

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Semeadura direta de espécies arbustivas e de adubação verde  
como estratégia de sombreamento para restauração de áreas  
degradadas**

**Diana Carolina Vásquez Castro**

Dissertação apresentada para obtenção do título de  
Mestra em Ciências, Programa: Recursos  
Florestais. Opção em: Conservação de  
ecossistemas Florestais

Piracicaba  
2013

Diana Carolina Vásquez Castro  
Ingeniera Forestal

**Semeadura direta de espécies arbustivas e de adubação verde  
como estratégia de sombreamento para restauração de áreas  
degradadas**

Versão revisada de acordo com a resolução COPGR 6018 DE 2011

Orientador:  
Prof. Dr. **RICARDO RIBEIRO RODRIGUES**

Dissertação apresentada para obtenção do título de  
Mestra em Ciências, Programa: Recursos  
Florestais. Opção em: Conservação de  
ecossistemas Florestais

**Piracicaba  
2013**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Castro, Diana Carolina Vásquez

Semeadura direta de espécies arbustivas e de adubação verde como estratégia de sombreamento para restauração de áreas degradadas / Diana Carolina Vásquez Castro. - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2013. 94 p: il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.

1. Semeadura direta 2. Espécies de recobrimento 3. Adubação verde 4. Restauração ecológica I. Título

CDD 631.5  
C355s

**“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”**

**Para meu Pai Hernando Vásquez,  
Minha Mãe Berenice Castro  
e meu irmão Javier, dedico  
pelo apoio e confiança, sempre.**

**LOS AMO!**



## AGRADECIMENTOS

A Deus acima de tudo,

Aos meus pais Hernando Vásquez Florián e Berenice Castro Cardoso meu irmão Javier Hernando por ser meu motor de vida,

Aos meus avôs Belda, Nohelia especialmente a meu avô Hernando Vásquez por todos os conselhos,

As minhas tias Francia Vásquez, Ana Maria Vásquez, María Belda Vásquez,

Ao meu tio Jaime Ricardo Vásquez pelo tudo seu apoio e cuidados,

Ao meu orientador Professor Dr. Ricardo Ribeiro Rodrigues pela oportunidade de me orientar aqui no Brasil,

Ao programa estudante convênio pela bolsa através do Consulado do Brasil na Colômbia,

Ao Programa estudante convênio PECPG, ao projeto CNPq pelo apoio ao projeto, com o qual foi possível implantar o experimento e realizar os monitoramentos,

Ao Professor Dr. Pedro Henrique Santin Brancalion pela orientação e paciência no desenvolvimento do meu mestrado,

Ao Professor Dr. Sergius Gandolfi pelas boas conversas e boas orientações.

A todos os professores durante a graduação e o mestrado,

Aos professores que me auxiliaram com as análises estatísticas dos dados, especialmente ao Professor Dr. Hilton Thadeu,

A Andreza Martins na Usina São Manoel e seu Ailton na Usina São João por toda sua colaboração,

Ao Dr. Renato Rodrigues meu amigo pelo seu grande apoio e ajuda nas análises.

A todos que me ajudaram na instalação e monitoramento do meu experimento: Fabinho, Andréia, Monica, Caio, Alexandre, Camila, Mariana, Jonathan e Ariadina por terem sido obrigados a semear leucena e por terem me ajudado na coleta de dados em campo. Ao pessoal da Usina São João e, em especial a equipe da Usina São Manoel que estejam na glória de Deus.

Aos funcionários: Vanderley o motroista, Chico e estagiários e pós-graduandos do Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal.

Ao pessoal do LERF antigos e atuais: Rafaela, Marininha, Marina, Mariana, Andreia, Cris, Bel, Andréia Chilena, Cláudia, Carina, Vilinha, Marta, Débora, Ariadina, Ariadine, Julia, Allan, Fausto, Tiago, Vanessa, muito obrigada por todas as

orientações recém-chegada ao Brasil, pelas conversas, intercâmbio de ideias, pelas festas, pela paciência por entenderem meu portunhol, muito obrigada,

Ao pessoal com que eu morei em Piracicaba, Eleonora, Nelson, Jonathan, Meire, Rosaly, Lua, as meninas do convento e a todas as irmãs de casa,

Ao Julian Giraldo por ter me apoiado, desde o início para o logro do meu Mestrado e por ter sempre confiado em minhas capacidades acadêmicas e especialmente pelos conselhos e apoio de bom amigo.

Às meninas Simone e Ilara por todo o apoio e familiaridade, são minhas melhores amigas aqui no Brasil (Mães).

Ao Esteban Galeano, Nelson Casas, Diana Castillo e Eleonora Zambrano pela sua amizade. Foi muito bom encontrar pessoas como vocês no meu caminho,

Ao Felipe Atehortua pela sua amizade, amor, companhia e por todo seu apoio em todos os momentos, muito obrigada.

A todos meus grandes amigos da Colômbia e ex-colegas de trabalho,

E a todos os que contribuíram de alguma forma e me auxiliaram durante o desenvolvimento desta dissertação.

**MUITO OBRIGADA!!!**

Talvez não tenha conseguido fazer  
o melhor, mas lutei para que o  
melhor fosse feito. Não sou o que  
deveria ser, mas graças a Deus, não  
sou o que era antes.

**Martin Luther King**

Fuerza Energía y Mucha actitud!!!

**Mario Velásquez**





## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	11
ABSTRACT.....	13
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
2.1 Restauração florestal .....	17
2.2 Adubação verde na restauração florestal .....	20
2.3 Controle de competidores na restauração florestal .....	22
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	25
3.1 Caracterização das áreas experimentais .....	25
3.1.1 Locais de estudo .....	25
3.1.2 Espécies utilizadas.....	28
3.1.2.1 Preparação das sementes .....	33
3.1.3 Instalação do Experimento .....	35
3.2 Ações de preparo e manutenção das áreas experimentais .....	41
3.3 Coleta e análise de dados .....	44
<b>4 RESULTADOS</b> .....	47
4.1 Análises estatísticas dos dados dos tratamentos dos experimentos de restauração florestal.....	47
4.2 Indivíduos germinados de recobrimento e de adubação verde .....	51
4.3 Investimentos para aquisição de sementes de espécies de recobrimento e de adubação verde por mudas para um plantio de restauração de Áreas de Preservação Permanente .....	54
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	59
5.1 Avaliação do desenvolvimento das espécies de diversidade .....	59
5.2 A Semeadura direta em covas de <i>Cajanus cajan</i> cv. Mandarin e de <i>Senna alata</i> podem substituir mudas de espécies de recobrimento em um projeto de restauração florestal? .....	62
5.3 A semeadura de <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.: cv. Cunningham contribui para o desenvolvimento das mudas nativas na restauração, reduzindo efeitos das espécies competidoras? .....	65
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	69
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	71
<b>ANEXOS</b> .....	85



## RESUMO

### **Semeadura direta de espécies arbustivas e de adubação verde como estratégia de sombreamento para restauração de áreas degradadas**

A fragmentação das formações naturais e a degradação de habitats provocados pela intervenção antrópica têm gerado uma grande perda de biodiversidade. Para mitigar esses impactos, faz-se necessária a implantação de ações de restauração em áreas historicamente degradadas. Esta dissertação visa testar o uso da técnica de semeadura direta de espécies de recobrimento, que é indicada como uma técnica prévia e complementar ao plantio de mudas de espécies de diversidade, visando à redução dos custos de implantação e manutenção de projetos de restauração ecológica. O experimento avaliou a semeadura de espécies de recobrimento e de adubação verde, como *Senna alata* (L.) Roxb. e *Cajanus cajan* cv. BRS Mandarin, visando ao rápido recobrimento inicial de áreas de preservação permanente (APPs) degradadas. Além disso foi testado como técnica alternativa, o plantio de mudas de espécies de diversidade e de recobrimento junto à semeadura direta de *Leucena - Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.: cv. Cunningham, nas entrelinhas. O estudo foi desenvolvido em APPs degradadas na Usina São Manoel e na Usina São João, no estado de São Paulo. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 16 parcelas de 30x24m, para cada local. Nessas parcelas foram estabelecidos 3 tratamentos (T1, T2, T3) e um controle (T4) a saber: T1) semeadura direta em covas da espécie de recobrimento *Senna alata* (L.) Roxb. (3 sementes por cova) consorciada com plantio de mudas de espécies de diversidade (20 espécies com 3 indivíduos cada uma); T2) semeadura direta em covas da espécie de recobrimento *Cajanus cajan* cv. BRS (3 sementes por cova), consorciado com plantio de mudas de espécies de diversidade (20 espécies com 3 indivíduos cada uma); T3) semeadura direta na entrelinha com a espécie de recobrimento de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. (20 sementes por metro linhar) consorciado com plantio de mudas de espécies de recobrimento (5 espécies com 12 indivíduos) e de diversidade (20 espécies com 3 indivíduos cada uma) e T4) Controle, plantio de mudas de recobrimento (5 espécies com 12 indivíduos), consorciado com plantio de mudas de espécies de diversidade (20 espécies com 3 indivíduos cada uma). Foram obtidos dados de diâmetro, altura, cobertura de copa, cobertura de gramíneas, mortalidade das mudas, área basal e densidade em duas avaliações, no período de 12 meses. Além disso, os custos operacionais de cada tratamento foram registrados e monitorados. Os resultados mostraram que não houve diferenças estatísticas nos descritores de vegetação entre o plantio de restauração convencional e o uso de semeadura direta para recobrimento. No entanto, foi verificado que, com o uso de semeadura direta, os custos de operações de plantio semi-mecanizado e de replantio são reduzidos pela metade, o que comprova a vantagem dessa técnica. Ainda convém ressaltar que estudos futuros devam ser feitos uma vez que o período de avaliação de 12 meses é considerado muito curto, portanto os resultados são ainda incipientes.

Palavras-chave: Semeadura direta; Espécies de recobrimento; Adubação verde; Restauração ecológica



## ABSTRACT

### **Direct seeding of green manure species as a shading strategy to restore degraded areas**

The fragmentation of natural formations and the extinction of habitats caused by human intervention have generated a great biodiversity loss. To mitigate these impacts, it is necessary to implement the restoration activities in historically degraded areas. This dissertation tries to test the use of direct seeding technique indicated as a complementary and preview one to seedling planting with species of diversity aiming lower costs of deployment and maintenance of ecological restoration projects. The objective of this experiment is to evaluate the seeding use of green manure species with the legume shrubby species *Senna alata* (L.) Roxb *Cajanus cajan* cv. BRS *Mandarim* aiming the fast initial covering in permanent preservation areas degraded in agriculture environment. Besides, as complementary technique of the seedling plantings of diversity and coverage species, direct seedling *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.: cv. Cunningham, between the lines was tested. The study was developed in permanent preservation areas degraded in two different places at São Manoel mill, in São Manoel town and at Sao João mill in Araras town in the state of São Paulo. The used experimental design was randomized blocks design with sixteen plots of 30x24m for each local. In these plots, three treatments were established (T1,T2,T3) and a control (T4): T1) direct seedling in pits of covering *Senna alata* (L.) Roxb. (three seeds per hole) along with the seedling planting of diversity species (twenty species with three items of each one); T2) direct seedlings in pits of covering *Cajanus cajan* cv. BRS (3 seeds for hole), along with the seedlings plantings of diversity species ( twenty species with three items of each one); T3) direct seedling of covering *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. (twenty seeds per meter) along with the seedling planting of diversity species ( twenty species with three items of each one) and covering ( five species with twelve items) and T4) control, the planting of covering seedling (five species with twelve items), along with the seedling planting of diversity species (twelve species with three items of each one). Data of diameter, height, canopy covering, grass covering, seedling mortality, basal area and density have been gotten in two assessments in 12 months. In addition, operating costs per treatment were recorded and monitored. The results showed that there were no statistical differences in the descriptors in vegetation between the conventional restoration planting and the use of direct seedling for recovering, therefore, it was observed that the costs of semi-mechanized planting operations and the replanting are reduced to half cost using the direct seedling, proving the advantage of this technique. It is also important to mention that the future studies must be performed once the period of twelve month evaluation is considered very short, therefore the results are still incipient.

Keywords: Direct seeding; Species coating; Green manuring; Ecological Restoration



## 1 INTRODUÇÃO

A restauração ecológica, por definição, consiste no processo de assistir a recuperação de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído (SER, 2004).

Hoje, o objetivo da restauração consiste em restaurar os atributos básicos da floresta (SER, 2004) por meio da estimulação e aceleração da sucessão natural (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2010), visando a recuperar a estabilidade e integridade biológica do ecossistema (ENGEL; PARROTA, 2003).

As estratégias de recuperação mais utilizadas na restauração florestal são a implantação de reflorestamentos, enriquecimento, adensamento e a condução da regeneração natural (SILVA et al., 2007). As técnicas mais usadas na restauração consistem na indução da germinação do banco de sementes, no plantio convencional de mudas e na semeadura direta (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2010).

Atualmente, novas técnicas de restauração têm sido desenvolvidas com base nos conhecimentos ecológicos disponíveis e nas informações fornecidas pelo monitoramento de áreas restauradas (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2010). O uso da técnica de semeadura direta tem crescido nos últimos anos (ISERNHAGEN, 2010). A seleção adequada das espécies deve considerar as características fisiológicas das sementes e o grupo ecológico ou funcional da espécie. Essa técnica é considerada operacionalmente mais vantajosa quando se objetiva uma rápida ocupação de áreas degradadas, devido aos baixos custos de implantação (BULLARD et al., 1992; ENGEL; PARROTA, 2001; RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2010). O potencial de utilização dessa técnica se torna ainda mais interessante quando se visa à restauração ecológica em larga escala. (ISERNHAGEN, 2010).

Ao longo do processo de restauração ecológica normalmente são necessárias várias intervenções para controle de plantas competidoras (GONÇALVES; NOGUEIRA JÚNIOR; DUCATTI, 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 pouco



eficientes, o que reduz o crescimento das espécies nativas plantadas (GONÇALVES; NOGUEIRA JÚNIOR; DUCATTI, 2003).

A rápida cobertura de uma área pode auxiliar no controle das plantas competidoras (FLORENTINE; WESTBROOKE, 2004; BALANDIER; FROCHOT; SOURISSEAU, 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 consideradas eficientes para adubação verde com espécies de leguminosas arbustivas de rápido crescimento (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2010).

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 (JUNIOR; VIEGAS; TONELLO, 2009). Dessa forma, podem promover uma melhora nas condições de solo (ALCÂNTARA, et al., 2000; SEVERINO; CHRISTOFFOLETI, 2001; LEÔNIDAS; SANTOS; COSTA, 2000; FONTANETTI et al., 2004) e conseqüentemente um melhor desenvolvimento das mudas.

O uso de espécies de preenchimento (atualmente redefinidas com recobrimento) e de adubação verde, como leguminosas arbustivas, consorciadas com o plantio de mudas de espécies de diversidade é uma alternativa metodológica relevante na restauração ecológica, com possibilidade de se reduzirem custos operacionais (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2010) e de se evitar o uso de herbicidas em plantios, um dos requisitos para a obtenção de certificação FSC-Forest Stewardship Council, (Conselho de Manejo Florestal) (RODRIGUES, 2004).

Diante da existência de poucos estudos que avaliam o consórcio da técnica de semeadura direta com espécies nativas, em projetos de restauração ecológica, as perguntas a serem respondidas neste trabalho são as seguintes: 1) é possível criar um ambiente sombreado para inibir o crescimento de espécies competidoras e potencializar o desenvolvimento de espécies de diversidade mais finais de sucessão, usando semeadura direta de espécies arbustivas de leguminosas fixadoras de nitrogênio? 2) Com isso, é possível diminuir os custos de implementação na restauração ecológica?

## 2 REVISÃO DE BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Restauração florestal

A restauração florestal proporciona ao sitio degradado condições mínimas para o estabelecimento dos processos ecológicos, sendo uma ferramenta complementar às práticas conservacionistas, traz contribuições ao conhecimento da ecologia e permite observar e avaliar a funcionalidade das comunidades vegetais, (RODRIGUES; GANDOLFI, 2004; LOPES; SOUZA; ANDRADE, 2006; FOLKE et al., 2004; HOLLING, 1973; WALKER et al., 2004; BARBOSA et al., 2009, RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2010) ajudando a restaurar as funções dos ecossistemas e recuperando muitos componentes da biodiversidade original. (CHAZDON, 2008).

De acordo com Brancalion et al. (2010), o objetivo central da restauração florestal é estabelecer florestas que sejam capazes de se autoperpetuar, ou seja, florestas biologicamente viáveis e que não dependam de intervenções humanas constantes. A recuperação é a recomposição de algumas características mais importantes, enquanto reabilitação é a formação de um novo ecossistema com características desejáveis, porém distintas da original (FLORES-AYLAS, 1999).

A restauração ecológica é uma medida cada vez mais necessária devido à destruição em grandes proporções que as florestas têm sofrido, não só na Mata Atlântica, mas em escala global (FAO, 2007). A restauração florestal atualmente tem enfoque nos processos ecológicos responsáveis pela reconstrução de uma floresta, observando, além das características florísticas e fisionômicas, os processos que garantem a construção e manutenção no tempo da comunidade restaurada. (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2010).

A restauração ecológica é definida pela Society For Ecological Restoration international - SER, como a ciência, prática e arte de assistir e manejar a recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas degradados, perturbados ou destruídos. (SER, 2004)

No Brasil, o Bioma Mata Atlântica tem uma rica diversidade de espécies (SOS MATA ATLÂNTICA, 2013) e é considerado como um dos mais importantes centros de biodiversidade do planeta. Ele ocupa o 3º lugar no “ranking” mundial dos

“hotspots” para a conservação da biodiversidade (MYERS et al., 2000) com elevados níveis de endemismo (BERTACCHI, 2012). Contudo, apenas 12% de sua formação original permanecem (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2010), sendo considerado um dos biomas mais ameaçados e uma das regiões prioritárias para conservação (SOS Mata Atlântica, 2012). As elevadas taxas de desmatamento, que tiveram início há mais de 500 anos (DEAN, 1995), refletem a expansão desordenada das fronteiras agrícolas, da ação humana e dos impactos de suas atividades (RODRIGUES; GANDOLFI, 2004). A maioria dos fragmentos remanescentes encontram-se isolados, desprotegidos e altamente alterados (SILVA; TABARELLI, 2000; TABARELLI, et al., 2010; METZGER, J. 2009). Entretanto, a conscientização da população nos últimos anos, a maior disponibilidade de dispositivos legais e o maior respeito à legislação resultaram em um grande número de iniciativas de recuperação de áreas degradadas da Mata Atlântica (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN; 2009).

A escolha de um modelo de recuperação é um processo em constante aprimoramento, alimentado não somente pelos conhecimentos em ecologia, demografia, genética e biogeografia, mas também pelo conhecimento sobre o ambiente físico da região onde será implantado (KAGEYAMA; GANDARA, 2004), dependentes da história de degradação de cada situação do mosaico ambiental e das características de seu entorno, expressando sua resiliência ou capacidade de auto recuperação (RODRIGUES; GANDOLFI, 2004).

Para promover a conectividade entre as florestas, existem diferentes técnicas, que variam em função do potencial do local da paisagem. Cada uma será adequada de acordo a seus potenciais, podendo consistir em indução do banco de sementes autóctone e alóctone, transposição de serapilheira (NAVE, 2005), indução e condução da regeneração natural das áreas (RODRIGUES; GANDOLFI, 2004) , transposição de *topsoil*, transposição de plântulas (CARNEIRO; RODRIGUES, 2007; VIANI; RODRIGUES, 2008), transposição de plântulas resgatadas em sub-bosques florestais (VIDAL, 2008), poleiros artificiais (CARNEIRO; RODRIGUES, 2007; VIANI; RODRIGUES, 2009), semeadura direta (ARAKI, 2005; ISERNHAGEN, 2010; AGUIRRE, 2012), hidrossemeadura (BASSO, 2008), técnicas de nucleação (BECHARA, 2006; REIS et al., 2003), indução da germinação do banco de sementes

ou plantio convencional de mudas (RODRIGUES; GANDOLFI, 2007), de novas espécies e de diferentes formas de vida (BOURLEGAT, 2009).

Para atingir a sucessão ecológica, os plantios de mudas são utilizados em consórcios de espécies pertencentes a diferentes grupos ecológicos e/ou funcionais (GOURLET-FLEURY et al., 2005; NAVE; RODRIGUES, 2007), de modo recente a ecologia da restauração tem pesquisado novas abordagens para a escolha dos grupos de espécies, espécies *Framework* (TUCKER; MURPHY, 1997; ELLIOTT et al., 2003.; FLORENTINE; WESTBROOKE, 2004; ISERNHAGEN, 2010) como foco para atender objetivos estruturais e funcionais específicos, em projetos de restauração ecológica (WYDHAYAGARN; ELLIOTT; WANGPAKAPATTANAWONG, 2009).

No plantio de mudas, comumente usado em ambientes muito degradados, de baixa resiliência e sem presença de fragmentos naturais que sirvam como fontes de propágulos, no Brasil, é muito empregada a utilização de consórcios de espécies nativas regionais dos chamados grupos de “recobrimento” e de “diversidade”. O primeiro consiste em espécies que possuem bom crescimento e boa cobertura de copa, proporcionando o rápido fechamento da área plantada, evitando processos erosivos e garantindo a modificação do ambiente. O segundo consiste em espécies que não possuem um bom crescimento “e/ou” boa cobertura de copa, mas são fundamentais para garantir a perpetuação da área plantada, já que são as espécies desse grupo que irão gradualmente substituir as do grupo de recobrimento quando essas entrarem em senescência, ocupando definitivamente a área restaurada e garantindo sua condução de forma sustentável (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN 2009; NAVE; RODRIGUES, 2007; RODRIGUES; GANDOLFI, 2007; RODRIGUES et al 2009).

Devido ao exposto, pode-se utilizar um consórcio de espécies que proporcione uma rápida ocupação de áreas degradadas a baixos custos (ISERNHAGEN, 2010). Essa rápida cobertura pode auxiliar o controle de plantas competidoras (FLORENTINE; WESTBROOKE, 2004; BALANDIER; FROCHOT; SOURISSEAU, 2009; WILLOUGHBY; JINKS, 2009) e evidentemente de gramíneas exóticas invasoras, facilitando a posterior introdução de mudas de espécies de diversidade (RODRIGUES et al 2009). Ela também pode ajudar a melhorar a estrutura física e química do solo e as condições microclimáticas, atraindo a fauna local (LUGO, 1997;

TUCKER; MURPHY, 1997) e proporcionando a criação de um micro-habitat florestal, fator determinante na continuidade dos processos de sucessão secundária (MELO; MIRANDA; DURIGAN, 2007)

## **2.2 Adubação verde na restauração florestal**

A adubação verde em plantios de restauração florestal vem sendo usada como uma estratégia de recobrimento inicial rápido de solos degradados em alguns locais como, por exemplo, em áreas de mineração, auxiliando no controle de processos erosivos e na melhoria das condições do solo, de forma combinada com outras ações (MOREIRA, 2004).

A flutuação recente dos preços dos fertilizantes tem aumentado e os adubos orgânicos não são frequentemente disponíveis a baixos custos (OLESEN et al. 2009). Portanto é uma opção interessante à redução de insumos no momento do plantio, sendo uma alternativa o uso de leguminosas de adubo verde, que por sua vez, pode proporcionar o uso de poucos insumos para fertilizantes, se corretamente gerenciados. (PIMENTEL et al, 2005; ZENTNER et al. 2011; PIKUL et al. 1997; GULDAN et al., 1997; TALGRE, et al., 2012; MCCAULEY, et al., 2012).

A adubação verde é uma prática agrícola utilizada há mais de 2.000 anos pelos chineses, gregos e romanos. O Instituto Agrônômico (IAC-APTA) avalia que, do ponto de vista agrônômico espécies de plantas estão sendo usadas para essa finalidade desde a década de 40 do século passado (WUTKE et al., 2009).

A adição de N fixado biologicamente e a incorporação de biomassa pode ter um número de benefícios ecológicos, como o aumento de matéria orgânica no solo, a perturbação dos ciclos de pragas e o aumento na disponibilidade de N (KIRKEGAARD et al.2008; MCCAULEY, et al., 2012).O uso da adubação verde, consorciada com o plantio de mudas de espécies arbóreas nativas, pode ser uma boa alternativa para reduzir o controle de competidores (INSERNAGEN, 2010), com vantagens adicionais como: aumento da capacidade de armazenamento de água no solo, controle de nematóides fitoparasitos, descompactação, estruturação e aeração do solo, diminuição de amplitude da variação térmica diurna do solo, fornecimento de nitrogênio fixado direto da atmosfera, intensificação da atividade biológica do solo, melhoria do aproveitamento e eficiência dos adubos e corretivos,

produção de fitomassa para formação da cobertura morta, proteção de mudas, plantas contra o vento e radiação solar, proteção do solo contra os agentes da erosão e radiação solar; rápida cobertura do solo, grande produção de massa verde em curto espaço de tempo; reciclagem de nutrientes lixiviados em profundidade, recuperação de solos de baixa fertilidade e redução da infestação de ervas daninhas (PINTO, L. F.; CRESTANA S., 1998; RAGOZO, C. R. A.; LEONEL, S.; CROCCI, A. J., 2006).

O uso de espécies de adubação verde pode contribuir com aproximadamente até 584 kg de nitrogênio (CUBILLOS, 2010) e 15 a 30 kg de potássio por hectare (ZINGORE; MAFONGOYA; NYAMUGAFATA, 2003; BAGGIE; ROWELL; WARREN, 2004). No entanto, os resultados sobre o rendimento são diversos, e alguns estudos ilustram influências benéficas em longo prazo e ou influência de curto prazo. (EGODAWATTA; SANGAKKARA; STAMP, 2012).

Uma das causas mais comuns do insucesso da prática de restauração florestal é a falta de manutenção ou controle de competidores, o que é um componente importante do custo da restauração florestal (MELO, 2005). O controle com o uso de herbicidas em muitos casos é eficiente, embora seja visto com ressalvas e pode ser impedido em vários processos de certificação, como caso das áreas de preservação permanente (FERREIRA; CARVALHO, 2002; BRANCALION et al., 2009). Em função disso, o controle de plantas competidoras nessas condições normalmente é feito manualmente, apresentando baixo rendimento, onerando ainda mais o custo da atividade (BRANCALION et al., 2009). Por esse motivo é necessário o delineamento de métodos alternativos e, dentro desse contexto, o uso da adubação verde é uma alternativa viável para a redução da infestação da área por plantas daninhas (ERASMO et al., 2004). FONTANÉTTI (2003) detalhou como os adubos verdes interferem alelopaticamente no crescimento de daninhas como, por exemplo, a mucuna-preta, que apresenta forte e persistente ação inibidora sobre a tiririca *Cyperus rotundus* (LORENZI, 1984) e o picão-preto *Bi-dens pilosa* L. (CARVALHO et al. 2002). Isso também foi observado para o feijão-de-porco que, em condições de baixa densidade de plantio, apresentou efeito alelopático inibidor sobre a tiririca (MAGALHÃES; FRANCO, 1962). Além da competição por água, luz e nutrientes, certas espécies vegetais produzem substâncias secundárias alelopáticas que são liberadas por meio da lixiviação da superfície das folhas, sendo carregadas pela água da chuva e do orvalho. Esses componentes químicos alelopáticos também são

incorporados ao solo pela exsudação das raízes ou diretamente da biomassa vegetal por decomposição.

A maioria das espécies de adubo verde apresenta a capacidade de restringir o desenvolvimento de braquiárias (BECHARA, 2006), ou também de restringir o recrutamento a partir do banco de sementes (CAETANO; CHRISTOFFOLETI; VICTORIA FILHO, 2001; SEVERINO; CHRISTOFFOLETI, 2001). Assim, essas espécies de adubo verde podem contribuir de forma decisiva para a 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). É preciso ressaltar que, na legislação do Estado de São Paulo, a partir da Resolução Estadual SMA 08/2008, Art. 10, é permitido o uso de adubação verde na recuperação de áreas degradadas, especificamente para fins da manutenção durante os três primeiros anos após a implantação (SÃO PAULO, 2007).

Schreiner (1988) estudou o efeito de diversos adubos verdes em plantios de *Eucalyptus grandis* e *Pinnus elliotti*, concluindo que, com exceção da mucuna, eles influenciaram significativa e positivamente a altura e o DAP da árvore até os 33 meses de idade. Outro estudo observou que a utilização de guandu (*Cajanus cajan* cv. Mandarin), entre as mudas de espécies nativas, na linha de plantio, melhorou o desenvolvimento das mudas de espécies nativas, reduzindo a mortalidade das espécies pioneiras e aumentando a área basal e a altura de todas as espécies (BELTRAME; RODRIGUES 2007). Segundo Vaz da Silva (2002), recomenda-se a utilização da adubação verde dentro dos sistemas agroflorestais, como alternativa econômica de recuperação de matas ciliares, representando outra evidência de sucesso do uso desse grupo de espécies na restauração florestal.

### **2.3 Controle de competidores na restauração florestal**

A restauração ecológica de ecossistemas florestais, ou restauração florestal, é frequentemente realizada em áreas degradadas cobertas por plantas exóticas invasoras, em geral gramíneas africanas muito agressivas (MARTINS, 2011).

O controle de competidores é um fator muito importante no sucesso da restauração florestal. Traz benefícios à restauração, especialmente em áreas como

terras agrícolas abandonadas, estradas e margens de campos naturais (BLUMENTHAL; JORDAN; SVENSON, 2005)

Segundo Rodrigues et al. (2009), as espécies competidoras, são aquelas que, porventura, venham a prejudicar o desenvolvimento das espécies nativas a serem implantadas. Assim, elas podem ser desde gramíneas exóticas agressivas, espécies arbóreas exóticas, até lianas. O controle de gramíneas na restauração florestal consiste basicamente na roçada manual, mecanizada ou semi-mecanizada, ou na aplicação de herbicidas, antes do plantio e durante dois anos após dele (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2009). O custo de manutenção de mudas em campo até que possam atingir altura suficiente para competir com gramíneas, contando com aplicação de herbicidas de quatro a oito vezes, pode ser bastante elevado. (ZAHAWI; HOLL, 2009; BUTTERFIELD, 1995; ERSKINE; LAMB; BRISTOW, 2006)

O plantio de mudas de recobrimento com espécies de adubação verde em consórcio com espécies de diversidade pode auxiliar no controle de plantas competidoras do mesmo modo que a semeadura de adubos verdes nas entrelinhas que também pode ser uma alternativa (ISERNHAGEN, 2010)





## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Caracterização das áreas experimentais**

#### **3.1.1 Locais de estudo**

O estudo foi desenvolvido em duas áreas de estudo, uma das áreas para estabelecimento do projeto está localizada na região de São Manuel-SP (Figura 1), na Usina São Manoel (USM). Segundo dados da cobertura de vegetação no Estado de São Paulo, o município de São Manoel possui apenas 3,45% (SIFESP, 2012). O tipo de cobertura florestal da área é a Floresta Estacional Semidecidual. O clima, a partir do sistema de classificação de Köppen, é do tipo Cwa (clima mesotérmico com inverno seco), em que a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente ultrapassa 22°C. O total das chuvas do mês mais seco não excede 30 mm. A precipitação nesse tipo climático, varia entre 1.100 a 1.700 mm. A estação seca na região ocorre entre os meses de abril até setembro, sendo julho o mês em que atinge máxima intensidade. O mês mais chuvoso varia entre janeiro e fevereiro (NAVE; RODRIGUES; GANDOLFI, 2009).

A região do município de São Manuel situa-se na transição entre a Depressão Periférica e o Planalto Paulista. O material de origem é resultante do intemperismo de arenitos, argilitos, siltitos, basaltos e diabásios sendo comum a ocorrência de espessos depósitos modernos, resultantes do retrabalhamento desses materiais. O relevo regional é predominantemente suave ondulado chegando a aplainado, nos aluviões. A área, sob as coordenadas 22°25'52"S 47°22'49"W considerada Área de Preservação Permanente (APP), estava sendo ocupada por cana-de-açúcar, previamente à instalação do experimento.

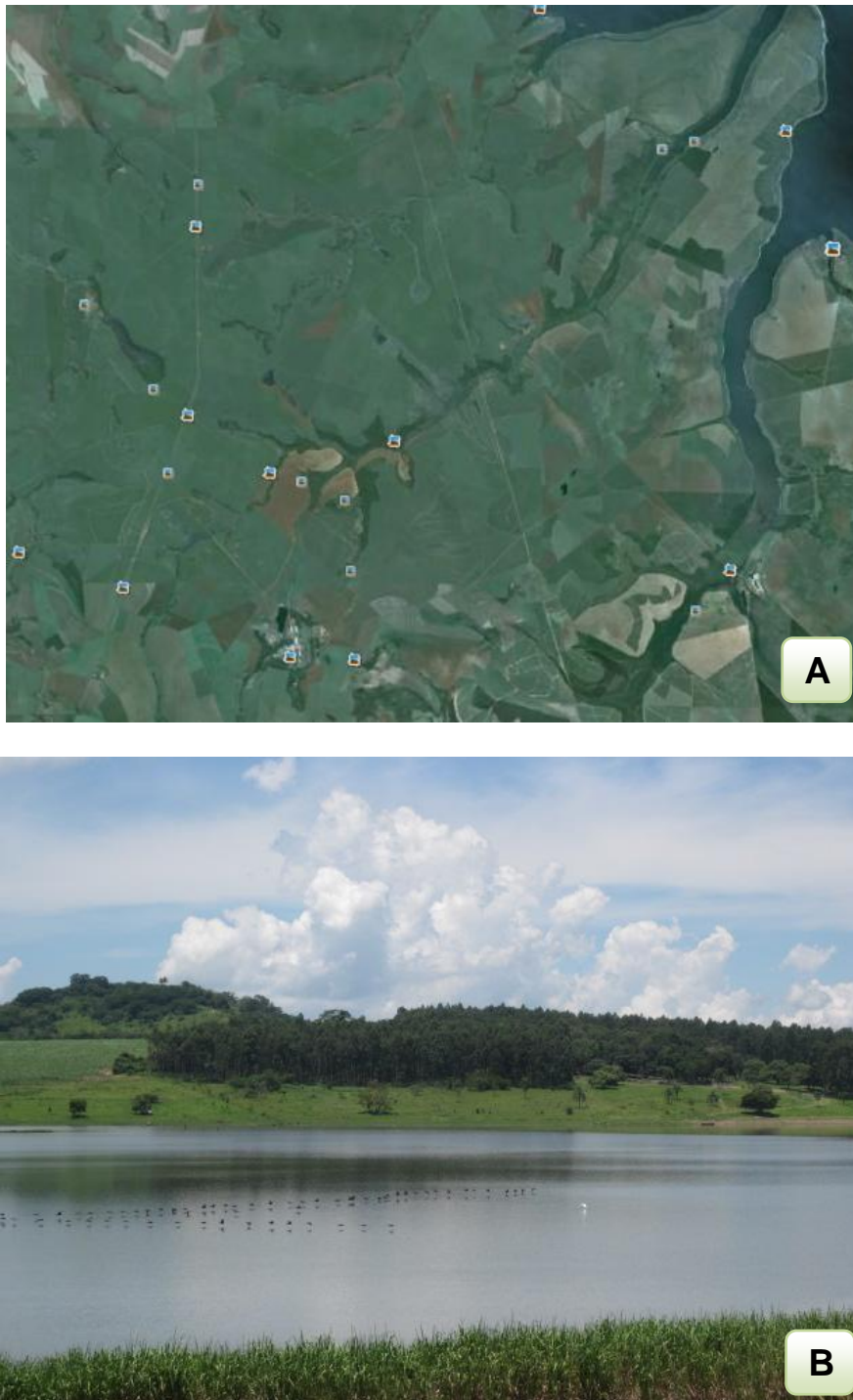


Figura 1 – Vista geral e detalhe da área onde o experimento foi instalado no município de São Manoel (A e B)  
(Fonte: *Google earth TM 2009*)

A outra área de estudo localiza-se na Usina São João (USJ) no município de Araras, SP (Figura 2). A região está sob influência predominante do bioma Mata Atlântica, porém próxima à transição do bioma Cerrado (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012), sendo a Floresta Estacional

Semidecidual a formação florestal mais comum. O município de Araras possui apenas 4,83% de sua cobertura florestal original, segundo dados segundo dados apresentados para o Estado de São Paulo (SIFESP, 2012).

O clima regional, segundo Köppen é do tipo Cwa, mesotérmico de inverno seco, com temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C e a do mês mais quente ultrapassando 22°C. O índice de pluviosidade anual desse tipo climático varia entre 1.100 a 1.700 mm. A estação seca na região ocorre entre os meses de abril até setembro, sendo julho o mês que atinge o maior déficit hídrico, com pluviosidade média não ultrapassando 30mm. Os meses mais chuvosos variam entre janeiro e fevereiro (ISERNHAGEN, 2010)

O experimento foi conduzido numa área também considerada APP que estava ocupada por cana-de-açúcar antes da instalação do experimento.





Figura 2 - Vista aérea geral e detalhe da área onde o experimento foi instalado no município de Araras (A, B) (Fonte: *Google earth TM 2009*)

### 3.1.2 Espécies utilizadas

Foram selecionadas, para a realização deste estudo, sementes de três espécies de leguminosas para recobrimento e adubação verde, sendo uma comercial exótica usada como adubação verde feijão guandu *Cajanus cajan* variedade “BRS Mandarin” desenvolvida pela Embrapa Sudeste São Carlos, SP, Leucena - *Leucaena leucocephala* e uma de ocorrência regional nas florestas remanescentes da região onde está alocada a área de estudo Fedegoso - *Senna alata*.

Duas das espécies escolhidas são *Cajanus cajan* BRS Mandarin e *Senna alata* são espécies fixadoras de nitrogênio, arbustivas, ciclo de vida semiperene. Consideradas importantes na fase inicial nos plantios de restauração (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2010), por substituírem indivíduos de espécies de recobrimento. E como técnica auxiliar para o controle das espécies competidoras foi escolhida a espécie *Leucaena leucocephala* fixadora de nitrogênio, arbórea.

Segue maior detalhamento sobre cada uma das espécies usadas:

- *Cajanus cajan* cv. BRS Mandarin (Fabaceae): O feijão guandu, denominada “BRS Mandarin” foi lançado pelo Embrapa Pecuária Sudeste São Carlos, SP, em

parceria com a Unipasto. O nome “Mandarim” foi dado devido à origem asiática do guandu. A China, além de ser seu provável centro de origem, é também um país grande parceiro do Brasil que mantém grande intercâmbio com a Embrapa. Destinada principalmente a pecuaristas e a produtores de cana; é uma planta leguminosa com porte arbustivo ereto de 2 a 3 metros de altura, utilizado amplamente na adubação verde e com potencial produtivo de massa seca para a cobertura do solo. A espécie tem rápido crescimento, cobrindo o solo e aumentando a biomassa, no estágio inicial (restauração física) (FERNANDES; BARRETO; EMÍDIO FILHO, 1999; SOUZA, F.A., et al., 1999; BELTRAME, T.; RODRIGUES, E., 2008).

Além de sua aplicação na adubação verde e para alimentação animal e para a rotação de culturas. O uso de cultivares de leguminosas de reconhecida capacidade de fixação biológica de nitrogênio se tornou importante porque esse nutriente, em geral, é o que mais limita a produção de matéria verde das pastagens e o de maior custo entre os adubos químicos (GODOY; SANTOS, 2008).

O guandu mandarim apresenta alta produtividade de forragem (parte verde da planta), que é 10% superior à variedade de guandu mais usada no Brasil, portanto indicado para a alimentação de bovinos (GODOY; SANTOS, 2008).

Segundo Embrapa (2009), outra característica relevante é a homogeneidade de sementes, resultando assim plantas mais uniformes, o que não ocorre com as outras variedades, que apresentam maior mistura; além de ter boa persistência, permite ter uma vida útil de cerca de quatro anos, ao passo que outras já existentes chegam apenas ao segundo ano. A Embrapa Pecuária afirma que, quando bem manejada, também é moderadamente resistente à macrofomina, fungo que ataca as raízes e mata a planta, problema comum nas outras variedades. A maioria das variedades de guandu fixam nitrogênio no solo a partir da atmosfera, com alto teor de proteínas – cerca de 20%, além disso, a leguminosa apresenta boa resistência à seca, devido a raízes profundas que conseguem buscar água nas camadas mais profundas do solo. É rústica, o que facilita a implantação e manejo, inclusive em solos de baixa fertilidade. Não tolera, contudo, encharcamento e necessita de muita luz durante a formação das vagens.

A nova variedade é também indicada aos produtores de cana, para uso na rotação de parte do canavial a cada cinco anos, descompactando o solo e nele fixando nitrogênio. (EMBRAPA, 2011; EMBRAPA, 2012)

- *Senna alata* (L.) Roxb. (Fabaceae): Os indivíduos dessa espécie de leguminosa, quando adultos são arbustos com estatura de 3 a 4 metros de altura e folhas compostas com 12 folíolos. É considerada pioneira, perene e ocorre na América do Sul e Central, África, Madagascar e Ásia (MARABESI, M.A. 2007). No Brasil é conhecida popularmente como mata-pasto, fedegoso ou cassia-candelabro, (base de dados do Missouri Botanical Garden, 2012). É frequente em áreas de pastagens, arredores de estradas e terrenos baldios, em quase todo o Brasil, principalmente em lugares úmidos (LORENZI, 2000; PLANTAS E ERVAS MEDICINAIS E FITOTERÁPICOS, 2012).

Um levantamento no herbário do Instituto de Botânica revelou que a espécie ocorre em áreas alagadas, em clareiras na mata, no cerrado (compondo o estrato arbustivo-arbóreo) e na mata de terra-firme na Amazônia. No Brasil, ocorre desde o Norte até o Sudeste. Em alguns estados, a espécie é considerada planta medicinal e de baixa palatabilidade para o gado. Em São Paulo é considerada praga em cultivos de soja, pois cresce muito rápido, provocando sombreamento das plântulas de soja. (MARABESI, 2007). É considerada uma espécie pioneira, uma vez que é muito semelhante à *Senna reticulata* (LEWIS, 1987) que também é considerada pioneira (PAROLIN, 2001) apresentando rápido crescimento.

- *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. cv. Cunningham (Fabaceae): O gênero *Leucaena* tem suas origens na América Central e México, onde ele tem sido usado por seres humanos por vários milhares de anos e continua a ser cultivado por agricultores atualmente (PARROTTA, 1992; HUGHES, 1993; SHELTON; PIGGIN; BREWBAKER, 1995). Há relatos de que o gênero possui 16 (BREWBAKER; SORENSSON, 1990) ou 17 (HUGHES,1993), entra as quais a mais amplamente plantada é *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, conhecido como leucena. A leucena apresenta um sistema radicular profundo, que lhe confere grande resistência à seca, ocasião em que, não perdendo suas folhas, proporciona forragem verde de alta qualidade (FREIRE; RODRIGUES; MIRANDA, 2010). O emprego pode ser diverso, visando desde à produção de madeira para lenha,

carvão, celulose, até a sua utilização como quebra-vento, conservação e fertilidade do solo e como adubação verde (FREIRE; RODRIGUES; MIRANDA, 2010). Foi reconhecida como forragem há mais de 400 anos, pelos conquistadores espanhóis que carregavam leucena em seus galeões para as Filipinas, para alimentar seu estoque (BREWBAKER, et al. 1985).

Na Austrália, os agricultores comprovaram que o sistema de produção com leucena é altamente sustentável e produtivo. Esse sistema permite-lhes produzir gado para os mercados de alto valor doméstico e de exportação no leste e sudeste da Ásia (LARSEN et al., 1998).

A leguminosa arbórea *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, foi aprovada como variedade comercial (MAHECHA, 2002), em sistemas silvopastoris. A fixação de nitrogênio, as contribuições com matéria orgânica e a produção de esterco de gado gado, tornam o sistema muito eficiente e com eficiente reciclagem dos recursos produzidos, permitindo que seja independente do uso de insumos e produtos agrícolas para a fertilização (CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN SISTEMAS SOSTENIBLES DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA, 2007).

Segundo Aspas (2006), alguns experimentos consorciados de gramíneas com leguminosas arbustivas, como a leucena, têm mostrado incrementos na quantidade de biomassa e melhoria na qualidade de gramíneas, aumentando significativamente a produtividade pela unidade de superfície.

No mundo, a leucena é uma espécie multi propósitos de leguminosa, empregada na produção de produtos de papel, cobertura, forragem, adubação verde e ornamentação (MUREITHI et al, 1994). Nos trópicos, a leucena é tão produtiva que, nas áreas mais adequadas, alcança quase 6 m de altura em seu primeiro ano e 20 m depois, de 6 anos (VIETMEYER, 1986).

A leucena se comporta como uma espécie invasora nas ilhas de Galápagos, Taiwan, Havaí e as Ilhas Ogasawara, onde é considerada uma erva daninha de habitats costeiros e ribeirinhas, pois forma populações densas, capazes de deslocar e excluir espécies nativas. Não há dúvida sobre o comportamento invasiva em alguns ecossistemas de ilhas (CALLE, et al., 2012), no entanto, como por exemplo nos ecossistemas da Colômbia essa espécie é incapaz de crescer debaixo de sombra por ser uma planta heliófila. No Brasil a leucena se comporta como invasora e existe um grande preconceito em cima dela, mas sua grande aplicação em outros



locais justifica o uso em experimentos, com a ressalva de que ela seria retirada do local, após o final do estudo, e que haveria controle extremamente cauteloso para que elas não tivessem flores/liberassem frutos.

Por outro lado, sua sombra tênue facilita a colonização por espécies nativas que não se estabelecem em locais cobertos por gramíneas (CALLE, et al., 2012).

As sementes de leucena, chamadas guaje no México, são reconhecidas como alimento humano há milhares de anos. No museu nacional de antropologia de México DF, as sementes de leucena estão exibidas orgulhosamente ao lado do milho e do feijão como plantas domesticadas por pessoas pré-hispânicas. (CALLE, et al., 2012).

A leucena é um recurso vital para restaurar a estabilidade, fertilidade e o potencial agrícola na Colômbia, auxiliando áreas a alcançarem a recuperação física, química e biológica, graças às suas propriedades.

Para o experimento foram empregados 3 tratamentos (usando cada espécie) e um tratamento controle. Foram usadas 25 espécies no grupo de diversidade doadas pela AES Tietê (Tabela 1).

Elas foram escolhidas baseando-se nas considerações de Rodrigues et al. (2009), como espécies introdutoras da maior diversidade funcional ao sistema que garantem a perpetuação da área restaurada. Entre elas, estão incluídos todos os grupos ecológicos, inclusive as pioneiras que não tenham boa cobertura de copa, mas que tenham outras funções que não o recobrimento da área, como atração de polinizadores e dispersores entre outros.

As espécies foram escolhidas considerando-se a disponibilidade de mudas nos dois locais do experimento.

Tabela 1 - Nomes comum, nomes científicos, famílias e grupo funcional das espécies utilizadas no experimento de semeadura de espécies de recobrimento e de adubação verde como recobrimento de um plantio de restauração

Nome comum	Nome Científico	Família	Grupo Funcional
Cedro	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae	Diversidade
Pau viola	<i>Citharexylum myrianthum</i>	Verbenaceae	Diversidade
Ipe roxo	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	Bignoniaceae	Diversidade
Correio	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	Sapindaceae	Diversidade
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae	Diversidade
Espeteira	<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	Salicaceae	Diversidade
Ipe amarelo	<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex A. DC.) Standl.	Bignoniaceae	Diversidade
Tarumã	<i>Vitex montevidensis</i> Cham.	Lamiaceae	Diversidade
Chal chal	<i>Allophylus edulis</i> var. <i>gracilis</i> Radlk	Sapindaceae	Diversidade
Peito de pomba	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	Diversidade
Cabreúva	<i>Myroxylon peruiferum</i> L. f.	Fabaceae	Diversidade
Saguaragi amarelo	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	Rhamnaceae	Diversidade
Jequitiba branco	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Lecythidaceae	Diversidade
Embauva do brejo	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Cecropiaceae	Diversidade
Dedaleiro	<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	Lythraceae	Diversidade
Pau cravo	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Boraginaceae	Diversidade
Aroeira vermelha	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Anacardiaceae	Diversidade
Copaiba	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Fabaceae	Diversidade
Babosa branca	<i>Cordia superba</i> Cham.	Boraginaceae	Diversidade
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Arecaceae	Diversidade
Algodoeiro	<i>Heliocarpus popayanensis</i> var. <i>grandifolius</i> Hochr.	Malvaceae	Recobrimento
Pau cigarra	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby	Fabaceae	Recobrimento
Saguari sobrasil	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	Rhamnaceae	Recobrimento
Capixingi	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Euphorbiaceae	Recobrimento
Mutambo	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae	Recobrimento

### 3.1.2.1 Preparação das sementes

As sementes de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham foram fornecidas pela Pirai sementes de Piracicaba-SP, as sementes de *Cajanus cajan* cv. Mandarin foram adquiridas no Wolf seeds do Brasil em Riberão Preto-SP “e as sementes de *Senna alata* recém colhidas foram coletas no distrito de Tupi, Piracicaba-SP, por coletor individual profissional. Foram realizados testes de germinação no Laboratório de Reprodução, Genética e Ecologia de Espécies Arbóreas Tropicais da ESALQ (Figura 3) nos quais a espécie de *Cajanus cajan* cv. Mandarin apresentou

uma porcentagem de germinação de 93% sem necessidade de procedimento para quebra de dormência, a espécie *Senna alata* teve uma porcentagem de germinação de 11,5% no laboratório e a espécie *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, apresentou uma porcentagem de germinação de 66%, com quebra de dormência e inoculação de *Rhizobium* específico para leucena, segundo as técnicas descritas no Manual 1 Estabelecimento e manejo de sistemas silvo pastoris (URIBE, 2011).

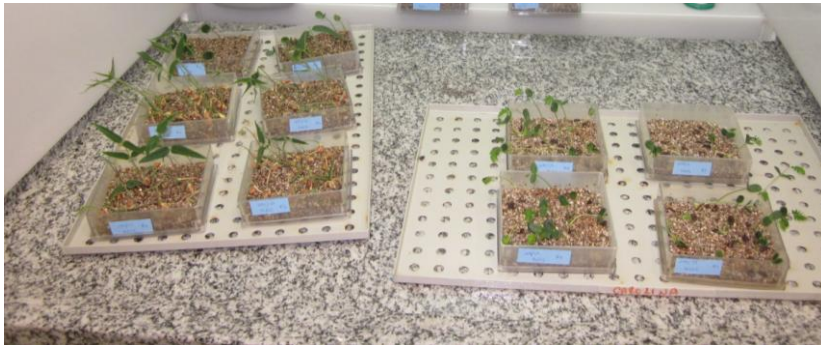


Figura 3 – Teste de germinação em laboratório de *Cajanus cajan* cv. Mandarin, *Senna alata* e *Leucaena leucocephala* no Laboratório de Reprodução, Genética e Ecologia de espécies arbóreas tropicais da ESALQ /USP

Entretanto, em um experimento empírico, realizado sem delineamento experimental numa área pertencente ao Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal ESALQ/USP (Figura 4), foi constatada uma porcentagem de germinação de 82% para o *Cajanus cajan* cv. Mandarin.



Figura 4 – Teste de germinação empírico de *Senna alata* e *Cajanus cajan* cv. Mandarin em área experimental pertencente ao Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal ESALQ/USP

### 3.1.3 Instalação do Experimento

Em cada local de estudo (Usina São Manoel e Usina São João) foram alocados 4 blocos experimentais de 96mx30m (Figura 5 e 6) dispostos longitudinalmente, um após o outro. Cada um era constituído por 4 parcelas de 24mx30m, totalizando 16 parcelas por área. Em cada parcela foi utilizado um espaçamento de 2 x3 m e as sementes foram semeadas a uma profundidade de 2 a 3 cm.

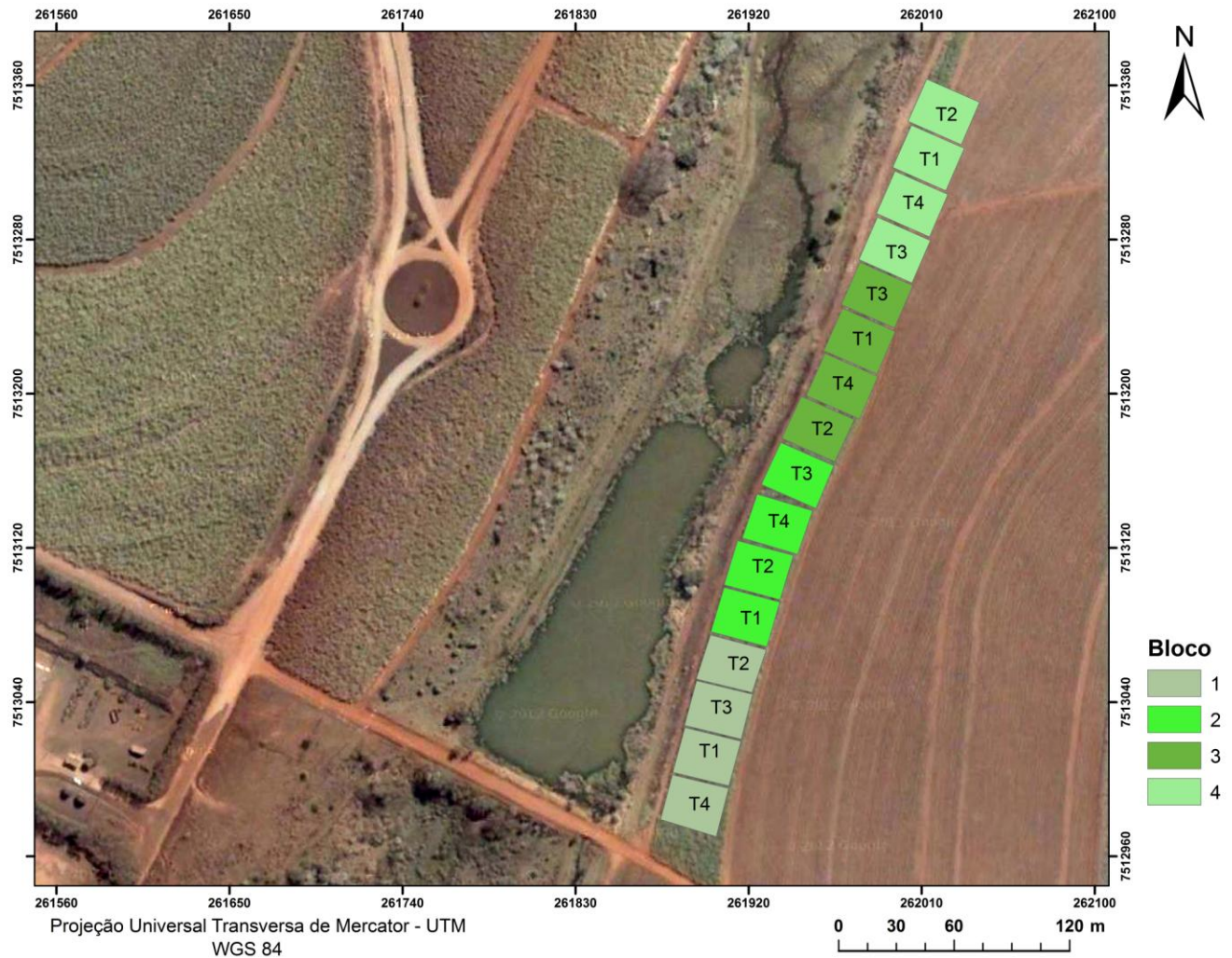


Figura 5 - Distribuição das parcelas na Área da Usina São João. O retângulo representa a área do experimento, reunidas em 4 blocos de 4 parcelas cada.



Figura 6 - Distribuição das parcelas na Área da Usina São Manoel. O retângulo representa a área do experimento, reunidas em 4 blocos de 4 parcelas cada.

Nessas parcelas foram estabelecidos 3 tratamentos (T1, T2, T3) e um controle (T4) (Figura 7 - Figura 8):

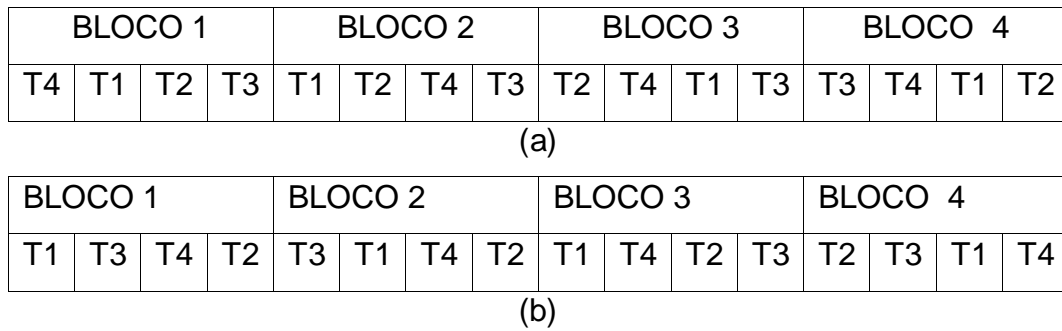
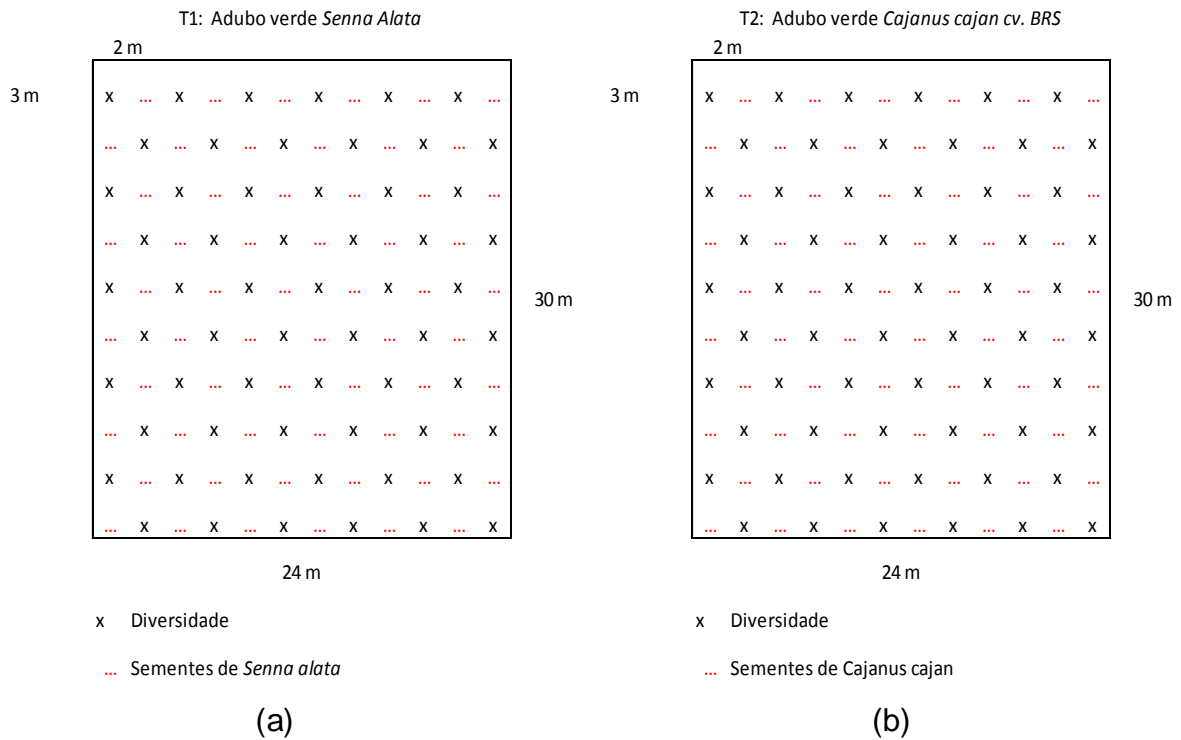


Figura 7 - Esquema geral da distribuição das parcelas para a localidade Usina São João (a) e Usina São Manoel (b), com disposição aleatória dos tratamentos: T1) semeadura direta de recobrimento com a espécie de adubação verde *Senna alata* (L.) Roxb., consorciado com plantio de mudas de espécies de diversidade; T2) semeadura direta de recobrimento com a espécie de adubação verde *Cajanus cajan* cv. Mandarin, consorciado com plantio de mudas de espécies de diversidade; T3) semeadura direta na entrelinha com a espécie de adubação verde *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, consorciado com plantio de mudas de espécies de diversidade e recobrimento T4) controle, plantio de mudas de recobrimento e de diversidade.



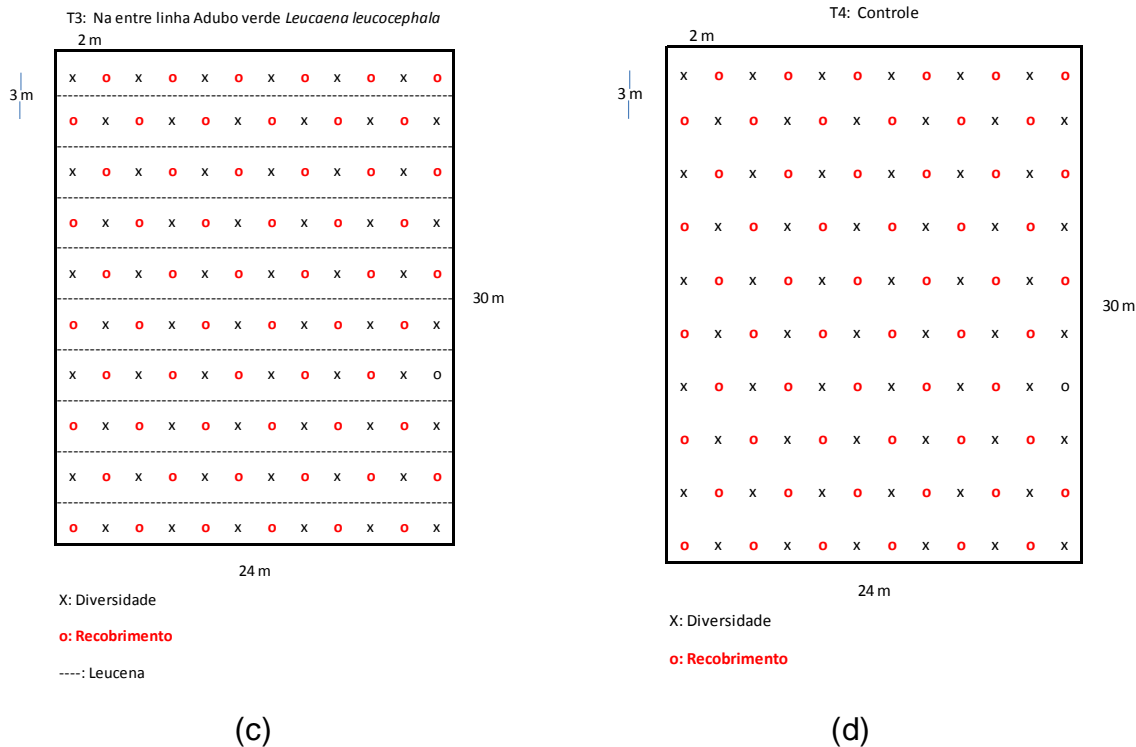


Figura 8 - Esquema detalhado por parcela da distribuição dos indivíduos por parcela, para as duas localidades USM e USJ, com os tratamentos: (a) T1: semeadura direta de recobrimento com a espécie de adubação verde *Senna alata* (L.) Roxb., consorciado com plantio de mudas de espécies de diversidade; (b) T2: semeadura direta de recobrimento com a espécie de adubação verde *Cajanus cajan* cv. Mandarin, consorciado com plantio de mudas de espécies de diversidade; (c) T3: semeadura direta na entrelinha com a espécie de adubação verde *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, consorciado com plantio de mudas de espécies de diversidade e recobrimento (d) T4: controle, plantio de mudas de recobrimento e de diversidade.

T1) semeadura direta nas covas da espécie de recobrimento e de adubação verde *Senna alata*, consorciada com plantio de mudas de espécies de diversidade (20 espécies, com 3 indivíduos cada uma); T2) semeadura direta nas covas de espécies de recobrimento e de adubação verde *Cajanus cajan* cv. Mandarin, consorciada com plantio de mudas de espécies de diversidade (20 espécies, com 3 indivíduos cada uma); T3) semeadura direta na entrelinha com a espécie de recobrimento e de adubação verde *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, (20 sementes por metro linear) (Figura 9) consorciada com plantio de mudas de espécies de diversidade (20 espécies, com 3 indivíduos cada uma) e recobrimento (5 espécies com 12 indivíduos) e T4) controle, plantio de mudas de recobrimento (5 espécies com 12 indivíduos), consorciado com plantio de mudas de espécies de diversidade (20 espécies com 3 indivíduos cada uma) visando avaliar o estabelecimento das

espécies de diversidade estudadas nas áreas de estudo, essa medida foi importante para inferir se as espécies de adubo verde das parcelas experimentais tiveram alguma mudança no desenvolvimento do plantio.



Figura 9 - Semeadura direta em linha de *Leucaena leucocephala* cv. *Cunningham*.

Com os tratamentos T1 e T2, esperava-se verificar se seria possível criar um ambiente sombreado para inibir o crescimento de espécies competidoras e potencializar o crescimento de espécies finais de sucessão, por meio da semeadura direta de espécies arbustivas de leguminosas de recobrimento e fixadoras de nitrogênio, como estratégia de ocupação da área no curto prazo. Com o tratamento T3 desejava-se testar estratégia para minimizar a presença de plantas daninhas na entrelinha, visando a diminuir os custos de controle de plantas daninhas e promover o desenvolvimento das espécies de recobrimento e de diversidade na recuperação de áreas degradadas.

A parcela T4, controle, teve como objetivo avaliar a semelhança ou diferença das espécies semeadas com relação aos tratamentos.

As parcelas de cada bloco estão do lado dos outros tratamentos, os três tratamentos e a parcela controle foram distribuídos aleatoriamente dentro de cada bloco.

O plantio e a semeadura das espécies no campo ocorreram na estação chuvosa, no mês de fevereiro de 2012. Nas parcelas dos tratamentos T1 e T2, foram semeadas três sementes em cada cova realizada de 2 cm a 3 cm de profundidade e posteriormente foram recobertas com substrato local, consorciado com 20 espécies de diversidade com três indivíduos de cada espécie para um total de 60 indivíduos do grupo funcional de diversidade por parcela. No tratamento T3 foram colocadas 20 sementes de *Leucaena leucocephala* cv. *Cunningham*, por metro linear na entrelinha



do plantio com 20 espécies de diversidade com três indivíduos cada e 5 espécies de preenchimento com 12 indivíduos de cada espécie. No tratamento T4 controle, foi feito plantio de mudas de preenchimento, consorciado com plantio de mudas de espécies de diversidade, as covas dos tratamentos T3 e T4 foram abertas em uma profundidade de 40-50 cm.

### **Análise de solo**

Para a análise de solo, foram coletadas amostras compostas, nas profundidades de 0 a 20 cm e de 21 a 40 cm. Para formar as amostras compostas foram homogeneizadas e coletadas quatro amostras por local (uma por bloco) (Figura 10).



Figura 10 – Coleta de amostra de solos na localidade da USJ.

As amostras foram submetidas a análises no Laboratório de Análises Químicas, pertencente ao Departamento de Solos da ESALQ/USP. Nelas, foram determinadas as concentrações de matéria orgânica (MO), K ( $\text{mmol/dm}^3$ ), P ( $\text{mg/dm}^3$ ), Ca ( $\text{mmol/dm}^3$ ), Mg ( $\text{mmol/dm}^3$ ), Al ( $\text{mmol/dm}^3$ ), CTC ( $\text{mmol/dm}^3$ ) (soma das bases + acidez intercambiável) e valores de pH para cada amostra (Tabela 2.)

Tabela 2- Valores de Análises químicas de solos nas duas localidades USJ e USM.

Local	Bloco	pH	M.O.	Al	Ca	Mg	K	CTC	P	Nitrogênio Total mg/kg
			g/dm <sup>3</sup>	----mmolc/dm <sup>3</sup> -----				-----mg/dm <sup>3</sup> -----	-	
USJ	1	5,7	11,9	1,1	11	5,7	0,5	35	3	476
USJ	2	5,4	15,2	1,3	15	9,2	0,5	49	4	1120
USJ	3	4,9	14,8	1,7	18	7,9	0,7	51	20	980
USJ	4	4,7	13,7	2,2	13	5,6	0,6	48	5	490
USM	1	4,1	6,9	4,8	4	1,3	0,6	24	7	420
USM	2	4,3	6,1	5,5	2,7	1,7	2,1	28	3	420
USM	3	4,2	11,9	6	6,3	2,3	1,4	38	3	623
USM	4	4,2	10,5	6,5	6,4	2,2	1,3	36	4	539

Os dois locais foram desmatados há mais de 60 anos, pelo cultivo de cana de açúcar. Em decorrência disso, receberam calagem e adubações moderadas.

### 3.2 Ações de preparo e manutenção das áreas experimentais

As principais ações de preparo prévio das duas áreas experimentais, durante o experimento, as seguintes, mostrada na Tabela 3:

Tabela 3 - Principais ações de preparo prévio adotadas nas duas áreas experimentais USJ e USM.

Atividade	Área USJ e USM
Inoculação de <i>Rhizobium</i> específico para <i>Leucaena leucocephala</i> cv. Cunningham. (para tratamento 3)	Preparação das sementes de Leucena. (Figura 11)
Controle de plantas competidoras (antes da implantação)	Roçada mecanizada em área total, seguida de aplicação de glyphosate (8L/ha) na USJ e no USM (8L/ha). Figura (12)
Sulcagem (para semeadura e plantio das mudas)	Subsolador de 50 a 60 cm de profundidade, para melhorar as condições para penetração do sistema radicular das árvores nas duas áreas.
Adubação de base	NPK 3-15-10 nas duas áreas (150g). Figura (13)
Instalação de parcelas e delineamento experimental	Para cada local de experimento, foram montadas 16 parcelas de 24 x 30 m (720 m <sup>2</sup> ), compostas por 10 linhas paralelas de 24m de extensão, com 3m de entrelinha – área total por local de 1.152ha. Figura (14)
Mês de implantação do experimento	Fevereiro/2012



Figura 11 - Preparação das sementes de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham A) Escarificadas a 80 °C durante três minutos, B) Adição de aderente C) inoculação de *Rhizobium* específico para Leucena.



Figura 12 – Vista geral das Áreas de estudo na USJ (A) e na USM (B) após as aplicações iniciais de glyphosate e sulcagem na área total.



Figura 13 – Adubação de base na Área da USJ, Araras, SP.



Figura 14 – Instalação de parcelas e delineamento experimental na área de estudo da USJ, Araras, SP.

As principais ações de manutenção das duas áreas experimentais, durante o experimento, foram descritas na tabela 4.

Tabela 4 - Ações de manutenção nas duas áreas de experimento USJ e USM.

Atividade	Área USJ e USM
Controle de plantas competidoras (após implantação)	Roçadas manuais (enxada) nas linhas e semi-mecanizado (roçadeira costal) nas entrelinhas, deixando sobre o solo o material cortado (palhada). Na USJ e USM, durante 12 meses de experimento, foram realizadas três manutenções. Figura (15)
Adubação de cobertura e irrigação	Foi feita aplicação de 2 ton/ha de calcário dolomítico na USM e uma adubação de cobertura com Sulfato de amônio (170g) , superfosfato simples (150g), KCl (80g) e B (15g) . Ao nono mês de plantio, na USJ foi feita uma aplicação de cobertura de KCl (150g), sulfato de amônio (170g), B (30g) e superfosfato simples (150 gr). Houve irrigação nas duas áreas desde o começo.
Controle Fitosanitário	Não houve controle em nenhuma das áreas. Distribuição de iscas à base de sulfluramida na USJ para o controle de formigas

Com relação às plantas competidoras encontradas nos dois locais, as espécies herbáceas das famílias Asteraceae, Fabaceae, Euphorbiaceae Cyperaceae e Poaceae, foram as mais comuns. Na Usina São João as espécies mais comuns foram *Brachiaria* spp, *Panicum* spp e *Ricinus communis*, porém não foram

encontradas elevadas infestações. Na Usina São Manoel, foi encontrada presença elevada das espécies *Panicum* spp e *Brachiaria* spp.



Figura 15 - Área na USJ, após a segunda Manutenção, Araras - SP.

### 3.3 Coleta e análise de dados

Mudas de Diversidade: A avaliação do desenvolvimento das mudas do grupo de diversidade foi feita para cada indivíduo alocado na sua respectiva parcela, registrando-se o número de indivíduos sobreviventes, e variáveis como: altura, diâmetro de colo, cobertura de gramíneas, cobertura de copa máxima e cobertura de copa mínima, ao ano de plantio.

Para mensurar a variável altura, foi utilizada uma fita métrica e vara de alumínio com marcação de metragem. Para medir as projeções de copa, mediram-se os diâmetros menor e maior de copa, para cada indivíduo. A fim de se obter diâmetro de colo usou-se um paquímetro digital na base do colo de cada árvore. Por sua vez, para a obtenção da cobertura de gramínea, mensurou-se a porcentagem de cobertura no solo de cada parcela que foi subdividida em três partes de (2m x 3m), sendo que, para cada uma dessas partes, mediu-se a porcentagem de cobertura através de inspeção visual.

#### Semeadura direta nas covas de espécies de recobrimento e de adubação verde:

Para o monitoramento do número de indivíduos provenientes da semeadura foi realizada uma contagem em todas as covas de indivíduos germinados no ano da semeadura.

Semeadura direta em linha de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham como técnica complementar ao plantio de restauração na entrelinha: Para o monitoramento do número de indivíduos provenientes da semeadura de leucena foi realizada uma contagem daqueles germinados, pela amostragem das entrelinhas 2, 4, 6 e 8 no ano da semeadura.

Os dados foram analisados conforme o modelo de blocos casualizados, por meio do Software SAS (Statistical Analysis System, 2004)



## 4 RESULTADOS

### 4.1 Análises estatísticas dos dados dos tratamentos dos experimentos de restauração florestal

Para saber se é possível criar um ambiente sombreado, inibir o crescimento de espécies competidoras e potencializar o desenvolvimento de espécies finais de sucessão, são apresentados os resultados das análises de variância referentes às análises conjuntas das variáveis estudadas (diâmetro de caule, altura, cobertura de copa, mortalidade, densidade final, área basal e cobertura de gramíneas) do grupo de diversidade, avaliadas após um ano de plantio nas localidades USM e USJ.

A tabela 5 apresenta os valores F e P para as análises de variância conjunta referentes a cada variável.

Assumindo um nível de significância de 5%, pode-se afirmar que não houve diferença estatística entre os tratamentos para as variáveis consideradas: diâmetro de caule (valor P = 0,4527), altura (valor P = 0,6434), cobertura da copa (valor P = 0,9511), mortalidade (valor P = 0,8321), densidade final (valor P = 0,8321), área basal (valor P = 0,5561) e cobertura de gramíneas (valor P = 0,4563). Desse modo, infere-se que os tratamentos semeadura direta na cova com espécies de recobrimento de adubação verde *Senna alata* e *Cajanus cajan* cv. Mandarin (tratamentos 1 e 2, respectivamente) e semeadura direta em linhas com a espécie de adubação verde *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham na entrelinha (tratamento 3) não diferiram entre si.

Além disso, foi observado que não houve uma interação entre os locais e os tratamentos para as variáveis: diâmetro de caule (valor P = 0,5761), altura (valor P = 0,8077), cobertura da copa (valor P = 0,4695), mortalidade (valor P = 0,8441), densidade final (valor P = 0,8441), área basal (valor P = 0,6891) e cobertura de gramínea (valor P = 0,9282).

No entanto, houve diferença estatística entre os locais para todas as variáveis consideradas na análise de variância conjunta dos dados, sendo que foram



observados valores P menores que 0,0001, para diâmetro de caule, altura, cobertura de copa, mortalidade, densidade final, área basal e cobertura de gramíneas, e valor P = 0,0007 para mortalidade. Isso significa que as médias das variáveis analisadas para as espécies do grupo funcional de diversidade diferiram de uma usina para a outra. Em outras palavras, esses resultados apenas comprovam que esses locais não são homogêneos, possivelmente, devido à influência de uma heterogeneidade de fertilidade de solo e ou manejo da área.

Tabela 5 - Valor F e P das análises de variância dos delineamentos em blocos casualizados realizados na análise conjunta das variáveis: diâmetro de caule, altura, cobertura de copa, mortalidade, densidade final, área basal e cobertura de gramínea nas Usinas São Manoel e São João.

Causas	Diâmetro de Caule*		Altura*		Cobertura de Copa	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	61,31	<,0001	27,86	<,0001	42,94	<,0001
Blocos	0,55	0,6517	0,73	0,5494	3,96	0,0249
Local x Blocos	6,25	0,0043	4,70	0,0136	4,53	0,0156
Tratamentos	0,92	0,4527	0,57	0,6434	0,11	0,9511
Local x Tratamentos	0,68	0,5761	0,32	0,8077	0,88	0,4695

Causas	Mortalidade		Densidade Final		Área Basal*	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	16,84	0,0007	16,84	0,0007	51,33	<,0001
Blocos	2,14	0,1307	2,14	0,1307	1,27	0,3160
Local x Blocos	1,07	0,3863	1,07	0,3863	4,41	0,0171
Tratamentos	0,29	0,8321	0,29	0,8321	0,71	0,5561
Local x Tratamentos	0,27	0,8441	0,27	0,8441	0,50	0,6891

Causas	Cobertura de Gramínea*	
	F	Valor P
Local	3883,08	<,0001
Blocos	1,37	0,2849
Local x Blocos	1,31	0,3014
Tratamentos	0,91	0,4563
Local x Tratamentos	0,15	0,9282

\*Análise de Variância realizada utilizando transformação Box-Cox para essa variável.

Foram também realizadas análises de variância para cada variável dos delineamentos em blocos casualizados separadas por cada local (Tabela 6) ou seja, foi verificado, separadamente, se existem diferenças estatísticas entre os tratamentos em cada um dos ensaios de blocos casualizados instalados nas Usinas São Manoel e São João.

Analisando os dados da tabela 6, foi observado que, para as variáveis diâmetro de caule, altura, cobertura de copa, mortalidade, densidade final e área basal o valor P foi menor que 5%. Portanto, por meio dessas análises, também não foi detectada diferença estatística entre os tratamentos para nenhuma das variáveis consideradas. Esses resultados corroboram com os resultados das análises de variância conjunta e, uma vez que não houve diferença entre os tratamentos, isso indica que a avaliação econômica dos custos e investimentos nos plantios de restauração florestal testados nesse trabalho é a questão mais relevante.

Tabela 6 - Valor F e P das análises de variância dos delineamentos em blocos casualizados realizados nas Usinas São Manoel e São João considerando as variáveis: diâmetro de caule, altura, cobertura de copa, mortalidade, densidade final, área basal e cobertura de gramínea

Tratamentos	Usina São Manoel		Usina São João	
	F	Valor P	F	Valor P
<b>Diâmetro de caule*</b>	0,61	0,6227	1,21	0,3595
<b>Altura*</b>	0,36	0,7806	0,67	0,5926
<b>Cobertura de Copa</b>	3.22	0,0755	0,41	0,7465
<b>Mortalidade</b>	0,98	0,4428	0,10	0,9603
<b>Densidade final</b>	0.98	0.4428	0.10	0.9603
<b>Área Basal*</b>	0.59	0.6392	0.65	0.6038
<b>Cobertura de Gramínea*</b>	1,00	0,4363	0,41	0,7508

\*Análise de Variância realizada utilizando transformação Box-Cox para essa variável.

Como análise complementar, foram feitos Teste de Tukey com nível de significância de 5%, com as médias de cada variável obtida para cada local (Tabela 7). Nota-se que, os resultados do Teste de Tukey reforçaram os resultados da análise de variância conjunta, que detectou diferença entre os locais (Usina São

João e Usina São Manoel). Ou seja, por meio do Teste de Tukey também se conclui que esses dois locais são diferentes. No entanto, por meio do Teste de Tukey, foi possível constatar para quais variáveis a diferença das médias obtidas para cada local foi significativa, e, por consequência, detectar qual local apresentou maior média. Por exemplo, para as variáveis área basal e cobertura de gramínea, a diferença entre as médias obtidas em cada local foi significativa. Portanto, pode-se afirmar para essas variáveis que a média obtida na Usina de São Manoel foi superior do que a média obtida na usina São João. Por outro lado, para as variáveis mortalidade e densidade final, pode-se afirmar que as médias obtidas na Usina São João foi superior do que na Usina São Manoel. Finalmente, para as demais variáveis (diâmetro, altura, cobertura de copa) as diferenças entre as médias não foram significativas.

Tabela 7 – Teste de Tukey ao nível de significância de 5% para as variáveis: diâmetro de caule, altura, cobertura de copa, mortalidade, densidade final, área basal e cobertura de gramínea mensuradas nas Usinas São Manoel e São João

Local	Diâmetro*	Altura*	Cobertura de Copa	Mortalidade	Densidade Final	Área Basal*	Cobertura de Gramínea*
USM	0,356 A	0,158 A	878,8 A	60,625 B	505,21 B	0,224 A	724123 A
USJ	9,289 A	0,135 A	3426,0 A	72,604 A	605,03 A	0,169 B	52146 B

\*Análise de Variância realizada utilizando transformação Box-Cox para essa variável.

Além das análises de variância conjunta feitas utilizando todas as espécies do grupo funcional de diversidade, foram feitas análise de variância conjunta para cada uma das espécies.

Considerando a variável diâmetro foram encontradas diferenças estatísticas para o efeito de local nas seguintes espécies: *Myracrodruon urundeuva*, *Copaifera langsdorffii*, *Cordia superba*, *Cedrela fissilis*, *Diatenopteryx sorbifolia*, *Tabebuia impetiginosa*, *Cariniana estrellensis*, *Cordia trichotoma*, *Cytharexylum myrianthum*, *Eugenia uniflora*, *Tabebuia chrysotricha*, também a espécie *Eugenia uniflora* apresentou diferença entre os tratamentos (Anexo A).

Em relação à variável altura, foi detectada diferença estatística para o efeito de local para as seguintes espécies: *Myracrodruon urundeuva*, *Cordia superba*,

*Tabebuia impetiginosa*, *Cariniana estrellensis*, *Syagrus romanzoffiana* e *Cytharexylum myrianthum*. Além disso, houve evidências de presença de interação entre local e tratamento para *Myracrodruon urundeuva*, e existiu diferença estatística entre os tratamentos para a espécie *Cedrela fissilis*. (Anexo B).

Para a variável cobertura de copa, na análise de variância conjunta por espécie houve diferença estatística para o efeito de local nas seguintes espécies: *Myracrodruon urundeuva*, *Cordia superba*, *Tabebuia impetiginosa*, *Cecropia pachystachya*, *Cariniana estrellensis*, *Cordia trichotoma*, *Cytharexylum myrianthum*, *Tabebuia chrysotricha* e *Rhamnidium elaeocarpus*. (Anexo C).

Considerando a variável área basal, houve diferença estatística por local para as espécies: *Myracrodruon urundeuva*, *Cordia superba*, *Myroxylon peruiferum*, *Cedrela fissilis*, *Tabebuia impetiginosa*, *Diatenopteryx sorbifolia*, *Cytharexylum myrianthum*, *Cordia trichotoma*, *Cariniana estrellensis*, *Casearia gossypiosperma*, *Rhamnidium elaeocarpus* e *Tabebuia chrysotricha*. De igual forma, houve diferença estatística entre os tratamentos para as espécies *Myracrodruon urundeuva* e *Cordia superba* (Anexo D).

Finalmente, para a variável cobertura de gramínea, foram observados valores P menores que 0,0001 para o efeito de local, para todas as espécies em estudo, indicando que, para todas essas espécies, o efeito de local foi significativo em nível de significância de 5% (Anexo E).

#### 4.2 Indivíduos germinados de recobrimento e de adubação verde

A seguir serão apresentados os resultados referentes à variável porcentagem de indivíduos germinados de recobrimento e de adubação verde, avaliada após os primeiros 8 e 12 meses a partir da semeadura direta em cova, nas localidades Usina São Manoel e Usina São João (Tabela 8, Figura 16)

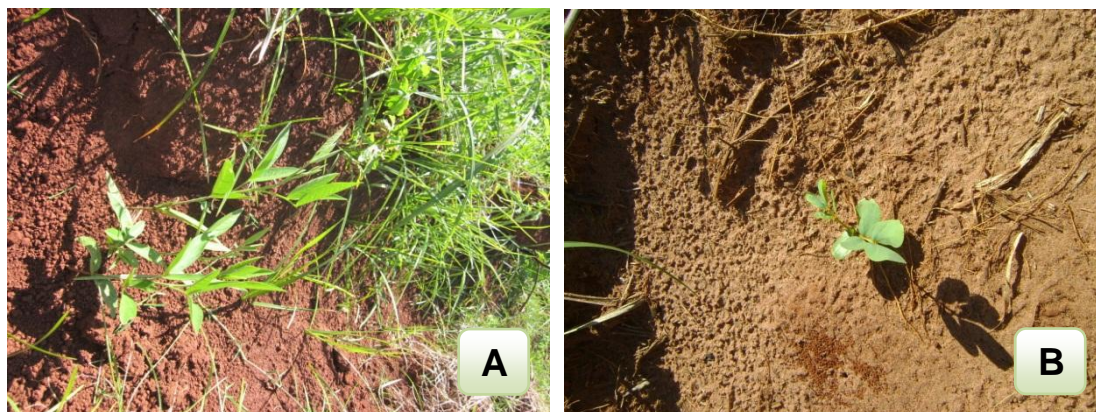


Figura 16- A) Indivíduo da sementeira direta em cova de *Cajanus cajan* cv. Mandarin, B) Indivíduo da sementeira direta de *Senna alata* depois de um mês da sementeira direta.

Tabela 8 – Porcentagem de indivíduos germinados das espécies de recobrimento e de adubação *Cajanus cajan* cv. Mandarin e *Senna alata* na Usina São João e Usina São Manoel, em outubro/2012 e janeiro/2013 após sementeira direta na cova.

Especie	Usina São João		Usina São Manoel	
	Outubro/2012	Janeiro/2013	Outubro/2012	Janeiro/2013
<i>Cajanus cajan</i> cv. Mandarin	57,36%	51,11%	48,75%	42,22%
<i>Senna alata</i>	13,47%	15,28%	20,56%	13,61%

Nessa tabela, observou-se que a espécie feijão guandu (*Cajanus cajan* cv. Mandarin) teve uma maior porcentagem de indivíduos germinados em relação à espécie fedegoso (*Senna alata*), nas duas localidades analisadas e nos dois períodos avaliados. Além disso, foi observado, na Usina São João, que a porcentagem de germinação mostrou-se estável para as duas espécies em questão. Em contrapartida, na Usina São Manoel, apenas o feijão guandu (*Cajanus cajan* cv. Mandarin) apresentou uma porcentagem de germinação estável, sendo que para *Senna alata* foi percebido um decréscimo dessa porcentagem ao longo dos meses.

Utilizando os dados de porcentagem de germinação de cada espécie, calculada com base nos dados da avaliação feita no mês de janeiro de 2013 (Figura

17), foram determinados o número de sementes necessárias para a produção de uma muda de recobrimento, usando as espécies de adubo verde consorciado com mudas de diversidade para plantios de restauração, conforme a metodologia apresentada por Isernhagen (2010) (Tabela 9).



Figura 17- Indivíduo de *Senna alata* depois de 12 meses da sementeira direta na Usina São João, Araras-SP.

Através dos resultados dessa tabela, percebeu-se que, tanto para Usina São João como para Usina São Manoel, são necessárias apenas 2 sementes de feijão guandu (*Cajanus cajan* cv. Mandarin) para produzir uma muda, enquanto que, para *Senna alata*, são necessárias 7 sementes para produzir uma muda.

Tabela 9 – Número de sementes necessário, como base na porcentagem de indivíduos estabelecidos 12 meses após sementeira, janeiro de 2013, para produzir uma muda das espécies utilizadas de sementeira direta de recobrimento na Usina São João e Usina São Manoel

Especie	Usina São João			Usina São Manoel		
	N sem.	% de estab.	sem. / prod. 1 muda	N sem.	% de estab.	sem. / prod. 1 muda
<i>Cajanus cajan</i> cv. Mandarin	720	51,11	2	720	42,22	2
<i>Senna alata</i>	720	15,28	7	720	13,61	7

#### 4.3 Investimentos para aquisição de sementes de espécies de recobrimento e de adubação verde por mudas para um plantio de restauração de Áreas de Preservação Permanente

Com a finalidade de determinar o custo de aquisição de sementes, a tabela 10 apresenta os investimentos financeiros necessários para produção de espécies de recobrimento e de adubação verde através da semeadura direta utilizadas neste experimento, para um plantio de restauração de Áreas de Preservação Permanente.

Tabela 10 - Apreciação dos investimentos (R\$) necessários para produção de 1 hectare de restauração consorciado com plantio de mudas utilizando espécies de adubação verde

Espécie	Preço de sementes R\$/Kg	Numero de sementes por Kg	Investimento (R\$) em sementes para produção de um hectare com semeadura de recobrimento e adubação verde
<i>Senna alata</i>	35,00 <sup>1</sup>	29420	6,94
<i>Cajanus cajan</i> cv. Mandarin	4,8 <sup>2</sup>	10480	0,77

<sup>1</sup>Valores obtidos de coletor individual profissional

<sup>2</sup>Valores obtidos na empresa de Seprotect sementes

Observou-se que, em uma hectare de num plantio de mudas consorciado com semeadura direta, para a produção de meio hectare com semeadura de adubo verde, o investimento estimado em sementes usando *Cajanus cajan* cv. Mandarin é igual a R\$0,77. Já para a espécie *Senna alata*, o custo estimado é de R\$6,94. Ou seja, o custo em sementes para utilizar a espécie *Cajanus cajan* cv. Mandarin é nove vezes menor comparado com o custo da espécie *Senna alata*.

#### 4.4 Indivíduos germinados de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.: cv. *Cunningham*

O número de sementes necessárias para a produção de uma muda de adubo verde de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham como técnica auxiliar na entrelinha de um plantio de restauração segue apresentado na tabela 11 (Figura 18)

Tabela 11– Número de sementes necessário, com base na porcentagem de indivíduos estabelecidos 12 meses após semeadura, janeiro de 2013 para produzir uma muda de *Leucaena leucocephala* cv. *Cunningham* na Usina São João e Usina São Manoel

Espécie	Usina São João			Usina São Manoel		
	N sem.	% de estab.	sem. / prod. 1 muda	N sem.	% de estab.	sem. / prod. 1 muda
<i>Leucaena leucocephala</i> cv. <i>Cunningham</i> <sup>1</sup>	7680	13,65	7	720	3,76	27

<sup>1</sup>Os dados sobre as sementes de *Leucaena leucocephala* cv. *Cunningham* foram obtidas com base nos valores fornecidos pela empresa Pirai Sementes.

Nota-se que a porcentagem de indivíduos estabelecidos e o número de sementes necessário para produzir uma muda de *Leucaena leucocephala* cv. *Cunningham* variou nas duas usinas.

Na Usina São João foi encontrada uma maior porcentagem de indivíduos estabelecidos (13,65 %) do que na Usina São Manoel (3,76 %). Isso resultou em um menor número de sementes necessárias para produzir uma muda.



Figura 18- Indivíduo da semeadura de *Leucaena leucocephala* cv. *Cunningham* depois de um mês da semeadura direta em linha, nas entrelinhas do plantio de mudas. Usina São Joao, Araras - SP.



Com base nos resultados obtidos nas áreas experimentais, são apresentados os investimentos financeiros necessários em sementes para produção de espécies de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham na entrelinha (Tabela 12).

Tabela 12 - Apreciação dos investimentos (R\$) necessários em sementes para produção de um hectare, utilizando leucena como recobrimento e adubação verde

Espécie	Preço de sementes R\$/Kg	Numero de sementes por Kg	Investimento (R\$) em sementes para produção de um hectare com semeadura de adubação verde
<i>Leucaena leucocephala</i> cv. Cunningham	20,00 <sup>1</sup>	14285	62,97

<sup>1</sup>Valores obtidos na empresa Pirai Sementes

Além disso, com base nos resultados obtidos nas duas áreas experimentais, foram estimados os custos de estabelecimento de um hectare de plantio de restauração usando semeadura direta como substituição de espécies de recobrimento versus um plantio convencional (tabela 13).

Tabela 13 - Estimativa de investimentos (R\$) para a implantação de um hectare com semeadura direta de recobrimento e um hectare de um plantio de restauração convencional, com base nos dados do presente experimento (Valores obtidos da empresa Bioflora, 2013)

<b>Implantação com semeadura direta de adubo verde (sementes de adubo verde de recobrimento e mudas de espécies de diversidade)</b>														
Atividade	Máq/Eqpto	Rendimentos				Custos Operacionais			Observações	Custo Total R\$			Repetições	Total / ha
		HH / ha	HM / ha	Dose / ha	Unidade	HH	HM	Insumo		HH / ha	HM / ha	Insumo / ha		
Limpeza de área mecanizada	Trator 80hp + roçadeira		3			15,00	120,00			0	360	0	1	696,86
Aplicação de Herbicida c/barra	Trator 80HP + Pulverizador		1,5	3,5	Litro	15,00	120,00	20,00	Roundup	0	180	70	1	483,93
Combate a Formigas	MIP'S	1		3,5	Kg	15,00	120,00	7,00	Isca	15,00	0,00	24,50	1	76,46
Subsolagem linha de plantio	Trator de 100 hp + subsolador		3			15,00	120,00			0,00	360,00	0,00	1	696,86
mudas tubetes				920	muda	15,00	120,00	0,65	1670 + 10%	0,00	0,00	598,00	1	598,00
Plantio semi-mecanizado	Trator 65HP/ apoio	11	1	835	Unidade	15,00	120,00	0,00	tubete	165,00	120,00	0,00	1	551,68
Adubação de Base	Dosador + Chucho	5	0,5	175	Kg	15,00	120,00	1,7	adubo	75	60	297,5	1	837,20
Replântio	Trator 65HP/ apoio	1	0,125	85	Unidade	15,00	120,00	0,00	muda	15,00	15,00	0,00	1	58,07
Irrigação	Trator 80HP/ tanque de irrigação	9	5	3300	Litro	15,00	120,00	0,00	água	135,00	600,00	0,00	2	2845,53
Semeadura de adubo verde		21		5831	sementes	15,00				315,00	0,00	0,00	1	609,76
													Custo Implantação / ha	7454,37

<b>Implantação de plantio convencional (mudas de espécies de recobrimento e de diversidade)</b>														
Atividade	Máq/Eqpto	Rendimentos				Custos Operacionais			Observações	Custo Total R\$			Repetições	Total / ha
		HH / ha	HM / ha	Dose / ha	Unidade	HH	HM	Insumo		HH / ha	HM / ha	Insumo / ha		
Limpeza de área mecanizada	Trator 80hp + roçadeira		3			15,00	120,00			0	360	0	1	696,86
Aplicação de Herbicida c/barra	Trator 80HP + Pulverizador		1,5	3,5	Litro	15,00	120,00	20,00	Roundup	0	180	70	1	483,93
Combate a Formigas	MIP'S	1		3,5	Kg	15,00	120,00	7,00	Isca	15,00	0,00	24,50	1	76,46
Subsolagem linha de plantio	Trator de 100 hp + subsolador		3			15,00	120,00			0,00	360,00	0,00	1	696,86
mudas tubetes				1840	muda	15,00	120,00	0,65	1670 + 10%	0,00	0,00	1196,00	1	1196,00
Plantio semi-mecanizado	Trator 65HP/ apoio	21	2	1670	Unidade	15,00	120,00	0,00	tubete	315,00	240,00	0,00	1	1074,33
Adubação de Base	Dosador + Chucho	10	1	350	Kg	15,00	120,00	1,7	adubo	150	120	595	1	1674,41
Replântio	Trator 65HP/ apoio	2	0,25	170	Unidade	15,00	120,00	0,00	muda	30,00	30,00	0,00	1	116,14
Irrigação	Trator 80HP/ tanque de irrigação	9	5	3300	Litro	15,00	120,00	0,00	água	135,00	600,00	0,00	2	2845,5
													Custo Implantação / ha	8860,54

Avaliando apenas os dados obtidos no presente experimento, nota-se que, usando a semeadura direta das espécies de recobrimento de adubo verde em covas, num plantio de restauração, o custo das operações e das materiais tais como mudas de tubetes, plantio semi-mecanizado, adubação de base, replântio e

semeadura de adubo verde foi estimado em torno de R\$ 2.654,72. Enquanto isso, para a implantação de um plantio de restauração convencional esses mesmos custos são de R\$ 4.060, 89.

Portanto, usando a técnica por este trabalho apresentada, os custos reduzem 34,65%. Podemos concluir que a semeadura direta em covas pode ser consorciada ao plantio de mudas, visando à rápida ocupação da área degradada.

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 Avaliação do desenvolvimento das espécies de diversidade

Analisando sob o ponto de vista de efetividade de recobrimento da área, pode-se dizer que não houve diferença estatística entre os métodos de plantio consorciado de espécies de adubo verde com espécies de diversidade e o plantio de restauração florestal convencional, pelo período de 12 meses. Isto significa que, considerando os parâmetros de avaliação do modelo de restauração florestal (diâmetro de caule, altura, cobertura de copa, mortalidade, densidade final, área basal e cobertura de gramíneas) é igual implantar o plantio de restauração convencional ou utilizar o plantio de semeadura direta consorciado com espécies de diversidade.

Possivelmente, as principais causas de não ter havido diferenças estatísticas entre os tratamentos sejam o período incipiente de avaliação e as características das espécies arbustivas de adubo verde perene e semi perene utilizadas neste trabalho. Comparando o período de avaliação utilizado nesse estudo com as outras publicações encontradas na literatura, nota-se que 12 meses é um período curto. Por exemplo, Isernhagen (2010), que estudou o uso de semeadura direta de espécies arbóreas nativas para restauração florestal de áreas agrícola, utilizou um período de 34 meses após a semeadura. Ferreira et al. (2009), avaliaram o comportamento inicial de cinco espécies florestais por meio de semeadura direta em um período de 30 meses. Portanto, 12 meses após a semeadura pode ser um período curto.

Convém ainda mencionar que, além do período incipiente de avaliação, outros fatores podem ter influenciados os resultados experimentais. Como exemplo, podemos citar alguns erros operacionais que podem ter ocorrido no momento da manutenção da área experimental. Sendo mais específico, na operação de coroamento dos indivíduos germinados ou das mudas estabelecidas, alguns indivíduos podem ter sido removidos inadequadamente no campo. Outro possível problema foi o atraso na implantação do plantio, devido a problemas burocráticos para a liberação da área, o que fez com que o plantio fosse realizado somente no

final da época das chuvas, o que pode ter influenciado a germinação das sementes de semeadura direta e a sobrevivência e desenvolvimento inicial das mudas plantadas. Outro fator relevante pode ter sido o replantio em função da elevada mortalidade inicial, que foi feito somente em abril, por falta de chuvas no ano de 2012 (SCHUTZE et al., 2012)

Ademais, foram constatadas diferenças estatísticas entre os locais para as espécies do grupo funcional de diversidade, isso é, foi comprovado que esses locais são heterogêneos. Essas diferenças devem ter ocorrido por causa das condições ambientais distintas das duas áreas de restauração. De acordo com as classes de interpretação para a acidez ativa do solo propostas por Malavolta (1980), foi verificado que, antes das operações de calagem e adubações de cobertura de nitrogênio, fósforo e potássio, o pH dos solos da Usina São João variou de relativamente ácidos a solos adequados, o teor de alumínio estava não tóxico e o teor de cálcio apresentou-se médio. Na Usina São Manoel, o pH dos solos mostrou-se ácido, o teor de alumínio foi considerado tóxico a muito tóxico e o teor de cálcio variou de baixo a muito baixo. Assim, o solo de Usina São Manoel apresentava-se com maiores problemas relativos à acidez em comparação com a Usina São João. Ao analisar a fertilidade do solo, de um modo geral, pode-se dizer que a Usina São João apresentava maiores teores de nitrogênio, fósforo e potássio em comparação com a Usina São Manoel, ou seja, pode-se dizer que na Usina São João apresentava melhores condições de fertilidade.

Convém ressaltar que, além das condições de solo, a precipitação e a distribuição das chuvas que ocorreram nesse período também podem ter influenciado o desempenho das espécies do grupo funcional de diversidade. Assim, pode-se inferir que, embora esses locais tenham a mesma classificação climática de Köppen, Cwa (clima mesotérmico com inverno seco), devido a condições de fertilidade e/ou acidez de solo, manejo da área e de precipitação, essas usinas apresentam diferentes condições ambientais. Além disso, outros fatores podem ter contribuído para que o efeito do ambiente fosse considerado significativo, como por exemplo o fato que na Usina São João a equipe de trabalho era em maior número (em torno de trinta colaboradores) e, na Usina São Manoel, a equipe de trabalho era de apenas seis colaboradores, o que pode ter influenciado na qualidade da

implantação e da condução dos experimentos. Ainda sobre a Usina São Manoel, pelo fato do experimento ter sido implantado numa área de preservação permanente com uma estrada no entorno imediato, o movimento da estrada próxima à área experimental pode ter influenciado os resultados, uma vez que viabilizava a presença de pessoas na área experimental, o que poderia levar à destruição das mudas e das plantas já estabelecidas no local. Foram percebidos também alguns poucos pontos de encharcamento do solo nessa área, o que pode ter influenciado na mortalidade e no desenvolvimento das mudas neles.

Com relação a cada uma das espécies de diversidade, as espécies Aroeira vermelha, Babosa branca, Pau viola, e Jequitibá branco apresentaram diferenças para a maioria das variáveis analisadas (diâmetro de caule, altura, cobertura de copa, área basal e cobertura de gramíneas). A explicação desse fato pode ser que as espécies de *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira vermelha), *Cordia superba* (Babosa branca) e *Cytherexylum myrianthum* (Pau viola) visualmente desenvolveram-se mais rápido do que as outras espécies do mesmo grupo funcional, por isso foi mais fácil detectar as diferenças entre os locais. Com relação a *Cariniana estrellensis* (Jequitibá branco), as diferenças entre locais podem ter ocorrido devido a uma maior fragilidade da muda às condições ambientais de plantio.

Além disso, foi observado que, com exceção de *Cordia trichotoma* (Pau cravo) e *Rhamnidium elaeocarpus* (Saguaragi amarelo), as demais espécies do grupo de diversidade não apresentam diferenças estatísticas em relação à mortalidade. Isso pode ser um indício que a maioria das espécies de diversidade avaliadas nesse trabalho não tem alta mortalidade tanto no plantio convencional de restauração, quanto no plantio consorciado com semeadura direta em covas de espécies de recobrimento.

Ao observar a variável cobertura de gramíneas, foram constatadas diferenças estatísticas entre os locais para todas as espécies, o que significa que a manutenção na Usina São João foi feita no momento adequado, o que pode ter contribuído para um melhor desenvolvimento das mudas diferentemente do que aconteceu na Usina São Manoel.

## 5.2 A Semeadura direta em covas de *Cajanus cajan* cv. Mandarin e de *Senna alata* podem substituir mudas de espécies de recobrimento em um projeto de restauração florestal?

A semeadura direta tem sido muito usada nos últimos anos (ISERNHAGEN, 2010; RUIZ-JAEN; AIDE, 2005), tornando-se uma técnica operacionalmente vantajosa devido aos baixos custos e por promover uma rápida ocupação da área degradada (ISERNHAGEN, 2010; ENGEL; PARROTA, 2001). Neste trabalho, para o uso da semeadura direta em covas foram utilizadas como espécies de recobrimento, as espécies feijão-guandú (*Cajanus cajan* cv. Mandarin) e fedegoso (*Senna alata*). O feijão-guandú é uma das leguminosas forrageiras mais semeadas nas regiões tropicais e subtropicais, até mesmo em regiões áridas e semi-áridas, sendo pouco exigente em relação à fertilidade do solo (CALEGARI et al., 1993). Fedegoso é uma planta perene arbustiva leguminosa, crescimento rápido, boa cobertura de copa, constatando-se que pode ser utilizada como espécie de recobrimento.

Um aspecto importante a ser analisado é que as leguminosas usadas neste estudo são de grande interesse porque são boas fixadoras de nitrogênio (SOARES, 2007), o que as torna mais tolerantes a condições adversas e boas contribuidoras com o processo natural de sucessão ecológica (SOARES, 2007), pelo fato de que a disponibilidade de nitrogênio atua como mecanismo importante em áreas degradadas. Onde há baixa disponibilidade de N, as leguminosas mostram-se como uma fonte primária de nitrogênio, capazes de permitir a retomada do ambiente florestal.

A partir dos resultados experimentais foi observado que não há evidências estatísticas para se afirmar que os tratamentos se diferiram estatisticamente em até 12 meses de avaliação (Anexo G). Portanto, para as espécies do grupo de diversidade testadas nesse trabalho, não houve diferença entre um plantio convencional de mudas de recobrimento e de diversidade na restauração e o plantio de mudas consorciado com a semeadura direta em covas de espécies arbustivas de recobrimento e de adubação verde.

Além disso, foi observado que a porcentagem de indivíduos estabelecidos da espécie *Cajanus cajan* cv. Mandarin foi aproximadamente 3 vezes superior à porcentagem de indivíduos estabelecidos da espécie *Senna alata*; o que, por consequência, acarretou que o número de sementes necessárias para produzir uma

muda de *Cajanus cajan* cv. Mandarin foi 3,5 vezes menor do que o necessário para produzir uma muda de *Senna alata*. Dessa forma, o custo do investimento necessário para a produção de um hectare de semeadura com a espécie *Cajanus cajan* cv. Mandarin é nove vezes menor do que custo estimado para a espécie *Senna alata*. Percebe-se que é financeiramente mais vantajoso usar a espécie *Cajanus cajan* cv. Mandarin para completar um hectare de um plantio de restauração ecológica, pelo menos considerando os dados avaliados até 12 meses pós plantio.

Convém ressaltar que, além do impacto nos custos de investimento a densidade de sementes é uma questão importante em sistemas de restauração florestal. Burton et al. (2006), ressalta a dificuldade no cálculo da densidade de sementes que devem ser utilizadas para garantir a germinação e estabelecimento dos indivíduos, pois no caso de altas densidades pode ocorrer um desbaste devido à morte de indivíduos por competição ou, ao contrário, pode ocasionar um isolamento da área e faltar indivíduos. Por outro lado, segundo Isernhagen (2010), em situações com alta densidade de plantas, o desenvolvimento da comunidade com maior densidade de indivíduos pode favorecer a cobertura do solo e acúmulo de biomassa (Aguirre, 2012). Adicionalmente, os resultados sobre a porcentagem de indivíduos estabelecidos revelam que talvez estudos futuros devam ser realizados testando tratamentos pré-germinativos com a espécie *Senna alata*, com a finalidade de proporcionar um maior número de indivíduos estabelecidos, já que é uma espécie que reúne característica de uma boa espécie de recobrimento, tais como crescimento rápido e boa cobertura precoce da copa (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2010) além de ser uma espécie leguminosa fixadora de nitrogênio.

Embora neste trabalho a avaliação dos parâmetros que mensuram a eficiência do modelo de restauração florestal foi feita apenas até 12 meses após a semeadura, o que é um período curto, visto que não houve diferença significativa entre os tratamentos, pode-se afirmar que a semeadura direta em covas das espécies de recobrimento pode sim substituir o plantio de mudas das espécies de recobrimento, já que, em um método de implantação de plantio de restauração, deve-se levar em consideração a rapidez que essas espécies podem recobrir a área e os custos de investimentos (ISERNHAGEN, 2010; ENGEL; PARROTA, 2001). Nesse sentido, o uso de semeadura direta em covas de espécies arbustivas de recobrimento e de



adubação verde de áreas degradadas, mostrou-se uma boa alternativa, pois se mostrou tão eficiente quanto plantio convencional, mas economicamente mais vantajoso.

Comparando o plantio de restauração convencional e o uso de semeadura direta para recobrimento de áreas degradadas, foi observado que o custo das operações do plantio mecanizado e de replantio do método convencional é duas vezes maior do que com o uso de semeadura direta em covas e, por consequência, reduziu o custo de implantação por hectare na ordem de 23%. Esses resultados corroboram com os obtidos por outros autores. Engel e Parrota (2001), em estudos com semeadura direta, mostraram que os custos de implantação de floresta nativa, a partir do plantio de mudas produzidas em viveiro, ficariam entre US\$1200 e US\$2500 por hectare, sendo que por semeadura direta o custo seria reduzido para US\$912 a US\$297 por hectare. Para Fujihara et. al (2010), hoje usa-se entre US\$3000 e US\$4800 (R\$5965,94 em valores de serviço comunitário ou regional e R\$9389,50 em valores de serviço terceirizado) por hectare. Segundo Ferreira et al. (2009), em estudo feito para recuperação de matas ciliares na região do Baixo São Francisco no Sergipe, a utilização da semeadura direta de espécies florestais mostrou-se viável. Em contrapartida, segundo Aguirre (2012), a semeadura direta aumenta as manutenções e, conseqüentemente, os custos para essa técnica.

Além da questão da diminuição de custos, o uso de plantios consorciados pode facilitar o desenvolvimento de espécies arbóreas em plantios de restauração, ou inibir o crescimento de espécies de gramíneas competidoras (ISERNHAGEN, 2010), sendo que a semeadura direta também é usada para o enriquecimento de áreas que fora restauradas ou fragmentos degradados (ISERNHAGEN, 2010; CAMARGO et al., 2002; BONILLA-MOHENO; HOLL, 2009). De forma semelhante, os autores Bonilla-Moheno e Holl (2009) sugerem que a semeadura direta em florestas amadurecidas, após dois primeiros anos de sucessão natural, pode ser uma estratégia eficaz para acelerar e garantir o estabelecimento.

Assim, como já foi mencionado por Isernhagen (2010), ainda se pode dizer que a semeadura direta pode ser consorciada com plantio de mudas, seja para adensamento ou para enriquecimento da área.

5.3 A semeadura de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.: cv. Cunningham contribui para o desenvolvimento das mudas nativas na restauração, reduzindo efeitos das espécies competidoras?

Neste trabalho, usou-se a Leucena com a finalidade de auxiliar no desenvolvimento das mudas e, conseqüentemente, propiciar uma redução das espécies competidoras na área. A *Leucena* é uma espécie exótica empregada amplamente no mundo para diferentes usos econômicos (LAMPRECHT, 1990). No Brasil tem sido usada em reflorestamentos mistos, pela capacidade de fazer simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio (COSTA, DURIGAN, 2010; CATHARINO, 1989), além do rápido recobrimento do solo (CATHARINO, 1989). É uma espécie que forma densos agrupamentos, produz grande quantidade de sementes e tem rápido desenvolvimento, fatores que favorecem o caráter invasivo.

Embora Costa e Durigan (2010) classifiquem a leucena como ruderal, uma vez que pode proliferar em áreas perturbadas e dificultar o estabelecimento de espécies nativas mistos, há inúmeros estudos classificando à leucena como planta invasora, o que resultou na inclusão dessa espécie na lista das 100 espécies invasoras mais agressivas do planeta (LOWE et al, 2000, SMITH, 1985; WAGNER et al., 1999; SCHERER et al., 2005).

Além disso, em estudo de *Leucaena leucocephala* por Costa, Durigan (2010), os autores discutiram que a espécie é heliófita, pioneira e precisa grande quantidade de luz para germinar. Assim levar desvantagem se espécies nativas de maior porte conseguirem se estabelecer e sombrear os adultos reprodutivos, o que foi evidenciado por Green, Lake, O'dowd (2004), onde houve 100% de mortalidade as plântulas de leucena no interior de uma floresta intacta.

Neste estudo, utilizou-se a leucena com o propósito de contribuir no desenvolvimento das mudas e obter uma diminuição de espécies competidoras. Embora por meio das análises estatísticas não foram detectadas diferenças estatísticas entre os tratamentos, visualmente foi observado que as mudas do Tratamento 3 com leucena estiverem maiores e apresentaram menor mortalidade em comparação com os tratamentos 1, 2 e 4. Ainda a redução de gramíneas não

foi muito influenciada até o primeiro ano do plantio, mas pode se expressar ao longo do tempo.

Foi observado que a porcentagem de indivíduos estabelecidos da leucena na Usina São João, foi maior do que na Usina São Manoel. Como consequência, confirmou-se mais uma vez que o desenvolvimento tanto das mudas quanto das sementes foi fortemente influenciado pelas condições ambientais dos locais de plantio. Mesmo assim, contudo, a porcentagem de germinação foi muito baixa porque é uma espécie de ciclo de vida perene. No início do desenvolvimento, essa espécie passa por uma fase crítica. No entanto, após essa fase, o crescimento é em geral rápido, com abundante produção de folhagem e madeira (PEREIRA, 1994; POSENTI, 2006). A longevidade da leucena é considerada boa, sujeita a intensa desfolha, ela persiste por 20 anos, em média, com níveis altos de produção. No entanto, nesse tempo ela frutificara e colocara em risco seu poder de planta fortemente invasora. Possente (2006) afirma que como manejo adequado, pode permanecer por volta de 50 anos sem muitas variações de produção de matéria seca (LARSEN, 1998). Contudo, pode-se justificar por quê não houve diferenças estatísticas, e por quê, por enquanto, a presença da leucena na entrelinha não interferiu no desenvolvimento das mudas de diversidade, mas é necessário mais tempo de avaliação para validar esse resultado.

No momento da última avaliação, feita em janeiro de 2013, a leucena ainda estava muito nova. Portanto, não podemos afirmar que a utilização dessa espécie possa diminuir custo. É possível que, em um horizonte de 3 anos, ela possa melhorar condições de solo e proporcionar melhor desenvolvimento de espécies de recobrimento e de diversidade. Também esse tempo de avaliação não permitiu verificar seu papel de planta fortemente invasora.

Ainda, para recomendar-se o uso da leucena, devem-se levar em consideração os custos e os benefícios que essa espécie possa proporcionar. Por exemplo, para se fazer a semeadura da leucena é necessária a realização de algumas operações que podem aumentar custos, tais como a inoculação de rhizobium específico para leucena, além de podas no momento da semeadura, para evitar que ela se expanda e ocupa toda a área.

Em outros estudos, a leucena não teve bom desempenho. O trabalho do Yoshida e Oka (2004) concluiu que a estrutura de florestas e a recuperação da biodiversidade de espécies nativas é muito mais lenta em áreas com *Leucana leucocephala* (Lam.) de Wit. do que em áreas não ocupadas por ela. Sendo assim, o uso da espécie deve se diminuir em situações onde o ambiente esteja altamente degradado para evitar que seu desempenho seja maior do que as espécies da flora local (COSTA, DURIGAN, 2010). No experimento conduzido por esses autores, a utilização da leucena em consórcio com o plantio de espécies nativas ofereceu proteção aos solos pela fixação de nitrogênio. Ela perderia espaço na comunidade à medida que as árvores nativas sombreassem suas copas, impedindo a reprodução e regeneração da espécie. Entre tanto, não foi considerada uma espécie que invade ecossistemas naturais e desloca espécies nativas ou traz prejuízos econômicos relevantes (COSTA, DURIGAN, 2010).

Portanto, em resumo, pode-se afirmar que, assim como as espécies de adubo verde, a semeadura de leucena nas entrelinhas também foi avaliada em um período curto. Portanto, ainda é prematuro inferir se a semeadura de leucaena contribui para o desenvolvimento das mudas e favorece a redução de espécies competidoras. (Anexo G)



## 6 CONCLUSÕES

Os indivíduos de *Cajanus cajan* cv. Mandarin apresentaram uma maior porcentagem de indivíduos estabelecidos comparados com os indivíduos da *Senna alata*.

A leucena utilizada como técnica auxiliar no plantio de restauração não se comportou como espécie invasora até 12 meses após o plantio.

O método consorciado de semeadura direta em covas de espécies de recobrimento e de adubação verde com o plantio de mudas de espécies de diversidade testado nesta dissertação mostrou-se um método eficiente e viável para substituir mudas de espécies do grupo funcional de recobrimento, e obter uma ocupação inicial de áreas degradadas, quando comparado com o plantio de restauração florestal convencional em um período de avaliação de até 12 meses após o plantio.

Além disso, é uma alternativa economicamente mais vantajosa, pois não aumenta o número necessário de manutenções, mas reduz o número de mudas de indivíduos pela metade e, assim, diminui os custos das operações de plantio e replantio pela metade.

Uma vez que o período de avaliação de 12 meses possa ser considerado curto, ou seja, os resultados ainda incipientes, devem-se fazer monitoramentos posteriores e estabelecer experimentos envolvendo semeadura de espécies de adubo verde junto a outras espécies de recobrimento, para destacar a influência dos tratamentos que possam expressar novas características futuramente. Convém ressaltar que esses futuros experimentos devem estar inseridos dentro de projetos temáticos de longa duração, garantindo que eles sejam acompanhados por um longo período de tempo, e assim tirar conclusões relevantes sobre o procedimento em longo prazo.



## REFERÊNCIAS

AGUIRRE, G.A. **Avaliação do potencial da regeneração natural e o uso da semeadura direta e estaquia como técnicas de restauração.** 2012. 171p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

ALCÂNTARA, 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, fev. 2000.

ARAKI, D.F. **Avaliação da semeadura a lanço de espécies florestais nativas para 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.

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

BAGGIE, I.; ROWELL, D.L.; WARREN, G.P. Utilization by upland rice of plant residue- and fertiliser-phosphorus in two tropical acid soils. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Netherlands, v. 69, p. 73–83, 2004.

BARBOSA, L.M.; PARAJARA, F.C.; TEIXERA, E.E.; BARBOSA, T.C.; BARBOSA, K.C.; SANTOS JUNIOR, N.A.; BARBOSA, J.M. Diagnóstico sobre produção de sementes e mudas de espécies florestais nativas do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 16.; 2009. Curitiba. **Anais...** ABRATES, 2009. p. 527.

BASSO, F.A. **Hidrossemeadura com espécies arbustivo-arboreas nativas para preenchimento de áreas degradadas na serra do mar.** 2008. 84p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

BERTACCHI, M.I **Micro sitio com filtro para o estabelecimento de regenerantes arbóreos em áreas restauradas.** 2012. 117p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

BECHARA, F.C. **Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras:** Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga. 2006. 249p. 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, jan./mar. 2008.

BELTRAME, T.; RODRIGUES, E. Comparação de diferentes densidades de feijão guandu *Cajanus cajan* (L.) Millsp.) na restauração florestal de uma área de reserva legal no Pontal do Paranapanema, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 80, p. 317-327, dez. 2008.

\_\_\_\_\_. Comparação de diferentes densidades de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) na restauração florestal de uma área de reserva legal no Pontal do Paranapanema, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 80, p. 317-327, dez. 2008.

BLUMENTHAL, D.M.; JORDAN, N.R.; SVENSON, E.L. Effects of prairie restoration on weed invasions. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 107, p. 221–230, 2005.

BOURLEGAT, J.M. **Lianas da Floresta Estacional Semidecidual: ecofisiologia e uso em restauração ecológica**. 2009. 103p. Dissertação (Mestrado em Conservação de Ecossistemas Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

BRANCALION, P.H.S.; RODRIGUES, R.R.; NOVENBRE, A. D. L.C; GOMEZ, J.M. Are we misinterpreting seed predation in palms? **Biotropica**, Zurich, v. 43, n. 1, p. 12-14, 2011.

BRANCALION, P. H. S. ; Tay, D. ; NOVENBRE, A. D. L. C. ; RODRIGUES, Ricardo Ribeiro ; Marcos Filho, J. . **Priming of pioneer tree *Guazuma ulmifolia* (Malvaceae) seed evaluated by an automated computer imaging analysis system**. *Scientia Agrícola* (USP. Impresso), v. 67, p. 274-279, 2010.

BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I.; MACHADO, R. P.; CHRISTOFFOLETI, 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.

BREWBAKER, J.L.; HEGDE, N.; HUTTON, E.M.; JONES, R.J.; LOWRY, J.B.; MOOG, F.; BELDT, R. **Leucaena: forage, production and use**. Hawaii: NFTA, 1985. 39p.

BREWBAKER, J.L.; SORENSON, C.T. New tree crops from interspecific leucena hybrids. In: JANICK, J.; SIMON, J.E. (Ed.). **Advances in new crops**. Portland: Timber Press, 1990. p. 283-289.

BULLARD, S.; HODGES, J.D.; JOHNSON, R.L.; STRAKA, T.J. Economics of direct seeding and planting for establishing oak stands on old-field sites in the south. **South Journal of Applied Forestry**, Bethesda, v. 16, p. 34–40, 1992.

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**, Malden, v. 14, n.3, p. 379-390, 2006.

BUTTERFIELD, R.P. Promoting biodiversity: advances in evaluating native species for reforestation. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 75, p. 111–121, 1995.

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. 509-517, jul./set. 2001.

CALLE, Z.; MURGUEITIO E.; GIRALDO, C; OSPINA, S.; ZAPATA, A.; MOLINA, C.H.; MOLINA, E.J.; CHARÁ, J.; URIBE F.; REYES, K. La *Leucaena leucocephala* no se comporta como una planta invasora en Colombia. **Carta Fedegán**. Ganadería y Ambiente, Bogotá, n. 127, p. 16, 2012.

CALEGARI, A.; ALCÂNTARA, P.B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T.J.C. Caracterização das principais espécies de adubos verdes. In: COSTA, M.B.B da. (Coord.). **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993, p.206-319.

CAMARGO, J.L.C.; FERRAZ, I.D.K.; IMAKAWA, A.M. Rehabilitation of degraded areas of central Amazonia using direct sowing of forest tree seeds. **Restoration Ecology**, Malden, v.10, n.4, p.636-644, 2002.

CARNEIRO, P.H.M.; RODRIGUES, R.R. Management of monospecific commercial reforestations for the forest restoration of native species with high diversity. In: RODRIGUES, R.R.; MARTINS, S.V.; GANDOLFI, S. (Ed.). **High diversity forest restoration in degraded areas**. New York: New Science Publ., 2007. p. 129-144.

CARVALHO, G. J. de; FONTANÉTTI, A.; CANÇADO, C. T. Potencialidades alelopáticas da mucuna preta (*Stilozobium aterrimum*) e do feijão porco (*Canavalia ensiformes*), no controle da tiririca (*Cyperus rotundus*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 3. p. 647-651, maio/jun. 2002.

CATHARINO, E.L.M. **Estudos fisionômico-florísticos e fitossociológicos em matas residuais secundárias no município de Piracicaba- SP**. 1989. 190p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989.

CHAZDON, R.L. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. **Science**, Washington, v. 320, n. 5882, p. 1458-1460, June 2008.

CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN SISTEMAS SOSTENIBLES DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA (CIPAV). **Montaje de modelos ganaderos sostenibles basados en sistemas silvopastoriles en seis subregiones lecheras de Colombia**. Valledupar – Cesar, 2007. 15p.

COLAUTTI, R.I. E MACISAAC, H.J. **A neutral terminology to define ‘invasive’ species**. **Diversity and Distributions**, Canada, v.10, p.135-141, 2004

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

COSTA, N.M.N.; DURIGAN, G. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Fabaceae): invasora ou ruderal? **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 825 - 833, 2010.

CUBILLOS, J.G. **Evaluación bajo condiciones de invernadero de rhizobium sp nativos como fijador de nitrógeno en plantas leguminosas utilizadas como forraje en el centro biotecnológico del caribe**. Ciudad de Panamá; CIPAV, Colombia. 2010.

DEAN, W. *With broadax and firebrand: the destruction of the Brazilian Atlantic forest*. Berkeley: University of California Press, 1995. 504p.

EGODAWATTA, W.C.P.; SANGAKKARA, U.R.; STAMP, P. Impact of green manure and mineral fertilizer inputs on soil organic matter and crop productivity in a sloping landscape of Sri Lanka. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 129, p. 21-27, Apr. 2012.

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 performances. **Forestry Ecology and Management**, Amsterdam, v. 184, p. 177-191, 2003.

EMBRAPA. **BRS Mandarin é o novo feijão guandu**. São Carlos: Pecuária Sudeste, 2009. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2009/janeiro/4a-semana/brs-mandarim-e-o-novo-feijao-guandu/>>. Acesso em: Fev., 2012.

\_\_\_\_\_. **Guandu BRS Mandarin uma tecnologia: várias alternativas de uso**. São Carlos: Pecuária Sudeste, 2011. Disponível em: <<http://www.cppse.embrapa.br/sites/default/files/principal/publicacao/FolderGuandu.pdf>, folder>. Acesso em: Set., 2012.

ENGEL, V.L.; PARROTTA, J.A. An evaluation of direct seeding for reforestation of degraded lands in central Sao Paulo state, Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 152, p. 169–181, 2001.

\_\_\_\_\_. **Desenvolvimento de plantas de três espécies arbóreas nativas de florestas estacionais semidecíduais sob o método de semeadura direta**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2003. 4p.

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

ERSKINE, P.D.; LAMB, D.; BRISTOW, M. Tree species diversity and ecosystem function: can tropical multi-species plantations generate greater productivity? **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 233, p. 205–210, 2006.

FAO. **The state of the world's forests**: electronic publishing policy and support branch. Rome: FAO, Communication Division, 2007. 144 p.

FAVERO, C.; JUCKSCH, 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.

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

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

FERREIRA R.A.; SANTOS P.L.; ARAGÃO A.G.; SANTOS, T. I.; NETO E.M.; REZENDE, A.M. Semeadura direta com espécies florestais na implantação de mata ciliar no Baixo São Francisco em Sergipe. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 81, p. 37-46, mar. 2009

FLORENTINE, S.K.; WESTBROOKE, M.E. 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, 2004

FLORES-AYLAS, W.W. **Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em semeadura direta: efeito de micorriza e fosforo**. 1999. 81p. Dissertação (Mestrado Agronomia/Solos e Nutrição de Planta) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

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.

FOLKE, C.S.; CARPENTER, S.B. WALKER, SCHEFFER, M.; ELMQVIST, T. GUNDERSON, L.; HOLLING, C.S. Regime shifts, resilience, and biodiversity in ecosystem management. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, Palo Alto, v. 35, p. 557-581, 2004.

FONTANETTI, A. **Adubação verde no controle de plantas invasoras e na produção de alface americana e repolho**. 2003. 63 p. 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 nas culturas de alface-americana e de repolho. **Ciência e Agrotecnologias**, Lavras, v. 28, n. 5, p.234-237, out. 2004.

FREIRE, A.; RODRIGUES, T.; MIRANDA, J. Crescimento e nutrição de plantas de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) R. de Vit) sob salinidade. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 1-6, 2010

FUJIHARA, M.; CAVALCANTI, R.; GUIMARÃES, A.; GARLIPP, R. **O Valor das Florestas**. Terra das Artes, São Paulo. 2010, p. 352.

GODOY, R.; SANTOS, P.M. **Guandu Mandarin**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. (1Folder).

GONÇALVES, J.L.M.; NOGUEIRA JÚNIOR, L.R.; DUCATTI, F. Recuperação de solos degradados In: KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R.E.; MORAES, L.F.D.; ENGEL, V.L.; GANDARA, F.B. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2003. p. 111-163.

GOURLET-FLEURY, S.; BLANC, L.; PICARD, N.; SIST, P.; DICK, J.; NASI, R.; SWAINE, M.D.; FORNI, E. Grouping species for predicting mixed tropical forest Dynamics: Looking for a strategy. **Annals of Forest Science**, Paris, v. 62, p. 785-796, 2005.

GREEN, P.T.; LAKE, P.S.; O'DOWD, D.J. Resistance of Island Rainforest to Invasion by Alien Plants: Influence of Microhabitat and Herbivory on Seedling Performance. **Biological Invasions**. Australia, v. 61 p,1-9, 2004

GULDAN, S.J.; MARTIN, C.A.; LINDEMANN, W.C.; CUETO-WONG, J.; STEINER, R.L. Yield and green-manure benefits of interseeded legumes in a high - desert environment. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, p. 757–762, 1997.

HERRERA, M.A.; SALAMANCA, C.P.; BAREA, J.M. Inoculation of woody legumes with selected arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobia to recover desertified Mediterranean ecosystems. **Applied and Environmental Microbiology**, Granada, España, v. 59, p. 5, 1993.

HOLLING, C.S. Resilience and stability of ecological systems. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 4, p. 1-23, 1973.

HUGHES, C.E. **Leucaena genetic resources**: the OF1 Leucaena seed collections and a synopsis of species characteristics. Oxford: Oxford Forestry Institute, 1993. 117p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/> Acesso em: 22 set. 2012

ISERNHAGEN, I. **Uso de sementeira direta de espécies arbóreas nativas para restauração florestal de áreas agrícolas, sudeste do Brasil.** 2010.105p. Tese (Doutorado em Conservação de Ecossistemas Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

JAKOVAC, A.C.C. **O uso do banco de sementes florestal contido no topsoil como estratégia de recuperação de áreas degradadas.** 2007. 142p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

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, 2009. 7p.

KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F.A. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. **IPEF**, Piracicaba, n.41/42, p. 83-93, 1989.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; FILHO, H.F.L. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: USP; FAPESP, 2004. p. 240-270.

KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R.E.; MORAES, L.F.D.; ENGEL, V.L.; GANDARA, F.B. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais.** Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2003. 340p.

KIRKEGAARD, J.; CHRISTEN, O.; KRUPINSKY, J.; LAYZELL, D. Break crop benefits in temperate wheat production. **Field Crops Research.** Amsterdam, v. 107, n. 3, p. 185–195, 2008

**Agroforestería básica.** México: Editorial Pnuma, 1999. 340 p. (Serie de Textos Básicos para la Formación Ambiental, 3).

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos:** Ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas - possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. GTZ, Eschborn, Rosdorf. TZ-Verlag, 1990. 343p.

LARSEN, P.H.; MIDDLETON, C.H.; BOLAM, M.J.; CHAMBERLAIN, J. Leucaena in large-scale grazing systems: challenges for development. In: SHELTON, H.M.; GUTTERIDGE, R.C.; MULLEN, B.F.; BRAY, R.A. (Ed.). **Leucaena:** adaptation, quality and farming systems. Vietnam: ACIAR, 1998. p. 324-330. (ACIAR Proceedings, 86).

LEÔNIDAS, F.C.; SANTOS, J.C.F.; COSTA, R.S.C. Consorciação de leguminosas em cafezal adulto em Rondônia, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 26., 2000, Marília. **Resumos...** Rio de Janeiro: MAA, PROCAFÉ, 2000. p. 319-321.

LEWIS, G.P. **Legumes of Bahia.** Kew: Royal Botanic Gardens, 1987. 369p.

- LOPES, K.P.; SOUZA, V.C.; ANDRADE, L.A. Estudo do banco de sementes em povoamentos florestais puros e em uma capoeira de floresta Ombrófila Aberta, no município de Areia, PB, Brasil. **Acta Botânica Basílica**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 105-113, 2006.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. 3 ed. Nova Odessa: Plantarum, 2000. 608p.
- LORENZI, H. Considerações sobre plantas daninhas no plantio direto. In: TORRADO, V. P.; RAPHAEL, A. R. **Plantio direto no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1984. cap. 2, p. 13-46.
- LOWE, S.; BROWNE, M.; BOUDJELAS, S.; DE POORTER, M. **100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database**. The Invasive Species Specialist Group/Species Survival Commission/World Conservation Union IUCN. New Zeland, 2000.
- LUGO, A. The apparent paradoxo reestablishing species richness on degraded lands with tree monocultures. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 99, p. 9-19, 1997.
- 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.
- MAHECHA, L. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. **Revista Colombiana Ciencia Pecuaria**. Medellin, v. 15, n. 2, p. 226-231, 2002.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- MARABESI, M.A. **Efeito do alto CO<sub>2</sub> no crescimento inicial e na fisiologia da fotossíntese em plântulas *Senna alata* (L.) Roxb.** 2007. 78p. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica de São Paulo, São Paulo, 2007.
- \_\_\_\_\_. **Efeito do nitrogênio sobre o desenvolvimento foliar e sua consequência na estrutura da copa em *Senna alata* (L.) Roxb.** 2011. 163p. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica de São Paulo, São Paulo, 2011.
- MARTINS, A. **Controle de *Urochloa decumbens* Stapf. em área de restauração ecológica com plantio total, Floresta Estacional Semidecidual, Itu - SP.** 2011. 101p. Dissertação (Mestrado Conservação de ecossistemas Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- MATHEIS, H.A.S.M. **Efeitos de diferentes coberturas mortas obtidas a partir do manejo mecânico com roçadeira lateral na dinâmica populacional de plantas daninhas em citros.** 2004. 68p. Dissertação (Mestrado em Agronomia Área de

Concentração Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MCCAULEY, A.M.; JONES, C.A.; MILLER, P.R.; BURGESS, M. H.; ZABINSKI, C.A. Nitrogen fixation by pea and lentil green manures in a semi-arid agroecoregion: effect of planting and termination timing. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Amsterdam, v. 92, n. 3, p. 305-314, Apr. 2012.

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. 9-15, jul. 2005.

MELO, A.C.G.; MIRANDA, D.L.C. de; DURIGAN, G. Cobertura de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Medio Vale do Paranapanema. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 73, p. 101-111, mar. 2007.

METZGER, J. Conservation issues in the Brazilian Atlantic forest. **Biological Conservation**, Philadelphia, v. 142, p. 1138-1140, 2009.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN. Base de dados Disponível em:  
 <http://www.tropicos.org/> >. Acesso em: Sep., 2012.

MYERS N; MITTERMEIER R; MITTERMEIER, C; FONSECA, G.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, London, v.403, p. 853 – 858, 2000.

MOREIRA, P.R. **Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, Poços de Caldas, MG**. 2004. 139p. Tese (Doutor em Ciências Biológicas) – Faculdade de Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2004.

MUREITHI, J.G.; THORPE, W.; TAYLER, R.S.; REYNOLDS, L. Evaluation of Leucaena accessions for the semi-humid lowland tropics of East Africa. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 71, p. 83–87, 1994.

NAVE, A.G. **Banco de sementes autóctone e alóctone, resgate de plantas e plantio de vegetação nativa na fazenda Intermontes, município de Ribeirão Grande, SP**. 2005. 218p. Tese (Doutorado em Conservação de Ecossistemas Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

NAVE, A.G.; RODRIGUES, R.R. Combination of species into filling and diversity groups as forest restoration methodology. In: RODRIGUES, R.R.; MARTINS, S.V.; GANDOLFI, S. (Ed.). **High diversity forest restoration in degraded areas**. New York: New Science, 2007. chap. 2.3, p. 103-126.

NAVE, A.; RODRIGUES, R.; GANDOLFI, S. **Programa de adequação ambiental da Usina São Manoel (Usm) São Manoel, SP**. Piracicaba: ESALQ, Departamento



de Ciências Biológicas, Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal, 2009. 230p.

OLESEN J.E.; HANSEN, E.M.; ASKEGAARD, M.; RASMUSSEN, I.A. The value of catch crops and organic manures for spring barley in organic arable farming. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 100, p. 168–178, 2007.

PAROLIN, P. 2001. Senna reticulata, a pioneer tree from Amazonian várzea floodplains. **The Botanical Review**, New York, v.67, 239-254, 2001.

PEREIRA, A.M.F. **Avaliação da toxicidade por dihidroxipiridina através do consumo de Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit. em três raças de bovídeos.** 1994. 117p. Tese de (Mestrado em Medicina Veterinária e Zootecnia Tropicais), Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 1994.

PIKUL, J.L.; AASE, J.K.; COCHRAN, V.L. Lentil green manure as fallow replacement in the semiarid northern Great Plains. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, n. 6, p. 867–887, 1997.

PIMENTEL, D.; HEPPELRY, P.; HANSON, J.; DOUDS, D.; SEIDEL, R. Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. **Bioscience**, California, v. 55, n. 7, p. 573–582, 2005.

PIMM, S.L. Community stability and structure. In: SOULÉ, M.E. (Ed.). **Conservation ecology: the science of scarcity and diversity.** Massachusetts: Biology, 1986. p. 521-570.

PINTO, L.F.; CRESTANA S. Viabilidade do uso da adubação verde nos agroecossistemas da região de São Carlos, Sp. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p. 329-336, 1998.

PLANTAS E ERVAS MEDICINAIS E FITOTERÁPICOS. Disponível em: <<http://www.plantamed.com.br/plantaservas/especies/>>. Acesso em: Set., 2012.

POSSENTE, R.A. **Efeitos de dietas com Leucaena leucocephala com ou sem adição de Sacharomyces cerevisiae na digestão, fermentação, protozoários e produção de metano no rúmen em bovinos.** 2006. 100p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, 2006.

RAGOZO, C.R.A.; LEONEL, S.; CROCCI, A.J. Adubação verde em pomar cítrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452006000100020&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452006000100020&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 10 set. 2012.

REIS, A.; BECHARA, F.C.; ESPINDOLA, M.B.; VIEIRA, N.K.; SOUZA, L.L. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, Curitiba, v. 1, p. 28-36, 2003.

RODRIGUES, I.C. **Certificação ambiental e desenvolvimento sustentável: Avaliação para o setor sucroalcooleiro localizado na bacia hidrográfica do Rio Mogi Guaçu/SP**. 2004. 299p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP; FAPESP, 2004. p. 233-247.

\_\_\_\_\_. Restoration actions. In: RODRIGUES, R.R.; MARTINS, S.V.; GANDOLFI, S. (Ed.). **High diversity forest restoration in degraded areas**. New York: New Science, 2007. chap. 2.2, 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 experiences in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, Essex, v. 142, p. 1242-1251, 2009.

RUIZ-JAEN, M.C.; AIDE, T. M. Restoration success: how is it being measured? **Restoration Ecology**, Malden, v. 13, n.3, p.569-577, 2005.

SANDBLUND, O.T.; SCHEI, P.J.; VIKEN, A. Invasive species and biodiversity management. **Population and Community Biology Series**. Dordrecht, The Netherlands. Kluwer Academic Publishers, 1999. v. 24, p. 163-175.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Resolução no08/2007, de 07 de março de 2007. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 08 mar. 2007. Seção Meio Ambiente.

SAS INSTITUTE. **SAS 9.1.3: help and documentation**. Cary, 2000/2004. Disponível em: <[http://www.stat.ncsu.edu/working\\_groups/sas/faq/citation.html](http://www.stat.ncsu.edu/working_groups/sas/faq/citation.html)>. Acesso em: Set., 2012.

SCHREINER, H.G. Associação de leguminosas com plantios florestais para cobertura e melhoramento do solo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 17, p. 1-12, dez. 1988.

SCHERER, L.M. Allelopathic effects of aqueous extracts of leucena (*Leucaena leucocephala* Wit) leave and fruit on germination and root growth of canafístula (*Peltophorum dubium* Spreng). Semina: **Ciências Biológicas e Saúde**, 2005. V. 26(2), p.161-166.

SCHUTZE, I.; HERNANDEZ, F.B.T.; TEIXEIRA, A.H.C.; FEITOSA, D.G. Chuva e evapotranspiração no noroeste paulista em 2012. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 22.; 2012. Cascavel. **Anais... CONIRD**, 2012. p. 7

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.

SHELTON, H.M.; PIGGIN, C.M.; BREWBAKER, J.L. **Leucaena**: opportunities and limitations. Australia: Australian Centre for International Agricultural Research, 1995. 240p.

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, J.M.C.; TABARELLI, M. Tree species impoverishment and the future flora of the atlantic forest of northeast Brazil. **Nature**, London, v. 404, n. 6773, p. 72-74, 2000.

SIQUEIRA, J.C.S. Bioinvasão vegetal: dispersão e propagação de espécies nativas e invasoras exóticas no campus da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUCRio). **Pesquisas ( Botânica)**, Rio de Janeiro, v.57, p.319-330, 2006.

SISTEMAS DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: <http://www.iflorestal.sp.gov.br/sifesp/>. Acesso em: 22 set. 2012.

SMITH, C.W. Impact of alien plants on Hawaii's native biota. In: Stone, C.P. and J. e Scott, (eds.). **Hawaii's Terrestrial Ecosystems: Preservation and Management**. Cooperative National Park Resources Studies Unit, University of Hawaii, Manoa. 1985, p.180-250.

SOARES, P.G. **Efeito da inoculação com rizóbio no estabelecimento, crescimento inicial e abundância natural de nitrogênio em leguminosas (fabaceae) arbóreas nativas plantadas por semeadura direta**. 2007. 69p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL SCIENCE & POLICY WORKING GROUP. **The SER International Primer on Ecological Restoration**. 2<sup>nd</sup> ed. Tucson: Society for Ecological Restoration International, 2004. 13p.

SOS MATA ATLÂNTICA. **A Mata Atlântica é Aqui – Exposição Itinerante do Cidadão Atuante**. São Paulo, 2012. Disponível em: < <http://www.sosma.org.br/> > Acesso em: 9 fev, 2013.

SOUZA, F.; TRUFEM, S.; ALMEIDA, D.; SILVA, E.; GUERRA, J. Efeito de pré-cultivos sobre o potencial de inoculo de fungos micorrízicos arbusculares e produção de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 10, p. 1913-1923, 1999.

TABARELLI, M. ; AGUIAR, A. ; RIBEIRO, M.; METZGER, J.; PERES, C. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: Lessons from aging human-modified landscapes. **Biological Conservation**, Philadelphia, v. 143, p. 2328-2340, 2010.

TALGRE, L.; LAURINGSON, E.; ROOSTALU, H.; ASTOVER, A.; MAKKE, A. Green manure as a nutrient source for succeeding crops. **Plant Soil and Environment**, Estonia, v. 58, n. 6, p. 275-281, June 2012.

TUCKER, N.I.J.; MURPHY, T.M. The effects of ecological rehabilitation on biodiversity recruitment: some observations from the Wet Tropics of North Queensland. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 99, p. 133-152, 1997.

URIBE, F.; ZULUAGA, A.F.; VALENCIA, L.M.; MURGUEITIO, E.; ZAPATA, A.; SOLARTE, L. **Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles**. GEF, Bogotá: Banco Mundial; FEDEGAN; CIPAV; Fondo Accion, Colombia. 2011. 78p.

VAZ DA SILVA, P.P. **Sistemas agroflorestais para a recuperação de matas ciliares em Piracicaba-SP**. 2002. 98p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

VIANI, R.A.G.; RODRIGUES, R.R. Impacto da remoção de plântulas sobre a estrutura da comunidade regenerante de Floresta Estacional Semidecidual. **Acta Botânica Brasílica**, Porto Alegre, v. 22, n. 4, p. 1015-1026, 2008.

\_\_\_\_\_. Potential of the seedling community of a forest fragment for tropical forest restoration. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, n. 6, p. 772-779, Nov./Dec. 2009.

VIDAL, C.Y. **Transplante de plântulas e plantas jovens como estratégia de produção de mudas para a restauração de áreas degradadas**. 2008. 171p. Dissertação (Mestrado em Conservação de Ecossistemas Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

VIETMEYER, N.D. Lesser-known plants of potential use in agriculture and forestry. **Science**, Washington, v. 232, p. 1379–1384, 1986.

WAGNER, W.L.; HERBST, D.R. E SOHMER, S.H. **Manual of the flowering plants of Hawaii**. Revised edition. Honolulu: University of Hawai'i Press/Bishop Museum Press. (Bernice P. Bishop Museum special publication). Hawaii, 1999, p. 1942.

WALKER, B.H., HOLLING, C.S.; CARPENTER, S.C.; KINZIG, A.P. Resilience, adaptability and transformability. **Ecology and Society**, Wolfville, v. 9, n. 2/5, p. 103-125, 2004.

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.343-359, 2009.

WUTKE, E.B.; TRANI, P.E.; AMBROSIANO, E.J.; DRUGOWICH, M.I. **Adubação verde no estado de São Paulo**. Campinas: CATI, 2009. 89p. (Boletim Técnico, 249)

WYDHAYAGARN, C.; ELLIOTT, S.; WANGPAKAPATTANAWONG, P. Bird communities and seedling recruitment in restoring seasonally dry forest using the framework species method in Northern Thailand New Forests. **New Forests**. Thailand, v. 38, p. 81–97, 2009

ZAHAWI, R.A.; HOLL, K.D. Comparing the performance of tree stakes and seedlings to restore abandoned tropical pastures. **Restoration Ecology**, Washington, v. 17, n. 6, p. 854-864, Nov. 2009.

ZENTNER, R.P.; BASNYAT P.; BRANDT. S.A.; THOMAS, A.G.; ULRICH, D.; CAMPBELL, C.A.; NAGY, C.N.; FRICK, B.; LEMKE, R.; MALHI, S.S.; FERNANDEZ, M.R. Effects of input management and crop diversity on non-renewable energy use efficiency of cropping systems in the Canadian prairie. **European Journal of Agronomy**, Cordoba - España, v. 34, n. 2, p. 113–123, 2011

ZINGORE, S.; MAFONGOYA, P.; NYAMUGAFATA, K. Nitrogen mineralization and maize yield following application of tree prunings in sandy soil in Zimbabwe **Agroforestry Systems**, Netherlands, v. 57 p. 199–211, 2003.

**ANEXOS**



Anexo A - Valor F e P das análises de variância dos delineamentos em blocos casualizados realizados na análise conjunta das variável diâmetro de cada espécie de diversidade nas Usinas São Manoel e São João

Causas	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão		<i>Cordia superba</i> Cham.		<i>Myroxylon peruiferum</i> L. f.		<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	39.70	<.0001	15.88	0.0009	3.31	0.0901	6.36	0.0227
Tratamentos	0.09	0.9631	1.38	0.2814	1.23	0.3352	2.83	0.0717
Local x Tratamentos	2.71	0.0757	2.87	0.0653	0.82	0.5029	0.74	0.5424

Causas	<i>Allophyllus edulis</i> (St. Hil.) Radlk.		<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.		<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul		<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	1.10	0.3126	7.16	0.0160	1.10	0.3105	16.18	0.0009
Tratamentos	1.27	0.3261	0.35	0.7918	1.01	0.4153	2.49	0.0949
Local x Tratamentos	1.85	0.1875	1.94	0.1615	2.75	0.0770	1.80	0.1862

Causas	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze		<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman		<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.		<i>Cytharexylum myrianthum</i> Chamiação	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	9.84	0.0064	0.58	0.4570	17.72	0.0007	28.47	<.0001
Tratamentos	0.56	0.6473	1.09	0.3768	1.18	0.3488	1.81	0.1819
Local x Tratamentos	2.19	0.1285	0.98	0.4259	1.16	0.3563	2.43	0.0987

Causas	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.		<i>Eugenia uniflora</i> L.		<i>Vitex montevidensis</i> Cham.		<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	0.72	0.4088	12.72	0.0028	2.46	0.1341	0.59	0.4540
Tratamentos	0.64	0.6032	12.41	0.0002	1.25	0.3197	2.00	0.1529
Local x Tratamentos	1.79	0.1915	1.72	0.2056	1.98	0.1531	0.57	0.6414

Causas	<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex A. DC.) Standl.		<i>Rhamnidium elaeocarpus</i> Reiss.		<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.		<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	12.72	0.0022	12.64	0.0035	4.02	0.0646	2.82	0.1141
Tratamentos	0.42	0.7430	3.20	0.0590	0.49	0.6959	1.04	0.4036
Local x Tratamentos	1.61	0.2219	0.79	0.5184	1.31	0.3105	1.21	0.3408



Anexo B - Valor F e P das análises de variância dos delineamentos em blocos casualizados realizados na análise conjunta das variável altura de cada espécie de diversidade nas Usinas São Manoel e São João

Causas	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão		<i>Cordia superba</i> Cham.		<i>Myroxylon peruiferum</i> L. f.		<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	45.68	<.0001	21.10	0.0002	0.22	0.6497	4.38	0.0526
Tratamentos	0.53	0.6659	0.96	0.4315	0.43	0.7362	3.38	0.0443
Local x Tratamentos	8.02	0.0013	2.44	0.0979	0.18	0.9104	2.70	0.0806

Causas	<i>Allophyllus edulis</i> (St. Hil.) Radlk.		<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.		<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul		<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	0.10	0.7625	0.55	0.469	5.17	0.0371	5.27	0.0346
Tratamentos	0.08	0.9685	1.37	0.2854	1.27	0.3182	0.46	0.7155
Local x Tratamentos	0.80	0.5141	0.19	0.9003	1.97	0.1597	0.45	0.719

Causas	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze		<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman		<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.		<i>Cytharexylum myrianthum</i> Chamião	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	7.11	0.0169	0.01	0.9366	8.97	0.0086	35.31	<.0001
Tratamentos	1.62	0.2238	2.34	0.1081	1.00	0.4203	0.24	0.8696
Local x Tratamentos	0.50	0.6904	0.49	0.6968	2.27	0.1200	2.26	0.1161

Causas	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.		<i>Eugenia uniflora</i> L.		<i>Vitex montevidensis</i> Cham.		<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	0.04	0.8478	0.50	0.4911	0.00	0.9638	0.69	0.4169
Tratamentos	0.22	0.8780	4.52	0.0190	0.33	0.8066	0.53	0.6660
Local x Tratamentos	1.67	0.2155	0.35	0.7893	0.03	0.9934	0.65	0.5929

Causas	<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex A. DC.) Standl.		<i>Rhamnidium elaeocarpus</i> Reiss.		<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.		<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	2.15	0.1602	3.27	0.0939	0.02	0.8829	0.01	0.9044
Tratamentos	0.44	0.7258	1.18	0.3536	0.26	0.8543	0.83	0.4990
Local x Tratamentos	1.93	1.93	0.43	0.7364	0.88	0.4748	0.45	0.7218

Anexo C - Valor F e P das análises de variância dos delineamentos em blocos casualizados realizados na análise conjunta das variáveis cobertura de opa de cada espécie de diversidade nas Usinas São Manoel e São João

Causas	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão		<i>Cordia superba</i> Cham.		<i>Myroxylon peruiferum</i> L. f.		<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	28.46	<.0001	6.26	0.0222	0.85	0.3726	0.97	0.3398
Tratamentos	0.18	0.9068	0.55	0.6543	0.52	0.6758	0.03	0.9912
Local x Tratamentos	2.53	0.0900	1.26	0.3189	0.32	0.8141	0.91	0.4575

Causas	<i>Allophyllus edulis</i> (St. Hil.) Radlk.		<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.		<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul		<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	0.73	0.4068	4.15	0.0574	5.62	0.0307	9.01	0.0080
Tratamentos	0.89	0.4704	1.09	0.3804	1.12	0.3700	0.30	0.8258
Local x Tratamentos	1.28	0.3218	1.28	0.3117	1.81	0.1867	0.56	0.6492

Causas	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze		<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman		<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.		<i>Cytharexylum myrianthum</i> Chamião	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	10.40	0.0053	0.21	0.6505	15.77	0.0011	19.39	0.0003
Tratamentos	1.15	0.3596	0.76	0.5290	0.30	0.8251	2.24	0.1184
Local x Tratamentos	2.71	0.0798	1.46	0.2594	0.96	0.4372	2.16	0.1280

Causas	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.		<i>Eugenia uniflora</i> L.		<i>Vitex montevidensis</i> Cham.		<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	0.61	0.4469	0.80	0.3845	2.45	0.1351	0.78	0.3899
Tratamentos	0.49	0.6965	1.68	0.2139	0.60	0.6260	1.34	0.2945
Local x Tratamentos	1.26	0.3228	0.36	0.7859	2.22	0.1215	2.42	0.1013

Causas	<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex A. DC.) Standl.		<i>Rhamnidium elaeocarpus</i> Reiss.		<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.		<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	9.66	0.0061	16.87	0.0012	0.24	0.6324	0.60	0.4509
Tratamentos	0.64	0.5970	1.61	0.2348	1.18	0.3515	1.08	0.3875
Local x Tratamentos	0.72	0.5545	0.23	0.8754	0.56	0.6478	0.31	0.8149

Anexo D - Valor F e P das análises de variância dos delineamentos em blocos casualizados realizados na análise conjunta da variável Área Basal de cada espécie de diversidade nas Usinas São Manoel e São João

Causas	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão		<i>Cordia superba</i> Cham.		<i>Myroxylon peruiferum</i> L. f.		<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	24.82	<.0001	16.53	0.0007	6.16	0.0264	5.10	0.0383
Tratamentos	0.02	0.9946	1.80	0.1839	0.74	0.5438	3.03	0.0599
Local x Tratamentos	3.16	0.0500	3.30	0.0443	0.09	0.9646	1.22	0.3330

Causas	<i>Allophylus edulis</i> (St. Hil.) Radlk.		<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.		<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul		<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	2.49	0.1388	12.89	0.0023	0.36	0.5544	11.71	0.0032
Tratamentos	0.69	0.5766	0.59	0.6303	0.61	0.6198	2.33	0.1104
Local x Tratamentos	1.47	0.2693	1.87	0.1737	1.76	0.1947	0.65	0.5909

Causas	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze		<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman		<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.		<i>Cytherexylum myrianthum</i> Chamião	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	14.15	0.0017	0.37	0.5527	17.38	0.0007	21.25	0.0002
Tratamentos	0.76	0.5352	0.96	0.4322	1.31	0.3044	1.31	0.3031
Local x Tratamentos	2.42	0.1043	0.84	0.4876	2.14	0.1355	1.21	0.3340

Causas	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.		<i>Eugenia uniflora</i> L.		<i>Vitex montevidensis</i> Cham.		<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	1.51	0.2383	3.28	0.0903	2.21	0.1540	0.02	0.8795
Tratamentos	0.58	0.6386	2.50	0.0987	1.25	0.3213	0.68	0.5751
Local x Tratamentos	1.95	0.1651	1.81	0.1894	0.54	0.6617	0.55	0.6563

Causas	<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex A. DC.) Standl.		<i>Rhamnidium elaeocarpus</i> Reiss.		<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.		<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	16.76	0.0007	17.22	0.0011	2.92	0.1093	4.84	0.0440
Tratamentos	0.39	0.764	2.20	0.1368	1.16	0.3596	0.58	0.6350
Local x Tratamentos	1.69	0.2058	0.94	0.4487	2.93	0.0703	0.58	0.6384

Anexo E - Valor F e P das análises de variância dos delineamentos em blocos casualizados realizados na análise conjunta da variável Cobertura de gramínea de cada espécie de diversidade nas Usinas São Manoel e São João

Causas	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão		<i>Cordia superba</i> Cham.		<i>Myroxylon peruiferum</i> L. f.		<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	3883.08	<.0001	3883.08	<.0001	2415.52	<.0001	3129.11	<.0001
Tratamentos	0.91	0.4563	0.91	0.4563	0.66	0.5886	1.26	0.3225
Local x Tratamentos	0.15	0.9282	0.15	0.9282	0.15	0.9306	0.29	0.8305

Causas	<i>Allophyllus edulis</i> (St. Hil.) Radlk.		<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.		<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul		<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	2851.02	<.0001	3478.98	<.0001	3154.65	<.0001	4431.47	<.0001
Tratamentos	0.87	0.4793	0.88	0.4718	0.82	0.5016	0.36	0.7854
Local x Tratamentos	0.50	0.6860	0.15	0.9274	0.19	0.9030	0.36	0.7854

Causas	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze		<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman		<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.		<i>Cytharexylum myrianthum</i> Chamíáo	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	3773.58	<.0001	3883.08	<.0001	3773.58	<.0001	3883.08	<.0001
Tratamentos	0.30	0.8266	0.91	0.4563	0.30	0.8266	0.91	0.4563
Local x Tratamentos	0.30	0.8266	0.15	0.9282	0.30	0.8266	0.15	0.9282

Causas	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.		<i>Eugenia uniflora</i> L.		<i>Vitex montevidensis</i> Cham.		<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	2684.35	<.0001	4760.47	<.0001	3883.08	<.0001	3504.44	<.0001
Tratamentos	0.82	0.5040	0.86	0.4827	0.91	0.4563	0.62	0.6129
Local x Tratamentos	0.12	0.9460	0.26	0.8515	0.15	0.9282	0.16	0.9222

Causas	<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex A. DC.) Standl.		<i>Rhamnidium elaeocarpus</i> Reiss.		<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.		<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	3883.08	<.0001	2120.89	<.0001	2332.62	<.0001	3128.24	<.0001
Tratamentos	0.91	0.4563	0.58	0.6380	0.77	0.5283	0.89	0.4680
Local x Tratamentos	0.15	0.9282	0.12	0.9472	0.13	0.9376	0.06	0.9804

Anexo F - Valor F e P das análises de variância dos delineamentos em blocos casualizados realizados na análise conjunta das variáveis mortalidade e número de plantas por hectares vivas para cada espécie de diversidade nas Usinas São Manoel e São João

Causas	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão		<i>Cordia superba</i> Cham.		<i>Myroxylon peruiferum</i> L. f.		<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	0.95	0.3419	3.46	0.0792	3.20	0.0953	0.23	0.6373
Tratamentos	0.39	0.7628	3.83	0.0278	0.06	0.9809	0.60	0.6214
Local x Tratamentos	2.93	0.0617	2.35	0.1062	2.02	0.1579	0.75	0.5374

Causas	<i>Allophylus edulis</i> (St. Hil.) Radlk.		<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.		<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul		<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	1.99	0.1816	2.71	0.1178	0.23	0.6371	0.59	0.4511
Tratamentos	2.20	0.1369	0.69	0.5679	0.49	0.6971	1.84	0.1775
Local x Tratamentos	0.87	0.4822	1.17	0.3514	0.05	0.9829	0.68	0.5783

Causas	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze		<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman		<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.		<i>Cytharexylum myrianthum</i> Chamião	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	3.68	0.0732	0.15	0.7054	7.05	0.0173	0.80	0.3823
Tratamentos	0.54	0.6641	0.54	0.6603	1.19	0.3439	0.09	0.9651
Local x Tratamentos	0.89	0.4657	0.15	0.9299	2.07	0.1446	1.75	0.1923

Causas	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.		<i>Eugenia uniflora</i> L.		<i>Vitex montevidensis</i> Cham.		<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	4.15	0.0596	0.95	0.3459	1.36	0.2581	0.57	0.4601
Tratamentos	0.59	0.6281	1.53	0.2472	0.35	0.7928	0.63	0.6037
Local x Tratamentos	1.98	0.1605	1.32	0.3058	0.49	0.6930	0.63	0.6037

Causas	<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex A. DC.) Standl.		<i>Rhamnidium elaeocarpus</i> Reiss.		<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.		<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	
	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P	F	Valor P
Local	3.27	0.0872	7.36	0.0178	1.03	0.3280	4.54	0.0501
Tratamentos	0.14	0.9370	0.29	0.8323	2.35	0.1160	0.77	0.5270
Local x Tratamentos	0.68	0.5746	0.13	0.9431	1.43	0.2752	2.18	0.1324

Anexo G - Fotografias dos plantios dos experimento na localidade de Usina São João



Individuo da sementeira de *Senna alata* a os a os 8 meses USJ



Plantio de *Cajanus cajan* cv. Mandarin aos 8 meses USJ



Plantio USJ aos 8 Meses



Plantio USJ com um ano



Tratamentos 1 e 2 em plantio USJ com um ano



Indivíduos de *Senna alata* depois de 12 meses da sementeira direta na USJ



Individuos da sementeira de *Leucaena Leucocephala* cv. *Cunningham* depois de um ano da sementeira direta em linha, nas entrelinhas do plantio de mudas na USJ