



**XXIV SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

CB/GIA/04

22 a 25 de outubro de 2017
Curitiba - PR

GRUPO - XI

GRUPO DE ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS - GIA

**METODOLOGIA PARA A FORMAÇÃO DE MICROCLIMA FAVORÁVEL AO ESTABELECIMENTO DA
BIODIVERSIDADE NO ENTORNO DE RESERVATÓRIOS HIDROELÉTRICOS**

Girlei Costa da Cunha* IPEF **Flávio B. Gandara Mendes** ESALQ/USP **Eduardo Gusson** IPEF **Frederico T. S. Miranda** IPEF
Susane Rasera IPEF **Elza Martins Ferraz** ESALQ/USP **Alexandre Asrorino** AES-Tietê

RESUMO

As margens dos reservatórios hidroelétricos são Áreas de Preservação Permanente (APP) com o papel de proteger os recursos hídricos e conservar a biodiversidade. Quando desprovidas de cobertura vegetal apropriada, necessitam recomposição. A restauração de florestas nativas com alta biodiversidade é desafiadora porque as espécies apresentam diferentes características e exigências ambientais. Neste sentido, favorecer a formação de um microclima adequado para o estabelecimento da biodiversidade nestes locais é o mote para desenvolver metodologias de restauração mais eficientes e eficazes. A pesquisa em andamento busca alternativas de manejo que melhorem as condições do ambiente e da vegetação restaurada nessas áreas.

PALAVRAS-CHAVE

Microclima florestal; Ecologia de espécies tropicais; Silvicultura de nativas; Proteção de bordas de reservatórios; Área de Preservação Permanente

1.0 - INTRODUÇÃO

O projeto em execução “Metodologia para a formação de microclima favorável ao estabelecimento da biodiversidade no entorno de reservatórios hidroelétricos”, é desenvolvido pelo IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais) com suporte financeiro da AES-Tietê.

As margens dos reservatórios hidroelétricos são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP) com o papel de desempenhar serviços ecossistêmicos, tal como a promoção da biodiversidade e a manutenção dos recursos hídricos. As APPs quando desprovidas de cobertura florestal demandam intervenções para a sua recomposição, conforme preconizado na Lei 12.651/2012. Apesar das experiências já acumuladas no Brasil, são comuns os casos de insucesso das ações de recomposição florestal dessas áreas, gerando prejuízos de ordem econômica, ambiental e social.

Entender os processos envolvidos na formação de um ambiente com condições microclimáticas favoráveis ao estabelecimento de espécies que aumentem a biodiversidade das áreas em restauração florestal é a tônica para desenvolver metodologias de recomposição mais eficientes e eficazes. Neste sentido, esta pesquisa aborda diferentes aspectos da restauração florestal com vistas a i) proporcionar melhoria das condições da qualidade de sítio, ii) utilizar espécies com diferentes hábitos (árvores, arbustos, ervas e lianas) e; iii) utilizar espécies aptas para reduzirem o efeito de borda.

Para tanto, a pesquisa é conduzida em três eixos: a) levantamentos prospectivos para definição das espécies e arranjos metodológicos; b) realização de experimentos de campo para averiguar as ferramentas potenciais para superação de filtros ecológicos, e; c) aplicação dos resultados para implantação de áreas piloto com os melhores

arranjos possíveis, em termos de custo-efetividade para subsidiar o desenvolvimento de um protocolo de procedimentos contendo esta abordagem de aplicação.

Na prospecção de espécies não arbóreas, de uma lista inicial de pouco mais de duas centenas de táxons, foi possível realizar testes laboratoriais de germinação em 86 espécies não arbóreas.

No momento, com três experimentos instalados em campo está sendo avaliada a resposta de espécies arbóreas nativas à melhoria da qualidade do sítio, através da (i) aplicação de diferentes tipos e quantidades de fertilizantes e de calcário; (ii) inoculação de microrganismos simbioses (fungos micorrízicos vesicular arbusculares – FMVA) e bactérias fixadoras de nitrogênio nodulíferas (BFNN); e (iii) uso de espécies leguminosas como adubação verde e controle de mato-competição. As respostas aos tratamentos são verificadas pela sobrevivência e produtividade vegetal das espécies individualmente e congregadas em grupos funcionais.

Simultaneamente, avalia-se o potencial de introdução de espécies não arbóreas no processo de restauração florestal com dois objetivos distintos: ampliar a riqueza de espécies nas áreas em restauração florestal e auxiliar no controle da mato-competição. Nesta vertente de estudo, identifica-se quais espécies não arbóreas da flora regional apresentam potencialidade para serem aplicadas na restauração florestal, tendo como critério de seleção a disponibilidade de propágulos, facilidade de reprodução da espécie, adaptabilidade de estabelecimento nas diferentes fases dos projetos de restauração.

O terceiro foco da pesquisa está na ocupação das bordas das áreas em processo de restauração florestal. Estão sendo identificadas espécies nativas que possam dar maior contribuição na mitigação do efeito de borda e, conseqüentemente, reduzir as amplitudes de variação microclimática observadas nas áreas em restauração florestal, especialmente para aquelas onde é pequena a largura da faixa de APPs marginais aos corpos d'água, exigidas por lei.

A proposta é que o conjunto destas investigações traga resposta ao arranjo de técnicas e modelos eficientes para criar condições microclimáticas favoráveis para assegurar o estabelecimento da biodiversidade nos novos ecossistemas em restauração, com baixo custo e alta responsividade ecológica.

2.0 - DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

2.1 Realização de experimentos para averiguar as ferramentas potenciais para superação de filtros ecológicos

A produtividade vegetal das espécies introduzidas em plantios de restauração florestal é determinante para o desenvolvimento de uma estrutura florestal e, conseqüentemente, criação de condições microclimáticas mais amenas do que as verificadas em áreas abertas.

2.1.1 Efeito da aplicação de diferentes quantidades de calcário e dois tipos de fertilizantes na produtividade vegetal de espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica.

O objetivo do experimento foi avaliar o desenvolvimento de reflorestamentos mistos com espécies nativas submetidas a diferentes tratamentos de fertilização e de aplicação de calcário. São testados dois tipos de fertilizantes, o fertilizante mineral tradicional (FM) e o fertilizante organomineral (FOM - adubos orgânicos enriquecidos com nutrientes minerais), produto incipiente no mercado. Avaliamos o efeito desses dois tipos de fertilizantes (FM e FOM) aplicados na quantidade indicada por análise de solo e o dobro dessa quantidade com três níveis de calcário.

O Experimento foi instalado em julho de 2015 na Estação Experimental do Departamento de Genética da ESALQ/USP, no distrito de Anhumas, no município de Piracicaba, SP. A Tabela 1 descreve os 10 tratamentos que foram instalados em blocos casualizados com três repetições.

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos utilizados.

Tratamentos	Descrição
1	Testemunha (sem adubação)
2	Fertilizante mineral
3	Fertilizante mineral + calagem (calcário dolomítico em dosagem recomendada para elevar a saturação de bases (v%) a 50%)
4	Fertilizante mineral + calagem (para v=50%) + micronutrientes
5	Dose dobrada de Fertilizante mineral + calagem (para v= 50%) + micronutrientes
6	Dose dobrada de Fertilizante mineral + calagem (Para v= 80%)+ micronutrientes
7	Fertilizante Organomineral (completo com macro e micronutrientes)
8	Fertilizante Organomineral + calagem (para v=50%)
9	Dose dobrada de Fertilizante Organomineral + calagem (para v=50%)
10	Dose dobrada de Fertilizante Organomineral + calagem (para v=80%)

As quantidades de fertilizantes como “convencionais” para reflorestamentos com espécies da Mata Atlântica foram as recomendadas por Gonçalves (1995) em função dos resultados de análise de fertilidade do solo no local do plantio. A dosagem de calcário considerada convencional foi a necessária para elevar a saturação de bases do solo (v%) para o nível de 50%. As aplicações de fertilizantes foram parceladas, ocorrendo no plantio (adubação de base) e, posteriormente, em cobertura

As espécies utilizadas no experimento, com seu grupo ecológico e velocidade de crescimento são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Relação de espécies utilizadas.

Nome Científico	Grupo	Velocidade de crescimento
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	P	Rápido (borda)
<i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engl.	NP	Lento
<i>Hymenaea courbaril</i> L. var. <i>stilbocarpa</i> (Hayne) Y. T. Lee & Langenh.	NP	Lento
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	NP	Lento
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S.Mill.	NP	Lento
<i>Vitex montevicensis</i> Cham.	NP	Lento
<i>Handroanthus impetiginosus</i> Mattos	NP	Lento
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	P	Moderado
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	NP	Moderado
<i>Inga marginata</i> Willd.	NP	Moderado
<i>Genipa americana</i> L.	NP	Moderado
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	NP	Moderado
<i>Colubrina glandulosa</i> Perk.	P	Moderado
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	P	Moderado
<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth	P	Rápido
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	P	Rápido
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	P	Rápido
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	P	Rápido
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	P	Rápido
<i>Cytharexylum myrianthum</i> Cham.	P	Rápido
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	P	Rápido

As Figuras 1 a 3 mostram o diâmetro do colo, área de copa e altura para os grupos pioneiras e não pioneiras. Dentro do mesmo grupo, as médias com letras iguais não são significativamente diferentes. A análise estatística foi realizada através do software estatístico R 3.3.1. As médias foram testadas pelo método da Mínima Diferença Significativa (LSD), com alfa igual a 0,05.

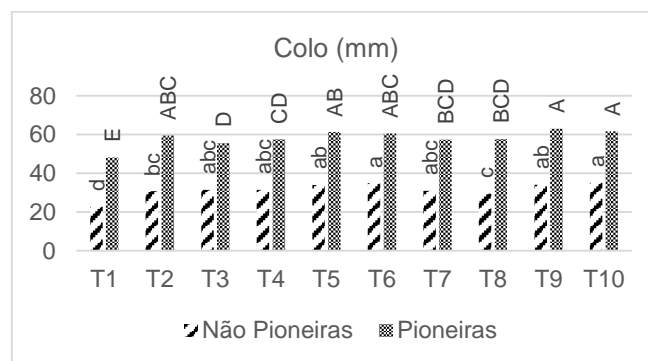


Figura 1 – Diâmetro médio do colo das plantas pioneiras e não pioneiras um ano após o plantio.

Para as espécies pioneiras o maior diâmetro médio de colo foi obtido nos tratamentos 5, 6, 9 e 10 que receberam as quantidades dobradas de FM ou FOM e calcário. Porém, não houve diferença significativa entre esses tratamentos e o T2. A aplicação de FM na dose recomendada e sem calagem (T2) resultou, para as espécies pioneiras, diâmetros de colo significativamente maior do que quando foi aplicada a mesma dose de adubo mas com calagem.

As pioneiras nos tratamentos que receberam FOM na dose recomendada apresentaram diâmetro de colo significativamente menores do que os tratamentos com dose dobrada desse tipo de fertilizante. As não pioneiras apresentaram maiores diâmetros de colo no T6 e T10 que correspondem, respectivamente, aos tratamentos com as doses dobradas de FM e FOM e altos níveis de calcário.

Na Figura 2 é apresentado o gráfico da área de copa obtida nos tratamentos testados. Para as pioneiras, a área média ocupada pelas copas das plantas foi maior nos tratamentos que receberam dose dobrada de fertilizantes (FM ou FOM) e calcário. Contudo, a área das copas das pioneiras no T2 não difere da observada nos melhores tratamentos.

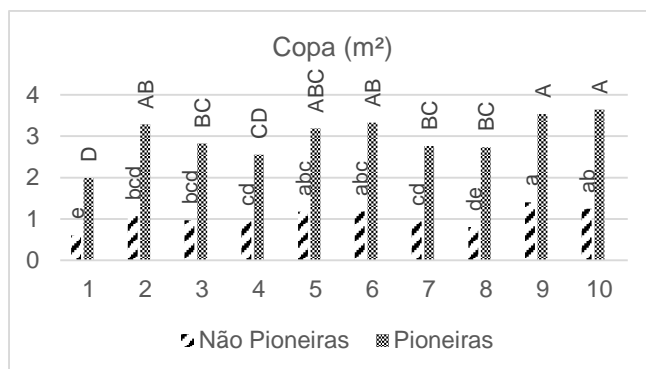


Figura 2 - Área média das copas das plantas pioneiras e não pioneiras um ano após o plantio.

As doses dobradas de fertilizante com adição de calcário (T5, T6, T9 e T10) também favoreceram o aumento na área de copa das espécies não pioneiras, mas o aumento da dose de calcário para $v=80\%$, em T6 e T10, não resultou no aumento significativo dessa variável biométrica (Figura 2).

A Figura 3 mostra a altura das plantas após um ano de plantio.

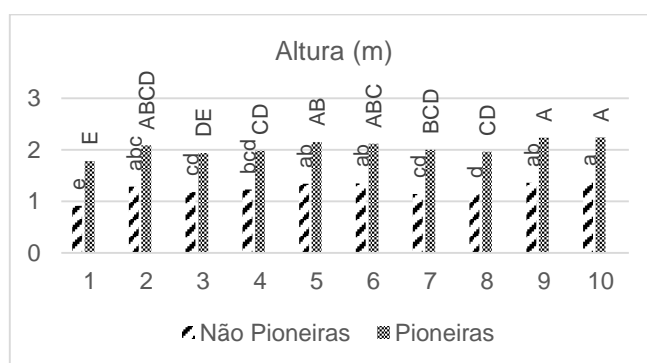


Figura 3 - Altura média das plantas pioneiras e não pioneiras um ano após o plantio

A altura das plantas pioneiras foi maior nos tratamentos com fertilização dobrada e com calcário (T5, T6, T9 e T10), mas não significativamente diferente do tratamento T2, que recebeu FM na dose recomendada e nenhum calcário. A aplicação de calcário com a dose recomendada de FM (T3) diferiu significativamente dos tratamentos com doses dobradas de fertilizantes (T5, T6, T9 e T10) na altura das pioneiras. As não pioneiras também apresentaram maior altura média nos tratamentos com doses de fertilizantes duplicadas e no T2.

Os resultados da avaliação com um ano de idade mostram que para o grupo das pioneiras a aplicação de fertilizante mineral na dose recomendada sem calagem (T2) propicia crescimento em diâmetro de colo, altura total e área de copa não inferiores aos tratamentos que receberam maior quantidade de insumos. Já para o grupo das não pioneiras, o T2 resultou em diâmetros de colo significativamente menores do que T6 e T10, assim como área de copa significativamente menor do que o T9.

O efeito dos diferentes tratamentos nas variáveis microclimáticas (temperatura e umidade do ar) começaram a ser avaliadas no início de 2017.

2.1.2 Inoculação de organismos simbiotes na produção de mudas em viveiro

No viveiro da AES Tietê, na Usina Hidrelétrica de Promissão, Promissão, SP foram conduzidos dois experimentos de viveiro um com inoculação de BFNN (bactérias fixadoras de nitrogênio no-dulíferas) e FMVA (fungos micorrízicos vesicular arbuscular) em leguminosas e outro de inoculação de FMVA em espécies não leguminosas.

Os FMVA ocorrem naturalmente nos solos. Essa associação natural ocorre com a maioria das espécies, promovendo melhorias no desenvolvimento e aumento na resiliência das plantas (1). A inoculação com micorrizas pode reduzir o uso de insumos, levando a uma economia de recurso e de tempo nas áreas a serem recuperadas (2).

O objetivo do primeiro experimento foi avaliar em viveiro o crescimento de mudas de nove espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica inoculadas com micorrizas e cultivadas com diferentes níveis de aplicação de fertilizantes químicos. Foram testadas nas seguintes espécies: *Mabea fistulifera* (Canudo-de-pito), *Rapanea guianensis* (Capororoca), *Lafoensia pacari* (Dedaleiro) e *Jaracatia spinosa* (Jaracatiá); *Psidium myrtilodes* (Araçá-roxo), *Cedrela fissilis* (Cedro), *Esenbeckia leiocarpa* (Guarantã), *Gallesia integrifolia* (Pau-d'alto) e *Maclura tinctoria* (Taiúva). A fonte de inoculação foi produzida comercialmente pela empresa AGROMIC, de Piracicaba, SP. As espécies de FMVA utilizadas são *Glomus intraradices* e *G.etunicatum*.

O experimento teve delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, considerando a inoculação e a variação na dose de fertilizantes químicos. A adubação de referência foi a quantidade usual empregada no viveiro-AES, considerada aqui como 100% de N, P e K. A adubação de base do viveiro usada como referência é a necessária para o substrato conter 300 mg/l de P_2O_5 , 150 mg/l de N e 100 mg/l de K_2O . A adubação de cobertura de referência é realizada com sulfato de amônio a 0,7% e cloreto de potássio a 0,3%. A adubação de cobertura foi realizada por irrigação manual com regador a intervalos de 20-25 dias. O substrato utilizado para a produção das mudas foi o Bioplant®, sendo misturado em betoneira juntamente com as doses de adubos de base e o inoculante de micorriza (em uma proporção de 0,5%), conforme o tratamento. Cada tratamento foi aplicado às nove espécies avaliadas e cada espécie foi semeada em 54 tubetes de 290ml.

Os tratamentos foram os seguintes: (i) Tratamento 1: sem inoculação e fertilização de 100% para N, P e K; (ii) Tratamento 2: com inoculação de micorriza e fertilização de 100% para N, P e K; (iii) Tratamento 3: com inoculação de micorriza e fertilização de 1/3 de P e 100% de N e K; e (iv) Tratamento 4: com inoculação de micorriza e sem fertilização. As mudas seguiram as etapas de produção convencional de mudas, havendo diferença apenas na adubação de cobertura. O desenvolvimento das mudas foi avaliado a cada 30-40 dias, medindo-se altura de todas as plantas. Através do software estatístico R 3.3.1 foi avaliada a última medição de altura (cm) realizada em todas as mudas germinadas. A análise foi feita por espécie, avaliando-se os quatro diferentes tratamentos.

Analisando-se os dados através do teste de comparação de médias de Tukey a 5% de significância, nota-se que a maioria das espécies respondeu de forma semelhante aos tratamentos (Figura 04).

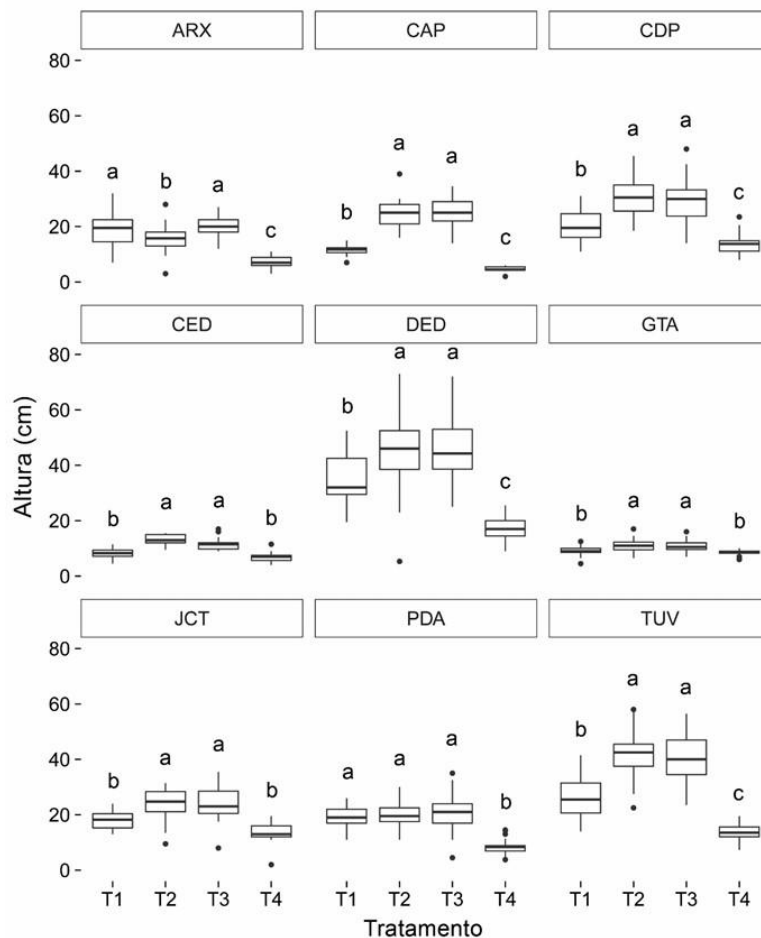


Figura 4 - Média das alturas (cm) por tratamento de cada espécie.

Legenda: ARX – Araçá-roxo; CAP – Capororoca; CDP – Canudo-de-pito; CED – Cedro; DED – Dedaleiro; GTA – Guarantã; JCT – Jaracatiá; PDA – Pau-d'alto; TUV – Taiúva.

A inoculação de micorriza e redução da dose de P a 1/3 da usual (T3) resultou em crescimento igual ou superior aos demais tratamentos nas nove espécies testadas. Porém para sete espécies não há diferenças significativas entre este tratamento e o T2, onde as mudas inoculadas receberam fertilização usual. Em apenas duas espécies (Araçá-roxo e Pau-d'álho) a adição de micorrizas e fertilizantes não propiciou desenvolvimento significativamente maior do que a das mudas fertilizadas, mas não inoculadas.

Os resultados demonstram que o uso da inoculação com micorrizas possibilita a redução de uso de P_2O_5 para 1/3 da quantidade usual sem prejuízo ao desenvolvimento das mudas. A inoculação de mudas florestais com FMA pode contribuir na diminuição do custo total de produção de mudas, por otimizar a obtenção de nutrientes pelas plantas, principalmente o fósforo, sem que seja preciso grandes quantidades de adubo (3). A inoculação dos FMVA na produção de mudas é recomendada como maneira reduzir o uso de fertilizantes fosfatados, mas os efeitos dessa prática no desenvolvimento das mudas no campo ainda precisam ser melhor avaliados (5).

No segundo experimento, sementes de quatro espécies arbóreas leguminosas foram inoculadas com BFNN. A simbiose existente entre as BFNN e leguminosas se destaca pela variedade de hospedeiros, importância econômica das leguminosas, ampla distribuição geográfica e grande eficiência do processo de fixação de N_2 .

Estirpes de BFNN e espécies de leguminosas podem variar de altamente específicas a generalistas. O uso de estirpes selecionados de BFNN visa usar a estirpe mais adequada. A Tabela 3 apresenta as espécies arbóreas testadas e as respectivos estirpes inoculados. As estirpes foram preparadas e fornecidas pela Embrapa Agrobiologia.

TABELA 3. Espécies e estirpes de inoculantes utilizados. Produção e fornecimento: EMBRAPA Agrobiologia

Espécie inoculada	Código	Estirpes
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	ANB	BR3407; BR3454; BR9001
<i>Parapitadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	GRC	BR827; BR9002
<i>Poecilanthe parviflora</i> Benth.	COR	Mistura de várias estirpes
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	MON	Mistura de várias estirpes

A Tabela 4 apresenta os tratamentos testados no experimento com inoculação de BFNN em espécies arbóreas leguminosas.

TABELA 4. Tratamentos experimentais com inoculação de sementes com BFNN em viveiro e aplicação de doses variáveis de N, P e K.

Tratamentos	Mudas (inoculação)	Fertilização
1	Sem Rizóbio	Usual para N, P e K.
2	Com Rizóbio	Usual para N, P e K.
3	Com Rizóbio	Usual para P e K. Para N: 1/3 da recomendação.
4	Com Rizóbio	Usual para P e K. Para N: não aplicar.
5	Com Rizóbio e micorriza	Usual para K. Para N e P: 1/3 das doses recomendadas.
6	Com Rizóbio e micorriza	Sem aplicação

A Figura 5 apresenta o comportamento das espécies avaliadas em função da inoculação com BFNN, micorrizas e nível de aplicação de fertilizantes minerais.

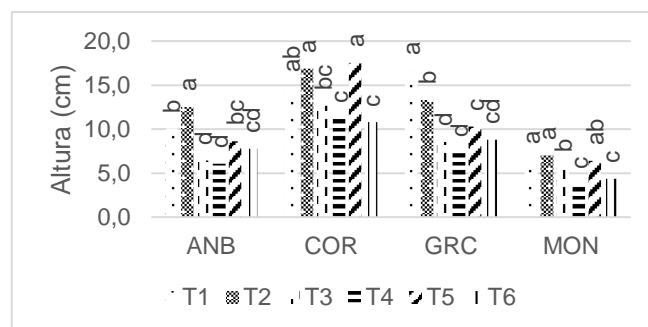


Figura 5 - Altura das plantas de angico-branco (ANB), coração-de-negro (COR), gurucaia (GRC) e monjoleiro (MON).

O angico-branco com inoculação de BFNN e fertilização usual de N, P e K apresentou crescimento significativamente superior aos demais tratamentos. Para ANB não é recomendado reduzir a dose de N usualmente aplicada. O coração-de-negro apresentou maior crescimento em altura quando inoculado com BFNN e com BFNN e micorriza com redução de fertilização de N e P a 1/3 das doses usuais, mas estes dois tratamentos não diferiram do T1, sem inoculação e com fertilização usual.

A gुरुcaia não reagiu positivamente à inoculação das sementes com BFNN, apresentando maior altura no tratamento sem inoculação e com fertilização usual. A redução na dosagem de N para 1/3 da dose usual e a omissão do N foram os piores tratamentos para GRC. O monjoleiro apresentou desenvolvimento em altura significativamente maior nos tratamentos com fertilização completa, sem ou com a inoculação de BFNN; mas quando inoculado com BFNN e micorrizas e fertilização reduzida para 1/3 de N e para 1/3 de P o crescimento em altura não é prejudicado.

Na produção de mudas de espécies leguminosas que se associam a BFNN, a inoculação das sementes com esses organismos provoca respostas variáveis conforme a espécie, sendo positiva para o angico-branco, indiferente para o coração-de-negro e monjoleiro e negativa para a gुरुcaia. A inoculação das espécies leguminosas com BFNN e micorrizas com concomitante redução dos níveis de N e P para 1/3 das doses usuais foi negativa para angico-branco e gुरुcaia, mas não para o coração-de-negro e monjoleiro.

As mudas dos dois experimentos realizados em viveiro foram posteriormente levadas para campo e plantadas, seguindo tratamentos similares no tocante à fertilização. Os dados gerados na fase de campo orientarão as futuras recomendações para o uso de micorganismos simbiotes. Na fase de viveiro o uso de FMVA mostrou-se positiva, com possibilidade de redução de fertilizantes sem prejuízo ao crescimento das mudas. Já a inoculação com BFNN, na fase de viveiro, de maneira geral, não possibilitou o cultivo das mudas com redução da quantidade de fertilizantes nitrogenados sem prejuízo ao desenvolvimento das plantas.

2.1.3 Consórcio com espécies de adubação verde- fase 1 – Seleção de espécies ou coquetéis mais produtivos

Uso da adubação verde em sistemas florestais apresenta benefícios como a melhoria nas qualidades físicas, químicas e biológicas do solo e pode reduzir os custos para controle da matocompetição. Os objetivos do experimento foram a definição das melhores espécies (simples ou em consórcio), do manejo da biomassa produzida e da densidade ideal de semeadura para o recobrimento do solo e para a produção de biomassa.

Os tratamentos utilizados foram T1- Testemunha; T2- Crotalária juncea; T3- Crotalária spectabilis; T4- Feijão de porco; T5- Feijão guandú; T6- Feijão guandú-anão; T7- Milheto; T8- Estilosantes; T9- Coquetel 1 (T2+T4+T6) e T10- Coquetel 2 (T2+T4+T6+T7). As mudas arbóreas foram plantadas em espaçamento de 2,5 m entre as linhas e de 2 m entre plantas de uma mesma linha.

A Figura 6 apresenta a biomassa seca das espécies de cobertura utilizadas como adubação verde. Os tratamentos que produziram maior biomassa foram o T9 (coquetel 1), Feijão-guandu (T5), feijão-guandu-anão (T6) e crotalária juncea (T2). Quanto ao controle de mato-competição os tratamentos com menor biomassa de espécies indesejáveis foram os tratamentos 9 e 10, que eram compostos por coquetéis com mistura de três ou quatro espécies.

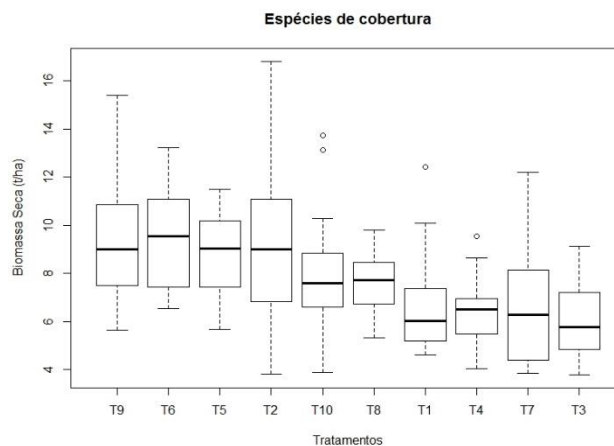


Figura 6 - Biomassa seca das espécies usadas como adubação verde.

2.1.4 Consórcio com espécies de adubação verde – Fase 2 -experimento piloto

O experimento de consórcio de espécies de adubação verde (item 2.1.3) permitiu identificar as espécies e combinações mais produtivas e com maior potencial para controlar o desenvolvimento das espécies indesejáveis. A partir dessas informações foi instalado um experimento piloto com essas opções. O experimento piloto foi instalado na Estação Experimental do Departamento de Genética da ESALQ/USP em dezembro de 2016.

Além das espécies mais produtivas do experimento com leguminosas, um dos tratamentos testados é o uso de espécies nativas não arbóreas através da sementeira direta junto com leguminosas comerciais. No experimento piloto implantado foi usada a sementeira mecânica das espécies leguminosas com a utilização de uma adubadeira acoplada a trator agrícola. O reservatório destinado ao fertilizante foi usado para acondicionar as sementes misturadas com areia grossa em proporção que permitisse uma distribuição de sementes na quantidade desejada.

A sementeira foi realizada em três linhas distanciadas em 0,7 m e localizadas entre as linhas de plantio das mudas arbóreas. As mudas arbóreas foram plantadas em espaçamento de 2,5 m entre as linhas e de 2 m entre plantas de uma mesma linha.

O experimento piloto será medido a partir de março de 2017. As variáveis a serem monitoradas serão a biomassa e cobertura de solo pelas espécies de adubação verde e pelas espécies indesejáveis e o desenvolvimento das espécies arbóreas.

2.2 Prospecção de espécies não arbóreas para uso em restauração florestal

O objetivo do estudo é identificar espécies nativas de hábito não arbóreo passíveis de serem utilizadas na restauração florestal de margens de reservatórios da AES-Tietê.

O estudo prospectivo de espécies não arbóreas é dividido em três etapas, campo, laboratório e viveiro.

No campo é realizada a busca de espécies e sua coleta. As plantas de espécies de interesse são vistoriadas para verificar a presença de estruturas reprodutivas (flores e frutos), anotados o estágio fenológico da planta e a descrição do local, juntamente com dados de identificação da espécie, do local e da data da coleta. Quando há presença de frutos maduros estes são coletados. Os frutos coletados são embalados em sacos plásticos identificados e encaminhados ao laboratório.

No laboratório (LAGRO / LCB/ ESALQ/USP) é realizada a biometria de frutos, processamento para obtenção de sementes, biometria das sementes, testes de germinação, testes de quebra de dormência, quando necessária (realizada no estudo para as sementes de *Psychotria warmingii*, *Mostuea muricata*, e *Margaritopsis schuechiana*) e testes de armazenamento (com sementes de *Cestrum cf. intermedium* e *Randia calycina*). Foram realizadas biometria e pesagem de sementes de 58 espécies. Foram feitos até outubro de 2016, noventa e dois testes de germinação.

As espécies testadas em laboratório são posteriormente semeadas no Viveiro Florestal do LCF da ESALQ/USP para a sementeira e produção de mudas.

2.3 Coleção de arbustos (Arbusteto)

Um entrave prático ao emprego de espécies não arbóreas em projetos de restauração florestal é a dificuldade de obtenção de sementes ou de outras formas de propágulos. Como alternativa para enfrentar esse obstáculo, foi planejada uma área para produção de sementes e conservação de espécies não arbóreas.

As mudas produzidas no viveiro do LCF serão utilizadas na formação do banco de plantas de espécies arbustivas a ser implantado na Estação da Genética (ESALQ/USP), já mencionada. O banco será formado de maneira gradual, plantando as espécies na medida da disponibilidade das mudas, havendo previsão de ser formado por pelo menos 30 espécies, cada uma com 100 indivíduos. O espaçamento empregado é de 2,5 m entre as linhas e 1,0 m entre plantas na linha.

A implantação iniciou no primeiro bimestre de 2017 com quatro espécies comuns em áreas com vegetação pioneira: Assa-peixe (*Vernonia polyanthes*), sesbania (*Sesbania sp.*), sena ocidental (*Senna occidentalis*), coarana (*Cestrum intermedium*).

2.4 Espécies para a proteção de bordas das áreas em restauração florestal

As áreas de preservação permanente dos reservatórios da AES-Tietê a serem restaurados muitas vezes possuem largura estreita, impossibilitando que se forme um núcleo que não esteja diretamente exposto à luz e às oscilações microclimáticas das áreas abertas adjacentes. Essa exposição de toda a unidade de restauração aos fatores externos impede a formação de um microclima favorável ao estabelecimento de espécies não pioneiras que exigem para sua germinação e estabelecimento de condições ambientais mais amenas.

Uma das soluções para reduzir o efeito de borda é o uso de arranjos de espécies selecionadas para diminuir o efeito direto do microclima externo sobre o interior da unidade de restauração florestal. Dessa forma, a seleção de espécies para proteção de bordas considerou critérios como o porte, longevidade da planta, tipo de folha-gem, arquitetura da copa e disponibilidade de sementes ou mudas. Não foi encontrada uma espécie com as características ideais, mas existem várias espécies com bom potencial para serem usadas em conjuntos mistos.

As espécies que serão inicialmente testadas em plantio de bordas são: guaçatonga (*Casearia sylvestris*), leiteiro (*Tabernaemontana hystrix*), *Piper* sp, maricá (*Mimosa bimucronata*), coerana (*Cestrum intermedium*), limãozinho (*Randia calycina*), aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolius*), ingá (*Inga* sp.), ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata*). O plantio das linhas de bordadura será realizado em espaçamento de 1,5 m entre as mudas. O experimento será instalado na Estação da genética em bordas de áreas em processo inicial de restauração florestal.

3.0 - CONCLUSÃO

Os resultados obtidos até o momento e as respostas que serão levantadas nos experimentos em andamento e nos que ainda serão implantados propiciam um novo conjunto de tecnologias, ainda não usadas pela AES-Tietê, visando melhorias nos processos de restauração florestal nas margens dos reservatórios.

O processo de restauração florestal é longo, caro, apresenta riscos e deve ser auto-sustentável a longo prazo, tanto na sua estrutura como na diversidade biológica. Um rápido crescimento e formação de dossel através do fechamento das copas das árvores é importante para a formação de um microclima com características florestais. A velocidade do desenvolvimento das copas é influenciada pela composição e arranjo das espécies plantadas, da disponibilidade de água e nutrientes e do potencial de crescimento das espécies.

A disponibilidade de nutrientes para as raízes das plantas depende de vários aspectos e podem ser fornecidos por diferentes tipos de fertilizantes. Os fertilizantes devem ser aplicados na quantidade ideal para prover um crescimento ótimo das plantas. Os experimentos realizados propiciaram respostas importantes quanto ao efeito de doses e tipos de fertilizantes no desenvolvimento das mudas plantadas em campo assim como mostraram que o uso de microrganismos, especialmente os FMVA, pode reduzir a demanda de fertilizantes.

No que tange o uso de químicos, a atividade de controle de matocompetição nas fases iniciais do processo de restauração florestal é uma das atividades que mais demanda cuidados. Os estudos conduzidos até aqui mostram que algumas espécies de adubação verde plantadas pura ou em consórcio tem potencial para competir e reduzir significativamente a biomassa das espécies espontâneas indesejáveis.

Os próximos passos são a consolidação do pacote tecnológico em desenvolvimento através do monitoramento dos experimentos já instalados na Estação Experimental da Genética da ESALQ/USP, avançar na formação do arbusteto; instalação dos experimentos de espécies para proteção de bordas das unidades de restauração florestal; continuidade da coleta de sementes de espécies não arbóreas nativas para produção de mudas e para semeadura direta.

4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N. "Produção de mudas inoculadas com Fungos Micorrízicos Arbusculares em viveiros". Brasília: EMBRAPA Cerrados, março 2001. 2p. (EMBRAPA Cerrados. Recomendação Técnica 24).
- (2) SAGGIN JÚNIOR, O. J. "Micorrizas arbusculares em mudas de espécies nativas do sudeste brasileiro". 1997. 120p. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 1997.
- (3) SOUZA, R. C. de; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, R. G.; SILVA, E. M. R. da; MENEZES, L. F. T. de. "Produção de mudas micorrizadas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. em diferentes substratos." Floresta, Curitiba, PR, v.39, n.1, p.197-206, jan/mar. 2009.
- (4) SOUZA, F. A.; SILVA, E. M. R. "Micorrizas arbusculares na revegetação de áreas degradadas". In: Siqueira, J. O. (Ed.) Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas. Lavras: UFLA/DCS e DCF, 1996. p. 253-290.
- (5) POUYÚ-ROJAS, E.; SIQUEIRA, J. O. "Micorriza arbuscular e fertilização do solo no desenvolvimento pós-transplante de mudas de sete espécies florestais". Pesquisa Agropecuária brasileira. Brasília, v.35, n.1, p.109-114, jan. 2000.

5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Girlei Costa da Cunha, nasceu em Bagé, RS em 15/05 de 1968. Graduado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria, em 1992 e Mestre em Ciências pela ESALQ/USP em 1997. É engenheiro florestal da Biodendro Consultoria Florestal desde 2001 onde desenvolve projetos voltados ao uso sustentável dos recursos naturais, conservação da biodiversidade e restauração de ecossistemas florestais. É Conselheiro do Núcleo de Apoio à Cultura e Extensão em Educação e Conservação Ambiental da ESALQ/USP.