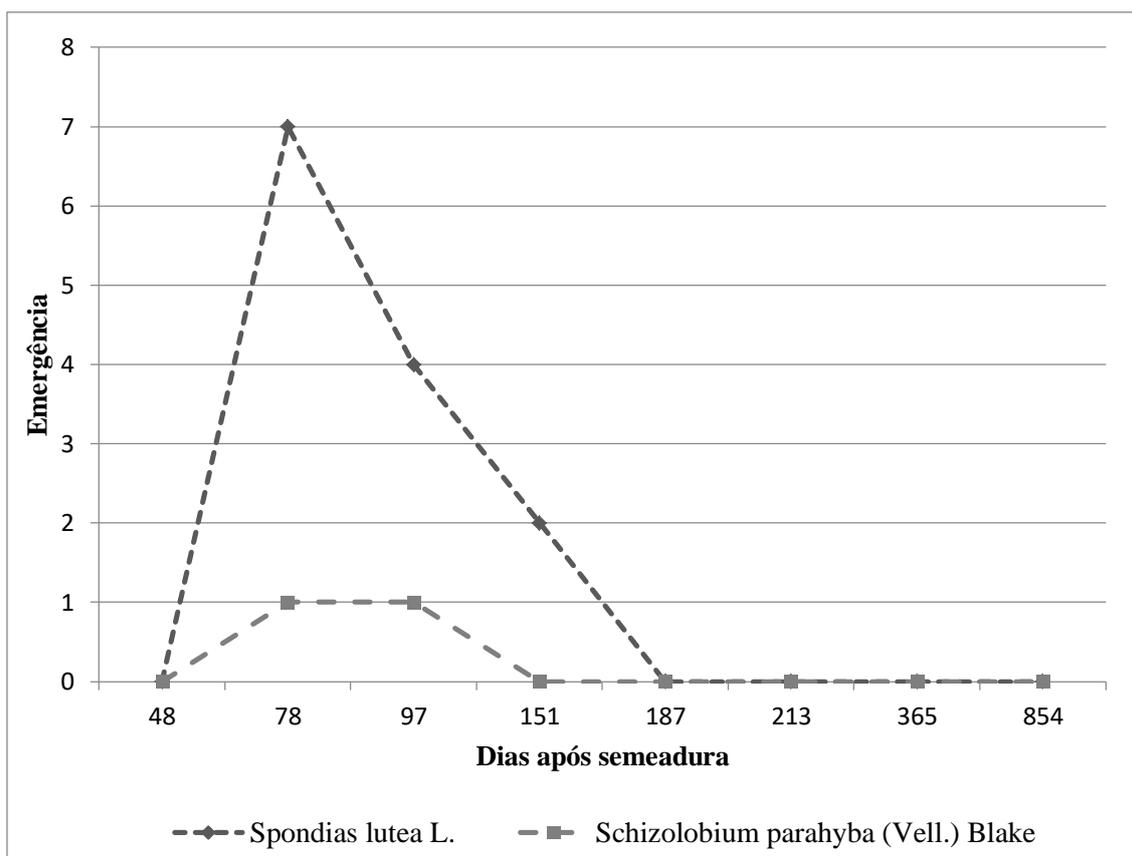
**Figura 11.** Número de sementes germinadas (emergência média,  $10 < E < 40$ ) e estabelecidas de 48 a 854 dias após a semeadura direta por muvuca em área de Floresta Estacional, em Sorocaba, SP. Semeadura direta em 29 de outubro 2016. Espécies listadas na Tabela 2 e identificadas pelas três primeiras letras do gênero e epíteto específico.

Para os de baixa emergência ( $E < 10$  sementes) foram constatadas, *Sapium glandulosum*, *Anacardium occidentale*, *Hymenaea courbaril*, *Ormosia arborea* e *Attalea humilis* Mart., que germinaram entre 48 e 97 dias mantendo-se até ao final do experimento (Figura 12).



**Figura 12.** Número de sementes germinadas (Baixa E < 10 sementes) e estabelecidas de 48 a 854 dias após a semeadura direta por muvuca em área de Floresta Estacional, em Sorocaba, SP. Semeadura direta em 29 de outubro de 2016. Espécies listadas na Tabela 2 e identificadas pelas três primeiras letras do gênero e epíteto específico.

Distinto do constatado para *Spondias* sp. E *Schizolobium parahyba* que apresentaram mortalidade total após os 151 dias (Figura 13). Aos 854 dias após semeadura houve entrada de novos indivíduos de *Gochnatia polymorpha*, *Schinus terebinthifolia* que não apresentam dormência e *Solanum mauritianum*, *Enterolobium contortisiliquum* e *Syagrus romanzoffiana*, espécies com notória dormência (MORI et al., 2012).



**Figura 13.** Número de sementes de espécies que germinaram de 48 a 78 dias após a sementeira e a partir dos 151 dias saíram do sistema. Sementeira direta por muvuca em área de Floresta Estacional, em Sorocaba, SP. Sementeira direta em 29 de outubro de 2016. Espécies listadas na Tabela 2 e identificadas pelas três primeiras letras do gênero e epíteto específico.

Em relação ao manejo do solo, a testemunha (TA) apresentou emergência de 155 indivíduos representando 41,3% dos estabelecidos, significativamente maior ( $F= 5,611$ ;  $p= 0,0122$ ) do que os tratamentos com adubação (TC) e com calagem e adubação (TD) (Tabela 3). A similaridade entre as áreas pode ser considerada como baixa, com riqueza, equitabilidade bastante similares (Tabela 3). Os índices de similaridade (SJ) florística variaram de 0,40 a 0,75 (Tabela 4).

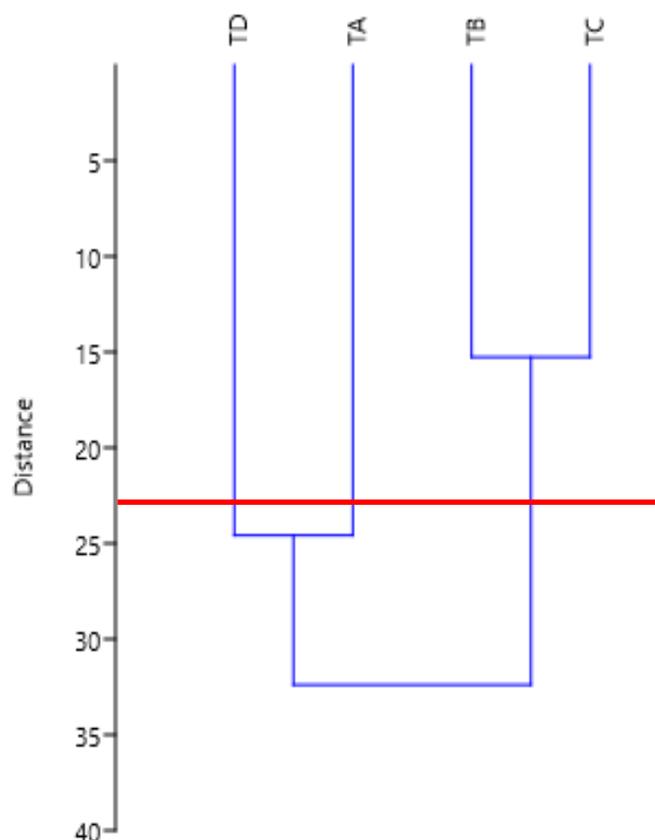
**Tabela 3.** Dados de número de plantas (abundância) de espécies arbóreas estabelecidas por tratamento, riqueza, diversidade por Shannon-Weaver ( $H'$ ), Equitabilidade de Pielou (J), em semeadura direta por muvuca realizada em área de Floresta Estacional, Sorocaba- SP. TA= tratamento controle; TB= com calagem e sem adubação; TC= sem calagem, com adubação; TD= com calagem e adubação. Dados de abundância seguidos da mesma letra não diferem entre si significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

	<b>TA</b>	<b>TB</b>	<b>TC</b>	<b>TD</b>
<b>Taxa_S</b>	16	13	9	12
<b>Individuals</b>	155 <sup>A</sup>	46 <sup>B</sup>	59 <sup>B</sup>	115 <sup>AB</sup>
<b>Shannon_H</b>	2,355	2,195	1,973	2,103
<b>Equitability_J</b>	0,8495	0,8557	0,8981	0,8464

**Tabela 4.** Resultado dos Índices de similaridade florística de Jaccard obtido para a presença ou ausência das espécies estabelecidas em restauração por semeadura direta pelo método de muvuca, Sorocaba, São Paulo. Semeadura direta realizada em 29 de outubro de 2016. TA= tratamento controle; TB= com calagem e sem adubação; TC= sem calagem, com adubação; TD= com calagem e adubação.

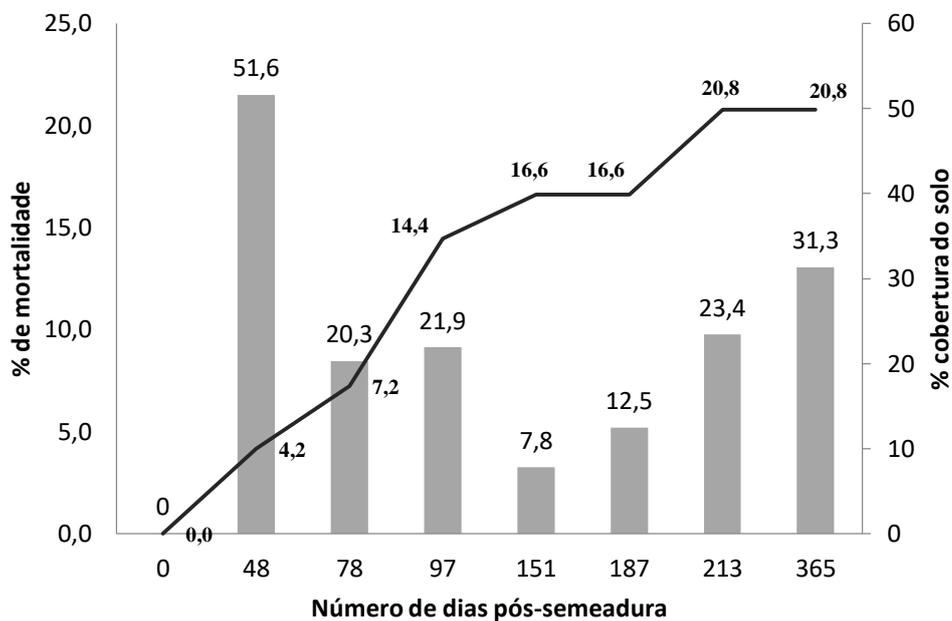
	<b>TA</b>	<b>TB</b>	<b>TC</b>	<b>TD</b>
<b>TA</b>	1			
<b>TB</b>	0,53	1		
<b>TC</b>	0,56	0,57	1	
<b>TD</b>	0,75	0,47	0,4	1

A composição e abundância de plantas por espécie foi similar entre TC e TD, sendo que a testemunha (TA) e a área com adubação e calagem (TD), apesar de não terem diferido entre si significativamente na abundância total de plantas, foram distintos em termos de composição (Figura 14).



**Figura 14.** Análise de agrupamento baseada nos dados de composição e abundância de indivíduos por espécie arbórea emergida e/ou estabelecida ao longo de 365 dias de avaliação após a semeadura direta pelo método de muvuca realizado em área de Floresta Estacional. em Sorocaba, SP. Semeadura direta em 29 de outubro de 2016. TA= tratamento controle; TB= com calagem e sem adubação; TC= sem calagem, com adubação; TD= com calagem e adubação.

Em relação à mortalidade constatou-se três fases distintas. A primeira ocorreu até 78 dps com baixa mortalidade de plantas (< 10%), seguida de período crítico entre 97 e 187 dps e a última onde se constatou o pico de mortalidade entre 213 e 365 dias pós semeadura (Figura 15). Estes dados evidenciam que, a partir de 78-97 dias se estabeleceu uma etapa onde se constatou a saída de várias espécies e plantas do sistema que se estendeu até aos 365 dias. Contudo, este comportamento não pode ser atribuído unicamente ao efeito da competição com plantas daninhas uma vez que houve redução da cobertura do solo com estas espécies.



**Figura 15.** Porcentagem de mortalidade (linha) das espécies nativas aos 365 dias e de cobertura do solo (barras) com plantas daninhas após a semeadura direta por muvuca em área de Floresta Estacional, em Sorocaba, SP. Semeadura direta em 29 de outubro de 2016.

### 5.3. Desenvolvimento das espécies arbóreas

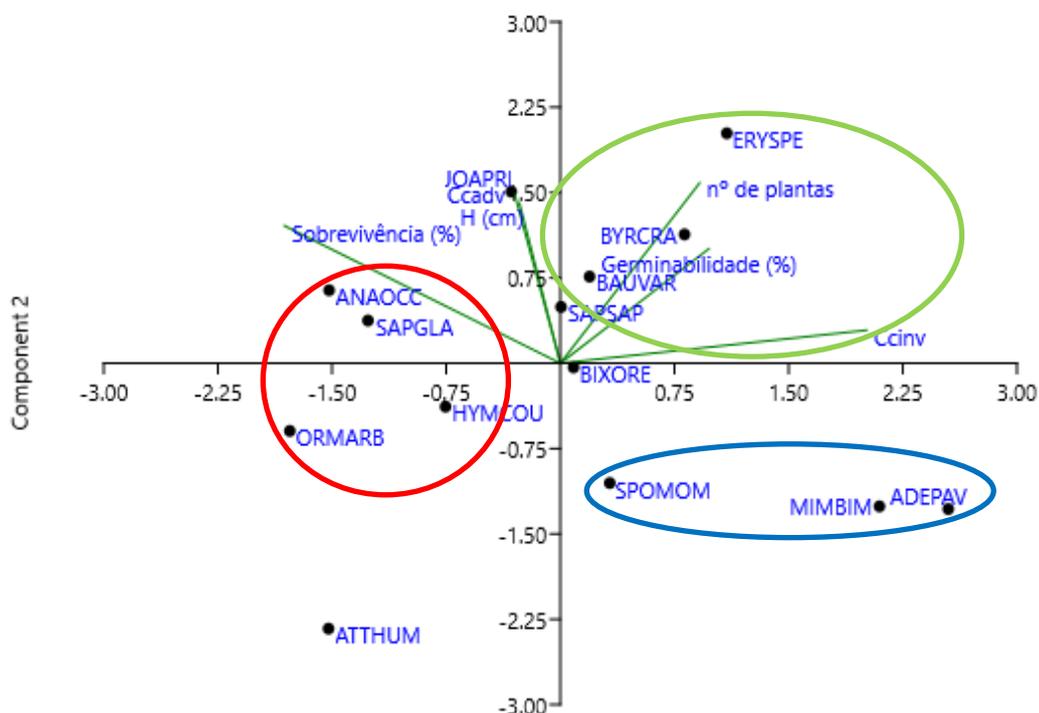
Do total de plantas obtidas, 64,3% dos indivíduos atingiram a fase de mudas, com altura de 20 cm, entre 97 e 150 dias após semeadura, atingindo média da altura (cm) de aos  $105,2 \pm 71,7$  aos 854 dias. Aos 854 dias após semeadura foi observado que as espécies pioneiras foram as que tiveram maior desenvolvimento médio de  $133,5 \pm 66,6$  cm entre as quais se destacaram a *Mimosa bimucronata*  $248,7 \pm 82,3$ , *Joannesia princeps* Vell. com uma altura média de  $222,9 \pm 62,4$  cm, seguida da *Anacardium occidentale*  $168,3 \pm 48,9$  cm, *Sapium glandulosum*  $106,9 \pm 31,3$  cm, *Erythrina speciosa* Andrews  $80,6 \pm 16,8$  cm e *Bixa orellana*  $79,4 \pm 23,7$  cm. As espécies não pioneiras tiveram altura média de  $56,6 \pm 51,3$  cm, destacando-se dentro desta classe *Hymenaea courbaril* com altura média de  $170,0 \pm 47,7$  cm, seguida de *Adenantha pavonina* L.  $76,0 \pm 17,1$  7,2 cm, *Sapindum saponaria*  $63,4 \pm 14,4$  cm e *Byrsonima crassifolia* (L.) Rich  $28,3 \pm 2,4$  cm (Tabela 5).

**Tabela 5.** Desenvolvimento das espécies arbóreas, Altura Média- H ( $\geq 20$ cm) das espécies sobreviventes aos 854 dias após a semeadura, Sucessão ecológica (S), Sorocaba- SP. Semeadura direta em 29 de outubro de 2016. P= pioneira; NP= não pioneira.

				Dias após semeadura									Desvio padrão
				0	48	78	97	151	187	213	365	854	
Nome comum	Nome científico	Família	Sucessão	Altura Média H (cm)									
Boleira	<i>Joannesia princeps Vell.</i>	Euphorbiaceae	P	-	-	-	40,2	54,0	59,3	60,2	75,4	222,9	62,4
Cajazinho	<i>Spondias mombin L.</i>	Anacardiaceae	P	-	-	-		26,0	24,7	24,6	29,3	28,8	2,0
Caju	<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardiaceae	P	-	-	-	24,5	36,0	41,3	42,5	49,8	168,3	48,9
Leiterinha	<i>Sapium glandulosum</i>	Euphorbiaceae	P	-	-	-	20,2	21,0	21,4	23,1	32,6	106,9	31,3
Maricá	<i>Mimosa bimucronata</i>	Mimosaceae	P	-	-	-	21,3	25,8	27,6	28,2	38,8	248,7	82,3
Mulungu	<i>Erythrina speciosa Andrews</i>	Fabaceae	P	-	-	-	29,8	38,5	38,3	34,6	41,6	80,6	16,8
Unha de Vaca	<i>Bauhinia variegata</i>	Fabaceae	P	-	-	-	26,2	33,4	34,4	34,7	40,9	73,8	15,5
Urucum	<i>Bixa orellana</i>	Bixaceae	P	-	-	-	0,0	28,5	29,0	24,6	27,6	79,4	23,7
Tamboril	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Fabaceae	P	-	-	-	-	-	-	-	-	137,0	-
Cambará	<i>Gochnatia polymorpha (Less.</i>	Asteraceae	P	-	-	-	-	-	-	-	-	80,0	-
Aroeira pimenteira	<i>Schinus terebinthifolia Raddi</i>	Anacardiaceae	P	-	-	-	-	-	-	-	-	165,7	-
Fumo-bravo	<i>Solanum mauritianum Scop.</i>	Solanaceae	P	-	-	-	-	-	-	-	-	210,0	-
												<b>Média (cm)</b>	<b>133,5</b>
												<b>Desvio +-</b>	<b>66,6</b>
Murici	<i>Byrsonima crassifolia (L.) Rich</i>	Malpighiaceae	NP	-	-	-	32,0	32,0	36,5	32,0	32,0	28,3	2,4
Olho de cabra	<i>Ormosia arborea</i>	Fabaceae	NP	-	-	-	-	31,0	47,0	48,0	48,0	25,0	9,8
Sabão soldado	<i>Sapindum saponaria</i>	Sapindaceae	NP	-	-	-	-	26,0	25,8	27,3	31,9	63,4	14,4
Tento-carolina	<i>Adenanthera pavonina L.</i>	Fabaceae	NP	-	-	-	-	33,5	35,0	36,3	29,7	76,0	17,1
Coco inaiá	<i>Attalea humilis Mart.</i>	Arecaceae	NP	-	-	-	1,0	3,0	5,0	5,5	8,5	8,5	2,7
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	Fabaceae	NP	-	-	-	30,3	42,7	44,3	45,7	53,3	170,0	47,7
Jeriva	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Arecaceae	NP	-	-	-	-	-	-	-	-	25,0	-
												<b>Média (cm)</b>	<b>56,6</b>
												<b>Desvio +-</b>	<b>51,3</b>

#### **5.4. Fatores que influenciaram no desenvolvimento inicial das espécies arbóreas nativas até aos 365 dias após semeadura e no estabelecimento aos 854 dias após semeadura.**

Pela Análise de Componentes Principais (PCA), foi observado que o eixo 1 foi afetado pela cobertura das plantas daninhas e, em menor correlação pela sobrevivência (Figura 16). Dentro das espécies estudadas *Bixa orellana* (BIXORE), foi indiferente tanto em relação aos fatores do eixo 1 quanto do eixo 2. O aumento da cobertura de plantas daninhas afetou negativamente a sobrevivência (círculo vermelho) de *O. arborea*, *A. occidentale*, *h. courbaril* e *S. glandulosum*, que se mostraram sensíveis à competição com as plantas daninhas na sua fase inicial de desenvolvimento. *Joannesia princeps* (JOAPRI) foi afetada pela cobertura de adubo verde em relação da altura (H). Algumas espécies (círculo verde) foram sensíveis tanto à cobertura das plantas daninhas quanto de adubos verdes que afetaram sua germinabilidade e promoveu a redução de sua densidade até aos 365 dias. Por sua vez, *Sapindum saponaria* (SAPSAP) mostrou-se sensível à cobertura por adubo verde em relação do desenvolvimento (H). As espécies *Mimosa bimucronata* (MIMBIM), *Adenantha pavonina L.* (ADEPAV), *Spondias mombin L.* (SPOMOM) tiveram boa sobrevivência e não foram afetadas pela cobertura das plantas daninhas e nem de adubo verde (Figura 16, Tabela 6).

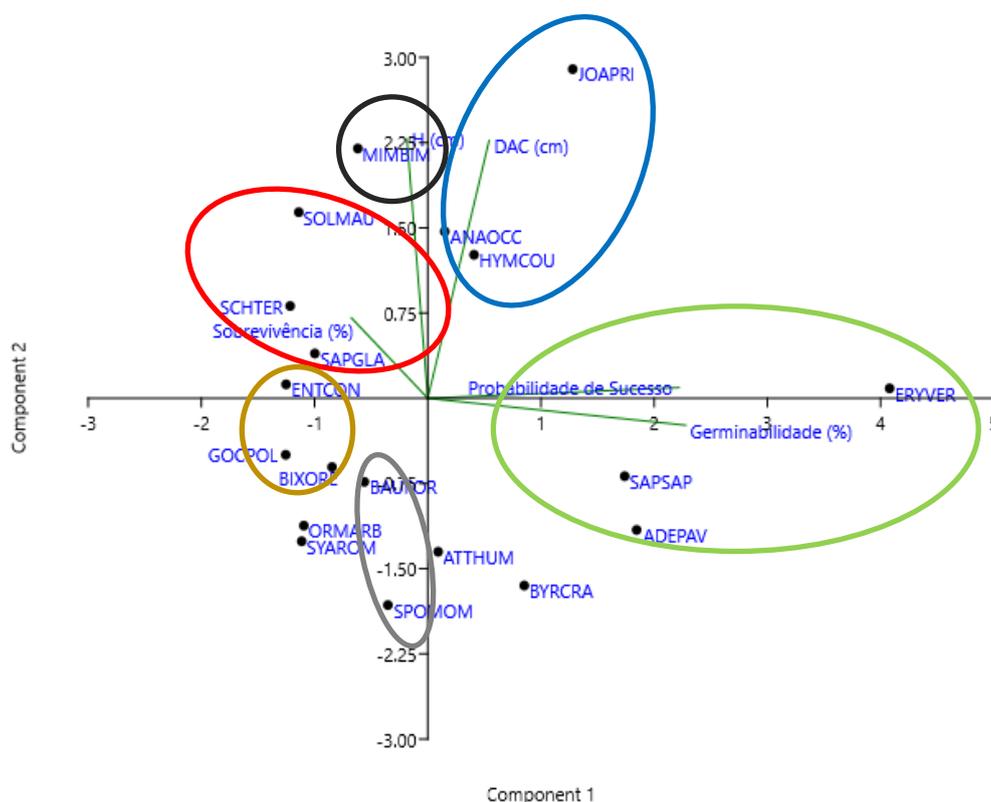


**Figura 16.** Ordenamento das variáveis na Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis e espécies com 54,1% da variância acumulada nos eixos 1 (29,4%) e eixo 2 (24,7%). Fatores que influenciaram no desenvolvimento das espécies arbóreas nativas aos 365 dias após semeadura por muvuca em área de Floresta Estacional, em Sorocaba, SP. Semeadura direta em 29 de outubro de 2016. Circulos reúnem espécies influenciadas pelas variáveis representadas pelos vetores relacionados ao eixo mais próximo.

**Tabela 6.** Fatores que influenciaram no Desenvolvimento das espécies arbóreas nativas aos 365 dias após semeadura por muvuca em área de Floresta Estacional, em Sorocaba, SP. Semeadura direta em 29 de outubro de 2016. CCADV= Cobertura de Média de Adubos Verdes (%); CCINV= Cobertura Média das plantas daninhas (%); H= Altura (cm).

Espécies	CCADV(%)	CCINV(%)	Nº de plantas	H (cm)	Sobrevivência 365 dias (%)	% Germinabilidade
<i>Adenantha pavonina L.</i>	11,1	10	12	29,7	75,0	42,11
<i>Anacardium occidentale</i>	15,5	5,3	4	49,8	100,0	13,49
<i>Attalea humilis Mart.</i>	8,3	3,4	1	8,5	100,0	16,00
<i>Bauhinia variegata</i>	12,4	8,1	72	40,8	98,6	6,63
<i>Bixa orellana</i>	12,6	7,9	57	27,6	96,7	1,37
<i>Byrsonima crassifolia (L.) Rich</i>	13	7,7	88	32,0	95,7	28,43
<i>Erythrina speciosa Andrews</i>	13	7,7	74	41,6	98,7	68,61
<i>Hymenaea courbaril</i>	10	6,8	3	53,3	100,0	18,05
<i>Joannesia princeps Vell.</i>	13,3	8,3	25	75,4	100,0	20,04
<i>Mimosa bimucronata</i>	11,5	12	16	38,8	80,0	0,62
<i>Ormosia arborea</i>	11,5	4,5	2	48,0	100,0	2,01
<i>Sapindum saponaria</i>	13	7,7	42	31,9	100,0	25,06
<i>Sapium glandulosum</i>	17	6,6	7	32,6	100,0	1,34
<i>Spondias mombin L.</i>	13,3	7	16	29,3	84,2	6,34
Média	12,5	7,4	29,9	38,5	94,9	17,9
Desvio padrão	2,1	2,1	30,7	15,5	8,5	19,0

Em relação ao estabelecimento das espécies (854 dps), o efeito da germinabilidade e da probabilidade de sucesso não foram representativos para a maioria das espécies, com exceção apenas do grupo composto por *Erytrina verna* (ERY VER) e *Sapindum saponaria* (SAPSAP) (Figura 17). Nesta fase as espécies foram mais influenciadas pelo crescimento em altura e diâmetro e pela sobrevivência (Maior correlação com o eixo 2). As espécies *J. princeps*, *A. occidentalis* e *H. courbaril* (círculo azul) foram as que se destacaram com maior crescimento em Diâmetro Altura do Colo (DAC; mm). A maior persistência foi observada para as espécies *S. mauritianum*, *S. terebinthifolius*, *S. glandulosum* até aos 854 dps. Houve efeito de estiolamento de algumas espécies pela competição inicial por luz com a cobertura do solo e demais espécies para *B. forficata* e *S. mombim* que também se refletiu no seu Diâmetro Altura do Colo (DAC; cm). Tanto *E. contortisiliquum*, *G. polymorpha* e *Bixa orellana* mostraram redução na probabilidade de sucesso associada à baixa germinabilidade (Figura 17, Tabela 7).



**Figura 17.** Ordenamento das variáveis na Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis e espécies com 78,9% da variância acumulada nos eixos 1 (40,8%) e eixo 2 (38,1%). Fatores que influenciaram no estabelecimento das espécies arbóreas nativas aos 854 dias após sementeira por muvuca em área de Floresta Estacional, em Sorocaba, SP. Sementeira direta em 29 de outubro de 2016. Círculos reúnem espécies influenciadas pelas variáveis representadas pelos vetores relacionados ao eixo mais próximo.

**Tabela 7.** Fatores que influenciaram no estabelecimento das espécies arbóreas nativas aos 854 dias após semeadura por muvuca em área de Floresta Estacional, em Sorocaba, SP. Semeadura direta em 29 de outubro de 2016. H= Altura (cm); DCA= Diâmetro Altura do Colo (cm).

Espécies	Acrônimo	Grupo ecológico	H (cm)	DCA (mm)	Probabilidade de Sucesso (Gd%*E%)	% Emergência absoluta (Germinabilidade)	Sobrevivência (%)
<i>Adenantha pavonina L.</i>	ADEPAV	NP	76,0	3,7	0,180	48,12	37,5
<i>Anacardium occidentale</i>	ANAOC	P	168,3	18,1	0,101	13,49	75
<i>Attalea humilis Mart.</i>	ATTHUM	NP	8,5	1,5	0,160	16,00	100
<i>Bauhinia fortificata</i>	BAUFOR	P	73,8	3,9	0,050	6,90	73,08
<i>Bixa orellana</i>	BIXORE	P	79,4	5,6	0,009	1,46	62,5
<i>Byrsonima crassifolia (L.) Rich</i>	BYRCRA	NP	28,3	2,0	0,134	29,25	45,79
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	ENTCON	P	137,0	4,5	0,005	0,50	100
<i>Erythrina verna</i>	ERYVER	P	80,6	13,5	0,500	68,61	72,94
<i>Gochnatia polymorpha (Less.</i>	GOCPOL	P	80,0	3,3	0,005	0,45	100
<i>Hymenaea courbaril</i>	HYMCOU	NP	170,0	13,6	0,180	18,05	100
<i>Joannesia princeps Vell.</i>	JOAPRI	P	222,9	26,6	0,236	25,77	91,67
<i>Mimosa bimucronata</i>	MIMBIM	P	248,7	19,9	0,003	0,62	51,72
<i>Ormosia arborea</i>	ORMARB	NP	25,0	2,5	0,020	2,01	100
<i>Sapindum saponaria</i>	SAPSAP	NP	63,4	4,8	0,334	35,80	93,33
<i>Sapium glandulosum</i>	SAPGLA	P	106,9	10,2	0,017	1,72	100
<i>Schinus terebinthifolia Raddi</i>	SCHTER	P	165,7	8,7	0,001	0,10	100
<i>Solanum mauritianum Scop.</i>	SOLMAU	P	210,0	13,6	0,002	0,20	100
<i>Spondias mombin L.</i>	SPOMOM	P	28,8	1,5	0,011	6,34	17,86
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	SYAROM	NP	25,0	0,9	0,021	2,15	100
		<b>Média</b>	105,2	8,3	0,1	14,6	80,1
		<b>Desvio +-</b>	73,681	7,35	0,14	19,20	25,80

## 6. DISCUSSÃO

Estudos apontam que algumas espécies consideradas como adubação verde produzem substâncias secundárias alelopáticas que são liberadas por meio da lixiviação da superfície das folhas, sendo carregadas pela água da chuva e do orvalho (CALEGARI et al. 1993; WUTKE 1993; PEREIRA & SILVA 1989, VASQUEZ 2013). O eficiente controle de plantas daninhas pelo feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) tem sido atribuído ao efeito alelopático (MAGALHÃES & FRANCO, 1962; BURLE et al., 2006). Ao mesmo tempo, a maioria das espécies de adubos verdes apresentam a capacidade de restringir o desenvolvimento de braquiárias (BECHARA, 2006), ou também de restringir o seu recrutamento a partir do banco de sementes (CAETANO et al. 2001; SEVERINO & CHRISTOFFOLETI, 2001). De acordo, com Favero et al. (2001), essas espécies de adubo verde podem contribuir de forma decisiva para a redução do nível de infestação da área pelas plantas daninhas, seja pela sua presença na área, ou pela cobertura do solo promovido no ciclo de vida delas (MATHEIS, 2004). Em relação ao presente estudo, embora não tenha sido avaliado o efeito alelopático, a taxa de cobertura do solo dos adubos verdes evidenciou o sombreamento efetivo da braquiária e seu controle após os 98 dias até 187 dps. Contudo, da semeadura até os 98 dias, não foi possível separar os efeitos do herbicida e dos adubos verdes. A aplicação aos 45 dias de herbicida pós-emergente Verdict em área total reduziu consideravelmente a infestação das plantas daninhas de cobertura do solo ( $51,6 \pm 14,2\%$ ) controlando as plantas daninhas em um período de 57 dias ( $20,3 \pm 3,5\%$ ) após aplicação do herbicida. Para os adubos verdes, o pico de cobertura ocorreu aos 102 dps (média de  $57,3 \pm 15,8\%$  de cobertura do solo), estabelecendo-se na área competindo e controlando as plantas daninhas até os 217 dps, quando se constatou o início da mortalidade e seca das plantas de adubos verdes, caracterizando a sua saída do sistema.

Outros trabalhos obtiveram redução significativa na incidência de espécies exóticas ao roçar as gramíneas exóticas por várias vezes e por períodos prolongados e favorecendo o desenvolvimento das espécies nativas (BARBOSA, 2009; LI; ZHANG 2008). Mesmo sendo eficiente o uso da roçadeira costal e das capinas com enxadas, as roçadas mecânicas tem o seu uso dificultado com entrelinhas menos espaçadas, e neste caso, o uso de herbicidas seletivos é mais indicado para o controle da competição com gramíneas exóticas (REZENDE & LELES, 2017). Na maioria dos projetos de restauração florestal de grande escala, a pulverização geral de herbicidas tem sido a

opção mais barata e mais prática para controlar ervas daninhas (CAMPOS-FILHO et al. 2013). O fator primordial para o sucesso de qualquer operação de semeadura direta é a preparação completa do local. Em situações de pastagens, a competição com a vegetação existente (principalmente espécies exóticas herbáceas) é provavelmente a maior limitação ao estabelecimento satisfatório de espécies nativas semeadas (DOUGLAS et al. 2007), portanto, precisa ser efetivamente controlada.

A utilização dos adubos verdes como cobertura inicial em plantios de restauração por semeadura direta (GUERIN et al. 2015) ou das entrelinhas de mudas (ISERNHAGEN 2010; MARTINS 2011) têm se mostrado efetivos. Estas espécies proporcionam o aporte de matéria orgânica rica em nitrogênio, possivelmente acelerando a ciclagem de nutrientes e a restauração da fertilidade do solo (PENEIREIRO, 1999). Embora as leguminosas fixadoras de nitrogênio de crescimento rápido possam competir por água e luz com árvores jovens, uma densidade adequada parece promover o crescimento das árvores melhorando a aeração, a compactação e a absorção de água no solo (DUBOIS & VIANA, 1996). A densidade de semeadura adequada de espécies leguminosas de crescimento rápido pode melhorar a germinação e sobrevivência das sementes e ajudar a evitar o uso de herbicidas para controle de espécies daninhas (CAMPOS-FILHO et al. 2013). Contudo, no presente estudo houve efeito da cobertura do solo com adubos verdes afetando tanto no desenvolvimento e sobrevivência das espécies como observado para *O. arborea*, *A. occidentale*, *H. courbaril* e *S. glandulosum*, *Joannesia princeps* e *Sapindum saponaria* e quanto na emergência e das sementes e densidade de plantas como constatado para *E. speciosa*, *B. crasiflora*, *B. variegata* e *B. orellana*. Embora dentre estas estejam espécies Fabaceae (*O. arborea*, *H. courbaril*, *E. speciosa* e *B. variegata*), a densidade empregada promoveu o aumento da competição com os adubos verdes evidenciando a necessidade de ter-se um controle da quantidade deste insumo.

Em Floresta Estacional Semidecidual e Área de Preservação Permanente observou-se aporte de chuva de sementes de 83,04 sementes/m<sup>2</sup> a 2590 sementes/m<sup>2</sup> equivalente à cerca de 830 mil a 26 milhões de sementes/ha (CAMPOS et al., 2009; TOMAZI et al., 2010; AOKI & PINÃ-RODRIGUES, 2014; SILVA et al., 2016; TOSCAN, 2017). No presente estudo foram utilizadas 130 sementes/m<sup>2</sup>, valor baixo comparado com o aporte da chuva de sementes de uma floresta nativa. Em relação ao número de sementes utilizadas (1.227.057 sementes/ha), verificou-se a densidade de

14.045 indivíduos/ha sobreviventes aos 854 dias após semeadura. A densidade de plantas obtidas foi superior ao que é empregado em plantios convencionais por mudas 1666 a 3333 mudas/ha (DAVIDE et al., 2000), obtendo-se uma relação de 1:9 da relação plantio muda: semeadura direta. Por outro lado, em modelos adensados pode-se empregar até 15.000 mudas/ha (PIÑA-RODRIGUES et al. 1997), mostrando resultados positivos da densidade de plantas em relação ao seu desenvolvimento, sobrevivência e restabelecimento das funções ecológicas (NASCIMENTO et al. 2012; GALETTI et al. 2018). No entanto, densidades menores de sementes devem ser testadas para viabilizar o processo de semeadura direta, a exemplo do trabalho realizado com espécies tardias, empregando-se de 3 a 20 sementes/cova, comprovando ser eficiente para assegurar a emergência de, pelo menos, um indivíduo por ponto de semeadura (SANTOS JÚNIOR, 2000).

Considerando que há relação linear entre a densidade de semeadura e a emergência de plântulas (MELI et al., 2017), para estimar-se a densidade de 5.000 indivíduos/ha, com base nos presentes resultados, poderia ser realizada a semeadura de 100.000 a 110.000 sementes/ha, o que pode representar considerável redução no uso de sementes. No presente estudo, o total das espécies semeadas em relação ao número de sementes utilizadas no experimento apresentou média foi de 7,6% de emergência. Estes resultados são similares aos observados em vários estudos com período de avaliação com média de emergência de 8,2% a 14,9% do total de espécies semeadas (PIETRO-SOUZA et al. 2014; AGUIRRE et al. 2015; MELI et al. 2017).

No primeiro ano, 93,4% das sementes que emergiram até aos 151 dias estabeleceram suas plântulas (Figura 6) e 50% destes sobreviveram evidenciando que o sucesso da semeadura direta está relacionado a esta etapa inicial, com um aporte do banco de sementes do solo ou mesmo da chuva de sementes podendo ocorrer após os 851 dias após a semeadura. Este período de germinação também foi observado por Radel (2013) com a emergência ocorrendo aos 90 dps, do qual das 15 espécies semeadas, apenas cinco das espécies semeadas conseguiram emergir (33,3%). No presente estudo, as 14 espécies estabelecidas corresponderam a 51,9 % das espécies arbóreas semeadas, com 94,1% de sobrevivência após 12 meses. Este valor é comparável ao constatado por Campos-Filho et al. (2013) que obteve entre 2% a 10% de sobrevivência das espécies após os 3 anos, onde das 214 espécies utilizadas na semeadura, 89 (42%) tiveram sucesso de estabelecimento. Contudo, um dos principais

fatores que podem influenciar negativamente na germinação é a presença de predadores, precipitação irregular com pouca frequência e o deficiente preparo do solo (ALVES, 2016). Para Ferreira et al. (2009) o fato de grande parte das espécies ter baixo resultado de emergência pode estar relacionada a qualidade do lote de sementes.

Espécies como *Byrsonima crassifolia*, *Erythrina verna*, *Bauhinia fortificata* e *Bixa orellana* apresentaram potencial para uso em semeadura direta por apresentarem rápida germinação e sobrevivência até ao final do ensaio. Este comportamento foi observado em estudo de Rodrigues & Gandolfi (2004); Vasconcelos et al. (2009); Radel (2013); Resende & Pinto (2015), para as espécies *Erythrina sp* e *Bauhinia fortificata*, que se destacaram quanto à emergência ocorrida em campo e alta taxa de emergência de plântulas devido ao seu caráter mais rústico. Já as pioneiras *Spondias sp* e *Schizolobium parahyba* apresentaram alta mortalidade após os 151 dias evidenciando a necessidade de rever-se sua utilização na semeadura direta e os fatores que podem ter levado à sua alta mortalidade. Segundo Caron (2010), o crescimento inicial até 80 dias de mudas de *Schizolobium parahyba* (guapuruvu) é rápido, apresentando 100% de sobrevivência sob diferentes condições de sombreamento.

Em relação a densidade de indivíduos houve aumento até os 78 dias, demonstrando que este foi o período mais importante para ocorrer a germinação e emergência das plântulas, comportamento também constatado por Ferreira et al. (2009) na semeadura direta. Após este período de 97 a 151 dias após semeadura houve redução da densidade de plantas ou também chamado de período crítico, após este o número de plantas mortas diminuiu ao longo do tempo, mantendo-se abaixo de 20 indivíduos até aos 365 dias. Algumas causas da mortalidade podem ser atribuídas aos fatores climáticos, predação ou competição de nutrientes e luz com a adubação verde ou as plantas daninhas (FLORENTINE et al. 2013). No estudo de Souza (2013), constatou-se que o consórcio de adubos verdes e espécies florestais tiveram um menor número de indivíduos sobreviventes, porque na fase considerada crítica (60 dps) da semeadura direta, os adubos verdes não tinham se desenvolvido, não oferecendo melhoria nas condições edafoclimáticas e fertilidade do solo. No presente estudo, as técnicas de aplicação de Verdict e de herbicida nas fases pré e pós-semeadura foram efetivas em eliminar esta competição inicial, favorecendo a emergência e estabelecimento inicial das espécies. Contudo o período seco ocorreu dos 150 aos 300 dias após a semeadura, o que não afetou o número de plantas estabelecidas (Figura 6), mas pode ter afetado a taxa de média mortalidade de plantas (Figura 13).

Em relação ao manejo do solo, os tratamentos afetaram a emergência e estabelecimento de plântulas e sua composição, sendo que a TA - testemunha com total de emergência de 170 indivíduos representando 40,6% dos estabelecidos foi significativamente maior ( $F= 5,611$ ;  $p= 0,0122$ ) do que os tratamentos que apresentaram apenas uma prática cultural ou de adubação ou de calagem (Tabela 3). Em estudos de Silva et al. (2015) foi constatada a emergência de 50% das sementes semeadas para o tratamento com fertilização consorciado com os adubos verdes, afetando a emergência das espécies nativas e favorecendo o crescimento de plantas daninhas e plantas de cobertura, aumentando sua biomassa e, possivelmente, sua capacidade de competir pela água e nutrientes. Segundo Douglas et al. (2007), as adições de fertilizantes geralmente são mais benéficas para o crescimento da vegetação exótica circundante, aumentando assim o nível de competição a que as mudas nativas são expostas. Na maioria dos locais de pastagem observa-se fertilidade suficientemente alta (SPARLING & SCHIPPER 2004), que na maioria das vezes não precisaria realizar a fertilização química.

Os índices de similaridade florística variaram de 0,61 a 0,81 (Tabela 4). De acordo com Kent & Coker (1992), valores de SJ maiores ou iguais a 0,5 indicam alta similaridade. Apesar da similaridade entre as áreas poder ser considerada como alta, com riqueza, equitabilidade também similares (Tabela 3), houve efeito dos tratamentos na composição e abundância de plantas (Figura 14). Tratamentos sem a aplicação de um dos insumos, adubo ou calagem (TC e TD) apresentaram composição similares enquanto tanto o com aplicação completa (TD) ou sem insumos (TA-testemunha) também foram similares entre si em termos de composição e abundância de plantas. Embora a área de estudo tenha apresentado riqueza similar a áreas de outros estudos ( $S= 14$ ), o índice de diversidade de Shannon ( $H'= 2.01$ ), valor médio comparado com outras áreas em processo de restauração de matas nativas, com um índice de equitabilidade ( $J'=0,85$ ) acima da média, como foi no caso do estudo de semeadura direta de Isernhagen (2010), onde foi observado índice de diversidade de Shannon ( $H'= 1,78$ ) e índice de equitabilidade ( $J'= 0,77$ ). Em estudo de Oliveira, 2017, verificou um índice de diversidade de Shannon ( $H'= 1.03$ ), o que nossa área de estudo sugere alta uniformidade nas proporções do número de indivíduos/número de espécies dentro da comunidade vegetal, constatação esperada, pois a equitabilidade é diretamente proporcional à diversidade e, antagônico à dominância.

## 7. CONCLUSÃO

Os adubos verdes promoveram cobertura do solo durante seu ciclo de vida, tendo sido eficientes no controle das plantas daninhas ao longo do período crítico de emergência e estabelecimento das espécies. As práticas de controle químico adotadas também podem ter contribuído para o efeito inicial até aos 98 dias após a semeadura para a redução da presença das plantas daninhas.

As práticas de manejo não afetaram a taxa de cobertura do solo e a quantidade de plantas totais estabelecidas, mas afetaram a sua composição e o número de plantas por espécie. Isto quer dizer que algumas espécies podem ter sido favorecidas em relação à outras nos tratamentos.

O período até 150 dias é crítico para o sucesso do estabelecimento da semeadura direta e, portanto, os resultados das práticas de manejo devem ser mais constantemente monitoradas para promover-se manejos adaptativos.

Das espécies arbóreas testadas, *Byrsonima crassifolia*, *Erythrina verna*, *Bauhinia fortificata*, *Bixa orellana*, *Joannesia princeps* e *Sapindus saponaria*, apresentaram potencial para serem utilizadas da técnica de semeadura direta na restauração ecológica, já que elas apresentaram rápido crescimento e baixa mortalidade no período crítico, contudo foram sensíveis à cobertura de adubo verde decorrente da densidade de sementes empregada.

## 8. ANEXOS

Resultado do análise do solo da semeadura direta por muvuca em área de Floresta Estacional, em Sorocaba, SP. Semeadura direta em 29 de outubro de 2016. Análise de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade do solo.

### CELQA - Análises Técnicas Ltda.

Laboratório de Química Analítica - Registro no C.R.Q. No 14.594-F - Quarta Região.

#### RELATÓRIO DE ANÁLISE EM SOLO

SOLICITAÇÃO	S- 2.225/17/9.489 a 9.498	ENTRADA: 30/05/2017	SAÍDA: 05/06/2017
SOLICITANTE	UFSCAR / IVONIR		
ENDEREÇO			
INTERESSADO	IVONIR [ <a href="mailto:ivonir@ufscar.br">ivonir@ufscar.br</a> ] / amostras entregues por Nuri		

Nº CELQA:	Identificações das amostras:	Nº CELQA:	Identificações das amostras:
9.489	SAF 0-20	9.494	TRATAM B 20-40
9.490	SAF 20-40	9.495	TRATAM C 0-20
4.491	TRATAM A 0-20	9.496	TRATAM C 20-40
9.492	TRATAM A 20-40	9.497	TRATAM D 0-20
9.493	TRATAM B 0-20	9.498	TRATAM D 20-40

Parâmetro analisado / unidade	9.489	9.490	9.491	9.492	9.493	9.494	9.495	9.496	9.497	9.498
pH	5,2	4,9	4,6	4,6	4,6	4,6	4,7	4,8	5,0	4,7
MO Matéria Orgânica q/dm <sup>3</sup>	23	19	22	21	24	19	26	18	22	17
P Fósforo mg/dm <sup>3</sup>	3	3	8	10	8	8	11	2	5	6
K Potássio mmol/dm <sup>3</sup>	1,1	1,0	1,8	1,2	1,6	1,2	1,3	1,0	1,2	0,9
Ca Cálcio mmol/dm <sup>3</sup>	46	42	35	31	34	32	41	43	47	39
Mg Magnésio mmol/dm <sup>3</sup>	12	11	9	7	8	9	8	7	11	8
H+Al Hidrogênio + Alumínio mmol/dm <sup>3</sup>	34	45	54	55	52	53	44	42	38	41
Al Alumínio mmol/dm <sup>3</sup>	0	1	4	4	4	4	3	2	0	3
S-SO <sub>4</sub> Enxofre mg/dm <sup>3</sup>	7	6	5	4	6	5	6	7	4	7
SB Soma de Bases mmol/dm <sup>3</sup>	59	54	46	39	44	42	50	51	59	48
CTC Capacidade troca cátions mmol/dm <sup>3</sup>	93	99	100	94	96	95	94	93	97	89
V% Saturação por bases %	63	55	46	42	46	44	53	55	61	54
m% Saturação por alumínio %	0	2	8	9	8	9	6	4	0	6
B Boro mg/dm <sup>3</sup>	0,29	0,30	0,31	0,31	0,33	0,30	0,31	0,27	0,30	0,26
Cu Cobre mg/dm <sup>3</sup>	1,3	1,0	1,0	0,6	0,7	0,3	0,7	0,4	0,9	0,7
Fe Ferro mg/dm <sup>3</sup>	124	135	165	142	186	185	210	86	136	142
Mn Manganês mg/dm <sup>3</sup>	32,0	24,0	38,0	28,0	42,0	38,0	45,0	25,0	41,0	26,0
Zn Zinco mg/dm <sup>3</sup>	0,6	0,7	1,0	0,8	0,9	0,7	0,6	0,5	0,8	0,2
K/CTC % K na CTC	1,2	1,0	1,8	1,3	1,7	1,3	1,4	1,1	1,2	1,0
Ca/CTC % Ca na CTC	49,4	42,4	35,1	32,9	35,6	33,6	43,5	46,2	48,4	43,9
Mg/CTC % Mg na CTC	12,9	11,1	9,0	7,4	8,4	9,5	8,5	7,5	11,3	9,0
K/Ca Relação K/Ca	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
K/Mg Relação K/Mg	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
Ca/Mg Relação Ca/Mg	3,8	3,8	3,9	4,4	4,3	3,6	5,1	6,1	4,3	4,9
P/Mn Relação P/Mn	0,1	0,1	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2
P/Zn Relação P/Zn	5,0	4,3	8,0	12,5	8,9	11,4	18,3	4,0	6,3	30,0
K/Mn Relação K/Mn	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe/Mn Relação Fe/Mn	3,9	5,6	4,3	5,1	4,4	4,9	4,7	3,4	3,3	5,5

NOTA: Estes resultados têm significação restrita e referem-se a amostra analisada.

  
José Carlos Ribeiro de Almeida  
CRQ Nº 04.404.512-4ª Região

metodologia  
pH em CaCl<sub>2</sub>; P, K, Ca, Mg - resina; S-SO<sub>4</sub> Fósforo monocalcico 0,01 M; B água quente; Cu, Fe, Mn, Zn: DTPA.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, A. G.; LIMA, J. T.; TEIXEIRA, J.; GANDOLFI, S. Potencial da semeadura direta na restauração florestal de pastagem abandonada no município de Piracaia, SP, Brasil. *Hoehnea*, v. 42, n. 4, p. 629–640, 2015.

AMMONDT, S.A, LITTON C.M. Competition between native Hawaiian plants and the invasive grass *Megathyrus maximus*: implications of functional diversity for ecological restoration. *Restoration Ecol* 20(5): 638-646. 2011.

ARAKI, D.F. Avaliação da semeadura a lanço de espécies florestais nativas para a recuperação de áreas degradadas. 2005. 172p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

ASANOK, L.; MAROD, D.; DUENGKAE, P.; PRANMONGKOL, U.; KUROKAWA, H.; AIBA, M.; KATABUCHI, M.; NAKASHIZUKA, T. Relationships between functional traits and the ability of forest tree species to reestablish in secondary forest and enrichment plantations in the uplands of northern Thailand. *Forest Ecology and Management*, v. 296, May 2013, p. 9–23, 2013.

ALVES, M. 2016 a. Semeadura direta de ervas, arbustos e árvores para restauração do Cerrado. Universidade de Brasília – UnB. Tese de Mestrado. 66 páginas.

ALCÂNTAR, F.A.; NETO, A.E.F.; PAULA, M.B.; MESQUITA, H.A.; MUNIZ, J.A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n. 2, p. 277-288. 2000.

BARBOSA, E. G. Eficiência do manejo no controle de duas espécies de gramíneas invasoras em Cerrados Paulistas. 2009. 98 f. Dissertação (Mestrado Ecologia de Ecossistemas Aquáticos e Terrestres) - Instituto de Biociências - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

BALANDIER, P.; FROCHOT, H.; SOURISSEAU, A. Improvement of direct tree seeding with cover crops in afforestation: Microclimate and resource availability induced by vegetation composition. *Fores Ecology and Management*. London, v. 257, n. 8, p, 1716-1724, Mar. 2009.

BECHARA, F.C. Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga. Tese (Doutorado) em conservação de ecossistemas Florestais- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

BELTRAME, T.P.; RODRIGUES, E. Feijão guandu (*cajanus cajan* (L) Millsp.) na restauração de florestas tropicais. *Semina : Ciências Agrárias*, Londrina, v.28, n.1, p. 19-28. 2008.

BELTRAME, T.P. Restaurando a ecologia na restauração: avaliação de sistemas agroflorestais e espécies leguminosas em plantios de restauração ecológica. Tese de Doutorado. Piracicaba, ESALQ-USP. 168 p. 2013.

BIOFLORA. Manual de restauração ecológica, técnicos e produtores rurais no extremo sul da Bahia. P. 59. 2015.

BONILLA-MOHENO M, HOLL KD. Direct seeding to restore tropical mature-forest species in areas of slash-and-burn agriculture. *Restoration Ecology* 18: 438–445. DOI:10.1111/j.1526-100X.2009.00580.x. 2010.

BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C. Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 5, 2002, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte, 2002. p.123-145.

BRASIL, decreto nº 8.972, de 23 de janeiro de 2017. Institui a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. *DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO*. E. 17 | S. 1 | P. 7. B. 2017. Presidência da República. p. 7–10, 2017.

BRANCALION, P.H.S.; ISERNNHAGEM, I.; MACHADO, R.P.; CRISTOFFOLETI, P.J.; RODRIGUES, R.R. Seletividade dos herbicidas setoxidim, isoxaflutol e bentazon a espécies arbóreas nativas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 44. n. 3, p.251-257, 2009.

BRACALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. *Restauração Florestal*. Oficina de Textos: São Paulo, 2015. 431 p.

BRANCALION, P. H. S.; SCHWEIZER, D.; GAUDARE, U.; MANGUEIRA, J. R.; LAMONATO, F.; FARAH, F. T.; NAVE, A. G.; RODRIGUES, R. R. Balancing economic costs and ecological outcomes of passive and active restoration in agricultural landscapes: the case of Brazil. *Biotropica*, v. 48, n. 6, p. 856–867, 2016.

BROADHURST, L.; DRIVER, M.; GUJA, L.; NORTH, T.; VANZELLA, B.; FIFIELD, G.; BRUCE, S.; TAYLOR, D.; BUSH, D. Seeding the future – the issues of supply and demand in restoration in Australia. *Ecological Management & Restoration* 16:29–32. 2015.

BURTON, C.M.; BURTON, P.J.; HEBDA, R.; TURNER, N.J. Determining the optimal sowing density for a mixture of native plants used to revegetate degraded ecosystems. *Restoration Ecology*, Oxford, v.14, n.3, p.379-390, 2006.

BURLE, M. L. et al. Caracterização das espécies de adubo verde. In: CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. *Cerrado: adubação verde*. Planaltina: Embrapa cerrados, 2006. p. 71142.

CAETANO, R.S.X.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; VICTORIA FILHO, R. “Banco” de sementes de plantas daninhas em pomar de laranja ‘Pera’. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 509-5017, jul./sep. 2001.

CALEGARI, A. et al. *Adubação verde no Sul do Brasil*. 2.ed. Rio de Janeiro: ASPTA, 346 p, 1993.

CALIXTO JÚNIOR, J. E. D. 2018. Semeadura direta consorciada com plantio de mudas: teste para cobrir o solo e acelerar a restauração florestal. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL. DM/2018. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 46 f.

CAMARGO, J.L.C.; FERRAZ, I.D.K.; AMAKAWA, A.M. Rehabilitation of degraded áreas of central Amazonia using direct sowing of forest tree seeds. *Restoration Ecology* 10:636-644. 2002.

CAMPOS-FILHO, E. M.; COSTA, J. N. M. N. DA; SOUSA, O. L. DE; JUNQUEIRA, R. G. P. Mechanized Direct-Seeding of Native Forests in Xingu, Central Brazil. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 32, n. 7, p. 702–727, 2013.

CAMPOS, R. J. B.; AMADOR, D. B.; AZEVEDO, V. A. Experiência da fazenda São Luiz com plantios agroflorestais mecanizados – relato de experiência. 2012.

CASTRO, D.C.V. Semeadura directa de espécies arbustivas e de adubação verde como estratégia de sombramento para restauração de áreas degradadas. Dissertação (Mestrado em Ciências, Programa: Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2013.

CECCON, E. Restauración en Bosques Tropicales: Fundamentos Ecológicos, Prácticos Y Sociales. México, UNAM, 2013. 288 p.

CECCON, E.; GONZÁLEZ, E. J.; MARTORELL, C. Is Direct Seeding a Biologically Viable Strategy for Restoring Forest Ecosystems? Evidences from a Meta-analysis. **Land Degradation and Development**, v. 27, n. 3, p. 511–520, 2015.

CHOKKALINGAM, U.; SHONO, K.; SARIGUMBS, M.P.; DURST, P.B.; LESLIE, R (EDS). Advancing the Role of Natural Regeneration in Large-Scale Fore and Landscape Restoration in the Asia-Pacific Region. FAO and APFNet. Bangkok. 2018.

COLE, R.J., HOLL, K.D., KEENE, C.L. & ZAHAWI, R.A. Direct seeding of late-successional trees to restore tropical montane forest. *Forest Ecology and Management* 261: 1590-1597. 2010.

CORRÊA, LAÍNE SILVEIRA, ELIANA CARDOSO-LEITE, ANA CAROLINA DEVIDES CASTELLO, SAMUEL COELHO, ALESSANDRA, ROCHA KORTZ, FERNANDO NADAL JUNQUEIRA VILLELA e INGRID KOCH. Estrutura , composição florística e caracterização sucessional em remanescente de floresta estacional semidecidual no sudeste do Brasil. *Revista Árvore*, Viçosa-MG 38 (5): 799–809. 2014.

CORNISH P.S.; BURGIN S. Residual effects of glifosato herbicide in ecological restoration. *Restoration Ecology*, Malden, v. 13, n.4, p. 695-702. 2005.

DAVIDE, A.C.; FERREIRA, R.A.; BOTELHO, S.A.; MALAVASI, M.M. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de candeinha (*Eremanthus incanus* Less.) – Asteraceae. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v.22, n.1, p.127-133, 2000.

DEFALCO, L.A.; ESQUE, T.C.; NICKLAS, M.B.; KANE, J.M. Supplementing seed banks to rehabilitate disturbed Mojave Desert shrublands: where do all the seeds go? *Restoration Ecology* 20:85–94. 2012.

DOUGLAS, G. B.; DODD, M. B.; IAN, L. Potential of direct seeding for establishing native plants into pastoral land in New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology*, Vol. 31, No. 2 pp. 143-153, 2007.

DOUST, S. J.; ERSKINE, P. D.; LAMB, D. Direct seeding to restore rainforest species: Microsite effects on the early establishment and growth of rainforest tree seedlings on degraded land in the wet tropics of Australia. **Forest Ecology and Management**, v. 234, n. 1–3, p. 333–343, 2006.

DOUST, S. J.; ERSKINE, P. D.; LAMB, D. Restoring rainforest species by direct seeding: Tree seedling establishment and growth performance on degraded land in the wet tropics of Australia. **Forest Ecology and Management**, v. 256, n. 5, p. 1178–1188, 2008.

DUBOIS, J.C.; VIANA, V.M.; ANDERSON, A.B. Manual agroflorestal para Amazônia. V.1. Rio de Janeiro: REBRAAF 228p, 1996.

ENGEL VL, PARROTTA JA. An evaluation of direct seeding for reforestation of degraded lands in central Sao Paulo state, Brazil. *Forest Ecology and Management* 152: 169–181. DOI:10.1016/S0378-1127 (00)00600-9. 2001.

ELLIOTT, S.; NAVAKITBUMRUNG, P.; KUARAK, C.; ZANGKUM, S.; ANUSARNSUNTHORN, V.; BLAKESLEY, D. Selecting framework tree species for restoring seasonally dry tropical forests in northern Thailand based on field performance. *Forest Ecology and Management*, vol. 184, n. 1-3, p. 177-191. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(03\)00211-1](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(03)00211-1). 2003.

ENGEL, V. L.; MASSOCA, P. E. S.; PATRÍCIO, A. L.; MUNHOZ, M. O. Implantação de espécies nativas em solos degradados a través de sementeira direta. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS – ÁGUA E BIODIVERSIDADE, 2002. Belo Horizonte. Anais do Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas – Água e Biodiversidade . SOBRADE, Belo Horizonte. 2002.

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

ESPÍNDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. de. Adubação verde: Estratégia para uma agricultura sustentável. Seropédica: Embrapa-Agrobiologia, 20p. 1997.

FAVERO, C.; JUXKSCH, I.; ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 36, n.11, p. 1355-1362, nov. 2001.

FERREIRA, R.A., DAVIDE, A.C., BEARZOTI, E. & MOTTA, M.S. Sementeira direta com espécies arbóreas para recuperação de ecossistemas florestais. *Revista Cerne* 13: 21-279. 2007.

FERREIRA, R. A.; SANTOS, P. L.; ARAGÃO, A. G. DE; SANTOS, T. I. S.; SANTOS-NETO, E. M. DOS; REZENDE, A. M. D. S. Sementeira direta com espécies florestais na implantação de mata ciliar no Baixo São Francisco em Sergipe. Brazil.

*Scientia Forestalis*, v. 37, n. 81, p. 37–46, 2009.

FERREIRA, C.A.; CARVALHO, P.E.P. Manejo de plantios e da vegetação restaurada. In: GALVÃO, A.P.M.; MADEIROS, A.C.S. (Ed.). *Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural*. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. P. 63-68.

FLORY S.L.; CLAY, K. Non-native grass invasion alters native plant composition in experimental communities. *Biological Invasions*, Dordrecht, v. 12, n. 5, p. 1285-1294. 2010.

FLORENTINE, S.K.; WESTBROOKE, M.E. (2004). Evaluation of alternative approaches to rainforest restoration on abandoned pasturelands in tropical North Queensland, Australia. *Land Degradation and Development*, West Sussex, v. 15, p. 1-13.

FONTANÉTTI, A. Adubação verde no controle de plantas invasoras de alface americana e repolho. Dissertação (Mestrado em fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, 2003.

FONTANETTI, A.; CARVALHO, G.J.; MORAES, A.R.; ALMEIDA, K.; DUARTE, W.F. Adubação verde no controle de plantas invasoras e na produção de alface americana e repolho. *Ciências e Agrotecnologias*, Lavras, v. 28, n.5, p. 234-237. 2004.

FREITAS, M. G.; RODRIGUES, S. B.; CAMPOS-FILHO, E. M.; CARMO, G. H. P. DO; VEIGA, J. M. DA; JUNQUEIRA, R. G. P.; VIEIRA, D. L. M. Evaluating the success of direct seeding for tropical forest restoration for over ten years. ***Forest Ecology and Management***, v. 438, n. November 2018, p. 224–232, 2019.

FREITAG, R.; BONINI, I.; SILVA, N. M. da; VECCHIATO, A. B. Técnicas nucleadoras e adubação verde em unidades demonstrativas de restauração ecológica. *Rev. de Ciências Agrárias* [online]. vol.41, n.1, pp.61-70. Disponível em: <[http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0871018X2018000100008&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871018X2018000100008&lng=pt&nrm=iso)>. ISSN 0871-018X. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA17076>. 2018.

GALLETTI, G.; SILVA, J. M. S.; PIÑA-RODRIGUES, F.C. M.; PIOTROWSKI, I. Análise multicriterial da estabilidade ecológica em três modelos de restauração florestal”. ***Revista Brasileira de Ciências Ambientais*** (Online), no 48: 142–57. 2018.

GAZZIERO, D.L.P.; ADEGAS, F.S.; PRETE, C.E.C.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M.F. *As Plantas Daninhas e a Semeadura Direta*. Paraná, Londrina: Embrapa Soja, 2001.

GONÇALVES, M.J.; RAIJ, B.V.; GONÇALVES, J.C. Florestais. In: BERNARDO VAN RAIJ, V.B.; CANTARELLA, H. QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A.M.C. de *Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo*, Pp. 62-73. 1996.

GONÇALVES, J. L. M.; NOGUEIRA JÚNIOR, L. R.; DUCATTI, F. Recuperação de solos degradados. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. *Restauração ecológica de ecossistemas naturais*. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2003. p. 111-163.

GUERIN, N. et al. Avanços e próximos desafios da semeadura direta para restauração ecológica. In: MARTINS, S. V. (Ed.) *Restauração ecológica de ecossistemas degradados*. p. 331 – 376, 2015.

HALLETT, L.M.; STANDISH, R.J.; JONSON, J.; HOBBS, R.J. Seedling emergence and summer survival after direct seeding for woodland restoration on old fields in South-Western Australia. *Ecological Management & Restoration* 15:140–146. 2014.

HOBBS, R.; CRAMER, V. Restoration Ecology: Interventionist Approaches for Restoring and Maintaining Ecosystem Function in the Face of Rapid Environmental Change. *Annual Review of Environment and Resources*, 33, 39-61. <https://doi.org/10.1146/annurev.enviro.33.020107.113631>. 2008.

HOLL, K. D.; LOIK, M.E.; LIN, E.H.V.; SAMUELS, I.A. Tropical montane forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. *Restoration ecology*, v. 8, n. 4, p. 339-349, 2000.

INSERNAGEM, I. Uso da sementeira direta de espécies arbóreas nativas para a restauração florestal de áreas agrícolas, sudeste do Brasil. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>. Acesso em agosto de 2019.

JINKS, R.L.; WILLOUGHBY, I.; BAKER, C. Direct seeding of ash (*Fraxinus excelsior* L.) and sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.): the effects of sowing date, preemergent herbicides, cultivation, and protection on seedlings, emergence and survival. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v.273, p.373-386, 2006.

JUNIOR, J.C.; VIEGAS, L.B.; TONELLO, K.C. Proposta de recuperação florestal de uma área de pastagem no Município de Agudos-SP, com vista à apicultura. Sorocaba: Universidade Federal de São Carlos. 7p. 2009.

KAGEYAM, P.Y.; GANDARA, F. Restauração e conservação de ecossistemas tropicais. In: CULLEN JR., L; VALLADARES-PADUA, C.; RUDRAN, R. (ORG.). *Metodos de estudos em biología da conservação e manejo da vida silvestre*. Curitiba: UFPR. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2004. P. 383-394.

KILDISHEVA O.A, ERICKSON T.E, MERRITT D.J, DIXON K.W. Setting the scene for dryland recovery: an overview and key findings from a workshop targeting seed-based restoration. *Restoration Ecology* 24:S36–S42. 2016.

LAMB, D. Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science*, vol. 310, n. 5754, p. 1628-1632. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1111773>. 2005.

LEONIDAS, F.C.; SANTOS, J.C.F.; COSTA, R.S.C. Consorciação de leguminosas em cafezal adulto em Rondonia, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 26. Marília. Resumos. Rio de Janeiro: MMA. PROCAFE, p. 319-321. 2000.

LI, H.; ZHANG, L. An experimental study on physical controls of an exotic plant *Spartina alterniflora* in Shanghai, China. *Ecological Engineering*, [s.l], v. 32, n. 1, p. 11-21, 2008. (D’Antonio & Vitousek 1992).

MACEDO, M.O.; RESENDE, A.S.; GARCIA, P.C.; BODDEY, R.M.; JANTALIA, C.P.; URQUIAGA, S.; CAMPELLO, E.F.C. & FRANCO, A.A. Changes in soil C and N stocks and nutrient dynamics 13 years after recovery of degraded land using

- leguminous nitrogen-fixing trees. *Forest Ecology and Management*, vol. 255, n. 5-6, p. 1516–1524. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.11.007>. 2008.
- MACHADO, D.F.T.; CONFESSOR, J.G.; RODRIGUES, S.C. Processo inicial de recuperação de área degradada a partir de intervenções físicas e utilização de leguminosas. *Caderno de Geografia*, vol. 24, p. 42-54. 2014.
- MAGALHÃES, A.C; FRANCO, C.M. Toxicidade de feijão de porco sobre a “Tiririca”. *Bragantia*, Campinas, v.21, n. 35, p. 53-58, Jun. 1962
- MARTINS, A. Controle de *urochloa decumbens* Stapf. Em áreas de restauração ecológica com plantio total, Floresta Estacional Semidecidual, Itu-SP. Dissertação de (Mestrado Conservação de ecossistemas Florestais)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- MARTINS, S. V. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. 2nd ed. Editora UFV, 2015. 376 p.
- MATEUS, G. P.; WUTKE, E. B. Espécies de leguminosas utilizadas como adubos verdes. *Pesquisa & Tecnologia*, vol. 3, n.1, 2006.
- MATHEIS, H.A.S.M. (2004) Efeitos de diferentes coberturas mortas obtidas a partir do manejo mecânico com roçadeira lateral na dinâmica populacional de plantas daninhas em citros. Dissertação de mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba- SP.
- MELI, P.; ISERNHAGEN, I.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, E. C. C.; BEHLING, M.; RODRIGUES, R. R. Optimizing seeding density of fast-growing native trees for restoring the Brazilian Atlantic Forest. **Restoration Ecology**, v. 26, n. 2, p. 212–219, 2017.
- MELO, A.C.G. A legislação como suporte a programas de recuperação florestal no Estado de São Paulo. *Florestar Estatístico*, São Paulo, v. 8, n. 17, p. 9
- MENEGHELLO, G.E.; MATTEI, V.M. Semeadura direta de timbauva (*Enterolobium contortisiliquum*), canafistula (*Peltophorum dubium*) e cedro (*Cedrela fissilis*) em campos abandonados. *Ciência Florestal*. RS, v. 14, n. 2, p. 21-27, 2004.
- MERRITT D.J, DIXON K.W. Restoration seed banks—a matter of scale. *Science* 332:424–425. 2011.
- MASAREI, M.; GUZZOMI, A.L.; MERRITT, D.J.; ERICKSON, T.E. Factoring restoration practitioner perceptions into future design of mechanical direct seeders for native seeds. *Restoration Ecology*. Doi: 10.1111/rec.13001. 2019.
- MORI, E.; PIÑA-RODRIGUES, F.; FREITAS, N. Sementes florestais: guia para a germinação de 100 espécies nativas. 2012.
- MORTLOCK BW Local seed for revegetation. *Ecological Management & Restoration* 1:93–101. 2000.
- MOULTON RJ, HERNÁNDEZ G. TREE PLANTING IN THE UNITED STATES—1998. *Tree Planters’ Notes* 49: 23–36. 2000.

MOREIRA, P.R. Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauita, Poços de Caldas, MG. Tese de (Doutor em Ciências Biológicas)- Faculdade de Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Rio Claro. 2004.

NABOS B, EPAILLARD E. Reducing the costs of afforestation by optimising working methods. *Informations Forêt* 1: 69–83. 1995.

NASCIMENTO, D. F.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; MOREIRA, R. T. S.; ALONSO, J. M. Initial growth of six forest tree species in different spacing conditions”. *Cerne* 18 (1): 159–65. 2012.

OLIVEIRA, L. Seletividade de herbicidas em espécies nativas arbóreas do Brasil. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2017

PENEIREIRO, F. M. Sistemas Agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso. ESALQ, Piracicaba, 1999. 138p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Ciências Florestais. 1999.

PIETRO-SOUZA, W.; SILVA, N. M. DA. Plantio manual de muvuca de sementes no contexto da restauração ecológica de áreas de preservação permanente degradadas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 3, p. 63–74, 2014.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; REIS, L.L.; MARQUES, S.S. Sistema de plantio adensado para a revegetação de áreas degradadas da mata atlântica: bases ecológicas e comparações de custo/benefício com o sistema tradicional. *Floresta e Ambiente*, Seropédica, Rio de Janeiro. nº 4, p. 30-41, 1997.

PEREIRA, R. V.; SILVA, A. Controle alelopático de tiririca por mucuna e feijão-deporco. Goiânia: UFG/CNPq, 3 p,1989.

PELLIZZARO, K. F. et al. Cerrado restoration by direct seeding: field establishment and initial growth of 75 trees, shrubs na grass species. **Revista Brasileira de Botânica**, [s.l], v. 4, p. 1-13, 2017.

PLANAVEG (Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa ), Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Educação. – Brasília, DF: MMA, 2017.

RESENDE, L.A.; DE PINTO, L.V.A. Emergência e desenvolvimento de espécies nativas em área degradada por disposição de resíduos sólidos urbanos. *Revista Agroambiental*, vol. 5, n. 1, p. 37-48. [http:// dx.doi.org/10.18406/2316-1817v5n12013438](http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v5n12013438). 2013.

RESENDE, A.S.; LELES P.S.S. O problema do controle de plantas daninhas na restauração florestal. In: RESENDE AS, LELES PSS, Organizadores. Controle de plantas daninhas em restauração florestal. Brasília, DF: Embrapa. 107p, 2017.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Restoration actions. In: Rodrigues, R.R.; MARTINS, S.V.; GANDOLFI, S. (Ed). High diversity forest restoration in degraded lands: methods and projects in Brazil. New York: New Science Publ., 2007. P. 77-102

RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. (Org). Pacto pela restauração da Mata Atlântica : referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: Instituto BioAtlântica, 2009. 259p.

RODRIGUES, R.R.; LIMA, R.A.F.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation*, Essex, v. 142, n. 6, p. 1242-1251. 2009.

ROSSI, M.; OLIVEIRA, J. B. Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida. *O Agrônomo*, v. 52, n. 1, p. 1-23, 2000.

ROKICH, D.P. Melding of research and practice to improve restoration of Banksia woodlands after sand extraction, Perth, Western Australia. *Ecological Management & Restoration* 17:112-123. 2016.

ROWE, H.I. Tricks of the trade: techniques and opinions from 38 experts in tallgrass prairie restoration. *Restoration Ecology* 18:253-262. 2010.

RUIZ-JAEN, M.C. & AIDE, T.M. Restoration success: how is it being measured? *Restoration Ecology* 13: 569-577. 2005.

RUIZ-JAEN, M.C. & AIDE, T.M. Restoration success: how is it being measured? *Restoration Ecology* 13: 569-577. 2005. SANTOS-NETO, E. M. DOS; REZENDE, A. M. D. S. Semeadura direta com espécies florestais na implantação de mata ciliar no Baixo São Francisco em Sergipe. Brazil. **Scientia Forestalis**, v. 37, n. 81, p. 37-46, 2009.

SANTOS JÚNIOR, N. A. Estabelecimento inicial de espécies florestais nativas em sistema de semeadura direta. 2000. 96 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

SEVERINO, F.J.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Banco de sementes de plantas daninhas em solo cultivado com adubos verdes. *Bragantia*, Campinas, v. 60, n.3, p. 201-204. 2001.

SHELEY, R.L.; MANGOLD, J.M.; ANDERSON, J.L. Potential for successional theory to guide restoration of invasive-plant-dominated rangeland. *Ecological Monographs* 76:365-379. 2006.

SILVA, A; HAHN, C.; OLIVEIRA, C.; AMARAL, E.; VALLE, J.F.; RODRIGUES, M.S.; SOARES, P.V.; LORZA, R.F. Roteiro para a elaboração de projetos de recuperação florestal para o Fundo Estadual de Recursos Hídricos-FEHIDRO/Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo: Fundação para a conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo, 2007. 55p.

SILVA, F.T.A.; JUNGLOS, F.S.; JUNGLOS, M.S.; BRANDANI, J.Z.; PEREIRA, Z.V. & MORAIS, G.A. Utilização de Métodos Biológicos para Restauração de Áreas Degradadas no Município de Ivinhema-MS. *Cadernos de Agroecologia*, vol. 9, n. 4, p. 1-12. 2014.

SILVA, R.P.; OLIVEIRA, D.R.; ROCHA, G.P.E.; VIEIRA, D.L.M. Direct seeding of Brazilian savanna trees: effects of plant cover and fertilization on seedling establishment and growth. *Restoration Ecology*. 2015.

SILVA, R. R. P.; VIEIRA, D. L. M. Direct seeding of 16 Brazilian savana trees: responses to seed burial, mulching and na invasive grass. **Applied Vegetation Science**, [s.l], v. 20, p. 410-421, 2017.

SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS (SAE). Impacto da revisão do código florestal: como viabilizar o grande desafio adiante? 2013. Disponível em: <http://www.sae.gov.br/site/wp-content/uploads/>

SEVERINO, D.J.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Banco de sementes de plantas daninhas em solo cultivado com adubos verdes. *Bragantia*, Campinas, v. 60, n. 3, p. 201-204, 2001.

SILVA, R.R.P.; OLIVEIRA, D.R.; ROCHA, G.P.E.; VIEIRA, D.L.M. Semeadura direta de savanas brasileiras: efeitos da cobertura vegetal e fertilização no estabelecimento e crescimento de mudas. *Restoration Ecology*. 2015.

SOARES-FILHO, B.; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, M.; RODRIGUES, H.; ALENCAR, A. Cracking Brazil's Forest Code. *Science*, 344, p. 363-364, 2014.

SOUZA, M.C.S. DE & PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Desenvolvimento de espécies arbóreas em Sistemas Agroflorestais para Recuperação de Áreas Degradadas na Floresta Densa, Paraty, RJ. *Revista Árvore*, vol. 37, n. 1, p. 89-98. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622013000100010>. 2013.

SMITH, D.M.; LARSON, B.C.; KELTY, M.J.; ASHTON, M.S.; WILEY, J.; SONS. *The practice of Silviculture- Applied Forest Ecology*. Ninth Edition. Wiley, New York, N.Y. 2014.

SPARLING, G.; SCHIPPER, L. Soil quality monitoring in New Zealand: trends and issues arising from a broad-scale survey. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 104: 545-552, 2004.

SUDING, K. N.; GROSS, K. L.; HOUSEMAN, G. R. Alternative states and positive feedbacks in restoration ecology. *Trends in Ecology and Evolution*, [s.l], v. 19, p. 46-53, 2004.

THETFORD, M.; MILLER, D.L.; ATWOOD, L.W.; BALLARD, B.O. Microsite and rooting depth are more important than water-holding gel for establishment of restoration plantings of *Ilex vomitoria* on barrier islands in the Gulf of Mexico. *Native Plants Journal* 16:77-86. 2015.

VASQUEZ, D. C. Semeadura direta de especeis arbustivas e de adubação verde como estratégia de sombreamento para a restauração de áreas degradadas. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2013.

VIANI, R. A. G. HOOL, K. D.; PADOVEZI, A.; STRASSBURG, B. B. N.; FARAH, F. T. GARCIA, R. B. C.; RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S. Protocol for monitoring Tropical Forest Rstoration: Perspectives from the Atlantic Forest Restoration Pact in Brazil. *Tropical Conservation Science*, [s.l], v. 10, p. 1-8, 2017.

WILLOUGHBY, I.; JINKS, R.L. The effect of duration of vegetation management on broadleaved woodland creation by direct seeding. *Forestry*, Oxford, v. 82, n. 3, p. 3434-359. 2009.

WUTKE, E. B. Adubação verde: manejo da fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo. Campinas: IAC, 1993. 37 p. (IAC. Documentos, 35).

ZAHAWI, R.A. Estabelecimento e crescimento de espécies vivas de cercas: uma ferramenta negligenciada para a restauração de áreas degradadas nos trópicos. *Restorat. Ecol.*, 13, pp. 92-102, (2005)

<https://wribrasil.org.br/en/our-work/projects/global-restoration-initiative>