

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

**Avaliação da aceleração do processo de restauração florestal resultante da
poda apical de espécies de recobrimento**

Letícia Ferreira Magnin

Monografia apresentada como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

**Piracicaba
2016**

Letícia Ferreira Magnin

Avaliação da aceleração do processo de restauração florestal resultante da poda apical de espécies de recobrimento

Orientador:
Prof. Dr. SERGIUS GANDOLFI

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

**Piracicaba
2016**

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e irmãos por sempre me apoiarem e incentivarem ao longo destes anos e em especial a minha mãe Valquíria, agradeço por todo suporte e amor que sempre foram (e ainda são) fundamentais em minha vida.

Ao Prof. Dr. Sergius Gandolfi, que inspira pela dedicação e sabedoria, agradeço pelo imenso apoio, por todo o tempo e esforço dedicados ao nosso projeto, por ser compreensivo e sempre apontar soluções para as dificuldades que encontramos.

Ao Seu Vitor e especialmente ao Chico, que foi fundamental para realização deste projeto, agradeço pela imensa ajuda nos campos e na casa de vegetação.

À toda equipe e funcionários do Bioflora pela parceria, apoio, por permitirem a utilização das áreas de estudo em Itu, a realização dos plantios na sede da empresa e por toda ajuda prestada ao longo destas atividades.

Ao Eduardo Maranhão, Guilherme Faganello e ao Guilherme Madalosso por todo apoio nos experimentos em Itu e nos plantios na sede do Bioflora.

Aos professores doutores Ricardo, Joao Batista, Flávio Gandara e ao Dr. André Nave pelas valiosas sugestões e conselhos, e por toda colaboração ao longo do projeto. Em adição, ao Prof. Dr. Flávio e ao Dr. André, agradeço por gentilmente aceitarem o convite para esta banca.

À equipe da fazenda Ingázinho e Jequitibá e ao Sr. Hélio por disponibilizaram o espaço e permitirem a realização deste projeto, e por sempre nos recepcionarem muito bem.

À FAPESP, pela concessão da bolsa de iniciação científica e também por conceder os recursos financeiros que permitiram a realização deste projeto, através do Projeto Temático 2013/50718-5.

À Giovana Oliveira e a Dr. Cláudia Attanasio, por todo apoio, principalmente nas questões burocráticas e financeiras relacionadas a realização deste projeto.

À Rafaela pela realização das análises estatísticas que foram essenciais para finalização deste estudo.

À todas os colegas e amigos que me ajudaram nas coletas de campos ao longo do ano— Pierro, Chimi, Jana, Atlas, Txuro, Akil, Peido, To-indo, Frexada e Nardo e à todos que me ajudaram em outras atividades do projeto: Nardo, Gorda e Salina e Siga por me ajudarem a buscar e regar mudas (mesmo em um domingo); Kzada, C-gredo e Salina por leram meus relatórios e contribuírem com sugestões; Siga por me ajudar na numeração de plaquetas; Da-mamis por me ajudar a encontrar ajuda para os campos; Auti que me ajudou no plantio das mudas em um dia de muito sol e, em especial, agradeço a Gordinha e Nardo, que me ajudaram várias vezes com as caronas para buscar e transportar mudinhas e outras coisas do projeto. Muito obrigada pessoal, vocês são demais!

À todos os “velhos amigos” que também estiveram presentes nesta etapa da minha vida: Venny, Nanci, Anna, Rauster e Fer – pelas alegrias e dificuldades compartilhadas e por todo amor. Mesmo que fisicamente distantes vocês estão sempre comigo.

Às amigas de sala Siga, Ânder, Gaga, Zebrinha e Peri pela amizade e companhia ao longo destes anos, pelas tardes de estudo e risadas, pelos trabalhos em grupo, pelas viagens e pelos encontros que espero que continuem a acontecer.

À todas minhas queridas Marikotinhas – NRT, Salina, C-gredo, Xildes, Fabi, Ec, Trilinha, Iêiê, Kla, Koptchola, Bands Artoá, Tirozinha, Gorda, Pletinha, Kzada, Buatos, Pimpolha, Da-mae, Pierrotis, Nardo, Paloma, Batata (marikoto), Auti, Siga e Krim - agradeço pela amizade, pelo amor e pelo apoio - na alegria e na tristeza, na saúde e na doença. Vocês estão pra sempre no meu coração!

Às minhas novas housemates – Carol, Taninha e C-gredo (nova velha), por me receberem tão bem, e pelas conversas e momentos de alegria que já compartilhamos.

Finalmente, para todos que de alguma forma contribuíram para este projeto ou para minha formação acadêmica e pessoal ao longo do caminho e que eu eventualmente me esqueci de mencionar por uma falha de memória: Muitíssimo obrigada!

“No meio da dificuldade encontra-se a oportunidade” Albert Einstein

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	10
1- INTRODUÇÃO.....	11
2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Degradação ambiental e a prática da restauração ecológica.....	13
2.2 Espécies de recobrimento e sombreamento de áreas de restauração	14
2.3 Dominância apical	15
2.4 Quebra da dominância apical	17
3- OBJETIVOS.....	19
4- MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
4.1 Estudo realizado em campo	21
4.1.1. Área e espécies de estudo	21
4.1.2 Os experimentos	23
4.1.3 Parâmetros amostrados e coleta dos dados	25
4.1.4 Número de indivíduos considerados.....	27
4.1.5 Análise dos dados	28
4.2 Estudo realizado na casa de vegetação	29
4.2.1 Local	30
4.2.2 Experimentos e espécies de estudo.....	30
4.2.3 Parâmetros analisados e coleta dos dados	32
4.2.4 Análise dos dados	34
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	37
5.1 Estudo realizado em campo	37
5.1.1 Número de indivíduos considerados.....	37
5.1.2 Análise de área de copa	39
5.1.3 Análise de altura	52
5.2 Estudo realizado na casa de vegetação	56
5.2.1. Análise de danos	56
5.2.1 Análise de ramos novos.....	58
5.3 Considerações finais	67
6 DIFICULDADES ENCONTRADAS E ALTERAÇÕES NO PROJETO	71

7	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	77
8	CONCLUSÕES.....	79
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

RESUMO

Avaliação da aceleração do processo de restauração florestal resultante da poda apical de espécies de recobrimento

A formação de um dossel florestal cria um habitat favorável às espécies arbóreas tolerantes à sombra e inadequado para invasoras. Já a demora na formação do dossel eleva os custos de restauração florestal. Em espécies arbóreas, poda apical quebra a dominância apical e permite o desenvolvimento das gemas laterais, resultando na maior produção de ramos. Neste estudo, esperava-se que a poda apical de espécies arbóreas intolerantes à sombra resultasse em uma maior produção de ramos e, assim, num rápido aumento da área da copa dos indivíduos resultando numa aceleração do fechamento do dossel. Dois experimentos foram realizados: um em campo, outro em casa de vegetação. No campo foram consideradas as espécies: *Croton floribundus* Spreng (Euphorbiaceae), *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae), *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae), *Heliocarpus popayanensis* Kunth (Malvaceae), *Inga vera* Wild (Fabaceae); *Solanum granuloso-leprosum* Dunal (Solanaceae); *Trema micrantha* L. Blume (Ulmaceae), e na casa de vegetação as espécies *C. floribundus*, *C. urucurana*, *G. ulmifolia*, *H. popayanensis*, *S. granuloso-leprosum* e *Bauhinia forficata* Link. (Fabaceae). Para ambos os experimentos parte dos indivíduos sofreu a poda apical e parte não, sendo que na casa de vegetação dois tratamentos diferentes de poda foram aplicados. No campo, foi acompanhado o tamanho de copa e altura dos indivíduos e na estufa, a ocorrência de danos nas plantas e o número de ramos que surgia nas quatro gemas superiores. Na casa de vegetação, constatou-se que a poda não causou danos, induziu a produção de um número maior de ramos nos podados do que no controle e, com exceção de uma espécie, que a poda realizada em duas diferentes alturas não apresenta resultados diferentes. No campo, após nove meses, não se encontrou diferenças entre os indivíduos podados e controle para valores de área da copa em nenhuma espécie, e nem para valores de altura total na maioria das espécies. Baseado nestas descobertas acredita-se que a poda potencialmente apresente vantagens, no entanto, é necessário que estudos com intervalos de tempo mais amplos que nove meses sejam realizados.

Palavras-chave: restauração florestal, dominância apical, poda apical, sombreamento, copa

ABSTRACT

Evaluation of the acceleration in the process of forest restoration resulting from the tip pruning of fill species

The formation of a forest canopy creates a favorable habitat for shade-tolerant tree species and inappropriate for invasive species. However, the delay in the forest canopy formation increases the forest restoration process costs. In tree species, the removal of the apical meristems breaks the apical dominance and allows the development of lateral buds, resulting in a higher production of branches. In the present study, it was expected that the tip pruning of shade-intolerant species would result in an increased production of branches and so, in a fast increase in the canopy area of the individuals, resulting in an acceleration of the forest canopy closure. Two experiments were performed: a field experiment, and a greenhouse experiment. At field the considered species were: *Croton floribundus* Spreng (Euphorbiaceae), *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae), *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae), *Heliocarpus popayanensis* Kunth (Malvaceae), *Inga vera* Wild (Fabaceae); *Solanum granuloso-leprosum* Dunal (Solanaceae); *Trema micrantha* L. Blume (Ulmaceae). At the greenhouse the considered species were: *C. floribundus*, *C. urucurana*, *G. ulmifolia*, *H. popayanensis*, *S. granuloso-leprosum* e *Bauhinia forficata* Link. (Fabaceae). For both experiments, part of the individuals suffered tip pruning and part did not, whereas at the greenhouse two different pruning treatments were performed. At field, the individual's canopy size and height were monitored, and at the greenhouse the occurrence of damage and the number of branches that emerged in the four upper buds. In the greenhouse, it was found that pruning caused no damage, induced the production of a larger number of branches in the pruned ones than in control group and, except for one species, the pruning carried out in two different heights does not show different results. In the field, after nine months, nor differences between pruned and control group canopy area values were found for any species, neither the total height values for most species. Based on these findings it is believed that the pruning potentially has advantages, however, studies with time ranges wider than 9 months need to be performed.

Keywords: forest restoration, apical dominance, apical pruning, shading, canopy

1- INTRODUÇÃO

É urgente a aplicação de medidas para reverter o atual quadro de degradação ambiental nas formações da “Mata Atlântica”. A restauração florestal é uma destas medidas (RODRIGUES et al., 2009). No entanto, o processo de restaurar uma floresta é complexo, e diversos obstáculos tem de ser superados (RODRIGUES; MARTINS; GANDOLFI, 2007; RODRIGUES et al., 2009; GANDOLFI; BELLOTTO; RODRIGUES, 2009).

Na tentativa de aperfeiçoar e obter melhores resultados na restauração foi criado o conceito de “grupos de plantio”, mais especificamente, dos grupos de diversidade e preenchimento (recobrimento). (RODRIGUES et al., 2001; RODRIGUES; GANDOLFI; NAVE, 2003a; RODRIGUES; GANDOLFI; NAVE, 2003b; RODRIGUES; GANDOLFI; NAVE, 2003c). As espécies classificadas como preenchimento (recobrimento) devem fornecer um rápido recobrimento da área, e as espécies de diversidade devem garantir a dinâmica florestal em longo prazo. (NAVE, 2005).

Um dos pontos fundamentais na restauração é justamente conseguir o recobrimento da área (função atribuída ao grupo de recobrimento), pois este fornece um habitat florestal propício ao desenvolvimento de espécies de “diversidade”, e inadequado para a colonização de espécies invasoras (NAVE, 2005).

A dominância apical é definida como a influência inibitória exercida pelo ápice caulinar nas gemas laterais. (CLINE, 1991). A quebra desta dominância, que pode ser realizada através de decapitação do caule, possibilita que as gemas laterais da planta se desenvolvam em ramos. (TAIZ; ZEINGER, 2004). Desta maneira, pode-se imaginar que a poda apical de espécies de recobrimento leve a um maior desenvolvimento de ramos laterais, e, consequentemente, a formação de uma copa mais ampla que fornecerá maior recobrimento. Se isto se confirmasse, a poda apical de espécies de recobrimento poderia ser uma ferramenta de fácil acesso e baixo custo, com potencial de acelerar a restauração florestal de uma área.

Existiriam assim, vantagens ecológicas e econômicas na realização da poda apical. Do ponto de vista ecológico a vantagem seria a aceleração da criação de um habitat florestal. Já, do ponto de vista econômico, a vantagem seria que ao se produzir copas mais amplas haveria uma redução do número total de ações de controle de gramíneas invasoras (aplicação de herbicida, capina) necessárias à manutenção da área até o seu recobrimento total. Sendo o custo da poda apical muito baixo, e o custo de controle de invasoras uma das partes mais onerosas e críticas da restauração florestal (RODRIGUES, 2010), seria possível estimular o recobrimento mais rápido de uma área com um pequeno investimento. Seria, portanto, um incentivo aos

financiadores de projetos, que com a aplicação da técnica da poda poderiam restaurar mais áreas ou maiores áreas com uma mesma quantidade de recurso.

Considerando estes aspectos, durante o presente estudo experimentos em campo e em casa de vegetação foram conduzidos num esforço de avaliar a viabilidade da realização da poda apical em espécies de recobrimento, procurando verificar se esta prática possuiria o potencial de acelerar o processo de recobrimento e fechamento do dossel e, conseqüentemente, o processo de restauração ecológica.

2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Degradação ambiental e a prática da restauração ecológica

Devido a sua grande biodiversidade e aos altos níveis de endemismo que apresenta, a “Mata Atlântica” - termo que engloba diversas formações, principalmente Florestas Ombrófilas Abertas, Densas e Mistas e Florestas Estacionais Semidecíduais (IBGE, 2004) - é hoje considerada um dos biomas mais importantes do mundo (MYERS, 2000; PINTO et al., 2009). Além das funções ambientais realizadas (ex: qualidade de água, ar e solos, regime de chuvas) ela também fornece moradia, alimento e trabalho a comunidades, sendo responsável pela qualidade de vida de muitos povos. (PINTO et al., 2009).

Apesar disto, considerável parcela deste bioma já foi destruída, restando atualmente cerca de apenas 11,6% da cobertura original. Esta porcentagem é dividida em fragmentos que frequentemente possuem área inferior a 50ha. (RIBEIRO et al., 2009). Diante disto, com o objetivo de reverter o atual quadro de degradação é necessário que as Unidades de Conservação deste bioma sejam aumentadas, e também que as áreas já degradadas sejam convertidas em florestas de restauração (PINTO et al., 20089)

A restauração ecológica pode ser definida com o processo intencional de auxílio à reconstrução de um ecossistema degradado, destruído ou danificado (SER, 2004) ou seja, ao desencadeamento e condução de uma sucessão assistida (MEINERS; PICKET, 2011). Ao restabelecer processos ecológicos e estruturas florestais, a restauração pode contribuir com a conservação dos solos, da biodiversidade, na redução do aumento de gases de efeito estufa, e na manutenção da qualidade de vida de comunidades. (GAMA, 2000; LAMB; ERSKINE; PARROTTA, 2005; PREISKORN et al., 2009).

No entanto, a complexidade natural dos sistemas florestais se estende à prática e ao planejamento de qualquer projeto de restauração ambiental (GANDOLFI; BELLOTO; RODRIGUES, 2009; RODRIGUES et al., 2009). Os projetos elaborados precisam propor metodologias que levem ao retorno dos processos ecológicos previamente existentes naquele ecossistema. Seguindo esta meta, ferramentas e medidas que eliminem possíveis perturbações existentes, criem condições para desenvolvimento de propágulos e controlem espécies que causam danos devem ser estabelecidas (MANTOVANI, 1998; RODRIGUES; GANDOLFI, 2000)

Além dos inúmeros “desafios ecológicos” encontrados quando se pretende restaurar uma área, existem também desafios econômicos a serem superados, pois, para aqueles que

financiam os projetos, os custos muitas vezes apresentam-se como o principal obstáculo (BELLOTTO et al., 2009)

Desta forma, para que o atual quadro de degradação seja convertido, é fundamental a busca por métodos e ferramentas mais eficientes e financeiramente viáveis para a restauração ambiental (LAMB; ERSKINE; PARROTTA, 2005; RODRIGUES et al., 2009; BRANCALION et al., 2010).

2.2 Espécies de recobrimento e sombreamento de áreas de restauração

Com o objetivo de melhorar a eficiência da restauração florestal, realizando um rápido recobrimento das áreas, foram criados os conceitos de “grupos de plantio” ou “grupos funcionais”, que separam as espécies arbóreas no “grupo de diversidade” ou no “grupo de preenchimento (recobrimento)”. (RODRIGUES et al., 2001; RODRIGUES; GANDOLFI; NAVE, 2003a; RODRIGUES; GANDOLFI; NAVE, 2003b; RODRIGUES; GANDOLFI; NAVE, 2003c). Dentro do grupo de recobrimento pode-se incluir uma média de 20-30 espécies que apresentam simultaneamente crescimento rápido e uma grande capacidade de cobertura do solo. O objetivo da utilização deste grupo é realizar o sombreamento e recobrimento do local em restauração, de forma a estabelecer um ambiente desfavorável ao crescimento de espécies competidoras (ex: gramíneas), porém favorável ao desenvolvimento das espécies de diversidade. Dentro do grupo de diversidade podem-se incluir todas as espécies que não se enquadram como recobrimento, de forma que este grupo deve ser idealmente implantado utilizando um alto número de espécies (80-100). O objetivo deste grupo é garantir o desenvolvimento futuro da comunidade florestal, de maneira a reestabelecer a dinâmica florestal em longo prazo e manter a floresta quando as espécies de recobrimento, de ciclo de vida mais curto, vierem a morrer (NAVE, 2005).

O dossel florestal influencia a dinâmica de precipitação, circulação de ventos, e a qualidade, quantidade e distribuição da luz que penetra as áreas. Dessa forma, fatores como temperatura, humidade do ar, e compactação do solo são fortemente dirigidos pelo grau de cobertura da floresta, que através destes determina os processos de erosão, oxidação e a própria composição florística do local. (JENNINGS; BROWN; SHEIL, 1999; MELO; MIRANDA; DURIGAN, 2007).

A rápida formação de um dossel fechado, ao diminuir a luminosidade que atinge o solo, garante o estabelecimento de um habitat propício ao desenvolvimento dos indivíduos de diversidade, e colabora no controle de indivíduos competidores. (NAVE; RODRIGUES, 2007).

Com base nisso podemos concluir que a função de recobrimento da área, atribuída ao grupo de recobrimento, é fundamental no sucesso e desenvolvimento do processo de restauração e, considerando-se que o controle de invasoras representa uma das partes mais onerosas dos projetos de restauração (RODRIGUES, 2010) o recobrimento também pode colaborar com a diminuição dos custos desta prática.

2.3 Dominância apical

O controle inibitório exercido pelo ápice caulinar sobre o crescimento de ramos laterais em uma planta é conhecido como dominância apical (CLINE, 1991). Este fenômeno pode ser tradicionalmente demonstrado através de um experimento de decapitação: a gema apical é podada, e, como consequência, as gemas laterais se “libertam” da influência inibitória, sendo então capazes de se desenvolver (TAIZ; ZEINGER, 2004). Experimentos desta natureza (que visam demonstrar liberação da dominância através de decapitação) geralmente indicam que, de fato, é na porção apical do caule que encontramos a fonte desta dominância (CLINE, 1991), sendo as folhas jovens também consideradas fontes inibitórias. (THIMANN, 1977). Todavia, deve-se considerar que a carga de dominância exercida por diferentes partes de uma planta sob as gemas laterais varia conforme avaliamos tipos de plantas diferentes (BERGHAGE et al., 1989).

A investigação de mecanismos fisiológicos que regem a dominância apical nas plantas considera principalmente fatores como ação hormonal e a disponibilidade de nutrientes. Três hipóteses que tentam explicar o fenômeno são abaixo descritas.

- “Hipótese da Auxina direta”: Esta hipótese, muito presente em livros de biologia, suporta a ideia de que a auxina tem influência direta no controle das gemas laterais. Conforme a teoria, o Ácido Indolacético (AIA) presente no ápice caulinar se desloca até as gemas laterais, inibindo o desenvolvimento destas. Existem algumas críticas a esta hipótese, como por exemplo, o fato de que, oposto ao que seria esperado, foi demonstrado por diversos estudos que após a retirada do ápice caulinar, os níveis de AIA presentes nas gemas laterais não diminuem (CLINE, 1991).

- “Hipótese dos Nutrientes”: Defende que a disponibilidade de nutrientes próximos as gemas laterais tem grande influência no processo de inibição, ou seja, nas plantas haveria um provável movimento de nutrientes para locais com altas taxas de crescimento (drenos metabólicos), como o ápice caulinar. Com o crescimento contínuo das gemas apicais os nutrientes ficariam menos disponíveis para as gemas laterais, que, desta forma, não conseguiriam se desenvolver. Em outras palavras, haveria uma competição por nutrientes entre as gemas apicais e laterais, e esse seria o fator que regeria a dominância apical (CLINE, 1991). Um estudo que corrobora esta hipótese foi realizado por Mason et al. (2014), que concluiu que a disponibilidade de açúcar tem papel fundamental na dominância apical, sendo que o acúmulo deste no ápice caulinar limita a disponibilidade de açúcar das gemas laterais, que não conseguem se desenvolver em ramos.
- “Hipótese dos Nutrientes Dirigidos por Auxina”: Considerada uma vertente da teoria da “Hipótese dos Nutrientes” esta teoria assume que a auxina presente no ápice caulinar controla o transporte de nutrientes de maneira a dirigi-los para o ápice, e não para as gemas laterais inativas. Desta maneira, as gemas laterais não têm suficiente acesso a nutrientes e não conseguem se desenvolver. (CLINE, 1991)

Além de nutrientes e hormônios, alguns outros fatores que possivelmente influenciam a dominância apical são a luz e a gravidade (CLINE, 1991). Por exemplo, um estudo feito por Andersen (1976) apontou que, para *Pisum sativum*, conforme a irradiância era maior a intensidade da dominância apical era menor. Quanto a gravidade, já foi demonstrado que quando o ramo de uma planta é colocado em posição invertida ou horizontal, o desenvolvimento de várias gemas laterais ocorre (PRASAD; CLINE, 1985).

Um fator que devemos considerar quando discutimos dominância apical é o fato de que esta não ocorre de maneira homogênea e similar em todas as espécies vegetais. Além da variação relativa a carga de dominância exercida por partes diferentes da planta (BERGHAGE et al., 1989), os mecanismos deste processo, assim como a intensidade da dominância de uma forma geral, variam entre as plantas (CLINE, 1991).

Outros pontos importantes são o fato de que espécies arbóreas apresentam um processo de dominância apical mais complexo do que o de espécies herbáceas (CLINE, 1991), e o fato de que a dominância apical é um dos três principais controladores do desenvolvimento da estrutura das árvores, junto aos mecanismos de alocação e ao sombreamento. (WILSON, 1990)

2.4 Quebra da dominância apical

Conforme discutido anteriormente, a dominância apical em plantas pode ser interrompida através da retirada do ápice caulinar, ou seja, da poda apical. Este procedimento “libera” as gemas laterais da inibição causada pelo ápice, e permite que se desenvolvam em novos ramos. (TAIZ; ZEINGER, 2004). O dano ao ápice caulinar pode ocorrer tanto de maneira intencional pelo homem, através de práticas como a poda apical do caule ou poda química, quanto naturalmente devido a ação do vento ou predação de animais. Neste último caso, pode-se interpretar que a quebra da dominância possivelmente age como mecanismo de sobrevivência às plantas (CLINE, 1991).

De acordo com Cline (1997), os eventos ocorridos durante a dominância apical e após a liberação desta são afetados diferencialmente por hormônios e envolvem diferentes processos, de forma que podem ser classificados nos seguintes estágios:

- I) Formação das gemas laterais
- II) Imposição de inibição ao crescimento das gemas laterais
- III) Liberação da dominância apical após decapitação
- IV) Desenvolvimento das gemas laterais em ramos

Conforme o autor, é importante que se considere as diferenças entre estes estágios. No primeiro, ocorre a formação das gemas laterais da planta. No segundo, o processo de dominância apical se estabelece, de forma que as gemas laterais são inibidas. Se o processo de decapitação ocorre, prosseguem-se os estágios III e IV. O terceiro estágio consiste na liberação da dominância apical e início do crescimento das gemas. Ele acontece logo nas primeiras horas (ou mesmo minutos) após a perda do ápice caulinar. Após este, nos dias ou semanas seguintes, o estágio IV acontece. Neste estágio ocorre o alongamento das gemas laterais, que, a partir disto, desenvolvem-se em ramos (CLINE, 1997).

O processo de controle apical influencia consideravelmente o padrão de ramificação e determinação de formato nas plantas (CLINE, 1991). A possibilidade de reativação das gemas laterais dormentes pode permitir que estas moldem sua arquitetura conforme as condições ambientais do local. (ONGARO; LEYSER, 2007). A arquitetura da copa tem impactos sob a capacidade de captação de luz e sincronia de floração das plantas, influenciando o sucesso reprodutivo das mesmas (WARD; LEYSER, 2004).

Baseado neste potencial, práticas de manejo que visam a interrupção da dominância apical têm sido utilizadas com a proposta de moldar plantas ornamentais e aumentar a produção de alimentos (LORETI; PISANI, 1990). Por exemplo, estudos apontam que o rendimento de milho aumenta após a diminuição do efeito de dominância apical (MULEBA et al., 1983). A possibilidade de moldar ou guiar a formação de estruturas de galhos em plantas possui uma enorme importância econômica, principalmente na área agrícola (CLINE, 1991).

Além da importância quanto ao fator produtivo, acredita-se que poda possa ter impactos ecologicamente positivos. Entre as vantagens possíveis, pode-se imaginar que a poda apical de espécies de recobrimento pudesse levar a um maior desenvolvimento de ramos laterais, e, conseqüentemente, a um aumento no número de galhos, de folhas, flores, frutos, sementes e de copa. A partir disto, muitos pontos positivos da poda apical poderiam ser pensados: Um aumento na quantidade de galhos significaria mais carbono disponível para ser fixado. Mais folhas significariam aumento na serapilheira e conseqüente aumento na disponibilidade e ciclagem de nutrientes. Flores, frutos e sementes em maior quantidade colaborariam com atração de fauna polinizadora e dispersora e com o enriquecimento natural da área e, finalmente, uma copa maior poderia significar maior recobrimento de áreas em restauração.

É sobre esta última possível vantagem que este trabalho foca-se: é possível imaginar que a poda apical de espécies de preenchimento possa levar a um maior desenvolvimento de ramos laterais, e, conseqüentemente, a formação de uma copa mais ampla que forneceria maior recobrimento das áreas em restauração – fato que traria consigo vantagens ecológicas e econômicas na realização da poda apical.

3- OBJETIVOS

Os objetivos gerais deste estudo foram:

- Testar se entre indivíduos pertencentes a sete espécies de recobrimento, numa restauração florestal no município de Itu (SP), difere a área da copa e a altura total entre indivíduos que sofreram poda apical e não sofreram poda apical, ao final do período de observações.
- Em casa de vegetação, testar se em seis espécies de recobrimento a poda da gema apical promove efetivamente a formação de ramos laterais, se o número de ramos desenvolvidos nos indivíduos podados difere em relação ao observado em indivíduos não podados, e se essa poda pode causar danos nos indivíduos podados.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo apresentado neste documento fez parte de um projeto de iniciação científica financiado pela FAPESP, mais especificamente o processo 2014/23567-9, vigente entre 01/03/2015 e 31/12/2015, que foi incluso dentro do Projeto Temático “*Restauração Ecológica de Florestas Ciliares, de Florestas Nativas de Produção Econômica e de Fragmentos Florestais Degradados (em APP e RL), com Base na Ecologia de Restauração de Ecossistemas de Referência, visando testar cientificamente os preceitos do Novo Código Florestal Brasileiro*”, processo FAPESP 2013/50718-5. Dentro deste Projeto Temático, o estudo aqui presente fez parte do Módulo 2, que visa “*testar metodologias de restauração de florestas ciliares, considerando as diferentes larguras da faixa ciliar para cumprimento de suas funções ecológicas, buscando atender a demanda atual de sustentação científica das alterações do Código Florestal (CF) e buscando alternativas de redução de custo, em função da obrigatoriedade de restauração por todos os proprietários rurais no novo CF.*” (Processo FAPESP: 2013/50718-5).

Ao longo deste estudo, inúmeras dificuldades foram encontradas e por isto diversas alterações na metodologia inicialmente proposta foram necessárias. Para otimizar a estrutura deste documento, abaixo encontram-se descritos os materiais e métodos que foram efetivamente utilizados, sendo que as principais alterações e dificuldades encontradas ao longo do projeto são abordadas no item de número 6.

4.1 Estudo realizado em campo

4.1.1. Área e espécies de estudo

O estudo foi conduzido na fazenda Jequitibá, localizada no município de Itu (SP) (23°13'45S - 47°10'45O). Dentre os plantios efetivamente implantados e segundo a disponibilidade efetiva, foram selecionados dois plantios que apresentavam as espécies alvo (determinadas no projeto de pesquisa) com um número significativo de indivíduos. Daqui em diante esses plantios serão chamados de “Plantio 1” e “Plantio 2” (Figura 1).

O “Plantio 1” foi implantado ao final de outubro de 2014 e possui uma área total de 2 hectares, dos quais aproximadamente 1.5 hectares foram utilizados para o experimento. Ele se

localiza ao lado de um pequeno morro. Linhas de diversidade, recobrimento e exploração (espécies que permitem exploração madeireira) foram plantadas, sendo que adubo verde foi semeado nas entrelinhas. Nas primeiras visitas a área percebeu-se que o adubo verde não estava se desenvolvendo tão bem quanto no Plantio 2, no entanto, ao longo do tempo ele se desenvolveu de maneira satisfatória. As espécies de recobrimento selecionadas para estudo nesse local foram: *Croton floribundus* Spreng (Euphorbiaceae), *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae), *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae), *Heliocarpus popayanensis* Kunth (Malvaceae), *Solanum granuloso-leprosum* Dunal (Solanaceae); *Trema micrantha* L. Blume (Ulmaceae), *Inga vera* Wild (Fabaceae).

O “Plantio 2” foi implantado em novembro de 2014 e possui uma área total de 2.5 hectares, dos quais aproximadamente 2 hectares foram utilizados para o experimento. Ele se localiza próximo a um pequeno riacho. Assim como no “Plantio 1”, linhas de diversidade, recobrimento e de exploração foram plantadas. Neste caso, o adubo foi semeado entre as mudas de cada linha, com a utilização de uma plantadeira na área que foi previamente subsolada. Observou-se que desde as primeiras visitas que o adubo verde se desenvolveu muito bem, provavelmente devido a subsolagem. As espécies de recobrimento selecionadas para estudo foram: *Croton floribundus*, *Croton urucurana*, *Guazuma ulmifolia*, *Heliocarpus popayanensis*, *Trema micrantha*.

Devido às diferenças entre os Plantio 1 e 2 (ex., topografia, data de implantação e desenvolvimento inicial do adubo verde), na composição das espécies entre os plantios, no número de indivíduos disponíveis - já que densidades diferentes de indivíduos foram usadas por espécies, pois vários morreram ou ramificaram naturalmente no campo após o plantio e após a instalação do experimento - a análise de dados foi realizada considerando-se cada plantio em separado, e os indivíduos em cada espécie e tratamento como repetições.



Figura 1: Vista dos plantios 1 e 2. No “plantio 1” (A) O círculo amarelo indica o plantio e ao fundo, no lado esquerdo, é possível visualizar o pequeno morro existente no local. No “plantio 2” (B). O círculo amarelo indica o plantio e as setas vermelhas ao fundo, indicam localização de um pequeno riacho que existe na área (Itu, SP - 2015).

4.1.2 Os experimentos

O experimento conduzido em campo consistiu de dois tratamentos diferentes, aqui chamados:

Controle: grupo de indivíduos no qual a poda da gema apical não foi realizada. Tratamento: grupo de indivíduos no qual a poda da gema apical foi realizada.

Do número total de indivíduos disponíveis por espécie em cada plantio selecionou-se, através de um sorteio, metade para o grupo tratamento e metade para o grupo controle. Deve-se ressaltar que na seleção inicial destes indivíduos disponíveis, não foram considerados aqueles que já apresentavam ramificação no eixo principal, ou que estavam com os ponteiros quebrados, afinal, a proposta do estudo foi justamente testar o efeito da poda apical, que provavelmente causaria a ramificação deste eixo.

A implantação do experimento pode ser dividida em três fases básicas:

- I) Marcação de indivíduos disponíveis com plaquetas: todos os indivíduos disponíveis (vivos, não quebrados, e não ramificados naturalmente) das espécies selecionadas foram marcados com plaquetas para possibilitar identificação. Este procedimento foi realizado no Plantio 1 em janeiro de 2015, e no Plantio 2 em fevereiro de 2015.
- II) Sorteio dos grupos: Após a marcação com plaquetas, em cada plantio, do número total de indivíduos disponíveis por espécie selecionou-se, através de um sorteio, metade dos indivíduos para o grupo tratamento e outra metade para o grupo controle.
- III) Poda apical do grupo tratamento: Após a divisão dos grupos foi realizada a poda apical dos indivíduos selecionados para o grupo tratamento (Figura 2). Uma tesoura de poda comum (Tramontina) foi utilizada. Para evitar uma eventual contaminação com patógenos, esterilizava-se a tesoura com álcool 70% entre algumas podas. Este procedimento foi realizado no Plantio 1 em 13 de janeiro de 2015 e no Plantio 2 nos dias 17 e 18 de Março de 2015 (vide item 4.1.3.).



Figura 2: Poda da gema apical sendo realizada em campo. Em (A) poda de um indivíduo de *Croton urucurana*, e em (B) poda de indivíduo de *Trema micrantha* (Itu, SP - 2015).

O número inicial de indivíduos selecionados por grupo e por espécie em cada plantio é apresentado nas Tabelas 3 e 4 (item 5.1.1).

4.1.3 Parâmetros amostrados e coleta dos dados

Aproximadamente aos 3, 6 e 9 meses após a data da poda, cada plantio foi visitado e dados foram coletados para análise. A coleta de dados não ocorreu exatamente nas datas planejadas (após exatos 3, 6 e 9 meses) devido a questões climáticas - nos dias de chuva não era possível realizar coletas devido ao grande risco de raios no local. As datas exatas nas quais as coletas aconteceram são apresentadas em um dos cronogramas abaixo (Tabela 1) mas, por conveniência, neste relatório serão chamadas de avaliações de 3, 6 e 9 meses.

Tabela 1: Cronograma das atividades desenvolvidas no campo (Plantio1 e Plantio 2), onde: Dias pós poda refere-se ao número de dias passados após a realização da poda apical. O plantio das mudas foi realizado por uma empresa (Bioflora), sendo que a data deste é indicada apenas para complementar as informações.

PLANTIO 1			PLANTIO 2		
ATIVIDADE	DATA	Dias pós poda	ATIVIDADE	DATA	Dias pós poda
Plantio das mudas*	Oct-14		Plantio das mudas*	Nov-14	
Poda apical	13/01/2015		Poda apical	17 e 18/03/15	
Avaliacao 3 meses	14/04/2015	91	Avaliacao 3 meses	16/06/2015	91
Avaliacao 6 meses	06/07/2015	174	Avaliacao 6 meses	29/09, 1 e 2/10/15	196
Avaliacao 9 meses	20 e 22/10/15	280	Avaliacao 9 meses	11, 14 e 15/12/15	269

*Plantio de mudas: realizado por empresa (Bioflora).

Parâmetro 1: Desenvolvimento da copa

Para uma descrição do desenvolvimento das copas, os dois maiores diâmetros perpendiculares da copa de cada indivíduo foram medidos com a utilização de uma trena métrica em todas as coletas de dados realizadas nos dois plantios (após 3, 6 e 9 meses da data da poda) (Figura 3-A). Inicialmente, pretendia-se realizar uma média aritmética destes diâmetros e calcular a área do círculo, de forma que esta seria considerada a estimativa da área da copa de cada árvore. No entanto, percebeu-se que as medidas destes diâmetros muitas vezes apresentam valores com grande diferença, e assim, adotou-se na estimativa da área das copas o cálculo da área da elipse por descrever melhor o observado em campo. Desta maneira, foi determinado que a área da copa de cada árvore seria estimada a partir da área da elipse, onde

$\text{Área} = \pi \cdot x \cdot y$, sendo $\pi = 3.1416$ e, “x” e “y” os valores dos semieixos da elipse (diâmetros divididos por dois).



Figura 3: Coleta de dados de tamanho de copa e altura. Em (A) medição de copa de *Croton urucurana* em (B) medição de altura de indivíduo de *Croton urucurana* (Itu, SP - 2015).

Parâmetro 2: Altura total.

Ao longo do projeto, questionou-se qual seria o impacto causado pela poda apical na altura dos indivíduos, e então decidiu-se coletar este dado para as avaliações finais dos dois plantios. Desta forma, na última coleta de dados (9 meses pós-poda) dos plantios 1 e 2, foi coletado o dado de altura total de cada indivíduo selecionado para estudo. Para isto, foi utilizada uma trena dobrável acoplada a um bambu que era posicionado junto ao tronco da árvore (Figura 3-B).

4.1.4 Número de indivíduos considerados

Apesar de terem sido realizadas medidas aos 3, 6 e 9 meses, de maneira a se acompanhar a evolução do plantio na área, e das respostas das plantas estudadas pós-tratamento, apenas os resultados após 9 meses serão apresentados e discutidos no item 5, por representarem a síntese do processo ora em curso e por permitirem responder as questões inicialmente formuladas.

Nesta medição final (9 meses pós poda do grupo tratamento), para que análises estatísticas pudessem ser realizadas, foi necessário a exclusão de certos indivíduos dos quais não foi possível coletar os dados, e de alguns que apresentaram algumas características que poderiam obscurecer os resultados (ex: plantas com ponteiros quebrados). Foram então definidas as seguintes categorias de exclusão:

- 1- Morto: quando era possível constatar que o indivíduo havia morrido.
- 2- Não encontrado: quando não era possível localizar o indivíduo (provavelmente alguns indivíduos enquadrados nesta classe estavam na realidade mortos em função de danos causados durante as várias atividades de capina realizadas na área ao longo dos meses).
- 3- Ponteiro quebrado: quando era possível notar que o ápice caulinar estava quebrado ou seco, pois isto poderia afetar os resultados relativos a poda da gema apical.
- 4- Tombado: quando a planta estava, apesar de viva, muito torta ou tombada, praticamente no plano horizontal, pois isto impossibilitaria uma medida exata da copa.
- 5- Altura insuficiente: quando o indivíduo possuía menos do que 1 metro na coleta de dados final (9 meses pós poda). Decidiu-se definir esta categoria para excluir da análise indivíduos que provavelmente não se desenvolveram em função de alguma causa não relacionada à poda e que poderiam afetar os possíveis resultados.
- 6- Dados ausentes: quando existia algum dado ausente ou inconsistente na medição de 9 meses pós-poda o indivíduo era eliminado pois não poderia ser submetido a análises estatísticas (o foco das análises estatísticas foi a medição de 9 meses).
- 7- Outros: casos que ocorreram pontualmente (i.e. indivíduo doente, cobras ou ninho de vespa próximo a planta impossibilitando medição).

Os números iniciais de indivíduos selecionados para estudo, os números de indivíduos excluídos por categoria e os números finais de indivíduos a serem considerados para análise estatística de 9 meses são apresentados nas Tabelas 3 e 4, apresentada nos resultados (item 5.1.1).

4.1.5 Análise dos dados

Conforme discutido anteriormente, as avaliações intermediárias das copas realizadas (3 e 6 meses pós-poda) tiveram a função de permitir um acompanhamento da sobrevivência e do desenvolvimento da copa dos indivíduos podados e não podados, não sendo, todavia, o foco principal desse estudo, pois ele se concentra na avaliação após 9 meses da poda. Esse foco na avaliação final se justifica porque não se esperava que houvesse logo após a poda uma grande diferenciação entre as áreas de copa, uma vez que as plantas podadas devem se recuperar do dano mecânico e da perda de tecidos que sofreram e voltar a apresentar crescimento vegetativo, inclusive porque durante o inverno de 2015 o crescimento vegetativo foi reduzido.

Desta forma, os dados coletados na medição final (9 meses-pós poda) foram submetidos a análises estatísticas conforme descrito abaixo.

Parâmetro 1: Desenvolvimento da copa

Para a análise do desenvolvimento da copa, devido ao fato de que apenas duas situações são comparadas decidiu-se que a realização do teste t, se possível, seria mais adequada.

O teste t neste estudo tem o objetivo de comparar as médias das áreas de copa entre os tratamentos poda e controle e tem como pressuposto a existência de homogeneidade de variâncias, só podendo ser realizado caso isso se confirme. Para testar essa homogeneidade, o teste de homogeneidade de variâncias de Barlett foi aplicado e os valores resultantes foram analisados (se o p valor deste teste ≥ 0.05 , as variâncias são homogêneas.). Desde que os dados apresentassem variâncias homogêneas o teste t era realizado. As hipóteses do teste t foram:

H₀: não existe diferença entre as médias dos tratamentos. $\mu(\text{poda}) = \mu(\text{controle})$.

H_A: existe diferença entre as médias dos tratamentos. $\mu(\text{poda}) \neq \mu(\text{controle})$.

Após a realização deste teste, o valor p obtido para o mesmo era analisado. Se p valor ≥ 0.05 a H₀ não era rejeitada, no entanto, se p valor ≤ 0.05 a H₀ era rejeitada.

Parâmetro 3: Altura total

A análise da altura ocorreu de maneira similar a análise da copa: o teste de variâncias de Barlett foi realizado e, caso os dados fossem homogêneos, o teste t era realizado para comparar as médias das alturas entre os tratamentos poda e controle. As hipóteses do teste t, de maneira similar a comparação de copa, foram:

H0: não existe diferença entre as médias dos tratamentos. $\mu(\text{poda}) = \mu(\text{controle})$.

HA: existe diferença entre as médias dos tratamentos. $\mu(\text{poda}) \neq \mu(\text{controle})$.

Da mesma forma, após o teste, o valor p era analisado: se p valor ≥ 0.05 a H0 não foi rejeitada, mas se p valor ≤ 0.05 a H0 foi rejeitada.

4.2 Estudo realizado na casa de vegetação

O estudo realizado em casa de vegetação, sob condições controladas de irrigação, foi realizado para permitir uma observação mais detalhada da resposta de brotamento de ramos laterais de cada espécie após a poda. Assim, realizou-se a poda do ápice de mudas feito em duas diferentes distâncias do ápice da gema apical, e acompanharam-se as posteriores respostas de brotamentos e crescimento vegetativo das gemas laterais em indivíduos podados e não podados. Neste experimento, decidiu-se realizar dois tratamentos com podas em alturas diferentes para que fosse possível avaliar se existiam diferenças significativas no número de sobreviventes e no número de ramos desenvolvidos entre os tratamentos em função da quantidade (maior ou menor) de tecido removido com a poda.

A realização do experimento em casa de vegetação foi uma opção que visou reduzir as condições de estresse a que as plantas observadas estariam sujeitas, além de permitir um acompanhamento mais detalhado das respostas pós-poda, uma vez que a casa de vegetação se encontra dentro do campus da universidade. Na casa de vegetação as plantas puderam dispor de irrigação, de proteção contra o efeito dessecante dos ventos, e uma menor exposição ao ataque de herbívoros. Assumindo-se como premissa que a poda seria uma atividade vantajosa, poder-se-ia pensar se para iguais resultados ela deveria ser feita em campo ou em viveiro? Segundo o Dr. André G. Nave (comunicação pessoal) – a poda em viveiro facilitaria que as mudas recebessem um banho de fungicida após a poda, visando evitar o surgimento de doenças fúngicas no ápice podado e, além disso, um vantagem expressiva seria na questão econômica: essa operação poderia vir a ser bem mais vantajosa no viveiro do que no campo, pois ela

reduziria ainda mais os custos operacionais envolvidos, para um mesmo resultado final, de forma que tornaria o método ainda mais atrativo.

4.2.1 Local

Este estudo foi conduzido em uma casa de vegetação pertencente ao Departamento de Ciências Biológicas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo no campus de Piracicaba. O local é todo recoberto por sombrites e é automaticamente irrigado por aspersores quatro vezes ao dia (as 6:00, 8:00, 13:00 e 18:00 horas), durante 10 minutos. Dentro desta casa de vegetação as mudas foram mantidas em tubetes inseridos em bandejas que foram colocadas sob bancadas de cimento (Figura 4).



Figura 4: Experimento montando em casa de vegetação. É possível observar mudas mantidas em tubetes inseridos em bandejas, que foram colocadas sob bancadas de cimento. A casa de vegetação é recoberta por sombrites e automaticamente irrigada quatro vezes ao dia. (Piracicaba, SP - 2015).

4.2.2 Experimentos e espécies de estudo

Em fevereiro de 2015, 140 mudas pertencentes a sete espécies (20 mudas por espécie) de recobrimento foram submetidas a um pré-teste com poda apical de maneira não sistemática. Este experimento permitiu que se desenvolvessem ideias de como os tratamentos com poda poderiam ser realizados. Percebeu-se nestes experimentos, por exemplo, que a poda do caule realizada mais distante da gema apical também parecia apresentar resultados positivos (foi a partir desta constatação que se decidiu testar duas alturas de podas diferentes), e que o

acompanhamento das mudas em tubetes por um período de aproximadamente dois meses era viável.

Após este pré-teste, algumas espécies de recobrimento foram selecionadas para estudo, mas devido a limitações de espaço na casa de vegetação, elas foram divididas em três lotes a serem avaliados em períodos diferentes (cada um composto por 3 espécies e 270 indivíduos). Um problema enfrentado foi que no período no qual o terceiro lote de mudas estava sendo acompanhado, ocorreram alguns problemas técnicos com o sistema de irrigação da estufa e consequente perda de muitos indivíduos no terceiro lote. Por este motivo, um quarto lote de mudas foi adquirido. No entanto, assim como o outro, este último lote também sofreu com algumas falhas elétricas do sistema de irrigação e teve considerável perda de indivíduos. Considerando-se a pequena porcentagem de indivíduos que sobreviveram, e a influência da privação hídrica no experimento decidiu-se que não seria viável utilizar nas análises os lotes 3 e 4.

Os lotes de mudas utilizados para análises estatísticas (lotes 1 e 2) e os lotes que não puderam ser utilizados para as análises estatísticas (lote 3 e 4) foram compostos das seguintes espécies:

Lote 1: *Croton floribundus* (Capixingui), *Croton urucurana* (Sangra D`Agua), *Heliocarpus popayanensis* (Pau Jangada).

Lote 2: *Guazuma ulmifolia* (Mutambo), *Solanum granuloso-leprosum* (Fumo Bravo), *Bauhinia forficata* (Pata-de-Vaca).

Lote 3: *Trema micrantha* (Pau Pólvora), *Inga vera* (Ingá) *Croton urucurana* (Sangra D`Agua).

Lote 4: *Trema micrantha* (Pau Pólvora), *Croton urucurana* (Sangra D`Agua), *Senna multijuga* (Pau Cigarra).

Cada espécie teve aproximadamente 90 indivíduos acompanhados. Estes indivíduos foram divididos na proporção aproximada de 30/30/30 nos grupos controle, tratamento 1 e tratamento 2, sendo que:

Controle: grupo de indivíduos no qual a poda da gema apical não foi realizada. Tratamento 1: grupo de indivíduos no qual a poda foi realizada 2cm abaixo da gema apical.

*Tratamento 2: grupo de indivíduos no qual a poda foi realizada 7cm ou 4cm abaixo da gema apical.

*Os indivíduos de *Croton urucurana* do Lote 1 foram os primeiros a serem podados do experimento e por isso seu “Tratamento 2” consistiu em realizar a poda 7cm abaixo da gema apical. Ao final do procedimento a poda aparentou ser visualmente muito severa, e então decidiu-se mudar o procedimento para poda abaixo de 4cm, e não mais 7cm. Desta forma, com exceção de *C. urucurana*, em todas as outras espécies o “Tratamento 2” já foi adaptado para 4cm.

A Tabela 9, apresentada nos Resultados (Item 5.2.1) mostra o número de inicial de indivíduos classificados em cada grupo para cada espécie avaliada, dos lotes 1 e 2 (lotes nos quais foi possível realizar análise). Nos grupos tratamento as podas foram realizadas com uma tesoura de poda comum (idêntica a utilizada no experimento realizado em campo), que era esterilizada com Álcool 70% entre as podas.

4.2.3 Parâmetros analisados e coleta dos dados

Neste experimento a coleta de dados referente aos parâmetros abaixo descritos foi realizada aproximadamente 60 dias após a data da poda apical. As datas exatas podem ser conferidas no cronograma abaixo (tabela 2), mas por conveniência, neste relatório, serão chamadas de avaliação de 60 dias pós poda. Inicialmente considerou-se fazer esta coleta após 30 dias da poda, mas em uma tentativa inicial percebeu-se que os novos ramos eram mais facilmente reconhecíveis após 60 dias, de forma que a coleta dos dados seria mais precisa e confiável nesta segunda opção.

Tabela 2: Cronograma das atividades desenvolvidas na casa de vegetação. Dias pós poda refere-se ao número de dias passados após a realização da poda apical

	<i>Poda apical</i>	<i>Coleta de dados</i>	<i>Dias pós poda</i>
LOTE 1			
<i>C. floribundus</i>	18/05/2015	18/07/2015	61
<i>C. urucurana</i>	13/05/2015	13/07/2015	61
<i>H. popayanensis</i>	19/05/2015	20/07/2015	62
LOTE 2			
<i>B. forficata</i>	13/08/2015	15/10/2015	63
<i>G. ulmifolia</i>	17/08/2015	18/10/2015	62
<i>S. granuloso-leprosum</i>	13/08/2015	15/10/2015	63

Parâmetro 1: Ocorrência de danos

Inicialmente pretendia-se apenas acompanhar e avaliar a sobrevivência das mudas dos diferentes tratamentos na estufa, no entanto, percebeu-se que embora fossem poucos os casos nos quais as mudas morreram, era possível observar mais casos nos quais as plantas sofriam algum tipo de dano, como por exemplo, tinham os ápices do caule secos ou quebrados após um tempo. Desta forma, decidiu-se analisar de forma conjunta todos os danos sofridos pelas plantas, assim, neste estudo dano pode referir-se a plantas mortas, doentes e com ápice caulinar quebrado ou seco.

A coleta dos dados referentes à ocorrência de danos nos indivíduos podados e não podados foi feita através de observações individuais nas mudas após aproximadamente 60 dias após da data da poda, sendo que as datas exatas podem ser conferidas na tabela 2, apresentada no item acima (4.2.3).

Parâmetro 2: Número de ramos novos

O parâmetro analisado nesta parte do estudo consiste no número de ramos adjacentes ao caule principal que surgiram nas 4 gemas superiores após a data da poda (“ramos novos”).

Nos indivíduos controle, as quatro gemas superiores claramente identificáveis eram marcadas e, após aproximadamente 60 dias, estas eram localizadas e o número de ramos novos que possivelmente surgiu contado. Nos indivíduos podados, as quatro gemas logo abaixo do ponto de poda eram marcadas e após 60 dias o número ramos novos que possivelmente desenvolveram-se nestas eram contado.

Deve-se ressaltar que apenas ramos novos eram considerados, então possíveis ramos pré-existent nas gemas acompanhadas não eram contados. Eram considerados ramos as estruturas que possuíam 0.5cm ou mais em seus caules principais – isto foi determinado para evitar que gemas grandes de algumas espécies pudessem ser confundidas com pequenos ramos. Para averiguar esta condição uma régua era utilizada.

4.2.4 Análise dos dados

Parâmetro 1: Análise de danos

O objetivo desta análise foi avaliar se a poda apical na estufa pode causar danos nos indivíduos, desta forma, era necessário analisar se a ocorrência de ramos entre os indivíduos podados (T1 e T2) era diferente dos indivíduos não podados (controle) e, caso diferente, se a ocorrência de danos era maior nos podados ou não podados. Devido ao baixo número de indivíduos, foi necessário considerar todas as espécies em conjunto.

Para realizar esta análise dos danos, primeiramente a partir dos dados brutos, obtivemos a informação de porcentagem de indivíduos com danos para cada tratamento. A distribuição Binomial é a ideal para tratar dados de proporção, possuindo um único parâmetro p que varia de 0 a 1 e é relacionado à proporção de sucessos em certo número de tentativas (no nosso caso, referiu-se ao número de indivíduos sem danos pelo total de indivíduos) (BOLKER, 2008). Desta forma, foram construídos modelos onde variamos esse parâmetro.

Em um dos modelos consideramos que os todos os tratamentos apresentavam a mesma estimativa do parâmetro (M_0), no outro, indivíduos não podados pertenciam a um grupo e indivíduos podados pertenciam a outro (M_1) e no último modelo, cada tratamento teria sua própria estimativa (M_2). Sendo assim, os modelos construídos foram:

M_0 : Não existe diferença entre o número de indivíduos com danos para os tratamentos (controle, T1 e T2). Podemos usar o mesmo parâmetro p da distribuição Binomial para descrever todos tratamentos.

M_1 : O tratamento controle apresenta seu próprio valor de p , enquanto os outros tratamentos (T1, T2) apresentam a mesma estimativa.

M_2 : Cada um dos tratamentos apresenta seus próprios valores do parâmetro p da distribuição Binomial.

Os modelos foram comparados através do Critério de Informação de Akaike (AIC), sendo que foi considerado sendo o melhor modelo aquele que apresentasse o menor valor. Caso a diferença entre os dois modelos fosse menor do que dois, ambos deveriam ser considerados plausíveis (BATISTA, 2009).

Parâmetro 2: Números de ramos novos

Para a análise do número de ramos novos foram utilizados os chamados Modelos lineares generalizados (GLM), utilizando a família de distribuição Poisson (distribuição discreta). Foram criados três modelos:

M0: Não existe diferença entre o número de novos ramos entre os três tratamentos (controle, t1 e t2). Podemos usar o mesmo parâmetro lambda da distribuição Poisson para descrever os três tratamentos.

M1: O tratamento controle apresenta seu próprio valor de lambda, enquanto os outros dois tratamentos apresentam a mesma estimativa.

M2: Cada um dos três tratamentos apresenta seus próprios valores do parâmetro lambda da distribuição Poisson.

Os modelos foram comparados através do Critério de Informação de Akaike (AIC), sendo que para cada espécie era considerado sendo o melhor modelo aquele que apresentasse o menor valor. Caso a diferença entre os dois modelos fosse menor do que dois, ambos deveriam ser considerados plausíveis (BATISTA, 2009).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Estudo realizado em campo

Conforme descrito na metodologia, os dados coletados após 3 e 6 meses da data da poda nos dois plantios, foram utilizados apenas para um acompanhamento do desenvolvimento das copas e não foram o enfoque principal deste estudo. Desta forma, são aqui apresentados os resultados obtidos para as análises dos dados coletados aproximadamente 9 meses após a poda apical realizada nos dois plantios acompanhados.

5.1.1 Número de indivíduos considerados

Conforme apresentado na metodologia, dos dados coletados na medição final (9 meses após poda do grupo tratamento), foram excluídos das análises estatísticas os indivíduos que se enquadrassem em pelo menos uma das sete categorias listadas no item 4.1.4.

Desta forma, os números iniciais de indivíduos selecionados para o estudo, os números de indivíduos excluídos por categoria e os números finais de indivíduos que tiveram seus dados da avaliação final (9 meses após poda do grupo tratamento) submetidos a análises estatísticas, nos Plantios 1 e 2, são apresentados respectivamente nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3: Números de indivíduos ao longo do estudo para o Plantio 1. Onde: SP: espécie; Trat: tratamento; n inicial: número de indivíduos selecionados para estudo; n indivíduos excluídos por categoria: número de indivíduos que foram excluídos da análise estatística por categoria; categoria 1- morto; 2- não encontrado; 3- ponteiro quebrado; 4- tombado; 5- altura insuficiente; 6-dados ausentes; 7 -outros, T: total de indivíduos excluídos da análise estatística; n final: número de indivíduos submetidos a análises estatísticas (Itu, SP - 2015).

SP	Trat	n inicial	n de indivíduos excluídos por categoria								n final
			1	2	3	4	5	6	7	T	
<i>C. floribundus</i>	Controle	35	1	1	2	0	0	0	0	4	31
	Poda	35	1	1	1	0	0	0	0	3	32
	TOTAL	70	2	2	3	0	0	0	0	7	63
<i>C. urucurana</i>	Controle	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
	Poda	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30
	TOTAL	60	0	0	0	0	0	0	0	0	60
<i>G. ulmifolia</i>	Controle	18	4	1	0	0	3	1	0	9	9
	Poda	16	4	2	0	0	3	0	0	9	7
	TOTAL	34	8	3	0	0	6	1	0	18	16
<i>H. popayanensis</i>	Controle	42	1	0	1	0	0	0	0	2	40
	Poda	41	3	1	0	1	0	1	0	6	35
	TOTAL	83	4	1	1	1	0	1	0	8	75
<i>S. granuloso-leprosum</i>	Controle	24	0	0	0	0	0	1	0	1	23
	Poda	22	1	1	0	0	0	0	0	2	20
	TOTAL	46	1	1	0	0	0	1	0	3	43
<i>T. micranta</i>	Controle	17	0	1	0	0	1	0	0	2	15
	Poda	21	3	0	1	0	2	0	0	6	15
	TOTAL	38	3	1	1	0	3	0	0	8	30
<i>I. vera</i>	Controle	18	1	5	0	0	0	0	0	6	12
	Poda	20	1	0	1	0	4	0	0	6	14
	TOTAL	38	2	5	1	0	4	0	0	12	26

*Detalhes sobre as categorias numéricas nas quais são citadas o número de indivíduos excluídos podem ser encontrados no item 4.1.4.

Tabela 4: Números de indivíduos ao longo do estudo para o Plantio 2. Onde: SP: espécie; Trat: tratamento; n inicial: número de indivíduos selecionados para estudo; n indivíduos excluídos por categoria: número de indivíduos que foram excluídos da análise estatística por categoria; categoria 1- morto; 2- não encontrado; 3- ponteiro quebrado; 4- tombado; 5- altura insuficiente; 6-dados ausentes; 7 -outros, T: total de indivíduos excluídos da análise estatística; n final: número de indivíduos submetidos a análises estatísticas (Itu, SP – 2015).

SP	Trat	n inicial	n de indivíduos excluídos por categoria								n final
			1	2	3	4	5	6	7	T	
<i>C. floribundus</i>	Controle	27	0	1	0	1	0	1	0	3	24
	Poda	26	0	0	0	1	0	4	1	6	20
	TOTAL	53	0	1	0	2	0	5	1	9	44
<i>C. urucurana</i>	Controle	86	0	0	4	1	1	5	0	11	75
	Poda	88	1	1	2	0	1	4	0	9	79
	TOTAL	174	1	1	6	1	2	9	0	20	154
<i>G. ulmifolia</i>	Controle	14	0	1	0		1	2	1	5	9
	Poda	12	0	0	0		0	1	1	2	10
	TOTAL	26	0	1	0		1	3	2	7	19
<i>H. popayanensis</i>	Controle	52	0	0	8	0	1	1	0	10	42
	Poda	50	0	0	7	0	0	2	0	9	41
	TOTAL	102	0	0	15	0	1	3	0	19	83
<i>T. micranta</i>	Controle	7	0	0	0	0	0	1	0	1	6
	Poda	8	0	0	0	0	1	1	0	2	6
	TOTAL	15	0	0	0	0	1	2	0	3	12

*Detalhes sobre as categorias numéricas nas quais são citadas o número de indivíduos excluídos podem ser encontrados no item 4.1.4.

Um fato que deve-se observar a partir da categoria de exclusão 1 (indivíduos mortos), é o número de indivíduos mortos para o grupo podado e para o grupo não podado. Para o plantio 1, dentre as sete espécies acompanhadas, quatro apresentaram números iguais de indivíduos mortos. Já para o plantio 2, dentre as cinco espécies acompanhadas, quatro apresentaram números iguais de indivíduos mortos. Sendo assim, ao considerarmos os plantios em conjunto pode-se afirmar que em 2/3 dos casos o número de indivíduos mortos entre plantas podadas e não podadas, por espécie avaliada e por plantio, foi igual. Isto é um indicativo de que, nas espécies avaliadas, a poda não aparenta levar os indivíduos a morte.

5.1.2 Análise de área de copa

Em campo observou-se que grande parte dos indivíduos podados desenvolveram ramos laterais e produziram copas maiores que alguns dos indivíduos da mesma espécie que não foram podados, como se poderia esperar (exemplos destes casos são apresentados nas figuras 5,6 e 7). No entanto, os dados do conjunto total de indivíduos de cada espécie mostram resultados mais complexos do que os esperados inicialmente, como será descrito a seguir.



Figura 5: Indivíduos de *H. popayanensis* na avaliação final (9 meses após poda do grupo tratamento). Em a) indivíduo controle (não podado) apresentando apenas um ramo principal. Em b) indivíduo podado apresentando 4 ramos principais. As linhas amarelas acompanham os ramos principais para melhor visualização (Itu, SP -2015).



Figura 6: Indivíduos de *C. floribundus* na avaliação final (9 meses após poda do grupo tratamento). Em a) indivíduo controle (não podado) apresentando apenas um ramo principal. Em b) indivíduo podado apresentando 2 ramos principais. As linhas amarelas acompanham os ramos principais para melhor visualização (Itu, SP -2015).



Figura 7: Indivíduos de *T. micrantha* na avaliação final (9 meses após poda do grupo tratamento). Em a) indivíduo controle (não podado) apresentando apenas um ramo principal. Em b) indivíduo podado apresentando 2 ramos principais. As linhas amarelas acompanham os ramos principais para melhor visualização (Itu, SP - 2015).

Plantio 1: Os resultados obtidos para as espécies presentes no primeiro plantio são apresentados na Tabela 5. Como os valores obtidos pelo Barlett teste são sempre ≥ 0.05 , não houve problemas em relação à homogeneidade de variâncias e o teste t pode ser realizado. No entanto, como os p valores do teste t foram sempre ≥ 0.05 , não rejeitamos H_0 para nenhuma espécie, o que significa que todos os testes deram não significativos (não houve diferença entre as áreas de copa das plantas podadas e não podadas, em nenhuma espécie).

Tabela 5: Valores para o teste de variância de Barlett e teste t das áreas das copas dos indivíduos acompanhados no Plantio 1 por espécie (9 meses pós poda), onde t é o valor do teste e gl é o grau de liberdade.

	VARIÂNCIA	TESTE T		
	Bartlett teste	t	gl	p valor
<i>H. popayanensis</i>	0.98	0.49	71.7	0.6255
<i>C. floribundus</i>	0.79	-0.21	60.9	0.8297
<i>S. granuloso-leprosum</i>	0.18	1.62	40	0.1115
<i>I. vera</i>	0.38	0.17	20.6	0.8592
<i>G. ulmifolia</i>	0.50	0.33	14	0.7444
<i>T. micrantha</i>	0.63	-0.2	27.5	0.84
<i>C. urucurana</i>	0.1	1.21	53.2	0.23

Ao se observar os boxplots (Figura 8) para cada espécie avaliada, podemos notar que existe uma grande dispersão nos resultados sobretudo no controle (vide boxplots). Pôde-se observar também nos boxplots a presença de outliers em parte das espécies amostradas e a posição descentralizada da linha mediana dentro das caixas dos diagramas indicando que a maioria das espécies e grupos apresentam dados assimétricos.

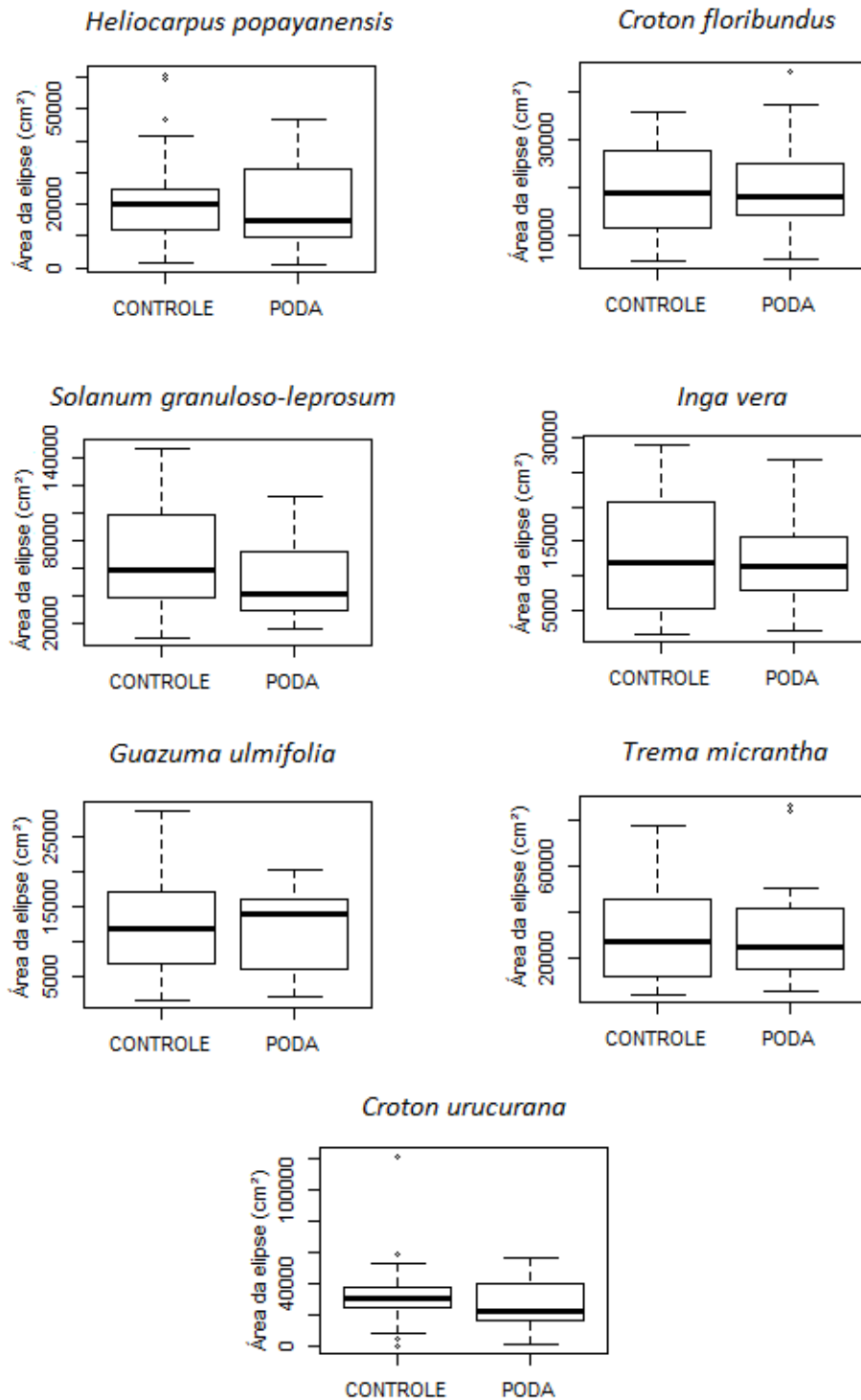


Figura 8: Boxplots representando área da copa (cm²) dos indivíduos podados e não podados de *Heliocarpus popayanensis*, *Croton floribundus*, *Solanum granuloso-leprosum*, *Inga vera*, *Guazuma ulmifolia*, *Trema micrantha* e *Croton urucurana* acompanhados no Plantio 1, aproximadamente 9 meses após a poda apical dos indivíduos pertencentes ao grupo tratamento, em outubro de 2015. (Itu, SP - 2015).

Essa dispersão nos resultados já era esperada em indivíduos podados e não podados, uma vez que os plantios são compostos por espécies nativas não selecionadas, onde vários genótipos distintos devem existir na população de cada espécie. Todavia, ao contrário da expectativa inicial desse projeto, o tamanho das copas no controle variou amplamente no campo. Pôde-se observar que essa grande variação resultava do fato de que, muitos indivíduos após terem sido marcados como pertencendo ao grupo controle (inicialmente apresentavam um único eixo principal), sofreram em campo um processo de poda apical natural que resultou na formação de ramos laterais e na não manutenção de apenas um tronco linear com copa simples acima (exemplos nas figuras 9 e 10).

Essa poda natural parece resultar de vários fatores distintos como seca do ápice da planta (seca do ponteiro), corte do eixo superior pelo ataque de insetos, quebra do ápice da planta durante as operações de capina para a manutenção da área. Em todos esses casos a perda do ápice caulinar induziu o surgimento de ramos laterais e a formação de uma copa mais ampla do que seria esperado. As observações feitas no campo indicavam que o ponto de ramificação do tronco podia variar amplamente nesses indivíduos podendo estar a 40-50cm ou 1.0-1,50 do chão. Essa dispersão do ponto de brotamento lateral reforça a ideia de que essa poda natural não resultou de um evento único que tivesse atuado por toda área sincronicamente e sim a incidência de fatores distintos que ocorreram aleatoriamente no tempo

Se naturalmente as árvores pioneiras apresentam uma poda natural dos seus ápices caulinares e isso resulta em copas tão amplas como as podadas manualmente, poder-se-ia concluir que a realização da poda não acrescenta vantagens e seria desnecessária, contrariando assim a expectativa inicial do projeto. Essa conclusão embora possível deve ser vista com reservas, pois os resultados finais até aqui obtidos descrevem a resposta da poda seguida de um período seco (outono e inverno), e de um curto período de chuvas (primavera). Enquanto a poda natural pode ter permitido diferentes tempos e condições de crescimento após a sua ocorrência (mais precoce ou mais tardia), a poda artificial se deu em todos os indivíduos num único momento, submetendo todos a uma mesma condição de resposta posterior. Assim, enquanto no controle os indivíduos não podados seguiram crescendo e aumentando as suas copas, e os indivíduos que sofreram poda natural cresceram suas copas por períodos variados, todos os indivíduos podados tiveram uma resposta sincrônica e única. Esse argumento não visa dizer que a poda artificial é necessária, apenas visa indicar que talvez novas mensurações após um verão chuvoso (o que se pretende fazer) venham a mostrar um aumento mais significativo das áreas de copa nas árvores podadas artificialmente do que no controle. No entanto, isso se

constitui numa nova hipótese a ser testada, pois até o momento não se constatou a existência de diferença entre controle e o tratamento (podados).



Figura 9: Indivíduos de *Trema micranta* na avaliação final (9 meses após poda do grupo tratamento). Em a) indivíduo controle (não podado) apresentando apenas um ramo principal. Em b) indivíduo também controle (não podado) apresentando mais de um ramo principal. As linhas amarelas acompanham os ramos principais para melhor visualização (Itu, SP - 2015).



Figura 10: Indivíduos de *C.urucurana* na avaliação final (9 meses após poda do grupo tratamento). Em A) indivíduo controle (não podado) apresentando apenas um ramo principal. Em B) indivíduo também controle (não podado) apresentando 3 ramos principais. As linhas amarelas acompanham os ramos principais para melhor visualização (Itu, SP - 2015).

Plantio 2: Os resultados obtidos para as espécies presentes no segundo plantio são apresentados na Tabela 6. Devido ao baixo número de indivíduos de Pau Pólvora e Mutambo, não foi possível realizar análises estatísticas com estes. Para as espécies restantes, em *C. urucurana* (Sangra D'Água) e *H. popayanensis* (Algodoeiro) não apresentaram variâncias homogêneas. Desta forma, para permitir a realização do teste t, foi realizada uma transformação Box-Cox, que tornou os dados homogêneos (tabela 6). A partir disto, o teste t foi realizado com os dados transformados. Todos os testes deram não significativos (não houve diferença entre as áreas de copa das plantas podadas e não podadas, em nenhuma espécie).

Tabela 6: Valores para o teste de variância de Bartlett e teste t das áreas de copas dos indivíduos acompanhados no Plantio 2 por espécie (9 meses pós poda), onde t é o valor do teste e gl é o grau de liberdade.

	VARIÂNCIA	Variância com transformação Box-Cox	TESTE T		
	Bartlett teste		t	gl	p valor
<i>H. popayanensis</i>	0.006	0.598	0.27	1	0.5989
<i>C. floribundus</i>	0.766	-	-0.44	39.4	0.6599
<i>C. urucurana</i>	0.008	0.216	0.34	143.5	0.7292

Ao observar os boxplots (Figura 11) para cada espécie avaliada, podemos notar que assim como no plantio 1, existe uma grande dispersão nos resultados (vide boxplots). Como discutido acima, até esse momento os resultados são contrários aos esperados, sugerindo que a poda pode não ser necessária.

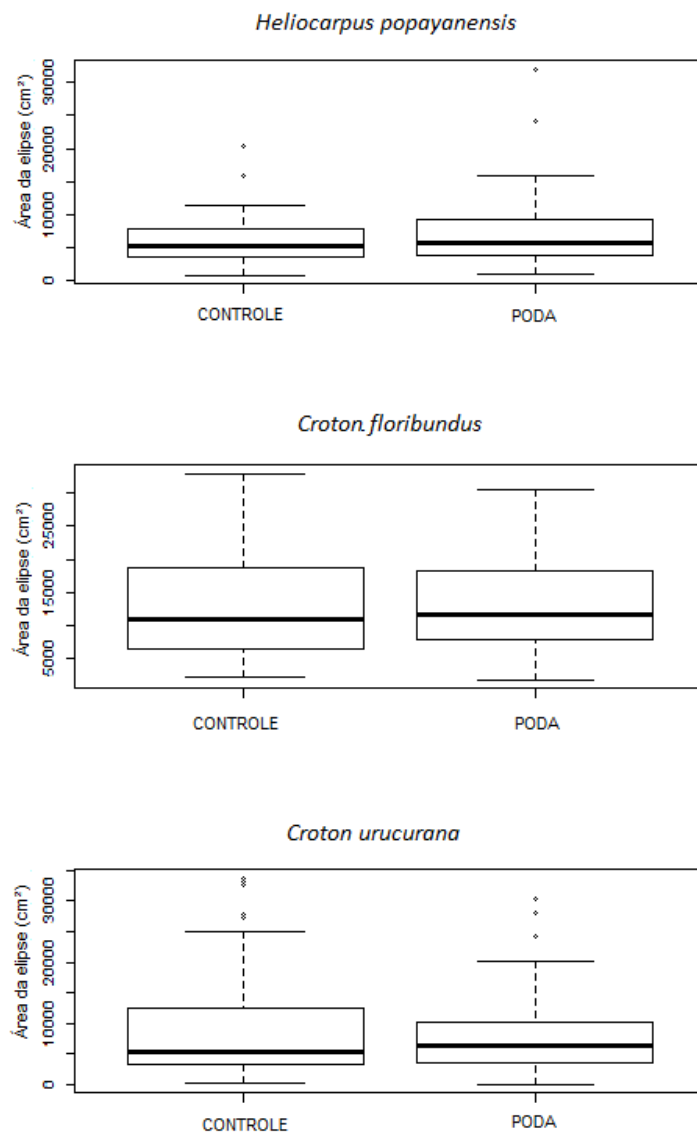


Figura 11: Boxplots representado área da copa (cm²) dos indivíduos podados e não podados de *Heliocarpus popayanensis*, *Croton floribundus* e *Croton urucurana*, acompanhados no Plantio 2, em dezembro de 2015, aproximadamente 9 meses após a poda apical dos indivíduos pertencentes ao grupo tratamento (Itu, SP - 2015).

Novamente pode-se argumentar que enquanto a planta não podada permanece crescendo, a planta podada tem de responder a perda da gema apical e deve investir os recursos que dispuser no desenvolvimento de uma ou mais gemas laterais, que só gradualmente podem vir a resultar numa copa mais ampla. Ainda que a remoção de tecidos promovida pela poda seja pequena, a resposta de produção de gemas laterais não é instantânea, demorando certo tempo para acontecer - em especial quando após a poda seguiram-se os meses de outono e inverno. Somando-se a isso o fato de que o experimento foi conduzido após o ano de 2014 extremamente seco e durante o ano de 2015 também com grande estresse hídrico. Ou seja, existe ainda a possibilidade de que as diferenças se alterem após um período de tempo maior após a aplicação do tratamento, algo que ainda precisa ser comprovado.

Outro aspecto observado em campo e que pode ter tido influência nos resultados observados, também discutido com o Dr. André G. Nave*, foi a presença do adubo verde nos plantios, que pode ter favorecido o estiolamento dos indivíduos. Uma razão que poderia explicar um retardo no desenvolvimento das copas seria a presença do adubo verde em alta densidade no local que, produzindo competição por luz entre as plantas da adubação verde e as espécies pioneiras, teria induzido nessas últimas um maior investimento de recursos no crescimento vertical e não no crescimento de ramos laterais e na consequente abertura da copa dos indivíduos podados, reduzindo o potencial de sua expansão lateral e a diferenciação entre controle e tratamento.

*Comunicação pessoal com o Dr. André G. Nave.

Nos meses finais deste estudo decidiu-se que a coleta quanto ao número principal de ramos presente em cada planta acompanhada em campo poderia ser realizada, pois esta informação poderia ser válida e útil na análise dos dados. Infelizmente, esta ideia só surgiu ao final do projeto, e assim este dado só pode ser coletado na última medição, realizada aos 9 meses pós-poda, no Plantio 2. Como este dado foi coletado apenas nesta ocasião, considerou-se que a análise estatística não seria possível, no entanto, as informações permitiram uma reflexão geral sobre a situação que foi encontrada no campo.

Seguindo o diagrama apresentado abaixo (Figura 12), podemos resumir os acontecimentos/ações ao longo deste estudo: Inicialmente, no início deste estudo, foi feita a seleção dos indivíduos presentes nos plantios que fariam parte desta pesquisa. Nesta seleção foram excluídos aqueles que já estavam ramificados (indivíduos A) por terem sofrido um processo de poda natural (provavelmente por predação ou seca da gema apical). Assim, aqueles selecionados para o estudo foram os que apresentavam apenas um ramo principal (indivíduos B). Do total de indivíduos selecionados, metade foi aleatoriamente colocada no grupo controle (indivíduos Bc) e a outra metade no grupo tratamento (indivíduos Bp). Na fase de aplicação dos tratamentos nenhuma ação foi realizada com o grupo Bc, e no grupo Bp a poda da gema apical foi realizada. Ao final do período de observações (9 meses pós-poda do grupo tratamento) a situação observada em campo permitiu a identificação de alguns eventos diferentes em cada grupo. No grupo controle (Bc), parte dos indivíduos sofreu poda natural e acabou apresentando dois ou mais ramos principais (grupo B1). Outra parte não sofreu poda natural e permaneceu com apenas um ramo principal, seguindo mais aquilo que era esperado ao início deste estudo (grupo B2). No grupo tratamento (Bp), parte dos indivíduos, mesmo tendo sofrido a poda apical, apresentou apenas um ramo principal como dominante (grupo B3), ou porque apenas uma das gemas laterais desenvolveu-se em ramo, ou porque apesar de várias

terem desenvolvido-se em ramos, apenas um dos ramos dominou estruturalmente a planta. Outra parte, de acordo com o esperado por este estudo, apresentou 2 ou mais ramos principais ao final das observações (grupo B4).

A situação ilustrada por este diagrama, possivelmente aponta mais um motivo para a ausência de diferenças estatísticas nas copas dos podados e não podados: durante a análise estatística, os grupos comparados foram as copas dos grupos B1 e B2 juntos (controle), contra a copa dos grupos B3 e B4 juntos (tratamento). Assim, os grupos comparados incluem indivíduos controle que sofreram poda natural (B1) – e de certa forma, deixaram de ser controle – e indivíduos podados que não desenvolveram mais que um ramo principal (B3) (tratamentos que não “funcionaram”). É claro que esta comparação geral, considerando os acontecimentos naturais (ocorrência de poda natural e não efetividade do tratamento de poda artificial) é importante e válida, mas o que se levanta aqui é que possivelmente, se uma comparação entre as copas de indivíduos que não sofreram poda e permanecem com um ramo principal (grupo B2) contra os que sofreram poda e ramificaram (grupo B4) fosse realizada, possivelmente diferenças estatísticas apareceriam. De qualquer forma, acredita-se que a coleta de dados quanto ao número de ramos principais feita de maneira mais abrangente e com um n significativo poderia permitir uma análise muito mais elaborada: seria possível comparar tanto blocos gerais (B1 e B2 x B3 e B4), quanto individuais – B1 x B4, B2 x B3, B2x B4, etc.

Com os dados coletados para o plantio 2, conforme ressaltado anteriormente, não foi possível realizar análises estatísticas, no entanto, para colaborar no entendimento deste estudo foi levantado o dado de porcentagem do total de indivíduos controle que ramificaram e não ramificaram (B1 e B2), e do total de indivíduos podados que ramificou e não ramificou (B4 e B3), para os indivíduos de Algodoeiro, Sagra d'água e Capixingui. Estes dados podem ser observados também no diagrama abaixo.

A partir destas porcentagens, pode-se observar outro fato válido: apesar de nos controles existirem ocorrências de poda natural e ramificação, a porcentagem dos indivíduos em que este fato ocorreu não é muito grande (24-31%), de maneira que, conforme imaginava-se, a grande maioria (64-79%) dos indivíduos controle segue com um ramo principal sem ramificações. Da mesma forma, apesar de dentre os indivíduos podados existirem casos onde a planta permanece com um ramo principal, não tendo nenhum ganho com a poda, a porcentagem de indivíduos em que isto ocorreu foi pequena (5-21%), de forma que na grande maioria dos casos (79%-95%) os indivíduos podados apresentaram dois ou mais ramos principais. Isto possivelmente seria um indicativo de que, apesar de a poda natural já ocorrer (em frequência aparentemente pequena) sem necessidade de intervenção, a poda artificial representaria uma ferramenta que

iria “garantir” que a maioria dos indivíduos de fato ramificasse e possivelmente assim aumentasse sua copa. Somando-se a isso, além de possivelmente garantir essa ocorrência da ramificação (aumentar a frequência deste evento), a poda artificial também, conforme discutido para o Plantio 1, poderia ser vantajosa por submeter todos os indivíduos a uma mesma condição no mesmo momento, de maneira que as respostas posteriormente obtidas poderiam ser mais sincrônicas (por exemplo, o ponto de ramificação poderia ser mais uniforme) – a partir disto, seria possível mais uma vez garantir que a poda ocorresse no momento em que esta irá permitir/incentivar mais facilmente a produção de respostas positivas.

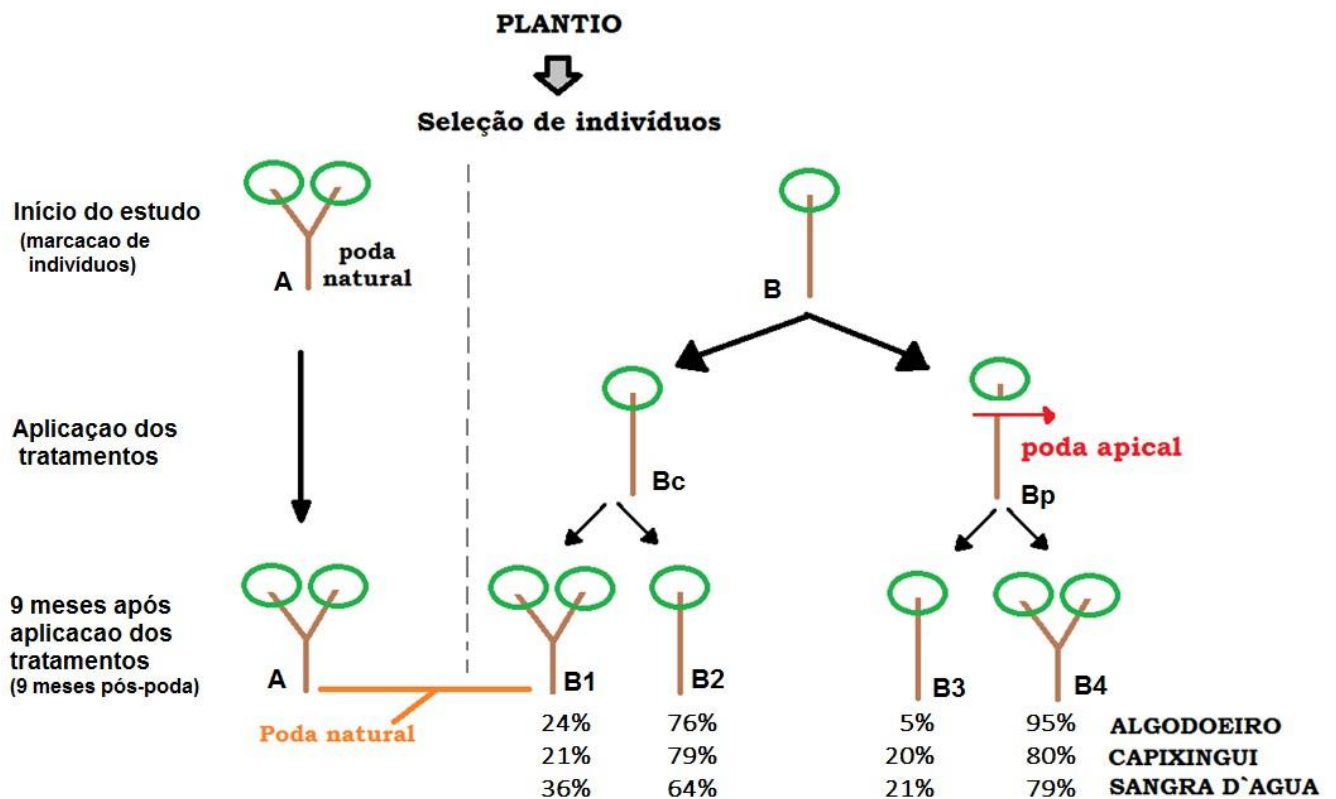


Figura 12: Diagrama representando grupos selecionados e não selecionados para estudo e os acontecimentos e situações encontradas nas observações de 9 meses após poda do grupo tratamento no Plantio 2. Onde, A: indivíduos já ramificados (sofreram poda natural) não incluídos no estudo; B: indivíduos selecionados para estudo; Bc: indivíduos sorteados para o grupo controle; Bp: indivíduos sorteados para o grupo tratamento que foram podados; B1: indivíduos do grupo controle que apresentaram dois ou mais ramos principais; B2: indivíduos do grupo controle que apresentaram apenas um ramo principal; B3: indivíduos do grupo podado que apresentaram apenas um ramo principal; B4: indivíduos do grupo podado que apresentaram dois ou mais ramos principais. As porcentagens representam a quantidade de indivíduos de controle ou podado que se subdividiram em cada grupo.

5.1.3 Análise de altura

Plantio 1: Os resultados obtidos para o primeiro plantio são apresentados na Tabela 7. Não houve problemas em relação à homogeneidade de variâncias, já que os valores obtidos pelo Bartlett foram sempre ≥ 0.05 e o teste t pode ser realizado. Já no teste t, quase todas as espécies deram não significativo (p valores do teste t ≥ 0.05) o que quer dizer que não houve diferenças entre os valores de altura encontrados nas plantas podadas e não podadas.

Na espécie *H. popayanensis* (Algodoeiro), no entanto, como p foi ≤ 0.05 , concluiu-se que houve diferença nas alturas entre os grupos, sendo que as plantas não podadas apresentaram uma média de altura maior do que as plantas podadas

Tabela 7: Valores para o teste de variância de Bartlett e teste t das alturas dos indivíduos acompanhados no Plantio 1, onde t é o valor do teste e gl é o grau de liberdade.

	VARIÂNCIA	TESTE T		
	Bartlett teste	t	Gl	p valor
<i>H. popayanensis</i>	0.28	2.03	66.5	0.04622*
<i>C. floribundus</i>	0.34	-0.03	59.8	0.9753
<i>S. granuloso-leprosum</i>	0.35	0.07	36.6	0.9372
<i>I. vera</i>	0.26	0.77	19.6	0.4468
<i>G. ulmifolia</i>	0.09	0.42	12.3	0.6756
<i>T. micrantha</i>	0.57	-0.66	27.3	0.512
<i>C. urucurana</i>	0.65	1.86	57.6	0.06677

***valores significativos ($p \leq 0.05$)**

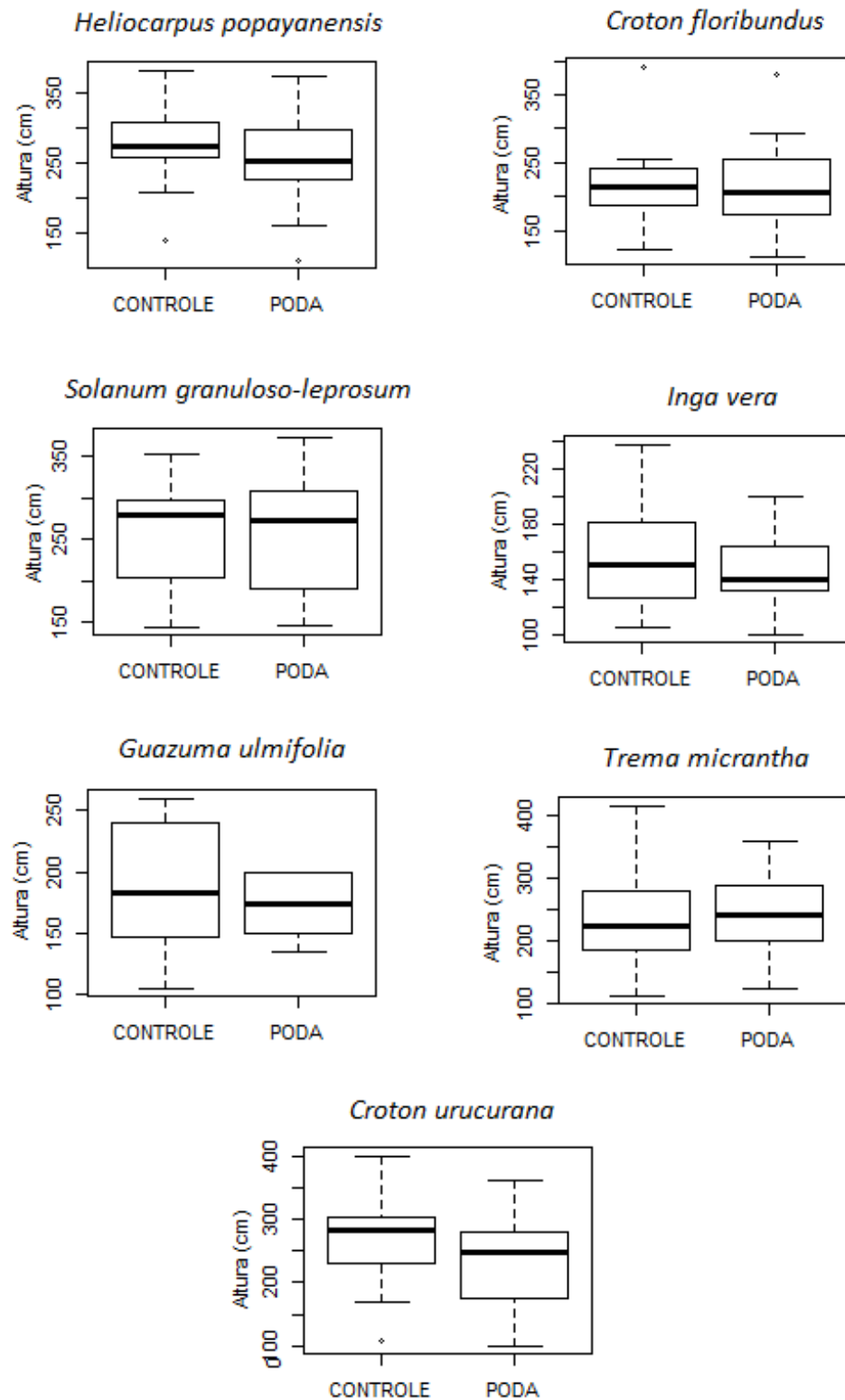


Figura 13: Boxplot representado altura (cm) dos indivíduos podados e não podados de *Heliocarpus popayanensis*, *Croton floribundus*, *Solanum granuloso-leprosum*, *Inga vera*, *Guazuma ulmifolia*, *Trema micrantha* e *Croton urucurana*, acompanhados no Plantio 1, aproximadamente 9 meses após a poda apical dos indivíduos pertencentes ao grupo tratamento, em outubro de 2015 (Itu, SP - 2015).

Plantio 2: Os resultados obtidos para o segundo plantio os são apresentados na Tabela 8. Assim como no caso da área de copa, devido ao baixo número de indivíduos de *T.micrantha* (Pau Pólvora) e *G. ulmifolia* (Mutambo), não foi possível realizar análises estatísticas com estes. Para as outras espécies não houve problemas em relação à homogeneidade de variâncias, já que os valores obtidos pelo Barllet foram sempre ≥ 0.05 e o teste t pode ser realizado.

Já no teste t, quase todas as espécies deram resultado não significativo (p valores do teste t ≥ 0.05) o que quer dizer que não houve diferenças entre os valores de altura encontrados nas plantas podadas e não podadas.

Na espécie *C. floribundus* (Capixingui), no entanto, como p foi ≤ 0.05 , concluiu-se que houve diferença nas alturas entre os grupos, sendo que as plantas não podadas apresentaram uma média de altura maior do que as plantas podadas.

Tabela 8: Valores para o teste de variância de Barllet e teste t das alturas dos indivíduos acompanhados no Plantio 2, onde t é o valor do teste e gl é o grau de liberdade.

	VARIÂNCIA	TESTE T		
	Bartlett teste	t	gl	p valor
<i>H. popayanensis</i>	0.923	0.93	80.7	0.3532
<i>C. floribundus</i>	0.3877	3	41.99	0.004451*
<i>C. urucurana</i>	0.944	0.96	151.7	0.3349

***valores significativos ($p \leq 0.05$)**

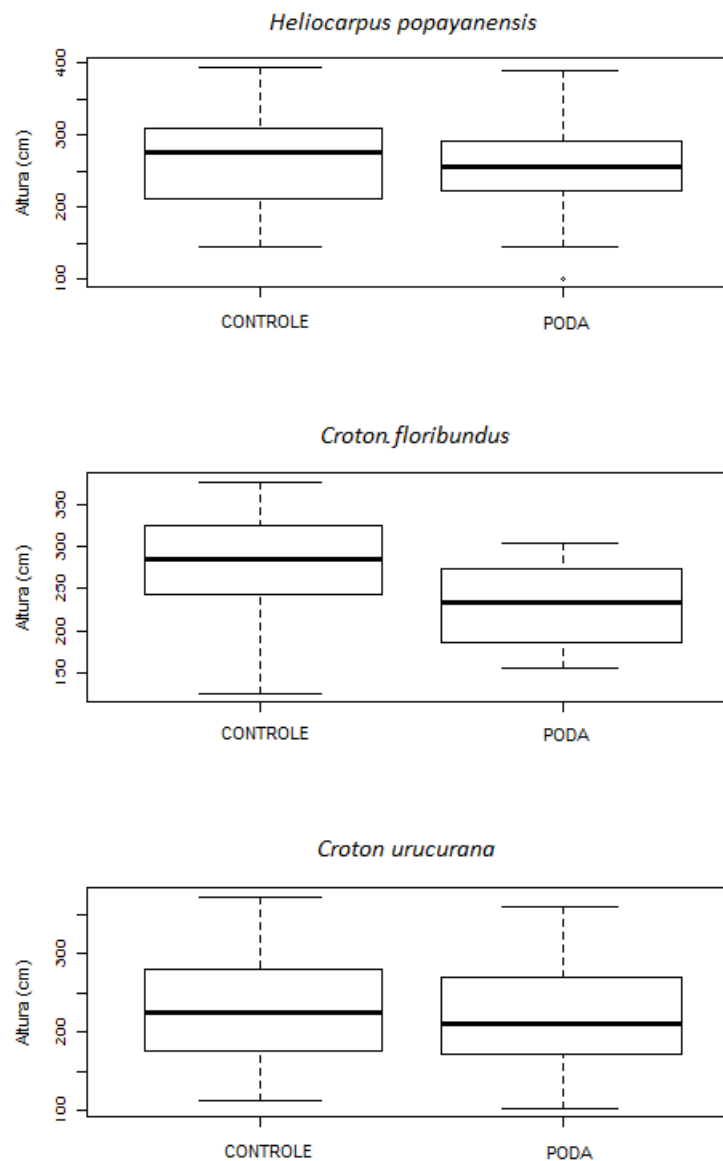


Figura 14: Boxplot representado altura (cm) dos indivíduos podados e não podados de *Heliocarpus popayanensis*, *Croton floribundus* e *Croton urucurana*, acompanhados no Plantio 2, aproximadamente 9 meses após a poda apical dos indivíduos pertencentes ao grupo tratamento, em dezembro de 2015. (Itu, SP - 2015).

De acordo com o que foi constatado para o *H. popayanensis* (Algodoeiro) e *C. floribundus* (Capixingui), como a poda da gema apical quebra a dominância e permite o crescimento dos ramos laterais, já esperava-se que as plantas podadas pudessem ter inicialmente uma perda em altura, já que por certo período parariam de investir em crescimento vertical para investir na formação de ramos laterais.

No entanto, essa diferença pode ser momentânea, ou mesmo que seja permanente não representa vantagem ou desvantagem para o processo de restauração florestal uma vez que o aspecto mais importante não é a altura da árvore e sim sua cobertura, pois a principal importância das espécies de recobrimento (intolerantes a sombra) é justamente sombrear o local

para que outras espécies (tolerantes a sombra) consigam se desenvolver, e não atingir grandes alturas. Sendo assim, mesmo que um indivíduo podado fosse mais baixo que o outro, nenhum efeito negativo adviria desse fato para a restauração.

De qualquer maneira, isto só foi constatado para duas espécies e acredita-se que esta perda em altura será compensada no longo prazo.

5.2 Estudo realizado na casa de vegetação

5.2.1. Análise de danos

Conforme descrito na metodologia, a coleta de dados referente a ocorrência de danos foi feita através de observações aproximadamente 60 dias após a data da poda (do grupo tratamento). Os resultados obtidos de número de indivíduos por categoria de dano são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9: Números de inicial de indivíduos ao longo do estudo e número de indivíduos que sofreram danos por categoria para as espécies avaliadas em casa de vegetação. Onde: SP: espécie; Trat: tratamento; n inicial: número de indivíduos selecionados para estudo; n indivíduos com dano por categoria: número de indivíduos que sofreu danos classificado por categoria; Dano total: número total de indivíduos que sofreram danos (inclui todas as categorias) (Piracicaba, SP - 2015).

SP	Trat	n inicial	n indivíduos com dano por categoria				Dano total
			Morto	Secou ponteiro	Quebrou ponteiro	Doente	
<i>C. floribundus</i>	Controle	30	0	0	0	0	0
	T1	30	0	0	0	0	0
	T2	30	0	0	0	0	0
<i>C. urucurana</i>	Controle	28	0	0	0	1	1
	T1	29	0	0	0	0	0
	T3	30	0	1	0	0	1
<i>H. popayanensis</i>	Controle	27	1	1	0	0	2
	T1	27	0	6	0	0	6
	T2	28	1	2	0	0	3
<i>B. forficata</i>	Controle	30	0	3	5	0	8
	T1	30	0	0	0	0	0
	T2	30	0	1	0	0	1
<i>G. ulmifolia</i>	Controle	30	0	6	1	0	7
	T1	30	0	1	0	0	1
	T2	30	0	0	0	0	0
<i>S. granulo-leprosum</i>	Controle	30	0	1	0	0	1
	T1	30	0	0	0	0	0
	T2	30	0	2	0	0	2

Todos os danos sofridos pelas plantas foram analisados de maneira conjunta. Os modelos construídos que são descritos na metodologia foram comparados e, por ser o que apresentou o menor valor de AIC, o modelo 1 foi considerado como sendo o melhor para descrever os dados. Este modelo divide os indivíduos em podados e não podados, de forma que estes dois grupos apresentam seus valores de p (Tabela 10). Isto significa que indivíduos podados pertencem a um grupo e indivíduos não podados pertencem a outro, sendo que é esperado que no tratamento controle 10.85% dos indivíduos apresentem danos, enquanto que nos tratamentos de poda (T1 e T2) 3.95% dos indivíduos apresentem danos. A Figura 15, ilustra a probabilidade de existência de certo número de indivíduos com dano, se um total de 20 indivíduos forem considerados.

Tabela 10: Comparação de modelos construídos para a ocorrência de danos nos indivíduos podados e não podados de *Croton floribundus*, *Croton urucurana*, *Heliocarpus popayanensis*, *Bauhinia forficata*, *Guazuma ulmifolia*, *Solanum granuloso-leprosum*, acompanhados em casa de vegetação, onde dano pode referir-se a plantas mortas, doentes e com ápice caulinar seco ou quebrado. Na tabela, AIC é o Critério de Informação de Akaike, dAIC é a diferença do menor valor para os demais e df são os graus de liberdade de cada modelo. Dados coletados aproximadamente 60 dias após a data da poda das mudas (Piracicaba, SP - 2015).

Modelos	AIC	dAIC	df
M1	242.1	0	2
M2	246.1	4	4
M0	249	6.9	1

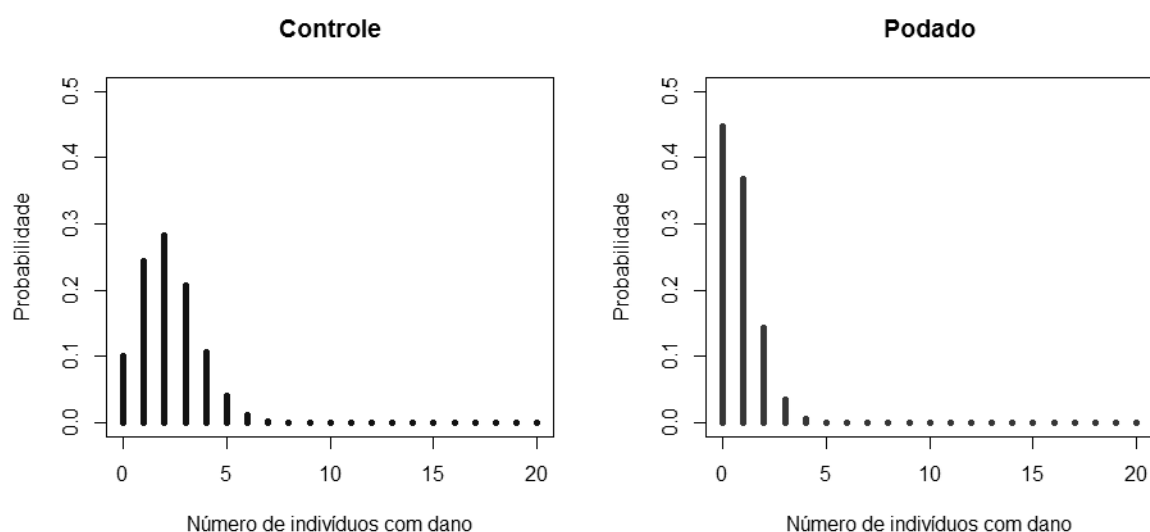


Figura 15: Modelo 1 – probabilidade do número de indivíduos com dano para todas as espécies avaliadas no estudo. Detalhes são providenciados no texto abaixo. (Piracicaba, SP - 2015).

A partir dos resultados, é possível concluir que com relação a ocorrência de danos nas plantas, existem padrões diferentes entre os indivíduos podados e não podados, sendo que o padrão entre os indivíduos podados a diferentes alturas (T1 e T2) é o mesmo. Contrariamente ao que poderia ser esperado após um procedimento que retira parte do tecido vegetal (poda), os indivíduos não podados apresentaram uma maior probabilidade de danos do que os indivíduos podados. Pode-se observar na Figura 15, por exemplo, que se considerássemos um total de 20 indivíduos, existiria uma probabilidade de aproximadamente 30% de encontrarmos 2 indivíduos com danos no tratamento controle, contra 15% de chance de encontrarmos a mesma situação nos indivíduos podados a diferentes alturas (T1 e T2).

Desta forma, pode-se concluir que nesse experimento em casa de vegetação a poda apical não foi um elemento causador de danos nos indivíduos das espécies avaliadas, não possuindo assim, contraindicações com relação a este aspecto.

5.2.1 Análise de ramos novos

Ao realizar a comparação dos modelos construídos (vide metodologia) por cada espécie, através do AIC, encontramos que para a maioria das espécies o modelo adequado foi o M1, com exceção do mutambo (*G.ulmifolia*), onde o modelo adequado foi o M2 (Tabela 11).

Tabela 11: Modelos construídos (m1, m2 e m0) para número de novos ramos por espécie. Onde AIC é o Critério de Informação de Akaike, dAIC é a diferença do menor valor para os demais e df são os graus de liberdade do modelo. Os modelos considerados apropriados para cada espécie são os que possuem o menor valor de AIC e estão em negrito.

Espécie	Modelo	AIC	dAIC	df
<i>B. forficata</i>	m1	234.1	0	2
	m2	234.5	0.4	3
	m0	271.5	37.4	1
<i>C. floribundus</i>	m1	210.1	0	2
	m2	211.7	1.7	3
	m0	299.1	89.1	1
<i>C. urucurana</i>	m1	205.7	0	2
	m2	207.6	1.9	3
	m0	303.9	98.2	1
<i>H. popayanensis</i>	m1	183.9	0	2
	m2	185	1.1	3
	m0	222	38.1	1
<i>G. ulmifolia</i>	m2	234.4	0	3
	m1	234.8	0.4	2
	m0	238.1	3.7	1
<i>S. granuloso-leprosum</i>	m1	146.9	0	2
	m2	148.7	1.8	3
	m0	209	62.1	1

Isto permite concluir que, na maioria das espécies, seguindo o Modelo 1, não existe diferença entre os números de ramos novos entre os dois tratamentos de poda (que usaram diferentes alturas), podendo estes ser agrupados em conjunto (pois tem o mesmo padrão lambda). No entanto, entre este conjunto de indivíduos podados (T1 e T2) e o conjunto de indivíduos não podados (controle) existe diferença, sendo que o conjunto de indivíduos podados apresentou o maior número de ramos esperados (Tabela 12).

Diferentemente da maioria, a espécie *G. ulmifolia* teve o Modelo 2 como sendo o mais adequado. Este modelo separa os tratamentos individualmente, seguindo cada um seu próprio parâmetro lambda. O número de ramos esperados foi maior para T2, seguido por T1 e pelo controle, que teve o menor valor (Tabela 12).

Tabela 12: Modelos adequados e valor esperado para o número de novos ramos, segundo o modelo, 60 dias após a poda do grupos T1 e T2 (onde a poda foi realizada em diferentes alturas) e do grupo controle, onde a poda não foi realizada, para as espécies acompanhadas em casa de vegetação. (Piracicaba, SP - 2015)

SPP	Modelo adequado	Número de ramos esperados		
		CONTROLE	T1	T2
<i>B. forficata</i>	M1	0.54	2.49	2.49
<i>C. floribundus</i>	M1	0.133	2.45	2.45
<i>C. urucurana</i>	M1	0.074	2.63	2.63
<i>G. ulmifolia</i>	M2	0.86	1.24	1.73
<i>H. popayanensis</i>	M1	0.32	1.98	1.98
<i>S. granuloso-leprosum</i>	M1	0	1.36	1.36

* Deve-se ressaltar que para as espécies que tem o m1 como modelo adequado, os números de ramos esperados para T1 e T2 são iguais, pois este modelo agrupa os indivíduos podados em um mesmo parâmetro lambda.

Desta forma pode-se concluir que a poda apical em todas as espécies avaliadas causou o surgimento de ramos laterais, sendo que para a espécie *G. ulmifolia*, é esperado que a poda realizada 4cm abaixo da gema apical produza mais ramos do que a poda realizada 2cm abaixo da gema apical.

Apesar desta constatação, é válido analisar qual é o número esperado de ramos após a poda para cada espécie. Isto é necessário, pois foi observado que em alguns casos a planta podada produz apenas 1 ramo (Figura 16) e esta situação não representaria um ganho, pois este ramo estaria apenas substituindo o ramo principal que foi podado, e provavelmente não colaboraria para o ganho em área de copa que aqui é proposto.



Figura 16: Indivíduo de *S. granuloso-leprosum* aproximadamente 60 dias após poda da gema apical (realizada, mais especificamente, 2 cm abaixo da gema apical) e acompanhado em casa de vegetação. Apenas 1 ramo emergiu das quatro primeiras gemas acompanhadas e visualmente é difícil reconhecer que houve poda. O círculo amarelo indica o local onde o caule principal foi podado. (Piracicaba, SP - 2015).

Desta maneira, é válido observar os valores de ramos esperados para cada espécie (Tabela 12), assim como a distribuição empírica e teórica dos dados de acordo com a porcentagem de ramos apresentada nas Figuras 17,18,19,20,21 e 22.

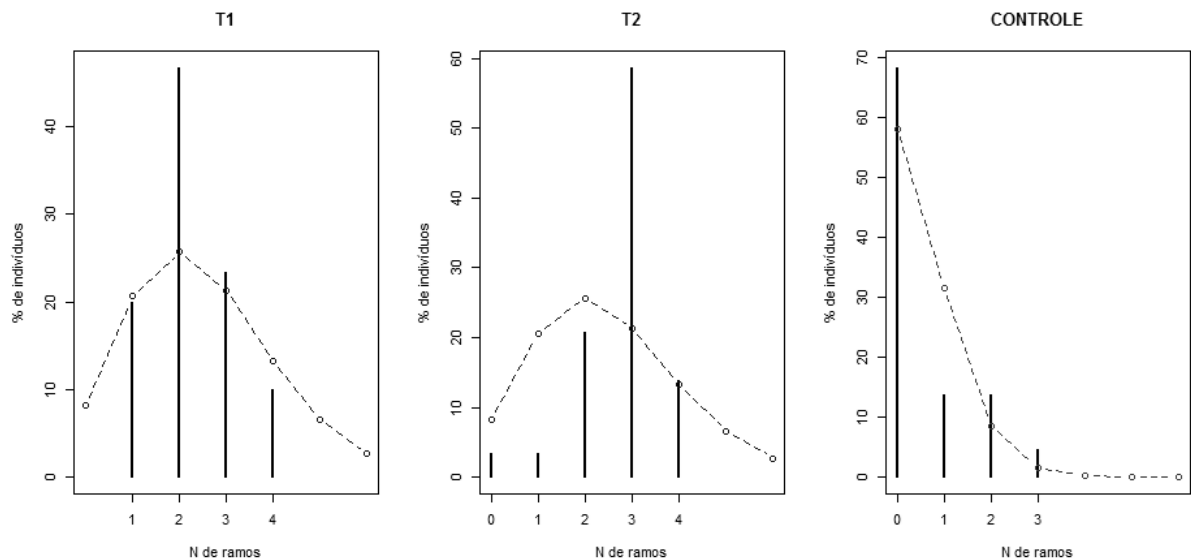


Figura 17: Distribuição empírica (barras) e distribuição teórica (linhas) do número de ramos novos que surgiram nos indivíduos do grupo T1 e T2 (podados) e no grupo controle (não podados), aproximadamente 60 dias após a data da poda, para os indivíduos de *B. forficata* acompanhados em casa de vegetação, de acordo com modelo M1, considerado o mais adequado. Para esta espécie, o número de ramos esperados para o grupo controle (não podado) é 0.54 e para os grupos T1 e T2 (podados a diferentes alturas) é 2.49. (Piracicaba, SP 2015).

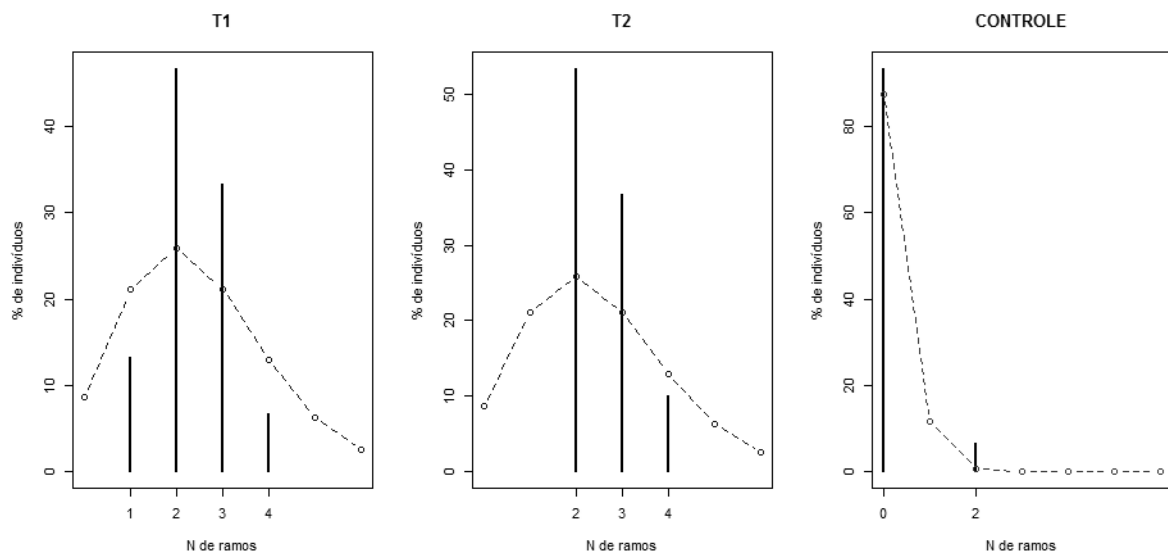


Figura 18: Distribuição empírica (barras) e distribuição teórica (linhas) do número de ramos novos que surgiram nos indivíduos do grupo T1 e T2 (podados) e no grupo controle (não podados), aproximadamente 60 dias após a data da poda, para os indivíduos de *C. floribundus* acompanhados em casa de vegetação, de acordo com modelo M1, considerado o mais adequado. Para esta espécie, o número de ramos esperados para o grupo controle (não podado) é 0.133 e para os grupos T1 e T2 (podados a diferentes alturas) é 2.45 (Piracicaba, SP 2015).

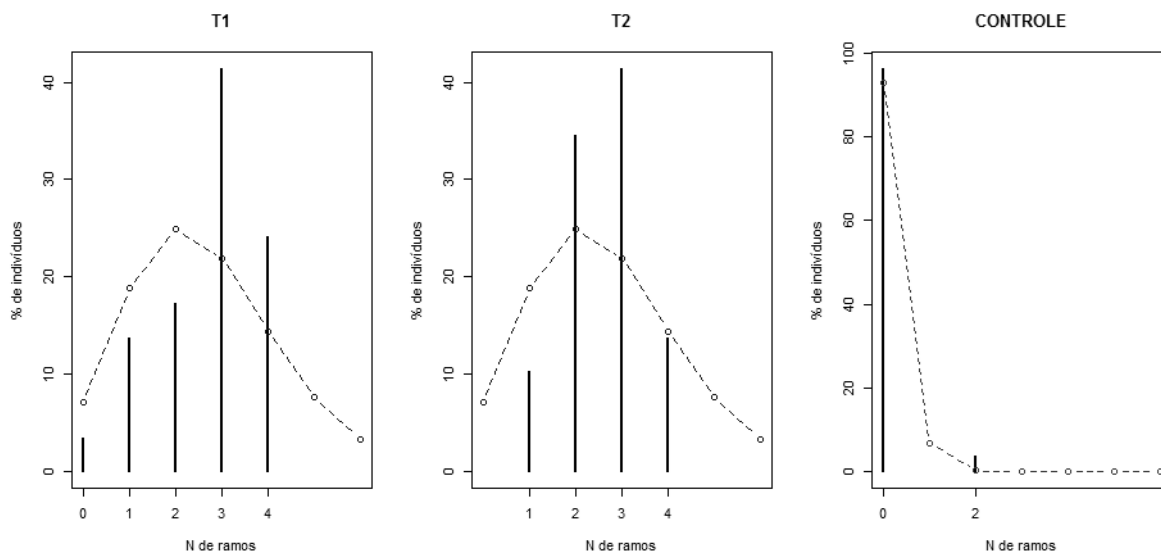


Figura 19: Distribuição empírica (barras) e distribuição teórica (linhas) do número de ramos novos que surgiram nos indivíduos do grupo T1 e T2 (podados) e no grupo controle (não podados), aproximadamente 60 dias após a data da poda, para os indivíduos de *C. urucurana* acompanhados em casa de vegetação, de acordo com modelo M1, considerado o mais adequado. Para esta espécie, o número de ramos esperados para o grupo controle (não podado) é 0.074 e para os grupos T1 e T2 (podados a diferentes alturas) é 2.63 (Piracicaba, SP 2015).

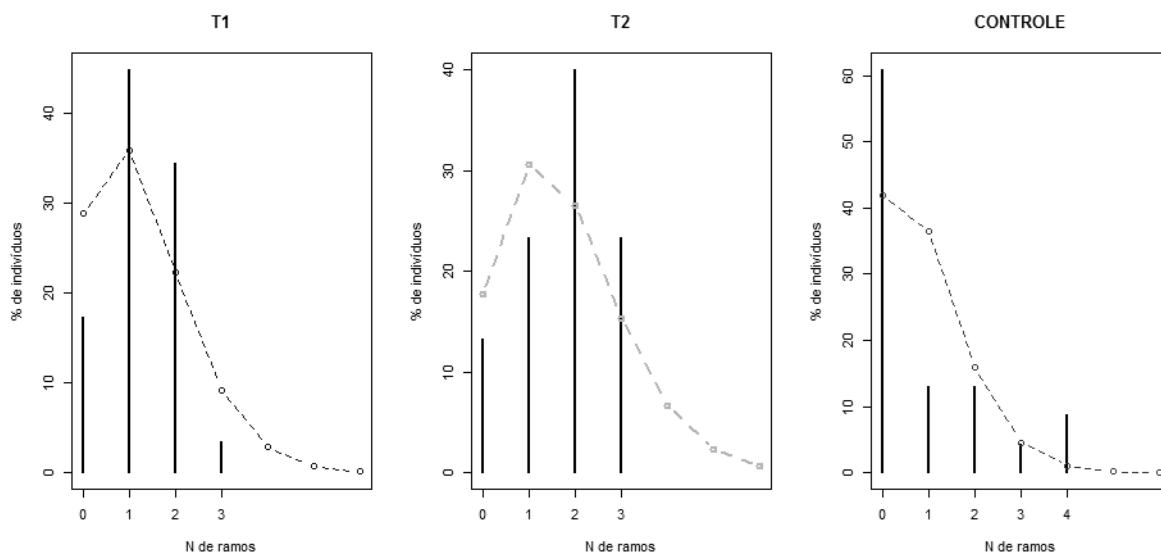


Figura 20: Distribuição empírica (barras) e distribuição teórica (linhas) do número de ramos novos que surgiram nos indivíduos do grupo T1 e T2 (podados) e no grupo controle (não podados), aproximadamente 60 dias após a data da poda, para os indivíduos de *G. ulmifolia* acompanhados em casa de vegetação, de acordo com modelo M2, considerado o mais adequado. Para esta espécie, o número de ramos esperados para o grupo controle (não podado) é 0.86, para T1 é 1,24 e para T2 é 1.73 (T1 e T2 representam os indivíduos podados em diferentes alturas) (Piracicaba, SP 2015).

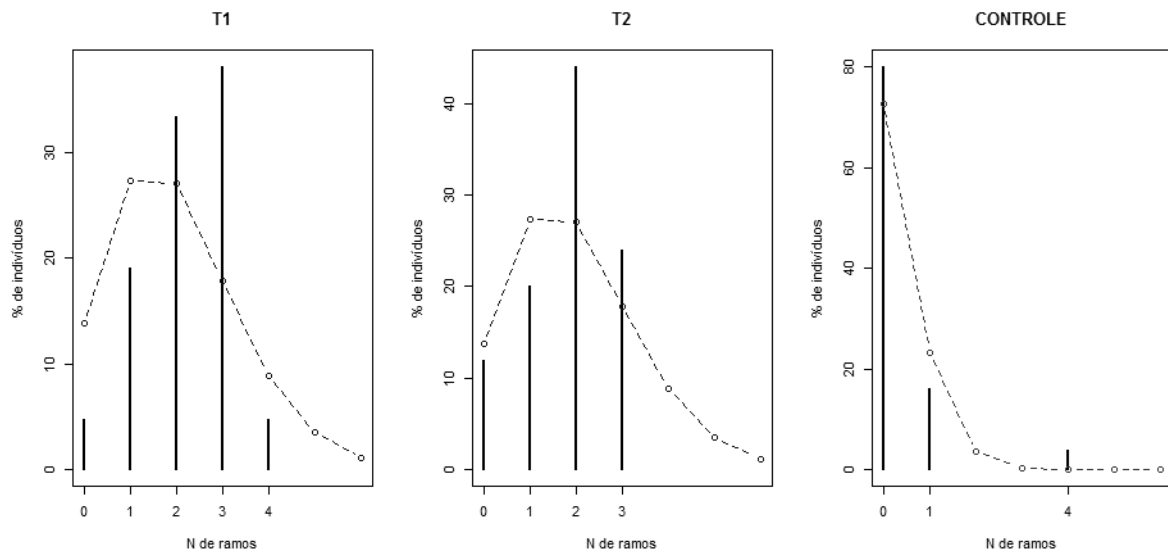


Figura 21: Distribuição empírica (barras) e distribuição teórica (linhas) do número de ramos novos que surgiram nos indivíduos do grupo T1 e T2 (podados) e no grupo controle (não podados), aproximadamente 60 dias após a data da poda, para os indivíduos de *H. popayanensis* acompanhados em casa de vegetação, de acordo com modelo M1, considerado o mais adequado. Para esta espécie, o número de ramos esperados para o grupo controle (não podado) é 0.32 e para os grupos T1 e T2 (podados a diferentes alturas) é 1.98 (Piracicaba, SP 2015).

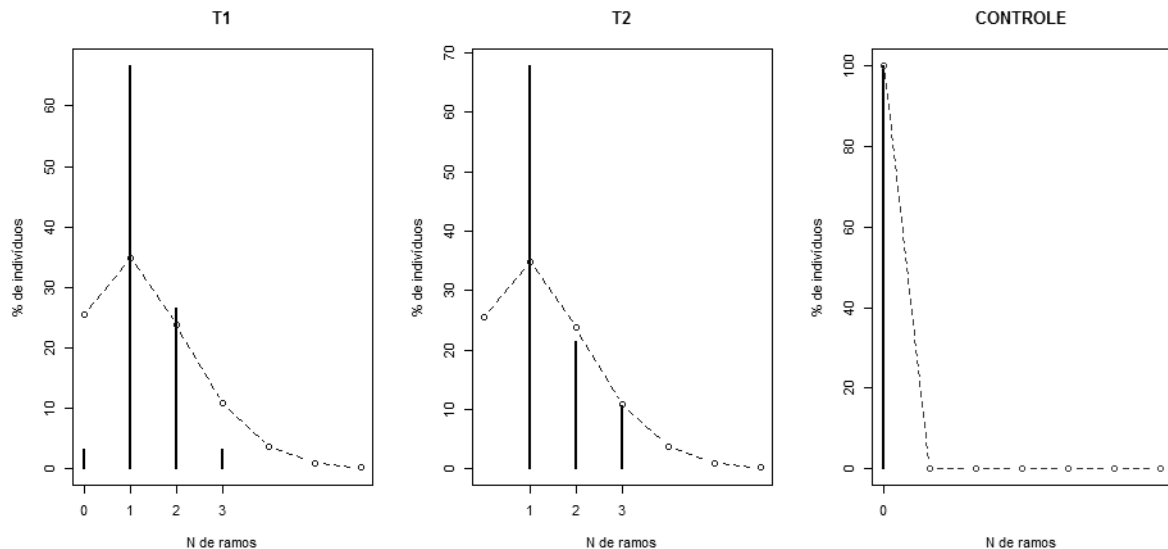


Figura 22: Distribuição empírica (barras) e distribuição teórica (linhas) do número de ramos novos que surgiram nos indivíduos do grupo T1 e T2 (podados) e no grupo controle (não podados), aproximadamente 60 dias após a data da poda, para os indivíduos de *S. granuloso-leprosum* acompanhados em casa de vegetação, de acordo com modelo M1, considerado o mais adequado. Para esta espécie, o número de ramos esperados para o grupo controle (não podado) é 0 e para os grupos T1 e T2 (podados a diferentes alturas) é 1.36 (Piracicaba, SP 2015).

Analisando os gráficos junto ao número de ramos esperados podemos dividir as espécies em dois grupos principais: espécies nas quais a poda indicou potencial, e espécies nas quais a poda não indicou potencial. O termo potencial, aqui, faz referência ao potencial da poda ser utilizada como uma ferramenta que de fato auxilie no aumento do número de ramos principais (e possivelmente assim no tamanho da copa).

A) Espécies nas quais a poda indicou potencial: Considerou-se aqui as espécies *B. forficata*, *C. floribundus*, *C. urucurana* e *H. popayanensis* pois todas estas apresentaram um número de ramos esperados maior que 2*. Além disso, ao observar os gráficos acima (figuras 17-22), é possível verificar que na distribuição dos dados em todas espécies, o T1 e T2 sempre apresentam valores predominantes superiores a 1 ramo, muitas vezes apresentando predominância de indivíduos com até 3 ramos – por exemplo, no caso da *C. urucurana*, onde no T1 e no T2 quase 40% dos indivíduos apresentam 3 ramos. Alguns exemplos de indivíduos podados deste grupo com 2 ou mais ramos desenvolvidos nas gemas acompanhadas podem ser verificados na Figura 23.

Desta forma acredita-se que se a poda apical for realizada em condições similares a deste estudo nestas espécies, ela tem grande potencial de induzir o desenvolvimento de 2 ou até mesmo 3 ramos nas quatro primeiras gemas do caule principal. Em outras palavras, isto seria um indicativo de que a poda apical, quando realizada nestas espécies e nas condições consideradas neste estudo, possivelmente funciona como um intensificador da perda da dominância apical de modo que, ao favorecer a perda do controle inibitório do ápice caulinar sobre o crescimento dos ramos laterais (CLINE, 1991), estaria permitindo que os ramos laterais se desenvolvessem em ramos.

*A espécie *H. popayanensis* apresentou um valor de 1.98 ramos esperados em T1 e T2. Por este valor ser muito próximo a 2 ela também foi considerada neste grupo



Figura 23: Indivíduos podados que apresentam mais de 1 ramo principal desenvolvido nas gemas acompanhadas. As setas amarelas indicam estes ramos e o círculo indica o local onde a planta foi podada. A e B: Indivíduos de *C. floribundus* pertencentes a, respectivamente T2 (poda 4cm abaixo da gema apical) e T1 (poda 2cm abaixo da gema apical); C e D: Indivíduos de *C. urucurana* pertencentes a, respectivamente, T1 (poda 2cm abaixo da gema apical) e T2 (poda 7cm abaixo da gema apical). (Piracicaba, SP 2015).

B) Espécies nas quais a poda não indicou potencial: Inclui-se neste grupo as espécies *G. ulmifolia* e *S. granuloso-leprosum* pois estas duas espécies apresentaram números esperados de ramos menores do que 2. No entanto, nos gráficos acima (figuras 17-22) é possível *G. ulmifolia* apresenta quase 40% dos indivíduos em T2 com 2 ramos, não devendo assim ser totalmente descartada.

Considerando-se a divisão acima pode-se afirmar que as espécies do grupo A neste estudo indicaram possuir potencial para desenvolver mais do que 1 ramo lateral após serem submetidas a poda apical. Esta seria uma condição básica para promover o aumento de copa (comparado aos indivíduos não podados) que foi proposto neste projeto.

No entanto, ao longo do estudo foi observado que em algumas mudas, apesar de mais de 1 ramo ter se desenvolvido, apenas um dos ramos dominava na estrutura da muda (Figura 24). Isto foi constatado visualmente pelo tamanho, grossura e vigor dos ramos desenvolvidos nas mudas.



Figura 24: Indivíduos nos quais apenas um ramo domina estruturalmente a muda – o ramo dominante é indicado por uma flecha amarela. O ponto em que a planta foi podado é indicado por um círculo amarelo. Em A, indivíduo de *C. urucurana*, que desenvolveu 3 ramos nas 4 gemas acompanhada (mas apenas um ramo domina). Em B, indivíduo de *S. granuloso-leprosum* que desenvolveu 3 ramos dentre as 4 gemas acompanhadas (mas apenas um ramo domina) (Piracicaba, SP 2015).

Desta maneira, torna-se necessário ressaltar que talvez o número de ramos que surgem como resultado da poda, não seja necessariamente o número de ramos que irá persistir e tornar-se um dos eixos principais do indivíduo.

Por outro lado, observações feitas em campo também por vezes contradizem essa expectativa observada na casa de vegetação com a planta podada produzindo vários ramos laterais e copa maior que a não podada.

Finalmente é necessário considerar que fatores como a intensidade de iluminação da casa de vegetação, a frequência de irrigação, o adensamento das mudas (posicionamento dos tubetes nas bandejas), e o tipo de adubação que estas mudas receberam no viveiro são fatores que podem exercer influência sob o desenvolvimento das plantas, e portanto, sob a produção de ramos laterais.

5.3 Considerações finais

De acordo com os resultados obtidos neste projeto, podemos ressaltar alguns pontos principais observados ao longo deste estudo.

Primeiramente, no estudo da casa de vegetação foi possível observar que a poda não causa danos as plantas e induz o surgimento de ramos nas gemas superiores do caule principal que foi podado - estes são dois argumentos básicos para defender a aplicação deste procedimento, já que esclarecem que a poda não prejudica a planta e tem de fato o efeito de induzir a formação de vários ramos.

Para a maioria das espécies, o número de ramos induzidos não diferiu entre as diferentes alturas de poda (T1 e T2), apenas para a espécie *G. ulmifolia* (mutambo) onde a poda realizada 4cm abaixo da gema apical induziu o desenvolvimento de mais ramos do que quando realizada 2cm abaixo da gema apical. Sendo assim, é possível que a altura da poda não influencie os resultados na maioria das espécies avaliadas neste projeto, mas acreditamos que, como diferenças foram encontradas para o mutambo, futuros estudos que utilizem outras alturas de poda, possivelmente mais expressivas, sejam interessantes de serem realizados com estas e outras espécies utilizadas na restauração florestal.

Foi considerado também que a poda apical que induzisse o desenvolvimento de apenas 1 ramo não representaria um ganho, pois a planta continuaria a crescer com 1 ramo principal, como se não houvesse sido podada (exemplo na figura 16). Desta forma concluiu-se, a partir do número de ramos esperados por cada tratamento em cada espécie, que a poda tem o potencial

de induzir a formação de 2 ou mais ramos e possivelmente aumentar a copa nas espécies *B.forficata*, *C.floribundus*, *C. urucurana* e *H. popayanensis* mas, pelo menos em casa de vegetação e em dois meses de observação, esse potencial não seria o mesmo nas espécies *G. ulmifolia* e *S.granuloso-leprosum*, nas quais talvez a poda apical não parece ser uma ferramenta tão interessante de ser aplicada.

Finalmente, deve-se considerar que, conforme o que foi observado ao longo deste estudo, os ramos que surgiram nas gemas avaliadas, não necessariamente irão todos persistir e tornarem-se ramos principais de uma planta (exemplos na figura 24), de forma a colaborarem com o aumento de copa da maneira que aqui foi proposta. Para um acompanhamento destas ocorrências, acreditamos que seja necessário realizar um estudo no qual não apenas o número de ramos seja considerado, mas também a caracterização estrutural destes (tamanhos relativos, espessura, vigor, etc). Estudos que acompanhem estas mudas de viveiro e suas gemas por um intervalo de tempo maior, como por exemplo, alguns meses após o plantio, podem também solucionar a consideração deste parâmetro.

No estudo realizado nos plantios constatou-se que após 9 meses de acompanhamento não existem diferenças entre a área da copa de indivíduos podados e não podados das espécies aqui avaliadas. Acredita-se que isto possa ser resultado do período considerado para análise, pois talvez os indivíduos necessitem de mais tempo para desenvolverem-se até que seja possível constatar diferenças estatísticas. Isto poderia estar relacionado, ao período seco em que o estudo foi desenvolvido ou também à retirada do tecido vegetal no ato da poda, que pode ter deixado os indivíduos podados inicialmente mais vulneráveis e expostos a doenças. Outra razão que poderia justificar a ausência de diferenças neste momento é a presença do adubo verde em alta densidade nos plantios (comunicação pessoal – Dr. André G. Nave): possivelmente devido à competição por luz com estes, os indivíduos estudados podem ter investido sua energia mais em crescimento vertical do que na abertura de copa e ramificações laterais, de forma que mesmo as plantas podadas podem ter seguido uma tendência de estiolamento (conforme observado no experimento da casa de vegetação, mesmo quando 2 ou mais ramos laterais surgem, é possível que apenas um venha a dominar estruturalmente a árvore)

Quando a altura dos indivíduos, que também após 9 meses foi avaliada, constatou-se que quase todas as espécies não apresentaram diferenças entre os valores dos indivíduos podados e não podados, com exceção das espécies *H. popayanensis* e *C. floribundus*, onde os indivíduos não podados apresentaram uma altura maior com relação aos podados. Isto pode ter ocorrido porque as plantas podadas podem ter eventualmente diminuído o crescimento vertical para investir na formação de ramos laterais, de forma que neste período os indivíduos controle

ultrapassaram estas em altura. De qualquer forma, acredita-se que esta perda em altura será compensada no longo prazo e que esta não represente um problema para processo de restauração, afinal o objetivo principal das espécies de recobrimento é relacionado a cobertura da área que não necessariamente é um fator prejudicado pela altura.

De maneira geral acredita-se que são necessários mais estudos e repetições para se poder definir se realmente a poda deve ser considerada como uma possível ferramenta que acelere o processo de restauração. Espera-se que futuros experimentos realizado em campo, considerem as dificuldades e observações derivadas deste trabalho.

6 DIFICULDADES ENCONTRADAS E ALTERAÇÕES NO PROJETO

Diversas dificuldades foram encontradas ao longo de todas as fases deste projeto e, como consequências destas, algumas alterações foram necessárias nos métodos inicialmente propostos. A seguir resumimos as principais dificuldades enfrentadas e as soluções encontradas.

Para permitir a execução desse trabalho buscou-se previamente uma parceria com o Viveiro Bioflora de Piracicaba (SP) que realiza há muitos anos plantios de restauração em diferentes locais do Estado, e em outros Estados. Obteve-se então junto esse viveiro a lista de locais e áreas que seriam implantadas no período chuvoso do final de 2014 e início de 2015. Selecionou-se então, entre esses possíveis plantios, aqueles a serem realizados em Itu (SP), porque aí se fariam mais e maiores plantios. Infelizmente, e, ao contrário do esperado, o longo período seco que se estendia desde 2013 até a primavera de 2014, persistiu no final de 2014 e no início de 2015, inviabilizando alguns dos plantios planejados, e reduziu e retardou alguns que vieram a ser implantados. Em função dessa nova condição, pesquisou-se a possibilidade realizar o presente estudo em outras localidades, mas não se encontrou outro local com condições adequadas. Sendo assim, a proposta inicialmente elaborada teve de ser reformulada de maneira a permitir que se mantivessem os objetivos iniciais, ainda que conduzidos agora de forma diversa, dentro das condições disponíveis.

O presente estudo passou a ser feito não mais em quatro áreas de 1ha, como foi inicialmente proposto e sim em apenas duas áreas com dimensões maiores do que antes seriam utilizadas, e que também não foram implantadas simultaneamente. Sendo assim, elas não representaram réplicas efetivas. Cada plantio, portanto, teve de ser considerado um estudo de caso, e não havendo mais repetições externas, as análises foram feitas considerando-se cada indivíduo de cada espécie, presente em cada tratamento, como uma repetição.

Quanto ao número de indivíduos por grupo, a proposta inicial era sortear 3 linhas de recobrimento em cada repetição de 1 hectare, e, em cada uma destas linhas, sortear 10 indivíduos para o grupo controle, e 10 indivíduos para o grupo tratamento, totalizando uma seleção de 30 indivíduos por grupo, por repetição e por espécie. No entanto, isso se tornou inviável dentro das áreas disponíveis para o estudo, e sendo assim, do número total de indivíduos disponíveis nos plantios selecionou-se por sorteio metade para o grupo tratamento, e metade para o grupo controle.

Quanto as espécies, dentre as que foram inicialmente propostas como foco deste estudo, a espécie *Bauhinia forficata* não estava presente (ou apresentava pouquíssimos indivíduos) nos plantios acompanhados, e por isso teve de ser desconsiderada. No Plantio 2, as espécies

Solanum granuloso-leprosum e *Inga vera* também foram excluídas do estudo por apresentarem poucos indivíduos. No entanto, a espécie *Croton floribundus*, que também é do grupo recobrimento e estava presente nos Plantios 1 e 2, foi incluída no experimento.

Para acompanhamento do desenvolvimento de copa dos indivíduos, inicialmente foi proposto que apenas os diâmetros da copa seriam medidos, e esta seria estimada a partir disto. No entanto, ao longo do projeto, questionou-se qual seria o impacto da poda no crescimento vertical dos indivíduos – *seriam os indivíduos podados mais baixos do que os não podados?* Para responder esta questão decidiu-se então coletar dados de altura total das plantas na avaliação final (9 meses após a poda).

A interação com o Viveiro Bioflora permitiu também que se pudesse discutir com o Dr. André G. Nave, agrônomo e pesquisador em restauração do Bioflora (comunicação pessoal), quais poderiam ser as dificuldades operacionais efetivas da aplicação em condições reais do método que está sendo estudado, e como se poderia aperfeiçoar a sua aplicação. Uma das dificuldades encontradas ao se realizar a poda no campo foi a de se conseguir padronizar o local efetivo de poda da gema apical, sobretudo quando a gema apical era pequena e as folhas jovens apresentavam-se muito congestionadas no ápice. O risco aí seria o de se destruir não só a gema apical, mas alguns dos nós inferiores, o que talvez reduzisse a eficiência do método. Várias dúvidas surgiram então.

Uma poda feita logo abaixo da gema apical teria o mesmo efeito prático do que outra que fosse realizada um pouco mais abaixo (um procedimento mais fácil de ser aplicado)?

Se a poda pode ser feita um pouco mais abaixo, qual seria a altura operacionalmente mais favorável?

Dessa interação, e das primeiras experiências de poda feitas no campo, surgiu o questionamento de que a poda poderia idealmente ser feita no viveiro e não no campo. Acreditou-se que se a poda fosse realizada no viveiro, as plantas após a poda poderiam estar menos sujeitas a estresse hídrico ou fótico, podendo provavelmente melhor responder ao dano resultante da poda do que em condições de campo. Além disso, conforme discutido com André G. Nave (comunicação pessoal), a realização da poda apical ainda no viveiro significaria um custo operacional relativamente menor do que a realização da poda em campo, sendo que esta seria uma grande vantagem. Todavia, essa poda seria feita em mudas muitas vezes ainda menores do que aquelas podadas em campo. Novamente, surge a pergunta:

Quantos centímetros abaixo da gema apical deveria ser feita essa poda, para torna-la fácil, mantendo-se ainda uma resposta favorável?

Com base nesse questionamento e visando responder a essa indagação formulou-se e implantou-se um novo experimento em casa de vegetação simulando-se a poda realizada em viveiro. Neste novo experimento, procurou-se avaliar 8 espécies de recobrimento, com um total de 90 indivíduos por espécie, no entanto, devido a problemas técnicos que ocorreram no sistema de irrigação da casa de vegetação, parte considerável das mudas morreu ou sofreu danos consideráveis pela falta de água, e por isto foi necessário eliminar praticamente metade dos dados coletados nesta fase.

Mais tardiamente, a partir deste novo experimento, mais um questionamento surgiu:

Qual seria o desempenho das mudas podadas na casa de vegetação, quando fossem implantadas em uma área?

Em parceria com o Viveiro Bioflora decidiu-se então, mesmo que houvesse pouco tempo até o final do projeto, que algumas das mudas utilizadas no experimento da casa de vegetação seriam plantadas em uma área experimental no próprio viveiro, e após isso acompanhadas por um curto período. Infelizmente, devido a algumas condições naturais as mudas não se desenvolveram bem, sendo que muitas morreram por ataque de formigas ou devido à competição com gramíneas invasoras. Outra razão que poderia explicar a mortalidade seria o fato de que, conforme observado por André Nave (comunicação pessoal), apesar de terem sido rustificadas por duas semanas antes do plantio, as mudas não aparentavam estar vigorosas e fortes o suficiente, de maneira que ao serem plantadas na área determinada e permanecerem sem irrigação artificial, não teriam suportado. É possível refletir a partir disto que a rustificação - fase importante para aquisição de resistência das mudas contra as condições adversas a serem enfrentadas em campo (MORAES et al., 2013) - possivelmente não tenha sido realizada de maneira adequada.

De qualquer forma, apesar da impossibilidade de coletar dados consistentes e suficientes para análises estatísticas, foi possível observar alguns pontos interessantes nesta ocasião, como o fato de que algumas plantas podadas estavam crescendo com apenas um ramo dominante, o que sugere que a poda em viveiro, embora possível, não seja a mais recomendada, e sim a poda em campo. (Figura 25). No entanto, faz-se necessário novamente ressaltar que, conforme

comentando por André G. Nave, o espaçamento sob qual as mudas são mantidas na casa de vegetação pode conduzir a uma tendência de estiolamento. Isto é outro fator que poderia ter obscurecido possíveis resultados que indicassem desenvolvimento de ramos laterais.



Figura 25: Indivíduos de *C. urucurana* podados em casa de vegetação e posteriormente plantados em campo que mostraram apenas um 1 ramo principal dominando a estrutura a planta (foto registrada 2 meses após data do plantio, sendo que as mudas já haviam sido acompanhadas 2 meses em estufa antes disto). A linha amarela acompanha o ramo dominante nas plantas (Piracicaba, SP - 2015).

Outra grande dificuldade encontrada na realização deste estudo refere-se a amostragem da flores, frutos e sementes no campo, que foi inicialmente proposta e era um dos objetivos iniciais deste estudo. Pretendia-se considerar dois aspectos (Aspecto A: Contagem de flores e frutos e Aspecto B: Estimação de número médio de sementes) para as espécies *Bauhinia forficata* e *Solanum granuloso-leprosum*. Nos plantios disponíveis para o estudo, foi constatado que não existiam indivíduos em número suficiente de *B. forficata* para a análise pretendida, por isso, constatamos que só seria possível acompanhar *S. granuloso-leprosum*. No entanto, iniciada a amostragem observou-se que a espécie, tendo florescimento muito precoce (com menos de 1 ano de idade), apresentava uma grande variação no que diz respeito a florescimento e frutificação entre os indivíduos de um mesmo plantio. Desta forma, era possível encontrar em um mesmo plantio, no mesmo momento, indivíduos de *S. granuloso-leprosum* sem flores ou frutos, alguns com apenas flores, outros com apenas frutos, e ainda alguns com flores e frutos

na mesma planta. Coletados dados iniciais percebeu-se que eles não descreviam efetivamente o que se observava em campo e que os resultados coletados nas condições disponíveis produziram uma imagem distorcida da realidade. Frente a isto percebeu-se que dentro do prazo disponível para realização deste estudo não seria possível fazer uma amostragem coerente e que apenas seria possível produzir dados pontuais que não representariam de maneira fiel o comportamento da espécie, impossibilitando assim a realização de análises estatísticas confiáveis que pudessem apontar possíveis diferenças reais entre indivíduos podados e não podados.

Concluimos que seja para essa espécie ou outras das disponíveis que se pudesse escolher em campo, seria necessário um acompanhamento detalhado e semanal com uma alta intensidade amostral para representar o que se vê em campo, algo inviável nas condições existentes, estando o plantio em Itu (SP) e o laboratório em Piracicaba (SP).

Em conclusão, devido a condições naturais inesperadas – período de seca se prolongando entre 2014 e 2015, grande variação intraespecífica no florescimento e frutificação de *S. granuloso-leprosum*, e ataque de formigas e gramíneas invasoras no plantio realizado – e alguns problemas técnicos na casa de vegetação, o projeto inicialmente desenvolvido teve de sofrer mudanças importantes. No entanto, considera-se que procurou-se contornar as dificuldades surgidas acrescentando-se novos parâmetros de análise e experimentos, numa tentativa de preservar os objetivos iniciais e procurar produzir um trabalho mais completo sobre o tema proposto, mesmo sob tantos obstáculos encarados.

Com base em todas as dificuldades aqui descritas, nas observações feitas ao longo do estudo e dos resultados obtidos listamos no próximo item algumas sugestões para trabalhos futuros.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Em experimentos que venham a ser realizados em campo, sugere-se que a escolha da área de estudo priorize áreas nas quais o adubo verde não esteja presente, pois acredita-se que este pode ter causado o estiolamento das árvores neste estudo e assim alterado alguns resultados esperados (conforme o discutido com Dr. André G. Nave – comunicação pessoal). Em função de melhorar o poder das análises estatísticas, na escolha da área também deve-se tentar selecionar plantios maiores com um alto número de indivíduos por espécie, estabelecer repetições, e realizar o experimento em anos mais chuvosos. Quanto aos parâmetros coletados, acredita-se que seja interessante coletar dados de número de ramos principais em cada indivíduo assim como a altura em que o ramo principal se divide e 2 ou mais ramos passam a ser dominantes (quando isto ocorrer). Dados de altura total das árvores assim como o tamanho de copa devem também ser coletados. A coleta de dados deve ocorrer em um tempo maior do que 9 meses após a poda, sendo que uma avaliação após 2 anos (após a ocorrência de dois períodos chuvosos no plantio) poderia ser mais expressiva. Finalmente, quanto ao acompanhamento das flores e frutos das árvores sugerimos que este experimento seja conduzido de maneira que a coleta de dados ocorra com alta frequência (e.g. semanalmente) para que seja possível realizar uma análise coerente com a fenologia das espécies e indivíduos.

Em experimentos realizados na estufa sugerimos que além da coleta de dados referente aos danos e número de ramos, os ramos também sejam caracterizados de alguma forma quanto ao seu vigor, sendo que dados como tamanho relativo do ramo, espessura ou fotografias poderiam auxiliar este processo. A intensidade de iluminação, frequência de irrigação, adensamento dos tubetes nas bandejas na casa de vegetação, assim como o tipo de adubação recebido pelas mudas em viveiro, são fatores que devem ser considerados e acompanhados no estudo, pois estes podem exercer influência significativa no desenvolvimento dos ramos laterais (Comunicação pessoal *André G. Nave). De maneira geral, no entanto, considera-se que estudos que analisem os efeitos da poda apical diretamente na cobertura de copa dos indivíduos em campo sejam mais válidos, práticos e aplicáveis do que estudos realizados em estufa.

Em experimentos de plantio de mudas que foram anteriormente podadas na estufa, como tentou-se realizar neste projeto e que, apesar das dificuldades, acreditamos ser um experimento que tem potencial, sugerimos que os plantios sejam realizados em áreas nas quais a manutenção para controle de gramíneas invasoras, formigas e outras eventualidades esteja sendo realizada, mesmo que o período de acompanhamento seja curto.

8 CONCLUSÕES

De maneira geral este estudo indica que a realização da poda apical nas espécies de recobrimento acompanhadas, quando realizada em casa de vegetação, não causa danos a planta e induz a geração de novos ramos, em número maior do que os naturalmente desenvolvidos pelas plantas controle. Com exceção de *G. ulmifolia*, o estudo indica que a poda realizada em duas diferentes alturas (2cm e 7cm/4cm), não apresenta resultados diferentes. Quanto a poda apical realizada em campo, após 9 meses de acompanhamento, as áreas de copa de indivíduos podados e controle não apresentam diferenças estatísticas, assim como as alturas totais para todas as espécies menos para *C. floribundus* e *H. popayanensis*.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSEN, A.S. Regulation of Apical Dominance by Ethephon, Irradiance and CO₂. *Physiologia Plantarum*, v.37 p. 303-308, 1976.
- BATISTA, J. L. F. "Verossimilhança e Máxima Verossimilhança". Material de estudo que acompanha aula sobre o tema. Centro de Métodos Quantitativos (<http://cmq.esalq.usp.br/>), Departamento de Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Campus Piracicaba, 2009.
- BELLOTTO, A.; VIANI, R.A.G.; NAVE, A.G.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R. Monitoramento das áreas restauradas como ferramenta para avaliação da efetividade das ações de restauração e para redefinição metodológica. In: 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: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. p. 128-146.
- BERGHAGE, R. D.; HEIN, R. D, KARLSSON, M.; ERWIN, J.; CARLON, W. Pinching technique influences lateral shoot development in poinsettia. *J. Amer. Horticultural Science* v.114, p.909-914, 1989.
- BOLKER, B.M. *Ecological models and data in R*. Princeton University Press, 2008. 408p.
- BRANCALION, P.H.S.; RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; KAGEYAMA, P.Y.; NAVE, A.G.; GANDARA, F.B.; BARBOSA, L.M.; TABARELLI, M. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.34, n.3, p.455-470, 2010.
- CLINE, M.G. Apical Dominance. *The Botanical Review*, v.57,n.4, p.318- 358, 1991.
- CLINE, M.G. Concepts and terminology of apical dominance. *American Journal of Botany*, v.84 (9), p.1064–1069, 1997.
- GAMA, M. de M. B. *Estrutura, valoração e opções de manejo para uma floresta de várzea na Amazônia*. 206p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2000.
- GANDOLFI, S.; BELLOTTO, A.; RODRIGUES, RR Inserção do conceito de grupos funcionais na restauração, baseada no conhecimento da biologia das espécies. In: RODRIGUES, R.R; BRANCALION, P.H.S. e ISERNHAGEN, I. (Org.) *Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal*. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. p. 62-67.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2004. Mapa de Biomas e de Vegetação- Comunicação Social. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>. Acesso em: 16 jun. 2015.
- JENNINGS,S.B.; BROWN,N.D.;SHEIL,D. Assessing forest canopies and understorey illumination: canopy closure, canopy cover and other measures. *Forestry*, v. 72, n.1, 1999.

LAMB D.; ERSKINE P.D.; PARROTTA, J.A. Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science*, v. 310, n.5754, p.1628–32, 2005.

LORETI, F.; PISANI, P. L. Structural manipulation for improved performance in woody plants. *Horticultural Science*, v.25, p.64-70, 1990.

MANTOVANI, W. Recuperação e Monitoramento de Ecossistemas : Escalas de Abordagem. Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. Publicação ACIESP nº 104, vol. V, 1998. p.288-294.

MASON, M.G.;ROSS,J.J.;BABST,B.A.;WIENCLAW,B.N.;BEVERIDGE,C. Sugar demand, not auxin, is the initial regulator of apical dominance. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v.111, n.16, p6062-6097, 2014.

MEINERS, S.J.; PICKET, S.T.A.; Sucession. In: Spread models of see epidemiology and dispersal. DANIEL, S.; MARECEL, R (eds.). *Encyclopedia of Biological Invasions*. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, 2011. p. 651-658.

MELO, A.C.G.; MIRANDA,D.L.C.; DURIGAN,G. Cobertura de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no médio vale do Paranapanema, SP, Brasil. *Revista Arvore*, v. 31, n.2, p.321-328, 2007.

MORAES, L.F.D; ASSUMPÇÃO, J.M.; PEREIRA, T.S.; LUCHIARI, C. Manual Técnico para a Restauração de Áreas Degradadas no Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2013.

MULEBA, N., HART, T. G.; PAULSEN, G. M. Physiological factors affecting maize (*Zea mays* L.). Yields under tropical and temperate conditions. *Tropical Agriculture*. v. 60, n.1, p. 3-10., 1983.

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

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*. 218p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2005.

NAVE, A.G.; RODRIGUES, E.E. Combination of Species into Filing and Diversity Groups as Forest Restoration Methodology. In: RODRIGUES, R.R. MARTINS, S.V.; GANDOLFI, S. *High Diversity Forest Restoration In Degraded Areas: Methods and projects in Brazil*, New York: Nova Science Publishers, 2007. p. 103-126.

ONGARO, V.; LEYSER, O. Hormonal control of shoot branching. *Journal of Experimental Botany*, v.59, n.1, p. 67-74, 2007.

PINTO, L.P.; HIROTA, M.; CALMON, M.; RODRIGUES, R.R. e ROCHA, R. A Mata Atlântica In: 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: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. p. 6-8.

PRASAD, T.K.; CLINE, M.G. Gravistimulus direction, ethylene production and shoot elongation in the release of apical dominance in *Pharbitis nil*. *J. Experimental Botany*, 36: 1969-1975., 1985.

PREISKORN, G.M.; PIMENTA, D.; AMAZONAS, N.T.; NAVE, A.G.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R.; BELLOTTO, A.; CUNHA, M.C.S.; Metodologia de Restauração para fins de aproveitamento econômico (reserva legal e áreas agrícolas). In: 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: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. p. 158-175.

RIBEIRO, M.C.; METZGER, J.P.; MARTENSEN, A.C.; PONZONI, F.J. ;HIROTA, M.M. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

RODRIGUES, E.R. *Controle biológico de Brachiaria decumbens Stapf em área de reserva legal em processo de recuperação, na região do Pontal do Paranapanema, São Paulo, Brasil*. 77p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2010.

RODRIGUES, R., GANDOLFI, S., NAVE, A., FARAH, F., NOVAES, E., & PIROMAL, R.. Programa de adequação ambiental das áreas agrícolas da Cia Açucareira Vale do Rosário. Piracicaba: USP/ESALQ/Depto Ciências Biológicas., 2001.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de formações ciliares In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: Universidade de São Paulo/Fapesp, 2000.p.235-247.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S; NAVE, A.G. Programa de adequação ambiental de estações experimentais do Instituto Florestal. Piracicaba: FEALQ: USP/ESALQ-LSN, 2003a.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S; NAVE, A.G. Programa de adequação ambiental das áreas agrícolas da Usina Moema Açúcar e Álcool Ltda. : Fase II. Piracicaba: ESALQ/USP/LCB/LERF, 2003b.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S; NAVE, A.G Programa de adequação ambiental das áreas agrícolas da Usina Cerradinho de Açúcar S/A e Acionistas. Piracicaba: ESALQ/USP/LCB/LERF, 2003c.

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

RODRIGUES, R.R.; MARTINS, S.V.; GANDOLFI, S. (Eds.) *High Diversity Forest Restoration in Degraded Areas: Methods and projects in Brazil* Nova Science Publishers, New York, USA, 2007. 286p.

Society for Ecological Restoration (SER) International. Grupo de Trabalho sobre Ciencia e Política. Principios da *SER International* sobre a restauração ecológica. www.ser.org y Tucson: Society dor Ecological Restoration International, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal* 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 722p.

THIMANN, K.V. *Hormone action in the whole life of plants*. University of Massachusetts Press, Amherst, 1977. 448p.

WARD, S.P.; LEYSER, O. Shoot branching. *Current Opinion in Plant Biology*, p. 73-78, 2004.

WILSON, B.F. The Development of Tree Form. *Horticultural Science*, v.25, p. 52-54, 1990.