



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CAMPUS DE ARARAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS



Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente

“O crescimento de espécies arbóreas em plantios de restauração florestal e sua relação com atributos funcionais”

José Carmelo de Freitas Reis Júnior

Araras, São Paulo

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CAMPUS DE ARARAS

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente

“O crescimento de espécies arbóreas em plantios de restauração florestal e sua relação com atributos funcionais”

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agricultura e Ambiente da Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Agrárias, para a obtenção do título de Mestre em Agricultura e Ambiente, área de concentração “Caracterização e Conservação de Recursos Naturais em Ambientes Agrícolas”.

Aluno: José Carmelo de Freitas Reis Júnior

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Augusto Gorne Viani

Araras, São Paulo

Novembro, 2017

de Freitas Reis Júnior, José Carmelo

O crescimento de espécies arbóreas em plantios de restauração florestal e sua relação com atributos funcionais / José Carmelo de Freitas Reis Júnior. -- 2017.

110 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, Araras

Orientador: Ricardo Augusto Gorne Viani

Banca examinadora: Rafael Silva Oliveira, Kelly Cristina Tonello

Bibliografia

1. ecologia funcional. 2. espécies de recobrimento. 3. restauração florestal. I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III. Título.



Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato José Carmelo de Freitas Reis Júnior, realizada em 01/11/2017:

Prof. Dr. Ricardo Augusto Gorne Viani
UFSCar

Prof. Dr. Rafael Silva Oliveira
UNICAMP

Profa. Dra. Kelly Cristina Tonello
UFSCar

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família. Ao incentivo dos meus pais. À minha esposa Michelle que sempre me apoiou e deu suporte para essa realização.

Agradeço ao Programa de Pós Graduação em Agricultura e Ambiente pela oportunidade. À todos os professores e colegas que enriqueceram de conhecimento cada aula ofertada.

À FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - pelo incentivo através do projeto temático 2013/50718-5.

À Prefeitura de Sorocaba, todos colegas e superiores que permitiram e colaboraram para a realização desse trabalho.

Ao meu orientador Ricardo Viani, pela orientação, ensinamentos, paciência e confiança.

Ao Grupo de Estudos GEESF pelo apoio especialmente aos alunos Valdenilson Candelario e Caio Margonari.

Ao PTS - Parque Tecnológico de Sorocaba por permitir o uso de sua estrutura física e colaboradores, em especial ao Professor Alexandre Álvaro da UFSCar – Sorocaba e a equipe de segurança do PTS.

Ao amigo e técnico de campo Raphael Gibim que não abandonou o pre-dawn com tantos mosquitos.

Aos amigos da Refazenda que me abrigaram em Araras e me mostraram mais um caminho da Agroecologia, além da Arte.

Ao Laboratório de Ecologia Funcional de Plantas da UNICAMP pela inspiração e colaboração no desenvolvimento desse trabalho.

Aos membros da banca de qualificação e defesa pela contribuição e argumentos que enriqueceram e amadureceram essa ideia. As professoras Priscilla Loiola, Kayna Agostini, Alessandra dos Santos Penha, Kelly Cristina Tonello, Valéria Forni Martins e aos professores Rafael Silva Oliveira e Ricardo Viani.

Às secretárias dos Programas de Pós-graduação, Sirlene e Cris pela paciência, gentileza e apoio nos anos de estudo.

A todos que fizeram parte dessa etapa só tenho a agradecer sempre!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	05
2. PERGUNTAS E HIPÓTESES.....	09
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4. RESULTADOS.....	18
5. DISCUSSÃO.....	88
6. CONCLUSÕES.....	92
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS E ANEXOS

Figura 1 – Áreas em restauração estudadas no PNMCBio em Sorocaba-SP e métodos de plantio empregados: A-B – Plantio de mudas convencional: remoção total do eucalipto e plantio de mudas em espaçamento 3 x 2 m, (A - 11 meses e B - 21 meses); C-D – Plantio sob eucalipto: remoção parcial do eucalipto e plantio de mudas em espaçamento 3 x 2 m (C - 11 meses e D - 21 meses); E-F – Plantio adensado: remoção total do eucalipto e plantio de mudas em espaçamento 0,5 x 1 m (E - 11 meses e F - 21 meses).

Figura 2 – Espécies arbóreas recobridoras selecionadas para o estudo: **1** - *Inga marginata* Willd. (Fabaceae/Mimosoidae); **2** - *I. vera* subsp. *affinis* (DC.) T.D.Penn (Fabaceae/Mimosoidae); **3** - *Solanum mauritianum* Scop. (Solanaceae); **4** - *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae); **5** - *Schinus terebinthifolia* Raddi (Anacardiaceae); **6** - *Croton floribundus* Spreng. (Euphorbiaceae).

Figura 3 – Ramos marcados para censo foliar.

Figura 4 – Porômetro portátil usado para medidas de condutância estomática das folhas.

Figura 5 - Câmara de pressão usada para obter medidas de potencial hídrico das folhas.

Anexo 1 – Análise de solo das áreas com os plantios de restauração estudados

Anexo 2 – Descrição dos indivíduos mensurados para cada espécie, método e atributo avaliado.

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Área Basal (cm²) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....20

Quadro 2 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Massa Foliar por método – MFA (mg/cm²) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....24

Quadro 3 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de $\Delta\Psi$ ano (MPA) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....26

Quadro 4 – Análise de variância (ANOVA) dos valores de $\Delta\Psi$ dia – estiagem (MPA) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....28

Quadro 5 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de $\Delta\Psi$ dia – chuvoso (MPA) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....30

Quadro 6 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Nitrogênio foliar (g/Kg) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).32

Quadro 7 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Fósforo foliar (g/Kg) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....34

Quadro 8 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Potássio foliar (g/Kg) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Ie – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).36

Quadro 9 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Cálcio foliar (g/Kg) para dois fatores (Two-way), espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....38

Quadro 10 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Magnésio foliar (g/Kg) para dois fatores (Two-way), espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....40

Quadro 11 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Enxofre foliar (g/Kg) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....42

Quadro 12 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Boro foliar (ppm) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....44

Quadro 13 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Cobre foliar (ppm) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....46

Quadro 14 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Ferro foliar (ppm) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....48

Quadro 15 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Manganês foliar (ppm) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....50

Quadro 16 – Análise de variância (ANOVA) dos valores de Zinco foliar (ppm) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....52

Quadro 17 – Análise de variância (ANOVA) dos valores de Nitrogênio foliar reabsorvido (%) para dois fatores (Two-way), espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....54

Quadro 18 – Análise de variância (ANOVA) dos valores de Fósforo foliar reabsorvido (%) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....56

Quadro 19 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Potássio foliar reabsorvido (%) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).58

Quadro 20 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Cálcio foliar reabsorvido (%) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).60

Quadro 21 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Magnésio foliar reabsorvido (%) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey,, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).62

Quadro 22 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Enxofre foliar reabsorvido (%) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).64

Quadro 23 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Balanço foliar (nº de folhas) para dois fatores (Two-way), espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).66

Quadro 24 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Balanço de ramos (nº de ramos) para dois fatores (Two-way), espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).68

Quadro 25 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Longevidade foliar (dias) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....70

ÍNDICE DE GRÁFICOS

- Gráfico 1** – Valores de Área Basal (cm²) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....21
- Gráfico 2** – Valores de MFA (cm²) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....25
- Gráfico 3** – Valores de $\Delta\Psi$ ano (MPA) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....27
- Gráfico 4** – Valores de $\Delta\Psi$ dia - estiagem (MPA) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....29
- Gráfico 5** – Valores de $\Delta\Psi$ dia - chuva (MPA) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....31
- Gráfico 6** – Valores de Nitrogênio foliar (g/Kg) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....33
- Gráfico 7** – Valores de Fósforo foliar (g/Kg) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).35

Gráfico 8 – Valores de Potássio foliar (g/Kg) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).37

Gráfico 9 – Valores de Cálcio foliar (g/Kg) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).39

Gráfico 10 – Valores de Magnésio foliar (g/Kg) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....41

Gráfico 11 – Valores de Enxofre foliar (g/Kg) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....43

Gráfico 12 – Valores de Boro foliar (ppm) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....45

Gráfico 13 – Valores de Cobre foliar (ppm) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....47

Gráfico 14 – Valores de Ferro foliar (ppm) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....49

Gráfico 15 – Valores de Manganês foliar (ppm) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....51

Gráfico 16 – Valores de Zinco foliar (ppm) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....53

Gráfico 17 – Valores de Nitrogênio foliar reabsorvido (%) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Diferenças significativas ($p < 0,05$).....55

Gráfico 18 – Valores de Fósforo foliar reabsorvido (%) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....57

Gráfico 19 – Valores de Potássio foliar reabsorvido (%) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....59

Gráfico 20 – Valores de Cálcio foliar reabsorvido (%) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....61

Gráfico 21 – Valores de Magnésio foliar reabsorvido (%) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....63

Gráfico 22 – Valores de Enxofre foliar reabsorvido (%) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Diferenças significativas ($p < 0,05$).....65

Gráfico 23 – Valores de Balanço foliar (nº de folhas) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....67

Gráfico 24 – Valores de Balanço de ramos (nº de ramos) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....69

Gráfico 25 – Valores de Longevidade foliar (dias) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado).....71

RESUMO

Pesquisas com restauração florestal focam principalmente no crescimento e na sobrevivência das árvores, havendo carência de investigações de aspectos funcionais que explicam os parâmetros de crescimento avaliados. Analisar os atributos funcionais é uma das formas de compreender variações nas estratégias ecológicas e funções dos organismos e, portanto, é útil para avaliar espécies e seus comportamentos em diferentes métodos de restauração. Diante disso, delineamos as hipóteses de que o crescimento, expresso em área basal, de espécies arbóreas recobridoras é reduzido em plantio adensado ou em plantio realizado sob dossel de eucalipto quando comparado ao plantio convencional de 3 x 2 m a pleno sol e que o crescimento dessas espécies em plantios de restauração se relaciona com atributos funcionais. Foram avaliadas seis espécies nos três métodos de plantio. O desenvolvimento das espécies, avaliado pelo crescimento em área basal, variou de acordo com o método do plantio. De modo geral, as árvores cresceram mais no plantio convencional; com crescimento intermediário sob eucaliptal; e menor crescimento individual no plantio adensado. Houve interação entre método de plantio e espécies. A espécie que mais cresceu não foi a mesma em todos os métodos e houve distinção entre espécies no quanto cada uma variou seu crescimento nos diferentes plantios. Assim, os resultados indicam que algumas espécies cresceriam melhor que outras em certas condições ambientais inerentes a cada método de plantio e estudos futuros devem avaliar mais detalhadamente estes aspectos, visando melhor selecionar espécies para projetos de restauração florestal específicos. O crescimento em área basal das espécies nos métodos foi pouco explicado por variações nos atributos funcionais, que variaram entre espécies e métodos de plantio. Os resultados sugerem que não existe uma estratégia funcional única que explique o comportamento de árvores recobridoras em plantios de restauração.

Palavras-chave: ecofisiologia, ecologia funcional, espécies de recobrimento, plantios florestais, restauração ecológica.

ABSTRACT

Forest restoration research focus mainly in tree growth and survival, missing research with functional aspects that explain evaluated growth parameters. Analyze functional attributes it is one of the ways to understand ecological strategies and function variations in organisms and, so useful to evaluate behaviors on different methods of restoration. Before that, we out lined hypothesis that growth, stated in basal area, of cover tree species was reduced in dense method or in under eucaliptus canopy method when compared o conventional method with 3 x 2 m and full sun. And the growth of these species in restoration methods was related to functional attributes. Six species were evaluated in three restoration methods. The species development, evaluated by basal area, varied according to the method. Generally, trees grew more in conventional method, with intermediate grew in under canopy method, and grew less in dense method. There was interaction between growth species in the different methods. Thus, the results indicate that some species would grow better than others in certain conditions, and future research should detail this aspects, searching change species for restoration projects. The basal area grew for species in methods was little explained by variations in functional strategy to explain the behavior of cover tree species.

Key-words: ecophysiology, functional ecology, cover species, forest plantations, ecological restoration.

1. INTRODUÇÃO

As mudanças de uso do solo, que resultam da falta de planejamento e práticas corretas de manejo e conservação, muitas vezes associadas ao crescimento industrial, urbano e, principalmente, agrícola desorganizado, ameaçam cada vez mais a conservação dos recursos naturais e a biodiversidade (KOTCHEN e YOUNG, 2007). Vários ecossistemas naturais estão em um elevado estágio de degradação (BUTCHART et al., 2010) e a restauração ecológica surge hoje como uma prioridade mundial, necessária para a sustentabilidade e a sobrevivência futura da humanidade (ARONSON e ALEXANDER, 2013). A restauração de ecossistemas no Brasil e no mundo se dá com frequência em paisagens agrícolas, sendo esta uma prática importante para conservar recursos e as espécies nativas, gerar serviços ecossistêmicos e reduzir impactos da agricultura ao ambiente.

A restauração ecológica é o processo de auxiliar a recuperação de um ecossistema degradado, danificado ou destruído (SER, 2004). É uma ferramenta na reversão do quadro de degradação dos ecossistemas, que deve ser incorporada às estratégias de uso dos recursos naturais em níveis local e global (MELO et al., 2013). Vários programas e acordos globais têm estipulado metas ambiciosas de restauração ecológica em larga escala (AGUILAR et al., 2015; ARONSON e ALEXANDER, 2013; VAN OOSTEN, 2013), tal como a iniciativa internacional “Bonn Challenge”, que tem como objetivo a restauração de 350 milhões de hectares degradados até o ano de 2030 (SUDING e HIGGIS, 2015) e o “Pacto pela Restauração da Mata Atlântica”, um movimento nacional coletivo que integra indivíduos e instituições para restaurar 15 milhões de hectares da Mata Atlântica até 2050 (RODRIGUES et al., 2009).

Nas últimas décadas, diferentes métodos de restauração foram desenvolvidos, o que tem trazido benefícios a ambientes naturais e agrícolas (ENGEL e PARROTTA, 2003; RODRIGUES et al., 2004; RODRIGUES et al. 2009; ZAHAWI et al., 2013; PINTO et al. 2014). No entanto, a restauração ecológica como ciência é algo relativamente novo e ainda há demanda por conhecimento básico que subsidie o aperfeiçoamento das técnicas existentes (ARONSON et al., 2011), para que estas se tornem mais eficazes e baratas, de modo que as metas de restauração em larga escala sejam de fato exequíveis.

A reintrodução de espécies vegetais por meio de plantio de mudas de árvores é uma das práticas mais comuns para a restauração de florestas tropicais em sítios ou paisagens de elevada degradação (RODRIGUES et al., 2009; PALMA e LAURANCE, 2015). Porém, a

diversidade de ambientes e o histórico das áreas degradadas resultam em variações na densidade e forma com que são realizados esses plantios.

No Brasil, o plantio de mudas de árvores nativas no espaçamento 3 x 2 m a pleno sol é o modelo de plantio de restauração florestal mais utilizado (RODRIGUES e LEITÃO-FILHO, 2000; AMADOR, 2003; NAVE e RODRIGUES, 2007; RODRIGUES et al., 2009). Entretanto, há várias experiências com outras densidades de plantio de mudas (RONDON, 2002; SOUZA, 2004; MACHADO et al., 2008; NASCIMENTO et al., 2012; VILLA, 2012; HOTTA et al., 2015; ORTEGA et al., 2016), chegando até a plantios em alta densidade e diversidade de espécies, como a iniciativa criada no Japão por Miyawaki (MIYAWAKI, 1993; SCHIRONE; SALIS; VESSELLA, 2011) e adaptada às condições brasileiras, com a denominação de plantio denso-diverso-funcional (PIÑA-RODRIGUES et al., 1997). Há também plantios de mudas realizados sob uma cobertura florestal já existente, ou seja, sob certo grau de sombreamento. Este é o caso de plantios para restauração de fragmentos degradados (VIANI et al., 2015) ou para o enriquecimento de talhões florestais sem regeneração no sub-bosque.

Independentemente dos métodos de plantio, um objetivo inicial importante na restauração de florestas tropicais é alcançar um rápido recobrimento do solo (VIANI et al., 2017), eliminando espécies exóticas competidoras, principalmente gramíneas, criando um ambiente favorável à sucessão ecológica (ELLIOTT et al., 2000). Neste contexto, conhecer o grupo funcional de espécies recobridoras, de preenchimento ou sombreadoras do solo, ou seja, aquelas que têm crescimento rápido e copa ampla sombreadora (RODRIGUES et al., 2011), é importante para acelerar a regeneração natural em ecossistemas florestais (ELLIOT, 2003) e baratear os custos da restauração (NAVE e RODRIGUES, 2007; DE LA LUZ AVENDAÑO-YÁÑEZ et al., 2014). Iniciativas têm investigado o comportamento das espécies em plantios de restauração, visando selecionar aquelas que são mais capazes de rapidamente recobrir o solo (RODRIGUES, 2009; ALMEIDA, 2017). Entretanto, pouco se estudou sobre o que explica o comportamento de recobridoras e se seria este grupo de espécies homogêneo quanto às estratégias de uso de recursos e características funcionais.

A abordagem de grupos funcionais, ou seja, o agrupamento de espécies por semelhança em determinado aspecto funcional, facilita o entendimento da dinâmica das florestas (GOURLET-FLEURY et al., 2005) e, conseqüentemente, a restauração florestal. Assim, quando entendemos o papel funcional da espécie em determinada condição, podemos utilizá-la para beneficiar o ambiente na provisão e conservação de recursos como a água e os nutrientes e favorecer a sucessão natural, criando ambientes favoráveis a outras espécies. Essa

abordagem funcional tem sido recentemente empregada na restauração de ecossistemas, sendo a classificação e identificação de boas espécies recobridoras para plantios de restauração florestal um exemplo.

A identificação desses grupos de acordo com o desempenho das espécies é uma necessidade para aumentar o sucesso das práticas de restauração e reduzir seus custos (HOOPER, 1998; PYWELL et al., 2003; BYERS et al., 2006; PILON et al., 2013; LAUGHLIN, 2014). Além disso, o aperfeiçoamento das práticas de restauração requer o entendimento dos processos ecológicos que guiam a restauração e da relação do desempenho das plantas com suas características ecológicas (GANDOLFI e RODRIGUES, 2013).

Classificar espécies em grupos funcionais têm como base relacioná-las aos seus traços funcionais, que são características morfológicas, fisiológicas e fenológicas que impactam seu desenvolvimento, sobrevivência, crescimento e reprodução (PYWELL et al., 2003; VIOLLE et al. 2007). Os valores apresentados por esses traços, características individuais mensuráveis, são descritos como atributos funcionais e possuem relações intrínsecas à capacidade da espécie em adquirir, usar e conservar recursos (WRIGHT et al. 2004; VIOLLE et al., 2007).

A relação do crescimento de espécies vegetais com seus atributos funcionais vem sendo bastante estudada em ambientes naturais (HOFFMANN, 2005; RUIZ-ROBLETO e VILLAR, 2005; ARAÚJO e HARIDASAN, 2007; GOODALE, 2009; ORDOÑEZ et al., 2009; KATTGE, 2011; VILLAR et al., 2013). Análises globais desses atributos em plantas do mundo inteiro demonstram que espécies com estratégias aquisitivas, que apresentam maiores taxas de crescimento, têm menor massa foliar por área (MFA) e maior teor de nitrogênio foliar comparado às espécies com estratégias conservadoras, que não apresentam rápido crescimento (WRIGHT et al., 2010; DIAZ et al., 2015; PAINE et al., 2015; KUNSTLER et al., 2015). Isto porque quanto mais recurso é proporcionalmente alocado em área da folha e/ou maior a quantidade de nitrogênio foliar, maior o potencial fotossintético e, conseqüentemente, maior a taxa crescimento (WRIGHT et al., 2010). A MFA é um dos aspectos da estratégia foliar para captação e conservação dos recursos (DIAZ et al., 2015) e entender sua variação ajuda a compreender as relações de desempenho das plantas e conseqüências funcionais em termos de fisiologia e longevidade foliar (WRIGHT e WESTOBY, 2002; VILLAR et al., 2013).

A longevidade da folha é outro traço importante e o prolongamento da vida foliar traz vantagens como a conservação de nutrientes na planta, em ambientes de menor disponibilidade de nutrientes no solo. No entanto, esse aumento gera custos na construção da folha e decréscimo nas taxas fotossintéticas, pois uma folha mais longa tende a ser menos

palatável a herbívoros em geral, o que é obtido com maior MFA, menos nutrientes na folha e, conseqüentemente, menor potencial fotossintético (VASFILOV, 2016). É evidente a diversidade nos teores de nutrientes presentes nas folhas de espécies com diferentes características funcionais (ARAÚJO e HARIDASAN, 2007). Essas diferenças refletem as diversas estratégias de aquisição dos nutrientes por cada espécie e observar tais interações é importante para utilizar-se dos genótipos e espécies na provisão de nutrientes em habitat degradados (TESTE et al., 2014; LAMBERS et al., 2015).

Adicionalmente, a disponibilidade de água no solo e outros aspectos inclusos na relação solo-planta-atmosfera afetam os processos fisiológicos das plantas, que utilizam diferentes estratégias para sobreviver à condição de seca (SOUZA, 2011). Algumas plantas são isohídricas, fechando rapidamente seus estômatos em condições de baixa potencial hídrico, sem se arriscar a perder água, mas limitando seu desenvolvimento em condições menos favoráveis. Outras são anisohídricas e mantêm os estômatos abertos e alta condutância estomática mesmo sob baixo potencial hídrico, mas se arriscando à falha hidráulica (TARDIEU e SIMONNEAU, 1998; SADE et al., 2012).

Em árvores, estes atributos em geral variam de acordo com o estágio de vida (GILBERT et al., 2016; NIINEMETS, 2016), com a altura do indivíduo (CALVO-ALVARADO et al., 2008) e bastante entre e intraespécies (FAJARDO e SIEFERT, 2016). Além disso, as respostas funcionais das plantas estão diretamente ligadas às condições do ambiente, de forma que a oferta e limitação dos recursos afetarão a sobrevivência e o desempenho das espécies (MCCONNAUGHAY e COLEMAN, 1999). Ou seja, a condição de degradação ou de manejo de um ecossistema natural ou em restauração pode refletir no desempenho individual das espécies (CALLAWAY et al., 2003; CAMPOE et al., 2010; CAMPOE et al., 2014).

Em suma, alguns traços foliares são bons preditores gerais das taxas de crescimento e de estratégias de uso de recursos por árvores em florestas conservadas. Porém, esse conhecimento ainda é pouco aplicado e investigado na restauração ecológica (HOOPER, 1998; CALLAWAY et al., 2003; COOKE e SUSKI, 2008; MARTINEZ-GARZA et al., 2013; CAMPOE et al., 2014). Além disso, embora haja conhecimento sobre as espécies arbóreas recobridoras para a restauração da Mata Atlântica, por exemplo, pouco se sabe se essas e seus atributos funcionais são afetados pelos diferentes métodos de plantio usados na restauração. Plantios adensados, por exemplo, implicam num rápido recobrimento do solo, mas como o crescimento individual das espécies é afetado nessa condição? Na restauração sob árvores remanescentes em talhões florestais abandonados, pressupõe-se que também haja competição

por recursos, em especial luz, mas como as espécies respondem individualmente quanto ao crescimento e atributos funcionais nesta condição? Se entendermos quais traços funcionais conferem maior crescimento a estas espécies em condições ambientais específicas de restauração e como diferentes espécies plantadas usam os recursos, interagem entre si e lidam com limitações ambientais, podemos selecionar espécies com traços favoráveis para cada condição ou método de plantio, aumentando a probabilidade de sucesso na fase inicial da restauração florestal.

2. OBJETIVO

Investigar o crescimento de espécies arbóreas recobridoras em diferentes formas de plantios de restauração florestal, relacionando-o com atributos foliares e métodos de plantio empregados.

2.1 Objetivos específicos

- Investigar o crescimento em área basal de espécies arbóreas recobridoras em diferentes métodos de plantios de restauração florestal
- Investigar a relação do crescimento em área basal de espécies arbóreas recobridoras com atributos foliares.

3. PERGUNTAS E HIPÓTESES

Delineamos as seguintes questões:

1. O crescimento em área basal de espécies arbóreas recobridoras varia em plantio adensado ou em plantio realizado sob eucaliptal (*Eucalyptus* sp.) quando comparado ao plantio convencional de 3 x 2 m a pleno sol?

2. O crescimento em área basal dessas espécies nos plantios de restauração florestal se relaciona com atributos funcionais foliares?

3. Os atributos funcionais foliares variam entre espécies e nos diferentes métodos de plantio avaliados (convencional, sob eucaliptal e adensado)?

Partindo do pressuposto que diversas investigações em áreas naturais indicam que plantas com maiores taxas de crescimento possuem mais nutrientes nas folhas e menor MFA (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al. 2013), menor longevidade foliar (POORTER, 2009) e maior condutância estomática (quanto maior a condutância, mais fotossíntese é realizada) (DAMOUR et al., 2010), esperamos confirmar essas relações para espécies arbóreas recobridoras em plantios de restauração, de tal modo que as que apresentarão os maiores crescimento nos plantios serão as espécies com essas características. Presumimos que o plantio adensado e o plantio realizado sob eucaliptal ocasionam, em relação ao plantio a pleno sol convencional de 3 x 2 m, maior competição por recursos e, conseqüentemente, a redução do crescimento individual das plantas (menor acúmulo de biomassa, operacionalizado no estudo pela avaliação do diâmetro do tronco).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada na região norte da cidade de Sorocaba-SP, no Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade - PNMCBio (23°23'40" S e 47° 29'00" O). A área total do parque é de 60,03 ha, sendo 30 ha de remanescentes de Floresta Estacional Semidecídica e o restante ocupado por áreas em processo de restauração ecológica (Figura 1). Sua localização é adjacente ao Parque Tecnológico de Sorocaba (SOROCABA, 2012). Nas adjacências do parque constam áreas industriais e agrícolas, mesclando a paisagem urbana a áreas rurais e poucas áreas ainda conservadas de vegetação nativa (REIS-JÚNIOR e SCAGLIANTI, 2015).

A região do estudo é caracterizada por um clima chuvoso e quente com média pluviométrica inferior a 30 mm no mês mais seco, temperaturas médias acima de 22°C nos meses mais quentes e inferiores a 18°C nos meses mais frios. De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Sorocaba registrou em 2015, um total pluviométrico de 1.176,6 mm, temperatura média mensal de 22°C e umidade relativa do ar com uma média mensal de 70,8%. Os solos que ocorrem no parque constituem de uma associação de Latossolos Vermelhos, Roxos e Vermelho-Escuros, sendo bem drenados e profundos (SOROCABA, 2012) de classificação textural Franco-Argiloso (SIMONETTI et al., 2015) e em geral com baixa disponibilidade de nutrientes, com pH entre 4,0 e 4,6 e baixa saturação de bases (Anexo 1).

O parque possuía em sua criação, em 2008, cerca de 26 ha de floresta de eucalipto (*Eucalyptus* sp.). Em 2013, o eucalipto foi cortado e retirado e no local foram implantados diferentes métodos de restauração florestal, definidos de acordo com a característica de cada área. Nós estudamos esse local em três áreas submetidas a diferentes métodos de plantio de mudas de árvores nativas: em um plantio convencional realizado no espaçamento 3 x 2 m; em um plantio sob eucaliptal, com remoção parcial do eucalipto e plantio em espaçamento 3 x 2 m; e em um plantio adensado, com remoção total do eucalipto e plantio em espaçamento 0,5 x 1 m (Figura 2). Nos plantios foram usadas 124 espécies arbóreas nativas da região, sendo 43 pioneiras e 81 não pioneiras (REIS-JÚNIOR e SCAGLIANTI, 2015). As práticas de adubação e controle da mata competição foram feitas de maneira semelhante nas três áreas, utilizando de adubação química N:P:K (10:10:10) e calagem e controle da mata competição com aplicação de herbicida uma vez ao ano nos dois primeiros anos. O monitoramento e manejo das áreas vem sendo realizado desde o plantio até o presente momento.



Figura 1 – Áreas em restauração estudadas no PNMCBIO em Sorocaba-SP e métodos de plantio empregados: **A-B** – Plantio de mudas convencional: remoção total do eucalipto e plantio de mudas em espaçamento 3 x 2 m, (A - 11 meses e B - 21 meses); **C-D** – Plantio sob eucalipto: remoção parcial do eucalipto e plantio de mudas em espaçamento 3 x 2 m (C - 11 meses e D - 21 meses); **E-F** – Plantio adensado: remoção total do eucalipto e plantio de mudas em espaçamento 0,5 x 1 m (E - 11 meses e F - 21 meses).

3.1 Seleção das espécies e atributos avaliados

Em cada área selecionamos seis espécies arbóreas plantadas (Figura 3), todas recobridoras, ou seja, de rápido crescimento e copa ampla e sombreadora do solo (NAVE e RODRIGUES, 2007). Priorizamos aquelas com maior número de indivíduos no plantio, identificadas por meio de levantamento nas três áreas (Figura 1 e 2).

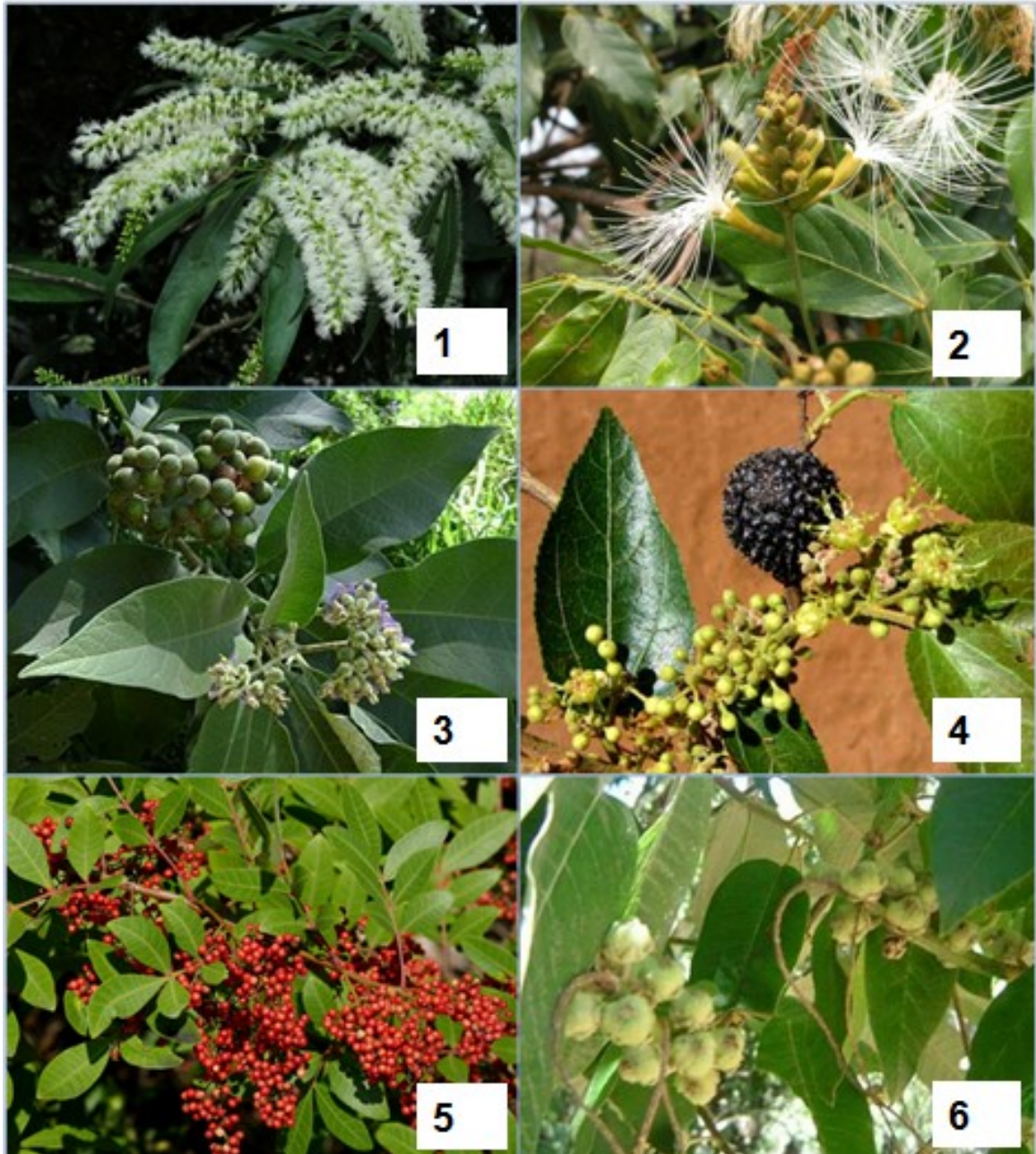


Figura 2 – Espécies arbóreas recobridoras selecionadas para o estudo: 1 - *Inga marginata* Willd. (Fabaceae/Mimosoidae); 2 - *I. vera* subsp. *affinis* (DC.) T.D.Penn (Fabaceae/Mimosoidae); 3 - *Solanum mauritianum* Scop. (Solanaceae); 4 - *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae); 5 - *Schinus terebinthifolia* Raddi (Anacardiaceae); 6 - *Croton floribundus* Spreng. (Euphorbiaceae).

Identificamos as plantas com lacre numerado (Figura 3) e avaliamos, de janeiro de 2016 a janeiro de 2017, a área basal e os atributos foliares. As plantas de cada espécie foram escolhidas de forma assistemática à medida que eram encontradas nas áreas de plantio. Para cada atributo investigado escolhemos aleatoriamente alguns dos indivíduos já selecionados de cada espécie, de acordo com número mínimo de indivíduos necessários para se avaliar cada atributo e viabilidade de execução dos métodos de medição no campo (Anexo 2).

3.2 Crescimento em Área Basal

Nós avaliamos o crescimento através da área basal de sete a 11 indivíduos de cada espécie (Anexo 2), em cada método de plantio (convencional, sob eucaliptal e adensado) em outubro de 2016, por meio de cálculo utilizando o diâmetro do tronco a 30 cm de altura do solo:

$$\text{Área Basal: } \pi * (\text{Diâmetro} / 2)^2$$

Plantas com ramificação abaixo da altura medida tiveram suas áreas basais somadas. O diâmetro do tronco e a área basal são medidas bastante utilizadas para aferir crescimento de árvores em florestas naturais e plantadas e são variáveis correlacionadas a biomassa das árvores (CHAVE et al., 2005; VIEIRA e SCARIOT, 2006; NOGUEIRA-JUNIOR et al., 2014). Além disso, todas as mudas, das três áreas em restauração, foram plantadas com tamanho em altura (< 0,5 m) e diâmetro do tronco (< 1,5 cm) similares e no mesmo período (dezembro de 2013). Portanto, usamos a medição calculada através da área basal, como a variável operacional para aferir crescimento das plantas (variável teórica) nas áreas estudadas.

3.3 Longevidade foliar, balanço foliar e de ramos

A longevidade foliar é dada pelo tempo de vida útil das folhas, podendo ser vista como um traço resposta, pois as unidades estruturais (folhas) respondem a mudanças no ambiente (LAVOREL, 2002; VIOLLE et al., 2007). A avaliação da longevidade foliar foi feita por meio de censo, acompanhando a dinâmica de emergência e senescência foliar em cinco a seis indivíduos de cada espécie em cada método de plantio (Anexo 2), nos meses de janeiro, fevereiro, março, maio, julho e novembro de 2016 e janeiro de 2017. Previamente, selecionamos e marcamos dois ramos da copa de cada planta, voltados para a face interior dos plantios, minimizando possível efeito de borda (figura 3). Fizemos a contagem do número de folhas adquiridas e perdidas em intervalo avaliado nesses dois ramos.

Para determinar valores de longevidade foliar, usamos o cálculo de meia-vida de folhas (DIEMER, 1998), procedimento que envolve o cálculo das taxas de mortalidade (λ) e, posteriormente, o cálculo da meia vida ($t_{0.5}$):

$$\lambda = (\log_e N_0 - \log_e N_1) / t^{-1}$$

$$t_{0.5} = \log_e 2 \lambda^{-1}$$

Onde, N_0 representa o número inicial de folhas por plantas e N_1 o número de folhas marcadas vivas no final de cada intervalo de estudo. Acompanhamos a longevidade foliar em até duas ramificações em novas brotações.

A partir dos valores obtidos em observações de brotação de ramos, senescência e emergência das folhas também foram determinados atributos de balanço foliar (diferença entre produção e queda de folhas) e balanço de ramos (diferença entre produção e queda de ramos).



Figura 3 - Ramos marcados para censo foliar.

3.4 Massa foliar por área (MFA)

Para análise da MFA coletamos, aleatoriamente, de três a quatro folhas expostas ao sol dos mesmos indivíduos que avaliamos a área basal (Anexo 2). Logo após a coleta, no campo, as folhas foram armazenadas em sacos de papel e em laboratório digitalizadas em *scanner* separadamente ou em conjuntos de folíolos para compostas. Os valores de área foram calculados no programa Image J (FERREIRA e RASB, 2012). Posteriormente, secamos as folhas em estufa a 65°C por 48h e pesamos em uma balança eletrônica de precisão. Determinamos a MFA dividindo o valor da massa seca pela área foliar. A MFA de cada folha foi utilizada para compor um valor médio por indivíduo.

3.5 Macro e micronutrientes foliares e eficiência na reabsorção de nutrientes

Calculamos os teores de macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) para os mesmos indivíduos que avaliamos a área basal e MFA, com exceção da espécie *G. ulmifolia*, que não foi incluída na amostra de micronutrientes. Adicionalmente, coletamos de três indivíduos de cada espécie em cada método de plantio (Anexo 2), folhas para análise de micronutrientes (ferro, zinco, cobre, manganês e boro) e folhas verdes e senescentes para avaliar reabsorção de nutrientes através da diferença dos teores de nitrogênio e fósforo entre ambas. A eficiência da reabsorção foliar foi calculada pela porcentagem da redução na concentração dos nutrientes das folhas senescentes comparada às folhas verdes (KILLINGBECK, 1996). A realocação de nutrientes pode ser tratada pela planta como uma estratégia em seu ciclo reprodutivo ou de regulação a mudanças do clima (GAN e AMASINO, 1997; MUNNÉ-BOSCH e ALEGRE, 2004). As análises foliares foram feitas pelo Laboratório de Análise Química de Solo e Planta, no Centro de Ciências Agrárias da UFSCar em Araras-SP, Brasil, utilizando dos métodos de digestão sulfúrica (para N), nítrico-perclórica (P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn) e incineração (B), e determinações por titulometria (N, N-NO₃⁻, N-NH₄⁺ e Cl), colorimetria (P, B, Mo e Al), turbidimetria (S), fotometria de chama (K e Na) e espectrofotometria de absorção atômica (Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn) (MALAVOLTA, 1997).

3.6 Condutância estomática

A condutância estomática (gS) é uma função amplamente modelada e descrita na ecofisiologia vegetal e é um processo fisiológico diretamente afetado pelas condições ambientais, pois quantifica o fluxo de gases através dos estômatos da superfície foliar (DAMOUR et al., 2010). Para avaliação da gS durante o dia, usamos um porômetro portátil (DECAGON-DEVICES, 2011; Figura 5), obtendo valores expressos em mmol/ (m²·s).

Observamos valores para o período chuvoso (26 e 31 de janeiro e 7 de fevereiro de 2016) e de estiagem (17, 18 e 28 de agosto de 2016) em três indivíduos, de três espécies (*S. mauritianum*, *I. vera* e *S. terebinthifolia*), em cada método de plantio (convencional, sob eucalíptal e adensado). As medições foram realizadas em um mesmo dia para todas as espécies em cada método, totalizando assim três dias de medições em cada período. A distância entre as datas ocorreu por motivo de precipitação e/ou umidade elevada dificultando o uso do porômetro.

Para a avaliação da gS em relação a área basal foram considerados como atributos: a) média da gS apresentada nos períodos chuvoso e de estiagem (gS Médio chuvoso e gS Médio

estiagem); b) e máxima gS apresentada em cada período, chuvoso e de estiagem (gS Máximo chuvoso e gS Máximo estiagem).



Figura 4 – Porômetro portátil usado para medidas de condutância estomática das folhas.

3.7 Potencial hídrico foliar

Complementar à medida de gS, analisamos o potencial hídrico foliar, que é um do estado hídrico das folhas e quanto mais negativo é seu valor, mais desidratada está a folha (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013). O potencial hídrico foliar foi medido com uma câmara de pressão (SCHOLANDER et al., 1965), em duas a três folhas por indivíduo, nos mesmos indivíduos utilizados na amostragem da gS. Na câmara de pressão, uma folha é colocada em seu interior, com a sua extremidade cortada e projetada para fora e um manômetro mede a pressão da câmara necessária para a planta expelir água (Figura 6). O inverso da pressão exercida é indicado como potencial hídrico foliar e expresso convencionalmente em MPa (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013).

As medidas de potencial hídrico foram obtidas para os indivíduos descritos no anexo 2, todas em um mesmo momento, para o meio dia (“mid-day”), quando se encontram mais negativas, e para a madrugada (“pré-dawn”), quando se encontram valores mais próximos ao potencial hídrico do solo (BHASKAR e ACKERLY, 2006). Assim, obtivemos três principais atributos avaliados: a) o delta potencial hídrico diário nos períodos chuvoso e de estiagem ($\Delta\psi_{\text{dia chuvoso}}$ e $\Delta\psi_{\text{dia estiagem}}$), média da diferença entre valores encontrados ao meio dia e à madrugada nos dois períodos do ano avaliados, chuvoso e de estiagem; e o delta potencial hídrico sazonal ($\Delta\Psi_{\text{ano}}$), diferença entre os valores na madrugada do período chuvoso e ao meio dia no período de estiagem.



Figura 5 - Câmara de pressão usada para obter medidas de potencial hídrico das folhas.

3.2 Análise de dados

Para avaliar se a área basal das espécies arbóreas recobridoras diferiu entre si e entre métodos de plantio de restauração, realizamos análises de variância seguidas do teste *post-hoc* de Tukey para comparação entre médias. Para verificar se a área basal dessas espécies nos plantios de restauração se relaciona com os atributos foliares mensurados, realizamos análises de regressão linear simples com os valores de área basal como variável dependente e dos atributos foliares como variáveis independentes em agrupamentos de espécies e métodos.

O número de indivíduos e espécies utilizados na avaliação de cada atributo nas análises de regressão e variância variaram de acordo com os métodos e números amostrais de cada variável (Anexo 2). Desse modo, não foi realizada uma única análise com todas as variáveis, mas diferentes análises, combinando o universo amostral disponível às variáveis. Para cada agrupamento de dados foi verificada a distribuição normal dos dados e resíduos por meio do teste de Shapiro-Wilk. Os testes estatísticos foram feitos no programa PAST 3.14 (HAMMER et al., 2015), usando um nível de significância de 0,05.

4. RESULTADOS

A área basal das espécies estudadas (variável resposta para crescimento) variou entre as espécies, métodos de plantio e na interação entre ambos (Quadro 1 – Análise de variância Two-way com $p < 0,05$), sendo o método convencional aquele que demonstrou melhor desenvolvimento da variável com diferença para sob eucaliptal e adensado. Quatro das relações entre espécies apresentaram diferença ($p < 0,05$) em análise *post-hoc* de comparação entre médias (Quadro 1) considerando a amplitude de valores nos três métodos de plantio. Já em avaliação individual a maioria das espécies apresentou diferença nos valores de área basal para cada método, com exceção de *I. vera*, que teve melhor desempenho no método adensado

e *S. mauritianum* que não apresentou diferença entre métodos, os demais tiveram melhor desempenho no método convencional (Gráfico 1).

Quadro 1 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Área Basal (cm²) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

TWO-WAY / Área Basal	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	<i>p</i>
Espécie:	183467	5	36693,4	7,05	5,51E-06
Método:	389537	2,00E+00	194769	3,74E+01	4,50E-14
Interação:	275682	1,00E+01	27568,2	5,30E+00	9,86E-07
Entre:	837952	1,61E+02	5204,67		
Total:	1,67E+06	178			
Shapiro-Wilk W - <i>p</i> (normal)		7,34E-16			

ONE-WAY - Espécie	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	<i>p</i>
Entre grupos:	389537	2	194769	26,73	7,27E-11
Em grupos:	1,28E+06	176	7285,19		
Total:	1,67E+06	178			

Teste Pos- hoc de Tukey	Cf	Gu	Im	Iv	Sm	St
Cf		0,5047	0,5453	0,5878	0,9999	0,6505
Gu	2,462		0,008231	1	0,3443	0,01411
Im	2,375	4,837		0,0126	0,7124	1
Iv	2,285	0,1761	4,661		0,4196	0,02113
Sm	0,3617	2,823	2,014	2,647		0,8038
St	2,151	4,613	0,224	4,437	1,79	

ONE-WAY - Método	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	<i>p</i>
Entre grupos:	183467	5	36693,4	4,265	0,001106
Em grupos:	1,49E+06	173	8602,68		
Total:	1,67E+06	178			

Teste Pos-hoc de Tukey	A1	A2	A3
A1		2,18E-05	2,18E-05
A2	9,385		0,7387
A3	8,336	1,049	

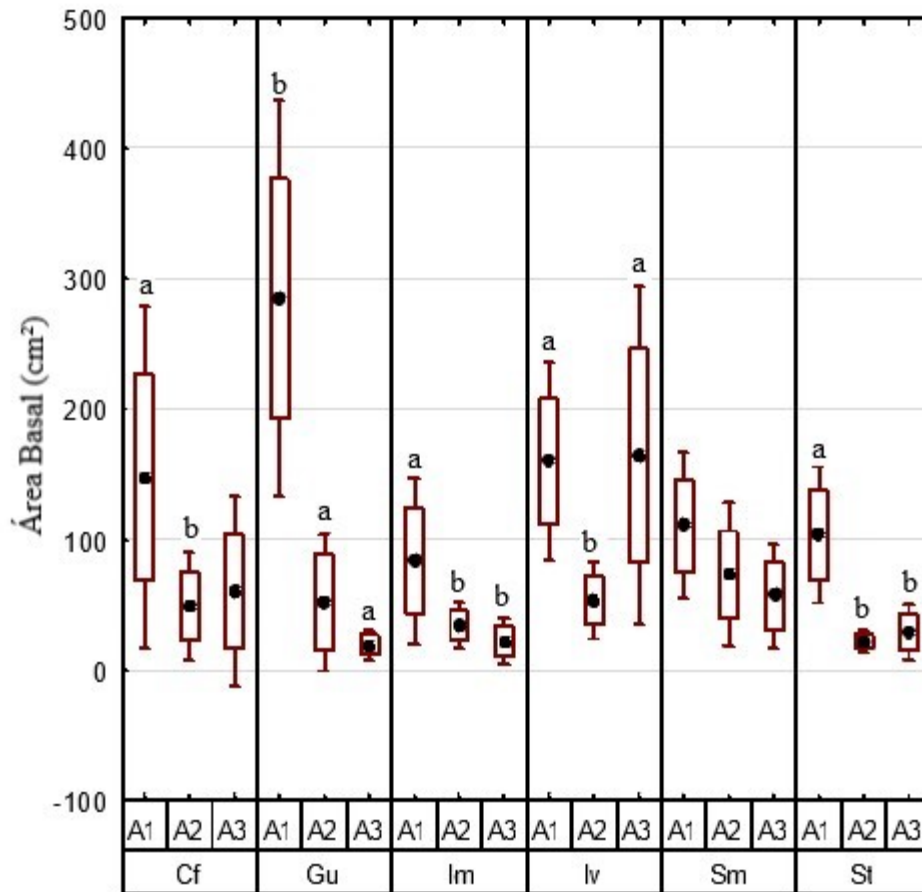


Gráfico 1 – Valores de Área Basal (cm²) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucalipto, A3 – Plantio adensado). Diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os métodos observadas em teste post-hoc de Tuckey para cada espécie expressas em letras (a, b e c).

Avaliando os valores dos 28 atributos funcionais foliares verificamos pouca variação desses quando comparado entre métodos de plantio (Quadros 02 a 25). Somente $\Delta\Psi$ ano apresentou diferença entre os métodos adensado e sob eucaliptal, o último de valores mais negativos (Quadro 3, Gráfico 3) e a concentração de macronutrientes nitrogênio e fósforo foliar (Quadro 6 e 7), o primeiro com menores valores nos indivíduos do plantio sob eucaliptal e o segundo com valores superiores para os indivíduos do plantio adensado. Para a concentração de fósforo também foi observada diferença entre os métodos quando avaliada quatro das espécies individualmente (Gráfico 7).

A maioria dos atributos avaliados apresentou diferença nos valores quando comparado entre as espécies. MFA teve *S. terebinthifolia* como espécie que apresentou os maiores valores com diferença entre os métodos de plantio quando avaliada individualmente, apresentando maiores valores no plantio convencional (Gráfico 2). Entre os macronutrientes observados em concentração foliar, a diferença entre espécies esteve presente para nitrogênio com menores valores para *S. terebinthifolia* quando comparado a outras três espécies (Gráfico 6), para fósforo com maiores valores de *S. terebinthifolia* quando comparada a *I. marginata* (Gráfico 7), potássio com maiores valores de *C. floribundus* quando comparado a *G. ulmifolia* e *I. vera* (Gráfico 8). Os nutrientes foliares enxofre, cálcio e magnésio, tiveram diferença expressada principalmente na interação entre método e espécie. Individualmente para cada espécie o cálcio teve maiores valores expressos no plantio sob eucaliptal comparado aos demais para *S. mauritianum* e *G. ulmifolia* (Gráfico 9), o magnésio valores superiores no plantio adensado comparado ao convencional (Gráfico 10) e o enxofre com valores superiores no plantio sob eucaliptal para *I. marginata* e no adensado para *S. mauritianum*.

Para a concentração de micronutrientes foliares observamos diferença entre as espécies para todos, sendo as menores concentrações de boro para *I. vera* (Gráfico 12), as maiores concentrações de cobre para *S. mauritianum* (Gráfico 13), as maiores concentrações de ferro para *S. terebinthifolia* (Gráfico 14), as maiores concentrações de manganês para *C. floribundus* com diferença desse entre os métodos de plantio (Gráfico 15) e as maiores concentrações de zinco para *S. terebinthifolia* (Gráfico 16). Avaliando a reabsorção de nutrientes, o nitrogênio foi o único que não apresentou diferença entre espécies ou métodos (Quadro 17), já o fósforo reabsorvido apresentou os menores valores para *I. vera* (Gráfico 18), o potássio reabsorvido os maiores valores para *G. ulmifolia* (Gráfico 19), o cálcio e o magnésio reabsorvido os maiores valores para *C. floribundus* (Gráfico 20 e 21) e o enxofre

reabsorvido os menores valores para *I. vera*, que também apresenta diferença entre métodos quando avaliado individualmente com maiores valores no plantio convencional (Gráfico 22).

Os atributos balanço foliar e de ramos não apresentaram diferença entre espécies e/ou métodos (Quadro 23 e 14), já a longevidade foliar teve diferença entre as espécies, com destaque para *S. mauritianum* com menores valores comparados a quatro das espécies do estudo (Quadro 25). Individualmente a espécie *C. floribundus* apresentou diferença no atributo em comparação dos métodos, sendo o plantio convencional aquele que aparece com os menores valores (Gráfico 25).

Quadro 2 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Massa Foliar por método – MFA (mg/cm²) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

TWO-WAY / MFA	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p	
Espécie:	404,394	5	80,8788	5,483	0,0001102	
Método:	22,4201	2	11,21	0,76	0,4694	
Interação:	359,204	10	35,9204	2,435	0,009969	
Entre:	2345,28	159	14,7502			
Total:	3120,29	176				
Shapiro-Wilk W - p(normal)		4,70E-16				
ONE-WAY - Método	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p	
Entre grupos:	22,4201	2	11,21	0,6296	0,534	
Em grupos:	3097,87	174	1,78E+01			
Total:	3120,29	176				
ONE-WAY - Espécie	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p	
Entre grupos:	404,394	5	80,8788	5,092	0,0002229	
Em grupos:	2715,89	171	15,8824			
Total:	3120,29	176				
Teste Pos-hoc de Tukey	Cf	Gu	Im	Iv	Sm	St
Cf		1	0,9689	0,8841	0,9979	0,0007847
Gu	0,1067		0,9542	0,8516	0,9991	0,0005746
Im	1,12	1,227		0,9997	0,8203	0,01503
Iv	1,547	1,653	0,4262		0,6414	0,03843
Sm	0,6245	0,5178	1,745	2,171		0,0001264
St	5,706	5,813	4,586	4,16	6,331	

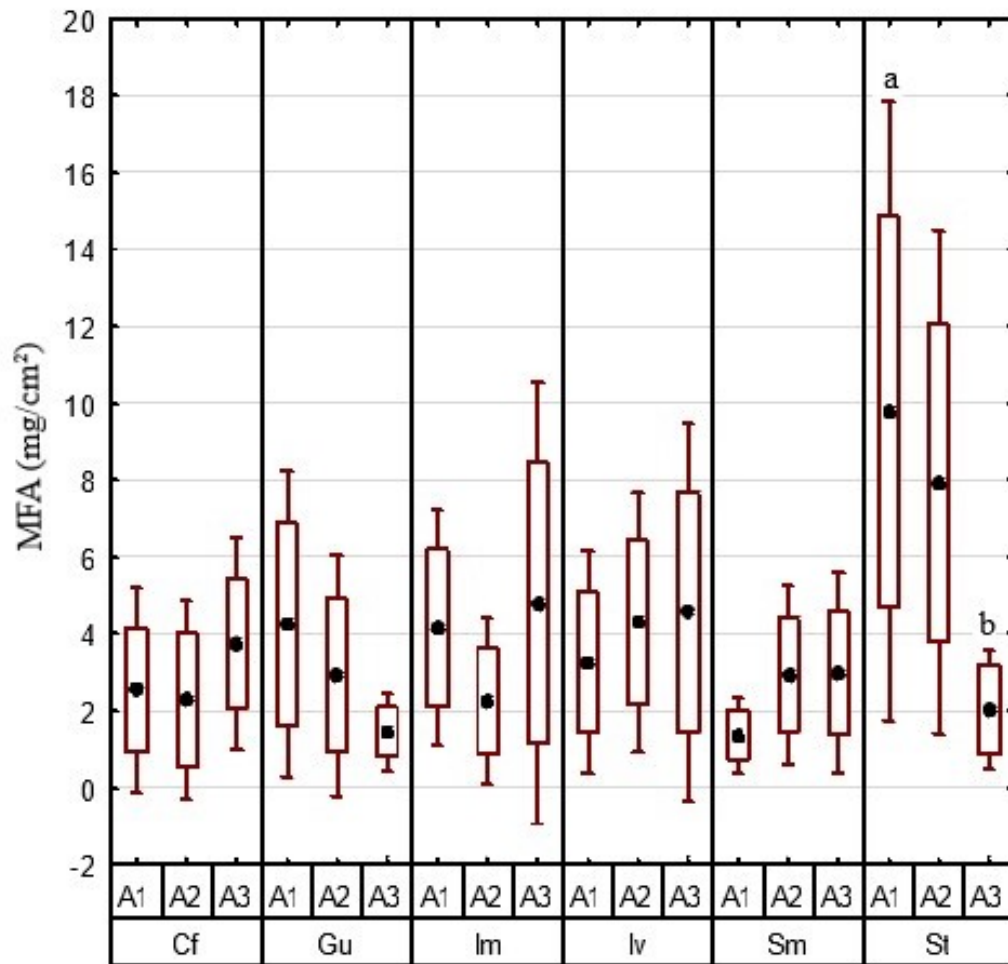


Gráfico 2 – Valores de MFA (cm²) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os métodos observadas em teste post-hoc de Tuckey para cada espécie expressas em letras (a, b e c).

Quadro 3 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de $\Delta\Psi$ ano (MPA) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

TWO-WAY / $\Delta\Psi$ ano	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	<i>p</i>
Espécie:	0,513735		2 0,256867	1905	0,1991
Método:	4,34523		2 2,17261	16,11	0,0007452
Interação:	1,05973		4 0,264934	1965	0,1762
Entre:	1,34852	10	0,134852		
Total:	6,76943	18			
Shapiro-Wilk W - <i>p</i>(normal)		0,5105			
ONE-WAY - Método	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	<i>p</i>
Entre grupos:	4,29079	2	2,1454	14,63	0,000202
Em grupos:	2,49369	17	0,146688		
Total:	6,78448	19			
Teste Pos-hoc de Tukey	A1	A2	A3		
A1		0,1102	0,02026		
A2	3048		0,0003847		
A3	4299	7347			

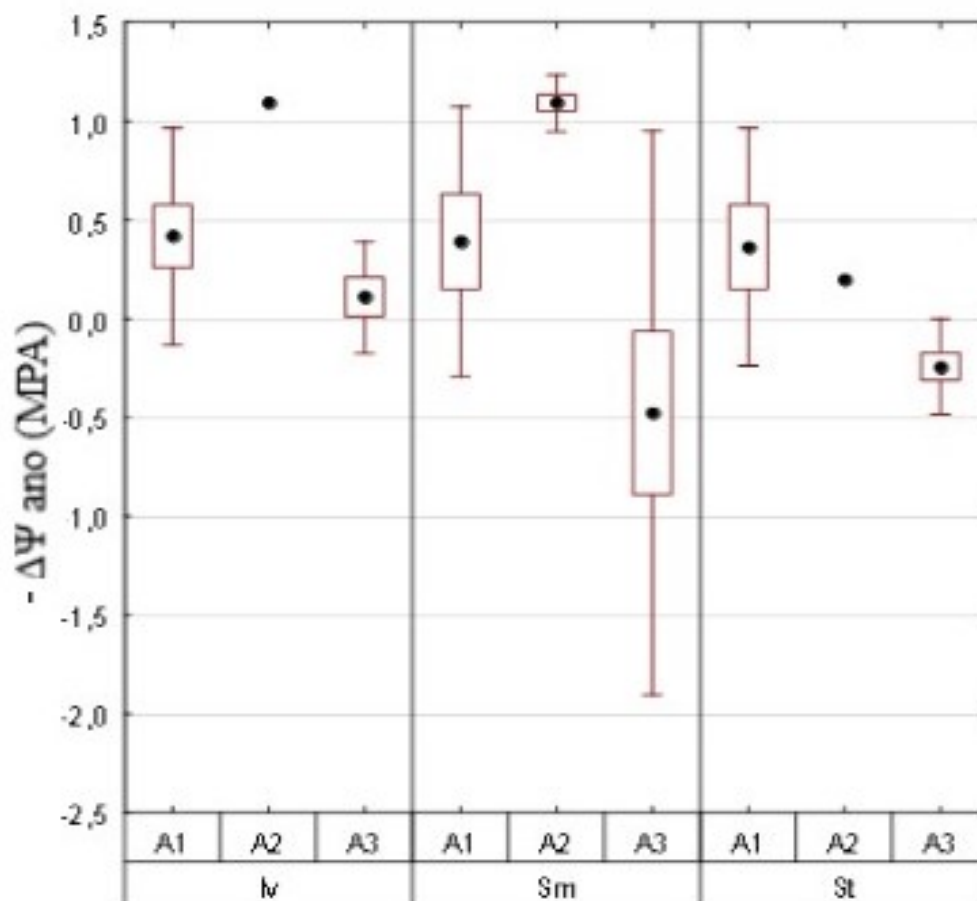


Gráfico 3 – Valores de $\Delta\Psi$ ano (MPa) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Não há diferença significativa ($p < 0,05$) entre os métodos observadas para cada espécie.

Quadro 4 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de $\Delta\Psi$ dia – estiagem (MPA) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

TWO-WAY $\Delta\Psi$ dia-estiagem	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Espécie:	3,50538	2	1,75269	12,46	0,0004661
Método:	1,28277	2	0,641387	4,559	0,02599
Interação:	0,637257	4	0,159314	1,132	0,3744
Entre:	2,39156	17	0,14068		
Total:	7,59752	25			
Shapiro-Wilk W - p(normal)		0,02534			

ONE-WAY – Método	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Entre grupos:	1,28277	2	0,641387	2,336	0,1192
Em grupos:	6,31475	23	0,274554		
Total:	7,59752	25			

ONE-WAY – Espécie	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Entre grupos:	3,50538	2	1,75269	9,851	0,0008123
Em grupos:	4,09214	23	0,177919		
Total:	7,59752	25			

Teste Pos-hoc de Tukey	Iv	Sm	St
Iv		0,3459	0,0006775
Sm	2,013		0,0173
St	6,245	4,232	

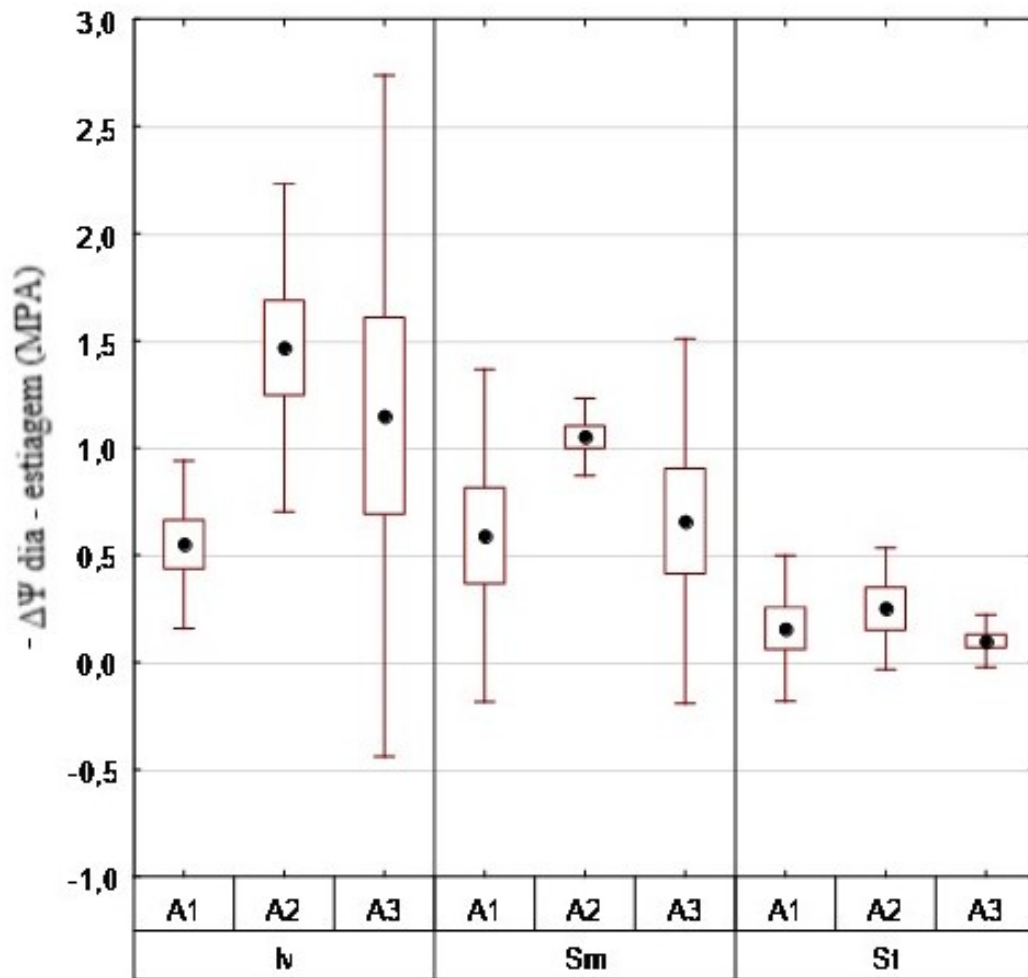


Gráfico 4 – Valores de $\Delta\Psi$ dia - estiagem (MPA) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Não há diferença significativa ($p < 0,05$) entre os métodos observadas para cada espécie.

Quadro 5 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de $\Delta\Psi$ dia – chuvoso (MPA) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

TWO-WAY/ $\Delta\Psi$ dia-chuvoso	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	<i>p</i>
Espécie:	3,32076	2	1,66038	24,38	7,54E-06
Método:	0,193909	2	0,0969547	1,423	0,2668
Interação:	0,240844	4	0,0602109	0,8839	0,4932
Entre:	1,22611	18	0,0681173		
Total:	4,98163	26			
Shapiro-Wilk W - <i>p</i>(normal)		0,3207			

ONE-WAY - Espécie	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	<i>p</i>
Entre grupos:	3,32076	2	1,66038	23,99	1,89E-06
Em grupos:	1,66086	24	0,0692027		
Total:	4,98163	26			

Teste Pos-hoc de Tukey	Iv	Sm	St
Iv		0,1131	0,0001298
Sm	2,957		0,0003837
St	9,567	6,61	

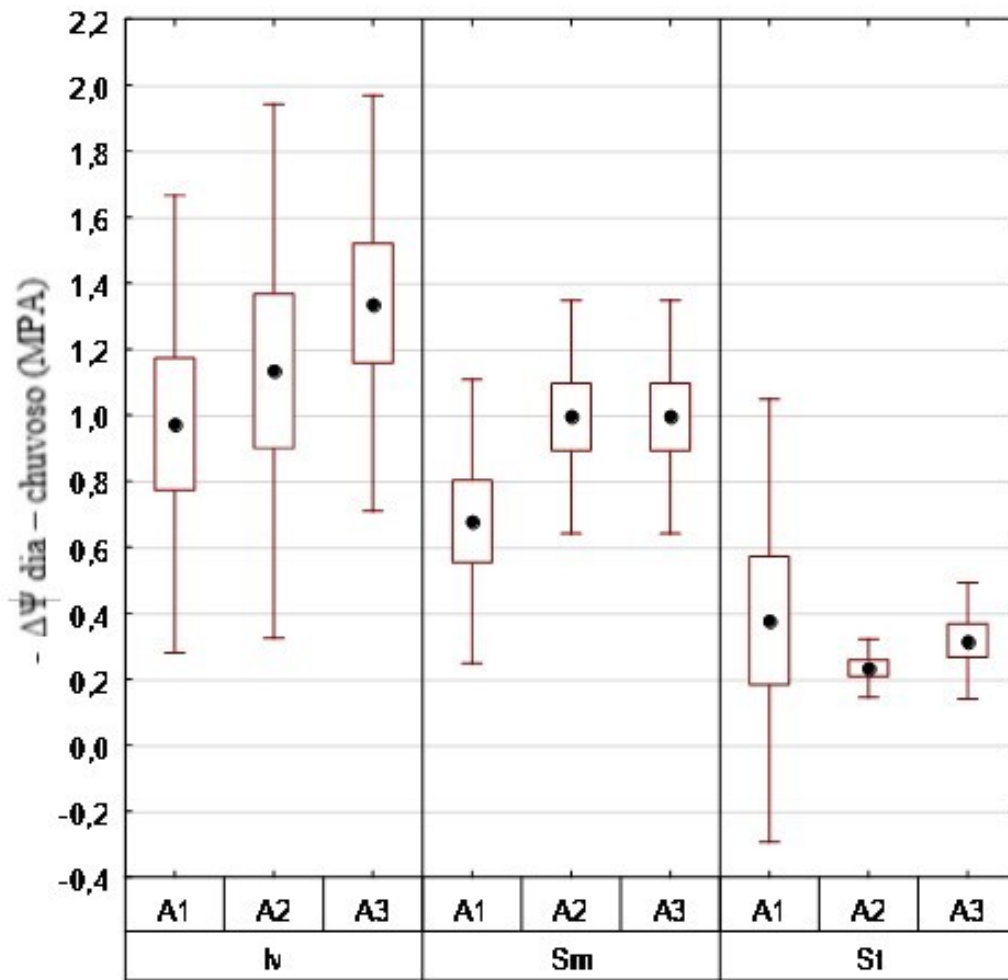


Gráfico 5 – Valores de $\Delta\Psi$ dia - chuva (MPa) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Não há diferença significativa ($p < 0,05$) entre os métodos observadas para cada espécie.

Quadro 6 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Nitrogênio foliar (g/Kg) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

TWO-WAY/ Nitrogênio	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	<i>p</i>
Espécie:	1485,02	5	297,003	5,743	6,73E-05
Método:	2192,92	2	1096,46	21,2	6,97E-09
Interação:	2763,96	10	276,396	5,345	8,80E-07
Entre:	8170,72	158	51,7134		
Total:	14549,3	175			
Shapiro-Wilk W - <i>p</i> (normal)		0,02609			

ONE-WAY – Método	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	<i>p</i>
Entre grupos:	2192,92	2	1096,46	15,35	7,29E-07
Em grupos:	12356,4	173	71,4242		
Total:	14549,3	175			

Teste Pos-hoc de Tukey	A1	A2	A3
A1		2,18E-05	0,06848
A2	7,731		0,003311
A3	3,134	4,597	

ONE-WAY – Espécie	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	<i>p</i>
Entre grupos:	1485,02	5	297,003	3,865	0,00242
Em grupos:	13064,3	170	76,8488		
Total:	14549,3	175			

Teste Pos-hoc de Tukey	Cf	Gu	Im	Iv	Sm	St
Cf		0,9982	0,973	1	0,992	0,03643
Gu	0,6075		0,8386	0,9997	0,9129	0,1154
Im	1,085	1,693		0,9436	1	0,002674
Iv	0,2047	4,03E-01	1,29		0,9782	0,05516
Sm	0,8291	1,44E+00	0,2559	1,034		0,00527
St	4,185	3,578	5,27	3,981	5,014	

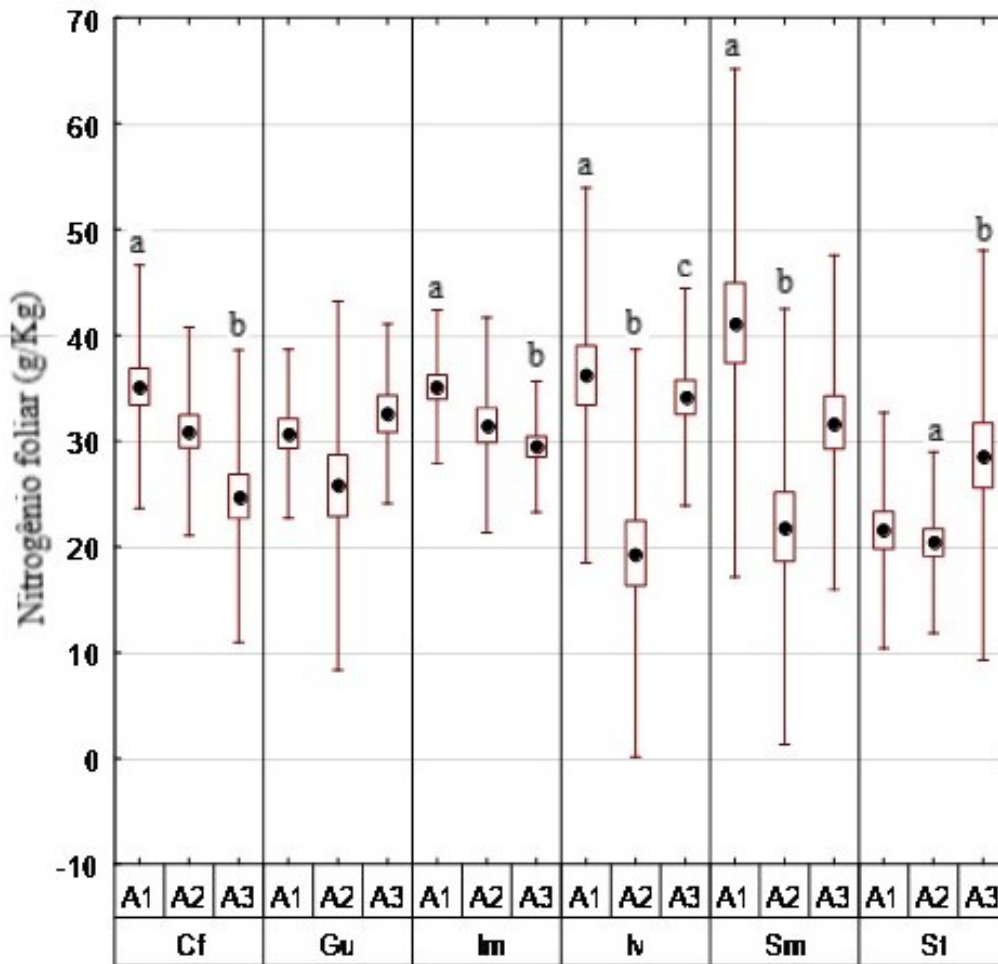


Gráfico 6 – Valores de Nitrogênio foliar (g/Kg) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os métodos observadas em teste post-hoc de Tuckey para cada espécie expressas em letras (a, b e c).

Quadro 7 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Fósforo foliar (g/Kg) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

TWO-WAY / Fósforo	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Espécie:	8,883	5	1,7766	3,147	0,00977
Método:	16,8132	2	8,40661	14,89	1,19E-06
Interação:	12,5376	10	1,25376	2,221	0,0191
Entre:	89,1843	158	0,564458		
Total:	127,664	175			
Shapiro-Wilk W - p(normal)					2,07E-13

ONE-WAY – Método	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Entre grupos:	16,8132	2	8,40661	13,12	4,95E-06
Em grupos:	110,851	173	0,640758		
Total:	127,664	175			

Teste Pos-hoc de Tukey	A1	A2	A3
A1		0,8061	0,0001306
A2	0,8845		2,73E-05
A3	5,825	6,709	

ONE-WAY – Espécie	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Entre grupos:	8,883	5	1,7766	2,543	0,03008
Em grupos:	118,781	170	0,698713		
Total:	127,664	175			

Teste Pos-hoc de Tukey	Cf	Gu	Im	Iv	Sm	St
Cf		1	0,7244	0,986	0,9796	0,4822
Gu	0,2653		0,6039	0,9581	0,9949	0,6071
Im	1,986	2,251		0,9766	0,2748	0,01849
Iv	0,9362	1,201	1,05		0,7383	0,1437
Sm	1,018	0,7523	3,004	1,954		0,8989
St	2,51	2,245	4,496	3,446	1,492	

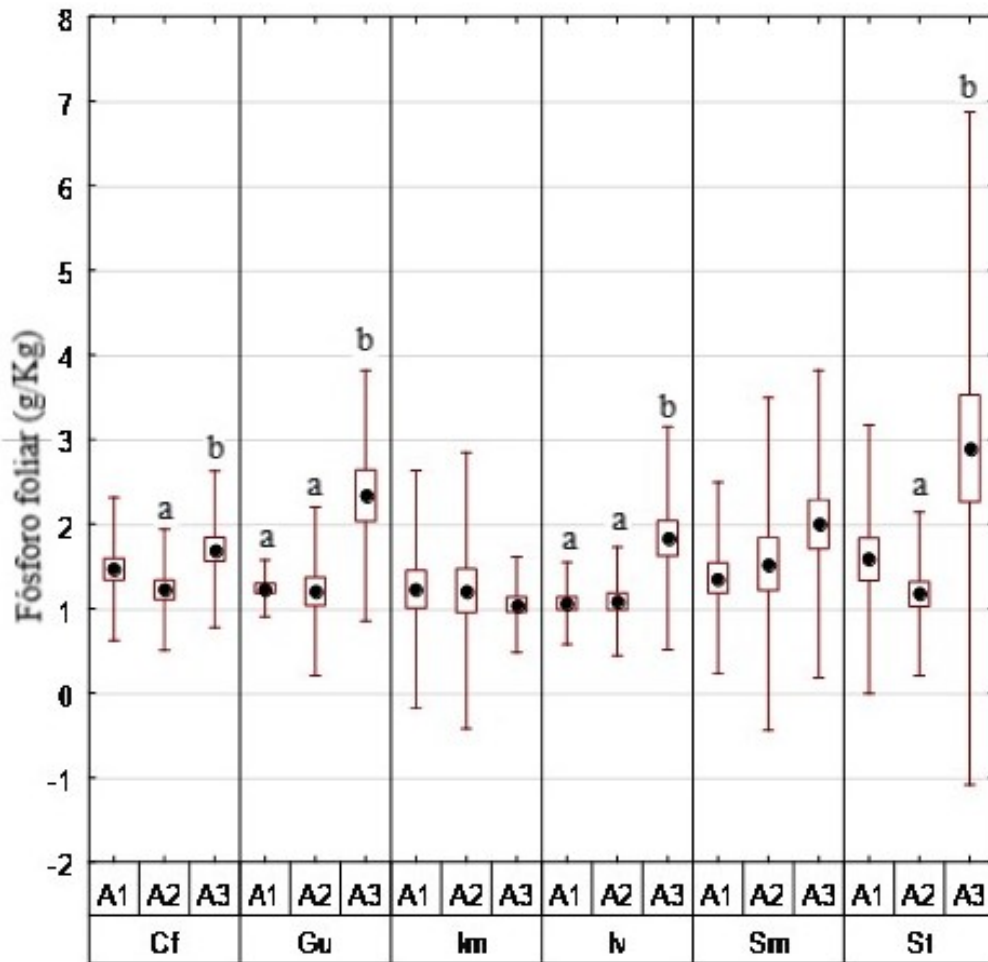


Gráfico 7 – Valores de Fósforo foliar (g/Kg) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os métodos observadas em teste post-hoc de Tuckey para cada espécie expressas em letras (a, b e c).

Quadro 8 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Potássio foliar (g/Kg) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Ie – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

TWO-WAY /Potássio	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Espécie:	215,964	5	43,1927	3,234	0,008282
Método:	30,5784	2	15,2892	1,145	0,3209
Interação:	33,8096	10	3,38096	0,2532	0,9897
Entre:	2109,91	158	13,3539		
Total:	2386,12	175			
Shapiro-Wilk W - p(normal)					3,47E-20

ONE-WAY – Espécie	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Entre grupos:	215,964	5	43,1927	3,384	0,006118
Em grupos:	2170,16	170	12,7656		
Total:	2386,12	175			

Teste Pos-hoc de Tukey	Cf	Gu	Im	Iv	Sm	St
Cf		0,003605	0,1454	0,04884	0,5344	0,902
Gu	5,159		0,8291	0,9694	0,3705	0,09697
Im	3,439	1,72E+00		0,9982	0,9776	0,7364
Iv	4,042	1,117	0,6033		0,8548	0,4584
Sm	2,398	2,76	1,04	1,644		0,9872
St	1,481	3,678	1,958	2,561	0,9178	

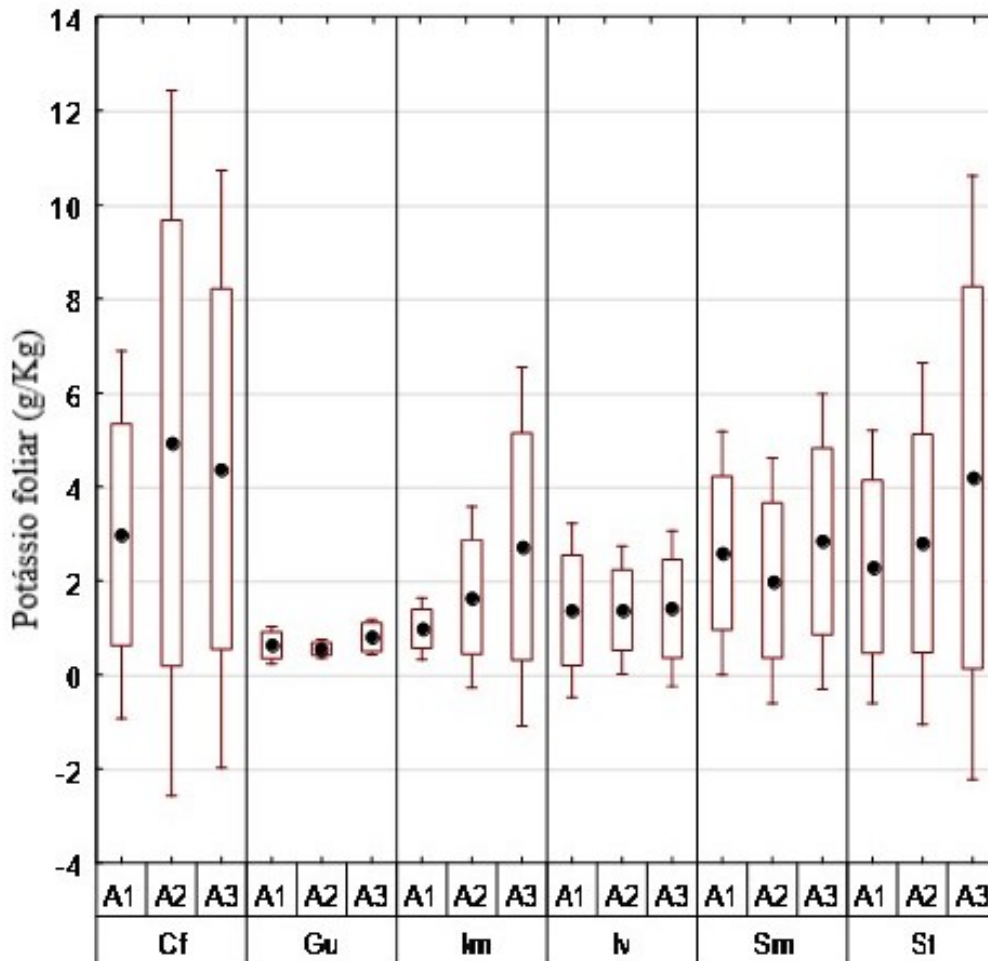


Gráfico 8 – Valores de Potássio foliar (g/Kg) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Não há diferença significativa ($p < 0,05$) entre os métodos observados para cada espécie.

Quadro 9 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Cálcio foliar (g/Kg) para dois fatores (Two-way), espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

TWO-WAY / Cálcio	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Espécie:	304,852	5	60,9704	0,8893	0,4898
Método:	207,217	2	103,608	1,511	0,2238
Interação:	2207,97	10	220,797	3,22	0,0008452
Entre:	10832,6	158	68,561		
Total:	13548,3	175			
Shapiro-Wilk W - p(normal)					1,05E-08

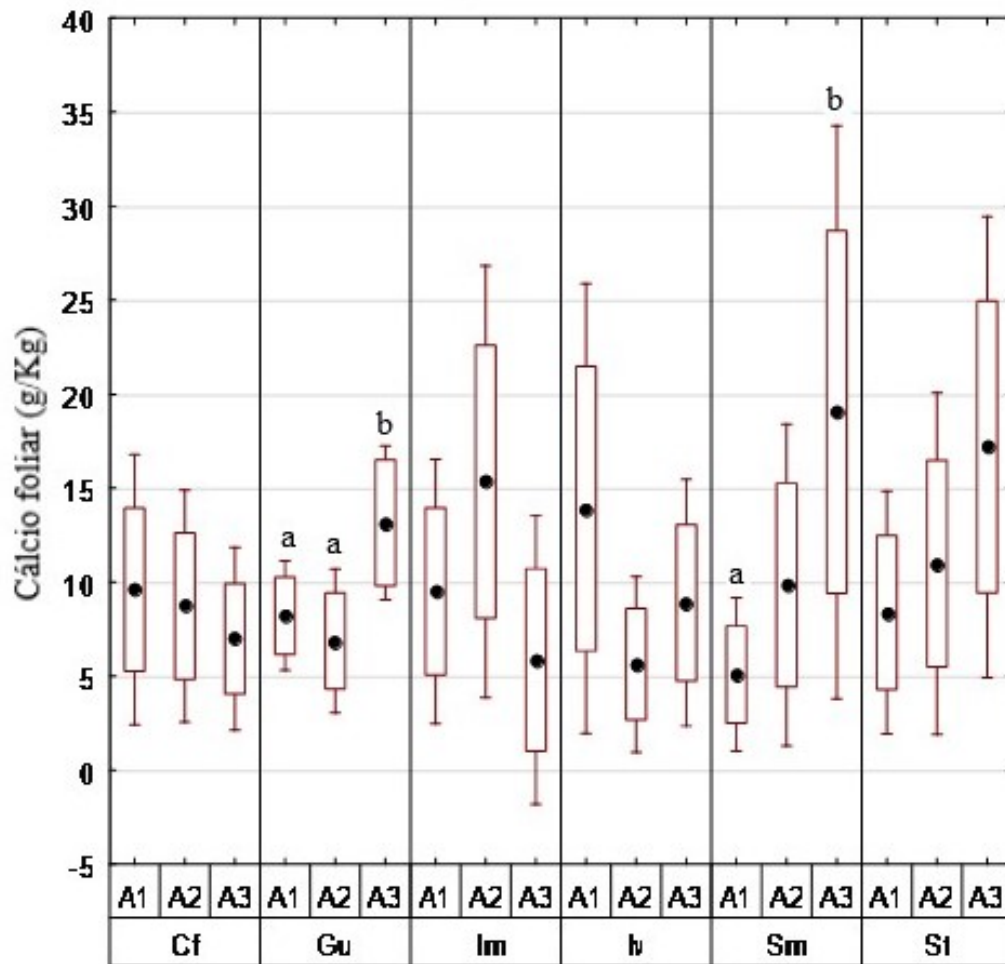


Gráfico 9 – Valores de Cálcio foliar (g/Kg) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os métodos observadas em teste post-hoc de Tuckey para cada espécie expressas em letras (a, b e c).

Quadro 10 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Magnésio foliar (g/Kg) para dois fatores (Two-way), espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

TWO-WAY / Magnésio	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Espécie:	21,6267	5	4,32534	1,462	0,2057
Método:	3,47124	2	1,73562	0,5865	0,5575
Interação:	56,2437	10	5,62437	1,901	0,04907
Entre:	446,859	151	2,95933		
Total:	527,871	168			
Shapiro-Wilk W - p(normal)					3,01E-08

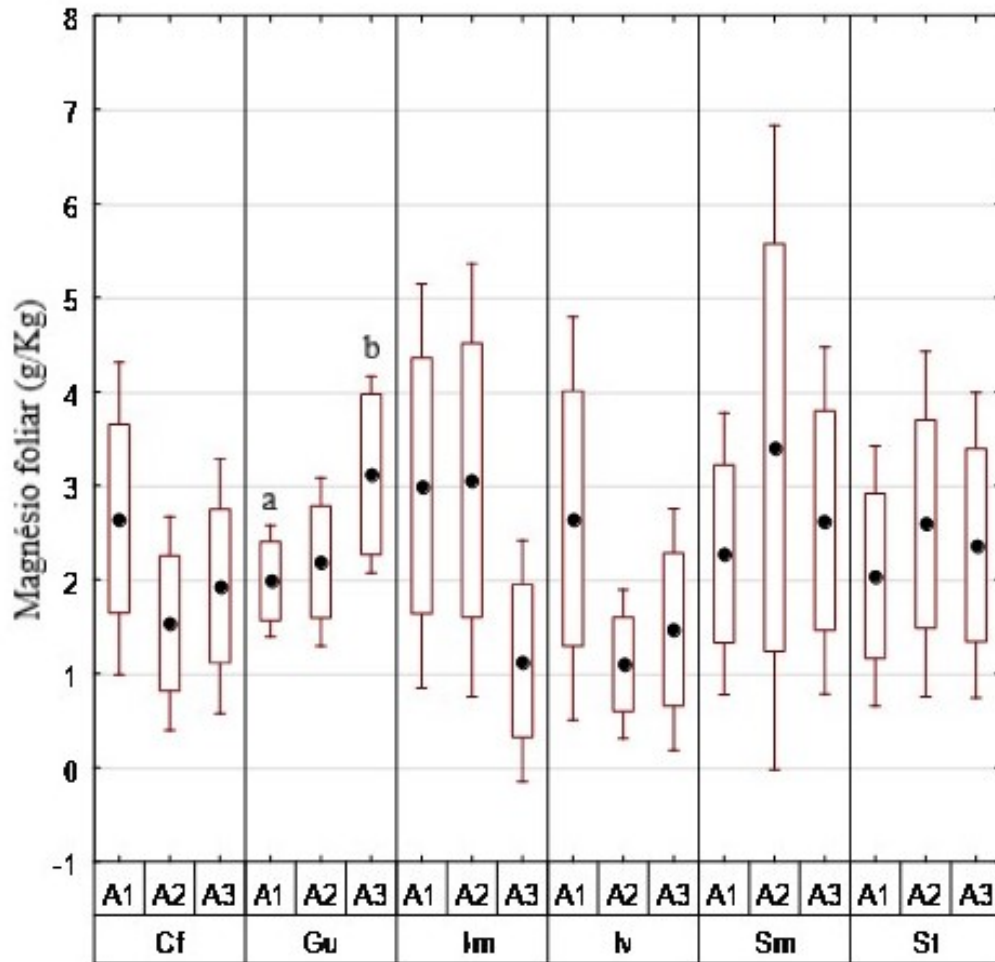


Gráfico 10 – Valores de Magnésio foliar (g/Kg) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os métodos observadas em teste post-hoc de Tuckey para cada espécie expressas em letras (a, b e c).

Quadro 11 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Enxofre foliar (g/Kg) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

TWO-WAY / Enxofre	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	<i>p</i>
Espécie:	100,729	5	20,1458	3,47	0,005363
Método:	20,6926	2	10,3463	1,782	0,1718
Interação:	141,593	10	14,1593	2,439	0,01005
Entre:	876,754	151	5,80632		
Total:	1139,14	168			
Shapiro-Wilk W - <i>p</i> (normal)		4,56E-20			

TWO-WAY / Espécie	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	<i>p</i>
Entre grupos:	100,729	5	20,1458	3,162	0,00943
Em grupos:	1038,41	163	6,37059		
Total:	1139,14	168			

Teste Pos-hoc de Tukey	Cf	Gu	Im	Iv	Sm	St
Cf		0,9999	0,9999	0,1555	0,1459	0,5104
Gu	0,3611		0,9974	0,2634	0,2497	0,6793
Im	0,2932	0,6542		0,09499	0,08848	0,378
Iv	3,397	3,036	3,69		1	0,9852
Sm	3,436	3,075	3,729	0,03965		0,9822
St	2,449	2,088	2,743	0,9472	0,9869	

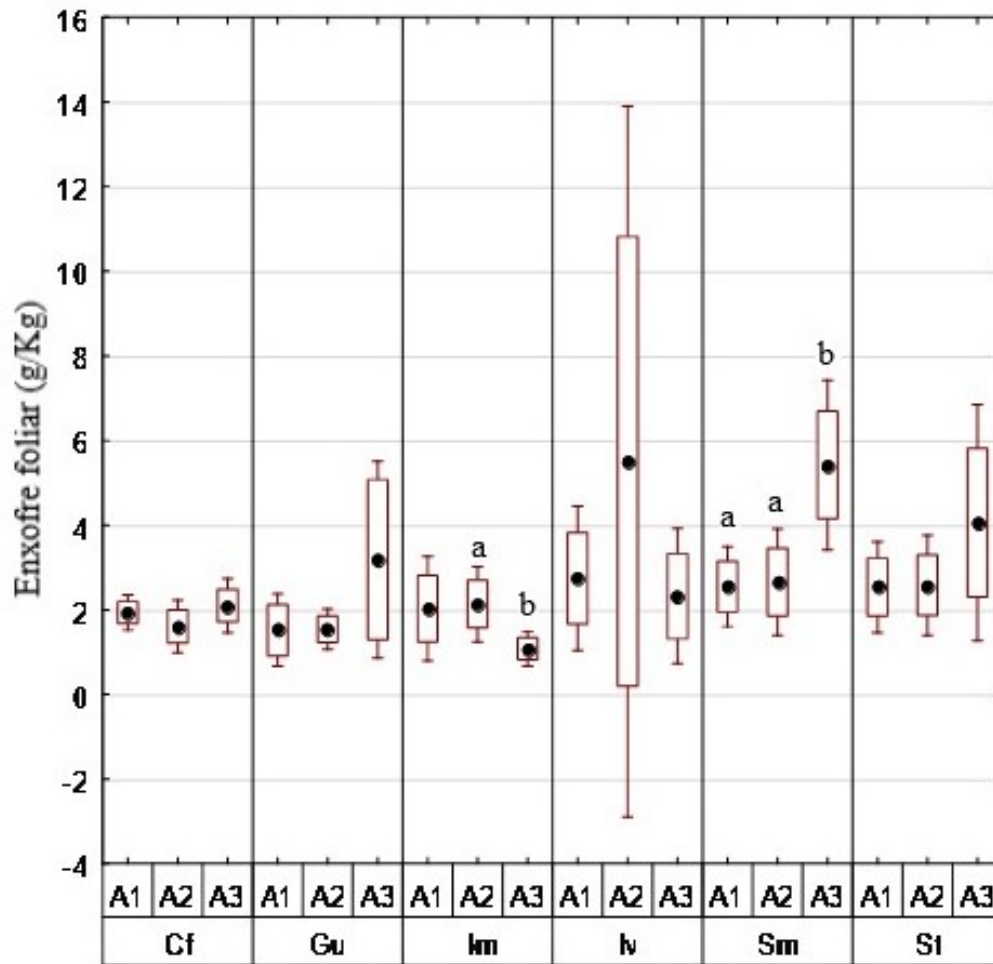


Gráfico 11 – Valores de Enxofre foliar (g/Kg) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os métodos observadas em teste post-hoc de Tuckey para cada espécie expressas em letras (a, b e c).

Quadro 12 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Boro foliar (ppm) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

TWO-WAY / Boro	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Espécie:	718,089	4	179,522	6,153	0,0009716
Método:	70,5778	2	35,2889	1,209	0,3125
Interação:	575,644	8	71,9556	2,466	0,03484
Entre:	875,333	30	29,1778		
Total:	2239,64	44			
Shapiro-Wilk W - p(normal)		0,8176			

ONE-WAY – Espécie	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Entre grupos:	718,089	4	179,522	4,719	0,003252
Em grupos:	1521,56	40	38,0389		
Total:	2239,64	44			

Teste Pos-hoc de Tukey	Cf	Ie	Iv	Sm	St
Cf		0,903	0,05852	0,9783	0,781
Ie	1,243		0,3284	0,5986	0,2729
Iv	3,945	2,702		0,01405	0,002935
Sm	0,8107	2,054	4,756		0,9783
St	1,621	2,864	5,567	0,8107	

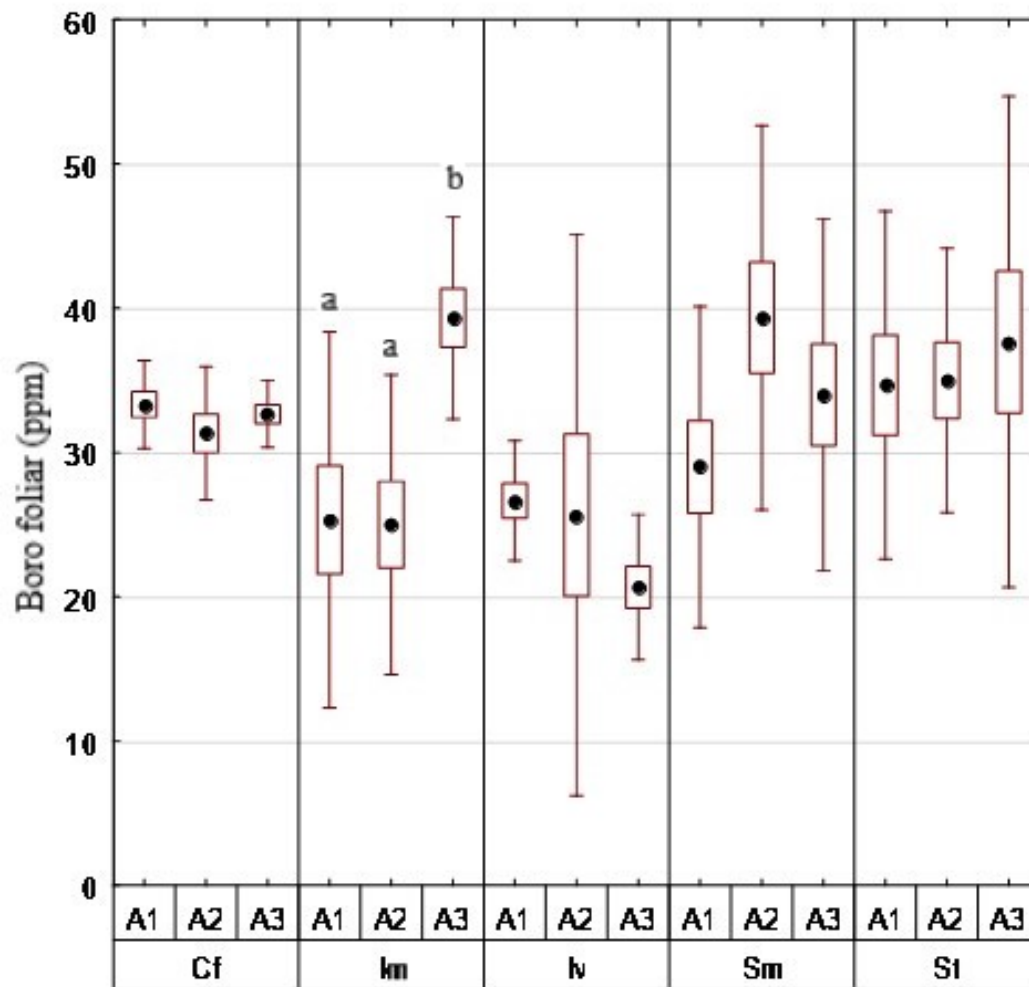


Gráfico 12 – Valores de Boro foliar (ppm) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os métodos observadas em teste post-hoc de Tuckey para cada espécie expressas em letras (a, b e c).

Quadro 13 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Cobre foliar (ppm) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho. ($p < 0,05$).

TWO-WAY / Cobre	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Espécie:	2202,09	4	550,522	5,038	0,003156
Método:	100,311	2	50,1556	0,459	0,6363
Interação:	734,578	8	91,8222	0,8403	0,5751
Entre:	3278	30	109,267		
Total:	6314,98	44			
Shapiro-Wilk W - p(normal)					5,82E-08

ONE-WAY – Espécie	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Entre grupos:	2202,09	4	550,522	5,354	0,001504
Em grupos:	4112,89	40	102,822		
Total:	6314,98	44			

Teste Pos-hoc de Tukey	Cf	Im	Iv	Sm	St
Cf		0,1658	0,3553	0,5038	0,4068
Im	3,25E+00		0,9919	0,0032	0,9833
Iv	2,63	0,6246		0,01077	1
Sm	2,268	5,523	4,898		0,01378
St	2,50E+00	0,7561	0,1315	4,767	

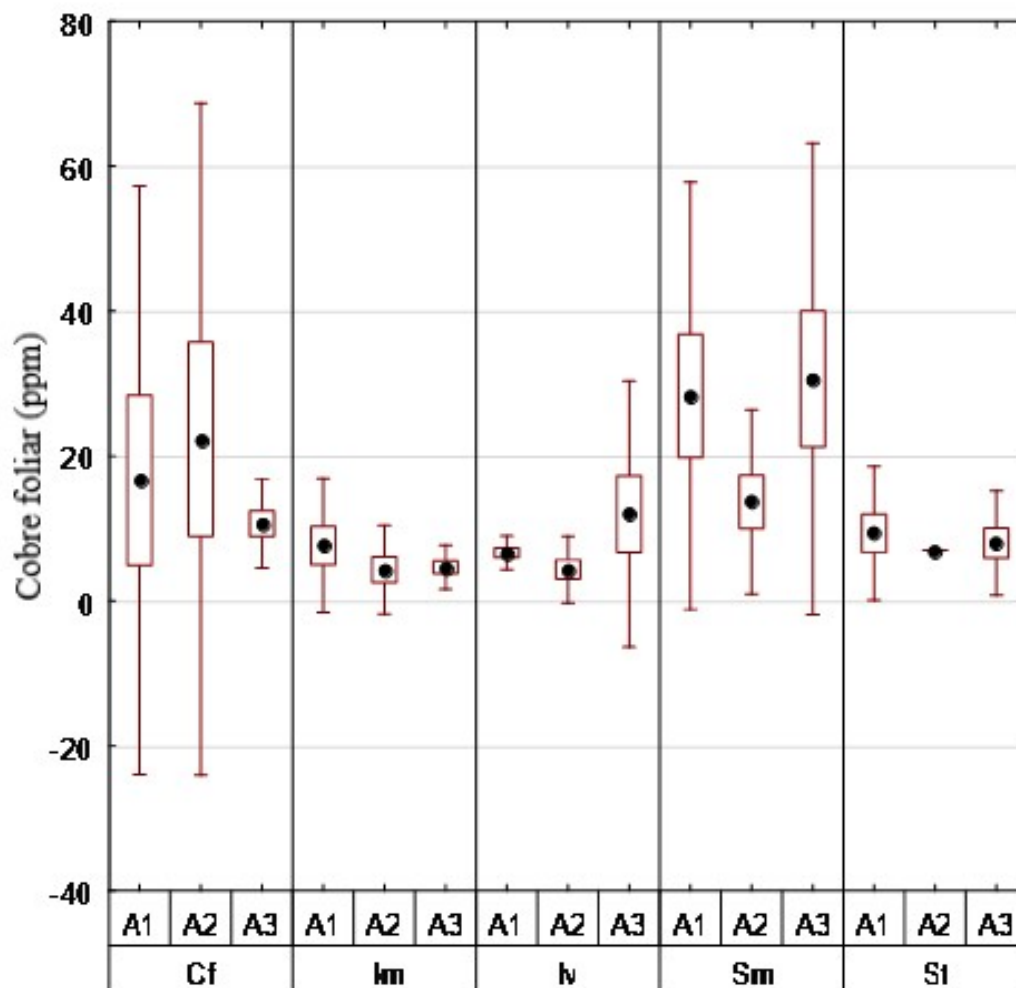


Gráfico 13 – Valores de Cobre foliar (ppm) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Não há diferença significativa ($p < 0,05$) entre os métodos observadas para cada espécie.

Quadro 14 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Ferro foliar (ppm) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

TWO-WAY / Ferro	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Espécie:	169654	4	42413,5	5,144	0,002812
Método:	50510,7	2	25255,4	3,063	0,06158
Interação:	59869,7	8	7483,72	0,9077	0,5232
Entre:	247345	30	8244,82		
Total:	527379	44			
Shapiro-Wilk W - p(normal)		2,62E-07			

ONE-WAY – Espécie	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Entre grupos:	169654	4	42413,5	4,743	0,00316
Em grupos:	357725	40	8943,13		
Total:	527379	44			

Teste Pos-hoc de Tukey	Cf	Im	Iv	Sm	St
Cf		0,9992	0,114	0,7591	0,006652
Im	0,3454		0,1853	0,8787	0,01284
Iv	3,518	3,172		0,6922	0,7769
Sm	1,678	1,33E+00	1,84		0,1219
St	5,15	4,804	1,632	3,472	

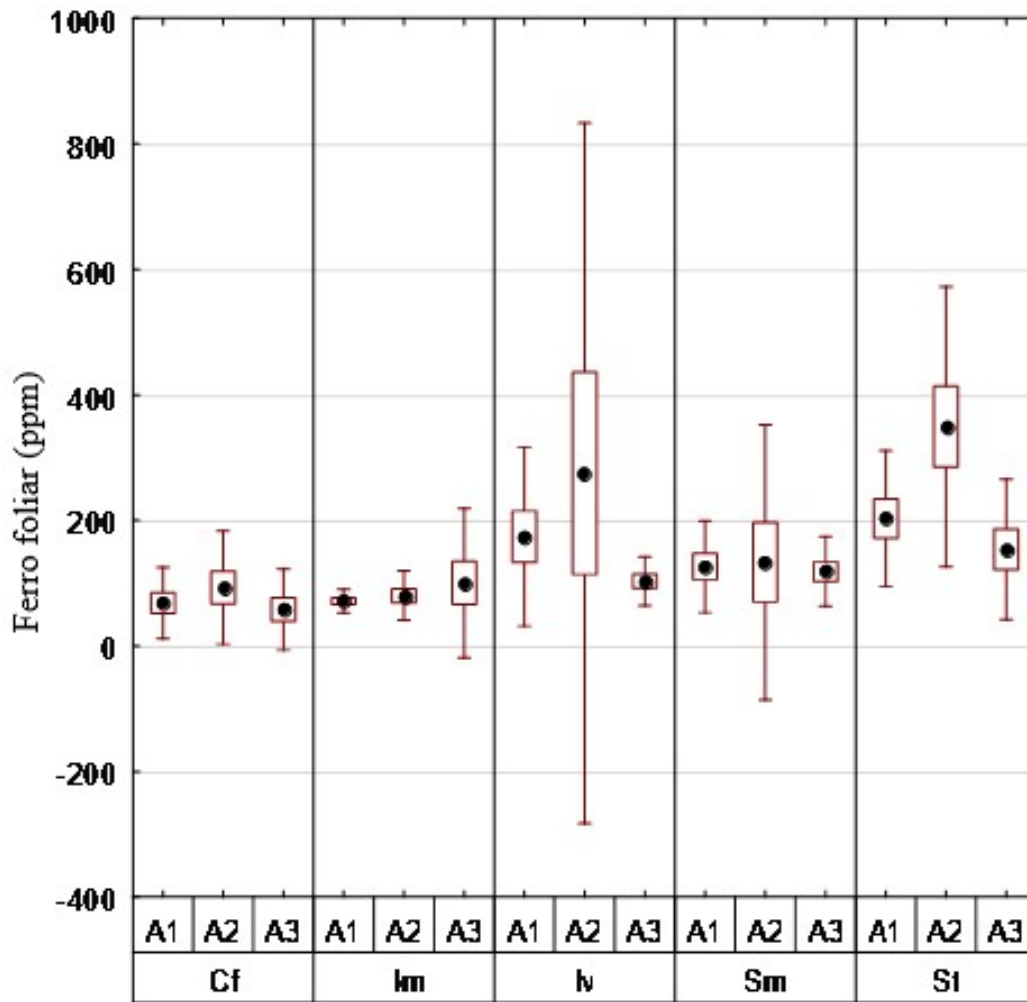


Gráfico 14 – Valores de Ferro foliar (ppm) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Não há diferença significativa ($p < 0,05$) entre os métodos observadas para cada espécie.

Quadro 15 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Manganês foliar (ppm) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

WO-WAY / Manganês	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Espécie:	452408	4	113102	15,68	4,97E-07
Método:	12348,6	2	6174,29	0,856	0,435
Interação:	171577	8	21447,2	2,973	0,01414
Entre:	216394	30	7213,13		
Total:	852728	44			
Shapiro-Wilk W - p(normal) 0,02705					
ONE-WAY – Espécie	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Entre grupos:	452408	4	113102	11,3	3,14E-06
Em grupos:	400320	40	10008		
Total:	852728	44			
Teste Pos-hoc de Tukey	Cf	Im	Iv	Sm	St
Cf		0,0002803	0,01716	0,0001262	0,0003116
Im	6,931		0,4976	0,7108	1
Iv	4,648	2,282		0,04692	0,5371
Sm	8,727	1,796	4,078		0,6724
St	6,841	0,08996	2,192	1,886	

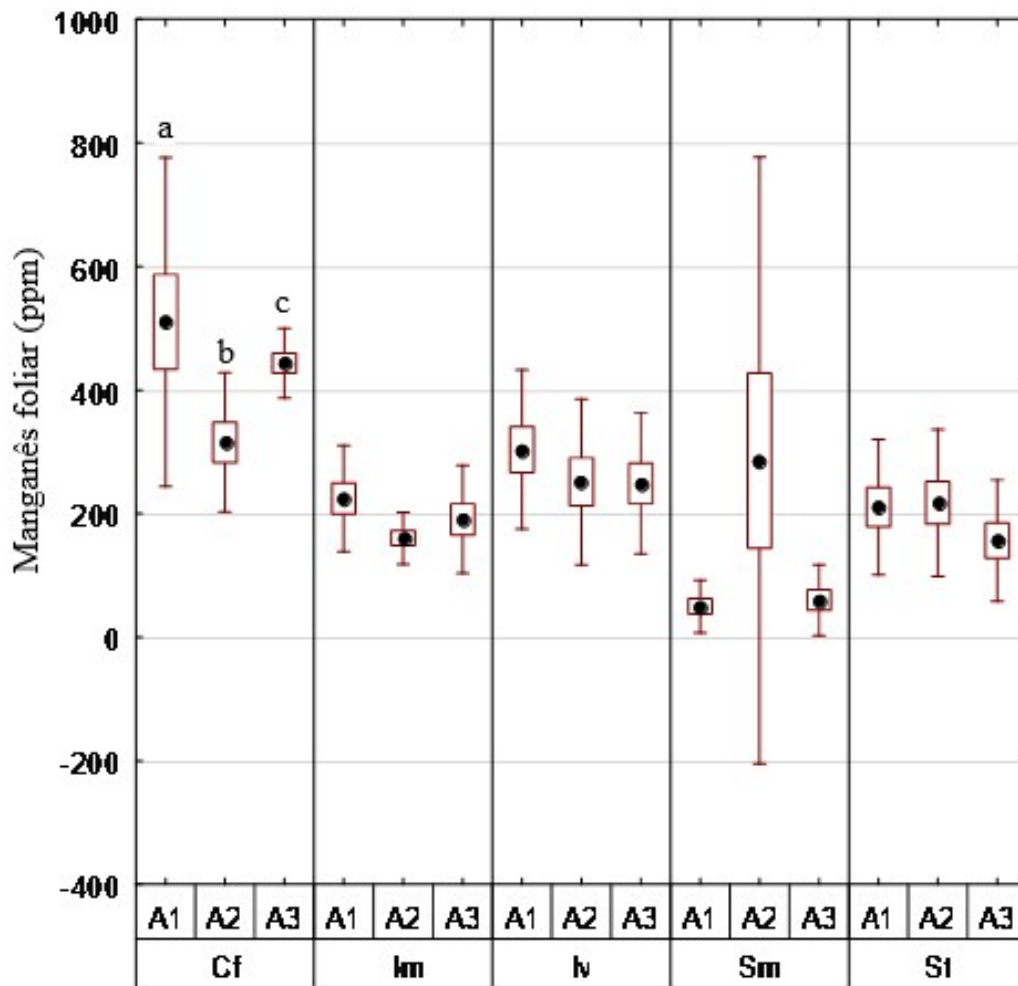


Gráfico 15 – Valores de Manganês foliar (ppm) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Não há diferença significativa ($p < 0,05$) entre os métodos observadas para cada espécie.

Quadro 16 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Zinco foliar (ppm) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

TWO-WAY / Zinco	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Espécie:	627,422	4	156,856	7,904	0,0001781
Método:	27,2444	2	13,6222	0,6865	0,5111
Interação:	361,644	8	45,2056	2,278	0,04894
Entre:	595,333	30	19,8444		
Total:	1611,64	44			
Shapiro-Wilk W - p(normal)		0,0798			

ONE-WAY Espécie	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Entre grupos:	627,422	4	156,856	6,375	0,0004574
Em grupos:	984,222	40	24,6056		
Total:	1611,64	44			

Teste Pos-hoc de Tukey	Cf	Im	Iv	Sm	St
Cf		0,03599	0,04529	0,9999	0,9114
Im	4,234		1	0,05071	0,003754
Iv	4,099	0,1344		0,06326	0,004886
Sm	0,2016	4,032	3,898		0,8548
St	1,21	5,443	5,309	1,411	

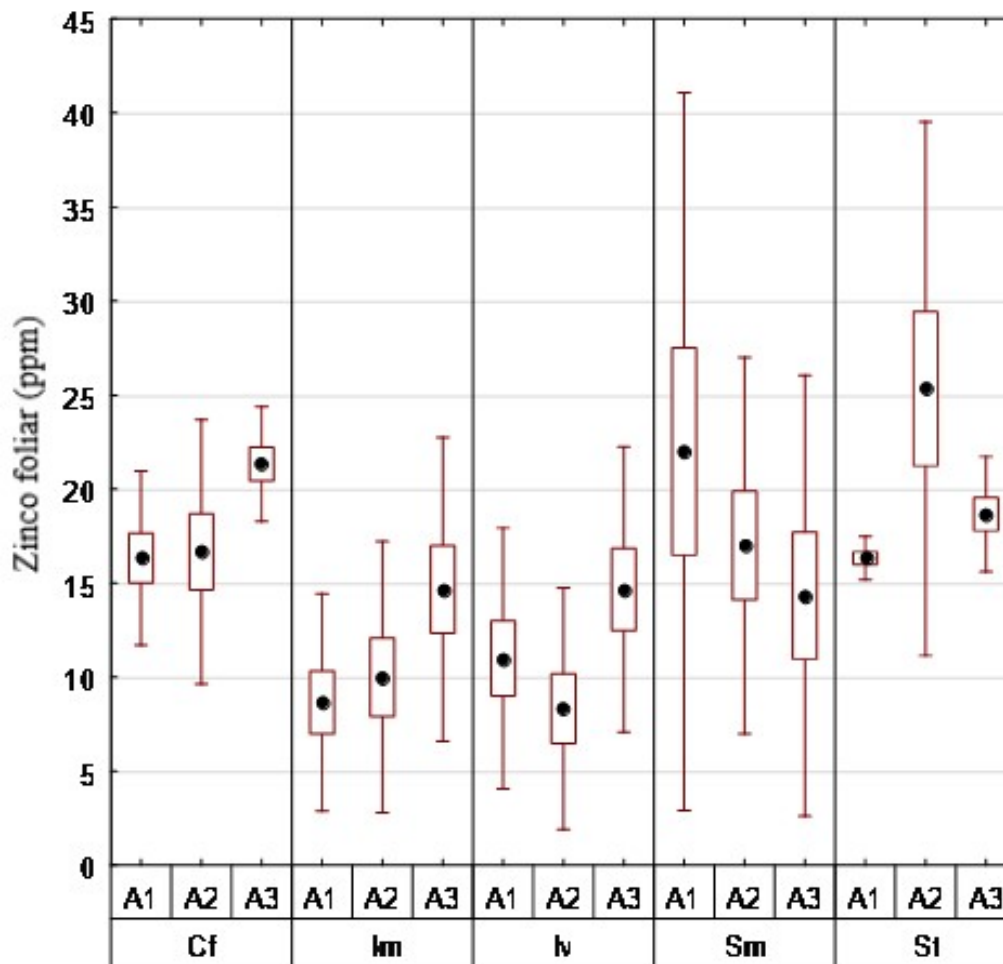


Gráfico 16 – Valores de Zinco foliar (ppm) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Não há diferença significativa ($p < 0,05$) entre os métodos observadas para cada espécie.

Quadro 17 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Nitrogênio foliar reabsorvido (%) para dois fatores (Two-way), espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

TWO-WAY / Nitrogênio reabsorvido	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	<i>p</i>
Espécie:	0,0555065	5	0,0111013	1,648	0,174
Método:	0,0112536	2	0,00562682	0,8354	0,4424
Interação:	0,0495456	10	0,00495456	0,7356	0,6863
Entre:	0,228997	34	0,00673522		
Total:	0,340501	51			
Shapiro-Wilk W - p(normal)		0,7177			

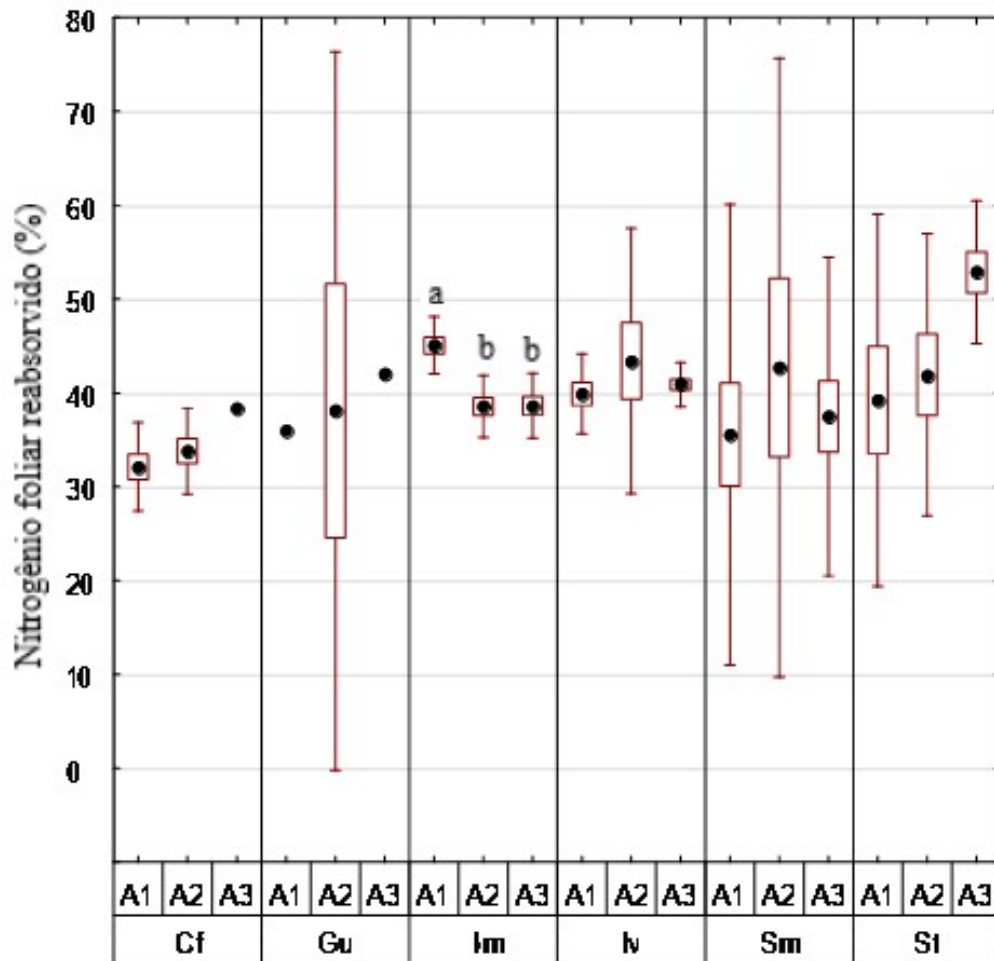


Gráfico 17 – Valores de Nitrogênio foliar reabsorvido (%) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os métodos observadas em teste post-hoc de Tuckey para cada espécie expressas em letras (a, b e c).

Quadro 18 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Fósforo foliar reabsorvido (%) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

TWO-WAY / Fósforo reabsorvido	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Espécie:	1,00451	5	0,200902	8,184	3,72E-05
Método:	0,0747714	2	0,0373857	1,523	0,2326
Interação:	0,589613	10	0,0589613	2,402	0,02782
Entre:	0,834674	34	0,0245492		
Total:	2,47955	51			
Shapiro-Wilk W - p(normal)		0,02937			

ONE-WAY – Espécie	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Entre grupos:	1,00451	5	0,200902	6,265	0,0001644
Em grupos:	1,47504	46	0,0320661		
Total:	2,47955	51			

Teste Pos-hoc de Tukey	Cf	Gu	Im	Iv	Sm	St
Cf		0,5176	0,9444	0,7311	0,09279	0,2255
Gu	2,452		0,9599	0,0342	0,9232	0,9942
Im	1,274	1,178		0,2177	0,4704	0,7423
Iv	1,97	4,421	3,244		0,002276	0,007964
Sm	3,832	1,38	2,558	5,802		0,9979
St	3,216	0,7647	1,942	5,186	0,6158	

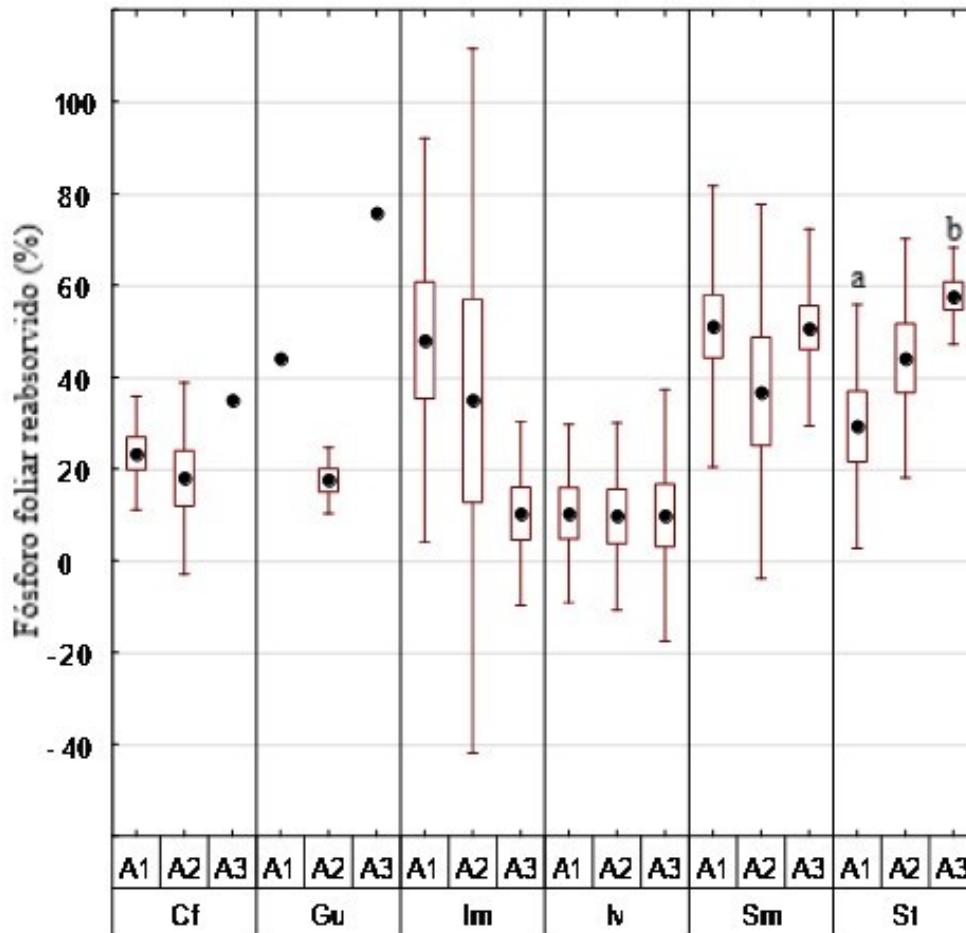


Gráfico 18 – Valores de Fósforo foliar reabsorvido (%) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os métodos observadas em teste post-hoc de Tuckey para cada espécie expressas em letras (a, b e c).

Quadro 19 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Potássio foliar reabsorvido (%) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

TWO-WAY / Potássio reabsorvido	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	<i>p</i>
Espécie:	2,16076	5	0,432151	9,89	6,65E-06
Método:	0,0920668	2	0,0460334	1,053	0,3598
Interação:	0,621181	10	0,0621181	1,422	0,2129
Entre:	1,48568	34	0,0436964		
Total:	4,33331	51			
Shapiro-Wilk W - <i>p</i> (normal)					0,0007161

ONE-WAY – Espécie	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	<i>p</i>
Entre grupos:	2,16076	5	0,432151	9,15	4,27E-06
Em grupos:	2,17256	46	0,0472295		
Total:	4,33331	51			

Teste Pos-hoc de Tukey	Cf	Gu	Im	Iv	Sm	St
Cf		0,0002331	0,9573	0,9998	0,006191	1
Gu	7,159		0,001627	0,0003774	0,7795	0,0002156
Im	1,195	5,964		0,993	0,05836	0,9424
Iv	0,3986	6,761	0,7964		0,01368	0,9994
Sm	5,31	1,849	4,115	4,912		0,005158
St	0,08988	7,249	1,285	0,4884	5,4	

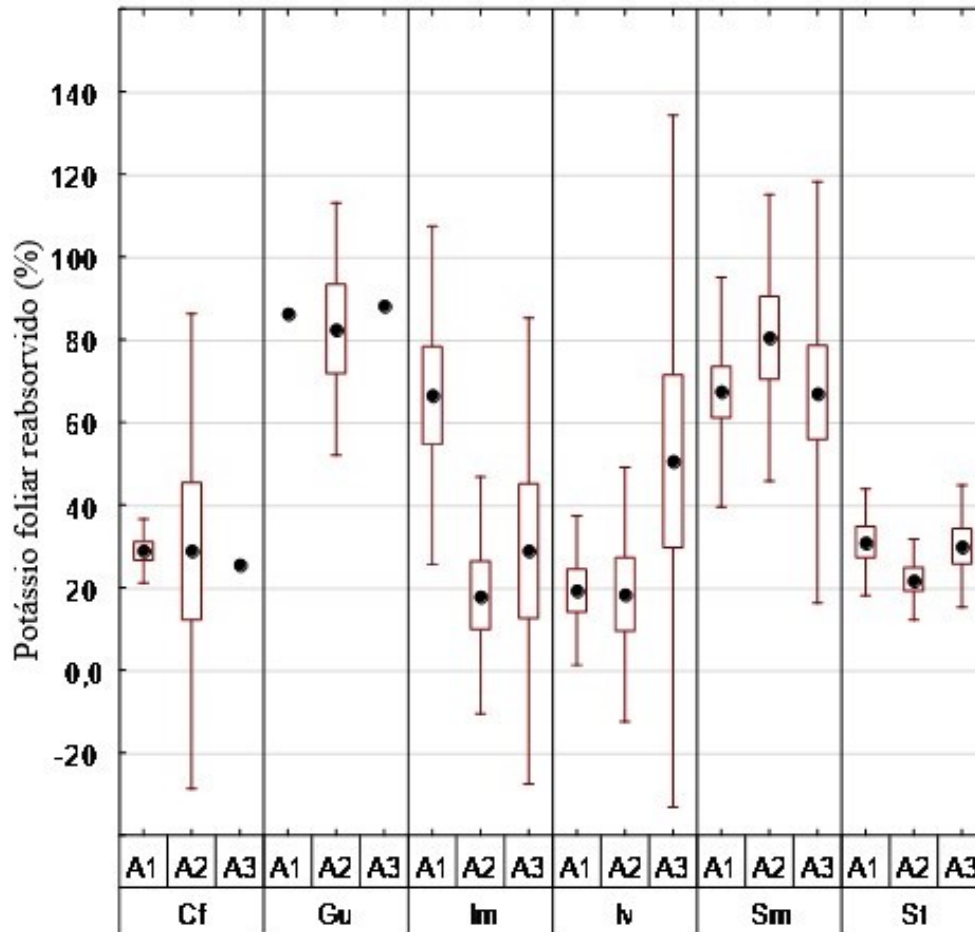


Gráfico 19 – Valores de Potássio foliar reabsorvido (%) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Não há diferença significativa ($p < 0,05$) entre os métodos observadas para cada espécie.

Quadro 20 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Cálcio foliar reabsorvido (%) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

TWO-WAY / Cálcio reabsorvido	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Espécie:	0,609936	5	0,121987	5,199	0,001194
Método:	0,0182592	2	0,00912959	0,3891	0,6807
Interação:	0,105571	10	0,0105571	0,4499	0,91
Entre:	0,797791	34	0,0234644		
Total:	1,50924	51			
Shapiro-Wilk W - p(normal)		3,39E-07			

ONE-WAY – Espécie	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Entre grupos:	0,609936	5	0,121987	6,24	0,0001702
Em grupos:	0,899299	46	0,01955		
Total:	1,50924	51			

Teste Pos-hoc de Tukey	Cf	Gu	Im	Iv	Sm	St
Cf		0,0464	0,9731	0,004284	0,112	1
Gu	4,249		0,2375	0,9498	0,9989	0,05165
Im	1,073	3,176		0,03436	0,4358	0,9793
Iv	5,49E+00	1,24E+00	4,419		0,8053	0,00486
Sm	3,711	0,5378	2,638	1,78		0,123
St	0,06195	4,187	1,011	5,429	3,649	

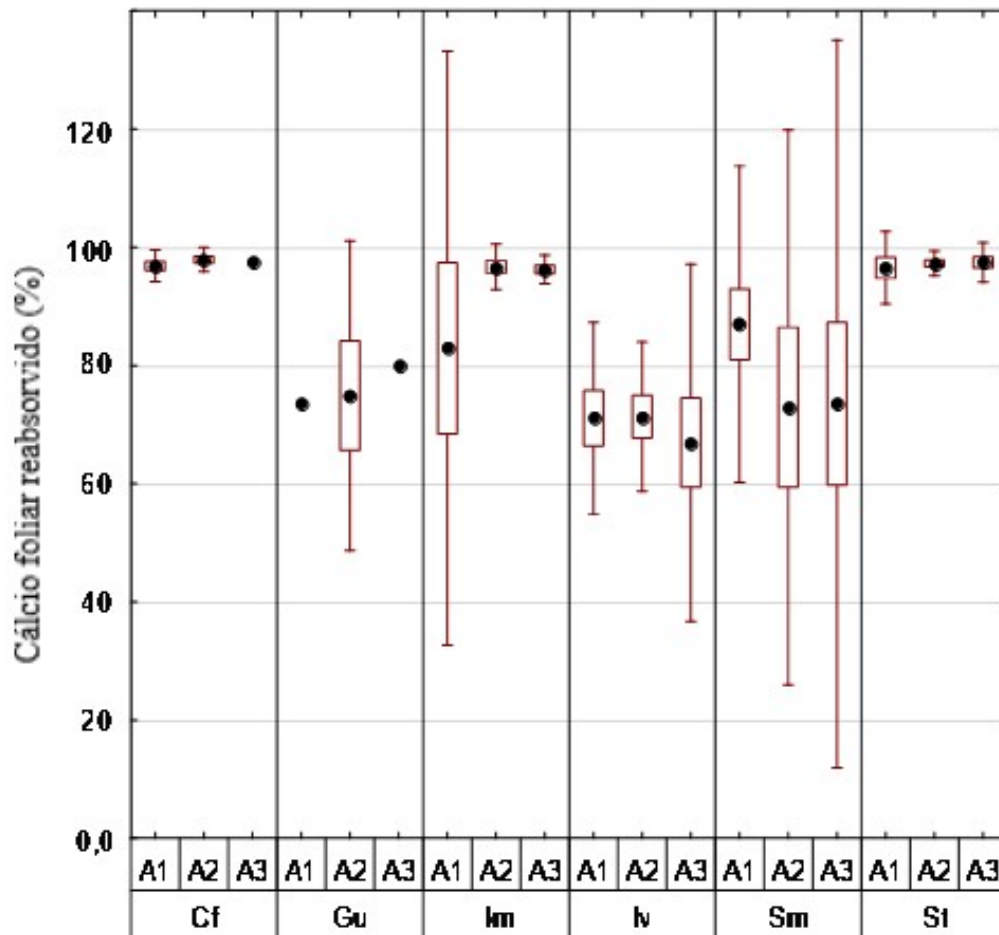


Gráfico 20 – Valores de Cálcio foliar reabsorvido (%) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Não há diferença significativa ($p < 0,05$) entre os métodos observadas para cada espécie.

Quadro 21 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Magnésio foliar reabsorvido (%) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

TWO-WAY / Magnésio reabsorvido	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Espécie:	1,71033	5	0,342065	15,82	4,75E-08
Método:	0,0180645	2	0,00903224	0,4177	0,6619
Interação:	0,117061	10	0,0117061	0,5414	0,8483
Entre:	0,735168	34	0,0216226		
Total:	2,5668	51			
Shapiro-Wilk W - p(normal)		1,03E-07			

ONE-WAY – Espécie	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Entre grupos:	1,71033	5	0,342065	18,37	5,48E-10
Em grupos:	0,856477	46	0,0186191		
Total:	2,57E+00	51			

Teste Pos-hoc de Tukey	Cf	Gu	Im	Iv	Sm	St
Cf		0,0003072	0,984	0,0001468	0,05654	1
Gu	6,91		0,001651	0,3213	0,379	0,0003956
Im	0,9526	5,957		0,0001476	0,2359	0,9935
Iv	9,836	2,93E+00	8,883		0,002789	0,0001468
Sm	4,134	2,776	3,181	5,702		0,07508
St	0,17	6,74	0,7827	9,666	3,964	

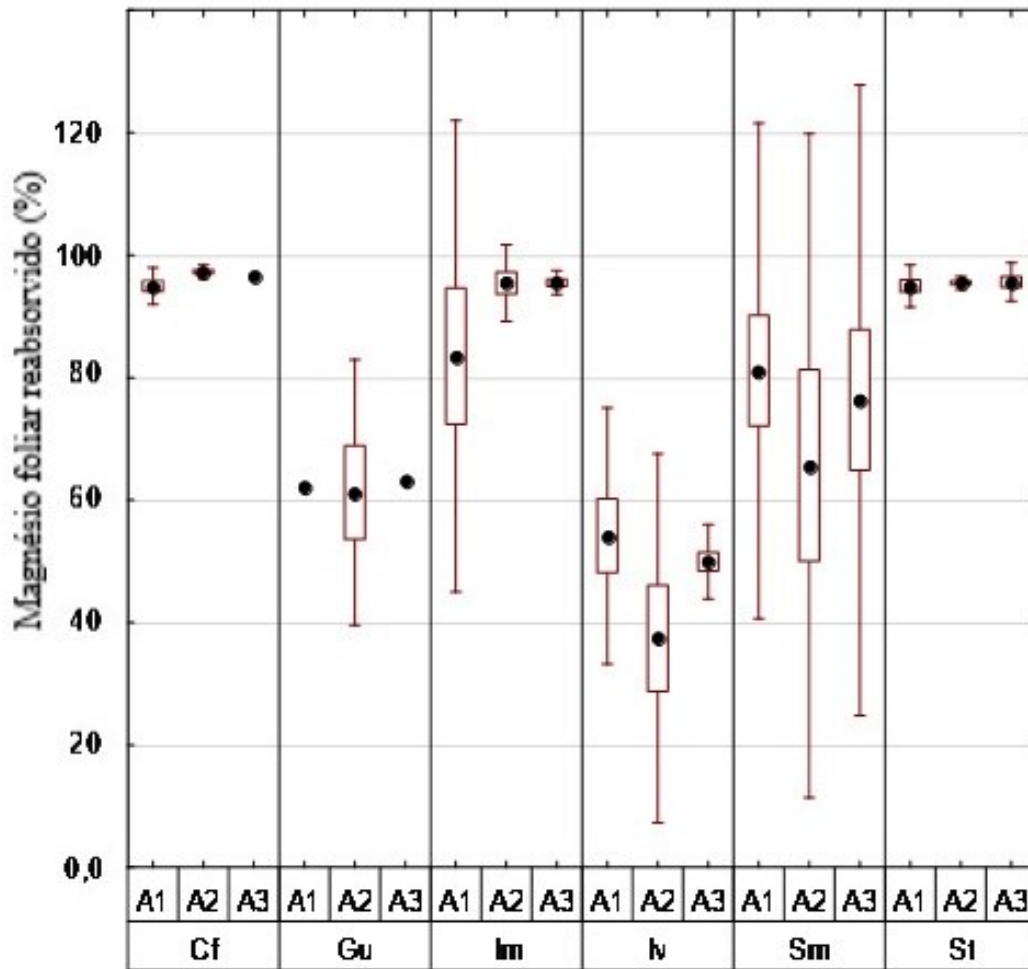


Gráfico 21 – Valores de Magnésio foliar reabsorvido (%) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Não há diferença significativa ($p < 0,05$) entre os métodos observadas para cada espécie.

Quadro 22 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Enxofre foliar reabsorvido (%) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

TWO-WAY / Enxofre reabsorvido	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Espécie:	0,390151	5	0,0780301	4,452	0,003162
Método:	0,0484236	2	0,0242118	1,381	0,265
Interação:	0,332425	10	0,0332425	1,897	0,0805
Entre:	0,595958	34	0,0175282		
Total:	1,3702	51			
Shapiro-Wilk W - p(normal)		0,03292			

ONE-WAY – Espécie	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Entre grupos:	0,390151	5	0,0780301	3,662	0,007143
Em grupos:	0,980052	46	0,0213055		
Total:	1,3702	51			

Teste Pos-hoc de Tukey	Cf	Gu	Im	Iv	Sm	St
Cf		0,9753	0,7838	0,8891	0,9898	0,1282
Gu	1,051		0,9934	0,465	1	0,4653
Im	1,838	0,7864		0,1871	0,9824	0,8042
Iv	1,519	2,57	3,357		0,5485	0,00872
Sm	0,8638	0,1876	0,974	2,383		0,3864
St	3,621	2,57	1,783	5,14	2,757	

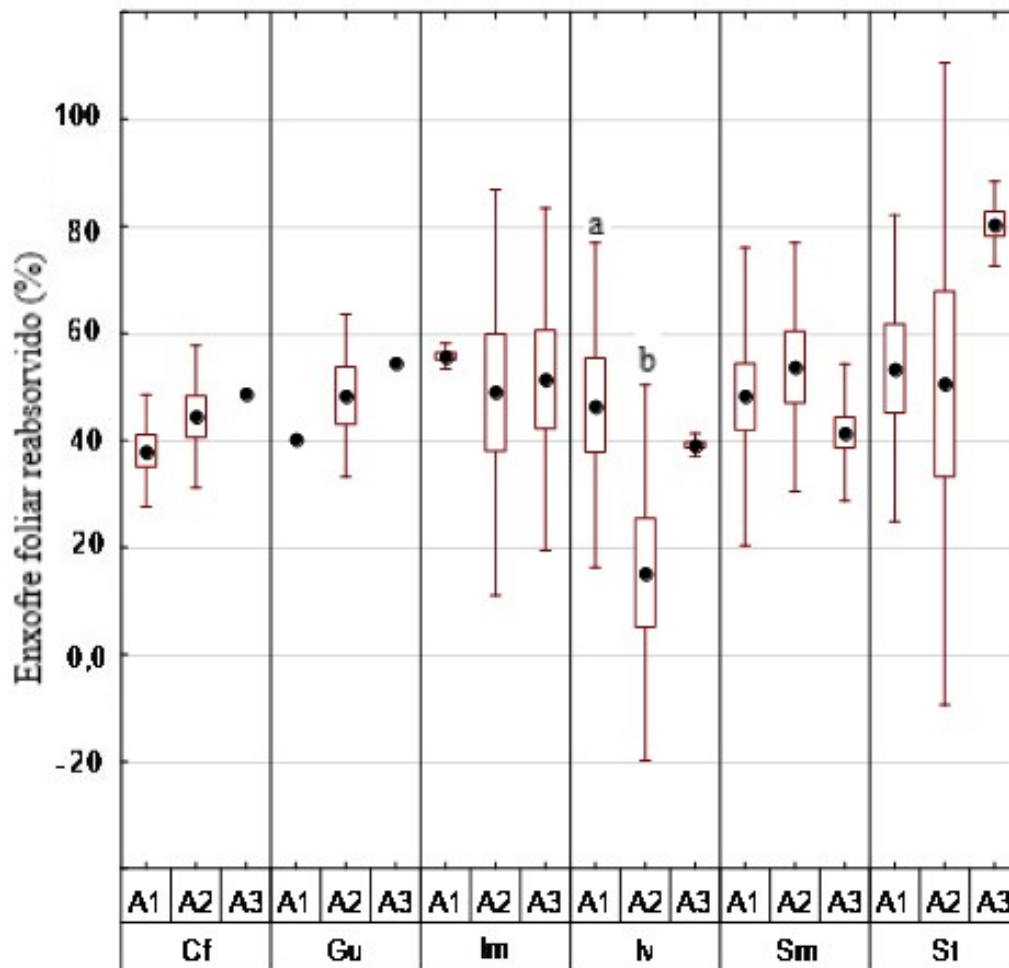


Gráfico 22 – Valores de Enxofre foliar reabsorvido (%) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os métodos observadas em teste post-hoc de Tuckey para cada espécie expressas em letras (a, b e c).

Quadro 23 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Balanço foliar (nº de folhas) para dois fatores (Two-way), espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

TWO-WAY / Balanço foliar	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	<i>p</i>
Espécie:	257,655	5	51,5309	1,149	0,3437
Método:	88,5655	2	44,2827	0,9871	0,378
Interação:	833,701	10	83,3701	1,858	0,06702
Entre:	3005,72	67	44,8614		
Total:	4182,65	84			
Shapiro-Wilk W - p(normal)					9,45E-09

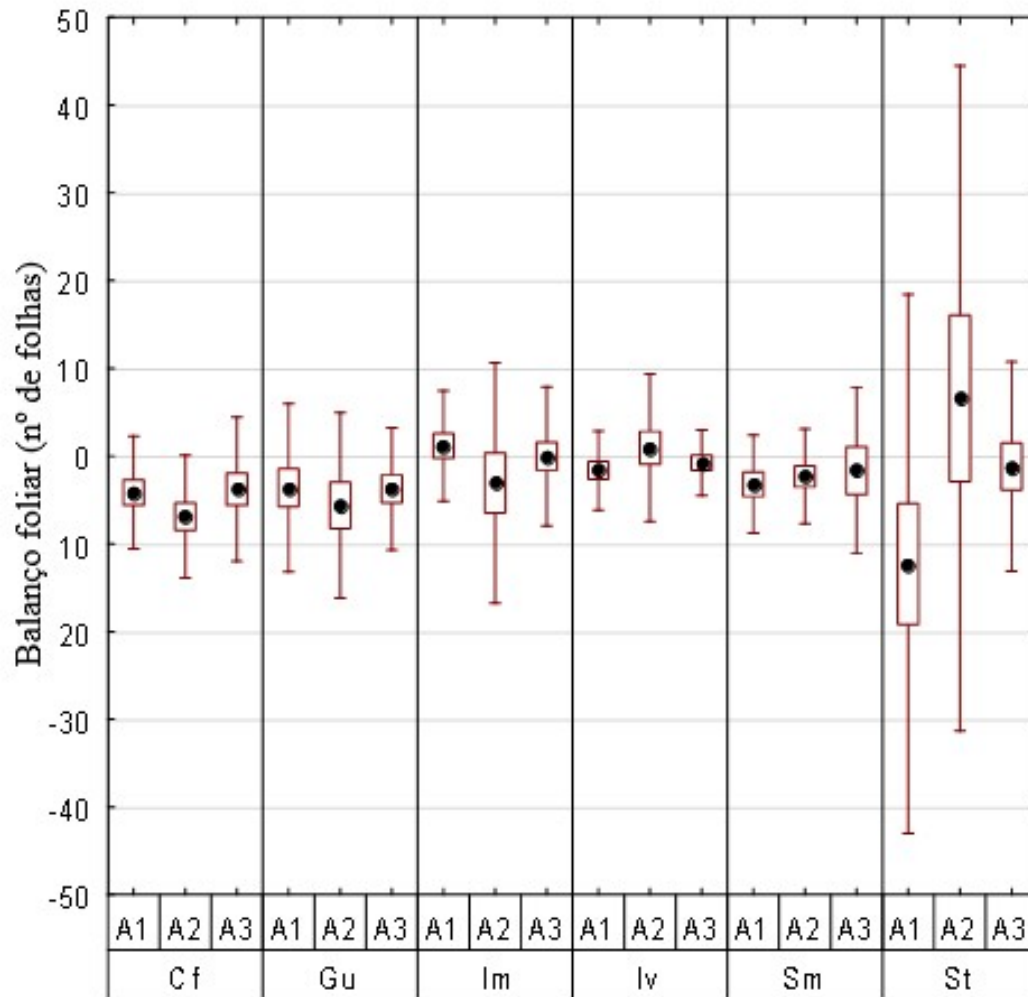


Gráfico 23 – Valores de Balanço foliar (nº de folhas) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Não há diferença significativa ($p < 0,05$) entre os métodos observadas para cada espécie.

Quadro 24 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Balanço de ramos (nº de ramos) para dois fatores (Two-way), espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

TWO-WAY / Balanço de ramos	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	<i>p</i>
Espécie:	225,853	5	45,1705	2,182	0,06639
Método:	40,8319	2	20,416	0,9863	0,3783
Interação:	223,82	10	22,382	1,081	0,3889
Entre:	1386,82	67	20,6988		
Total:	1896,19	84			
Shapiro-Wilk W - <i>p</i>(normal)					1,69E-09

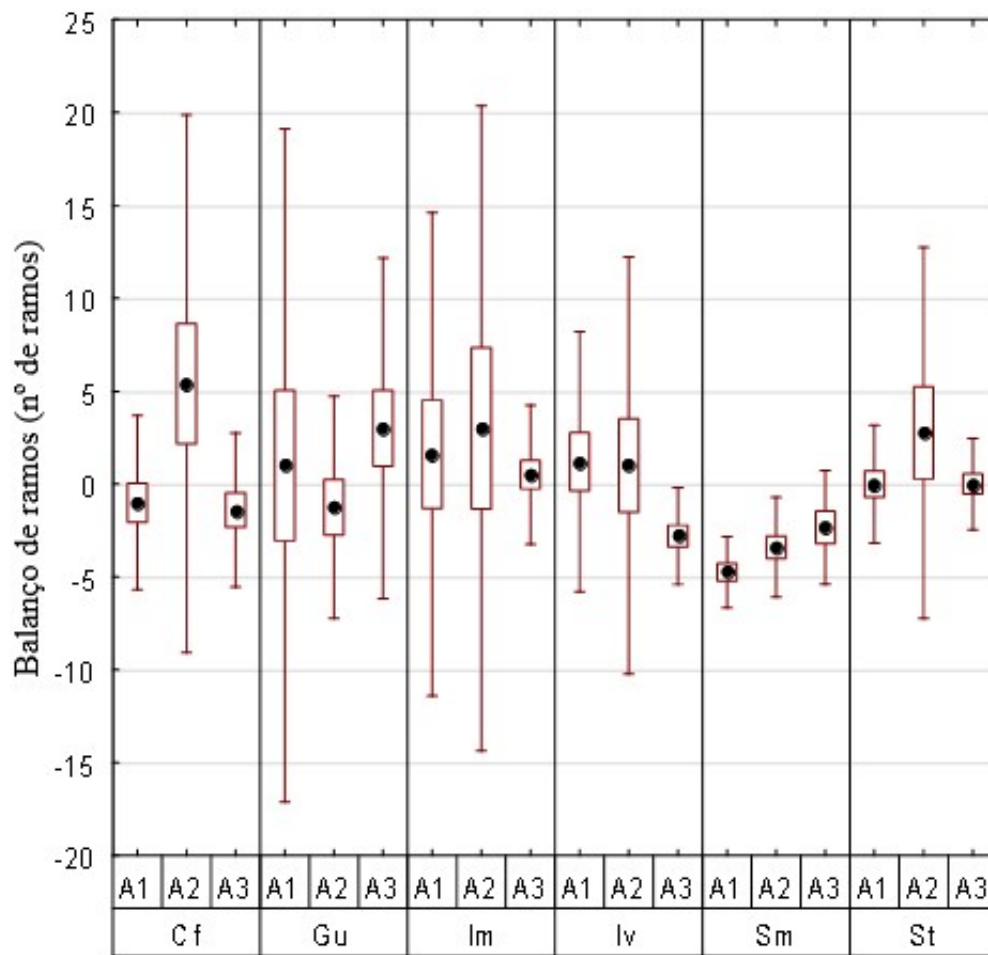


Gráfico 24 – Valores de Balanço de ramos (nº de ramos) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Não há diferença significativa ($p < 0,05$) entre os métodos observadas para cada espécie.

Quadro 25 - Análise de variância (ANOVA) dos valores de Longevidade foliar (dias) para dois fatores (Two-way) e para um fator (One-way) com posterior teste de Tukey, espécie (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e método (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

TWO-WAY / Longevidade foliar	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Espécie:	29,3904	5	5,87808	5,03	0,0005671
Método:	1,25201	2	0,626005	0,5357	0,5877
Interação:	16,7816	10	1,67816	1,436	0,184
Entre:	7,83E+01	67	1,1685		
Total:	125,95	84			
Shapiro-Wilk W - p(normal)		3,19E-12			

ONE-WAY – Espécie	Soma dos quadrados	df	Média dos quadrados	F	p
Entre grupos:	29,3904	5	5,87808	4,809	0,0006867
Em grupos:	96,5594	79	1,22227		
Total:	1,26E+02	84			

Teste Pos-hoc de Tukey	Cf	Gu	Im	Iv	Sm	St
Cf		0,9365	1	1	0,01073	0,7318
Gu	1,321		0,9218	0,9478	0,1267	0,1963
Im	0,07069	1,392		1	0,009226	0,7609
Iv	0,06191	1,259	0,1326		0,01224	0,7055
Sm	4,905	3,584	4,976	4,843		0,0001991
St	1,968	3,289	1,898	2,03	6,874	

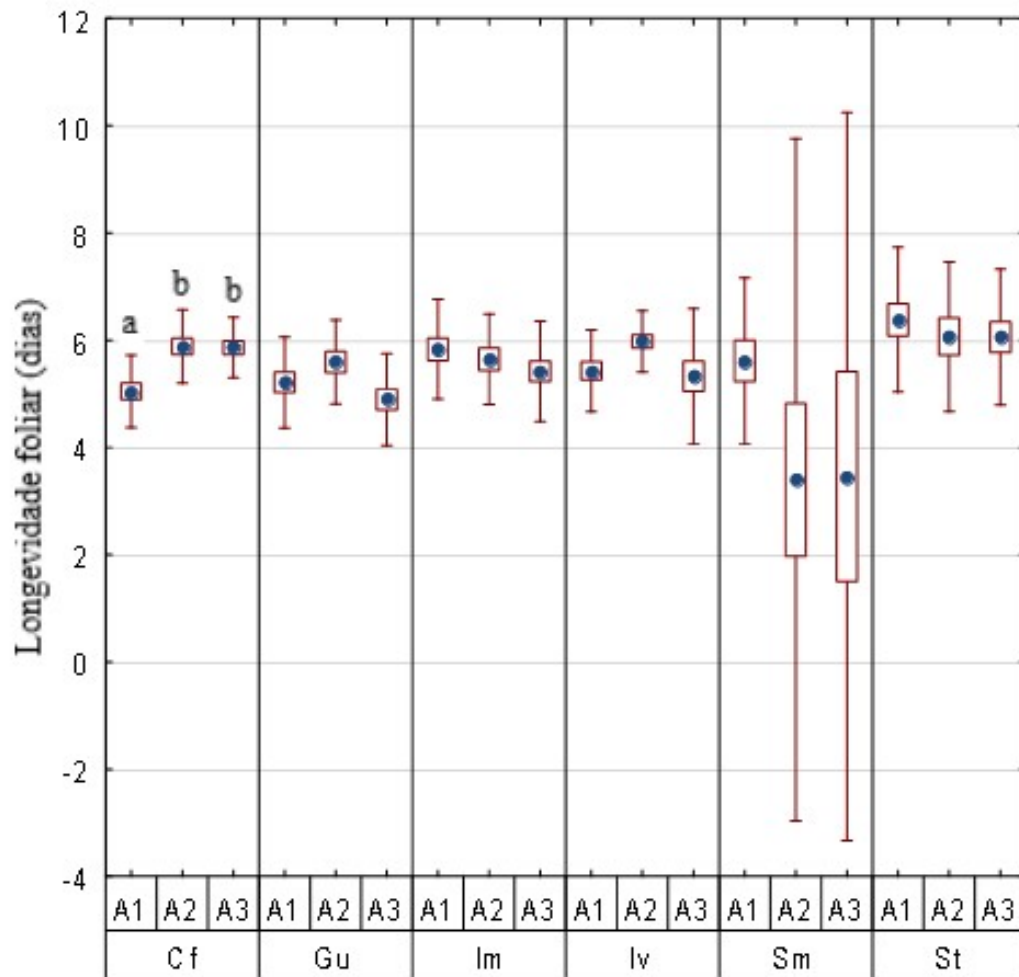


Gráfico 25 – Valores de Longevidade foliar (dias) expressos em média, erro e desvio padrão para espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os métodos observadas em teste post-hoc de Tuckey para cada espécie expressas em letras (a, b e c).

Em análise de regressão linear, na busca de observar a possível relação entre a área basal e os atributos funcionais foliares foi considerada uma amplitude e conjunto de dados que abrangeu cada espécie individualmente em cada método de plantio e as espécies e métodos somados. O resultado dessas análises é expresso nos quadros 27 a 37, sendo somente consideradas relações efetivas e confiáveis aquelas com níveis de significância ($p < 0,05$) para a regressão linear e para a análise de seus resíduos. Dessa forma foi observada relação da área basal com os atributos funcionais foliares somente em três situações. Para a espécie *G. ulmifolia* no conjunto de dados que abrange os três métodos de plantio avaliados a relação da área basal com o MFA foi explicada por 21,892% dos dados (Gráfico 26). Para a espécie *S. terebinthifolia* o conjunto de dados que abrange os três métodos de plantio avaliados a relação da área basal com o MFA foi explicada por 17,56% dos dados (Gráfico 27). E enfim para a espécie *I. vera* o conjunto de dados que abrange os três métodos de plantio avaliados a relação da área basal com o balanço foliar foi explicada por 27,369% dos dados (Gráfico 28).

Quadro 26 – Análise de regressão linear dos valores de Área Basal (cm²) como fator dependente e MFA (mg/ cm²) como fator independente em agrupamento das espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

Espécie	Regressão linear	A1	A2	A3	A1+A2+A3
Cf	r2:	0,029637	0,18777	0,038586	0,001228
	p:	0,61274	0,24396	0,56266	0,85154
Gu	r2:	0,062267	0,096046	0,36416	0,21892
	p:	0,5173	0,55001	0,064726	0,018342 ¹
Im	r2:	0,02371	0,070697	0,0085706	0,0085706
	p:	0,69245	0,45777	0,6329	0,6329
Iv	r2:	0,11879	0,058291	0,070126	0,0055974
	p:	0,32942	0,50159	0,45966	0,69438
Sm	r2:	0,0055974	0,2266	0,061162	0,10086
	p:	0,69438	0,13885	0,52116	0,08723
St	r2:	0,28242	0,53252	0,048824	0,1756
	p:	0,14091	0,01659 ²	0,63397	0,033102 ³
Espécies + Métodos	r2:	0,0057755			
	p:	0,32319			
¹ Shapiro-Wilk W - p(normal) – Resíduos			0,003621		
² Shapiro-Wilk W - p(normal) – Resíduos			0,5709		
³ Shapiro-Wilk W - p(normal) – Resíduos			0,0001767		

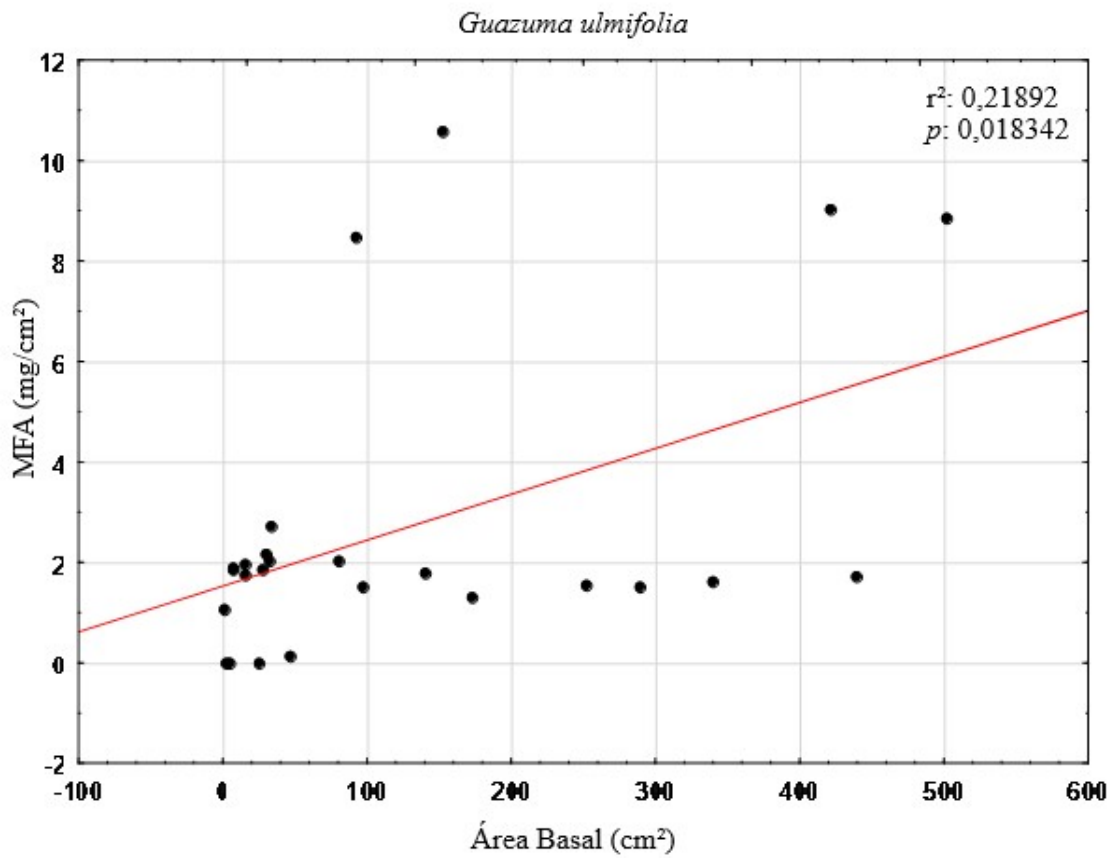


Gráfico 26 – Distribuição dos valores de Área Basal (cm²) e MFA (mg/cm²) para a espécie *Guazuma ulmifolia* nos três métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado) que apresentou valores significativos em análise de regressão linear ($p < 0,05$) com distribuição normal dos resíduos.

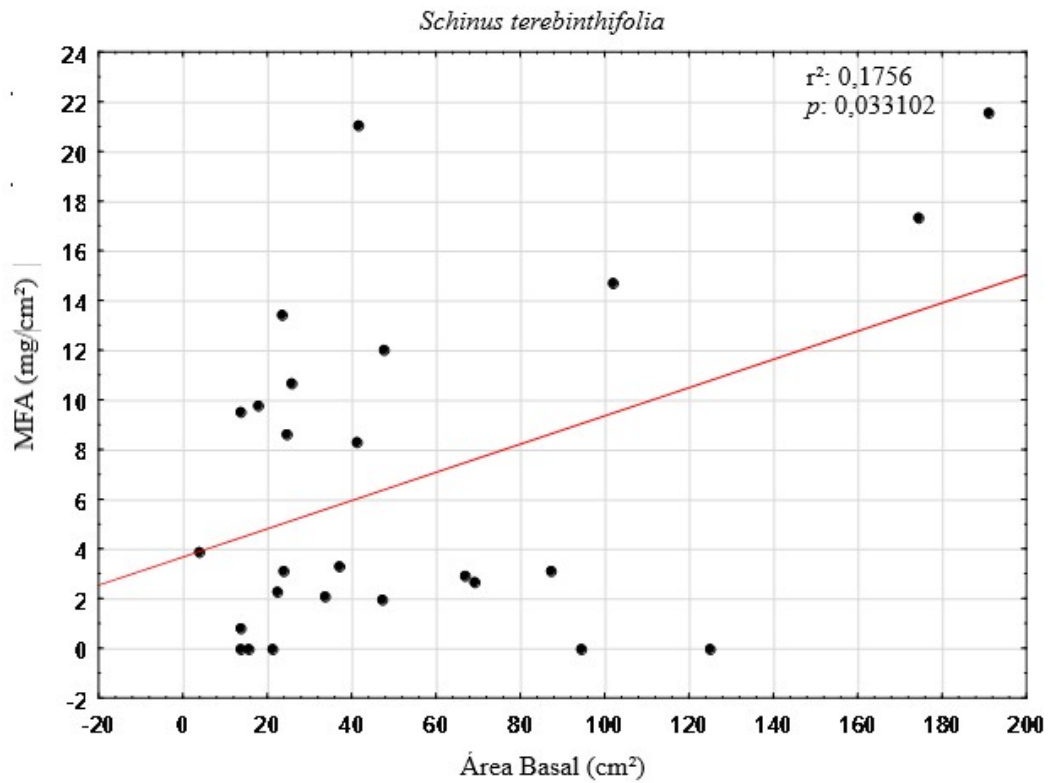


Gráfico 27 – Distribuição dos valores de Área Basal (cm²) e MFA (mg/cm²) para a espécie *Schinus terebinthifolia* nos três métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado) que apresentou valores significativos em análise de regressão linear ($p < 0,05$) com distribuição normal dos resíduos.

Quadro 27 – Análise de regressão linear dos valores de Área Basal (cm²) como fator dependente e condutância estomática (Média e Máximo gS nos períodos chuvoso e de estiagem) e potencial hídrico ($\Delta\Psi$ ano e $\Delta\Psi$ dia nos períodos de chuvoso e de estiagem) como fatores independentes em agrupamento das espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

Espécies	Regressão linear	Média gS	Máximo gS	Média gS	Máximo gS
		chuvoso	chuvoso	estiagem	estiagem
A1+A2+A3					
Iv	r ² :	0,009029	0,0015082	0,40874	0,17536
	p:	0,80788	0,92098	0,063749	0,26195
Sm	r ² :	0,66184	0,00044934	0,048942	0,097725
	p:	0,0076406 ¹	0,95683	0,5673	0,41276
St	r ² :	0,067115	0,2703	0,022492	0,0012617
	p:	0,46982	0,12347	0,72299	0,93346
Espécies + Métodos	r ² :	0,018542	0,01481	0,08077	0,005984
	p:	0,48961	0,53731	0,1594	0,70721
¹ Shapiro-Wilk W - p(normal) – Resíduos			0,05457		

Espécie	Regressão linear	$\Delta\Psi$ ano	$\Delta\Psi$ dia estiagem	$\Delta\Psi$ dia chuvoso
		A1+A2+A3		
Iv	r ² :	0,31295	0,21966	0,15254
	p:	0,24841	0,20318	0,29867
Sm	r ² :	0,0076419	0,041316	0,17945
	p:	0,83692	0,59991	0,25588
St	r ² :	0,53406	0,036846	0,088534
	p:	0,16073	0,64883	0,47415
Espécies + Métodos	r ² :	0,012432	0,037254	0,24536
	p:	0,64951	0,34481	0,010083 ²
² Shapiro-Wilk W - p(normal) – Resíduos			0,6223	

Quadro 28 – Análise de regressão linear dos valores de Área Basal (cm²) como fator dependente e Nitrogênio foliar (g/kg) como fator independente em agrupamento das espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

Espécie	Regressão linear	A1	A2	A3	A1+A2+A3
Cf	r ² :	0,06345	0,087271	0,01927	0,12261
	p:	0,45493	0,40728	0,68397	0,049451 ¹
Gu	r ² :	0,0443	0,036455	0,0020821	0,00083043
	p:	0,61686	0,71708	0,9316	0,90401
Im	r ² :	0,053879	0,049413	0,24417	0,14889
	p:	0,51872	0,53706	0,14659	0,035208 ²
Iv	r ² :	0,092941	0,12326	0,0086543	0,12078
	p:	0,39171	0,31987	0,79825	0,059867
Sm	r ² :	0,018096	0,25615	0,023742	0,14263
	p:	0,711	0,13554	0,69224	0,043399 ³
St	r ² :	0,29433	0,0068659	0,00060211	0,00035102
	p:	0,13126	0,81998	0,95004	0,92461
Espécies + Métodos	r ² :	0,047393			
	p:	0,0044654 ¹²			
¹ Shapiro-Wilk W - p(normal) – Resíduos			0,3202		
² Shapiro-Wilk W - p(normal) – Resíduos			0,8308		
³ Shapiro-Wilk W - p(normal) – Resíduos			0,5711		
¹² Shapiro-Wilk W - p(normal) – Resíduos			0,0571		

Quadro 29 – Análise de regressão linear dos valores de Área Basal (cm²) como fator dependente e Fósforo foliar (g/kg) como fator independente em agrupamento das espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

Espécie	Regressão linear	A1	A2	A3	A1+A2+A3
Cf	r ² :	0,14289	0,083435	0,33886	0,061644
	p:	0,25171	0,41827	0,060258	0,17063
Gu	r ² :	0,18567	0,14653	0,26518	0,26518
	p:	0,28651	0,45386	0,29585	0,29585
Im	r ² :	0,0015516	0,11608	0,28686	0,0094924
	p:	0,91397	0,33535	0,11058	0,60852
Iv	r ² :	0,19425	0,10421	0,039455	0,055621
	p:	0,20234	0,36294	0,58223	0,2096
Sm	r ² :	0,0040279	0,012745	0,059589	0,0078059
	p:	0,86173	0,75617	0,52674	0,64857
St	r ² :	0,17649	0,024113	0,44794	0,10575
	p:	0,26026	0,66839	0,048652 ¹	0,091308
Espécies + Métodos	r ² :	0,013107			
	p:	0,1383			
¹ Shapiro-Wilk W - p(normal) – Resíduos			0,7206		

Quadro 30 – Análise de regressão linear dos valores de Área Basal (cm²) como fator dependente e Cálcio foliar (g/kg) como fator independente em agrupamento das espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

Espécie	Regressão linear	A1	A2	A3	A1+A2+A3
Cf	r2:	0,005609	0,21662	0,26817	0,0035397
	p:	0,82677	0,17524	0,10275	0,74635
Gu	r2:	0,13631	0,72535	0,010949	0,010084
	p:	0,36809	0,031368 ¹	0,84362	0,67358
Im	r2:	0,063815	0,039975	0,14603	0,0073389
	p:	0,48134	0,5797	0,27582	0,65263
Iv	r2:	0,0016401	0,013162	0,13996	0,0016448
	p:	0,91156	0,75231	0,28688	0,8315
Sm	r2:	0,061401	0,029169	0,024597	0,1071
	p:	0,49003	0,6371	0,68698	0,083104
St	r2:	0,056215	0,028105	0,1809	0,02116
	p:	0,53905	0,64341	0,25376	0,46017
Espécies	r2:	0,0080431			
+					
Métodos	p:	0,24622			
¹ Shapiro-Wilk W - p(normal) – Resíduos			0,5728		

Quadro 31 – Análise de regressão linear dos valores de Área Basal (cm²) como fator dependente e Magnésio foliar (g/kg) como fator independente em agrupamento das espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

Espécie	Regressão linear	A1	A2	A3	A1+A2+A3
Cf	r2:	0,034406	0,16231	0,35453	0,01434
	p:	0,58504	0,24835	0,05327	0,51388
Gu	r2:	0,20399	0,74201	0,3566	0,10069
	p:	0,26127	0,027484 ¹	0,28766	0,1728
Im	r2:	2,45E-05	0,0070783	0,14354	0,020989
	p:	0,98918	0,81726	0,28029	0,44496
Iv	r2:	0,02362	0,029709	0,00045648	0,0089396
	p:	0,67164	0,63396	0,95328	0,6192
Sm	r2:	0,051704	0,0012658	0,0033682	0,0013784
	p:	0,52752	0,92227	0,8821	0,84836
St	r2:	0,018727	0,021637	0,20826	0,014042
	p:	0,72553	0,6851	0,21693	0,54812
Espécies + r2:		0,0049279			
Métodos p:		0,36444			
¹ Shapiro-Wilk W - p(normal) – Resíduos			0,7926		

Quadro 32 – Análise de regressão linear dos valores de Área Basal (cm²) como fator dependente e Enxofre foliar (g/kg) como fator independente em agrupamento das espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

Espécie	Regressão linear	A1	A2	A3	A1+A2+A3
Cf	r²:	0,0093237	0,02473	0,50652	0,015844
	p:	0,77762	0,66438	0,014031 ¹	0,49985
Gu	r²:	0,20664	0,86191	0,20515	0,11963
	p:	0,2578	0,0075077 ²	0,36706	0,13523
Im	r²:	0,020198	0,0088728	0,39703	0,0024176
	p:	0,69532	0,79577	0,050855	0,79639
Iv	r²:	0,051696	0,26224	0,21094	0,020979
	p:	0,52756	0,13022	0,18177	0,44507
Sm	r²:	0,026723	0,021749	0,013541	0,03349
	p:	0,65181	0,68432	0,7656	0,342
St	r²:	0,19756	0,058215	0,21456	0,031311
	p:	0,23066	0,50187	0,20922	0,36771
Espécies + Métodos	r²:	0,010328			
	p:	0,18994			
¹ Shapiro-Wilk W - p(normal) – Resíduos			0,6099		
² Shapiro-Wilk W - p(normal) – Resíduos			0,5739		

Quadro 33 – Análise de regressão linear dos valores de Área Basal (cm²) como fator dependente e Micronutrientes foliares (Boro, Cobre, Ferro, Manganês e Zinco) como fatores independentes em agrupamento das espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

Espécie	Regressão linear	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
Cf	r ² :	0,26543	0,12788	0,37401	0,22758	0,0012839
	p:	0,15577	0,34474	0,08011	0,19411	0,92708
Im	r ² :	0,089623	0,11214	0,060741	0,037962	0,14482
	p:	0,43386	0,37839	0,52265	0,61542	0,31232
Iv	r ² :	0,16798	0,10555	0,20562	0,029507	0,31108
	p:	0,27328	0,39363	0,22024	0,65855	0,11867
Sm	r ² :	0,00071477	0,065497	0,28813	0,046173	0,58123
	p:	0,9499	0,54068	0,17016	0,60933	0,027847 ³
St	r ² :	0,21857	8,63E-07	0,12565	0,13974	0,42072
	p:	0,29014	0,99842	0,43532	0,40879	0,11503
Espécies + Métodos	r ² :	0,11993	0,0035509	0,06738	0,16558	0,0016502
	p:	0,024663 ¹	0,70776	0,096899	0,0074883 ²	0,79839
¹ Shapiro-Wilk W - p(normal) – Resíduos			0,7346			
² Shapiro-Wilk W - p(normal) – Resíduos			0,2795			
³ Shapiro-Wilk W - p(normal) – Resíduos			0,5521			

Quadro 34 – Análise de regressão linear dos valores de Área Basal (cm²) como fator dependente e Macronutrientes foliares reabsorvidos (Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio e Enxofre) como fatores independentes em agrupamento das espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

Espécie	Regressão linear	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
Cf	r ² :	0,00063542	0,12533	0,018789	0,14156	0,38702	0,0039095
	p:	0,95722	0,43593	0,76948	0,40549	0,13576	0,89406
Im	r ² :	0,12249	0,40631	0,57766	0,14948	0,1262	0,37391
	p:	0,35583	0,064798	0,017463 ²	0,30401	0,34816	0,080164
Iv	r ² :	0,044444	0,20903	0,018151	0,0080052	0,20231	0,14594
	p:	0,55879	0,18402	0,71058	0,80584	0,19214	0,27597
Sm	r ² :	0,004007	0,14835	0,0010409	0,0038286	0,018222	0,060095
	p:	0,84505	0,21632	0,92071	0,8485	0,67574	0,44252
St	r ² :	0,28155	0,55656	0,011923	1,13E-05	0,002152	0,10132
	p:	0,22046	0,054152	0,81573	0,99982	0,92133	0,48658
Espécies + Métodos	r ² :	0,02613	0,092471	0,010562	0,021474	0,043617	0,045943
	p:	0,28876	0,042268 ¹	0,50172	0,33677	0,16857	0,1574
¹ Shapiro-Wilk W-p(normal)-Resíduos			0,2306				
² Shapiro-Wilk W-p(normal)-Resíduos			0,8879				

Quadro 35 – Análise de regressão linear dos valores de Área Basal (cm²) como fator dependente e Balanço foliar (nº de folhas) como fator independente em agrupamento das espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

Espécie	Regressão linear	A1	A2	A3	A1+A2+A3
Cf	r ² :	0,36376	0,018946	0,86877	0,19793
	p:	0,28158	0,8253	0,021032 ¹	0,096579
Gu	r ² :	0,58275	0,87406	0,16905	0,15646
	p:	0,13315	0,065088	0,49164	0,16154
Im	r ² :	0,069922	0,15765	0,59356	0,022748
	p:	0,66729	0,60295	0,073005	0,59158
Iv	r ² :	0,0964	0,43177	0,73329	0,27369
	p:	0,61113	0,22824	0,063946	0,045374 ²
Sm	r ² :	0,0015026	0,60279	0,98688	0,23146
	p:	0,96124	0,12258	0,073084	0,11332
St	r ² :	0,13882	0,15348	0,66983	0,21073
	p:	0,53683	0,60823	0,0903	0,098706
Espécies + Métodos	r ² :	0,0013428			
	p:	0,73917			
	¹ Shapiro-Wilk W - p(normal) – Resíduos			0,62	
	² Shapiro-Wilk W - p(normal) – Resíduos			0,02378	

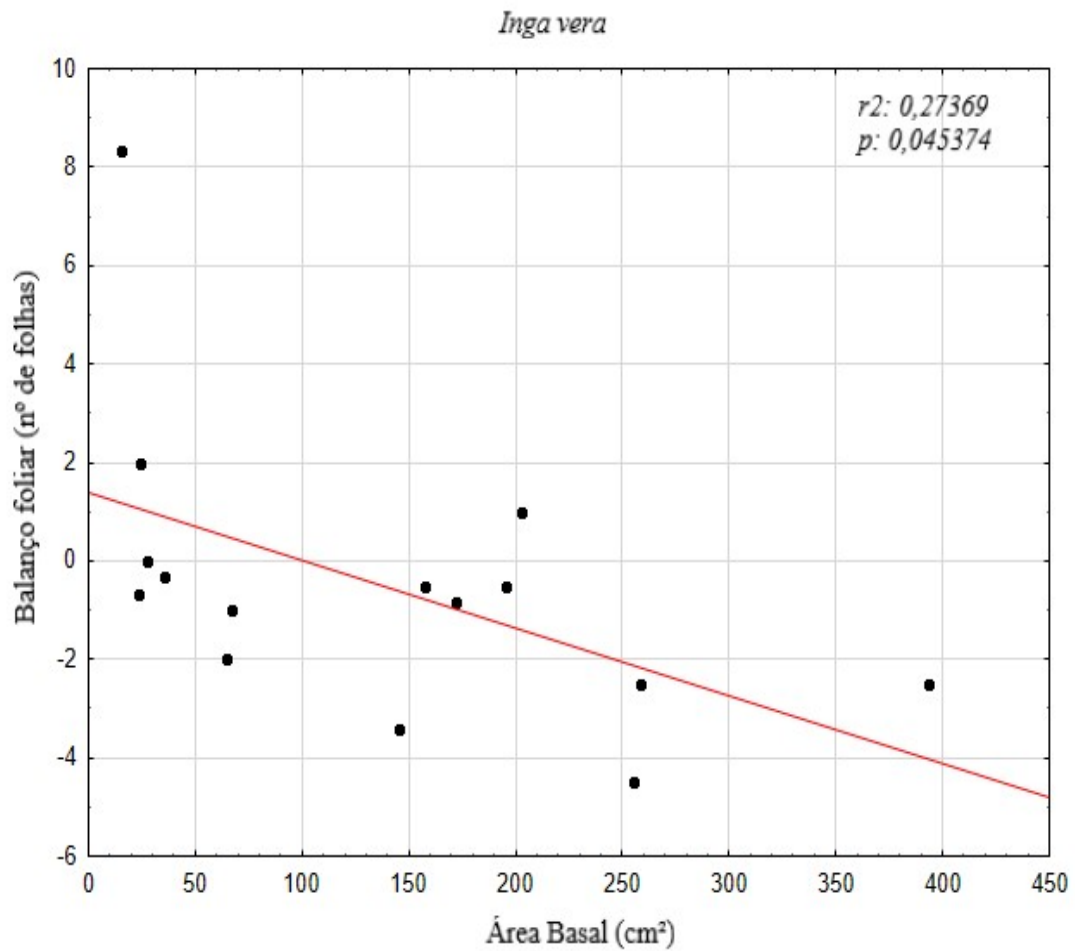


Gráfico 28 – Distribuição dos valores de Área Basal (cm²) e Balanço foliar (nº de folhas) para a espécie *Inga vera* nos três métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado) que apresentou valores significativos em análise de regressão linear ($p < 0,05$) com distribuição normal dos resíduos.

Quadro 36 – Análise de regressão linear dos valores de Área Basal (cm²) como fator dependente e Balanço de ramos (nº de ramos) como fator independente em agrupamento das espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

Espécie	Regressão linear	A1	A2	A3	A1+A2+A3
Cf	r2:	0,33262	0,018946	0,86877	0,0027355
	p:	0,42327	0,8253	0,021032 ¹	0,86525
Gu	r2:	0,51489	0,81102	0,55171	0,030951
	p:	0,17235	0,099436	0,15042	0,54743
Im	r2:	0,22589	0,020237	0,89806	0,034979
	p:	0,41849	0,85774	0,0040372 ²	0,50449
Iv	r2:	0,24691	0,39496	0,034681	0,042105
	p:	0,39442	0,25617	0,76427	0,46317
Sm	r2:	0,29481	0,37291	0,66683	0,44752
	p:	0,45704	0,27395	0,39172	0,21692
St	r2:	0,44752	0,11113	0,16748	0,11374
	p:	0,21692	0,66664	0,49387	0,23832
Espécies + Métodos	r2:	0,0019767			
	p:	0,68981			
¹ Shapiro-Wilk W - p(normal) – Resíduos			0,62		
² Shapiro-Wilk W - p(normal) – Resíduos			0,3752		

Quadro 37 – Análise de regressão linear dos valores de Área Basal (cm²) como fator dependente e Longevidade foliar (dias) como fator independente em agrupamento das espécies (Cf – *Croton floribundus*, Gu – *Guazuma ulmifolia*, Im – *Inga marginata*, Iv – *Inga vera*, Sm – *Solanum mauritianum*, St – *Schinus terebinthifolia*) e métodos (A1 – Plantio convencional, A2 – Plantio sob eucaliptal, A3 – Plantio adensado). Valores significativos expressos em vermelho ($p < 0,05$).

Espécie	Regressão linear	A1	A2	A3	A1+A2+A3
Cf	r2:	0,69737	0,11449	0,2279	0,45464
	p:	0,078375	0,57756	0,41611	0,0058366 ¹
Gu	r2:	0,54312	0,09327	0,26725	0,064042
	p:	0,15539	0,6946	0,3724	0,3827
Im	r2:	0,06359	0,69555	5,88E-05	0,024759
	p:	0,68236	0,166	0,98849	0,57544
Iv	r2:	0,049746	0,033881	0,11035	0,25376
	p:	0,71839	0,76697	0,58496	0,055556
Sm	r2:	0,054488	0,46247	0,0043051	0,14029
	p:	0,76657	0,2065	0,9582	0,23031
St	r2:	0,082168	0,94401	0,3838	0,12971
	p:	0,64009	0,028396 ²	0,26506	0,20591
Espécies + Métodos	r2:	0,00014091			
	p:	0,91413			
¹ Shapiro-Wilk W - p(normal) – Resíduos			0,08298		
² Shapiro-Wilk W - p(normal) – Resíduos			0,1029		

5. DISCUSSÃO

O crescimento das espécies arbóreas recobridoras calculada através da variável teórica área basal foi influenciado pelos métodos de plantio de restauração florestal avaliados, confirmando a primeira hipótese proposta neste estudo. Os três tratamentos apresentaram diferença significativa no crescimento das plantas, gerando um gradiente quanto a área basal, que foi maior no plantio convencional e menor no tratamento adensado. As únicas espécies que não apresentaram maior área basal no plantio convencional, quando avaliadas individualmente, foram *S. mauritianum*, que não apresentou diferença nos valores entre os métodos de plantio, e *I. vera*, com maiores médias no método adensado em relação ao plantio sob eucaliptal. Adicionalmente, a diferença da variável área basal, usada para aferir o crescimento, entre espécies ocorreu somente para *G. ulmifolia* e para *I. vera*, ambas com os maiores valores da variável comparadas a *I. marginata* e *S. terebinthifolia*. As demais espécies avaliadas (*S. mauritianum* e *C. floribundus*) não apresentaram diferença relacionada.

A menor área basal das plantas, observada no plantio de método adensado, aponta que há competição entre estas por recursos mesmo nos primeiros anos do plantio de restauração e essa se dá em maior intensidade no que no plantio convencional. No entanto, os métodos de plantio que incluem o controle da competição e práticas agrícolas de conservação do solo podem sim influenciar positivamente atributos funcionais e conseqüentemente a sobrevivência e desenvolvimento das espécies arbóreas (CAMPOE et al., 2014).

Embora as espécies tenham valores de área basal semelhantes no método de plantio adensado, provavelmente fruto da competição, *I. vera* apresentou maior área basal entre as espécies e também quando comparada entre os demais métodos de plantio. Assim, em termos práticos, os resultados sugerem que *I. vera* não tem seu crescimento restringido pela competição com outras árvores em plantios de elevada densidade, sendo, portanto, uma ótima competidora nestas condições.

Na avaliação do crescimento em área basal das árvores, também houve diferença na interação entre espécies e métodos, de tal modo que a espécie que mais cresceu não foi a mesma em todos os métodos. Esses resultados indicam que, mesmo num grupo artificialmente criado com espécies de rápido crescimento, quando plantadas com fins de restauração, algumas espécies cresceriam melhor que outras em certas condições ambientais inerentes a cada método de plantios. Entender como as condições dos diferentes métodos aplicados regulam os mecanismos individuais de cada planta na otimização de seus traços funcionais é

um elemento-chave para entender relações de competição e convivência entre espécies (PIERIK et al., 2013). A variação observada aqui para as espécies nos diferentes tratamentos enfatiza o potencial de cada uma delas na busca pela sobrevivência da espécie em condições distintas.

Avaliando a relação dos atributos funcionais com o crescimento expresso na variável área basal observamos pouquíssimas relações e mesmo quando essa relação foi encontrada, a capacidade de predição da área basal foi baixa. Quando essas análises foram separadas por espécie e por área, embora o poder de predição do crescimento por algumas variáveis tenha aumentos, poucos e nem sempre os mesmos foram os atributos que se relacionaram com a área basal, sem níveis determinantes de significância para a distribuição dos resíduos quando avaliadas em regressão linear.

Desse modo, os resultados indicam que o crescimento em área basal de espécies arbóreas recobridoras do solo em plantios de restauração não é explicado de forma clara e contundente pelos atributos funcionais foliares que estas espécies apresentam, contrariando nossa hipótese original e os diversos resultados que demonstram a influência destes atributos no crescimento de plantas em florestais tropicais (MARTÍNEZ-GARZA et al., 2005; POORTER e BONGERS, 2006; WRIGHT et al., 2010; KUNSTLER et al., 2015; PAINE et al., 2015; DIAZ et al., 2015). Considerando os 28 atributos avaliados, em três métodos de plantio para seis espécies, separadamente e em conjunto, das 319 análises de regressão linear realizadas desse conjunto de dados apenas três apresentaram relação do atributo funcional foliar com o crescimento em área basal. O MFA esteve relacionado com a área basal em duas delas, para a espécie *G. ulmifolia* ($r^2=0,21892$) e para a espécie *S. terebinthifolia* ($r^2=0,1756$), ambas em conjunto de dados com todos os métodos de plantio. O balanço foliar foi o atributo da terceira relação encontrada, dessa vez para a espécie *I. vera* ($r^2=0,27369$), também em conjunto de dados com todos os métodos de plantio.

Análises globais da MFA em plantas do mundo inteiro demonstram que espécies com estratégias aquisitivas, que apresentam maiores taxas de crescimento, têm menor MFA e maior teor de nitrogênio foliar comparado às espécies com estratégias conservadoras, que não apresentam rápido crescimento (WRIGHT et al., 2010; DIAZ et al., 2016; PAINE et al., 2015; KUNSTLER et al., 2015). Isto porque quanto mais recurso é proporcionalmente alocado em área da folha e/ou maior a quantidade de nitrogênio foliar, maior o potencial fotossintético e, conseqüentemente, maior a taxa crescimento (WRIGHT et al., 2010). Apesar da relação desse

estudo encontrar-se apenas para duas das seis espécies observadas a relação encontrada é positiva, contrariando as análises globais.

A ausência de uma relação robusta entre crescimento expresso em área basal das árvores recobridoras em plantios de restauração com os atributos funcionais foliares corrobora com o resultado prévio encontrado para espécies arbóreas em plantio convencional de restauração florestal, também na Mata Atlântica, com três anos (SANO, 2016). As características de áreas em processo inicial de restauração, geralmente áreas degradadas no início da sucessão ecológica, não representam a mesma condição ambiental de florestas conservadas em que os estudos com atributos funcionais são geralmente realizados. Possivelmente, esta diferença nas condições ambientais em áreas degradadas possa levar à ausência de relações esperadas e encontradas em florestas conservadas, na relação dos atributos funcionais com o crescimento e comportamento das plantas (MARTÍNEZ-GARZA et al., 2013; SANO, 2016, ALMEIDA, 2017). Além disso, apesar dos traços foliares serem bons preditores de desenvolvimento de árvores em florestas tropicais (POORTER e BONGERS, 2006), a multifuncionalidade dos traços foliares e atributos funcionais associados não apresentam necessariamente uma equivalência funcional exata entre espécies (HODGSON et al., 2011). Além disso, apesar dos atributos mensurados estarem integrados e de forma intrínseca relacionados aos processos fisiológicos dos organismos, esses podem ser altamente plásticos (PAINE et al., 2012) e os traços foliares associados à fisiologia e sensíveis às condições ambientais (TONELLO e TEIXEIRA-FILHO, 2012; PAINE et al., 2015).

Individualmente, as espécies apresentaram diferentes expressões dos atributos funcionais foliares quando comparadas entre si e em alguns casos quando comparadas entre os métodos. Essa diversidade de respostas para cada uma das espécies, enfatiza a diversidade funcional refletida na diversidade de estratégias das espécies no uso dos nutrientes (TESTE et al., 2014), e em casos como dos nutrientes foliares nitrogênio e potássio corrobora a referência de que plantas com maiores taxas de crescimento possuem mais nutrientes em suas folhas (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013; HOEBER et al. 2014; THOMAS e VESK, 2017). Além disso, a concentração de nitrogênio na folha é um atributo diretamente associado a fertilidade do solo (HODGSON et al., 2011) e a capacidade fotossintética (VASFILOV, 2016).

Outro macronutriente importante avaliado nesse estudo, o fósforo foliar, apresentou diferença entre as plantas dos diferentes métodos de plantio, com maiores valores no método adensado, inclusive individualmente para as espécies *I. vera*, *G. ulmifolia* e *C. floribundus* e *S. terebinthifolia*, que teve maior expressão quando comparada entre as espécies e para o

atributo fósforo foliar reabsorvido apresentou diferença com valores superiores no método adensado em comparação ao convencional. O que pode indicar a capacidade da espécie em resistir a solos com baixa disponibilidade desse nutriente, característica que pode ser explorada na provisão do nutriente em habitats degradados (LAMBERS et al., 2015).

A despeito das espécies desse estudo estarem agrupadas em função de sua característica recobridora, essas compõem um grupo artificial, cujas espécies não são necessariamente próximas filogeneticamente entre si. Como elas diferem entre si para alguns atributos funcionais, não podemos deixar de dar ênfase a necessidade de estudos filogenéticos, que busquem o entendimento de quão conservativas são estas características funcionais nessas espécies e quão forte é a fundamentação desses atributos por relações evolutivas (POWERS e TIFFIN, 2010).

Dessa forma, a classificação das espécies como recobridoras e de rápido crescimento, mesmo que artificial e arbitrária, é eficiente em selecionar espécies que atendam um propósito específico para a restauração florestal. Além disso, tendo em vista que todas as espécies recobridoras crescem rapidamente (RODRIGUES et al., 2011), podemos ter um “subset” da variação do crescimento das espécies florestais originais representadas em nosso estudo. Assim, as relações entre crescimento e atributos funcionais podem ser pouco significativas porque todas as espécies selecionadas teriam alto crescimento, ou seja, haveria pouca variação nesta variável em comparação com outros estudos que relacionaram crescimento com os atributos funcionais, mesmo havendo certas variações das espécies para os atributos funcionais estudados.

Ainda que existam variações em um mesmo ambiente, as diferenças nas estratégias fisiológicas das plantas estão relacionadas à disponibilidade e à competição por recursos, podendo apresentar modificações morfofisiológicas que as conferem tolerância a um ambiente impróprio ou maior eficiência em um ambiente adequado (VIANI et al., 2014). Isso mostra novamente que conhecer a qualidade do ambiente de que se trata a restauração ecológica e o desenvolvimento das espécies em determinadas condições, pode ser uma forma de aumentar as chances de sucesso na restauração e reparar possíveis carências de recursos, perdas funcionais ou fatores de estresse (COOKE e SUSKI, 2008). Além disso estudos baseados somente na identificação de espécies para a restauração, sem referência aos seus traços funcionais são limitados ao contexto local e dificultam outras interpretações e aplicações práticas (WA ILUNGA et al., 2015). Assim, combinar a ecologia funcional à ciência da restauração aplicada aos objetivos do manejo e recuperação de florestal traz a

seleção de espécies e sua performance como uma importante ferramenta (MARTÍNEZ-GARZA et al., 2013).

6. CONCLUSÕES

As espécies arbóreas recobridoras cresceram mais no plantio convencional; com crescimento intermediário no plantio em eucaliptal; e menor crescimento no plantio adensado. De forma que os métodos utilizados nos plantios de restauração florestal (convencional, sob eucaliptal e adensado) apresentaram importante influência no desenvolvimento das espécies, aceitando a hipótese de que o crescimento destas espécies é reduzido em plantio adensado ou em plantio realizado sob dossel de eucalipto (*Eucalyptus* sp.) quando comparado ao plantio convencional de 3 x 2 m a pleno sol.

O estudo não mostrou uma relação clara do crescimento das espécies arbóreas recobridoras em plantios de restauração com atributos funcionais, rejeitando a hipótese de que o crescimento do grupo de espécies arbóreas recobridoras em plantios de restauração é de modo claro explicado pelos atributos funcionais que essas espécies possuem. No entanto, para cada atributo e para cada espécie tivemos variações nessa relação (crescimento x atributo funcional) e diferenças entre espécies e tratamentos, enfatizando a diversidade nas estratégias que tornam estas espécies boas recobridoras do solo e de rápido crescimento:

A espécie que mais cresceu não foi a mesma em todos os métodos de plantio e houve distinção entre espécies no quanto cada uma variou seu crescimento nos diferentes plantios. Assim, os resultados indicam que algumas espécies têm desempenho melhor que outras em certas condições ambientais inerentes a cada método de plantio e estudos futuros devem avaliar mais detalhadamente estes aspectos, visando melhor selecionar espécies arbóreas para projetos de restauração florestal em condições ambientais específicas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, M.; SIERRA, J.; RAMIREZ, W.; VARGAS, O.; CALLE, Z.; VARGAS, W.; BARRERA CATAÑO, J. I. Toward a post conflict Colombia: restoring to the future. **Restoration Ecology**, 23(1), 4-6. 2015.
- ALMEIDA, C. de. **Recobrimento do solo e oferta de frutos por espécies arbóreas na restauração florestal**. Dissertação de Mestrado em Agricultura e Ambiente. Universidade Federal de São Carlos. Araras-SP. 2017.
- AMADOR, D. B. Restauração de ecossistemas com sistemas agroflorestais. *In*: KAGEYAMA, PY et al. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu-SP: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 333-340. 2003.
- ARAÚJO, J. D.; HARIDASAN, M. Relação entre deciduidade e concentrações foliares de nutrientes em espécies lenhosas do cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, 30(3), 533-542. 2007.
- ARONSON, J.; ALEXANDER, S. Ecosystem restoration is now a global priority: time to roll up our sleeves. **Restoration Ecology**, 21(3), 293-296. 2013.
- ARONSON, J.; DURIGAN, G.; BRANCALION, P. H. S. Conceitos e definições correlatos à ciência e à prática da restauração ecológica. **Instituto Florestal. Série Registros (São Paulo)**, 44, 1-38., 2011.
- BACKMAN, C.J.; BRODRIBB, T.J; JORDAN, G. **Plant, Cell and Environment** 32, 1584-1595. 2009.
- BHASKAR, R., ACKERLY, D. D. Ecological relevance of minimum seasonal water potentials. **Physiologia Plantarum**, 127(3), 353-359. 2006.
- BLOOMFIELD, K. J.; FARQUHAR, G. D.; LLOYD, J. Photosynthesis–nitrogen relationships in tropical forest tree species as affected by soil phosphorus availability: a controlled environment study. **Functional plant biology**, 41.8: 820-832. 2014.
- BUTCHART, S. H.; WALPOLE, M.; COLLEN, B.; VAN STRIEN, A., SCHARLEMANN, J. P.; ALMOND, R. E.; CARPENTER, K. E. Global biodiversity: indicators of recent declines. **Science**, 328(5982), 1164-1168. 2010.

BYERS, J. E.; CUDDINGTON, K.; JONES, C. G.; TALLEY, T. S.; HASTINGS, A.; LAMBRINOS, J. G.; WILSON, W. G. Using ecosystem engineers to restore ecological systems. **Trends in Ecology & Evolution**, 21(9), 493-500. 2006.

CALLAWAY, J. C.; SULLIVAN, G.; ZEDLER, J. B. Species rich plantings increase biomass and nitrogen accumulation in a wetland restoration experiment. **Ecological Applications**, 13(6), 1626-1639. 2003.

CALVO-ALVARADO, J. C.; MCDOWELL, N. G.; WARING, R. H. Allometric relationships predicting foliar biomass and leaf area: sapwood area ratio from tree height in five Costa Rican rain forest species. **Tree physiology**, 28(11), 1601-1608. 2008.

CAMPOE, O. C.; IANNELLI, C.; STAPE, J. L.; COOK, R. L.; MENDES, J. C. T.; VIVINAN, R. Atlantic forest tree species responses to silvicultural practices in a degraded pasture restoration plantation: from leaf physiology to survival and initial growth. **Forest Ecology and Management**, 313, 233-242. 2014.

CAMPOE, O. C.; STAPE, J. L.; MENDES, J. C. T. Can intensive management accelerate the restoration of Brazil's Atlantic forests? **Forest Ecology and Management**, 259(9), 1808-1814. 2010.

COOKE, S. J.; SUSKI, C. D. Ecological restoration and physiology: an overdue integration. **BioScience**, 58(10), 957-968. 2008.

DAMOUR, G.; SIMONNEAU, T.; COCHARD, H.; URBAN, L. An overview of models of stomatal conductance at the leaf level. **Plant, Cell & Environment**, 33(9), 1419-1438. 2010.

DE LA LUZ AVENDAÑO-YÁÑEZ, M.; SÁNCHEZ-VELÁSQUEZ, L. R.; MEAVE, J. A.; DEL ROSARIO PINEDA-LÓPEZ, M. Is facilitation a promising strategy for cloud forest restoration? **Forest Ecology and Management**, 329, 328-333. 2014.

DECAGON-DEVICES, Inc. **Leaf Porometer Operator's Manual Version 9**. 99p. 2011.

DIAZ, S.; KATTGE, J.; CORNELISSEN, J. H.; WRIGHT, I. J.; LAVORES, S.; DRAY, S.; GARNIER, E. The global spectrum of plant form and function. **Nature**, 529(7585), 167-171. 2015.

DIAZ, S.; HODGSON, J. G.; THOMPSON, K.; CABIDO, M.; et al. The plant traits that drive ecosystems: evidence from three continents. **Journal of Vegetation Science**. 15:295–304. 2004.

- DIEMER, M. Life span and dynamics of leaves of herbaceous perennials in high-elevation environments: 'news from the elephant's leg'. **Functional Ecology**, 12: 413-425. 1998.
- ELLIOTT, S., NAVAKIBUMRUNG, P., ZANGKUM, S., KUARAK, C., KERBY, J., BLAKESLEY, D., ANUSARNSUNTHORN, V. Performance of six native tree species, planted to restore degraded forestland in Northern Thailand and their response to fertilizer. *In*: ELLIOTT, S. et al. (Eds). **Restoration for wildlife conservation. Tropical Timber Organization and the Forest Restoration Research Unit**. Thailand: Chiang Mai University, 245-254. 2000.
- ENGEL, V. L.; PARROTTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. *In* KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (org.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu-SP, Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2003.
- FAJARDO, A.; SIEFERT, A. Phenological variation of leaf functional traits within species. **Oecologia**, 180(4), 951-959. 2016.
- FERREIRA, T.; RASB, W. **ImageJ user guide**. 2012.
- GAN, S.; AMASINO, R. M. Making sense of senescence (molecular genetic regulation and manipulation of leaf senescence). **Plant physiology**, 113(2), 313-319. 1997.
- GANDOLFI, S; RODRIGUES, R. R. Quando o melhor pode ser o pior: como pensar a biodiversidade na restauração ecológica. **Revista Caititu**, 1 (1), 17-20. 2013.
- GILBERT, A.; GRAY, E. F.; WESTOBY, M.; WRIGHT, I. J.; FALSTER, D. S. On the link between functional traits and growth rate: meta-analysis shows effects change with plant size, as predicted. **Journal of Ecology**. 104 (5), 1488-1503. 2016.
- GOODALE, U. M. **The ecophysiology of pioneer tree species in relation to their disturbance ecology in a wet lowland rainforest**, Sri Lanka. Yale University. 2009.
- GOURLET-FLEURY, S., BLANC, L., PICARD, N., SIST, P., DICK, J., NASI, R., FORNI, E. Grouping species for predicting mixed tropical forest dynamics: looking for a strategy. **Annals of Forest Science**, 62(8), 785-796. 2005.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T; RYAN, P. D. PAST: Palaeontological statistics software package for education and data analysis. **Palaentologia Eletrônica**, 4 (1), 1-9. 2001. Disponível em: <http://palaeo-electronica.org>. Acesso em 30 de agosto de 2015.

- HERRMANN, T. M. Knowledge, values, uses and management of the *Araucaria araucana* forest by the indigenous Mapuche Pewenche people: a basis for collaborative natural resource management in southern Chile. In: **Natural Resources Forum**. Blackwell Publishing, Ltd., 120-134. 2005.
- HODGSON, J. G.; MONTSERRAT-MARTÍ, G.; CHARLES, M.; JONES, G.; WILSON, P.; SHIPLEY, B.; SHARAFI, M. et al. Is leaf dry matter content a better predictor of soil fertility than specific leaf area? **Annals of Botany**, 108:1337-1345. 2011.
- HOEBER, S.; LEUSCHNER, C.; KÖHLER, L.; ARIAS-AGUILAR, D.; SCHULDT, B. The importance of hydraulic conductivity and wood density to growth performance in eight tree species from a tropical semi-dry climate. **Forest Ecology and Management**, 330, 126-136. 2014.
- HOFFMANN, W. A.; FRANC, A. C.; MOREIRA, M. Z.; HARIDASAN, M. Specific leaf area explains differences in leaf traits between congeneric savanna and forest trees. **Functional Ecology**, 19(6), 932-940. 2005.
- HOOPER, D. U. The role of complementarity and competition in ecosystem responses to variation in plant diversity. **Ecology**, 79(2), 704-719. 1998.
- HOTTA, K.; ISHII, H.; SASAKI, T.; DOI, N.; AZUMA, W.; OYAKE, Y.; YOSHIDA, H. Twenty-one years of stand dynamics in a 33-year-old urban forest restoration site at Kobe Municipal Sports Park, Japan. **Urban Forestry & Urban Greening**, 14(2), 309-314. 2015.
- IANNELLI-SERVÍN, C. M. **Caracterização ecofisiológica de espécies nativas da Mata Atlântica sob dois níveis de estresse induzidos pelo manejo florestal em área de restauração florestal no Estado de São Paulo**. Tese de Doutorado em Recursos Florestais. Esalq USP. Piracicaba-SP. 2007.
- KATTGE, J.; DIAZ, S.; LAVOREL, S.; PRENTICE, I. C.; LEADLEY, P.; BONISCH, G.; CORNELISSEN, J. H. C. et al. TRY – a global database of plant traits. **Global change biology**, 17(9), 2905-2935. 2011.
- KILLINGBECK, K. T. Nutrients in senesced leaves: keys to the search for potential resorption and resorption efficiency. **Ecology** 77:1716–1727. 1996.
- KOTCHEN, M. J.; YOUNG, O. R. Meeting the challenges of the anthropocene: Towards a science of coupled human–biophysical systems. **Global Environmental Change Editorial** 17, 149–151. 2007.

- KUNSTLER, G.; FALSTER, D.; COOMES, D. A.; HUI, F.; KOOYMAN, R. M.; LAUGHLIN, D. C., AIBA, M. Plant functional traits have globally consistent effects on competition. **Nature**, 529(7585), 204. 2016.
- LAMBERS, H.; HAYES, P. E.; LALIBERTÉ, E.; OLIVEIRA, R. S.; TURNER, B. L. Leaf manganese accumulation and phosphorus-acquisition efficiency. **Trends in Plant Science**, 20(2), 83-90. 2015.
- LAUGHLIN, D. C. Applying trait-based models to achieve functional targets for theory-driven ecological restoration. **Ecology Letters**, 17(7), 771-784. 2014.
- LAVOREL, S.; GARNIER, E. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. **Functional Ecology**, 16(5), 545-556. 2002.
- MACHADO, M. R.; PIÑA-RODRIGUES, F.; PEREIRA, M. G. Produção de serrapilheira como indicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, 32(1), 143-151, 2008
- MALAVOLTA, E. Capítulo 6 - Metodologia para Análise de Elementos em Material Vegetal. In: MALAVOLTA, E., VITTI, G. C., OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba-SP: Potafós. 1997.
- MARTÍNEZ-GARZA, C.; BONGERS, F.; POORTER, L. Are functional traits good predictors of species performance in restoration plantings in tropical abandoned pastures?. **Forest Ecology and Management**, 303, 35-45. 2013
- MCCONNAUGHAY, K. D. M.; COLEMAN, J. S. Biomass allocation in plants: ontogeny or optimality? A test along three resource gradients. **Ecology**, 80.8: 2581-2593. 1999.
- MELO, F. P.; PINTO, S. R.; BRANCALION, P. H.; CASTRO, P. S.; RODRIGUES, R. R.; ARONSON, J.; TABARELLI, M. Priority setting for scaling-up tropical forest restoration projects: Early lessons from the Atlantic Forest Restoration Pact. **Environmental Science & Policy**, 33, 395-404. 2013.
- MUNNÉ-BOSCH, S.; ALEGRE, L. Die and let live: leaf senescence contributes to plant survival under drought stress. **Functional Plant Biology**, 31(3), 203-216. 2004.
- NASCIMENTO, D. F. do; LELES, P. S. dos S.; OLIVEIRA NETO, S. N. de; MOREIRA, R. T. S.; ALONSO, J. M. Crescimento inicial de seis espécies florestais em diferentes espaçamentos. **Revista Cerne**, Lavras-MG, 18(1), 159-165, jan./mar. 2012

NAVE, A. G.; RODRIGUES, R. R. Combination of species into filling and diversity groups as forest restoration methodology. *High Diversity Forest Restoration in Degraded Areas*. **Nova Science Publishers**, New York, 103-126. 2007.

NIINEMETS, Ü. Leaf age dependent changes in within-canopy variation in leaf functional traits: a meta-analysis. **Journal of Plant Research**, 129(3), 313-338. 2016.

NOGUEIRA, A.; MARTINEZ, C.A.; FERREIRA, L.L.; PRADO, C.H.B.A. Photosynthesis and water use efficiency in twenty tropical tree species of differing succession status in a Brazilian reforestation. **Photosynthetica**, 42(3), 351-356. 2004.

NOGUEIRA-JUNIOR, R. L., RODRIGUES, L., ENGEL, V. L., PARROTA, J. A., MELO, A. C. G. D., RÉ, D. S. Allometric equations for estimating tree biomass in restored mixed-species Atlantic Forest stands. **Biota Neotropica** 14(2) 2): e20130084. 2014.

ORDOÑEZ, J. C.; VAN BODEGOM, P. M.; WITTE, J. P. M.; WRIGHT, I. J.; REICH, P. B.; AERTS, R. A global study of relationships between leaf traits, climate and soil measures of nutrient fertility. **Global Ecology and Biogeography**, 18(2), 137-149. 2009.

ORTEGA, G. P.; JUNIOR, E. F. F.; MATTAR, E. P. L.; ANDRADE, A. J. D. S.; DOS SANTOS, E. B.; DE SOUZA, J. F.; DOS SANTOS, A. M. Avaliação do desenvolvimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) em diferentes espaçamentos. **Cadernos de Agroecologia**, 10(3). 2016.

PAINE, C. E.; AMISSAH, L.; AUGÉ, H.; BARALOTO, C.; BARUFFOL, M.; BOURLAND, N.; DOUST, S. Globally, functional traits are weak predictors of juvenile tree growth, and we do not know why. **Journal of Ecology**, 103(4), 978-989. 2015.

PAINE, C. E.; MARTHEWS, T. R.; VOGT, D. R.; PURVES, D.; REES, M.; HECTOR, A.; TURNBULL, L. A. How to fit nonlinear plant growth models and calculate growth rates: an update for ecologists. **Methods in Ecology and Evolution**, 3(2), 245-256. 2012.

PALMA, A. C.; LAURANCE, S. G. A review of the use of direct seeding and seedling plantings in restoration: what do we know and where should we go? **Applied vegetation science**, 18(4), 561-568.2015.

PÉREZ-HARGUINDEGUY, N.; DÍAZ, S.; GARNIER, E.; LAVOREL, S.; POORTER, H.; JAUREGUIBERRY, P.; URCELAY, C. New handbook for standardized measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany**, 61(3), 167-234. 2013.

- PIERIK, R.; MOMMER, L.; VOESENEK, L. A. Molecular mechanisms of plant competition: neighbor detection and response strategies. **Functional Ecology**, 27(4), 841-853. 2013.
- PILON, L.; NATASHI, A.; DURIGAN, G. Critérios para indicação de espécies prioritárias para a restauração da vegetação de cerrado. **Scientia Forestalis**, 389-399. 2013.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; REIS, L. L.; MARQUES, S. S. Sistema de plantio adensado para a revegetação de áreas degradadas da Mata Atlântica: bases ecológicas e comparações de custo/benefício com o sistema tradicional. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, Rio de Janeiro-RJ. 4, 30-41. 1997.
- PINTO, S. R.; MELO, F.; TABARELLI, M.; PADOVESI, A.; MESQUITA, C. A.; DE MATOS SCARAMUZZA, C. A., BRANCALION, P. H. Governing and delivering a biome-wide restoration initiative: The case of Atlantic Forest Restoration Pact in Brazil. **Forests**, 5(9), 2212-2229. 2014.
- POORTER, H.; NIEMETS, Ü.; POORTER, L.; WRIGHT, I. J.; VILLAR, R. Causes and consequences of variation in leaf mass per area (LMA): a meta-analysis. **New Phytologist**, 182(3), 565-588. 2009.
- POORTER, L.; BONGERS, F. Leaf traits are good predictors of plant performance across 53 rain forest species. **Ecology**, 87(7), 1733-1743. 2006.
- PORTES, M.T.; ALVEZ, T.H.; SOUZA, G.M. Water deficit affects photosynthetic induction in *Bauhinia forficata* Link (Fabaceae) and *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (Rutaceae) growing in understory and gap conditions. **Brazilian Journal of Plant Physiology** 18(4), 491-512, 2006.
- POWERS, J. S.; TIFFIN, P. Plant functional type classifications in tropical dry forests in Costa Rica: leaf habit versus taxonomic approaches. **Functional Ecology**, 24.4: 927-936. 2010.
- PYWELL, R. F.; BULLOCK, J. M.; ROY, D. B.; WARMAN, L. I. Z.; WALKER, K. J.; ROTHERY, P. Plant traits as predictors of performance in ecological restoration. **Journal of Applied Ecology**, 40(1), 65-77. 2003.
- REIS-JÚNIOR, J. C. de F. R.; SCAGLIANTI, C. A. da C. Restauração Ecológica no Interior do Parque Natural Corredores da Biodiversidade, Sorocaba-SP. In: SMITH, W. S.; RIBEIRO, C. A. **Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade: pesquisas e perspectivas futuras**. Prefeitura Municipal de Sorocaba, Secretaria do Meio Ambiente. 2015.

- RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. 1. ed. São Paulo: EDUSP, 2000.
- RODRIGUES, R. R.; LIMA, R. A.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, 142(6), 1242-1251. 2009.
- RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S., NAVE A. G.; ARONSON, J.; BARRETO, T. E.; VIDAL, C. Y.; BRANCALION, P. H. Large-scale ecological restoration of high-diversity tropical forests in SE Brazil. **Forest Ecology and Management**, 261(10), 1605-1613. 2011.
- RODRIGUES, R.R., GANDOLFI, S., Restoration actions. *In: High Diversity Forest Restoration in Degraded Areas*. Nova Science Publishers, New York, pp. 77–101. 2007.
- RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. *In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H. F. Matas Ciliares Conservação e Recuperação*. 1, 235-247, EDUSP, 2004.
- RONDON, E. V. Produção de biomassa e crescimento de árvores de *Schizolobium amazonicum* (Hub.) Ducke sob diferentes espaçamentos na região de mata. **Revista Árvore**, v.26, n.5, 573-576. 2002
- RUIZ-ROBLETO, J., VILLAR. R. Relative growth rate and biomass allocation in ten woody species with different leaf longevity using phylogenetic independent contrasts (PICs). **Plant Biology**. 7(5), 484-494. 2005.
- SADE, N.; GEBREMEDHIN, A.; MOSHELION, M. Risk-taking plants: anisohydric behavior as a stress-resistance trait. **Plant Signaling & Behavior**, 7(7), 767-770. 2012.
- SANO, B. **Relação entre características funcionais e o desempenho de espécies arbóreas nativas em um plantio de restauração**. Dissertação de Mestrado em Ciências Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo. Piracicaba-SP. 2016.
- SCALON, S.D.P.Q.; MUSSURY, R.M.; DE MELLO EUZÉBIO, V.L.; KODAMA, F.M.; KISSMANN, C. Estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial de mudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). **Ciência Florestal**, 21 (4), p. 655-662. 2011.
- SCHIRONE, B.; SALIS, A.; VESSELLA, F. Effectiveness of the Miyawaki method in Mediterranean forest restoration programs. **Landscape and Ecological Engineering**. 7(1), 81-92. Jan. 2011.

SCHOLANDER, P. F., BRADSTREET, E.D., HEMMINGSEN E.A; HAMMEL, H. T. Sap pressure in vascular plants: Negative hydrostatic pressure can be measured in plants. **Science**. 148, 339-346. 1965.

SER (Society for Ecological Restoration International Science and Policy Working Group). **The SER Primer on Ecological Restoration**, Version 2. Society for Ecological Restoration Science and Policy Working Group. 2004. Disponível em: http://www.ser.org/reading_resources.asp. Acesso em 15 de novembro de 2015.

SIMONETTI, V. C.; SABONARO, D. Z.; SILVA, D. C. da C; OLIVEIRA, R. A. de; SILVA, A. M. da; MORAES, A. B.; SANTOS, N. A. dos; GONÇALVES, D. B.; RIBEIRO, C. A. Características físico-químicas do solo do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade (PNMCBIO). *In*: SMITH, W. S.; RIBEIRO, C. A. **Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade: pesquisas e perspectivas futuras**. Prefeitura Municipal de Sorocaba, Secretaria do Meio Ambiente. 2015.

SOROCABA. **Plano de Manejo do Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade de Sorocaba**. Secretaria do Meio Ambiente. Biométrica. Sorocaba-SP. 387p. 2012.

SOUZA, C. C. **Modelo de crescimento, com variáveis ambientais, para o ipê felpudo em diferentes espaçamentos**. Dissertação de Mestrado em Recursos Florestais - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba-SP, 2004.

SOUZA, C. D. D.; FERNANDES, D. P.; BARROSO, M. R.; PORTES, T. D. A. Transpiração de espécies típicas do cerrado medida por transpirômetro de equilíbrio e porômetro. **Revista Cerne**, 17, 509-515, 2011.

SUDING, K; HIGGS, E. Committing to ecological restoration. **Science**: 348, v. 8, p. 9. 2015.

TARDIEU, F.; SIMONNEAU, T. Variability among species of stomatal control under fluctuating soil water status and evaporative demand: modelling isohydric and anisohydric behaviours. **Journal of Experimental Botany** 49: 419-432. 1998.

TESTE, F. P.; VENEKLAAS, E. J.; DIXON, K. W.; LAMBERS, H. Complementary plant nutrient acquisition strategies promote growth of neighbour species. **Functional Ecology**, 28(4), 819-828. 2014.

- THOMAS, F. M.; VESK, P. A. Are trait-growth models transferable? Predicting multi-species growth trajectories between ecosystems using plant functional traits. **PloS One**, 12(5), e0176959. 2017.
- TONELLO, K. C.; TEIXEIRA FILHO, J. Ecofisiologia de três espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica do Brasil em diferentes regimes de água. **Irriga**, 17.1: 85. 2012.
- VAN OOSTEN, C. Restoring landscapes - Governing place: A learning approach to forest landscape restoration. **Journal of Sustainable Forestry**, 32(7), 659-676. 2013.
- VASFILOV, S. P. The effect of photosynthesis parameters on leaf lifespan. **Biology Bulletin Reviews**, 6(1), 96-112. 2016.
- VIANI, R. A. G.; RODRIGUES, R. R. ; DAWSON, T.E. ; LAMBERS, H. ; OLIVEIRA, R.S. Soil pH accounts for differences in species distribution and leaf nutrient concentrations of Brazilian woodland savannah and Seasonally Dry forest species. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 16, p. 64-74, 2014.
- VIANI, R. A., HOLL, K. D., PADOVEZI, A., STRASSBURG, B. B., FARAH, F. T., GARCIA, L. C., BRANCALION, P. H. Protocol for Monitoring Tropical Forest Restoration: Perspectives From the Atlantic Forest Restoration Pact in Brazil. **Tropical Conservation Science**, 10, 1940082917697265. 2017.
- VIEIRA, D. L.; SCARIOT, A. Principles of natural regeneration of tropical dry forests for restoration. **Restoration Ecology**, 14(1), 11-20. 2006.
- VILLA, E. B. **Aspectos silviculturais e ecológicos em área de restauração florestal com diferentes espaçamentos de plantio**. Tese de Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2012.
- VILLAR R.; RUIZ-ROBLETO, J.; UBERA, J.R.; POORTER. H. WRIGHT, I.J. Exploring variation in leaf mass per area (LMA) from leaf to cell: An anatomical analysis of 26 woody species. **American Journal of Botany**, 100, 1969-1980. 2013.
- VIOLLE, C.; NAVAS, M. L.; VILE, D.; KAZAKOU, E.; FORTUNEL, C.; HUMMEL, I.; GARNIER, E. Let the concept of trait be functional! **Oikos**. 116, 882–892. 3007.
- ZAHAWI, R. A.; HOLL, K. D.; COLE, R. J.; REID, J. L. Testing applied nucleation as a strategy to facilitate tropical forest recovery. **Journal of Applied Ecology**, 50(1), 88-96. 2013.

WA ILUNGA, E. I.; MAHY, G., PIQUERAY, J.; SÉLECK, M.; SHUTCHA, M. N.; MEERTS, P.; FAUCON, M. P. Plant functional traits as a promising tool for the ecological restoration of degraded tropical metal-rich habitats and revegetation of metal-rich bare soils: A case study in copper vegetation of Katanga, DRC. **Ecological Engineering**, 82, 214-221. 2015.

WRIGHT, I. J.; REICH, P. B.; WESTOBY, M.; ACKERLY, D. D.; BARUCH, Z.; BONGERS, F.; FLEXAS, J. The worldwide leaf economics spectrum. **Nature**, 428 (6985), 821-827. 2004.

WRIGHT, I.J.; WESTOBY, M. Leaves at low versus high rainfall: coordination of structure, lifespan and physiology. **New Phytologist**, 155, 403-416. 2002.

WRIGHT, S. J.; KITAJIMA, K.; KRAFT, N. J.; REICH, P. B.; WRIGHT, I. J.; BUNKER, D. E.; ENGELBRECHT, B. M. Functional traits and the growth–mortality trade-off in tropical trees. **Ecology**, 91(12), 3664-3674. 2010.

Anexo 1 – Análise de solo das áreas com os plantios de restauração estudados

Análise do solo de 0 a 20 cm de profundidade, feita pela Prefeitura de Sorocaba, nos três tratamentos avaliados nesse estudo em setembro de 2015. As análises foram feitas pelo Laboratório CELQA de Análises Técnicas, Sorocaba-SP, Brasil, e os métodos utilizados foram: CaCl₂ para pH; resina para P, K, Ca e Mg; água quente para B; e ácido dietilenotriaminopentacético para Cu, Fe, Mn, Zn.

Parâmetro analisado	Unidade	Tratamento		
		Convencional	Eucaliptal	Adensado
pH		4,6	4,0	4,0
MO	g/dm ³	26	19	15
P	mg/dm ³	7	4	8
K	mmolc/dm ³	2,7	3,2	2,1
Ca	mmolc/dm ³	33	9	9
Mg	mmolc/dm ³	9	6	6
H+Aℓ	mmolc/dm ³	65	108	113
Aℓ	mmolc/dm ³	4	11	11
S-SO ₄	mg/dm ³	6	5	5
SB	mmolc/dm ³	45	18	17
CTC	mmolc/dm ³	110	126	130
V%	%	41	14	13
m%	%	8	38	39
B	mg/dm ³	0,29	0,29	0,32
Cu	mg/dm ³	0,6	0,9	1,1
Fe	mg/dm ³	62	65	23
Mn	mg/dm ³	64,0	94,0	16,0
Zn	mg/dm ³	1,2	2,3	5,4
K/CTC	% K na CTC	2,5	2,5	1,6
Ca/CTC	% Ca na CTC	30,1	7,1	6,9
Mg/CTC	% Mg na CTC	8,2	4,8	4,6

Anexo 2 – Descrição dos indivíduos mensurados para cada espécie, método e atributo avaliado.

Espécie	Método de plantio	Crescimento; MFA; [N]; [P]; [K]; [Ca]; [Mg]; [S]		[B]; [Cu]; [Fe]; [Mn]; [Zn]; [N] e [P] reabsorvido		Balanço foliar; Longevidade foliar; Balanço de ramos		$\Delta\Psi$ dia; $\Delta\Psi$ ano; Mín Ψ Ago; gS às 13h Fev; gS às 13h Ago; gS Max Fev; gS Max Ago; gS Med Fev; gS Med Ago	
		Nº de indivíduos avaliados	Indivíduos avaliados	Nº de indivíduos avaliados	Indivíduos avaliados	Nº de indivíduos avaliados	Indivíduos avaliados	Nº de indivíduos avaliados	Indivíduos avaliados
<i>C. floribundus</i>	Convencional	10	Cf1; Cf10; Cf2; Cf3; Cf4; Cf5; Cf6; Cf7; Cf8; Cf9	3	Cf3; Cf5; Cf6	5	Cf1; Cf10; Cf2; Cf7; Cf9	0	Não houve
	Eucaliptal	10	Cf1; Cf10; Cf2; Cf3; Cf4; Cf5; Cf6; Cf7; Cf8; Cf9	3	Cf3; Cf4; Cf7	5	Cf10; Cf2; Cf6; Cf7; Cf9	0	Não houve
	Adensado	10	Cf1; Cf10; Cf2; Cf3; Cf4; Cf5; Cf6; Cf8; Cf9; Cf7	3	Cf2; Cf4; Cf5	5	Cf1; Cf2; Cf3; Cf4; Cf5	0	Não houve

Espécie	Método de	Crescimento; MFA; [N]; [P];	[B]; [Cu]; [Fe]; [Mn];	Balanço foliar; Longevidade	$\Delta\Psi$ dia; $\Delta\Psi$ ano; Mín Ψ
---------	-----------	-----------------------------	------------------------	-----------------------------	--

	plantio	[K]; [Ca]; [Mg]; [S]		[Zn]; [N] e [P] reabsorvido		foliar; Balanço de ramos		Ago; gS às 13h Fev; gS às 13h Ago; gS Max Fev; gS Max Ago; gS Med Fev; gS Med Ago	
		Nº de indivíduos avaliados	Indivíduos avaliados	Nº de indivíduos avaliados	Indivíduos avaliados	Nº de indivíduos avaliados	Indivíduos avaliados	Nº de indivíduos avaliados	Indivíduos avaliados
<i>G. ulmifolia</i>	Convencional	8	Gu1; Gu10; Gu2; Gu3; Gu4; Gu5; Gu6; Gu8	3 *	Gu10; Gu6; Gu8 *	5	Gu1; Gu3; Gu4; Gu5; Gu7	0	Não houve
	Eucaliptal	7	Gu10; Gu3; Gu4; Gu5; Gu7; Gu8; Gu9	3 *	Gu4; Gu5 *	4	Gu1; Gu2; Gu3; Gu6	0	Não houve
	Adensado	7	Gu1; Gu5; Gu10; Gu2; Gu3; Gu4; Gu8	3 *	Gu2; Gu3; Gu4 *	5	Gu1; Gu10; Gu2; Gu3; Gu4	0	Não houve

* O atributo Teor de Micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Zn) para os indivíduos de *G. ulmifolia* não foram avaliados.

Espécie	Método de plantio	Crescimento; MFA; [N]; [P]; [K]; [Ca]; [Mg]; [S]	[B]; [Cu]; [Fe]; [Mn]; [Zn]; [N] e [P]	Balanço foliar; Longevidade foliar; Balanço de ramos	$\Delta\Psi$ dia; $\Delta\Psi$ ano; Mín Ψ Ago; gS às 13h Fev; gS às
---------	----------------------	---	---	---	---

				reabsorvido				13h Ago; gS Max Fev; gS Max Ago; gS Med Fev; gS Med Ago	
		Nº de indivíduos avaliados	Indivíduos avaliados	Nº de indivíduos avaliados	Indivíduos avaliados	Nº de indivíduos avaliados	Indivíduos avaliados	Nº de indivíduos avaliados	Indivíduos avaliados
<i>I. marginata</i>	Convencional	10	Im1; Im10; Im2; Im3; Im4; Im5; Im6; Im7; Im8; Im9	3	Im10; Im7; Im9	5	Im2; Im3; Im4; Im6; Im8	0	Não houve
	Eucaliptal	10	Im1; Im10; Im2; Im3; Im4; Im5; Im6; Im7; Im8; Im9	3	Im2; Im4; Im6	4	Im1; Im3; Im5; Im7	0	Não houve
	Adensado	9	Im1; Im2; Im3; Im4; Im5; Im6; Im7; Im8; Im9	3	Im1; Im2; Im5	6	Im1; Im10; Im3; Im4; Im7; Im9	0	Não houve
Espécie	Método de plantio	Crescimento; MFA; [N]; [P]; [K]; [Ca]; [Mg]; [S]		[B]; [Cu]; [Fe]; [Mn]; [Zn]; [N] e [P] reabsorvido		Balanço foliar; Longevidade foliar; Balanço de ramos		$\Delta\Psi$ dia; $\Delta\Psi$ ano; Mín Ψ Ago; gS às 13h Fev; gS às 13h Ago; gS Max Fev; gS Max Ago; gS Med Fev; gS Med Ago	
		Nº de indivíduos	Indivíduos avaliados	Nº de indivíduos	Indivíduos avaliados	Nº de indivíduos	Indivíduos avaliados	Nº de indivíduos	Indivíduos avaliados

		avaliados		avaliados		avaliados		avaliados	
<i>S. mauritianum</i>	Convencional	8	Sm1; Sm2; Sm3; Sm4; Sm6; Sm7; Sm8; Sm9	3	Sm2; Sm3; Sm9	5	Sm2; Sm3; Sm7; Sm8; Sm9	3	Sm2; Sm3; Sm4
	Eucaliptal	7	Sm1; Sm10; Sm2; Sm3; Sm5; Sm8; Sm9; Smx	3	Sm1; Sm2; Smx	5	Sm10; Sm3; Sm4; Sm8; Sm9	3	Sm1; Sm2; Sm3
	Adensado	7	Sm10; Sm2; Sm3; Sm4; Sm5; Sm6; Sm7; Sm9	3	Sm4; Sm5; Sm8	5	St1; St3; St5; St6; St9	3	Sm1; Sm2; Sm3

Espécie	Método de plantio	Crescimento; MFA; [N]; [P]; [K]; [Ca]; [Mg]; [S]		[B]; [Cu]; [Fe]; [Mn]; [Zn]; [N] e [P] reabsorvido		Balanço foliar; Longevidade foliar; Balanço de ramos		$\Delta\Psi$ dia; $\Delta\Psi$ ano; Mín Ψ Ago; gS às 13h Fev; gS às 13h Ago; gS Max Fev; gS Max Ago; gS Med Fev; gS Med Ago	
		Nº de indivíduos avaliados	Indivíduos avaliados	Nº de indivíduos avaliados	Indivíduos avaliados	Nº de indivíduos avaliados	Indivíduos avaliados	Nº de indivíduos avaliados	Indivíduos avaliados
5	Convencional	9	St1; St10; St3;	3	St3; St4; St9	5	St1; St10; St3;	3	St1; St2; St8

<i>terebinthifolia</i>			St4; St5; St6; St7; St8; St9				St5; St6		
	Eucaliptal	10	St1; St10; St10; St2; St4; St5; St6; St7; St8; St9	3	St1; St3; St4	4	St10; St2; St6; St8	3	St1; St2; St7
	Adensado	8	St1; St10; St3; St4; St5; St6; St7; St9	3	St4; St7; St8	2	Sm4; Sm6	3	St1; St4; St5