



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS - UEA
MESTRADO EM BIOTECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

**ANÁLISE DA SOBREVIVÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DE
MUDAS DE PAU-ROSA (*Aniba rosaeodora* Ducke) EM CLAREIRAS
ARTIFICIAIS**

GISELE C. F. DA FONSECA

Manaus - 2007

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS – UEA

**ANÁLISE DA SOBREVIVÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DE
MUDAS DE PAU-ROSA (*Aniba rosaeodora* Ducke) EM CLAREIRAS
ARTIFICIAIS**

GISELE C. F. DA FONSECA

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia e Recursos Naturais da Universidade do Estado do Amazonas-UEA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em BIOTECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS.

Manaus-AM

2007
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS - UEA

**ANÁLISE DA SOBREVIVÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DE
MUDAS DE PAU-ROSA (*Aniba rosaeodora* Ducke) EM CLAREIRAS
ARTIFICIAIS**

ORIENTANDO: GISELE CÂNDIDA FREITAS DA FONSECA

**ORIENTADOR: DR. PAULO DE TARSO B. SAMPAIO
CO-ORIENTADOR: DR. JOÃO BAPTISTA S. FERRAZ**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia e Recursos Naturais da Universidade do Estado do Amazonas -UEA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em BIOTECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS.

Manaus-AM

2007

Fonseca, Gisele Cândida

Análise da Sobrevivência e Desenvolvimento de Mudas de Pau-Rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) em Clareiras Artificiais.

80 p.:il.

Dissertação de Mestrado – Universidade do Estado do Amazonas - UEA

1. Pau-Rosa 2. Clareiras 3. Herbivoria 4. Nutrição Vegetal 5. Sobrevivência 6. Desenvolvimento.

Sinopse:

Em clareiras artificiais de diferentes tamanhos, onde foram plantadas mudas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke), foram analisados os seguintes fatores: sobrevivência, desenvolvimento, influência da herbivoria e estado nutricional das plantas após três anos de seu estabelecimento.

Palavras-Chave: Pau-Rosa, Herbivoria, Nutrição Vegetal, Sobrevivência, Desenvolvimento, Clareiras.

RESUMO

Em clareiras artificiais de diferentes tamanhos, localizadas na Estação Experimental de Silvicultura Tropical (EEST-INPA), em Manaus – AM, foram analisados a sobrevivência, o desenvolvimento, a susceptibilidade à herbivoria relacionada à densidade e o estado nutricional de plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) após três anos de seu estabelecimento nas mesmas. O experimento foi realizado em clareiras de três diferentes tamanhos (pequena, média e grande), e também foi utilizada uma área - controle ou testemunha sob dossel fechado, para que fosse analisada a influência de diferentes incidências luminosas sobre o crescimento vegetal, sendo esses considerados os diferentes tratamentos analisados. As medições realizadas foram: sobrevivência pela contagem do número de plantas de pau-rosa em cada tratamento, altura em centímetros e diâmetro em milímetros, porcentagem estimada de herbivoria para o cálculo do índice de herbivoria e determinação do estado nutricional através de análise química laboratorial de material foliar. Estes dados foram coletados em Março e Novembro de 2005 e analisados por ANOVA e Tukey a 5% de significância. Através dos resultados obtidos, foi possível observar que tamanhos maiores de clareira favorecem o desenvolvimento inicial de plantas de pau-rosa. Não houve diferença de sobrevivência entre os tratamentos. Não houve evidência de herbivoria relacionada à densidade. Observou-se deficiência nutricional em todos os tratamentos.

ABSTRACT

In different sizes of artificial gaps, located at Estação Experimental de Silvicultura Tropical (EEST-INPA), in Manaus - AM, survival, development, herbivory susceptibility related to density and the nutritional estate of rose-wood plants (*Aniba rosaeodora* Ducke) were analyzed after three years of its establishment. The experiment was realized in three different size gaps (little gap, median gap and big gap), and a control-area under closed tree top was used to compare the influence of different luminosity incidence on plant growth. The gaps and the control-area are the different treatments. The data taken was: survival, by counting the number of plants, stem height, diameter, estimated herbivory percentage to calculate the herbivory index and determination of the nutritional state by chemical laboratorial analysis of material leaves. These data were taken in March and November of the year 2005, and analyzed by ANOVA and Tukey (5% significance) tests. Better plant development was observed in a bigger gap. It was not observed differences of survival between the treatments. There were no evidences of herbivory related to density. It was observed nutritional deficit in all treatments.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as bênçãos;

A meu pai, cujo apoio foi vital para que eu pudesse alcançar meus objetivos, e também por ser o melhor pai do mundo;

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, pelo apoio em minhas pesquisas;

A Universidade do Estado do Amazonas – UEA, pela oportunidade de evolução profissional;

A FAPEAM, pelo apoio;

Ao Dr. Paulo de Tarso B. Sampaio, pela orientação;

Ao Dr. João Baptista S. Ferraz, pela orientação e pela lição sobre a importância de contar boas histórias;

Ao Dr. Wilson Spironello, por contribuir com algumas referências bibliográficas e fotos;

Aos amigos André Atroch, Carlos F. Nogueira e Salvador Rojas pela paciência, tempo e preciosa ajuda com a análise dos dados;

A Morgana Melo, pelas análises laboratoriais;

A todos aqueles que me ajudaram, direta ou indiretamente, com seu apoio, paciência, amizade e amor. A todos que nunca deixaram de acreditar em mim.

“Para (o homem branco) um torrão de terra é igual ao outro. Porque ele é um estranho que vem de noite e rouba da terra tudo quanto necessita. A terra não é sua irmã, nem sua amiga, e depois de exauri-la, ele vai embora.

Rouba a terra dos seus filhos, nada respeita. Esquece os antepassados e os direitos dos filhos. Sua ganância empobrecerá a terra e vai deixar atrás de si os desertos... Todos os seres vivos respiram o mesmo ar - animais, árvores, homens. Não parece que o homem branco se importe com o ar que respira.

O que é o homem sem os animais? Se todos os animais acabassem, os homens morreriam de solidão espiritual, porque tudo quanto acontece aos animais pode também afetar os homens. Tudo está relacionado entre si. **Tudo quanto fere a terra fere também os filhos da terra.**

De uma coisa sabemos que o homem branco talvez venha um dia a descobrir: o nosso Deus é o mesmo Deus. Julga, talvez, que pode ser dono Dele da mesma maneira como deseja possuir a terra. Mas não pode. Ele é Deus de todos. E quer bem da mesma maneira ao homem vermelho como ao branco. A terra é amada por Ele. Causar dano à terra é demonstrar desprezo pelo seu Criador...Com toda a tua força, o teu poder, e todo o teu coração conserva-a para teus filhos, e ama-a como Deus nos ama a todos. Uma coisa sabemos: o nosso Deus é o mesmo Deus. Esta terra é querida por Ele. Nem mesmo o homem branco pode evitar o nosso destino comum.”

Trecho da carta escrita pelo cacique Seattle, da tribo Duwamish, do Estado de Washington, ao presidente dos Estados Unidos, em 1855, quando o governo norte-americano havia dado a entender que desejava adquirir o território de seu povo.

ÍNDICE

1.0.INTRODUÇÃO.....	
.1	
2.0.OBJETIVOS.....	
.4	
2.1.Geral.....	
.4	
2.2.Específicos.....	
.4	
3.0. REVISÃO DE	
LITERATURA.....	5
3.1 Sobre a	
espécie.....	5
3.1.1 Descrição botânica	
.....	6
3.1.2 Floração e frutificação	
.....	7
3.1.3 Distribuição Geográfica	
.....	8
3.1.4 Exploração da	
espécie.....	8
3.1.5 Manejo recomendado para a	
espécie.....	10
3.2 Abertura de clareiras, sucessão ecológica e sua importância no	
desenvolvimento	
vegetal.....	12

3.3 Luz e crescimento	
vegetal.....	14
3.4 Influência da herbivoria sobre o desenvolvimento	
vegetal.....	16
3.5 Nutrição e desenvolvimento	
vegetal.....	18
4.0. MATERIAL E	
MÉTODOS.....	23
4.1 Área de	
estudo.....	23
4.1.1	
Localização.....	23
4.1.2 Descrição da área de	
estudo.....	23
4.1.2.1 Solo e	
vegetação.....	23
4.1.2.2	
Clima.....	24
4.2 Formação das clareiras	
artificiais.....	24
4.3 Plantio das mudas de pau-	
rosa.....	28
	4.3.1 As
mudas.....	28
	4.3.2 O plantio nas
clareiras.....	30
4.4 Parâmetros	
avaliados.....	31
4.5 Análise estatística.....	32
4.5.1 Ambiente lumínico e crescimento vegetal.....	32

4.5.2 Determinação do índice de herbivoria	33
4.5.3 Determinação do estado nutricional das plantas	34
4.5.3.1 Coleta do material foliar	34
4.5.3.2 Análise química do material foliar	34
4.5.3.3 Estado nutricional das plantas	35
4.5.3.4 Correlação entre variáveis analisadas – Índice de seleção envolvendo vários caracteres	35
5.0. RESULTADOS E DISCUSSÕES	
DISCUSSÕES	37
5.1 Ambiente	
Lumínico	37
5.1.1	
Sobrevivência	37
5.1.2	
Crescimento	40
5.2 Herbivoria	
	45
5.3 Nutrição vegetal	
	50
5.4 Correlação entre variáveis analisadas	71
6.0.	
CONCLUSÕES	73
7.0	
RECOMENDAÇÕES	74
8.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
BIBLIOGRÁFICAS	75

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Árvore adulta de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). Fonte: Silva, 2006 (árvore e folha); Wilson Spironello (flores e fruto).....6
- Figura 2:** Exemplo de clareira pequena (CP2: 10m x 10m = 100 m²) em floresta primária de terra-firme, localizada na EEST-INPA, Rodovia BR 174, km 43, Manaus-AM.....25
- Figura 3:** Exemplo de clareira média (CM1: 20m x 20m = 400 m²) em floresta primária de terra-firme, localizada na EEST-INPA, Rodovia BR 174, km 43, Manaus-AM.....26
- Figura 4:** Exemplo de clareira grande (CG2: 24m x 24m = 576 m²) em floresta primária de terra-firme, localizada na EEST-INPA, Rodovia BR 174, km 43, Manaus-AM.....27
- Figura 5:** Área Testemunha sob dossel fechado em floresta primária de terra-firme, localizada na EEST-INPA, Rodovia BR 174, km 43, Manaus-AM.....28
- Figura 6:** Planta de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) após três anos de seu estabelecimento em clareira grande (CG1=20m x 20m = 400 m²) em floresta primária de terra-firme, localizada na EEST-INPA, Rodovia BR 174 km 43, Manaus-AM.....29

Figura 7: Diagrama de localização das plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) em cada tratamento (CP1, CP2 = 100 m²; CM1, CM2 = 400 m²; CG1, CG2 = 576 m²; T = Controle), localizados na EEST-INPA, Manaus-AM (Adaptado de Useche, 2003).....30

Figura 8: Porcentagem de sobrevivência de plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke), 35 meses após o plantio nas clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM).

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2= clareiras pequenas (100m²); CM1, CM2= clareiras médias (400m²); CG1, CG2= clareiras grandes (576 m²).....38

Figura 9: Média entre tratamentos do crescimento relativo em altura nas plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) nas clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).....42

Figura 10: Média entre tratamentos do crescimento relativo em diâmetro nas plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) nas clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).....44

Figura 11: Média entre tratamentos da porcentagem de herbivoria das plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) nas clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2= clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).....46

Figura 12: Dano por herbivoria em planta de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) da clareira experimental CG2 (clareira grande = 576 m²), EEST-INPA, Manaus-AM, possivelmente causado por insetos fitófagos.....48

Figura 13: Relação entre as concentrações foliares máximas e mínimas de ferro (Fe) encontradas em *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da Reserva Florestal Adolpho Ducke e o teor médio deste micronutriente encontrado nas plantas de pau-rosa das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

Max, Min = teor de nutriente foliar máximo e mínimo, respectivamente, de *A. rosaeodora* Ducke da Reserva Florestal Adolpho Ducke; T = Controle (dossel

fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).....53

Figura 14: Possível sintoma de carência nutricional de ferro (Fe): clorose (aspecto amarelado) em folhas de planta de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) da clareira experimental CG1 (clareira grande=576 m²), localizada na EEST-INPA, Manaus-AM.....54

Figura 15: Relação entre as concentrações foliares máximas e mínimas de manganês (Mn) encontradas em *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da Reserva Florestal Adolpho Ducke e o teor médio deste micronutriente encontrado nas plantas de pau-rosa das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

Max, Min = teor de nutriente foliar máximo e mínimo, respectivamente, de *A. rosaeodora* Ducke da Reserva Florestal Adolpho Ducke; T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).....55

Figura 16: Relação entre as concentrações foliares máximas e mínimas de zinco (Zn) encontradas em *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da Reserva Florestal Adolpho Ducke e o teor médio deste micronutriente encontrado nas plantas de pau-rosa das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

Max, Min = teor de nutriente foliar máximo e mínimo, respectivamente, de *A. rosaeodora* Ducke da Reserva Florestal Adolpho Ducke; T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).....57

Figura 17: Possível sintoma de carência nutricional de zinco (Zn): nervuras verdes sobre fundo clorótico em folhas de planta de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) da clareira experimental CM1 (clareira média=400m²), localizada na EEST-INPA, Manaus-AM..58

Figura 18: Relação entre as concentrações foliares máximas e mínimas de cálcio (Ca) encontradas em *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da Reserva Florestal Adolpho Ducke e o teor médio deste macronutriente encontrado nas plantas de pau-rosa das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

Max, Min = teor de nutriente foliar máximo e mínimo, respectivamente, de *A. rosaeodora* Ducke da Reserva Florestal Adolpho Ducke; T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).....59

Figura 19: Possível sintoma de carência nutricional de cálcio (Ca): deformidade foliar e aspecto de corte em folhas de planta de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) na clareira experimental CP2 (clareira pequena=100m²), localizada na EEST-INPA, Manaus-AM.....60

Figura 20: Relação entre as concentrações foliares máximas e mínimas de fósforo (P) encontradas em *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da Reserva Florestal Adolpho Ducke e o teor médio deste macronutriente encontrado nas plantas de pau-rosa das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

Max, Min = teor de nutriente foliar máximo e mínimo, respectivamente, de *A. rosaeodora* Ducke da Reserva Florestal Adolpho Ducke; T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).....61

Figura 21: Relação entre as concentrações foliares máximas e mínimas de magnésio (Mg) encontradas em *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da Reserva Florestal Adolpho Ducke e o teor médio deste macronutriente encontrado nas plantas de pau-rosa das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

Max, Min = teor de nutriente foliar máximo e mínimo, respectivamente, de *A. rosaeodora* Ducke da Reserva Florestal Adolpho Ducke; T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).....62

Figura 22: Relação entre as concentrações foliares máximas e mínimas de potássio (K) encontradas em *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da Reserva Florestal Adolpho Ducke e o teor médio deste macronutriente encontrado nas plantas de pau-rosa das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

Max, Min = teor de nutriente foliar máximo e mínimo, respectivamente, de *A. rosaeodora* Ducke da Reserva Florestal Adolpho Ducke; T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).....63

Figura 23: Relação entre médias das alturas das plantas e dos teores de micronutrientes foliares das plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²); Fe = ferro; Zn = zinco; Mn = manganês.....65

Figura 24: Relação entre médias das alturas das plantas e dos teores do macronutriente foliar Cálcio (Ca) das plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).....66

Figura 25: Relação entre médias das alturas das plantas e dos teores do macronutriente foliar Magnésio (Mg) das plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).....67

Figura 26: Relação entre médias das alturas das plantas e dos teores do macronutriente foliar Fósforo (P) das plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2= clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2= clareiras médias (400 m²); CG1, CG2= clareiras grandes (576 m²).....67

Figura 27: Relação entre médias das alturas das plantas e dos teores do macronutriente foliar Potássio (K) das plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).....68

Figura 28: Dano por herbivoria possivelmente ocasionado por insetos fitófagos em folha de planta de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) da clareira experimental CP2 (clareira pequena=100m²), localizada na EEST-INPA, Manaus-AM.....70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Elementos essenciais para a nutrição vegetal, suas principais funções e sintomas de deficiência (Raven *et al.*, 2001).....19

Tabela 2: Número de sobreviventes de plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) nas clareiras experimentais (EEST- INPA, Manaus – AM) por tratamento, em Março de 2005.

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400m²), CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).....37

Tabela 3: Número de sobreviventes de plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) nas clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento, em novembro de 2005.

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2= clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).....39

Tabela 4: Médias do crescimento relativo em altura e diâmetro das plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) nas clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).....41

Tabela 5: Índice de herbivoria das plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) nas clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

IH= índices de herbivoria; T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).....47

Tabela 6: Alturas das plantas e teores de nutrientes foliares das plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) de 43 meses das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM).

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).....50

Tabela 7: Médias das alturas das plantas e dos teores de nutrientes foliares das mudas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) de 43 meses das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM).

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).51

Tabela 8: Concentrações de nutrientes foliares de *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da Reserva Florestal Adolpho Ducke – Manaus, AM (Fonte: Lima, 2001).....52

Tabela 9: Seleção dos tratamentos de acordo com o índice de Mulamba & Mock, adaptado por Resende (2006), considerando as variáveis crescimento relativo, índice de herbivoria e estado nutricional.

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400m²), CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).....71

ANÁLISE DA SOBREVIVÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE PAU-ROSA (*Aniba rosaeodora* Ducke) EM CLAREIRAS ARTIFICIAIS

1.0. INTRODUÇÃO

Ambientes florestais explorados pelo homem geralmente são utilizados em cultivos, agricultura e pecuária, e quando seus recursos se esgotam, esses locais tendem a ser abandonados. Com a finalidade de reaproveitamento dessas áreas, pesquisas são feitas com o objetivo de definir os melhores métodos de manejo produtivo das mesmas,

determinando quais espécies teriam melhor desenvolvimento nesses locais e quais as melhores condições para que essas espécies melhor se desenvolvam.

Considerando-se a baixa fertilidade dos solos, tanto pelo esgotamento conseqüente da exploração humana quanto pelas características inerentes dos mesmos na região da Amazônia Central, estudos que venham a apresentar a capacidade de adaptação de diferentes espécies a um dado local são de grande importância. Dentre esses estudos, podem ser citados os de Marengo *et al.* (2001), Mesquita (2000), Tanaka (1998) e Vieira (1996), que buscam conhecer fatores tais como eficiência do material fotossintético, taxas de crescimento relativo em altura e diâmetro e grau de aclimatação, que são, dentre outros, relacionados ao sucesso adaptativo de uma espécie.

Dentro dos processos que envolvem esses fatores, a disponibilidade de luz, a suscetibilidade à herbivoria e a qualidade e eficácia da nutrição vegetal possuem fundamental importância por estarem relacionados à capacidade de sobrevivência e desenvolvimento, bem como à estrutura do vegetal e às taxas fotossintéticas. Considerando-se a luminosidade, tanto qualitativa quanto quantitativamente, os vegetais são classificados, em relação ao processo de sucessão ecológica, nos seguintes grupos: pioneiras de ciclo curto e longo, intermediárias e clímax (Whitmore, 1990). Nesse sentido, o pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) é caracterizado como uma espécie de habitat intermediário, onde os melhores resultados de crescimento em peso da matéria seca e altura foram observados em plântulas sob 30% e 50% de sombreamento (Marques *et al.*, 1999, Useche, 2003).

Contudo, esta espécie é também considerada heliófila devido à ocorrência de sua regeneração em clareiras (Sampaio, 2000). Dessa maneira o pau-rosa, sendo uma espécie

de sucessão tardia, possui capacidade de desenvolver-se sob dossel fechado, mas requer a formação de clareiras que possibilitem fazê-lo com maior eficiência (Useche, 2003).

Em relação à herbivoria, definida como o consumo de tecidos vegetais vivos, a ação dos herbívoros pode diminuir as chances de sobrevivência dos vegetais atacados. Uma planta que tem partes de suas folhas consumidas, por exemplo, pode apresentar dificuldades ou mesmo tornar-se incapaz de continuar crescendo no mesmo ritmo de antes, e por isso, pode ficar em desvantagem na disputa com as demais plantas à sua volta pelos raios de Sol que atingem o chão da floresta durante certos períodos ao longo do dia (Costa, 2003). Ao determinar o índice de herbivoria, é possível procurar estimar o quanto o desenvolvimento e crescimento vegetal é afetado por este fator.

Os vegetais necessitam, além de luz e água, de certos nutrientes minerais encontrados no solo para seu metabolismo e crescimento. Diversos elementos químicos têm sido identificados em análises de material vegetal, contudo, nem todos os elementos presentes nas plantas são essenciais. Para ser designado como tal, um elemento precisa satisfazer os seguintes critérios: em sua ausência a planta torna-se incapaz de completar seu ciclo de vida; e quando o elemento em questão participa de reações, enzimáticas ou não, cruciais para o metabolismo, e que não pode ser substituído por outro elemento mineral (Malavolta, 1985).

Estes elementos são absorvidos do solo através das raízes (Raven *et al.*, 2001). A análise química de tecido vegetal é um dos métodos utilizados para avaliar o estado nutricional das plantas e determinar se o seu crescimento e desenvolvimento pode estar sendo afetado pela carência no solo de algum elemento essencial (Embrapa, 1999) . Dessa maneira, é possível planejar um manejo do solo de modo a corrigir essa carência.

Assim, a influência do ambiente lumínico, da herbivoria e o estado nutricional de mudas de *Aniba rosaeodora* plantadas em clareiras artificiais são os tópicos de estudo do presente trabalho, de modo que o mesmo possa vir a contribuir com o processo de manejo desta espécie.

2.0. OBJETIVOS

2.1. Geral

Determinar o grau de sobrevivência e desenvolvimento, estado nutricional e índice de herbivoria de mudas de pau-rosa *Aniba rosaeodora* Ducke em clareiras artificiais de diferentes tamanhos.

2.2. Específicos

- Relacionar os diferentes tamanhos de clareiras com a sobrevivência, crescimento e desenvolvimento vegetal em altura e diâmetro;
- Avaliar o índice de herbivoria, de modo a verificar se o desenvolvimento dos vegetais é comprometido pela predação relacionada à densidade;
- Avaliar o estado nutricional das plantas através da análise dos nutrientes foliares.

3.0. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Sobre a espécie

As espécies de *Aniba*, cuja maioria encontra-se na Amazônia, são representadas por árvores que contêm óleo essencial em todos os seus órgãos (Morais *et. al.*, 1972). As diferentes variações na composição do óleo encontradas entre as diversas espécies possibilita que as mesmas sejam classificadas em grupos, que são:

- Alilbenzeno: compreende as espécies *A. canelilla* Mez., *A. hostmanniana* Mez. e *A. pseudocoto* Kosterm;
- Benzoato de benzilo: compreende as espécies *A. burchellii* Kosterm, *A. formula* Mez., *A. fragrans* Ducke, *A. gardineri* Mez., *A. guianensis* Aubl., *A. parviflora* Mez., e *A. permollis* Mez;
- Linalol: compreende as espécies *A. duckei* Kosterm e *A. rosaeodora* Ducke (Morais *et.al.*,1972).

Segundo Mitja & Lescure (1993), a espécie *A. rosaeodora* Ducke é considerada como sendo de baixa densidade populacional. Em relação ao crescimento, a espécie apresentou um incremento médio anual em altura de aproximadamente 0,75m no sétimo ano após o plantio em solo argiloso amarelo, com espaçamento de 10x5m e sob sombra parcial em floresta primária (Alencar e Fernandes, 1978).

Sampaio (2000) afirma que as plantas dessa espécie possuem bom desenvolvimento tanto em pleno sol como em sombra parcial. A espécie apresenta bom índice de sobrevivência (80%) a pleno sol, com incrementos médios anuais de cerca de 0,83m em altura, 0,79cm em diâmetro e 9,1 m³ha/ano⁻¹ de volume (SUDAM, 1979, Useche, 2003).

3.1.1 Descrição botânica

Família: Lauraceae.

Denominação popular: pau-rosa, pau-rosa-mulatinho, pau-rosa-itaúba e pau-rosa-imbaúba.

Sinonímia: *Aniba rosaeodora*

Ducke var. *amazonica* Ducke

Árvore de grande porte, sendo capaz de atingir 30m de altura e 2m de diâmetro. O tronco é retilíneo com casca pardo-amarelada ou pardo-avermelhada. Ramifica-se no ápice, formando uma copa pequena. Possui folhas coriáceas ou rígido-cartáceas, simples, alternas, obovadas, elípticas ou obovado-lanceoladas, com aproximadamente 6-25 cm de comprimento e 2,5-10cm

de largura, cujas margens são recurvadas ou planas, apresentando face superior de tonalidade verde escurecido e inferior amarelada.

As flores são hermafroditas, de tonalidade amarelada e pequeno tamanho. Possuem nove estames, distribuídos em três verticilos com três estames em cada; o ovário



Figura 1 - Árvore adulta de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). Fonte: Silva, 2006 (árvore e folha); Wilson Spironello (flores e fruto).

é central, súpero e com apenas um óvulo; o sistema de reprodução é de fecundação cruzada, com ocorrência de dicogamia sincronizada. O fruto, de exocarpo fino e polpa carnosa amarelo-esverdeada, possui formato globoso e coloração violáceo-escura, com aproximadamente 2-3 cm de comprimento e 1,5-2cm de diâmetro. Sua semente (uma por fruto) possui formato oval, com aproximadamente 2,6cm de comprimento e 1,5cm de diâmetro (Ohashi, S.T. *et al.* 2004).

3.1.2 Floração e frutificação

A fase de mudança de folhas ocorre anualmente durante o período seco. Brotos também emergem nesse período, antes do início das chuvas, contudo, *A. rosaeodora* Ducke não apresenta floração e frutificação anuais. Magalhães & Alencar (1979) citam que “A Ducke sofre intensa predação de seus frutos por pássaros do grupo dos psitacídeos, e a irregularidade de frutificação poderia estar correlacionada com o controle populacional desses pássaros”.

A floração ocorre sempre na época de chuvas. A frutificação nesta espécie inicia-se sempre na época de chuvas, de acordo com o que ocorre na maioria das espécies desta área. A intensa predação dos frutos dessa espécie causada por pássaros, juntamente com a irregularidade na ocorrência da floração e frutificação, torna mais difícil a coleta e obtenção de boa qualidade de sementes em quantidade, e por isso, recomenda-se o uso de outros métodos de propagação assexuada (Alencar *et al.*,1979).

A fenologia reprodutiva é irregular e não necessariamente anual, apresentando variações conforme a localização geográfica. Em Manaus, a floração pode ocorrer entre

Outubro e Março e a frutificação entre Janeiro e Agosto, embora existam ocorrências durante todo o ano (Ohashi, S.T. *et al.* 2004).

3.1.3 Distribuição Geográfica

Pode ser encontrada no Brasil, Guiana Francesa, Suriname, Guiana, Venezuela, Peru, Colômbia e Equador. No Brasil, encontra-se no Amapá e estende-se pelos Estados do Pará e do Amazonas, em regiões de mata pluvial não inundável ao longo dos rios (Marques *et al.*,1999). É uma espécie de floresta de terra firme e de campinarana, que ocorre tanto em latossolos amarelos e vermelhos quanto em solos arenosos.

3.1.4 Exploração da espécie

A exploração do pau-rosa começou no século XVII, quando a madeira era usada para carpintaria naval e mobiliária. Desde a virada do século XX, mas particularmente entre os anos de 1940 e 1970, o pau-rosa tem sido usado em larga escala na produção de óleo essencial de linalol e de fragrâncias para a indústria de perfumaria. Nativa de certas áreas do Amazonas, a ocorrência esparsa da espécie, bem como a prática convencional de exploração predatória (que implica na destruição da árvore inteira) levou à inclusão do pau-rosa na lista nacional de espécies ameaçadas em 3 de Abril de 1992 (Barata & May,2004).

Duas espécies têm sido exploradas para a obtenção do óleo essencial de pau-rosa. A primeira, da Guiana Francesa, tornou-se praticamente extinta por volta de 1932. A

outra, da Amazônia Brasileira, foi encontrada em 1927. A classificação botânica da espécie da Guiana Francesa foi feita por Ducke, que a denominou de *Aniba rosaeodora* Ducke. Kostermans denominou a espécie amazônica de *Aniba duckei* Kosterman. O linalol é o componente principal de ambas as espécies, fazendo parte da constituição de cerca de 80% no óleo brasileiro e mais de 90% no óleo da Guiana Francesa. Quando o óleo brasileiro é extraído de plantas jovens, pode apresentar teores maiores que 90% (Gottlieb *et al*, 1972).

Árvores de pau-rosa são encontradas nos arredores de Buriti Velho, Maués e nos rios Jamundá e Oiapoc. Atualmente o cultivo e destilação são limitados aos municípios de Parintins, Rio Madeira, Presidente Figueiredo, Manicoré e Maués. O óleo comercial de pau-rosa é obtido somente no Brasil, e o único porto de exportação é o de Manaus, no estado do AM (Barata & May, 2004).

A madeira é a principal fonte de óleo, extraído através de destilação, contudo, qualquer parte da árvore pode fornecê-lo, principalmente galhos e folhas. Diferentes espécies de *Aniba* fornecem óleos que apresentam, entre si, diferenças no rendimento, nas propriedades físico-químicas e no aroma. A produtividade do óleo a partir de galhos é de aproximadamente 2,2%, a das folhas é de 1,6% e do tronco, 1,2% (Sampaio *et al*, 2007 *apud* Gottlieb *et al*, 1964). O óleo das folhas possui aroma adocicado devido à maior concentração de linalol dextro, e o aroma do óleo da madeira é caracterizado por ser semelhante à lavanda, devido a maior concentração de linalol laevo (Ohashi, S.T. *et al*. 2004).

Produtores de óleo reconhecem o uso de duas plantas diferentes como matéria-prima, mas não mantêm os óleos destilados de ambas separado. Produtores e técnicos

concordam que o aroma do óleo de pau-rosa varia conforme a coleta, apesar de discordarem nas razões para esta variação: enquanto produtores argumentam que compradores misturam óleo de pau-rosa puro com óleo linalol sintético de qualidade inferior, técnicos argumentam que a espécie está à beira da extinção, fazendo-se necessário aos produtores explorar outras espécies ou adulterar o óleo para atender à demanda (Barata & May, 2004).

A destilação do pau-rosa é concentrada atualmente em Manaus, Parintins, Maués, Presidente Figueiredo e Nova Aripuanã, todos no estado do Amazonas. Apenas 10 destilarias estavam em operação nos anos de 1990, e declinaram para apenas seis ainda em operação, ainda que precariamente. Estas destilarias geralmente estão ativas somente durante alguns meses do ano, no período da estação chuvosa (Dezembro-Abril), quando os rios transbordam até os locais onde os troncos foram encontrados, marcados e cortados durante a estação seca (Maio-Outubro), permitindo que sejam transportados até o mercado. O óleo é extraído através de destilação a vapor de lascas e casca da madeira, método que implica na destruição da árvore (Barata & May, 2004). Uma tonelada de madeira produz apenas cerca de 9 kg de óleo, sendo necessárias 20 toneladas para produzir um barril de 180 kg de óleo (Pinto & Ramalho, 1970 *apud* Sampaio *et al*, 2005), cujo preço no mercado internacional é de aproximadamente US\$ 8000/barril (Sampaio *et al*, 2005).

3.1.5 Manejo recomendado para a espécie

A produção industrial de óleo de pau-rosa necessita de esforços que fortaleçam a indústria regional existente, bem como de planejamento para uma exploração sustentável.

Gottlieb *et al* (1972) sugere as seguintes providências como um plano de ação que possibilitem o suprimento sustentável de óleo de pau-rosa:

- Estudos ecológicos que melhor definam o sistema de manejo da espécie;
- Certificação de manejo sustentável de cultivo de pau-rosa nativo, incluindo as melhores práticas para a regeneração natural e artificial;
- Sistemas agroflorestais com melhores variedades de pau-rosa a níveis comunitários;
- Teste de reprodução por clonagem para crescimento mais rápido de árvores de pau-rosa que produzem óleo em maiores proporções e melhor qualidade em relação à biomassa;
- Proceder para testes industriais do uso de folhas e galhos de árvores juvenis e adultas. Este método pode auxiliar na preservação da espécie. Segundo Sampaio (2007), “o manejo de plantios através da poda da copa das árvores do pau-rosa poderá se constituir como uma alternativa viável para a produção de óleo a partir de galhos e folhas.” Sendo assim este método, que pode vir a ser mais amplamente utilizado, evitaria a destruição da árvore no processo de extração do óleo.

A biotecnologia vegetal é uma importante ferramenta no cultivo e reprodução de plantas de interesse humano. Define-se biotecnologia vegetal como a aplicação de um conjunto de técnicas com o objetivo de manipular o potencial genético das plantas. Esta ciência originou-se no final da década de 1850 e início de 1860, com trabalhos dos fisiologistas vegetais alemães Julius von Sachs e W. Knop (Raven *et al*, 2001). A cultura

de tecidos, uma técnica da biotecnologia vegetal, pode ser utilizada na propagação clonal. Esta é uma técnica que pode ser definida como um conjunto de métodos utilizados para realizar o crescimento, em um ambiente controlado e esterilizado, de um alto número de células. A cultura de tecidos permite a micropropagação ou propagação clonal, onde indivíduos produzidos a partir de uma única célula são idênticos (Raven *et al*, 2001). A engenharia genética tem proporcionado a possibilidade da transferência de características genéticas entre organismos distintos. Ao introduzir certos genes em espécies cultiváveis, pode-se adquirir um potencial aumento da produção agrícola, ao dar origem, através desta técnica, a plantas resistentes a patógenos, a componentes químicos nocivos como herbicidas, mais resistentes à atuação de agentes externos nocivos como insetos fitófagos ou mesmo capaz de tolerar vários tipos de estresse (Raven *et al*, 2001).

Em relação ao cultivo de pau-rosa, técnicas de biotecnologia vegetal podem ser utilizadas para obtenção e crescimento mais rápido de árvores de pau-rosa que produzem óleo em maiores proporções e melhor qualidade em relação à biomassa (Gottlieb *et al*, 1972) Como resultado da exploração intensa das árvores silvestres, que ocasionam sua derrubada, *A. rosaeodora* Ducke está se tornando cada vez mais escassa. Um estudo realizado com doze espécies de *Aniba* constatou que é pequena a probabilidade de encontrar-se uma espécie do gênero capaz de substituir a *A. rosaeodora* Ducke como produtora do óleo essencial de pau-rosa (Gottlieb *et al*, 1972). Sendo assim, a biotecnologia vegetal não apenas possibilita a obtenção de exemplares que melhor atendam às exigências humanas, mas também pode aumentar e facilitar os esforços que procuram impedir a extinção dessa espécie. A técnica de cultura *in vitro* de pau-rosa foi

estudada por Sampaio (2005), que também já revelou a possibilidade de propagação desta espécie por estaquia (Sampaio, 2000).

3.2 Abertura de clareiras, sucessão ecológica e sua importância no desenvolvimento vegetal

Clareiras podem ser definidas como “toda área de floresta com dossel descontínuo, aberta pela queda de galhos ou de uma única ou mais árvores, limitada pelas copas das árvores marginais” (Almeida, 1989). O tamanho e a forma das clareiras são, segundo autores como Brokaw (1982) e Whitmore *et al.* (1993), de difícil medição e definição. Dessa maneira, ainda não há um consenso geral sobre qual classificação adotar quanto ao tamanho de clareiras.

Clareiras podem surgir em função de:

- Ataque de insetos (Brokaw, 1985; Richards, 1996);
- Deslizamento de terra;
- Desfolhação (Magnusson *et al.*, 1996);
- Morte por raios (Magnusson *et al.*, 1996);
- Perda parcial ou total da copa;
- Queda de árvores ou quebra de troncos associadas a vendavais e/ou tempestades;
- Senescência,
- Causas antrópicas (exploração seletiva de madeira, desmatamentos para implementação de pastagens ou atividades agrícolas) (Vieira e Higuchi, 1990; Vieira, 1995, Useche, 2003).

Independente de sua origem e tamanho, clareiras modificam e influenciam na oferta de recursos primários. Estudos como os de Whitmore (1978, 1984) e Viana (1990) demonstram que são de fundamental importância no contexto da biodiversidade de uma floresta, pois são fonte de variabilidade e heterogeneidade para a vegetação, prevenindo a exclusão por competição de espécies semelhantes ecologicamente. Nesse caso, diversas espécies vegetais de floresta úmida tropical parecem depender da presença de clareiras para o sucesso de sua regeneração natural (Hartshorn, 1978; Whitmore, 1984), sendo que *A. rosaeodora* Ducke pertence a este grupo (Sampaio, 2000). Sendo assim, dentro do contexto de equilíbrio dinâmico florestal, as clareiras apresentam fundamental importância, uma vez que permitem maior variabilidade de espécies ao contribuir para a sobrevivência, crescimento e desenvolvimento de diversas espécies vegetais.

Sucessão ecológica pode ser definida como sendo “um fenômeno que envolve gradativas variações na composição específica e na estrutura da comunidade, iniciando-se o processo em áreas que, mediante ações perturbatórias ou não, se apresentam disponíveis à colonização de plantas e animais, prosseguindo até determinado período onde tais mudanças se tornam bastante lentas, sendo a comunidade resultante designada como clímax” (Horn, 1974; Mesquita, 1995 *apud* Useche, 2003).

Segundo Raven *et al* (2001), “a formação e o recobrimento de clareiras criadas por perturbações naturais são eventos que desempenham um importante papel no processo de sucessão e na manutenção da diversidade de espécies em várias comunidades vegetais. As clareiras que se formam quando caem árvores em uma floresta, por exemplo, geram oportunidades em tais áreas para o crescimento de muitas espécies de plantas com

requisitos de luz relativamente altos para o florescimento”. Para Gómez-Pompa (1971), citado por Useche (2003), as florestas tropicais se auto-renovam através da sucessão secundária, pelo método da regeneração de locais perturbados (nos quais se enquadram as clareiras) que ocorrem a cada momento em diferentes pontos da floresta. Nesse processo, espécies de diferentes grupos ecológicos cumprem um papel determinado dependendo das características de cada grupo.

A esse respeito, Faria *et al.* (1997) afirmam que na escolha das espécies destinadas a um plantio, principalmente em áreas degradadas, o conhecimento do habitat e grupo ecológico a que pertence cada espécie é o fator mais importante. Desse modo é possível selecionar a espécie com maior capacidade adaptativa e probabilidade de sucesso em seu manejo em tais locais.

3.3 Luz e crescimento vegetal

O crescimento vegetal ocorre em função do que a planta armazena e do que produz em termos de material estrutural, tanto em relação ao aumento de volume, peso ou de dimensões lineares de unidades estruturais (Useche, 2003). Medidas lineares, superficiais, peso e número de unidades estruturais são os métodos pelos quais se realiza o estudo do crescimento vegetal (Benincasa, 1986, Useche, 2003). As medidas lineares relacionam-se com o estudo da altura da planta, comprimento e diâmetro do caule, as medidas superficiais são relacionadas à determinação ou estimativa da superfície fotossinteticamente ativa (área foliar), e as estruturais são realizadas pela contagem do número de unidades estruturais, morfológicas ou anatômicas (número de folhas).

O desenvolvimento vegetal, caracterizado por mudanças nas estruturas e funções vegetais, e em suas partes durante a formação, o crescimento, maturação e declínio de um indivíduo, é determinado pela multiplicação celular, aumento em volume e diferenciação de órgãos e tecidos. Dessa maneira, define-se como crescimento o aumento permanente da quantidade de substâncias e de volume das partes vivas (Larcher, 2000, Useche, 2003).

Um dos fatores mais importantes no crescimento das plantas é a radiação solar, devido ao fato desta estar relacionada diretamente com as taxas fotossintéticas e estrutura vegetal. A fotossíntese, transpiração e temperatura das folhas influenciam o crescimento e desenvolvimento vegetal, tanto qualitativamente como quantitativamente, e estão relacionadas com a intensidade, duração, qualidade e periodicidade de luz (Baldochi & Collineau, 1994; Kuzlowski *et al.*, 1991). O ambiente lumínico em florestas tropicais é de difícil medição e quantificação, devido à imprevisão de formação de clareiras, bem como à complexidade e variabilidade espacial e temporal na qualidade e quantidade de radiação luminosa. (Whitmore, 1990; Baldochi & Collineau, 1994, Useche, 2003).

É possível classificar espécies vegetais em grupos ecológicos de acordo com suas necessidades de luz. Sendo assim, têm-se plantas heliófilas (exigentes em luz) e umbrófilas (tolerantes a sombra) (Tanaka, 1998, Useche, 2003). A seleção e a capacidade de adaptação geram uma diferenciação ecológica que possibilita a presença de espécies esciófilas (melhor adaptadas à sombra), espécies heliófilas (melhor adaptadas ao sol) e plantas que suportam altas radiações (Larcher, 2000, Useche, 2003). Nesse sentido, *A. rosaeodora* Ducke apresenta comportamento intermediário do ponto de vista adaptativo,

demonstrando preferência por ambientes intermediários. (Marques *et al*, 1999, Useche 2003).

3.4 Influência da herbivoria sobre o desenvolvimento vegetal

A interação entre plantas e animais herbívoros enquadra-se em uma de duas categorias principais: antagonismo ou mutualismo. Encontramos casos de mutualismo na relação entre plantas e insetos polinizadores, onde estes, em troca do néctar de flores que utilizam como alimento, transportam pólen de uma planta a outra, ajudando em sua reprodução. O antagonismo envolve casos de predação, como por exemplo, quando um caruncho devora uma semente, o que a impede de se desenvolver em um novo vegetal, e de parasitismo, quando o herbívoro consome partes da planta, sem causar sua morte (Costa, 2003).

Uma planta-hospedeira representa, para os animais herbívoros, fonte de alimento, sítio para acasalamentos, refúgio ou abrigo temporário ou mesmo como um lugar para se estabelecer permanentemente. Para as plantas, a ação dos herbívoros geralmente tem efeitos negativos, pois pode diminuir as chances de reprodução e sobrevivência dos indivíduos atacados, principalmente em certas fases do ciclo de vida. Uma plântula que teve partes de suas folhas comidas, por exemplo, pode se tornar incapaz de continuar crescendo no mesmo ritmo de antes, ficando em desvantagem na disputa com as plântulas ao seu redor pelos escassos raios de Sol que atingem o chão da floresta durante alguns períodos do dia (Smiley, 1978).

Interações entre herbívoros e vegetais podem representar, portanto, uma importante força seletiva. Nenhuma planta pode tornar-se imune a eles; pois para isso teria que evitar todos os diversos tipos de ataque a que está exposta, isolando-se do ambiente ao redor, o que não é possível. Por sua vez, os herbívoros que adaptam-se ao ponto de superar as barreiras impostas pelas plantas podem ter acesso a uma fonte de recursos pouco disputados. Superadas as barreiras químicas, por exemplo, insetos fitófagos adaptados podem vir a utilizar os próprios compostos secundários vegetais, que possuem natureza tóxica e/ou repelente para insetos não-adaptados, como um meio confiável para localizar e/ou reconhecer plantas-hospedeiras em potencial (Smiley, 1978).

Se para os vegetais isolar-se e evitar por completo os herbívoros não é algo possível, é igualmente improvável encontrar uma espécie de inseto capaz de se alimentar de qualquer tipo de planta. Os herbívoros possuem amplos e variados hábitos alimentares, que incluem desde alimentar-se de uma única espécie de planta (caso dos insetos monófagos ou especialistas extremos) até os que se alimentam de plantas pertencentes a diferentes famílias botânicas (insetos polípagos ou generalistas). A maioria das espécies de insetos fitófagos possui comportamento especialista, ou seja, cada uma delas alimenta-se exclusivamente de uma ou de umas poucas espécies relacionadas de plantas. Muitos insetos herbívoros que comportam-se como polípagos ou generalistas encontram restrições locais no uso de recursos, caso então que vêm a comportar-se como especialistas (Smiley, 1978).

A produção primária terrestre tem os insetos como seus principais consumidores. Cerca de um terço de todas as espécies conhecidas de insetos possui hábitos herbívoros,

mesmo que em apenas uma fase do seu ciclo de vida. A ação de herbívoros geralmente possui conseqüências negativas ou antagônicas para o vegetal, pois pode comprometer seu desenvolvimento e sobrevivência (Sarges *et al.*, 1995 *apud* Lowman & Nadkarni, 1995). Os principais consumidores da biomassa foliar em ecossistemas terrestres, incluindo florestas tropicais, são as larvas de mariposas e borboletas (ordem Lepidoptera). Populações naturais desses e de outros insetos fitófagos podem até mesmo vir a desfolhar por completo suas hospedeiras, provocando danos extensivos em populações vegetais. Acrescenta-se a isso o fato de que variados insetos herbívoros podem consumir não apenas material foliar, mas qualquer componente vegetal, como raízes, flores, frutos e sementes, ocasionando uma perda ainda maior para a planta e prejudicando sua sobrevivência de forma mais abrangente (Smiley, 1978).

Já foi constatado que algumas das conseqüências da herbivoria são: redução no crescimento, mudança no período de floração e redução da viabilidade das sementes (Marquis, 1984). A herbivoria também acarreta perda de material fotossintético, e processos que afetam sua folhagem geram conseqüências sobre todos os demais componentes, uma vez que sem o material fotossintético o processo de fotossíntese e conseqüentemente o desenvolvimento vegetal fica comprometido (Lowman & Nadkarni, 1995).

Segundo Ohashi *et al.*, 2004, mudas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) podem ter o caule perfurado por um pequeno coleóptero, que forma galerias no interior do mesmo e pode levar a planta à morte. Larvas de coleópteros e lepidópteros usualmente atacam os frutos do pau-rosa, perfurando a semente e danificando o embrião. Folhas podem ser atacadas por pulgões e trips. Foi também registrada a presença de lagartas que

atacam a medula central do fuste e das folhas, deixando orifícios que podem se tornar foco de ataque de outros insetos.

Intenso dano por herbivoria se enquadra na hipótese da herbivoria relacionada à densidade (Janzen,1970, Connell,1971 *apud* Nascimento & Proctor, 2001); e taxas de herbivoria maiores em áreas onde ocorre menor diversidade de espécies (Crawley, 1989, Nascimento & Proctor, 2001). Esta hipótese, que foi testada no presente trabalho, cita que o intenso dano por herbivoria resulta em mortalidade dependente de densidade entre árvores de floresta chuvosa, mantendo-a baixa para que uma maior diversidade de espécies possa ocorrer.

3.5 Nutrição e desenvolvimento vegetal

A nutrição vegetal envolve a absorção dos elementos minerais presentes no ambiente que são necessários para os processos bioquímicos essenciais, a distribuição desses elementos dentro da planta e sua utilização no metabolismo e crescimento (Malavolta, 1985).

Os nutrientes minerais possuem funções conhecidas, tais como auxiliar a fixação de nitrogênio, participar da síntese de clorofila e auxiliar as reações fotossintéticas. Essas funções são prejudicadas quando o suprimento do nutriente é inadequado ou insuficiente (Raven *et al*, 2001). Os sintomas de deficiências minerais mais comumente verificados nas folhas, em todo o limbo foliar ou entre as nervuras são: clorose (aspecto amarelado das folhas devido à perda ou quantidade reduzida de clorofila (Raven *et al*,2001)) em aspecto uniforme (N, S, Fe); clorose internerval (Mg, Zn, Mn, Mo); clorose e necrose marginal da folha (K), clorose e necrose internerval (Mg, Mn, Mo, P), deformações (Zn,

Mo, B, Ca, Cu) (Fontes, 2001). Abaixo segue a tabela de elementos essenciais para a nutrição vegetal, suas principais funções e sintomas de deficiência como um todo (Raven *et al.*, 2001):

Tabela 1: Elementos essenciais para a nutrição vegetal, suas principais funções e sintomas de deficiência (Raven *et al.*, 2001).

Elemento	Símbolo Químico	Funções	Sintomas de Deficiência
Micronutrientes			
Molibdênio	Mo	Necessário para a fixação de nitrogênio e redução de nitrato	Clorose internerval, primeiro nas folhas mais velhas e depois nas mais novas, seguida por necrose gradual, que se espalha pelos tecidos remanescentes
Níquel	Ni	Parte essencial do funcionamento enzimático no metabolismo do nitrogênio	Manchas necróticas nas pontas das folhas
Cobre	Cu	Ativador ou componente de algumas enzimas envolvidas em oxidação e redução	Folhas jovens verde-escuras, enroladas, deformadas e frequentemente com manchas necróticas
Zinco	Zn	Ativador ou componente de muitas enzimas	Redução do tamanho da folha e do comprimento do entrenó, margens das folhas frequentemente distorcidas, clorose internerval; afeta principalmente as folhas mais velhas
Manganês	Mn	Ativador de algumas enzimas, requerido para integridade da membrana do cloroplasto e para a liberação do oxigênio na fotossíntese.	Clorose internerval em folhas jovens ou velhas, dependendo da espécie, seguida por ou associada com manchas necróticas internervais; desorganização das membranas dos tilacóides nos cloroplastos
Boro	B	Influencia a utilização do Ca ²⁺ , a síntese de ácidos nucléicos e a integridade da membrana	Falha no alongamento das raízes; folhas jovens verde-claras na base, folhas tornam-se enroladas e os brotos morrem nas gemas terminais

Ferro	Fe	Requerido para a síntese de clorofila; componente dos citocromos e da nitrogenase	Clorose internerval das folhas jovens, caules curtos e finos
Cloro	Cl	Envolvido na osmose e balanço iônico; provavelmente essencial nas reações fotossintéticas que produzem oxigênio	Folhas murchas com manchas cloróticas e necróticas, folhas frequentemente tornam-se bronzeadas; raízes se atrofiam e engrossam nos ápices
Macronutrientes			
Enxofre	S	Componente de alguns aminoácidos e proteínas e da coenzima A	Folhas jovens com nervuras e áreas internervais verde-claras
Fósforo	P	Componente de compostos fosfatados que encerram energia (ATP e ADP), ácidos nucleicos, várias coenzimas, fosfolipídios	Plantas verde-escuras, usualmente acumulando antocianinas e tornando-se vermelhas ou roxas; atrofia do caule, folhas mais velhas tornam-se marrom-escuras e morrem
Magnésio	Mg	Componente da molécula de clorofila, ativador de muitas enzimas	Folhas variegadas ou cloróticas que podem avermelhar-se, algumas vezes apresentando manchas necróticas; ápices foliares e margens tornam-se curvados para cima; apresentam caules delgados
Cálcio	Ca	Componente da parede celular, cofator de enzimas, envolvido na permeabilidade da membrana celular, componente da calmodulina, um regulador de membrana e atividade enzimática	Ápices caulinares e radiculares morrem; folhas jovens primeiro formam ganchos e em seguida os ápices e as margens morrem, adquirindo a aparência de terem sido cortadas
Potássio	K	Envolvido na osmose e balanço iônico e na abertura e fechamento de estômatos; ativador de muitas enzimas	Folhas variegadas ou cloróticas que podem apresentar manchas de tecido necrótico no ápice e na margem; caules pequenos e fracos
Nitrogênio	N	Componente de aminoácidos, proteínas, nucleotídeos, ácidos nucléicos, clorofilas e coenzimas	Clorose generalizada; folhas podem tornar-se completamente amarelas e depois marrons quando morrem; certas plantas tornam-se púrpuras devido à acumulação de antocianinas

Segundo Fontes (2001), alguns sintomas visíveis de deficiência de determinados nutrientes em plantas são:

- N: clorose da folha mais velha, ângulo agudo entre caule e folhas, folhas menores, redução no perfilhamento, crescimento diminuído e senescência precoce.
- P: plantas pequenas, folhas jovens avermelhadas, necrose internerval, folhas verde-escuras, menor perfilhamento, atraso no florescimento e maturação.
- K: clorose, pontuações e necrose das margens das folhas velhas, acamamento, frutos e sementes enrugadas e pontuações brancas na margem das folhas.
- Ca: murcha e morte das gemas terminais, limitação do crescimento e raízes com pontas amarronzadas.

Diagnosticar o estado nutricional das plantas é conhecer e avaliar suas condições sob o aspecto da nutrição mineral, e assim, uma vez detectada uma provável insuficiência de um ou mais elementos, torna-se possível providenciar a correção do desequilíbrio nutricional da cultura em questão através de um programa de fertilização e adubação, de modo a permitir incrementar a produtividade do plantio (Embrapa, 1999; Fontes, 2001).

Análises químicas de nutrientes inorgânicos essenciais são um método útil para determinar a quantidade relativa dos elementos essenciais para o crescimento vegetal, e assim verificar se estão em concentração adequada para promover o crescimento e desenvolvimento vegetal ou se encontram-se em falta no solo. Neste caso, torna-se possível promover um planejamento que possa suprir essa deficiência, por exemplo, através do uso de fertilizantes ou adubação (EMBRAPA, 1999). Segundo Fontes (2001),

“o manejo preciso da adubação beneficia o meio ambiente, por causar menores níveis de acidificação do solo, eutroficação das águas, poluição do lençol freático e salinização de áreas através do devido manejo do solo”.

Ainda segundo Fontes (2001), além de ser ferramenta importante no processo de avaliação do estado nutricional das plantas, a análise química pode ser realizada com os seguintes objetivos:

- Confirmar a diagnose visual de sintomas de deficiente/ toxidez;
- Identificar “fome oculta”;
- Verificar se o nutriente aplicado ao solo foi absorvido pela planta;
- Caracterizar a concentração dos nutrientes nas plantas ao longo dos anos;
- Quantificar a remoção de nutrientes pela parte colhida;
- Predizer a produção da cultura (prognostico);
- Mapear áreas de fertilidade no solo; e
- Estimar os níveis de nutrientes em dietas disponíveis aos animais, se for o caso.

4.0. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

4.1.1 Localização

O estudo foi realizado na Estação Experimental de Silvicultura Tropical – EEST-INPA, localizada na BR-174, km 43. A localização das clareiras, em específico, encontra-se nas coordenadas 2°36'00''S e 60°27'00''O (GPS – Garmin).

4.1.2 Descrição da área de estudo

4.1.2.1 Solo e vegetação

A EEST-INPA possui uma área de 21.000ha, de solos constituídos, em sua maioria, de Latossolos Amarelos e Podzólicos Vermelho-Amarelo de textura argilosa (Ranzani, 1980). A vegetação predominante é caracterizada por Floresta Umbrófila Densa de “terra-firme”, cujo dossel mede em torno de 18 a 30m de altura e árvores emergentes que podem alcançar 35m de altura (Ranzani, 1980, Useche, 2003).

Exemplos de espécies encontradas na flora local são *Dinizia excelsa*, *Manilkara huber* e *Parkia pendulara*. São ainda encontradas em ampla distribuição as espécies *Pithecellobium racemosum*, *Terminalia amazonica*, *Couratari pulchra*, *Clarisia racemosa*, *Vochysia máxima*, *Diploptropis sp.*, *Cedrelinga catenaeformis*, *Scleronema micranthum*, *Brosimum rubescens*, *Tabebuia spp.*, *Ocotea spp.*, *Eschweilera spp.*, e *Virola spp.* (IBGE, 1991, Useche, 2003).

4.1.2.2 Clima

O clima da região é caracterizado como um clima de floresta tropical chuvosa, tipicamente quente e úmido, com temperaturas médias anuais de 26,7°C, com máximas e mínimas entre 31,4°C e 23,3°C (sendo classificado como Af por Köppen (Useche, 2003)).

4.2 Formação das clareiras artificiais

O estudo foi realizado em um experimento de longo prazo iniciado em 2002 por Useche, onde foram utilizadas seis clareiras de formato retangular (laterais direcionadas no sentido N-S, L-O) e de tamanhos pré-estabelecidos:

Clareiras pequenas ($\leq 200 \text{ m}^2$): 10m x 10m = 100 m² (Figura 2)

Clareiras médias (200 - 400 m²): 20m x 20m = 400 m² (Figura 3)

Clareiras grandes ($> 400 \text{ m}^2$): 24m x 24m = 576 m² (Figura 4)

Estas clareiras já se encontravam abertas, e as plantas de pau-rosa encontravam-se com três anos contados a partir de seu plantio por Useche (2003), que utilizou em um experimento montado o método de Brokaw (1982), que calcula a área aproximada por somatória das áreas parciais (S) de cada um dos triângulos formados concentricamente a partir do ponto central na clareira até o ponto de projeção vertical das copas marginais das árvores, através da fórmula da Lei dos Senos ($S = \frac{1}{2}bc\text{sen}A$), onde b e c são os comprimentos dos lados que formam o ângulo A, medidos com fita métrica e bússola, respectivamente. A vegetação local já havia sido retirada através de corte em abril de 2002.



Figura 2: Exemplo de clareira pequena (CP2: $10\text{m} \times 10\text{m} = 100 \text{m}^2$) em floresta primária de terra-firme, com plantas de pau-rosa de três anos, localizada na EEST-INPA, Rodovia BR 174, km 43, Manaus-AM.



Figura 3: Exemplo de clareira média (CM1: 20m x 20m = 400 m²) em floresta primária de terra-firme, com plantas de pau-rosa de três anos, localizada na EEST-INPA, Rodovia BR 174, km 43, Manaus-AM.



Foto: G. Fonseca - Novembro 2005

Figura 4: Exemplo de clareira grande (CG2: 24m x 24m = 576 m²) em floresta primária de terra-firme, com plantas de pau-rosa de três anos, localizada na EEST-INPA, Rodovia BR 174, km 43, Manaus-AM.

Foram abertas duas clareiras para cada tamanho determinado, ou seja, duas clareiras pequenas (CP1 e CP2), duas médias (CM1 e CM2) e duas grandes (CG1 e CG2). Foi também determinada uma área a ser utilizada como controle ou testemunha (T) (Figura 5), onde não haveria abertura de clareira. O plantio sob dossel fechado foi utilizado como comparativo com o efeito do ambiente lumínico dos diferentes tamanhos de clareira sobre o crescimento das plantas.



Figura 5: Área Testemunha sob dossel fechado em floresta primária de terra-firme, localizada na EEST-INPA, Rodovia BR 174, km 43, Manaus-AM.

4.3 Plantio das mudas de pau-rosa

4.3.1 As mudas

O plantio de Useche (2003), no qual este estudo se baseia, foi realizado em 2002 com mudas de pau-rosa, em número de 600, que foram produzidas a partir de sementes coletadas de plantios encontrados na Reserva Florestal Adolpho Ducke. As sementes foram levadas para as instalações do INPA V-8 e colocadas em processo de germinação em sementeiras de areia lavada. Após 40 dias da germinação, as mudas foram transplantadas para sacos plásticos de polipropileno de 2 kg, utilizando-se como substrato

uma mistura de 25% de esterco de galinha, 25% de areia e 50% de terra. As mudas foram deixadas em desenvolvimento durante oito meses em área de crescimento sob sombrite de 50% de entrada de luz, e decorrido este período, 300 mudas foram escolhidas aleatoriamente e levadas para as áreas experimentais da EEST-INPA, para onde foram transplantadas no ano de 2002 (Figura 6).



Foto: G. Fonseca - Novembro 2005

Figura 6: Planta de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) após três anos de seu estabelecimento em clareira grande (CG1=20m x 20m = 400 m²) em floresta primária de terra-firme, localizada na EEST-INPA, Rodovia BR 174 km 43, Manaus-AM.

4.3.2 O plantio nas clareiras

Na primeira semana de Abril de 2002, foram plantadas, em cada clareira, 39 mudas escolhidas aleatoriamente, em um total de 252 mudas, a partir do ponto central, em linhas paralelas, distanciadas 1,0m, no formato de cruz no sentido norte-sul, leste-oeste. A distância entre as mudas também foi de 1,0m (Useche, 2003). O esquema do plantio está demonstrado no diagrama a seguir (Figura 7).

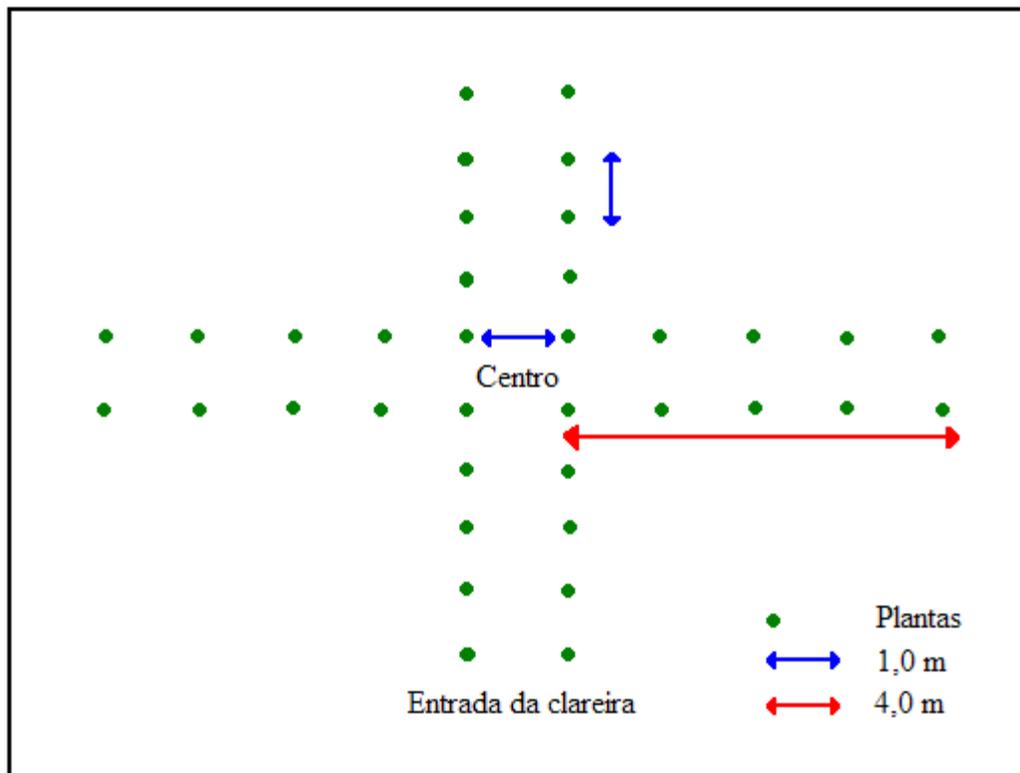


Figura 7: Diagrama de localização das plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) em cada tratamento (CP1, CP2 = 100 m²; CM1, CM2 = 400 m²; CG1, CG2 = 576 m²; T = Controle), localizados na EEST-INPA, Manaus-AM (Fonte: Useche, 2003).

4.4 Parâmetros avaliados

Os dados levantados em cada uma das mudas das clareiras, após três anos de seu estabelecimento foram:

- Sobrevivência: pela contagem dos indivíduos vivos em cada clareira e em cada coleta de dados;
- Altura total: expressa em centímetros, medida com régua milimetrada desde o nível do solo até a gema apical da planta;
- Diâmetro do colo: em milímetros, medido através de paquímetro manual em um ponto na base do caule;
- Índice de herbivoria: pela determinação da porcentagem de dano causado às folhas;
- Estado nutricional: determinado pela análise química foliar dos nutrientes P, K, Ca, Mg, Mn, Fe e Zn

A coleta de dados foi realizada duas vezes no ano de 2005, uma em março e outra em novembro. Os dados de sobrevivência, altura e diâmetro foram tomados em ambas as ocasiões. A determinação da porcentagem de dano por herbivoria e a obtenção do material foliar para análise laboratorial do estado nutricional foram realizados na última coleta de dados.

4.5 Análise estatística

4.5.1 Ambiente lumínico e crescimento vegetal

O delineamento estatístico foi aleatório, com sete tratamentos (incluindo a testemunha) e 39 repetições por tratamento, para um total de 252 mudas. Os tratamentos são os seis tamanhos das clareiras e as repetições consistem nas mudas de *Aniba rosaeodora* Ducke. O controle sob dossel fechado (testemunha) constitui o sétimo tratamento. Todos os indivíduos sobreviventes foram medidos, e a comparação de médias foi feita por tamanho de clareira.

Foi utilizado o crescimento relativo em altura e diâmetro como forma de avaliar possíveis diferenças estatisticamente significativas entre tratamentos. O crescimento relativo foi obtido através das equações abaixo, de acordo com a metodologia de Bugbee (1996) e Davanson *et. al.* (2002), *apud* Gonçalves *et. al.*, 2005:

- $$CRA = \frac{\log A_2 - \log A_1}{(t_2 - t_1)}$$
- $$CRD = \frac{\log D_2 - \log D_1}{(t_2 - t_1)}$$

Onde:

CRA: crescimento relativo em altura;

$\log A_2$: altura final;

$\log A_1$: altura inicial;

CRD: crescimento relativo em diâmetro;

$\log D_2$: diâmetro final;

$\log D_1$: diâmetro inicial;

t_2 : tempo final (em meses);

t_1 : tempo inicial (em meses).

Estes valores foram avaliados por análise de variância univariada (*One-Way Anova*). No caso de dados normais e com diferença significativa entre tratamentos, a comparação entre as médias foi feita pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. Foi utilizado o programa SAS (Statistical Analysis System) System for Windows 6.11 version/1995, by SAS Institute Inc, Cary, NC, USA, para o cálculo das análises estatísticas.

4.5.2 Determinação do índice de herbivoria

Os níveis de herbivoria foram medidos através da determinação da porcentagem da área foliar consumida (considera-se que a herbivoria foi causada por insetos fitófagos), onde dez folhas de cinco plantas, escolhidas aleatoriamente de cada tratamento, foram classificadas de acordo com as seguintes categorias de dano (Dirzo & Domingues, 1995):

- 0: folha intacta;
- 1: 1-6% de dano;
- 2: 6-12% de dano;
- 3: 12-25% de dano;
- 4: 25-50% de dano;
- 5: 50-100% de dano.

A porcentagem da área foliar consumida foi utilizada para definir o índice de herbivoria por planta através da seguinte equação:

$$\mathbf{IH} = \frac{\sum n_i(C_i)}{\mathbf{N}}$$

Onde:

IH – índice de herbivoria;

i – categoria de dano;

n_i – número de folhas na categoria de dano (de acordo com a porcentagem de dano);

C_i – média de cada categoria;

N – número total de folhas na planta.

Os valores de herbivoria, dados em proporções de avaliação de dano, foram analisados por ANOVA, utilizando-se o programa Minitab for Windows Release 12.1 (Minitab Incorporation™). O uso do índice de herbivoria tem a vantagem de ser um método em que a destruição da planta ou de suas partes não se faz necessária e de não exigir o uso de equipamentos caros. Apresenta níveis contrastantes de dano e sua natureza logarítmica possibilita detectar diferenças entre níveis de dano (Malvido *et al.*, 1999).

4.5.3 Determinação do estado nutricional das plantas

4.5.3.1 Coleta do material foliar

Em cada tratamento foram escolhidas, de forma aleatória, cinco plantas para a coleta de material foliar. Foram utilizadas apenas folhas recém-adultas, em bom estado fitossanitário, completamente expostas ao sol e do terço-superior da copa (Embrapa, 1999), dados não publicados). As folhas de cada planta foram analisadas separadamente, perfazendo um total de 35 plantas.

4.5.3.2 Análise química do material foliar

A análise química dos teores dos macronutrientes foliares P, K, Ca e Mg e dos micronutrientes Mn, Fe e Zn foi feita de acordo com os seguintes métodos:

P: pelo método molibdato de amônio. A leitura do teor de P foi realizada no espectrofotômetro Shimadzu UV-VIS-120-01 (Embrapa, 1999);

K, Ca, Mg, Mn, Fe e Zn: A digestão para a obtenção do extrato foi feita por via úmida (solução digestora nitroperclórica: HNO₃ e HClO₄ concentrados, na relação 2:1; Malavolta *et al.*, 1997). Os teores foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (Perkin Elmer 1100 B), com chama ar-acetileno.

4.5.3.3 Estado nutricional das plantas

Foi realizada a análise estatística univariada pela ANOVA, para cada uma das variáveis (teores de nutrientes foliares e alturas das árvores) envolvidas no experimento. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para relacionar os teores de nutrientes com a variável altura das árvores, foram realizadas análises de regressão simples ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram

executadas usando o programa Minitab for Windows Release 12.1 (Minitab Incorporation™).

4.5.3.4 Correlação entre variáveis analisadas – Índice de seleção envolvendo vários caracteres

A partir dos resultados obtidos na análise do crescimento relativo, índice de herbivoria e análise do estado nutricional das plantas de pau-rosa, foi realizada uma correlação entre estas variáveis (crescimento, herbivoria e nutrição), de modo a determinar qual tratamento mais destacou-se em todas. Foi utilizado o índice de rank médio, adaptado de Mulamba & Mock (1978) por Resende (2006), em que os tratamentos são classificados para cada variável e a média dos rankings de cada tratamento para todas as variáveis são apresentadas como resultado final.

O índice de seleção envolvendo vários caracteres foi proposto por Mulamba & Mock (1978), e permite classificar tratamentos em relação a cada um dos caracteres ou variáveis analisadas, em ordem favorável de produção ou melhoramento, de acordo com os resultados obtidos em cada tratamento para as variáveis analisadas. Para o cálculo da correlação entre variáveis, foi utilizado o programa Software Selegen-Reml/Blup.

5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Ambiente lumínico

5.1.1 Sobrevivência

A Tabela 2 apresenta a sobrevivência das plantas de pau-rosa após três anos de seu estabelecimento em clareiras experimentais, determinada através de contagem do número de indivíduos por tratamento:

Tabela 2: Número de sobreviventes de plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) nas clareiras experimentais (EEST- INPA, Manaus – AM) por tratamento, em Março de 2005.

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400m²), CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).

Tratamentos	Número de mudas plantadas em abril/2002	Número de sobreviventes após 35 meses (março/2005)
Testemunha (T)	39	26
Clareira Pequena 1 (CP1)	39	20
Clareira Pequena 2 (CP2)	39	28
Clareira Média 1 (CM1)	39	27
Clareira Média 2 (CM2)	39	26
Clareira Grande 1 (CG1)	39	23
Clareira Grande 2 (CG2)	39	29

Estes dados consideram o número de plantas sobreviventes por tratamento na primeira coleta de dados, realizada em Março de 2005. Tomando como base o fato de que, ao serem estabelecidas nas clareiras experimentais em 2002, o número de plantas de pau-rosa era de 39 mudas por tratamento, pode-se realizar uma análise comparativa percentual entre os mesmos, que pode melhor ser observada através da Figura 8:

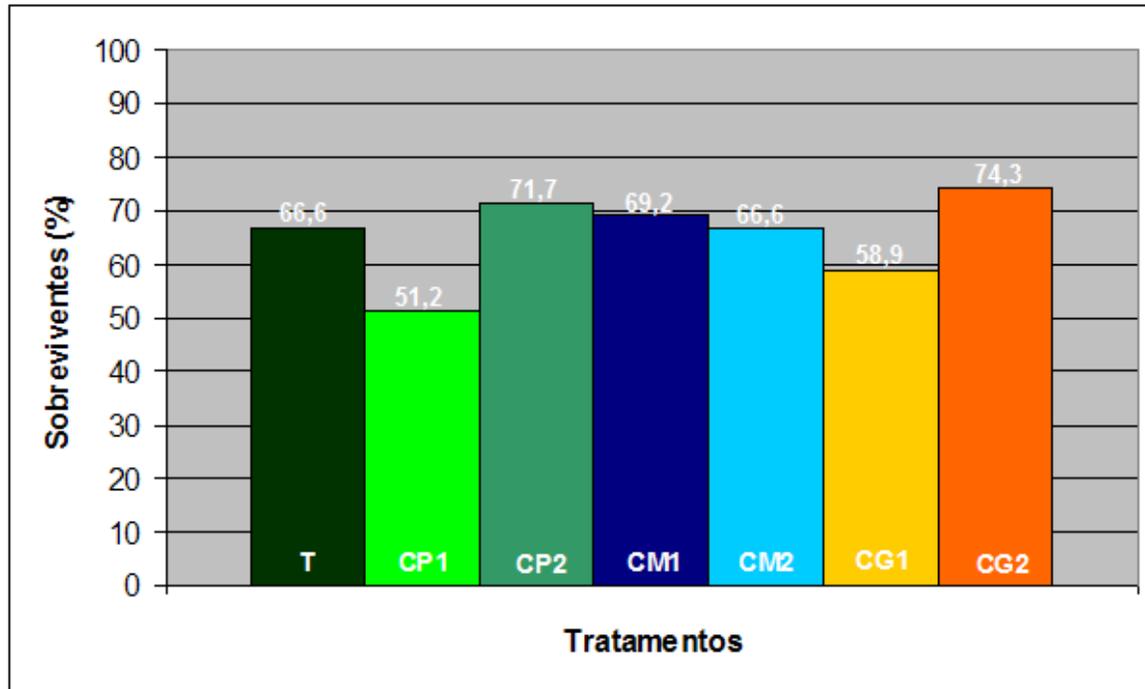


Figura 8: Porcentagem de sobrevivência de plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke), 35 meses após o plantio nas clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM).

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2= clareiras pequenas (100m²); CM1, CM2= clareiras médias (400m²); CG1, CG2= clareiras grandes (576 m²).

Estes dados comparam a porcentagem de sobrevivência das plantas de pau-rosa entre os tratamentos. Foram considerados os dados da primeira coleta como um meio comparativo entre o número de indivíduos estabelecidos nas clareiras experimentais em 2002 e o número de sobreviventes depois de transcorridos três anos. Assim, é possível observar que a sobrevivência das plantas de pau-rosa nos tratamentos foi acima de 50% , o que a princípio sugere uma capacidade adaptativa relativamente satisfatória ao ambiente de clareira.

A Tabela 3 mostra o número de sobreviventes de plantas de pau-rosa por tratamento obtido na última coleta de dados, realizada em Novembro de 2005:

Tabela 3: Número de sobreviventes de plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) nas clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento, em novembro de 2005.

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2= clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).

Tratamentos	Número de mudas plantadas em abril/2002	Número de sobreviventes após 43 meses (novembro/2005)
Testemunha (T)	39	26
Clareira Pequena 1 (CP1)	39	22
Clareira Pequena 2 (CP2)	39	28
Clareira Média 1 (CM1)	39	27
Clareira Média 2 (CM2)	39	26
Clareira Grande 1 (CG1)	39	23
Clareira Grande 2 (CG2)	39	28

Através destes dados, é possível observar os seguintes fatos:

- No tratamento CP1, ocorre a presença de dois indivíduos a mais em relação à primeira coleta de dados. Tal situação é devido à ocorrência de rebrotos, ou seja, plantas antes consideradas mortas demonstraram conseguir sobreviver ao rebrotarem através de uma gema lateral;
- De modo geral, a sobrevivência dos indivíduos determinada na coleta de dados final, na maioria dos tratamentos, é de 100% em relação ao número de indivíduos determinado na coleta inicial.

Estes resultados indicam que não houve diferença significativa de sobrevivência entre tratamentos, o que possibilita sugerir que o tamanho das clareiras em si não é um fator que afeta a sobrevivência das plantas de pau-rosa, o que está de acordo com Useche (2003).

O índice de sobrevivência é utilizado como parâmetro na análise de uma espécie vegetal porque possibilita a obtenção de informações sobre a plasticidade da espécie, ou seja, sua capacidade de adaptar-se em diferentes condições ambientais, bem como auxilia no planejamento de possíveis métodos de manejo da mesma. Em relação ao pau-rosa, espécie que devido à exploração intensa está se tornando cada vez mais escassa, estas informações tornam-se essenciais para atender ambas as perspectivas.

5.1.2 Crescimento

Os dados de altura e diâmetro coletados em campo, bem como o crescimento relativo referente a cada um desses parâmetros, podem ser observados no Anexo. A Tabela 4 mostra as médias do crescimento relativo em altura e diâmetro das plantas de pau-rosa de cada tratamento. Para o cálculo da média foram considerados o mesmo número de indivíduos para cada tratamento. Uma vez que o número de sobreviventes mostrou-se diferente entre os tratamentos, foram considerados apenas valores referentes à plantas sobreviventes e cujas equações de crescimento relativo, tanto em altura quanto em diâmetro, não tenham tido resultado negativo ou igual a zero. O número de plantas do tratamento com a menor quantidade de indivíduos sob estas condições foi utilizado como parâmetro para o cálculo da média de todos os tratamentos:

Tabela 4: Médias do crescimento relativo em altura e diâmetro das plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) nas clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).

Tratamentos	Altura (cm)	Diâmetro (mm)
Testemunha (T)	0,009	0,032
Clareira Pequena1 (CP1)	0,073	0,026
Clareira Pequena 2 (CP2)	0,035	0,020
Clareira Média 1 (CM1)	0,082	0,019
Clareira Média 2 (CM2)	0,022	0,015
Clareira Grande1 (CG1)	5,656	0,027
Clareira Grande 2 (CG2)	0,019	0,016

A Análise de Variância (Anova - ver Anexo) dos dados mostra a ocorrência de diferença estatisticamente significativa nas medidas de altura (cm) entre o tratamento CG1 (Clareira Grande 1 = 576m²) e os demais tratamentos (T=controle (dossel fechado), CP1, CP2=clareiras pequenas (100m²), CM1, CM2=clareiras médias (400m²) e CG2=clareira grande (576m²)), o que pode melhor ser observado através da Figura 9 a seguir. O teste de Tukey a 5% (Anexo) também comprovou este fato:

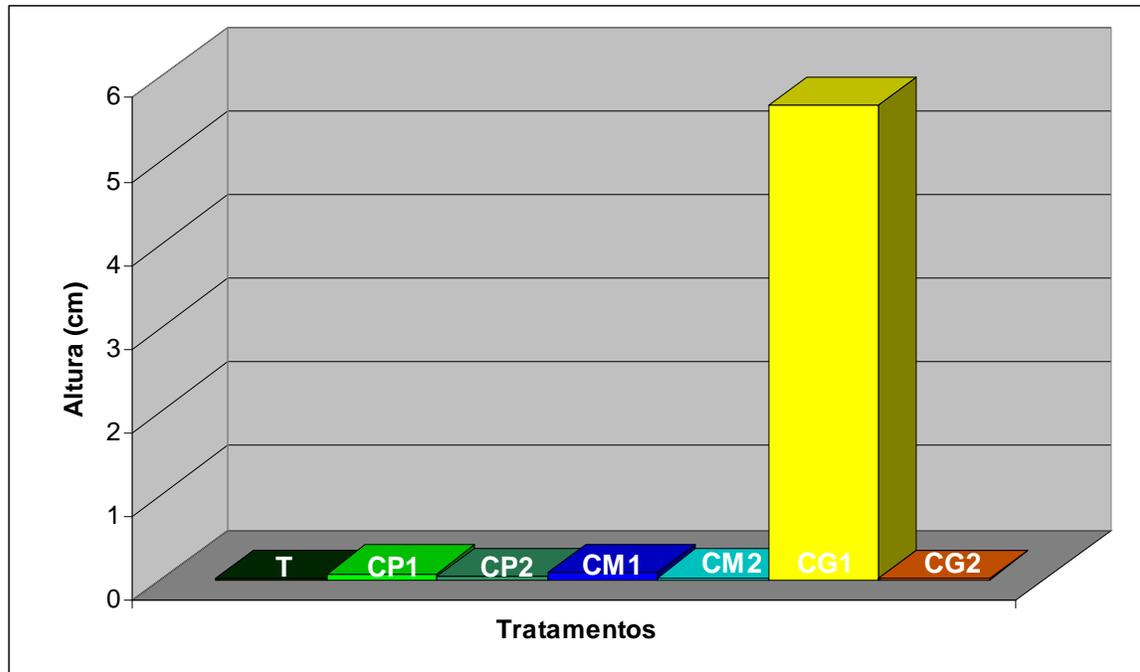


Figura 9: Média entre tratamentos do crescimento relativo em altura nas plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) nas clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).

Através da observação da diferença dos dados de altura dos diferentes tamanhos de clareira, é possível afirmar que a formação de clareiras contribui para um melhor desenvolvimento em altura nas plantas de pau-rosa. Sendo uma espécie de crescimento lento, locais com pouca disponibilidade de recursos incapacitam as mesmas de desenvolverem-se com maior eficiência (Bazzaz 1979, Denslow 1980, Augspurger 1984, Useche, 2003).

A ocorrência de diferenças estatisticamente significativas em altura entre os tratamentos com diferentes aberturas de clareira está de acordo com o encontrado por Useche (2003), segundo o qual tamanhos maiores de clareira favorecem o desenvolvimento inicial de plantas de pau-rosa. Contudo, apenas o tratamento CG1

(Clareira Grande 1 = 576m²) apresentou resultado significativo em relação à altura, enquanto o tratamento CG2 (Clareira Grande 2 = 576m²) não apresentou resultados semelhantes, mostrando valores próximos ao de clareiras com aberturas de dossel menores. O tratamento CP1 (Clareira Pequena 1= 100m²) mostrou resultados próximos aos encontrados no tratamento CM1 (Clareira Média 1 = 400m²), cuja abertura do dossel é maior. As prováveis hipóteses que poderiam explicar esses fenômenos são:

- O tamanho das clareiras tornou-se irregular após transcorridos três anos de sua abertura, com crescimento de novas plantas às margens das clareiras variando de tratamento a tratamento, o que possivelmente tornou a incidência de luz diferente do esperado para cada tamanho;
- Foi observada, nas excursões em campo, a presença de outras espécies vegetais não-identificadas nas proximidades das plantas de pau-rosa, que poderiam estar reduzindo a quantidade de incidência luminosa sobre as mesmas através de competição (Costa, 2003), e sendo este o caso, sugere-se a remoção das plantas competidoras;
- Em CP1 havia ocorrido a queda de uma árvore nas imediações de uma das margens da clareira, o que provavelmente contribuiu para o aumento do tamanho da mesma, e por consequência, o aumento da incidência luminosa sobre as plantas de pau-rosa. Este fato possivelmente fez com que esta clareira, classificada como pequena, apresentasse um comportamento de clareira de tamanho maior no que diz respeito à entrada de luz através da abertura do dossel.

Estas hipóteses são sugeridas para estudos posteriores.

Em relação ao crescimento relativo quanto ao diâmetro das plantas, os resultados sugerem que o tratamento T (Controle = dossel fechado) foi o que demonstrou melhores resultados, ainda que outros tratamentos mostrassem resultados aproximados, o que pode melhor ser observado através da Figura 10 a seguir. As Análises de Variância (ANOVA) e Tukey (ver Anexo) igualmente sugerem esse fato:

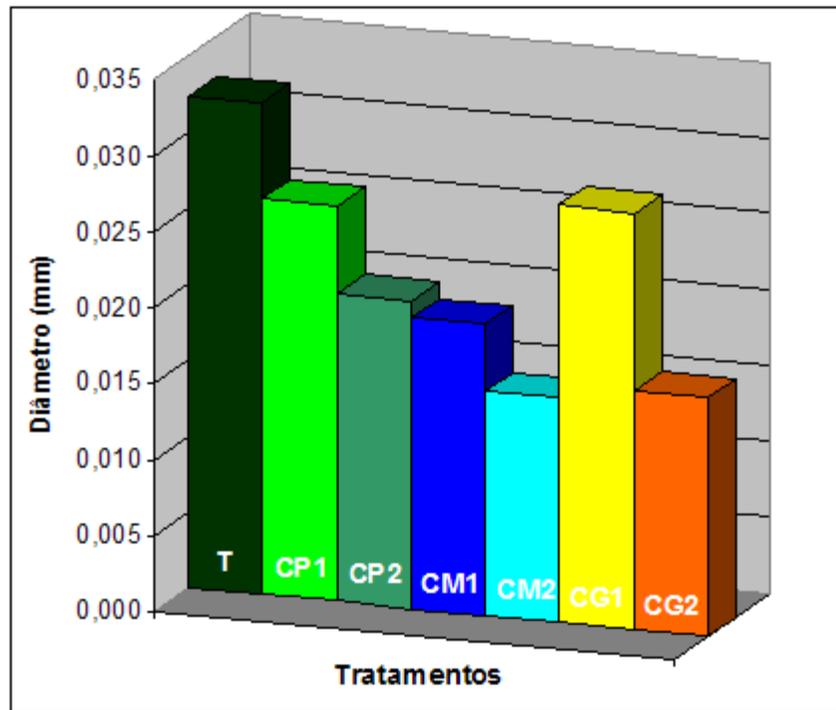


Figura 10: Média entre tratamentos do crescimento relativo em diâmetro nas plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) nas clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).

As diferenças significativas encontram-se principalmente entre o tratamento T (Controle = dossel fechado) e os tratamentos CM1, CM2 (Clareiras Médias = 400m²) e CG2 (Clareira Grande 2 = 576m²), enquanto os tratamentos CP1 (Clareira Pequena

1=100m²) e CG1 (Clareira Grande 1=576m²) apresentam os resultados mais aproximados. Hipóteses que podem vir a explicar esses fatos são:

- A inexistência de abertura de dossel no tratamento T (Controle=dossel fechado) não foi propício ao crescimento em altura das plantas de pau-rosa, possibilitando apenas o desenvolvimento em diâmetro, que pode ter se mostrado mais destacado como compensação;
- O tratamento CP1 (Clareira Pequena 1 = 100m²) possivelmente demonstrou resultados semelhantes aos de uma clareira maior devido à queda de uma árvore em uma de suas margens, tornando seu dossel de abertura maior. CP1 (Clareira Pequena 1 = 100m²) e CG1 (Clareira Grande 1=576m²) foram os tratamentos com abertura de clareira que demonstraram melhores resultados quanto ao crescimento relativo em diâmetro, o que vem a reforçar a hipótese já anteriormente citada de que tamanhos maiores de clareira favorecem o desenvolvimento inicial de plantas de pau-rosa (Useche, 2003);
- O crescimento de plantas às margens das clareiras, tornando seu tamanho irregular, e entre as mudas de pau-rosa, que podem estar reduzindo a incidência luminosa sobre as mesmas através de competição, podem igualmente ter contribuído para afetar o desenvolvimento em diâmetro das plantas de pau-rosa.

Estas hipóteses são sugeridas para estudos posteriores.

5.2 Herbivoria

Segundo Nascimento & Proctor (2001), “o número de insetos por planta e por unidade de área e o dano que acarretam à folhagem são usualmente maiores em monocultivos, onde a densidade de uma ou poucas espécies é maior, do que em ecossistemas ricos em diversidade de espécies.” As clareiras estudadas apresentam maior densidade de espécie em relação ao pau-rosa e menor diversidade de outras espécies, que haviam sido removidas através de corte quando ocorreu a abertura das mesmas com o objetivo de promover o plantio das mudas de pau-rosa. Os dados obtidos em relação à porcentagem de herbivoria para cada tratamento podem ser observados no Anexo, enquanto que a média da porcentagem de herbivoria por tratamento é mostrada na Figura 11:

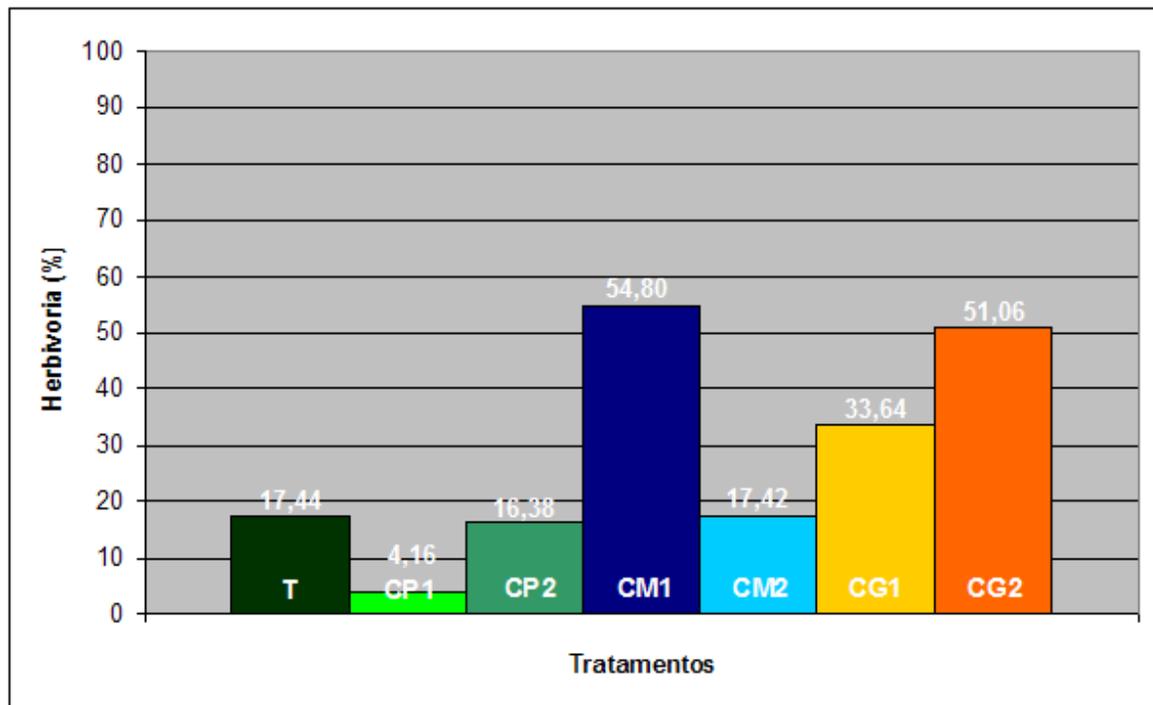


Figura 11: Média entre tratamentos da porcentagem de herbivoria das plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) nas clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2= clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).

A partir dos dados de porcentagem de herbivoria, foi determinado o índice de herbivoria através de cálculo previamente citado (ver **4.5.2 Determinação do índice de herbivoria**), que pode ser observado abaixo:

Tabela 5: Índice de herbivoria das plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) nas clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

IH= índices de herbivoria; T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).

Tratamentos	T	CP1	CP2	CM1	CM2	CG1	CG2
	0,312	0,149	0,166	0,898	0,000	0,161	0,060
	0,249	0,015	0,113	0,149	0,040	0,032	0,153
IH	0,333	0,259	0,040	0,035	0,054	0,071	0,255
	0,166	0,266	0,087	0,015	0,107	0,017	0,045
	0,237	0,087	0,077	0,102	0,413	0,140	0,018
Média	0,259	0,155	0,097	0,240	0,123	0,084	0,106

Estes dados foram analisados por ANOVA e comprovados por Tukey a 5% (Anexo). Segundo estas análises, não houve diferenças estatísticas entre tratamentos, apesar da herbivoria mostrar valores absolutos médios significativamente maiores em CM1 e CG2 (Figura 12) no campo.



Figura 12: Dano por herbivoria em planta de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) da clareira experimental CG2 (clareira grande = 576 m²), EEST-INPA, Manaus-AM, possivelmente causado por insetos fitófagos.

Não houve evidência de herbivoria dependente de densidade, o que está de acordo com o encontrado por Proctor & Nascimento (2001). Estes fatos possibilitam sugerir que os diferentes tamanhos de clareira estudados não são, por si só, um fator significativo para a susceptibilidade à herbivoria. Outras hipóteses a serem consideradas são:

- Os dados coletados podem ter se mostrado insuficientes para uma análise mais acurada, sendo necessário repetí-la com uma amostragem maior (mais indivíduos analisados por tratamento, com mais folhas selecionadas para a determinação da porcentagem e índice de herbivoria);

- As plantas de pau-rosa podem comportar-se de forma semelhante em relação à susceptibilidade à herbivoria, independentemente da densidade, ou seja, o fato de haver um número considerável de plantas de pau-rosa em uma única área restrita (o que consistiria nos tratamentos) não as torna mais ou menos suscetível à herbivoria, o que estaria de acordo com a falta de evidência de herbivoria dependente de densidade encontrada por Proctor & Nascimento (2001).
- Após três anos da abertura das clareiras experimentais, outras espécies vegetais não-identificadas para este estudo surgiram nessas áreas, e tal como as plantas de pau-rosa, também foram alvo de herbivoria. É possível que estas espécies possam apresentar resultados semelhantes, o que demonstraria que o índice de herbivoria é similar para as plantas dessas áreas, não tornando o pau-rosa uma espécie de resultados exclusivos;
- Segundo Proctor & Nascimento (2001), “a extensão do dano por herbivoria pode ser afetada por fatores tais como idade e qualidade da folha, tamanho da planta e pela composição, densidade e diversidade da vegetação à volta”. Tais hipóteses, bem como as já mencionadas, são sugeridas para estudos posteriores.

5.3 Nutrição vegetal

Os resultados das análises químicas foliares das plantas de pau-rosa da (EEST-INPA-Manaus,AM) estão descritos na tabela a seguir:

Tabela 6: Alturas das plantas e teores de nutrientes foliares das plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) de 43 meses das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM).

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).

Tratamentos	Altura (cm)	Ca g kg ⁻¹	Mg g kg ⁻¹	P g kg ⁻¹	K g kg ⁻¹	Fe mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹	Mn mg kg ⁻¹
T	15	1,14	0,90	0,69	6,60	21	24	13
	17	1,42	0,80	0,55	4,20	15	21	13
	18	2,40	1,28	1,19	9,26	21	25	25
	22	1,86	0,80	0,48	6,18	24	43	17
	25	2,50	1,68	1,06	8,28	36	32	33
CP1	63	2,92	1,34	1,00	8,40	11	26	19
	65	1,46	1,30	0,98	7,22	27	30	15
	82	2,78	1,74	0,89	4,94	22	29	15
	90	1,64	2,06	0,62	2,98	14	36	15
	98	3,46	2,30	0,80	4,18	17	25	21
CP2	27	0,58	0,78	0,53	1,78	28	21	4
	59	4,84	1,90	0,75	1,58	31	25	25
	79	3,60	1,90	0,65	2,50	36	38	26
	101	2,78	1,94	0,65	2,18	37	30	12
	152	3,44	2,56	0,77	1,64	34	36	19
CM1	46	2,44	0,56	0,32	1,28	23	30	32
	102	0,74	0,70	0,61	3,68	12	24	9
	110	1,58	1,30	1,25	9,84	32	33	19
	119	1,40	0,78	0,72	3,34	16	30	14
	227	1,80	1,36	1,57	9,52	31	35	22
	58	1,12	1,34	1,22	8,04	29	31	17
	75	2,62	1,76	0,78	3,54	34	38	14

CM2	86	1,84	1,46	1,47	8,88	32	39	29
	103	1,66	1,94	0,64	2,90	29	39	11
	152	4,12	1,74	0,68	1,76	37	39	18
CG1	85	2,36	1,94	1,52	9,52	32	46	30
	139	2,28	1,78	0,90	5,80	34	31	13
	194	1,62	1,76	1,11	8,48	26	41	15
	216	2,16	1,66	1,65	13,14	49	59	34
	279	2,80	1,22	0,70	4,46	34	35	16
CG2	78	4,40	1,96	0,72	5,06	31	22	15
	137	2,00	1,72	1,33	10,10	38	41	22
	160	5,52	1,72	0,98	5,24	26	32	16
	204	1,44	1,38	0,84	4,58	27	22	11
	224	2,32	1,50	0,72	2,96	29	22	10

Os teores médios dos nutrientes foliares e as médias das alturas dos indivíduos de cada tratamento estão relacionados na Tabela 7 a seguir:

Tabela 7: Médias das alturas das plantas e dos teores de nutrientes foliares das mudas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) de 43 meses das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM).

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).

Tratamentos	Altura (cm)	Ca g kg ⁻¹	Mg g kg ⁻¹	P g kg ⁻¹	K g kg ⁻¹	Fe mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹	Mn mg kg ⁻¹
T	19,40	1,86	1,09	0,79	6,90	23,40	29,00	20,20
CP1	79,60	2,45	1,75	0,86	5,54	18,20	29,20	17,00
CP2	83,60	3,05	1,82	0,67	1,94	33,20	30,00	17,20
CM1	120,80	1,59	0,94	0,89	5,53	22,80	30,40	19,20
CM2	94,80	2,27	1,65	0,96	5,02	32,20	37,20	17,80
CG1	182,60	2,24	1,67	1,18	8,28	35,00	42,40	21,60
CG2	160,60	3,14	1,66	0,92	5,59	30,20	27,80	14,80

Fontes (2001) cita que “interpretar o resultado da análise foliar significa também comparar o valor da concentração de cada nutriente na amostra analisada com a

concentração considerada padrão ou ótima. É possível realizar essa interpretação através da comparação de determinado nutriente na amostra enviada ao laboratório com a concentração desse nutriente em plantas normais ou com padrões tabelados”. Para determinar se a concentração dos nutrientes foliares está de acordo com níveis considerados adequados para o crescimento e desenvolvimento vegetal, foi feita uma comparação com os resultados encontrados por Lima (2001) para *A. rosaeodora* Ducke com 35 anos de idade da Reserva Florestal Adolpho Ducke (Manaus-AM) quanto ao teor de nutrientes foliares (Tabela 8). A comparação entre grupos da mesma espécie pode fornecer resultados mais claros e precisos no que diz respeito, neste caso, ao estado nutricional.

Tabela 8: Concentrações de nutrientes foliares de *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da Reserva Florestal Adolpho Ducke – Manaus, AM (Fonte: Lima, 2001).

Macronutrientes g kg⁻¹	P	K	Ca	Mg
Teor foliar mínimo	0,6	4	2	1
Teor foliar máximo	0,8	7	6	2
Micronutrientes mg kg⁻¹	Mn	Fe	Zn	
Teor foliar mínimo	57	212	34	
Teor foliar máximo	122	239	48	

Estas comparações são mais bem visualizadas através dos seguintes gráficos:

- Para os micronutrientes:

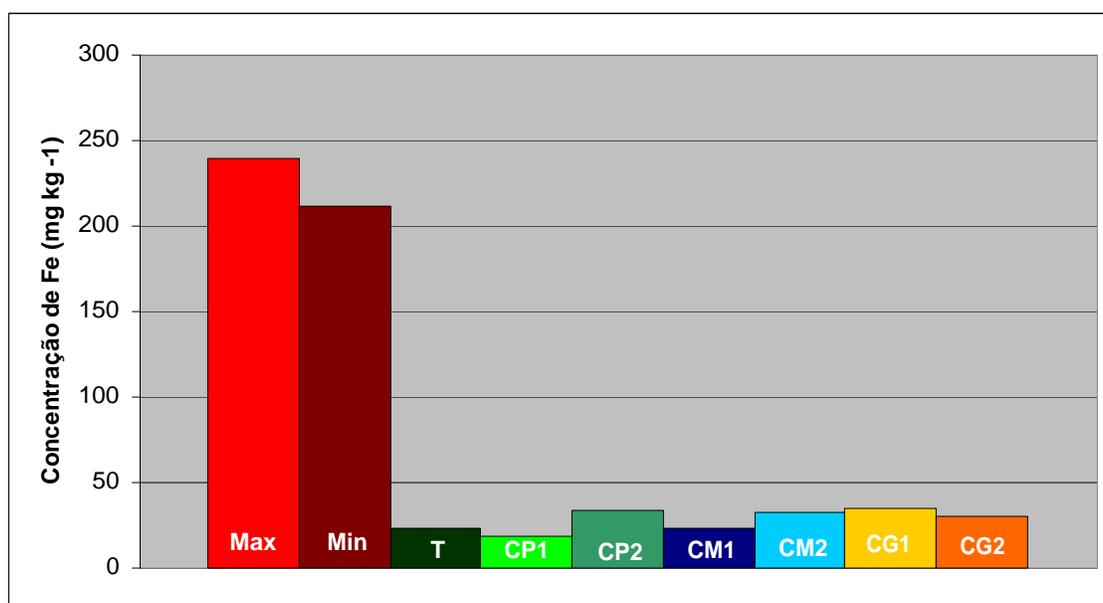


Figura 13: Relação entre as concentrações foliares máximas e mínimas de ferro (Fe) encontradas em *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da Reserva Florestal Adolpho Ducke e o teor médio deste micronutriente encontrado nas plantas de pau-rosa das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

Max, Min = teor de nutriente foliar máximo e mínimo, respectivamente, de *A. rosaeodora* Ducke da Reserva Florestal Adolpho Ducke; T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).

Segundo a tabela de elementos essenciais para a nutrição vegetal, suas principais funções e sintomas de deficiência como um todo (Raven *et al*, 2001 - ver **3.5 Nutrição e desenvolvimento vegetal**), a deficiência de ferro causa às plantas clorose internerval de folhas jovens e ocorrência de caules curtos e finos. Segundo Malavolta (1985), “o sintoma típico de falta de ferro é uma clorose das folhas novas cujas nervuras formam

uma rede fina e verde contra o fundo verde-amarelado ou amarelado do limbo”. O gráfico acima sugere a deficiência de ferro nas plantas de pau-rosa das clareiras experimentais, e os sintomas típicos descritos podem melhor ser observados na Figura 14 a seguir:



Figura 14: Possível sintoma de carência nutricional de ferro (Fe): clorose (aspecto amarelado) em folhas de planta de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) da clareira experimental CG1 (clareira grande=576 m²), localizada na EEST-INPA, Manaus-AM.

Observa-se as nervuras verdes contra o fundo clorótico das folhas de pau-rosa, o que está de acordo com a descrição de deficiência de ferro de Malavolta (1985).

A Figura 15 mostra a comparação entre as concentrações foliares mínimas e máximas de manganês (Mn) encontradas para *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da RFAD - Manaus, AM (ver Tabela 8 – Lima, 2001) e as médias dos teores deste micronutriente encontradas nas plantas de pau-rosa das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento:

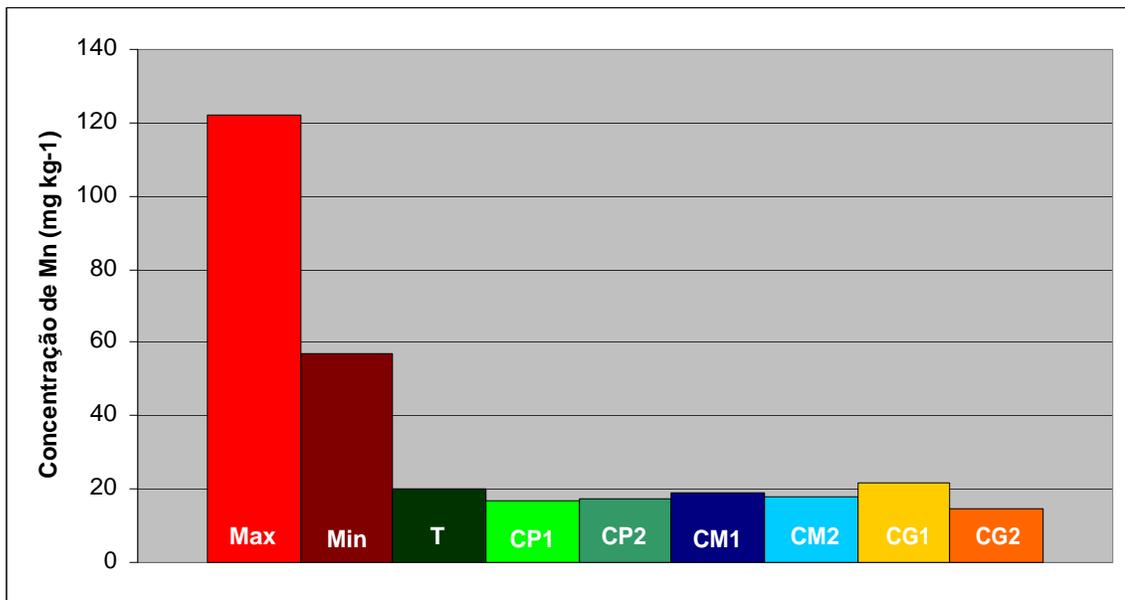


Figura 15: Relação entre as concentrações foliares máximas e mínimas de manganês (Mn) encontradas em *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da Reserva Florestal Adolpho Ducke e o teor médio deste micronutriente encontrado nas plantas de pau-rosa das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

Max, Min = teor de nutriente foliar máximo e mínimo, respectivamente, de *A. rosaeodora* Ducke da Reserva Florestal Adolpho Ducke; T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).

Este gráfico sugere a deficiência de manganês (Mn) nas plantas de pau-rosa nas clareiras experimentais. Segundo Malavolta (1985), “as folhas mais novas das plantas carentes mostram sintomas a princípio semelhantes aos da falta de ferro – o limbo é

amarelado ou verde-amarelado e as nervuras, com uma estreita faixa de tecido ao longo das mesmas, permanecem verdes” Este sintoma já foi anteriormente demonstrado (ver Figura 14) e pode igualmente estar relacionado com a deficiência deste micronutriente.

A ocorrência de carência de diferentes nutrientes tem a clorose como um sintoma em comum. Nutrientes que tem a clorose verificada nas folhas, em todo o limbo foliar ou entre as nervuras como sintoma de sua deficiência são (Fontes, 2001):

- Clorose uniforme (em todo o limbo foliar): nitrogênio (N), enxofre (S), ferro (Fe);
- Clorose internerval (entre as nervuras): magnésio (Mg), zinco (Zn), manganês (Mn), molibdênio (Mo);
- Clorose marginal (nas margens das folhas): potássio (K).

Assim como a clorose é um sintoma em comum na deficiência de diferentes nutrientes, o mesmo ocorre com outros sintomas, como a necrose. Nutrientes que causam necrose internerval e/ou manchas necróticas como sintomas de deficiência são: molibdênio (Mo), níquel (Ni), cobre (Cu), manganês (Mn), cloro (Cl), magnésio (Mg) e potássio (K) (Fontes, 2001).

A Figura 16 mostra a comparação entre as concentrações foliares mínimas e máximas de zinco (Zn) encontradas para *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da RFAD - Manaus, AM (ver Tabela 8 – Lima, 2001) e as médias dos teores deste micronutriente encontradas nas plantas de pau-rosa das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento:

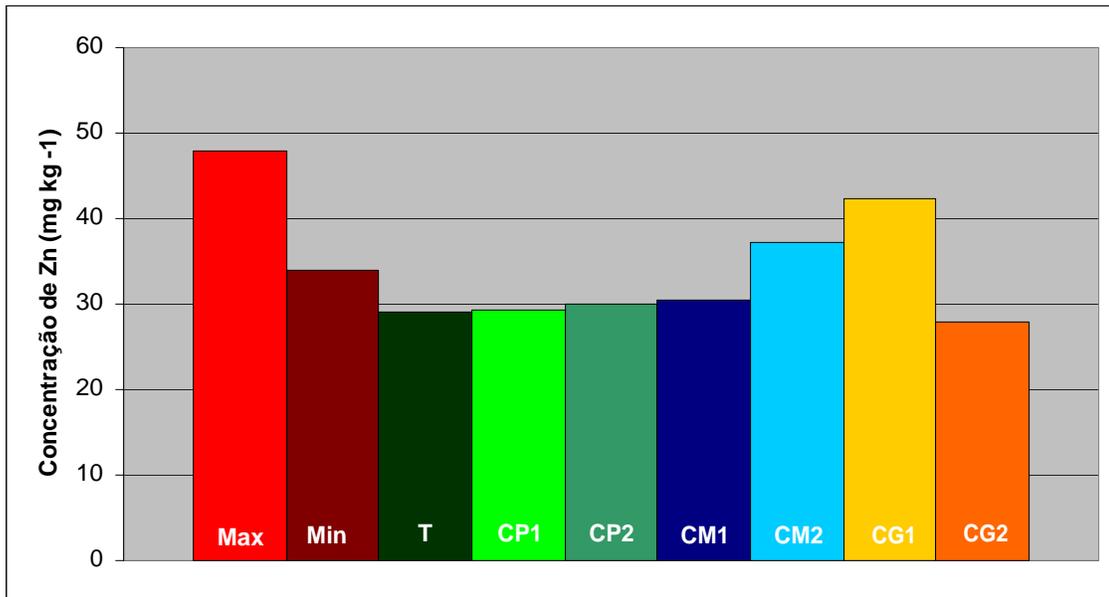


Figura 16: Relação entre as concentrações foliares máximas e mínimas de zinco (Zn) encontradas em *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da Reserva Florestal Adolpho Ducke e o teor médio deste micronutriente encontrado nas plantas de pau-rosa das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

Max, Min = teor de nutriente foliar máximo e mínimo, respectivamente, de *A. rosaeodora* Ducke da Reserva Florestal Adolpho Ducke; T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).

Segundo esta comparação, é possível observar que as plantas de pau-rosa demonstram apresentar teor médio de zinco com valores que tendem a estar abaixo do encontrado por Lima para *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da RFAD (Manaus-AM). Sintomas de deficiência de zinco são, segundo Raven *et al.* (ver **3.5 Nutrição e desenvolvimento vegetal**) redução do tamanho da folha e do comprimento do entrenó, margens das folhas frequentemente distorcidas e clorose internerval; afetando principalmente as folhas mais velhas (Figura 17).



Foto: G. Fonseca - Novembro 2005

Figura 17: Possível sintoma de carência nutricional de zinco (Zn): nervuras verdes sobre fundo clorótico em folhas de planta de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) da clareira experimental CM1 (clareira média=400m²), localizada na EEST-INPA, Manaus-AM.

- Para os macronutrientes:

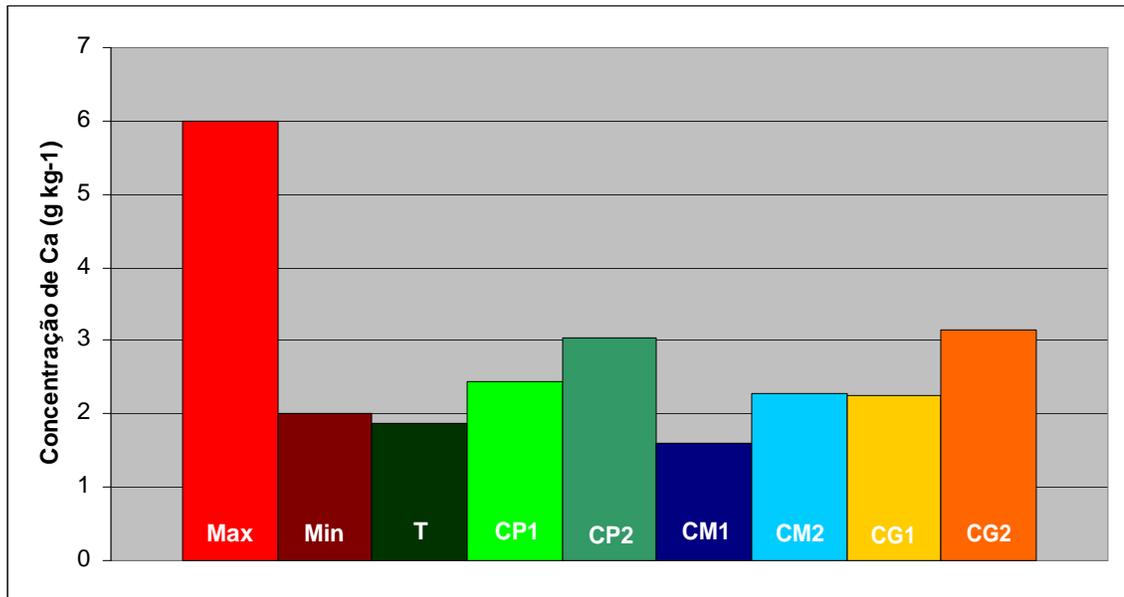


Figura 18: Relação entre as concentrações foliares máximas e mínimas de cálcio (Ca) encontradas em *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da Reserva Florestal Adolpho Ducke e o teor médio deste macronutriente encontrado nas plantas de pau-rosa das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

Max, Min = teor de nutriente foliar máximo e mínimo, respectivamente, de *A. rosaeodora* Ducke da Reserva Florestal Adolpho Ducke; T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).

Observa-se que os valores de concentração foliar de cálcio nos diferentes tratamentos apresentam uma tendência a estar mais próximo dos valores mínimos encontrados por Lima (2001) para *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da RFAD (Manaus-AM). Sintomas da deficiência de cálcio, previamente descritos (ver **3.5 Nutrição e desenvolvimento vegetal**), incluem morte de ápices caulinares e radiculares e deformidade de folhas, que primeiramente adquirem um aspecto enrolado em seus ápices e margens, para em seguida apresentarem a aparência de terem sido cortadas ao morrerem nesses locais (Figura 19).



Figura 19: Possível sintoma de carência nutricional de cálcio (Ca): deformidade foliar e aspecto de corte em folhas de planta de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) na clareira experimental CP2 (clareira pequena=100m²), localizada na EEST-INPA, Manaus-AM

A Figura 20 mostra a comparação entre as concentrações foliares mínimas e máximas de fósforo (P) encontradas para *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da RFAD - Manaus, AM (ver Tabela 8 – Lima, 2001) e o teor médio deste macronutriente encontrado nas plantas de pau-rosa das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento:

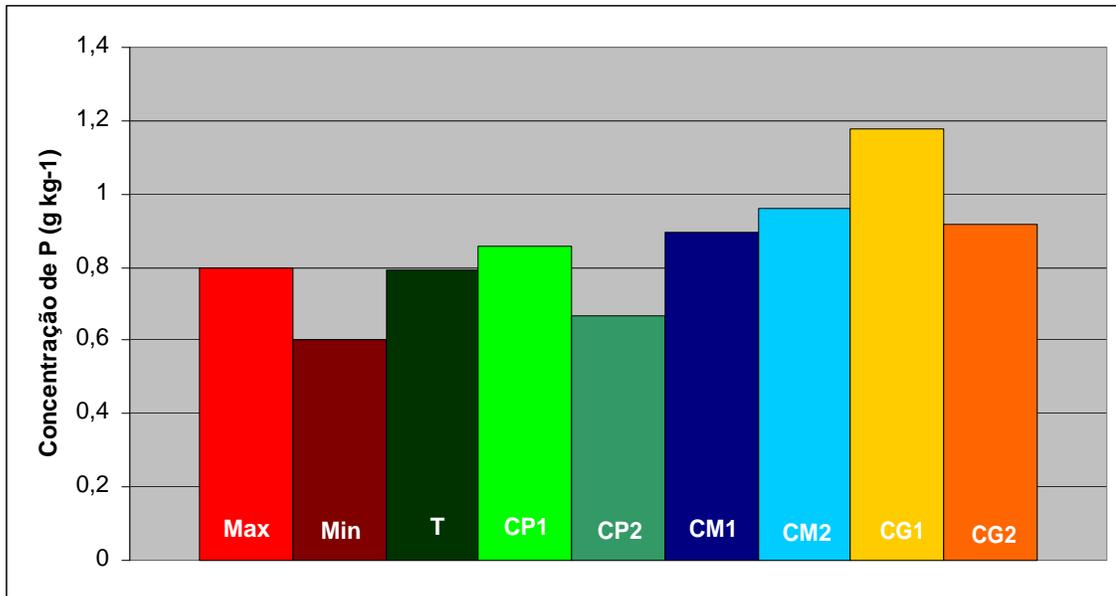


Figura 20: Relação entre as concentrações foliares máximas e mínimas de fósforo (P) encontradas em *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da Reserva Florestal Adolpho Ducke e o teor médio deste macronutriente encontrado nas plantas de pau-rosa das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

Max, Min = teor de nutriente foliar máximo e mínimo, respectivamente, de *A. rosaeodora* Ducke da Reserva Florestal Adolpho Ducke; T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).

Observa-se que os valores dos teores médios de fósforo dos diferentes tratamentos demonstram uma tendência de estarem próximos ou mesmo acima dos valores encontrados por Lima (2001) para *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da RFAD (Manaus-AM). Dessa forma, supõe-se que as plantas de pau-rosa das clareiras da EEST-INPA encontram-se com suas necessidades deste nutriente supridas, não apresentando carência nutricional do mesmo.

Observa-se, a seguir, a comparação entre as concentrações foliares mínimas e máximas de magnésio (Mg) encontradas para *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da RFAD - Manaus, AM (ver Tabela 8 – Lima, 2001) e as médias dos teores deste macronutriente

encontradas nas plantas de pau-rosa das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento (Figura 21):

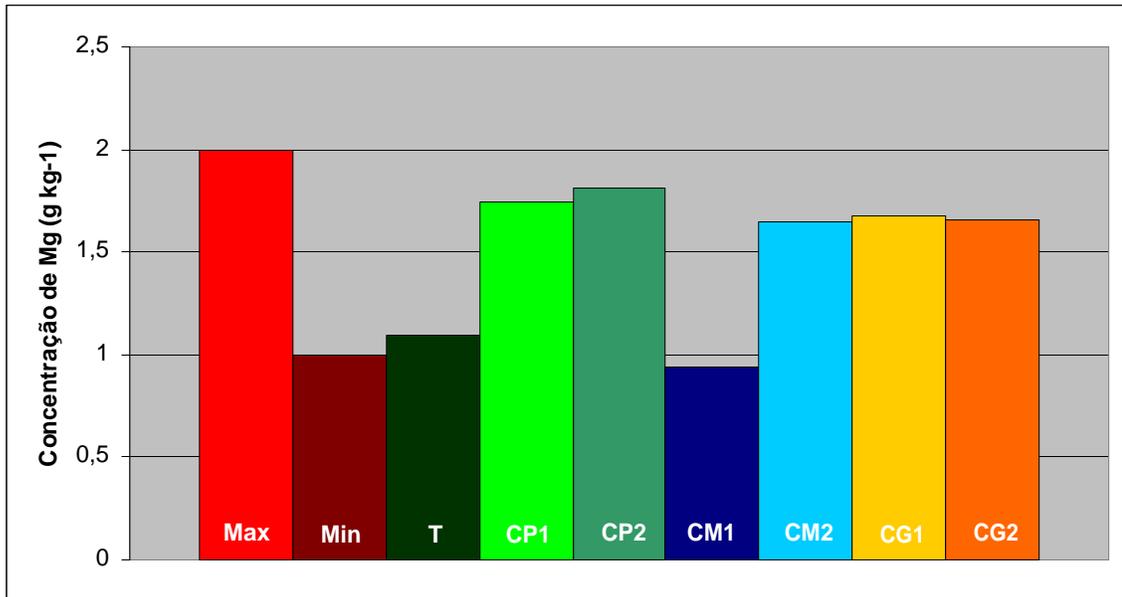


Figura 21: Relação entre as concentrações foliares máximas e mínimas de magnésio (Mg) encontradas em *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da Reserva Florestal Adolpho Ducke e o teor médio deste macronutriente encontrado nas plantas de pau-rosa das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

Max, Min = teor de nutriente foliar máximo e mínimo, respectivamente, de *A. rosaeodora* Ducke da Reserva Florestal Adolpho Ducke; T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).

Através deste gráfico observa-se que os valores médios da concentração de magnésio das plantas de pau-rosa dos diferentes tratamentos apresentam uma tendência a estarem próximos do valor máximo encontrado por Lima (2001) para *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da RFAD (Manaus-AM). Sendo assim é possível supor que, para a maioria dos tratamentos, as necessidades nutricionais de magnésio encontram-se supridas.

A Figura 22 evidencia a comparação entre as concentrações foliares mínimas e máximas de potássio (K) encontradas para *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da RFAD - Manaus, AM (ver Tabela 8 – Lima, 2001) e as médias dos teores deste macronutriente encontradas nas plantas de pau-rosa das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento:

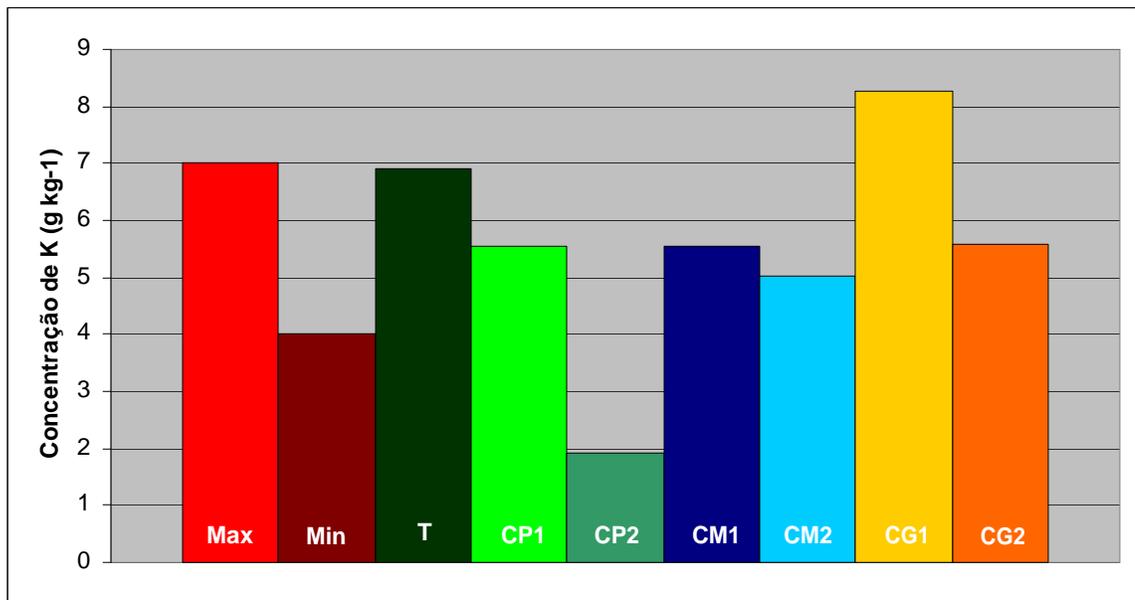


Figura 22: Relação entre as concentrações foliares máximas e mínimas de potássio (K) encontradas em *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da Reserva Florestal Adolpho Ducke e o teor médio deste macronutriente encontrado nas plantas de pau-rosa das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

Max, Min = teor de nutriente foliar máximo e mínimo, respectivamente, de *A. rosaeodora* Ducke da Reserva Florestal Adolpho Ducke; T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).

Observa-se que os valores médios da concentração de potássio das plantas de pau-rosa das clareiras da EEST-INPA estão, em sua maioria, próximos do valor máximo encontrado por Lima (2001) para *A. rosaeodora* Ducke de 35 anos da RFAD (Manaus-

AM). Dessa maneira, é possível supor que a necessidade deste nutriente encontra-se suprida para as plantas de pau-rosa da maioria dos tratamentos da EEST-INPA.

Através dos resultados destas análises torna-se possível concluir que, de maneira geral, os diferentes tratamentos apresentam deficiência de nutrientes minerais em concentrações adequadas para o crescimento e desenvolvimento vegetal. Apesar dos sintomas dessas deficiências terem sido relacionadas com os teores de nutrientes analisados em laboratório, estas também podem indicar carência de nutrientes que não tiveram análise laboratorial realizado para o presente estudo, uma vez que certos sintomas são comuns na deficiência de diferentes nutrientes vegetais.

Foi também realizada uma análise de regressão entre as variáveis média das alturas das plantas de pau-rosa e dos teores dos macro e micronutrientes analisados (ver ANEXO), de modo a verificar se havia uma relação entre as mesmas, ou seja, se a altura das plantas poderia estar sendo influenciada pela concentração de nutrientes dessas plantas, encontrado na análise química do material foliar. Esta relação entre essas variáveis pode melhor ser observada através das Figuras 23 a 27:

- Para os micronutrientes:

A análise de regressão realizada (ver ANEXO) demonstra que as médias das variáveis altura e teor dos micronutrientes não possuem dependência entre si, ou seja, uma não exerce influência sobre a outra, ou mais precisamente, a altura não demonstra ser afetada pelos teores dos micronutrientes presentes nas plantas de pau-rosa das clareiras experimentais. Este resultado se fez presente para as plantas de todos os tratamentos, no que diz respeito aos micronutrientes (Figura 23).

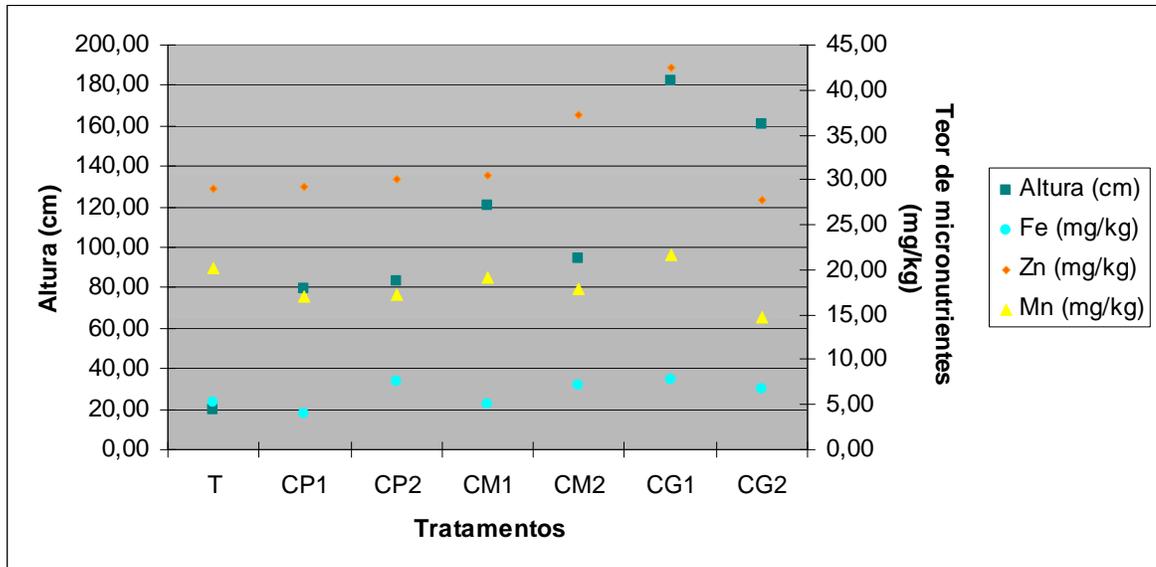


Figura 23: Relação entre médias das alturas das plantas e dos teores de micronutrientes foliares das plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²); Fe = ferro; Zn = zinco; Mn = manganês.

- Para os macronutrientes:

A análise de regressão realizada para os macronutrientes (ver ANEXO) igualmente constatou independência entre as variáveis médias das alturas das plantas de pau-rosa e dos teores de macronutrientes encontrados nas análises químicas de material foliar.

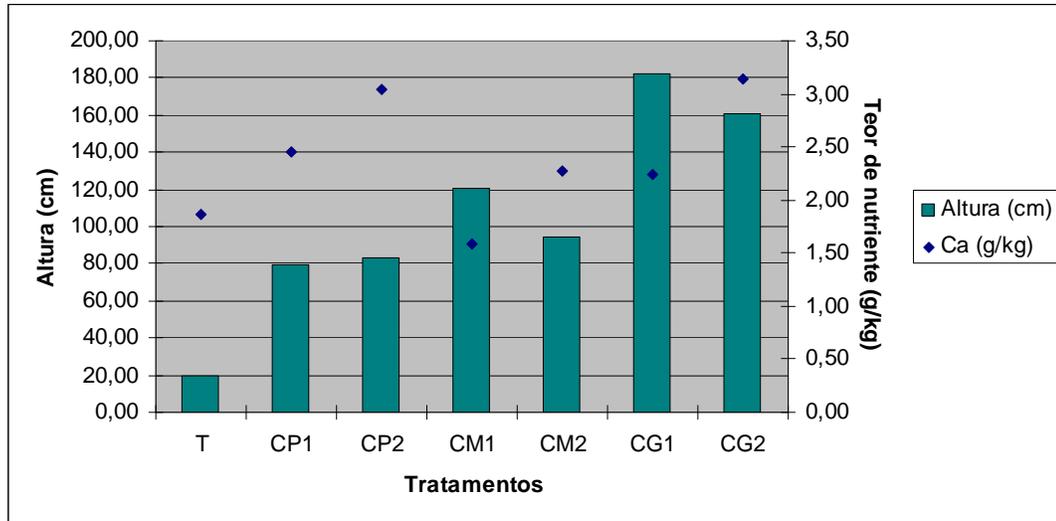


Figura 24: Relação entre médias das alturas das plantas e dos teores do macronutriente foliar Cálcio (Ca) das plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).

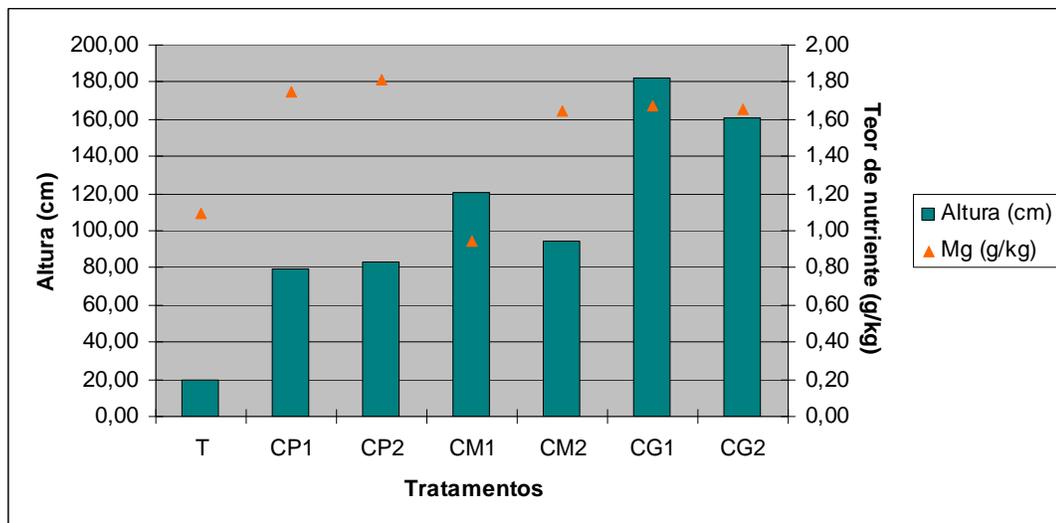


Figura 25: Relação entre médias das alturas das plantas e dos teores do macronutriente foliar Magnésio (Mg) das plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).

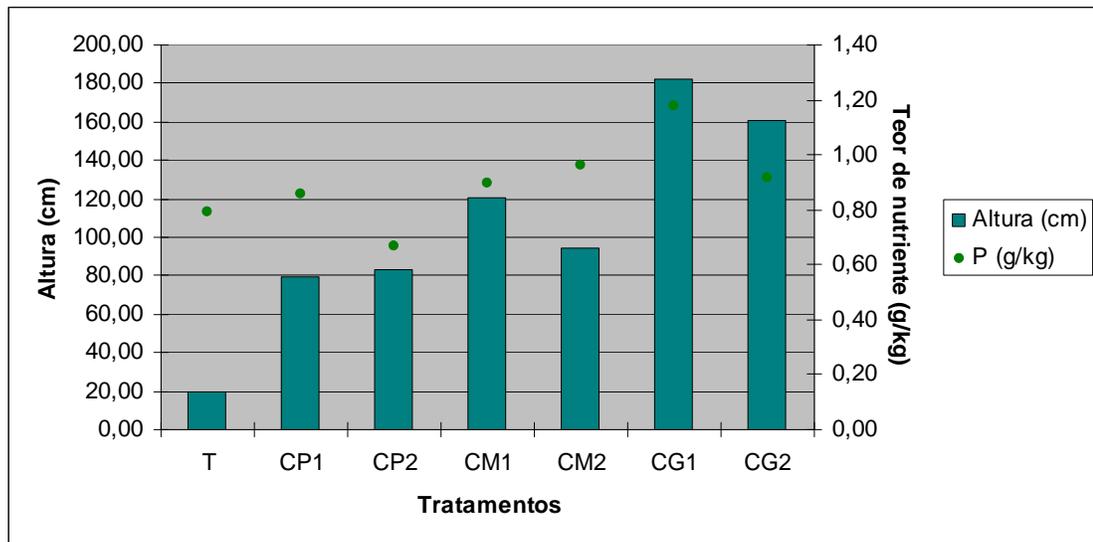


Figura 26: Relação entre médias das alturas das plantas e dos teores do macronutriente foliar Fósforo (P) das plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2= clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2= clareiras médias (400 m²); CG1, CG2= clareiras grandes (576 m²).

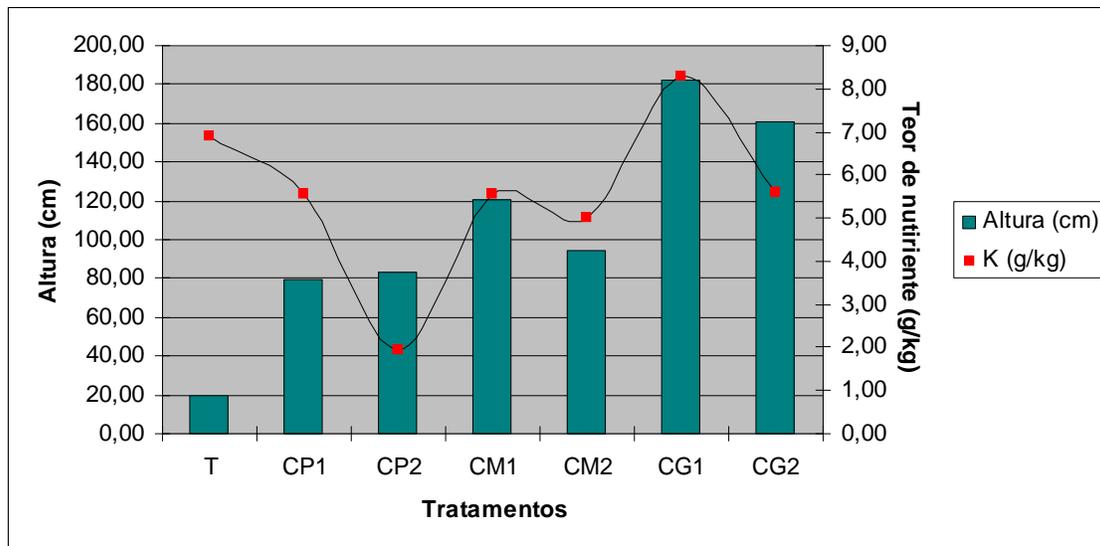


Figura 27: Relação entre médias das alturas das plantas e dos teores do macronutriente foliar Potássio (K) das plantas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) das clareiras experimentais (EEST-INPA, Manaus-AM) por tratamento.

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400 m²); CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).

Foi realizada também uma análise de variância (ANOVA) das médias dos teores de micro e macronutrientes entre os sete tratamentos (ver ANEXO), onde se constatou a presença de diferenças significativas entre os seguintes tratamentos:

- Em relação à concentração de magnésio (Mg): CP1, CP2 e CM1;
- Em relação ao potássio (K): CP2 e CG1;
- Em relação ao ferro (Fe): CP1, CM2 e CG1;
- Em relação ao zinco (Zn): CG1 e CG2.

Estas diferenças não foram constatadas em todos os nutrientes analisados, mas apenas nos citados acima. É possível observar que essas diferenças estão presentes principalmente entre os tratamentos de clareiras pequenas e grandes. Hipóteses que possam vir a explicar esse fenômeno são:

- Localização das clareiras: é possível que as diferentes localizações dos tratamentos apresentem características próprias que permitem a ocorrência dessas variações quanto à concentração de nutrientes nos vegetais presentes nas mesmas, como diferentes tipos de solo na constituição do terreno local, ou áreas que se encontrem em topografias mais baixas ou mais altas em relação às outras, e que por isso possam sofrer influência de lixiviação (processo em que materiais do solo são removidos pela água, geralmente das chuvas, que escorre sobre e sob ele), o que poderia acarretar transferência de materiais, especialmente nutrientes, de um local a outro;
- A abertura das clareiras igualmente poderia influenciar o processo de lixiviação: clareiras de aberturas maiores permitem maior passagem das

águas das chuvas até o solo, o que poderiam tornar a remoção de materiais do solo mais intensa.

Segundo Fontes (2001), “fatores bióticos e abióticos podem induzir padrões de danos similares e/ou confundir padrões típicos de deficiência ou toxidez. Dentre os principais fatores podem ser citados: falta ou excesso de água, temperatura baixa, vento, incidência de pragas e doenças, compactação do solo, danos mecânicos, solos mal preparados, toxicidade de herbicidas. Esses são exemplos de fatores que podem causar sintomas reais de deficiência, quando impedem a absorção e/ou translocação de determinado nutriente na planta. No entanto, podem causar deficiência aparente, provocando apenas sintomas semelhantes aos de deficiência. Em qualquer caso, a eliminação dos sintomas somente ocorrerá quanto o estresse for solucionado”.

Uma hipótese que procura explicar o fenômeno de deficiência nutricional é a ocorrência de doenças ou pragas que ocasionam danos ao sistema radicular ou à parte aérea das plantas (Figura 28), e que podem induzir sintomas parecidos com o de deficiência mineral (Fontes, 2001).



Figura 28: Dano por herbivoria possivelmente ocasionado por insetos fitófagos em folha de planta de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) da clareira experimental CP2 (clareira pequena=100m²), localizada na EEST-INPA, Manaus-AM

Neste caso, a ocorrência de pragas e herbivoria (já mencionada neste estudo) podem ter influenciado os teores de nutrientes vegetais das plantas de pau-rosa nas clareiras.

Ainda segundo Fontes (2001), outros fatores responsáveis pela obtenção de diferentes teores de nutrientes na planta que desconsideram possíveis enganos de amostragem e de análise são:

- Idade da planta;
- Órgão analisado;
- Cultivo;

- Época do ano;
- Método de lavagem, extração e dosagem dos nutrientes nas amostras;
- Porcentagem de água no solo (para os nutrientes determinados na seiva);
- Hora do dia (para os nutrientes determinados na seiva);
- Inadequada produção de matéria seca pela planta, devido a isoladas ou interativas imperfeições edáficas, climáticas, genotípicas e humanas.

Estas hipóteses necessitam de uma análise mais acurada, para o qual são sugeridos estudos posteriores.

5.4 Correlação entre variáveis analisadas

A partir dos valores obtidos nas análises de crescimento relativo, índice de herbivoria e estado nutricional, foram obtidos os seguintes resultados quanto ao cálculo da correlação entre estas variáveis (Tabela 9):

Tabela 9: Seleção dos tratamentos de acordo com o índice de Mulamba & Mock, adaptado por Resende (2006), considerando as variáveis crescimento relativo, índice de herbivoria e estado nutricional.

T = Controle (dossel fechado); CP1, CP2 = clareiras pequenas (100 m²); CM1, CM2 = clareiras médias (400m²), CG1, CG2 = clareiras grandes (576 m²).

Tratamentos	Rank Médio
1º. - CG1	1,8
2º. - CP2	3,6
3º. - CP1	4,1
4º. - CM2	4,2
5º. - CG2	4,3
6º. - T	4,5
7º. - CM1	5,5

Estes resultados estão organizados de acordo com o ranking obtido por cada tratamento. Assim, é possível observar que o tratamento CG1 (Clareira Grande = 576m²) demonstrou maior destaque na correlação entre crescimento relativo, índice de herbivoria e estado nutricional, ou seja, foi onde as plantas de pau-rosa tiveram maior crescimento em altura e diâmetro, apresentavam menor índice de herbivoria e melhor estado nutricional. Novamente estes resultados estão de acordo com o encontrado por Useche (2003), onde maiores aberturas de clareira favorecem o desenvolvimento desta espécie.

Contudo, é possível observar que as clareiras de menor abertura (CP1 e CP2 = 100m²) foram as que apresentaram melhores resultados após o tratamento CG1. As hipóteses anteriormente citadas, como abertura irregular das clareiras e competição com plantas de outras espécies, podem vir a explicar este fenômeno. Assim, sugere-se um estudo específico das mesmas.

6.0 CONCLUSÕES

Os dados obtidos permitem concluir que:

- Diferentes tamanhos de clareira não são um fato que, por si só, influenciem a sobrevivência de plantas de pau-rosa;
- Plantas de pau-rosa demonstram melhor desenvolvimento em altura e diâmetro com abertura de clareiras do que sob dossel fechado;
- A presença de um número relativamente alto de plantas de pau-rosa em um mesmo local não a torna mais ou menos suscetível à herbivoria;
- De maneira geral, as plantas de pau-rosa das clareiras demonstraram carência nutricional;
- A altura das plantas não demonstrou ser influenciada pelas concentrações de micro e macronutrientes presentes nas mesmas.

7.0 RECOMENDAÇÕES

- Desaconselha-se o plantio de pau-rosa sob sombreamento, pois este demonstrou retardar seu desenvolvimento e crescimento;
- Sugere-se um planejamento para suprir a carência nutricional das plantas de pau-rosa da EEST-INPA, tal como o uso de adubos e fertilizantes;
- Sugere-se um planejamento de pesquisa e estudo dos insetos fitófagos que causam dano por herbivoria ao pau-rosa, como um meio de melhor conhecer sua natureza, e assim, facilitar o combate aos mesmos;
- Sugere-se meios alternativos para a extração do óleo de pau-rosa, tais como o uso de galhos e folhas no processo de destilação, assim fazendo-se desnecessária a destruição da árvore e possibilitando a preservação da espécie.

8.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alencar, J. C. & Fernandes, N.P. 1978. Desenvolvimento de árvores nativas em ensaios de espécies. I. Pau-rosa *Aniba duckei* (Kostermans). *Acta Amazônica* 8(4): 523-541.
- Alencar, J. C. & Magalhães, L. M. S. Fenologia do pau-rosa (*Aniba duckei* Kostermans) Lauracea, em floresta primária na Amazonia Central. *Acta Amazônica* ano IX Junho 1979, no. 2
- Almeida, S. S. 1989. Clareiras naturais na Amazônia Central: abundância, distribuição, estrutura e aspectos de colonização vegetal. Tese de mestrado, INPA, Manaus, Amazonas, 125p.
- Anderson, M.C. 1964. Studies of the woodland light climate I. The photographic computation of light conditions. *Journal of Ecology* 52: 27-41.
- Auspurger, C.K. 1984. Light requirements of neotropical tree seedlings: a comparative study of growth and survival. *Journal of Ecology* 72: 777-795.
- Baldochi, D. & Collineau, S. 1994. The physical nature of solar radiation in heterogeneous canopies: Spatial and temporal attributes. In: *Exploration of environmental heterogeneity by plants: Ecophysiological processes above and belowground*. Ed. Cadwell. M. M. & Percy, R. W. 21-71p.
- Barata, L. S.; May, P. H. Exploração de pau-rosa na Amazônia Brasileira: opções para uma produção sustentável. *Economic Botany* 58 (2) pp.257-265. 2004
- Baur, G. N. 1968. *The ecological basis of rain forest management*. Forestry Commission of New South Wales, Sydney.
- Bazzaz, F. A. 1979. The physiological ecology of plant-succession. *Annu Rev Ecol Syst* 10: 351-371.
- Bellingham, P.J.; Tanner, E.V.J.; rich, P.M.; Goodland, T.C.R. 1996. Changes in light below the canopy of a Jamaican montane rainforest after a hurricane. *Journal of Tropical Ecology* 12(5): 699-722p.
- Benincasa, M.M.P. 1986. Análise de crescimento de plantas (Noções básicas). UEP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal – SP.41p.

- Bolstad, P.V.; Gower, S.T.1990. Estimation of leaf area index in fourteen southern Wisconsin Forest stand using a portable radiometer. *Tree Physiol.* 7:115 – 124.
- Bonhomme, R.; Chartier, P. 1972. The interpretation and automatic measurement of hemispherical photographs to obtain sunlit foliage area and gap frequency. *Israel Journal of Agricultural Research* 22: 53-61.
- Brasil, SUDAM. 1971/72. Departamento de Recursos Naturais, Belém. O extrativismo de pau-rosa (*Aniba duckei* Kosterm) – *Aniba rosaeodora* Ducke. SUDAM doc. Amaz., Belém 3(1/4):5-55.
- Brokaw, N.V.L. 1982. The definition of treefall gap and its effect on measures of Forest dynamics. *Biotropical* 14: 158-60.
- Brokaw, N.V.L. 1985. Treefalls, regrowth and community structure in tropical forest. In: Pickett, S.T.A. & white, P.S. (Eds) *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Academic Press, New York. Pp.53-69.
- Brow, N.D.1990. *Dipterocarp Regeneration in Tropical Rain Forest Gap of Different Sizes*. D.Phil thesis, pp. 169, University of Oxford, Oxford.
- Brow, N.D. 1993. The implication of climate and gap microclimate for seedling growth conditions in a Bornea lowland rainforest. *Journal of Tropical Ecology.* 9: 153-168.
- Chason, J.W.; Baldocchi, D.D.; Huston, M.A. *et al.* 1991. A comparison of direct and indirect methods for estimating forest canopy leaf area. *Agric. For. Meteorol.* 57: 107-128.
- Chazdon, R.L.; Pearcy, R.W.; Lee, D.W.; Fetcher, N. 1996. Photosynthetic responses of tropical forest plants to contrasting light environments. In: *Tropical Forest Plant Ecophysiology*. Edited by Muldey, S.S.; Chazdon, R.L. & Smith, A.P. 2-55p.
- Costa, Felipe A.P. L. 2003. *Ecologia, Evolução e o Valor das Pequenas Coisas*. Edição do Autor, Juiz de Fora, 137p.
- Crawley, Michael J. *Insect Herbivores and Plant Population Dynamics*. *Ann. Rev. Entomol.* 1989, 34: 531-64.
- Denslow, J.S.1980. Gap partitioning among tropical rain forest trees. *Biotropica.* 12 (suppl.): 47-55.
- Dirzo, R., Domingues, C. 1995. Plant-animal interactions in mesoamerican tropical dry forest. In: *Seasonally dry tropical forests* (Bullock, S.H.; Money, S. H & Medina, H. A. eds). Cambridge University Press, Cambridge.

- EMBRAPA. 1999. Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. Brasília, DF.
- Evans, G.C. 1972. The quantitative analysis of plant growth. University of California Press, Berkeley.
- Faria, J.M.R.; Davide, A.C.; Botelho, S.A. 1997. Comportamento de espécies florestais em área degradada, com duas adubações de plantio. *ERNER*, **3**(1).
- Fontes, P. C. R. Diagnóstico do estado nutricional das plantas. Editora UFV, Universidade Federal de Viçosa – 2001
- Gonçalves, J.F.C., Barreto, D.C.S., Junior, U.M.S., Fernandes, A.V., Sampaio, P.T.B., Buckeridge, M.S. Growth photosynthesis and stress indicators in young rosewood plants (*Aniba rosaeodora* Ducke) under different light intensities. *Braz. J. Plant Physiol.* 17(3):325-334, 2005.
- Gottlieb, O. R.; Morais, A. A.; Rezende, A. M.; Bulow, M.V. V.; Mourão, J. C.; Marx, M. C.; Rocha, A. I.; Magalhães, M. T. Óleos essenciais de espécies do gênero *Aniba*. *Acta Amazônica* Ano II, Abril 1972, no.1
- Gottlieb *et al.* Óleos essenciais do gênero *Aniba*. *Acta Amazônica* Ano 2 Abril 1972 no.1 pgs 41-43.
- Hartshorn, G.S. 1978. Tree falls and tropical forests dynamics. *In: Tropical Trees as Living Systems*, P.B. Tomlinson and M.H. Zimmerman (Eds.) 617-38, Cambridge University Press, Cambridge.
- Horn, H. S. 1974. The ecology of secondary succession. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 5:25-37.
- Howe, F. 1990. Survival and growth of juvenile *Virola surinamensis* in Panama: effects of herbivory and canopy closure. *Journal of Tropical Ecology* **6**: 259-280.
- Hunt, R. 1982. Plant growth curves: the functional approach to plant growth analysis. Edward Arnold, London.
- IBGE, 1991. Geografia do Brasil – Região Norte, vol. 3. Rio de Janeiro. 307p.
- Kuzlowski, T.T.; Kramer, P.J.; Paltardy, S.G. 1991. The physiological ecology of woody plants. San Diego. Acad. Press.
- Larcher, W. 2000. *Ecofisiologia Vegetal*. Tradução Carlos Henrique Brito de Assis Prado. São Carlos, Rima Artes e Textos. 531p.
- Lima, Amanda Barbosa; Sampaio, Paulo de Tarso B. Avaliação das exportações de macro e micronutrientes da copa de árvores de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) X

Jornada de Iniciação Científica do PIBIC/INPA, 04 a 06 de Julho de 2001, Manaus-AM

- Lowman, M.; Narkarni, M. 1995. Forest canopies. Academic press. 624 pp.
- Magalhães, Luiz Mauro Sampaio, Alencar, Jurandyr Da Cruz. Fenologia do Pau-Rosa (*Aniba Duckei* Kostermans) Lauracea, em Floresta Primária Na Amazônia Central – Acta Amazônica Ano IX Junho 1979, No. 2.
- Marcelo, Nascimento, John Proctor. Leaf herbivory on three species in a monodominant and two other Terra Firme forests on Maracá island, Brasil. Acta Amazonica vol.31, no.1, março 2001
- Magnusson, W.E.; Lima, A.P.; Lima, O. 1996. Group lightning mortality of trees in a Neotropical Forest. *Journal of Tropical Ecology*. **12**: 899-903.
- Malavolta, Eurípedes. 1985. Nutrição mineral. Fisiologia Vegetal Volume 1, 2^a ed. revisada. São Paulo, SP.
- Malvido, Julieta Benitez; Ferraz, Isolde D. Kossman. 1999. Litter Cover Variability Affects Seedling Performance na Herbivory. *Biotropica* **31** (4): 598-606.
- Marenco, R. A.; Goncalves, J.F. and Vieira, G. 2001. Leaf gas exchange and carbohydrates in tropical trees differing in successional status in two light environments in Central Amazonia. *Tree Physiology* 21, 1311-1318.
- Marques, A.S.J.; Varela, V.P.; Melo, Z.L.O. 1999. Influência da cobertura e do sombreamento do canteiro na germinação inicial de plântulas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*). *Acta Amazônica* **29**(2): 303-312.
- Marquis, R. 1984. Leaf herbivores decrease fitness of a tropical plant. *Science* 226:537-539.
- Mesquita, R.C.G. 2000. Management of advanced regeneration in secondary forests of the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management* **130**: 131-140.
- Minitab for Windows Release 12.1 (Minitab Incorporation™).
- Mitja, D.; Lescure, J.P. 1993. etude de la régénération du pau-rosa. In: Lescure, J.P. (Org.) *Extrativism en Amazonie brésilienne. Rapport final de Convention SOFT*. Paris: Ministère de l'Environnement, p. 127-62.
- Morais, A. A., Rezende, C.M. A. M., Von Bulow, M.V., Mourão, J. C., Gottlieb, O. R., Marx, M.C. e Magalhães, M. T. Óleos essenciais de espécies do gênero *Aniba* - Acta Amazônica Ano II, Abril 1972, no.1

- Mulamba, N.N.; Mock, J.J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. *Egypt J. Gen. Cytol.*, Alexandria, v.7, p.40-51, 1978.
- Nascimento, M., Proctor, J. Leaf herbivory on three species in a monodominant and two other terra firme forests on Maracá Island, Brasil. *Acta Amazonica* vol.31, no.1, março 2001.
- Ohashi, Selma Tokyoko; Rosa, Leonilde dos Santos. 2004. Pau rosa *Aniba rosaeodora* Ducke. Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia, n^o 4. Versão on-line ISSN 1679-8058.
- Pais, Mara Patrícia. 1998. Valor Nutritivo e Investimento em Defesa em Folhas de *Didymopanax vinosum* E. March. e sua Relação com a Herbivoria em Três Fisionomias de Cerrado. Tese de Mestrado, USP, Ribeirão Preto, SP, 106p.
- Pancel, Laslo. *Tropical Forestry Handbook*. Volume 1 - Springer-Verlag. Germany, 1993.
- Pearcy, R.W.; Chazdon, R.L.; Gross, L.J.; Mtt, K.A. 1994. Photosynthetic utilization of sunflecks: A temporally patchy resource on a time scale of seconds to minutes. In: *Exploitation of Environmental Heterogeneity by Plants: Ecophysiological Processes Above and Belowground*. Ed. By Caldwell, M.M. & Pearcy, R.W. 175-207p.
- Ranzani, g. 1980. Identificação e caracterização de alguns solos da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA. *Acta Amazônica* **10**(1):7-42.
- Raven, Peter H.; Evert, Ray F.; Eichhorn, Susan E. 2001. *Biologia Vegetal*. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, RJ.
- Resende, Marcos D.V. O Software Selegen-Reml/Blup. Embrapa- Campo Grande, 2006. Copyright N. 00052763 – Instituto Nacional de Propriedade Intelectual.
- Richards, P.W. 1996. *The tropical rain Forest: an ecological study*. Cambridge University Press.
- SAS (Statistical Analysis System) System for Windows 6.11 version/1995, by SAS Institute Inc, Cary, NC, USA.
- Sampaio, P.T.B. 2000. Pau-rosa *Aniba rosaeodora* Ducke. In: *Biodiversidade Amazônica: exemplos e estratégias de utilização*. Por Clay, J.W.; Sampaio, P.T.B.; Clement, C.R. 1.Ed. Manaus: Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico 2000. 409p.

- Sampaio, P.T.B.; Handa, L.; Quisen, R.C. Cultura *in vitro* de embriões e de gemas de mudas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). *Acta Amazônica*, vol.35 (1) 2005: 29-33
- Sampaio, P.T.B. Barbosa, A. P., Vieira, G.Spironello, W.R., Bruno, F.M.S. Biomassa da rebrota de copas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) em plantios sob sombra parcial em floresta primária. *Acta Amazônica*, 2005.
- Sampaio *et al.* Avaliação da rebrota da copa das árvores de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) em sistema de podas sucessivas. *Acta Amazônica*, vol. 37(1) 2007:55-60
- Silva, Silvestre; Leão, Noemi Vianna Martins. ÁRVORES DA AMAZÔNIA – BRASIL. Editora Empresa das Artes, 1ª. Edição, 2006. :
- Smiley, J. T. 1978. Plant chemistry and the evolution of host specificity: new evidence from *Heliconius* and *Passiflora*. *Science* 201: 745-747.
- SUDAM. 1972. Documentos da Amazônia. 3(1/4):5-55;
- SUDAM. 1979. Pesquisas e informações sobre espécies florestais da Amazônia. Departamento de Recursos Naturais, Superintendência para o Desenvolvimento da Amazônia. Belém.
- Tanaka, A. 1998. Ecofisiologia do estabelecimento de plântulas em plantios de enriquecimento em Novo Aripuanã. Dissertação de Mestrado INPA/UA. Manaus, Amazonas. 132p.
- Useche, F. L. 2003. Estabelecimento e desenvolvimento inicial de plântulas de *Aniba Rosaeodora* Ducke em clareiras artificiais. Dissertação de Mestrado – INPA/UFAM, 66p.
- Viana, V. M. 1990. Seed and seedling availability as a basis for management of natural Forest regeneration. *In: Anderson, A., ed. Alternatives to deforestation in Amazonia.* New York, Columbia University Press. P. 99-115.
- Vieira, A.N. 1970. Aspectos silviculturais do Pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Kostermans). I. Estudos preliminares sobre o incremento volumétrico, *Boletim do INPA*, 14:1-15.
- Vieira, A. N. Aspectos silviculturais do “pau-rosa”(*Aniba duckei* Kostermans). *Acta Amazônica* Ano II, Abril 1972, no.1
- Vieira, G. Higuchi, N. 1990. Efeito do tamanho de clareira na regeneração natural em floresta mecanicamente explorada na Amazônia Brasileira. *In: VI CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO* Campos do Jordão, SBS/SBEF, 1973, P.666-672.
- Vieira, G. 1995. Dynamics of the remaining plant population in gaps after logging in the Amazon. *Conference on Forestry and Forest Products Research.* (2): 54-67.

- Vieira, G. 1996. Gap dynamics in managed Amazonian forest: structural and ecophysiological aspects. Thesis of D. Phil at University of Oxford, England, U.K. 162p.
- Whitmore, T.C. 1978. Gaps in the canopy. *In: Tropical trees as living systems.* Cambridge University Press, N.Y., U.S.A. 639-665
- Whitmore, T.C. 1984. Tropical rain forest of the Far East. Oxford University Press, New York.
- Whitmore, T.C. 1990. An introduction to tropical rain forests, (revised end.) pp.226, Clarendon Press, Oxford.
- Whitmore, T.C. 1991. *An introduction to tropical rain forests*, (revised end.) pp.226, Clarendon Press, Oxford.
- Whitmore, T.C.; Brow, N.D.; Swaine, M.D.; Kenned, D.; Goodwin-bailey, G.I.; Gong, W.K. 1993. Use of hemispherical photographs in forests ecology: measurement of gap size and radiation totals in Bornean tropical rain forest. *Journal of Tropical Ecology* **9**: 131-151.

ANEXO

DESENVOLVIMENTO

Medida Inicial - Março 2005

T			CP1			CP2			CM1			CM2			CG1			CG2		
Arv	Alt	Dmt	Arv	Alt	Dmt	Arv	Alt	Dmt	Arv	Alt	Dmt	Arv	Alt	Dmt	Arv	Alt	Dmt	Arv	Alt	Dmt
1	19	3,65	1	61	10,00	1	74	9,88	1	82	13,16	1	60	9,04	1	-	-	1	179	16,22
2	13	4,25	2	66	12,42	2	76	11,41	2	70	12,49	2	58	9,01	2	77	9,82	2	117	13
3	19	5,31	3	-	-	3	39	9,82	3	48	12,52	3	30	14,08	3	219	15,89	3	182	18,41
4	-	-	4	83	12,10	4	103	13,6	4	85	10,96	4	145	15,71	4	77	16,91	4	216	20,7
5	-	-	5	62	9,54	5	-	-	5	114	10,46	5	35	9,23	5	-	-	5	-	-
6	-	-	6	-	-	6	-	-	6	45	6,35	6	59	9,86	6	2	16,90	6	138	14,06
7	19	4,51	7	-	-	7	35	5,8	7	101	11,65	7	-	-	7	197	18,21	7	-	-
8	26	2,87	8	29	6,40	8	69	8,56	8	89	13,76	8	-	-	8	-	-	8	156	14,22
9	-	-	9	51	7,78	9	160	11,52	9	150	11,49	9	-	-	9	-	-	9	119	13,51
10	17	2,42	10	-	-	10	119	12,77	10	-	-	10	-	-	10	-	-	10	169	17,15
11	-	-	11	-	-	11	23	8,83	11	-	-	11	144	14,87	11	57	11,97	11	-	-
12	21	3,2	12	-	-	12	58	10,98	12	-	-	12	162	12,96	12	-	-	12	78	11,42
13	-	-	13	-	-	13	170	9,81	13	157	15,98	13	73	9,71	13	147	12,02	13	156	15,68
14	14	2,76	14	47	7,65	14	-	-	14	47	12,85	14	117	13,93	14	101	14,98	14	113	12,7
15	24	4,2	15	-	-	15	49	10,85	15	-	-	15	157	13,55	15	117	10,45	15	280	18,44
16	-	-	16	-	-	16	138	13,4	16	-	-	16	35	7,22	16	159	12,93	16	233	20,81
17	17	2,95	17	-	-	17	-	-	17	58	10,09	17	84	13,6	17	247	17,11	17	125	15,85
18	18	2,68	18	37	6,46	18	49	10,83	18	44	12,8	18	100	12,3	18	-	-	18	184	20,76
19	20	3,52	19	64	9,50	19	144	15,35	19	161	16,9	19	56	9,22	19	-	-	19	96	14,29
20	20	2,93	20	-	-	20	60	11,88	20	171	18,84	20	122	11,03	20	177	13,01	20	-	-

Espaços em branco referem-se à plantas mortas

Arv=árvore

Alt=altura (cm)

Dm=diâmetro (mm)

T=controle (dossel fechado)

CP1, CP2= clareiras pequenas (100 m²)

CM1, CM2= clareiras médias (400m²)

CG1, CG2=clareiras grandes (576 m²)

Medida Inicial - Março 2005 (Continuação)

T			CP1			CP2			CM1			CM2			CG1			CG2		
Arv	Alt	Dmt	Arv	Alt	Dmt	Arv	Alt	Dmt	Arv	Alt	Dmt	Arv	Alt	Dmt	Arv	Alt	Dmt	Arv	Alt	Dmt
21	15	2,93	21	47	10,20	21	74	8,89	21	112	12,89	21	124	13,16	21	105	14,99	21	167	17,75
22	21	4,52	22	50	11,22	22	-	-	22	94	14,11	22	169	16,02	22	-	-	22	210	19,42
23	16	4,38	23	-	-	23	90	12,41	23	-	-	23	129	13,04	23	137	13,13	23	170	15,2
24	-	-	24	-	-	24	111	10,99	24	149	16,71	24	-	-	24	146	18,87	24	134	16,55
25	14	4,33	25	-	-	25	41	6,04	25	163	13,96	25	49	7,1	25	-	-	25	72	10,21
26	14	4,2	26	-	-	26	49	6,42	26	64	9,81	26	65	11,6	26	198	19,91	26	100	15,07
27	14	3,37	27	-	-	27	18	4,52	27	30	10,03	27	-	-	27	171	13,19	27	156	15,9
28	7	4,2	28	28	8,37	28	-	-	28	139	13,86	28	78	10,37	28	-	-	28	101	13,06
29	-	-	29	35	10,40	29	69	12,86	29	163	15,65	29	-	-	29	-	-	29	-	-
30	-	-	30	-	-	30	-	-	30	168	17,84	30	82	11,08	30	-	-	30	-	-
31	14	4,47	31	-	-	31	120	11,06	31	98	9,94	31	82	9,82	31	149	15,11	31	144	13,39
32	17	5,81	32	-	-	32	-	-	32	104	13,24	32	-	-	32	168	17,77	32	12	10,8
33	17	4,57	33	64	10,39	33	-	-	33	-	-	33	150	15,38	33	51	10,00	33	63	8,06
34	24	5,36	34	73	10,70	34	63	11,85	34	135	13,56	34	-	-	34	182	18,57	34	146	18,92
35	18	4,62	35	54	7,79	35	53	9,74	35	-	-	35	63	8,7	35	125	14,72	35	202	21,68
36	12	3,09	36	80	9,94	36	-	-	36	-	-	36	-	-	36	197	18,11	36	-	-
37	-	-	37	61	7,90	37	63	9,62	37	-	-	37	-	-	37	-	-	37	-	-
38	-	-	38	42	6,75	38	79	11,3	38	-	-	38	-	-	38	-	-	38	-	-
39	-	-	39	59	8,62	39	-	-	39	-	-	39	-	-	39	-	-	39	-	-

Espaços em branco referem-se à plantas mortas

Arv=árvore

Alt=altura (cm)

Dm=diâmetro (mm)

T=controle (dossel fechado)

CP1, CP2= clareiras pequenas (100 m²)

CM1, CM2= clareiras médias (400m²)

CG1, CG2=clareiras grandes (576 m²)

Medida Final - Novembro 2005

T			CP1			CP2			CM1			CM2			CG1			CG2		
Arv	Alt	Dmt	Arv	Alt	Dmt	Arv	Alt	Dmt	Arv	Alt	Dmt	Arv	Alt	Dmt	Arv	Alt	Dmt	Arv	Alt	Dmt
1	21	3,82	1	85	12,12	1	93	11,72	1	102	12,54	1	75	9,28	1	-	-	1	185	17,12
2	16	4,26	2	83	14,00	2	85	11,94	2	100	15,78	2	62	10,73	2	108	13,47	2	123	13,18
3	21	6,5	3	-	-	3	70	9,96	3	62	17,30	3	68	12,27	3	279	25,20	3	209	19,60
4	-	-	4	125	13,36	4	131	14,27	4	80	13,47	4	172	17,60	4	94	18,90	4	263	23,37
5	-	-	5	140	11,93	5	-	-	5	133	12,63	5	43	9,61	5	-	-	5	-	-
6	-	-	6	94	11,37	6	-	-	6	62	9,79	6	40	11,16	6	192	18,03	6	156	17,19
7	20	4,92	7	-	-	7	44	7,94	7	119	14,27	7	-	-	7	219	20,41	7	-	-
8	27	4,24	8	59	10,80	8	101	9,49	8	110	15,34	8	-	-	8	-	-	8	185	15,44
9	-	-	9	60	8,13	9	27	4,45	9	102	13,75	9	-	-	9	-	-	9	169	14,70
10	18	4,27	10	-	-	10	139	15,09	10	-	-	10	-	-	10	-	-	10	186	19,59
11	-	-	11	-	-	11	36	11,43	11	-	-	11	103	16,69	11	85	14,45	11	-	-
12	22	4,73	12	-	-	12	82	12,30	12	-	-	12	158	14,07	12	-	-	12	105	12,57
13	-	-	13	-	-	13	153	12,26	13	190	19,63	13	89	11,10	13	180	16,62	13	171	17,39
14	15	2,94	14	80	9,27	14	-	-	14	47	13,54	14	152	15,03	14	139	19,95	14	124	14,40
15	25	5,05	15	-	-	15	76	11,74	15	-	-	15	172	14,81	15	139	15,33	15	-	-
16	-	-	16	-	-	16	152	16,22	16	-	-	16	47	8,46	16	187	16,10	16	261	25,94
17	19	4,36	17	-	-	17	-	-	17	53	10,93	17	99	15,80	17	290	19,68	17	152	21,42
18	19	4,08	18	90	9,47	18	59	12,60	18	70	13,15	18	113	13,25	18	-	-	18	206	22,64
19	22	5,10	19	90	10,11	19	182	17,11	19	227	18,45	19	60	10,47	19	-	-	19	116	16,34
20	21	4,61	20	-	-	20	76	13,15	20	143	20,13	20	202	14,90	20	216	19,81	20	-	-

Espaços em branco referem-se à plantas mortas

Arv=árvore

Alt=altura (cm)

Dm=diâmetro (mm)

T=controle (dossel fechado)

CP1, CP2= clareiras pequenas (100 m²)

CM1, CM2= clareiras médias (400m²)

CG1, CG2=clareiras grandes (576 m²)

Medida Final - Novembro 2005 (Continuação)

T			CP1			CP2			CM1			CM2			CG1			CG2		
Arv	Alt	Dmt	Arv	Alt	Dmt	Arv	Alt	Dmt	Arv	Alt	Dmt	Arv	Alt	Dmt	Arv	Alt	Dmt	Arv	Alt	Dmt
21	16	4,76	21	63	12,92	21	110	10,33	21	104	12,91	21	128	16,52	21	196	16,78	21	197	19,88
22	22	4,56	22	89	11,58	22	-	-	22	46	14,63	22	203	17,49	22	-	-	22	224	20,83
23	18	4,47	23	-	-	23	111	13,94	23	-	-	23	157	15,37	23	2	22,77	23	204	17,20
24	-	-	24	-	-	24	142	15,10	24	160	16,88	24	-	-	24	164	20,76	24	140	17,97
25	16	4,87	25	-	-	25	54	7,08	25	185	16,16	25	53	7,55	25	-	-	25	84	10,82
26	15	5,17	26	-	-	26	70	8,16	26	87	13,12	26	58	11,21	26	232	22,13	26	137	15,46
27	15	4,89	27	42	8,33	27	18	4,78	27	38	10,45	27	-	-	27	208	16,63	27	160	18,02
28	9	6,29	28	80	9,32	28	-	-	28	136	16,33	28	86	10,48	28	-	-	28	119	13,38
29	-	-	29	65	10,68	29	114	14,21	29	173	23,73	29	-	-	29	-	-	29	-	-
30	-	-	30	-	-	30	-	-	30	162	18,46	30	103	13,58	30	-	-	30	-	-
31	15	4,60	31	-	-	31	102	12,76	31	116	10,84	31	102	11,15	31	187	17,73	31	166	17,27
32	18	7,32	32	-	-	32	-	-	32	70	15,02	32	-	-	32	194	20,19	32	7	8,82
33	18	4,63	33	90	11,27	33	-	-	33	-	-	33	117	17,06	33	66	13,84	33	78	10,60
34	25	5,65	34	82	13,02	34	77	12,77	34	151	14,24	34	-	-	34	211	20,07	34	177	20,80
35	18	4,93	35	140	11,52	35	79	10,77	35	-	-	35	76	8,93	35	145	16,02	35	278	24,16
36	13	3,74	36	114	11,28	36	-	-	36	-	-	36	-	-	36	228	20,46	36	-	-
37	-	-	37	98	12,07	37	91	9,90	37	-	-	37	-	-	37	-	-	37	-	-
38	-	-	38	58	8,90	38	97	12,75	38	-	-	38	-	-	38	-	-	38	-	-
39	-	-	39	79	11,51	39	-	-	39	-	-	39	-	-	39	-	-	39	-	-

Espaços em branco referem-se à plantas mortas

Arv=árvore

Alt=altura (cm)

Dm=diâmetro (mm)

T=controle (dossel fechado)

CP1, CP2= clareiras pequenas (100 m²)

CM1, CM2= clareiras médias (400m²)

CG1, CG2=clareiras grandes (576 m²)

CRESCIMENTO RELATIVO

T			CP1			CP2			CM1			CM2			CG1			CG2		
Arv	CRA	CRD	Arv	CRA	CRD	Arv	CRA	CRD	Arv	CRA	CRD	Arv	CRA	CRD	Arv	CRA	CRD	Arv	CRA	CRD
1	0,013	0,006	1	0,041	0,024	1	0,029	0,021	1	0,027	-0,006	1	0,028	0,003	1	-	-	1	0,00	0,01
2	0,026	0,000	2	0,029	0,015	2	0,014	0,003	2	0,045	0,029	2	0,008	0,022	2	3,88	0,04	2	0,01	0,00
3	0,013	0,025	3	-	-	3	0,073	0,002	3	0,484	0,040	3	0,016	-0,017	3	7,50	0,06	3	0,02	0,01
4	-	-	4	-0,909	0,012	4	0,030	0,047	4	-0,008	0,026	4	0,021	0,014	4	2,13	0,01	4	0,02	0,02
5	-	-	5	0,102	0,012	5	-	-	5	0,019	0,024	5	0,026	0,005	5	-	-	5	-	-
6	-	-	6	-	-	6	-	-	6	0,040	0,025	6	-0,049	0,015	6	23,78	0,01	6	0,02	0,03
7	0,006	0,011	7	-	-	7	0,029	0,039	7	0,021	0,014	7	-	-	7	2,75	0,01	7	-	-
8	0,005	0,049	8	0,089	0,065	8	0,048	0,013	8	0,026	0,014	8	-	-	8	-	-	8	0,02	0,01
9	-	-	9	0,163	0,044	9	-	-	9	-0,048	0,022	9	-	-	9	-	-	9	0,04	0,01
10	0,007	0,071	10	-	-	10	0,019	0,021	10	-	-	10	-	-	10	-	-	10	0,01	0,02
11	-	-	11	-	-	11	0,056	0,032	11	-	-	11	-0,042	0,014	11	3,50	0,02	11	-	-
12	0,006	0,049	12	-	-	12	0,043	0,014	12	-	-	12	-0,003	0,010	12	-	-	12	0,04	0,01
13	-	-	13	-	-	13	-0,013	0,028	13	0,024	0,026	13	0,025	0,017	13	4,13	0,04	13	0,01	0,01
14	0,009	0,008	14	0,066	0,024	14	-	-	14	0,000	0,007	14	0,033	0,010	14	4,75	0,04	14	0,01	0,02
15	0,005	0,023	15	-	-	15	0,055	0,010	15	-	-	15	0,011	0,011	15	2,75	0,05	15	-	-
16	-	-	16	-	-	16	0,012	0,024	16	-	-	16	0,037	0,020	16	3,50	0,03	16	0,01	0,03
17	0,014	0,049	17	-	-	17	-	-	17	0,508	0,010	17	0,021	0,019	17	5,38	0,02	17	0,02	0,04
18	0,007	0,053	18	0,111	0,048	18	0,023	0,019	18	0,058	0,003	18	0,015	0,009	18	-	-	18	0,01	0,01
19	0,012	0,046	19	0,043	0,008	19	0,029	0,014	19	0,043	0,011	19	0,009	0,016	19	-	-	19	0,02	0,02
20	0,006	0,057	20	-	-	20	0,030	0,013	20	-0,022	0,008	20	0,063	0,038	20	4,88	0,05	20	-	-

Espaços em branco referem-se à plantas mortas

Arv=árvore

CRA=crescimento relativo em altura

CRD=crescimento relativo em diâmetro

T=controle (dossel fechado)

CP1, CP2= clareiras pequenas (100 m²)

CM1, CM2= clareiras médias (400m²)

CG1, CG2=clareiras grandes (576 m²)

CRESCIMENTO RELATIVO (Continuação)

T			CP1			CP2			CM1			CM2			CG1			CG2		
Arv	CRA	CRD	Arv	CRA	CRD	Arv	CRA	CRD	Arv	CRA	CRD	Arv	CRA	CRD	Arv	CRA	CRD	Arv	CRA	CRD
21	0,008	0,061	21	0,037	0,030	21	0,050	0,019	21	-0,009	0,000	21	0,004	0,028	21	11,38	0,01	21	0,02	0,01
22	0,006	0,001	22	0,072	0,004	22	-	-	22	-0,089	0,005	22	0,023	0,011	22	-	-	22	0,01	0,01
23	0,015	0,003	23	-	-	23	0,026	0,015	23	-	-	23	0,025	0,021	23	-16,84	0,07	23	0,02	0,02
24	-	-	24	-	-	24	0,031	0,040	24	0,009	0,001	24	-	-	24	2,25	0,01	24	0,01	0,01
25	0,017	0,015	25	-	-	25	0,034	0,020	25	0,016	0,018	25	0,010	0,008	25	-	-	25	0,02	0,01
26	0,009	0,026	26	-	-	26	0,045	0,030	26	0,038	0,036	26	-0,014	-0,004	26	4,25	0,01	26	0,04	0,00
27	0,009	0,047	27	-	-	27	0,000	0,007	27	0,030	0,005	27	-	-	27	4,63	0,03	27	0,00	0,02
28	0,031	0,050	28	0,131	0,013	28	-	-	28	-0,003	0,020	28	0,012	0,001	28	-	-	28	0,02	0,00
29	-	-	29	0,077	0,003	29	0,063	0,012	29	0,007	0,052	29	-	-	29	-	-	29	-	-
30	-	-	30	-	-	30	-	-	30	-0,005	0,004	30	0,029	0,025	30	-	-	30	-	-
31	0,009	0,004	31	-	-	31	-0,020	0,018	31	0,021	0,011	31	0,027	0,016	31	4,75	0,02	31	0,02	0,03
32	0,007	0,231	32	-	-	32	-	-	32	-0,049	0,016	32	-	-	32	3,25	0,02	32	-	-
33	0,007	0,002	33	0,043	0,010	33	-	-	33	-	-	33	-0,031	0,013	33	1,88	0,04	33	0,03	0,03
34	0,005	0,007	34	0,015	0,025	34	0,025	0,009	34	0,014	0,006	34	-	-	34	3,63	0,01	34	0,02	0,01
35	0,000	0,008	35	0,119	0,049	35	0,050	0,013	35	-	-	35	0,023	0,003	35	2,50	0,01	35	0,04	0,01
36	0,010	0,024	36	0,044	0,016	36	-	-	36	-	-	36	-	-	36	3,88	0,02	36	-	-
37	-	-	37	0,059	0,053	37	0,046	0,004	37	-	-	37	-	-	37	-	-	37	-	-
38	-	-	38	0,040	0,035	38	0,026	0,015	38	-	-	38	-	-	38	-	-	38	-	-
39	-	-	39	0,510	0,036	39	-	-	39	-	-	39	-	-	39	-	-	39	-	-

Espaços em branco referem-se à plantas mortas

Arv=árvore

CRA=crescimento relativo em altura

CRD=crescimento relativo em diâmetro

T=controle (dossel fechado)

CP1, CP2= clareiras pequenas (100 m²)

CM1, CM2= clareiras médias (400m²)

CG1, CG2=clareiras grandes (576 m²)

The SAS System 1

General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
TRAT	7	CG1 CG2 CM1 CM2 CP1 CP2 T

Number of observations in data set = 273

NOTE: Due to missing values, only 174 observations can be used in this analysis.

The SAS System 2

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: CRA (CRESCIMENTO RELATIVO EM ALTURA)

Source	DF	Sum of Squares	Mean
Square	F Value	Pr > F	
Model	6	332.21928117	
55.36988019	10.10	0.0001	
Error	167	915.40550091	
5.48147007			
Corrected Total	173	1247.62478208	
MSE	R-Square	C.V.	Root
	CRA Mean		
2.34125395	0.266281	413.9451	
	0.56559532		

Source	DF	Type I SS	Mean
Square	F Value	Pr > F	
TRAT	6	332.21928117	
55.36988019	10.10	0.0001	

Source	DF	Type III SS	Mean
Square	F Value	Pr > F	
TRAT	6	332.21928117	
55.36988019	10.10	0.0001	

The SAS System 3

General Linear Models Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: CRA(CRESCIMENTO RELATIVO EM ALTURA)

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type. II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 167 MSE= 5.48147
Critical Value of Studentized Range= 4.221
Minimum Significant Difference= 1.996
WARNING: Cell sizes are not equal.
Harmonic Mean of cell sizes= 24.5125

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	4.1059	23	CG1
B	0.0443	27	CM1
B			
B	0.0443	19	CP1
B			
B	0.0317	26	CP2
B			
B	0.0196	27	CG2
B			
B	0.0125	26	CM2
B			
B	0.0100	26	T

The SAS System 4

General Linear Models Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
TRAT	7	CG1 CG2 CM1 CM2 CP1 CP2 T

Number of observations in data set = 273

NOTE: Due to missing values, only 174 observations can be used in this analysis.

The SAS System 5

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: CRD (CRESCIMENTO RELATIVO EM DIÂMETRO)

Source	F Value	DF	Sum of Squares	Mean
Square		Pr > F		
Model		6	0.01057567	
0.00176261	3.76	0.0015		
Error		167	0.07821045	
0.00046833				
Corrected Total		173	0.08878612	

MSE	R-Square	C.V.	Root
	CRD Mean		
	0.119114	102.3155	
0.02164084	0.02115109		

Source	F Value	DF	Type I SS	Mean
Square		Pr > F		
TRAT		6	0.01057567	
0.00176261	3.76	0.0015		

Source	F Value	DF	Type III SS	Mean
Square		Pr > F		
TRAT		6	0.01057567	
0.00176261	3.76	0.0015		

The SAS System 6

General Linear Models Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: CRD (CRESCIMENTO RELATIVO EM DIÂMETRO)

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type. II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 167 MSE= 0.000468
Critical Value of Studentized Range= 4.221
Minimum Significant Difference= 0.0184
WARNING: Cell sizes are not equal.
Harmonic Mean of cell sizes= 24.5125

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping		Mean	N	TRAT
	A	0.035494	26	T
	A			
B	A	0.027294	23	CG1
B	A			
B	A	0.025872	19	CP1
B	A			
B	A	0.018659	26	CP2
B				
B		0.015855	27	CM1
B				
B		0.014692	27	CG2
B				
B		0.012624	26	CM2

HERBIVORIA

Porcentagem de Herbivoria

CP1											CP2										
Arv	8		6		18		28		37		Arv	9		10		24		31		38	
%	7	0	0	5	3	0	0	1	1	0	%	1	0	80	3	45	0	1	30	65	40
	5	0	5	2	5	0	0	1	2	7		3	0	35	5	50	75	5	10	70	0
	1	0	1	0	4	1	1	0	0	0		0	0	10	5	10	30	7	0	2	30
	10	5	15	3	1	2	3	0	20	3		0	0	10	5	5	30	3	35	5	45
	15	7	45	10	3	0	0	0	10	4		0	0	20	5	0	5	6	3	10	20
CM1											CM2										
Arv	5		9		13		21		30		Arv	5		11		21		23		30	
%	90	75	75	90	35	100	0	5	45	100	%	0	0	10	100	0	25	15	20	0	0
	95	100	0	90	85	100	0	90	60	70		0	0	25	20	5	15	15	40	0	25
	95	100	5	65	35	100	20	3	40	100		0	0	45	0	40	65	55	15	20	0
	25	60	35	35	90	85	15	3	100	100		0	0	15	0	10	0	45	25	3	0
	30	30	10	45	5	0	2	2	100	100		0	0	40	5	30	0	75	40	3	25
CG1											CG2										
Arv	6		11		13		23		35		Arv	3		6		14		22		34	
%	30	0	0	5	20	15	80	75	95	5	%	50	90	5	85	90	55	75	90	90	30
	0	3	3	30	25	40	90	10	40	70		60	15	15	95	15	100	90	90	0	30
	0	5	80	0	10	25	85	95	100	65		40	30	80	100	95	95	90	15	0	45
	20	0	10	0	10	3	20	25	45	80		30	20	95	90	35	20	95	1	40	5
	5	0	0	25	20	90	45	23	80	80		45	15	95	5	95	20	5	0	75	7
T																					
Arv	1	2	8	22	33	34															
%	15	0	0	25	0	0															
	45	0	30	0	0	5															
	0	40	30	5	0	0															
	20	35	5		80	10															
	15	35	8		10	0															
	5	100			30	10															

10 folhas/árvore

Arv: árvore

%; porcentagem de herbivoria

T=controle (dossel fechado)

CP1, CP2= clareiras pequenas (100 m²)

CM1, CM2= clareiras médias (400m²)

CG1, CG2=clareiras grandes (576 m²)

ANOVA ANÁLISE DE VARIAÇÃO

One-way Analysis of Variance

Analysis of Variance for **HERBIVORIA**

Source	DF	SS	MS	F	P
trat	6	0,3774	0,0629	1,51	0,210
Error	29	1,2082	0,0417		
Total	35	1,5857			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	-----+-----+-----+-----+
CP1	5	0,1552	0,1089	(-----*-----)
CP2	5	0,0966	0,0468	(-----*-----)
CM1	5	0,2398	0,3718	(-----*-----)
CM2	5	0,1228	0,1667	(-----*-----)
CG1	5	0,0842	0,0641	(-----*-----)
CG2	5	0,1062	0,0975	(-----*-----)
T	6	0,3772	0,2945	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+

Pooled StDev = 0,2041 0,00 0,20 0,40 0,60

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500

Individual error rate = 0,00367

Critical value = 4,47

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	CP1	CP2	CM1	CM2	CG1	CG2
CP2	-0,3494					
	0,4666					
CM1	-0,4926	-0,5512				
	0,3234	0,2648				
CM2	-0,3756	-0,4342	-0,2910			
	0,4404	0,3818	0,5250			
CG1	-0,3370	-0,3956	-0,2524	-0,3694		
	0,4790	0,4204	0,5636	0,4466		
CG2	-0,3590	-0,4176	-0,2744	-0,3914	-0,4300	
	0,4570	0,3984	0,5416	0,4246	0,3860	
T	-0,6126	-0,6712	-0,5280	-0,6450	-0,6836	-0,6616
	0,1687	0,1101	0,2533	0,1363	0,0977	0,1197

➤ **IC (não é igual a 0) (+, +) ou (-, -) há diferença, apresentam diferenças dos tratamentos, rejeitam Ho.**

➤ **IC (= 0), (-, +) não há diferença, os tratamentos são iguais, não rejeita Ho.**

NUTRIÇÃO VEGETAL

ANOVA ANÁLISE DE VARIAÇÃO

➤ **IC (não é igual a 0) (+, +) ou (-, -) há diferença, apresentam diferenças dos tratamentos, rejeitam H_0 .**

➤ **IC (esta 0), (-, +) não há diferença, os tratamentos são iguais, não rejeita H_0 .**

CÁLCIO

Analysis of Variance for Ca					
Source	DF	SS	MS	F	P
Tratamentos	6	9,70	1,62	1,33	0,277
Error	28	34,02	1,21		
Total	34	43,72			

Tem diferença entre tratamentos

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
T	5	1,8640	0,5940
CP1	5	2,4520	0,8640
CP2	5	3,0480	1,5680
CM1	5	1,5920	0,6180
CM2	5	2,2720	1,1650
CG1	5	2,2440	0,4240

Pooled StDev = 1,102 1,0 2,0 3,0 4,0

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500

Individual error rate = 0,00363

Critical value = 4,49

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	CP1	CP2	CM1	CM2	CG1	CG2
CP2	-2,8010 1,6250					
CM1	-3,3970 1,0290	-2,8090 1,6170				
CM2	-1,9410 2,4850	-1,3530 3,0730	-0,7570 3,6690			
CG1	-2,6210 1,8050	-2,0330 2,3930	-1,4370 2,9890	-2,8930 1,5330		
CG2	-2,5930 1,8330	-2,0050 2,4210	-1,4090 3,0170	-2,8650 1,5610	-2,1850 2,2410	
T	-3,4850 0,9410	-2,8970 1,5290	-2,3010 2,1250	-3,7570 0,6690	-3,0770 1,3490	-3,1050 1,3210

MAGNÉSIO

Analysis of Variance for Mg

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratamentos	6	3,583	0,597	3,91	0,006
Error	28	4,281	0,153		
Total	34	7,863			

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
CG1	5	1,6720	0,2719
CG2	5	1,6560	0,2242
CM1	5	0,9400	0,3652
CM2	5	1,6480	0,2431
CP1	5	1,7480	0,4385
CP2	5	1,8160	0,6435
T	5	1,0920	0,3836

Pooled StDev = 0,3910 1,00 1,50 2,00

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500

Individual error rate = 0,00363

Critical value = 4,49

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	CG1	CG2	CM1	CM2	CP1	CP2
CG2	-0,7692 0,8012					
CM1	-0,0532 1,5172	-0,0692 1,5012				
CM2	-0,7612 0,8092	-0,7772 0,7932	-1,4932 0,0772			
CP1	-0,8612 0,7092	-0,8772 0,6932	-1,5932 -0,0228	-0,8852 0,6852		
CP2	-0,9292 0,6412	-0,9452 0,6252	-1,6612 -0,0908	-0,9532 0,6172	-0,8532 0,7172	
T	-0,2052 1,3652	-0,2212 1,3492	-0,9372 0,6332	-0,2292 1,3412	-0,1292 1,4412	-0,0612 1,5092

FÓSFORO

Analysis of Variance for P					
Source	DF	SS	MS	F	P
Tratamentos	6	0,728	0,121	1,13	0,370
Error	28	3,003	0,107		
Total	34	3,731			

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
CG1	5	1,1760	0,4032
CG2	5	0,9180	0,2540
CM1	5	0,8940	0,5060
CM2	5	0,9580	0,3677
CP1	5	0,8580	0,1550
CP2	5	0,6700	0,0959
T	5	0,7940	0,3148

Pooled StDev = 0,3275 0,60 0,90 1,20

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500

Individual error rate = 0,00363

Critical value = 4,49

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	CG1	CG2	CM1	CM2	CP1	CP2
CG2	-0,3996 0,9156					
CM1	-0,3756 0,9396	-0,6336 0,6816				
CM2	-0,4396 0,8756	-0,6976 0,6176	-0,7216 0,5936			
CP1	-0,3396 0,9756	-0,5976 0,7176	-0,6216 0,6936	-0,5576 0,7576		
CP2	-0,1516 1,1636	-0,4096 0,9056	-0,4336 0,8816	-0,3696 0,9456	-0,4696 0,8456	
T	-0,2756 1,0396	-0,5336 0,7816	-0,5576 0,7576	-0,4936 0,8216	-0,5936 0,7216	-0,7816 0,5336

POTÁSSIO

Analysis of Variance for K

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratamentos	6	113,13	18,85	2,48	0,047
Error	28	212,48	7,59		
Total	34	325,61			

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
CG1	5	8,2800	3,3890
CG2	5	5,5880	2,6780
CM1	5	5,5320	3,8980
CM2	5	5,0240	3,2150
CP1	5	5,5440	2,2230
CP2	5	1,9360	0,3930
T	5	6,9040	1,9600

Pooled StDev = 2,755 0,0 3,5 7,0 10,5

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500

Individual error rate = 0,00363

Critical value = 4,49

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	CG1	CG2	CM1	CM2	CP1	CP2
CG2	-2,8400 8,2240					
CM1	-2,7840 8,2800	-5,4760 5,5880				
CM2	-2,2760 8,7880	-4,9680 6,0960	-5,0240 6,0400			
CP1	-2,7960 8,2680	-5,4880 5,5760	-5,5440 5,5200	-6,0520 5,0120		
CP2	0,8120 11,8760	-1,8800 9,1840	-1,9360 9,1280	-2,4440 8,6200	-1,9240 9,1400	
T	-4,1560 6,9080	-6,8480 4,2160	-6,9040 4,1600	-7,4120 3,6520	-6,8920 4,1720	-10,5000 0,5640

FERRO

Analysis of Variance for Fe

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratamentos	6	1213,1	202,2	4,72	0,002
Error	28	1199,2	42,8		
Total	34	2412,3			

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
CG1	5	35,0000	8,4850
CG2	5	30,2000	4,7640
CM1	5	22,8000	8,8710
CM2	5	32,2000	3,4210
CP1	5	18,2000	6,3800
CP2	5	33,2000	3,7010
T	5	23,4000	7,7650

Pooled StDev = 6,544 16,0 24,0 32,0 40,0

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500

Individual error rate = 0,00363

Critical value = 4,49

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	CG1	CG2	CM1	CM2	CP1	CP2
CG2	-8,3400 17,9400					
CM1	-0,9400 25,3400	-5,7400 20,5400				
CM2	-10,3400 15,9400	-15,1400 11,1400	-22,5400 3,7400			
CP1	3,6600 29,9400	-1,1400 25,1400	-8,5400 17,7400	0,8600 27,1400		
CP2	-11,3400 14,9400	-16,1400 10,1400	-23,5400 2,7400	-14,1400 12,1400	-28,1400 -1,8600	
T	-1,5400 24,7400	-6,3400 19,9400	-13,7400 12,5400	-4,3400 21,9400	-18,3400 7,9400	-3,3400 22,9400

ZINCO

Analysis of Variance for Zn					
Source	DF	SS	MS	F	P
Tratamentos	6	878,3	146,4	2,78	0,030
Error	28	1476,8	52,7		
Total	34	2355,1			

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
CG1	5	42,4000	10,9000
CG2	5	27,8000	8,5560
CM1	5	30,4000	4,1590
CM2	5	37,2000	3,4930
CP1	5	29,2000	4,3240
CP2	5	30,0000	7,1760
T	5	29,0000	8,8030

Pooled StDev = 7,262 24,0 32,0 40,0 48,0

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500

Individual error rate = 0,00363

Critical value = 4,49

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	CG1	CG2	CM1	CM2	CP1	CP2
CG2	0,0200 29,1800					
CM1	-2,5800 26,5800	-17,1800 11,9800				
CM2	-9,3800 19,7800	-23,9800 5,1800	-21,3800 7,7800			
CP1	-1,3800 27,7800	-15,9800 13,1800	-13,3800 15,7800	-6,5800 22,5800		
CP2	-2,1800 26,9800	-16,7800 12,3800	-14,1800 14,9800	-7,3800 21,7800	-15,3800 13,7800	
T	-1,1800 27,9800	-15,7800 13,3800	-13,1800 15,9800	-6,3800 22,7800	-14,3800 14,7800	-13,5800 15,5800

MANGANÊS

Analysis of Variance for Mn

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratamentos	6	153,5	25,6	0,44	0,846
Error	28	1629,2	58,2		
Total	34	1782,7			

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
CG1	5	21,6000	9,6590
CG2	5	14,8000	4,7640
CM1	5	19,2000	8,7010
CM2	5	17,8000	6,8340
CP1	5	17,0000	2,8280
CP2	5	17,2000	9,2570
T	5	20,2000	8,6720

Pooled StDev = 7,628 12,0 18,0 24,0

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500

Individual error rate = 0,00363

Critical value = 4,49

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	CG1	CG2	CM1	CM2	CP1	CP2
CG2	-8,5200 22,1200					
CM1	-12,9200 17,7200	-19,7200 10,9200				
CM2	-11,5200 19,1200	-18,3200 12,3200	-13,9200 16,7200			
CP1	-10,7200 19,9200	-17,5200 13,1200	-13,1200 17,5200	-14,5200 16,1200		
CP2	-10,9200 19,7200	-17,7200 12,9200	-13,3200 17,3200	-14,7200 15,9200	-15,5200 15,1200	
T	-13,9200 16,7200	-20,7200 9,9200	-16,3200 14,3200	-17,7200 12,9200	-18,5200 12,1200	-18,3200 12,3200

ANÁLISE DE REGRESSÃO

CÁLCIO

The regression equation is $y=a+bx$

$$\text{altura} = 88,4 + 7,4 \text{ Ca}$$

Predictor	Coef	StDev	T	P
Constant	88,41	27,15	3,26	0,003
Ca	7,38	10,35	0,71	0,481

S = 68,46 R-Sq = 1,5% O modelo tem um R-Sq muito baixo, é possível que o modelo não seja linear.

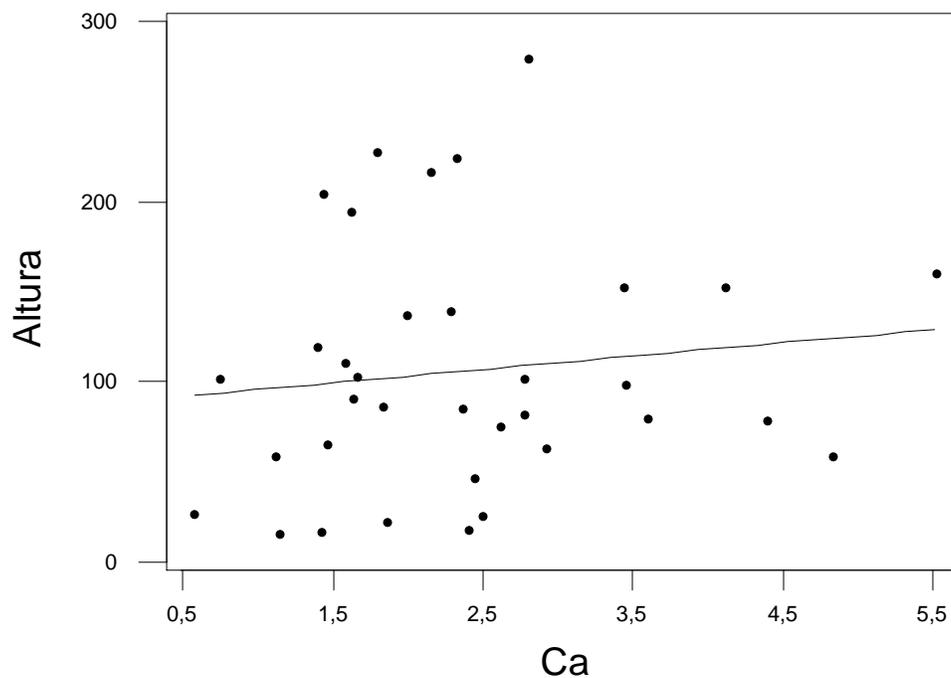
Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	2380	2380	0,51	0,481
Residual Error	33	154653	4686		
Total	34	157033			

Regression Plot

$$Y = 88,4080 + 7,37861X$$

$$R\text{-Sq} = 1,5 \%$$



MAGNÉSIO

The regression equation is:

$$\text{altura} = 52,7 + 35,2 \text{ Mg}$$

Predictor	Coef	StDev	T	P
Constant	52,70	37,71	1,40	0,172
Mg	35,23	23,82	1,48	0,149

S = 66,80 R-Sq = 6,2% O modelo tem um R-Sq muito baixo, é possível que o modelo não seja linear.

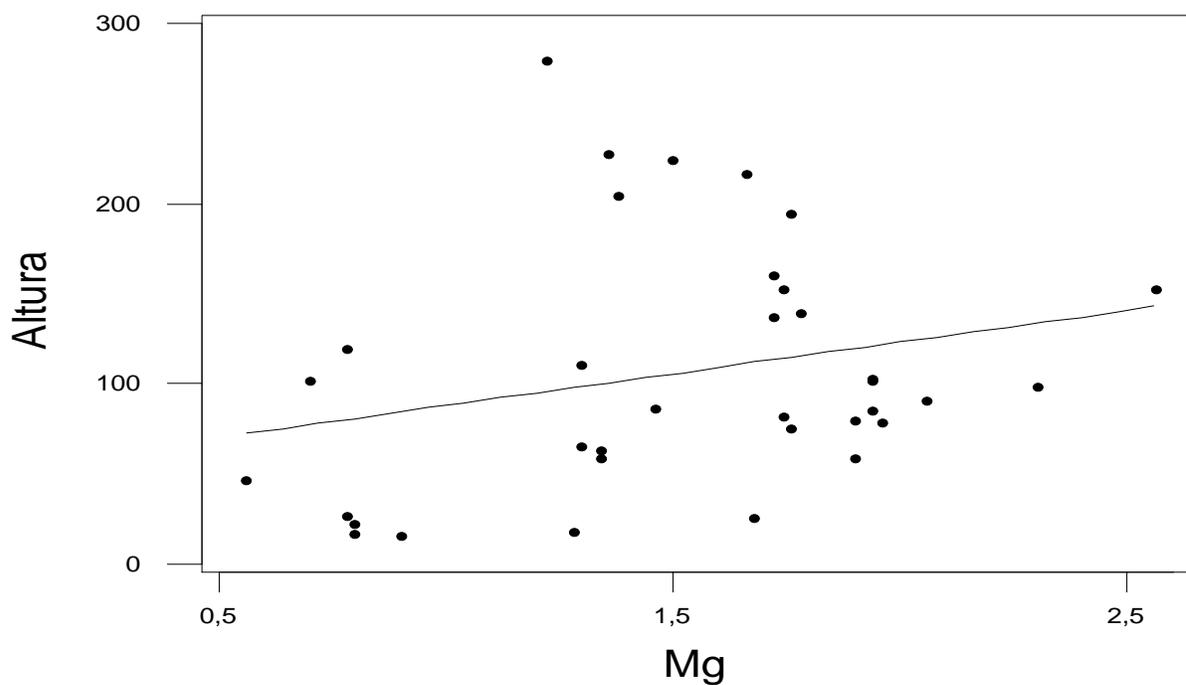
Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	9761	9761	2,19	0,149
Residual Error	33	147272	4463		
Total	34	157033			

Regression Plot

$$Y = 52,7031 + 35,2325X$$

R-Sq = 6,2 %



FÓSFORO

The regression equation is

$$\text{altura} = 54,1 + 57,9 P$$

Predictor	Coef	StDev	T	P
Constant	54,09	32,66	1,66	0,107
P	57,88	34,26	1,69	0,101

S = 66,18 R-Sq = 8,0% O modelo tem um R-Sq muito baixo, é possível que o modelo não seja linear.

$$\text{R-Sq(aj)} = 5,2\%$$

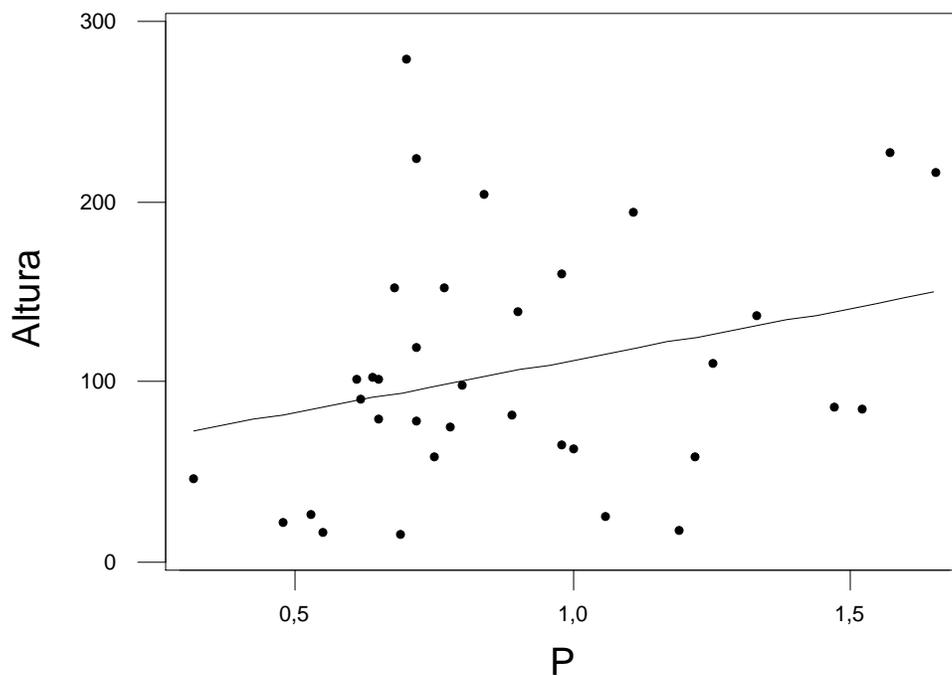
Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	12497	12497	2,85	0,101
Residual Error	33	144536	4380		
Total	34	157033			

Regression Plot

$$Y = 54,0908 + 57,8756X$$

$$\text{R-Sq} = 8,0 \%$$



POTÁSSIO

The regression equation is

$$\text{altura} = 93,8 + 2,19 K$$

Predictor	Coef	StDev	T	P
Constant	93,79	24,07	3,90	0,000
K	2,187	3,804	0,58	0,569

S = 68,64 R-Sq = 1,0% O modelo tem um R-Sq muito baixo, é possível que o modelo não seja linear.

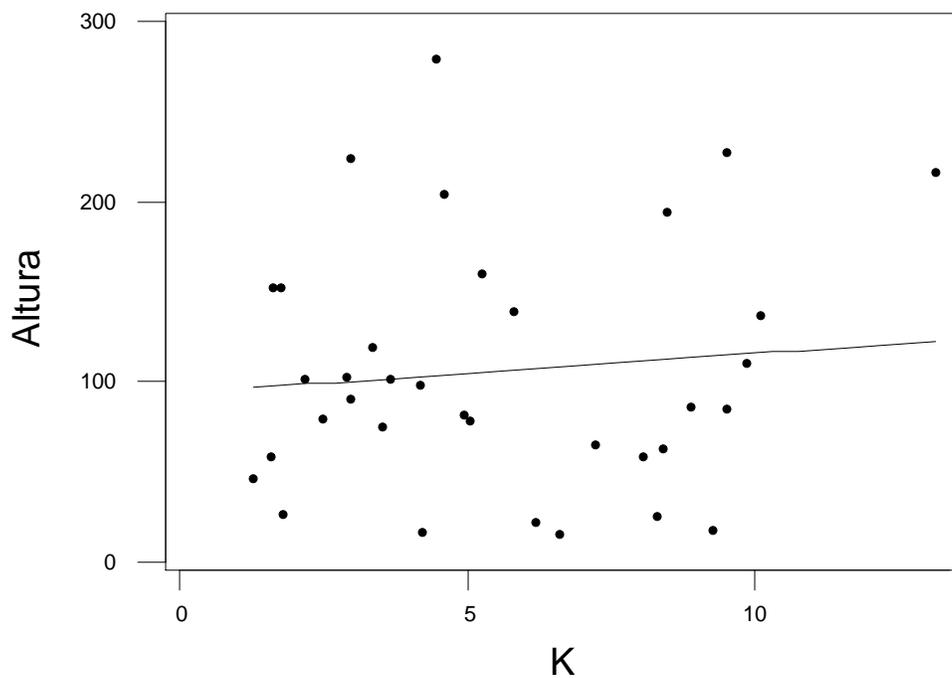
Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	1558	1558	0,33	0,569
Residual Error	33	155475	4711		
Total	34	157033			

Regression Plot

$$Y = 93,7882 + 2,18725X$$

$$R\text{-Sq} = 1,0 \%$$



FERRO

The regression equation is

$$y = 21,5 + 3,03 \text{ Fe}$$

Predictor	Coef	StDev	T	P
Constant	21,53	37,84	0,57	0,573
Fe	3,029	1,302	2,33	0,026

S = 63,94 R-Sq = 14,1%

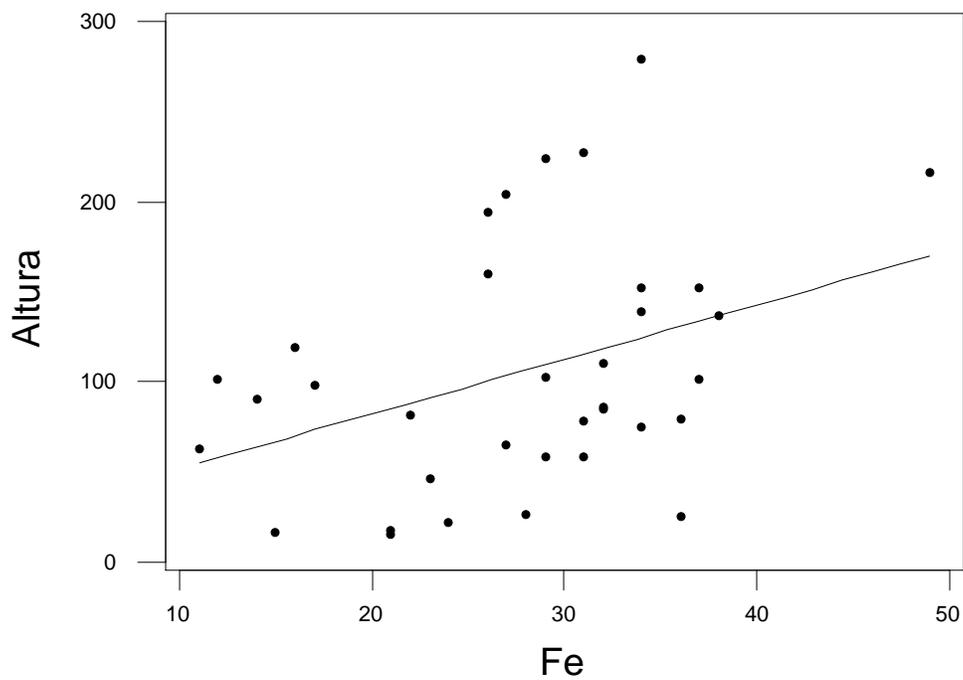
Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	22137	22137	5,42	0,026
Residual Error	33	134896	4088		
Total	34	157033			

Regression Plot

$$Y = 21,5262 + 3,02931X$$

R-Sq = 14,1 %



ZINCO

The regression equation is

$$y = 25,0 + 2,51 \text{ Zn}$$

Predictor	Coef	StDev	T	P
Constant	24,99	45,06	0,55	0,583
Zn	2,506	1,353	1,85	0,073

S = 65,65 R-Sq = 9,4% O modelo tem um R-Sq muito baixo, é possível que o modelo não seja linear.

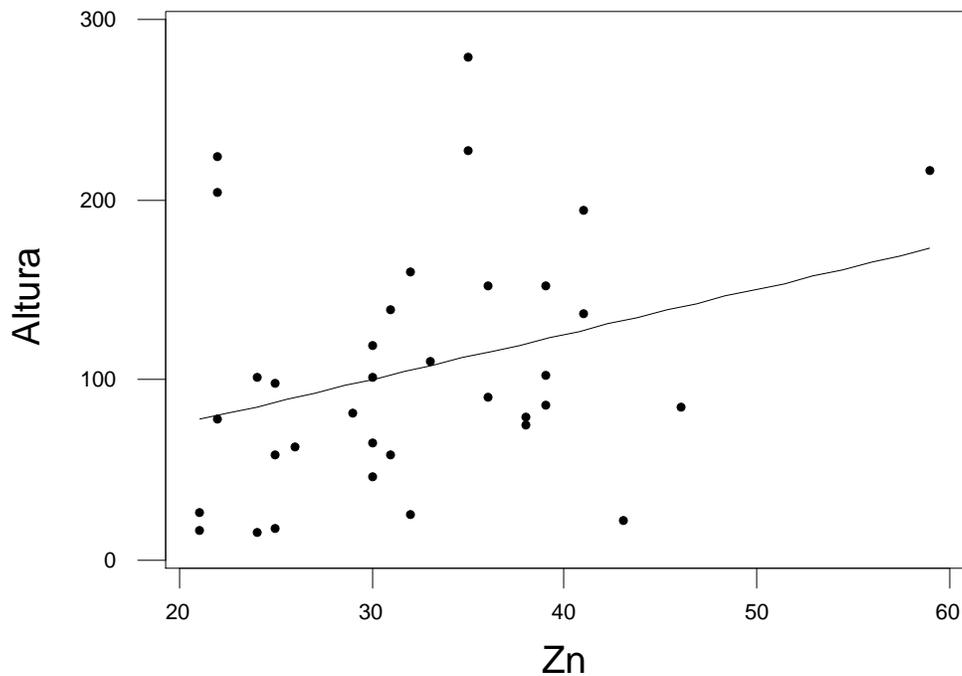
Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	14795	14795	3,43	0,073
Residual Error	33	142238	4310		
Total	34	157033			

Regression Plot

$$Y = 24,9944 + 2,50637X$$

R-Sq = 9,4 %



MANGANÊS

The regression equation is

$$y = 118 - 0,69 \text{ Mn}$$

Predictor	Coef	StDev	T	P
Constant	118,46	31,94	3,71	0,001
Mn	-0,687	1,629	-0,42	0,676

S = 68,80 R-Sq = 0,5% O modelo tem um R-Sq muito baixo, é possível que o modelo não seja linear.

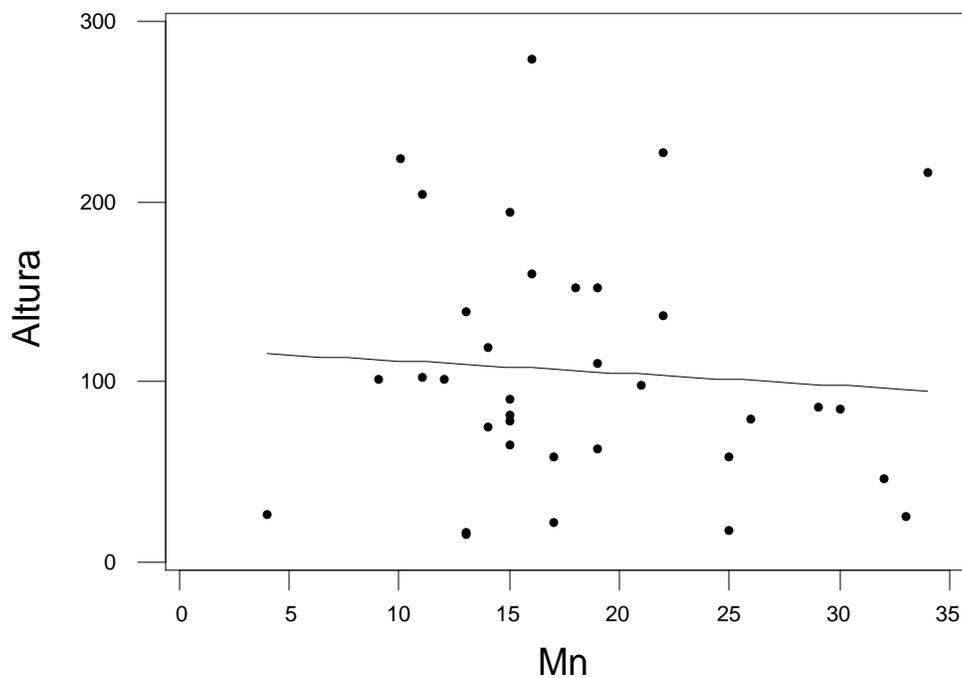
Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	842	842	0,18	0,676
Residual Error	33	156191	4733		
Total	34	157033			

Regression Plot

$$Y = 118,462 - 0,687294X$$

R-Sq = 0,5 %



CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS ANALISADAS

SELEGEN-REML/BLUP 1993
 Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada
 Modelos Lineares Mistos via REML/BLUP e REML/GLS

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
 Embrapa Florestas
 Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Informações: Marcos Deon Vilela de Resende
 deon@cnpf.embrapa.br

Modelo : 101
 Numero de Variáveis : 1
 Variável Analisada : 1
 Zeros significativos : Não
 Deviance = 0.00
 Valores Qui-Quadrado
 1 grau de liberdade 0.5 grau de liberdade
 1% = 6.63 2.5% = 3.84
 5% = 3.84 5% = 2.71
 10% = 2.71
 Data : 06/11/2007
 Hora : 23:40:40

Valores Genéticos

Genótipo	Var.	1 Var.	2 Var.	3 Var.	4 Var.	5 Var.	6 Var.	7 Var.
8 Var.	9 Var.	10						
1-T	4.0000	1.0000	7.0000	6.0000	6.0000	6.0000	2.0000	5.0000
6.0000	2.0000							
2-CP1	3.0000	2.0000	4.0000	3.0000	2.0000	5.0000	4.0000	7.0000
5.0000	6.0000							
3-CP2	2.0000	4.0000	2.0000	2.0000	1.0000	7.0000	7.0000	2.0000
4.0000	5.0000							
4-CM1	7.0000	7.0000	6.0000	7.0000	7.0000	4.0000	5.0000	6.0000
3.0000	3.0000							
5-CM2	5.0000	6.0000	5.0000	4.0000	5.0000	2.0000	6.0000	3.0000
2.0000	4.0000							
6-CG1	1.0000	3.0000	1.0000	5.0000	3.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1.0000	1.0000							
7-CG2	6.0000	5.0000	3.0000	1.0000	4.0000	3.0000	3.0000	4.0000
7.0000	7.0000							

Seleção de Genótipos

Ordem	Genitor	Rank-Médio	Ganho	Ganho %
1	6-CG1	1.8000	1.8000	122.2222
2	3-CP2	3.6000	2.7000	48.1481
3	2-CP1	4.1000	3.1667	26.3158
4	5-CM2	4.2000	3.4250	16.7883
5	7-CG2	4.3000	3.6000	11.1111
6	1-T	4.5000	3.7500	6.6667
7	4-CM1	5.5000	4.0000	0.0000

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.