

JOSÉ MARCIO ROCHA FARIA

**COMPORTAMENTO DE ESPÉCIES FLORESTAIS
EM DIFERENTES SÍTIOS E ADUBAÇÕES DE PLANTIO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Produção Florestal, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. ANTÔNIO CLÁUDIO DAVIDE

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1996**

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da
Biblioteca Central da UFLA

Faria, José Marcio Rocha
Comportamento de espécies florestais em diferentes
sítios e adubações de plantio / José Marcio Rocha
Faria. -- Lavras : UFLA, 1996.
108 p. : il.

Orientador: Antonio Claudio Davide.
Dissertação (Mestrado) - UFLA.
Bibliografia.

1. Espécie florestal. 2. Recuperação - Área
degradada. 3. Adubação orgânica. I. Universidade
Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.956

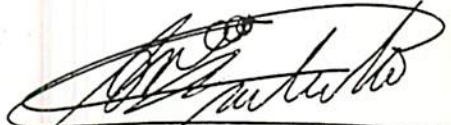
JOSÉ MARCIO ROCHA FARIA

**COMPORTAMENTO DE ESPÉCIES FLORESTAIS EM
DIFERENTES SÍTIOS E ADUBAÇÕES DE PLANTIO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia
Florestal, área de concentração em Produção Florestal, para obtenção
do título de "Mestre".

APROVADA em 12 de julho de 1996.


Prof.^a Soraya Alvarenga Botelho


Prof. Antonio Eduardo Furtini Neto


Prof. Antonio Claudio Davide
(Orientador)

À minha mãe, Lucília

À minha esposa, Regiane

Aos meus irmãos, Paulo Tadeu, Carlos Rogério e Mário Sérgio

OFEREÇO

Ao Sr. Geraldo Silvério Ferreira (“Seu” Geraldinho),

funcionário do Viveiro Florestal do DCF/UFLA, pela humildade e amor ao trabalho,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras - UFLA;

À Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG, através do Projeto Mata Ciliar (Convênio CEMIG/UFLA/FAEPE);

À CAPES, pela concessão da bolsa;

Ao Professor Antônio Cláudio Davide (DCF), pela orientação, confiança e amizade;

À Professora Soraya Alvarenga Botelho (DCF);

Ao Professor Antônio Eduardo Furtini Neto (DCS);

Ao Professor Mozart Martins Ferreira (DCS);

Ao Eng^o Newton José Schmidt Prado (CEMIG);

Ao Departamento de Ciências Florestais (DCF), pela estrutura física, corpo docente e funcionários;

Ao Departamento de Ciências do Solo (DCS), pela realização das análises de solo;

Aos colegas do curso de Mestrado em Engenharia Florestal, em especial ao Charles (Janela), José Marcio (Xará), José Aldo e Marcelinho, pelos momentos engraçados;

Ao José Carlos Martins, funcionário do Convênio CEMIG/UFLA/FAEPE;

Aos bolsistas do PET - Engenharia Florestal e demais alunos de graduação que prestaram auxílio nas medições;

À Lydia Pomárico, pelos desenhos;

Aos Professores José Roberto Scolforo e José Marcio (DCF); Luís Henrique (DEX) e Nazareno (DAG), pelo auxílio nas análises estatísticas.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.	viii
LISTA DE FIGURAS.	xi
RESUMO.	xiii
SUMMARY.	xv
1 INTRODUÇÃO.	1
2 OBJETIVOS.	3
3 REVISÃO DE LITERATURA.	4
3.1 Plantio de Espécies Florestais em Áreas Degradadas.	4
3.1.1 Influência da Compactação do Solo Sobre o Crescimento das Plantas.	5
3.1.2 Infiltração de água no solo.	8
3.2 Plantio de Espécies Florestais em Áreas Não Degradadas.	10
3.2.1 Competição com Plantas Daninhas.	12
3.3 Sucessão Secundária e Grupos Ecológicos.	12
3.4 Interação Espécie-Sítio.	14
3.5 Preparo do Solo e Fertilização.	15
3.6 Seca de Ponteiros.	18
3.7 Espécies Utilizadas.	19
3.7.1 Angico-amarelo.	19
3.7.2 Aroeirinha.	21
3.7.3 Candiúva.	22
3.7.4 Cássia-verrugosa.	24
3.7.5 Fedegoso.	25
3.7.6 Goiabeira.	26
3.7.7 Guapuruvu.	27
3.7.8 Ipê-mirim.	28

3.7.9. Jacarandá-mimoso.	29
4. MATERIAL E MÉTODOS.	30
4.1. Caracterização das Áreas.	30
4.1.1. Área Degradada.	31
4.1.2. Encosta Marginal ao Reservatório.	31
4.2. Análises Químicas dos Solos.	32
4.3. Determinação da Densidade do Solo.	32
4.4. Determinação da Velocidade de Infiltração Básica.	32
4.5. Preparo do Solo.	33
4.5.1. Preparo do Solo na Área Degradada.	33
4.5.2. Preparo do Solo na Encosta.	33
4.6. Produção das Mudanças.	34
4.7. Espaçamento.	34
4.8. Adubação e Plantio.	35
4.9. Tratos Culturais.	35
4.9.1. Adubação em Cobertura.	35
4.9.2. Combate à Formiga.	36
4.9.3. Capina.	36
4.10. Delineamento Estatístico.	36
4.11. Avaliações.	37
4.12. Análises Estatísticas dos Dados.	38
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.	39
5.1. Fertilidade do Solo.	39
5.2. Densidade do Solo.	40
5.3. Velocidade de Infiltração Básica.	43
5.4. Sobrevivência.	44
5.5. Comportamento das Espécies em Função da Idade.	45
5.5.1. Aos 14 Meses.	45
5.5.1.1. Área de Encosta.	45
5.5.1.2. Área Degradada.	48
5.5.2. Aos 36 Meses.	51
5.5.2.1. Área de Encosta.	51

5.5.2.2. Área Degradada	53
5.6. Comportamento Individual das Espécies ao Longo das Avaliações	56
5.6.1. Angico-amarelo	56
5.6.2. Aroeirinha	61
5.6.3. Candiúva	65
5.6.4. Cássia-verrugosa	69
5.6.5. Fedegoso	73
5.6.6. Goiabeira	76
5.6.7. Guapuruvu	80
5.6.8. Ipê-mirim	85
5.6.9. Jacarandá-mimoso	88
5.7. Respostas das Plantas à Adição do Esterco no Plantio.	96
6. CONCLUSÕES	98
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100

LISTA DE TABELAS

Número	Título	Página
1	Características dos solos nos dois sítios estudados.....	41
2	Índices de sobrevivência (%) das espécies em função do sítio e da adubação, aos dois, 14, 23 e 36 meses.	44
3	Valores médios de altura (m) das espécies em área de encosta, aos 14 meses.....	47
4	Valores médios de diâmetro do caule ao nível do solo (cm) das espécies em área de encosta, aos 14 meses.....	47
5	Valores médios de área de copa (m ²) das espécies em área de encosta, aos 14 meses.	48
6	Valores médios de altura (m) das espécies em área degradada, aos 14 meses.....	49
7	Valores médios de diâmetro do caule ao nível do solo (cm) das espécies em área degradada, aos 14 meses.....	50
8	Valores médios de área de copa (m ²) das espécies em área degradada, aos 14 meses.	50
9	Valores médios de altura (m) das espécies em área de encosta, aos 36 meses.....	52
10	Valores médios de diâmetro do caule ao nível do solo (cm) das espécies em área de encosta, aos 36 meses.....	52
11	Valores médios de área de copa (m ²) das espécies em área de encosta, aos 36 meses.....	53
12	Valores médios de altura (m) das espécies em área degradada, aos 36 meses.....	54
13	Valores médios de diâmetro do caule ao nível do solo (cm) das espécies em área degradada, aos 36 meses.	55

14	Valores médios de área de copa (m^2) das espécies em área degradada, aos 36 meses.....	55
15	Valores médios de altura (m) das espécies, com adubação química, aos 36 meses.....	91
16	Valores médios de altura (m) das espécies, com adubação química mais orgânica, aos 36 meses.....	91
17	Valores médios de altura (m) das nove espécies testadas, em função dos dois sítios, das duas adubações e das oito avaliações realizadas.	92
18	Valores médios de diâmetro do caule ao nível do solo (cm) das nove espécies testadas, em função dos dois sítios, das duas adubações e das oito avaliações realizadas.....	93
19	Valores médios de área de copa (m^2) das nove espécies testadas, em função dos dois sítios, das duas adubações e das oito avaliações realizadas.	94
20	Equações de regressão ajustadas para a confecção de curvas de crescimento em altura das espécies.....	95
21	Aumentos percentuais nos valores de altura, diâmetro do caule e área de copa, em função da adição do esterco no plantio, para as nove espécies testadas, nos dois sítios, aos 36 meses.	97

LISTA DE FIGURAS

Número	Título	Página
1	Valores da densidade do solo nos dois sítios, até um metro de profundidade.....	42
2	Curvas de crescimento em altura do angico-amarelo em função do sítio e da adubação.....	58
3	Angico-amarelo (<i>Peltophorum dubium</i>) aos 36 meses.....	60
4	Curvas de crescimento em altura da aroeirinha em função do sítio e da adubação.....	62
5	Aroeirinha (<i>Schinus terebinthifolius</i>) aos 36 meses.....	64
6	Curvas de crescimento em altura da candiúva em função do sítio e da adubação.....	66
7	Candiúva (<i>Trema micrantha</i>) aos 36 meses.....	68
8	Curvas de crescimento em altura da cássia-verrugosa em função do sítio e da adubação.....	69
9	Cássia-verrugosa (<i>Senna multijuga</i>) aos 36 meses.....	72
10	Curvas de crescimento em altura do fedegoso em função do sítio e da adubação.....	74
11	Fedegoso (<i>Senna macranthera</i>) aos 36 meses.....	75
12	Curvas de crescimento em altura da goiabeira em função do sítio e da adubação.....	77
13	Goiabeira (<i>Psidium guajava</i>) aos 36 meses.....	79
14	Curvas de crescimento em altura do guapuruvu em função do sítio e da adubação.....	81

15	Guapuruvu (<i>Schizolobium parahyba</i>) aos 36 meses.....	84
16	Curvas de crescimento em altura do ipê-mirim em função do sítio e da adubação.....	86
17	Ipê-mirim (<i>Stenolobium stans</i>) aos 36 meses.....	87
18	Curvas de crescimento em altura do jacarandá-mimoso em função do sítio e da adubação.....	88
19	Jacarandá-mimoso (<i>Jacaranda mimosifolia</i>) aos 36 meses.....	90

RESUMO

FARIA, José Marcio Rocha. **Comportamento de espécies florestais em diferentes sítios e adubações de plantio.** Lavras, UFLA, 1996. 108p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)*

O presente trabalho estudou o comportamento de nove espécies florestais, até os 36 meses, em dois sítios e com duas adubações de plantio, visando determinar seus potenciais para uso como espécies sombreadoras, em reflorestamentos mistos. O experimento foi conduzido próximo à Usina Hidrelétrica de Camargos (CEMIG), no Alto Rio Grande, em Latossolo Vermelho Escuro. Um dos sítios - encosta - apresentava solo sem vestígios de interferência humana, enquanto que no outro - área degradada - o solo se encontrava compactado, em consequência da movimentação de caminhões e tratores, por ocasião da construção da barragem. Uma das adubações testadas constituiu-se de fertilizantes químicos e a outra de fertilizantes químicos mais um fertilizante orgânico (esterco bovino). As espécies plantadas foram o angico-amarelo (*Peltophorum dubium*), aroeirinha (*Schinus terebinthifolius*), candiúva (*Trema micrantha*), cássia-verrugosa (*Senna multijuga*), fedegoso (*Senna macranthera*), goiabeira (*Psidium guajava*), guapuruvu (*Schizolobium parahyba*), ipê-mirim (*Stenolobium stans*) e jacarandá-mimoso (*Jacaranda mimosifolia*). Adotou-se o espaçamento de 3,0 x 3,0 m, e o delineamento estatístico foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas, em faixas. Foram feitas quatro repetições, com 12 plantas cada. Foram realizadas oito avaliações da altura, diâmetro do caule ao nível do

* Orientador: Antônio Cláudio Davide. Membros da Banca: Soraya Alvarenga Botelho e Antônio Eduardo Furtini Neto

solo e área de copa. As espécies apresentaram ritmos de crescimento diferentes, com interações significativas com os sítios e as adubações. O fedegoso apresentou os maiores valores de altura nos dois sítios e para as duas adubações. As espécies com as maiores área de copa foram a cássia-verrugosa, na área de encosta, e a candiúva na área degradada, para qualquer uma das adubações. O crescimento em diâmetro do caule na área de encosta foi maior para a cássia-verrugosa e fedegoso, quando considerada a adubação química, e cássia-verrugosa e guapuruvu, no caso da adubação química mais orgânica. Já na área degradada, para as duas adubações, guapuruvu, cássia-verrugosa, candiúva e fedegoso apresentaram os maiores valores de diâmetro do caule. Aos 36 meses, a variável que apresentou o maior crescimento percentual, em função da adição do esterco no plantio, foi a área de copa, com um aumento de 41,7%, seguida pelo diâmetro do caule (20,4%) e altura (16,7%). As maiores respostas à adição do esterco, considerando uma média das três variáveis e dos dois sítios, foram verificadas para a aroeirinha (43,2%) e a goiabeira (41,7%), enquanto que a cássia-verrugosa apresentou o menor aumento: 8,0%. Considerando o desempenho como espécie sombreadora, a cássia-verrugosa foi a melhor espécie, na área de encosta, enquanto que na área degradada, nenhuma das espécies testadas apresentou comportamento satisfatório.

SUMMARY

FARIA, José Marcio Rocha. **Growth of forest species on different sites and fertilizations.** Lavras, UFLA, 1996. 108p. (Dissertation, M.Sc.)

This paper studied the growth of nine forest species, until the 36th month, on two sites and with two fertilizations. The objective was verify their potential to use in mixed reforestation, shadowing sciofitic species. The trial was developed on Dark-red Latosol, near the Camargos hydroelectric dam (CEMIG), southern of Minas Gerais State, Brazil. One of the sites - slope - showed no anthropic interference, while in the other - disturbed land - the soil was compacted, in consequence of the heavy traffic when the dam was built. One of the fertilizations consisted of chemical fertilizers and the other by chemical fertilizers more an organic (cow manure). The species planted were angico-amarelo (*Peltophorum dubium*), aroeirinha (*Schimus terebinthifolius*), candiúva (*Trema micrantha*), cássia-verrugosa (*Senna multijuga*), fedegoso (*Senna macranthera*), goiabeira (*Psidium guajava*), guapuruvu (*Schizolobium parahyba*), ipê-mirim (*Stenolobium stans*) and jacarandá-mimoso (*Jacaranda mimosifolia*). The spacing was 3.0 x 3.0 m, and the experimental design was split-block, with four replications of 12 plants each. Eight valuations were made, of the height, stem diameter at ground level and crown area. The species showed different rhythm of growth. *S. macranthera* had the biggest height at both sites and for any fertilization used. The biggest crown areas were found for *S. multijuga* on slope and *T. micrantha* on disturbed land, for any fertilization used. On slope, the biggest stem diameters were found for *S. multijuga* and *S. macranthera*, when considered the chemical fertilization, and for *S. multijuga* and *S. parahyba*, when the fertilization was chemical more organic. At the disturbed land, for both fertilizations, *S. parahyba*, *S. multijuga*, *T. micrantha* and *S. macranthera* showed the biggest

stem diameter values. At the 36th month, the variable that showed the biggest percentual increase in function of the manure addition, was the crown area (41.7%), followed by stem diameter (20.4%) and height (16.7%). The biggest responses at the manure addition were verified for *S. terebinthifolius* (43.2%) and *P. guajava* (41.7%), considering an average of all variables and sites. *S. multijuga* was the best species on slope, while on degraded land, none of the species showed likely behavior.

1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais se compreende a importância da preservação das matas, principalmente em locais críticos, como margens de rios, nascentes e encostas. Nos locais onde a ação antrópica se fez presente negativamente, as consequências são sentidas de maneira mais evidente, mostrando a necessidade da execução de trabalhos de revegetação, como uma forma de minimizar os problemas.

O êxito dos projetos de florestamento e reflorestamento mistos depende, entre outras coisas, da correta escolha das espécies. Devido ao grande número de espécies e às suas complexas inter-relações e interações com o meio, a escolha será tanto mais correta, quanto maior for o conhecimento que se tem das espécies. Esse conhecimento se refere basicamente à auto-ecologia e ao comportamento silvicultural.

No Brasil, até a década de 70, os plantios mistos de espécies nativas eram feitos sem maiores preocupações com o arranjo das espécies; o método se resumia em implantar um povoamento heterogêneo, baseado na distribuição aleatória das mudas no campo. Contudo, a lógica e a prática começaram a mostrar que os plantios teriam maiores chances de sucesso, se se considerasse a teoria da sucessão secundária, que visualiza a floresta como um organismo altamente dinâmico, onde espécies de diferentes grupos ecológicos - pioneiras, secundárias e clímax - se sucedem. Ao levar em conta esses aspectos, os plantios passaram a se aproximar dos processos naturais, proporcionando melhores resultados.

Atualmente, o conceito de sucessão secundária tem sido muito importante para orientar os trabalhos de regeneração artificial usando espécies nativas. No entanto, muitas dúvidas persistem, dificultando o desenvolvimento de programas de revegetação. Os estudos sobre as espécies florestais nativas, de uma maneira geral, são incipientes e relacionam-se principalmente às

características botânicas e dendrológicas. Pouco se sabe sobre as características silviculturais, o padrão de crescimento e as exigências nutricionais das nossas espécies (Garrido, 1981).

O plantio de espécies arbóreas sob diversas condições edafo-climáticas e o acompanhamento de seus crescimentos através de medições periódicas são, portanto, importantes no sentido de balizar a escolha das espécies e a melhor forma de plantá-las.

O objetivo principal deste trabalho foi estudar o comportamento silvicultural de nove espécies arbóreas heliófilas, em dois sítios e com duas adubações de plantio, visando a determinação de seus potenciais para uso em plantios mistos, como espécies sombreadoras.

Este trabalho é parte de uma série de pesquisas desenvolvidas pelo "Projeto Mata Ciliar", através de um convênio firmado em 1990 entre a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e a Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE).

2. OBJETIVOS

O trabalho teve como objetivos:

1) a comparação do desempenho de nove espécies florestais:

- entre elas;
- entre os sítios;
- em função das duas adubações testadas.

2) Quantificar a influência do esterco no desenvolvimento das plantas, até os 36 meses.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Plantio de Espécies Florestais em Áreas Degradadas

Segundo Reichmann Neto (1993), entende-se por área degradada aquela que sofreu alteração de suas características originais, em função de causas naturais ou pela ação do homem. 1

Áreas ecologicamente degradadas, ou resumidamente áreas degradadas, são geradas continuamente e com várias feições. A consciência ambiental pressiona para sua recuperação, a iniciar pelos casos onde elas são economicamente improdutivas e/ou consideradas de preservação permanente, como áreas mineradas a céu aberto, encostas íngremes e áreas ribeirinhas (Carpanezzi et al., 1990).

Com a remoção da cobertura vegetal, o impacto mecânico das gotas de chuva desagrega a estrutura superficial do solo. As pequenas partículas resultantes selam os poros, diminuindo a infiltração. Ao mesmo tempo, a precipitação que era interceptada pela folhagem, passa a atingir diretamente o solo, provocando o aumento do escoamento superficial e, conseqüentemente, da erosão (Molion, 1985). 2

O papel das florestas na proteção dos recursos hídricos e edáficos, na recuperação de bacias degradadas e na estabilização de encostas, serviu de justificativa fundamental para a elaboração, desde o século XVII, de um conjunto de leis visando a proteção e a recomposição das florestas nativas brasileiras (Kageyama e Castro, 1989). 3

O efeito positivo da revegetação não é sentido apenas na proteção do solo, mas também na sua recuperação, conforme relatam Reichmann Neto e Santos Filho (1982), descrevendo 4

estudos do efeito do plantio de bracatinga (*Mimosa scabrella*) e gramíneas em áreas de afloramento de horizonte C (área de empréstimo). As principais alterações foram a formação de um pequeno horizonte superficial orgânico, diminuição nos valores de densidade do solo e incorporação de matéria orgânica. ④

A importância de se utilizar espécies arbóreas de crescimento rápido na revegetação de locais degradados, está também na deposição mais intensa de folhas e no crescimento das raízes, estabilizando o solo e aumentando a atividade biológica do mesmo, criando condições propícias para o estabelecimento de outras espécies mais exigentes (Franco et al., 1992). ⑤

Tigre (1974) afirma que na cobertura florestal devem ser empregadas espécies que satisfaçam as qualidades desejadas, mesmo que sejam espécies introduzidas, adaptáveis ao meio. Compartilhando dessa idéia, Steiner, Ferreira e Ceron (1990) preconizam que a introdução de espécies florestais, mesmo contrapondo à caracterização original da vegetação, é uma alternativa tanto para a prevenção como para a correção do problema da fragilidade do solo. ⑥

Quanto à composição do plantio, Nadolny e Contar (1990) afirmam que é vantajoso o reflorestamento com várias espécies, devendo ser evitado o plantio homogêneo. Segundo Veiga, citado por Garrido (1981), os povoamentos mistos levam vantagem em relação aos puros, do ponto de vista ecológico e biológico. ⑦

Segundo Kageyama, Reis e Carpanezi (1992), a regeneração artificial é considerada prioritária em nossas condições, em função do grau avançado de perturbação que atinge grandes áreas de proteção permanente, aliado às ações ambientalistas e à pressão da sociedade. ⑧

3.1.1. Influência da Compactação do Solo Sobre o Crescimento das Plantas

Segundo Seixas (1988), compactação é o ato de forçar a agregação das partículas do solo e, por sua vez, reduzir o volume por elas ocupado. As mudanças que ocorrem nas propriedades físicas do solo em consequência da compactação incluem: aumento na densidade

natural do solo; decréscimo no volume de macroporos; redução na velocidade de infiltração e movimento interno de água; diminuição da aeração e aumento da resistência mecânica do solo ao crescimento das raízes.

Densidade do solo é o peso de um dado volume de solo seco, expresso normalmente em g/cm^3 , sendo influenciada pela estrutura e porosidade. A densidade dos solos varia de $0,2 \text{ g/cm}^3$ em algumas camadas orgânicas, a $1,9 \text{ g/cm}^3$ em areias grossas. Solos com alto teor de matéria orgânica têm densidades mais baixas que solos com menores teores de matéria orgânica (Pritchett e Fisher, 1987).

A macroporosidade e a condutividade hidráulica são maiores em solos sob matas. Solos de campo apresentam-se com maiores densidades, mesmo na sub-superfície, refletindo em baixas macroporosidade e condutividade hidráulica, exercendo enorme influência na suscetibilidade à erosão (Siqueira et al., 1995).

A densidade do solo é uma propriedade física que reflete o arranjo das partículas do solo, que por sua vez define as características do sistema poroso. Assim, todas as modificações na disposição das partículas do solo, como a compactação, por exemplo, refletirão diretamente nos valores de densidade do solo. A densidade correlaciona-se inversamente com a permeabilidade do solo e como tal constitui-se em importante indicativo da capacidade de armazenamento de água para as plantas (Ferreira, 1993b).

A passagem de máquinas e caminhões, muitas vezes de grande porte, sobre uma área, pode alterar sensivelmente as características físicas do solo. Esses distúrbios podem ser o início de processos erosivos, com efeitos no ciclo hidrológico e no desenvolvimento das plantas (Seixas, 1988). Os efeitos da compactação podem persistir por longos períodos em alguns solos, como mostrado pelo crescimento atrofiado de árvores sobre trilhas de arraste em florestas exploradas (Pritchett e Fisher, 1987).

A compactação do solo por equipamentos pesados ou repetidas passagens de equipamentos leves, comprime o solo e desestrutura os agregados, diminuindo o volume de macroporos e aumentando, proporcionalmente o volume de sólidos. Uma redução nas taxas de difusão do ar e da infiltração de água, assim como um aumento na resistência do solo, são comuns na zona compactada (Pritchett e Fisher, 1987).

De acordo com a Associação... (1971), o fator que mais frequentemente determina maior rusticidade e resistência à seca, de uma espécie de planta em relação a outra, é a maior

profundidade do seu sistema radicular.

A absorção de água por um sistema de raízes extensas, com uma grande superfície ativa, é melhorada pelo rápido crescimento para dentro de estratos de solo mais profundos. Ali, as raízes alcançam horizontes com maior umidade que na superfície. A situação se torna crítica quando não há espaço suficiente para a expansão do sistema radicular. As plantas com raízes extensas, plantadas em solos rasos, são ameaçadas de forma especial pela seca (Larcher, 1986).

A densidade do solo é uma importante característica de campo e alterações nesta densidade afetam a disponibilidade de água, aeração, permeabilidade, drenagem e penetração de raízes. Em solos argilosos, o limite máximo de densidade tolerado pelas plantas é de $1,2 \text{ g/cm}^3$ (Archer e Smith, 1972). No entanto, de acordo com Pritchett e Fisher (1987), as raízes de algumas espécies conseguem crescer em solos com densidades moderadamente altas, onde as raízes de outras espécies não podem crescer. Um exemplo desse fato foi dado por Rosemberg (1964), ao verificar que as raízes de “western redcedar” (*Thuja plicata*) penetraram em camadas de solo com densidade de $1,8 \text{ g/cm}^3$, enquanto que as de “Douglas-fir” (*Pseudotsuga meanzesii*) não conseguiram fazê-lo em camadas com densidade de $1,3 \text{ g/cm}^3$.

Altos valores de densidade do solo podem efetivamente dificultar a penetração e o desenvolvimento do sistema radicular, reduzindo a taxa de absorção de água e de nutrientes. Faulknes e Malcolm, citados por Santana (1986), estudaram a influência da densidade do solo no desenvolvimento de raízes de *Pinus silvestris*, em solos Podzólicos, com altas porcentagens de areia e verificaram que a penetração das raízes cessou ao atingir a camada com densidade de $1,50 \text{ g/cm}^3$. Castro (1995) afirma que a compactação reduz o desenvolvimento da planta, seja por falta ou excesso de água e/ou por deficiência na nutrição.

Em um trabalho com mudas de *Pinus taeda*, Foil e Ralston, citados por Mohd e Nik Muhamad (1987), encontraram uma correlação negativa entre o peso de matéria seca das raízes e a densidade do solo. Trabalhando com mudas de *Pinus radiata*, Sandes e Bowen, também citados por Mohd e Nik Muhamad (1987), mostraram que um aumento de 19% no valor da densidade do solo (de $1,35$ para $1,60 \text{ g/cm}^3$), reduziu o peso de matéria seca das raízes em mais de 85%.

De acordo com Reis et al (1989), as plantas de sistema radicular restrito, apresentam, em geral, redução de tamanho da parte aérea, de modo a obter um crescimento harmonioso.

A aeração do solo pode ter profundos efeitos sobre a qualidade do sítio e a produtividade. Um bom suprimento de oxigênio é necessário para o crescimento da raiz e para a

absorção de nutrientes. A saturação de água no solo resulta em uma deficiência de oxigênio e uma acumulação de dióxido de carbono. Tais condições normalmente resultam na redução do crescimento radicular e, eventualmente, na mortalidade das raízes (Pritchett e Fisher, 1987).

Não há fator isolado que seja inteiramente responsável por prejudicar o crescimento vegetal em solos com altas densidades. Por exemplo, o crescimento radicular pode ser restrito pela resistência mecânica, baixo suprimento de oxigênio e por altas concentrações de CO₂ ou outros gases resultantes da aeração deficiente (Pritchett e Fisher, 1987).

3.1.2. Infiltração de Água no Solo

De acordo com Hillel (1970), infiltração é o termo aplicado ao processo pelo qual a água entra no solo, geralmente através de sua superfície, em sentido vertical descendente. Este processo é de grande importância prática, pois a rapidez da infiltração determina, frequentemente, o volume de água que escorrerá superficialmente, por ocasião de chuvas de intensidade superior à capacidade de infiltração do solo.

A velocidade de infiltração é o volume de água que entra no solo, por unidade de tempo e área. Ela é alta no início e vai diminuindo gradativamente, até um valor quase constante. Neste ponto, em que a variação da velocidade de infiltração é muito pequena, ela é denominada velocidade de infiltração básica - VIB (Bernardo, 1989).

Segundo Seixas (1988), a infiltração de água é possivelmente a característica do solo que melhor indica a ocorrência de um processo de degradação das características físicas do mesmo. Com a compactação, observa-se uma diminuição da infiltração e menor armazenamento de água no solo. De acordo com Baver e Gardner, citados por Valente et al. (1979), o fluxo de entrada de água no solo é influenciado principalmente pela permeabilidade do perfil e pelas condições da superfície. Daí a importância das florestas, que provocam alterações benéficas na porosidade e na permeabilidade do solo. Segundo o Instituto... (1982), as raízes das árvores, em

constante renovação, vão deixando galerias quando da sua morte, permitindo uma maior infiltração de água.

De acordo com Castro (1995), o aumento da infiltração de água no solo, seja através de meios mecânicos ou biológicos, é uma das mais importantes medidas no controle da erosão hídrica.

O estudo do comportamento da água no solo é muito complexo, em virtude da grande heterogeneidade verificada no seu perfil, destacando-se a densidade global; o tamanho, a forma e a disposição dos espaços vazios; a textura; a estrutura; o teor de matéria orgânica e outros fatores (Jorge et al., 1984).

Segundo Parr e Bertrand (1960), os infiltrômetros de anel são os instrumentos mais usados na determinação da velocidade de infiltração, não só por serem os mais simples, como também por seu fácil manuseio no campo. No entanto, Barth et al., citados por Brito (1994), afirmam que os resultados da velocidade de infiltração, determinados pelo infiltrômetro de anel, devem ser vistos com reservas, em virtude das seguintes fontes de erro: ausência do efeito de compactação do solo produzido pela chuva; facilidade de fuga do ar do solo para fora da área do anel; e deformação da estrutura do solo pelo processo de cravação dos anéis. Castro (1995) complementa essas informações, afirmando que no método do anel há uma carga hidráulica constante sobre a superfície do solo, não caracterizando uma situação real. Comparando valores de VIB obtidos pelo método do infiltrômetro de anel e pelo simulador de chuva, Castro (1995) encontrou para o primeiro método, valores nove vezes maiores que os encontrados pelo segundo método, em média.

3.2 - Plantio de Espécies Florestais em Áreas Não-degradadas

A definição dos métodos de implantação de uma floresta depende principalmente da finalidade ou dos objetivos propostos. Quando os objetivos visam a obtenção de um retorno econômico no menor tempo possível, tem sido dada preferência a povoamentos puros, com espécies exóticas de rápido crescimento (Garrido, 1981). Entretanto, quando o objetivo principal é a proteção ambiental, o sistema de plantações mistas compostas de árvores nativas, parece ser o mais adequado por manter, embora parcialmente, os processos que caracterizam a eficiência dos sistemas florestais naturais (Kageyama e Castro, 1989).

As florestas situadas próximas aos cursos d'água são sistemas que funcionam como reguladores do fluxo de água, sedimentos e nutrientes entre os terrenos mais altos da bacia hidrográfica e o ecossistema aquático. Desta forma atuam como filtro, o qual se encontra situado justamente entre as partes mais altas da bacia, normalmente utilizadas pelo homem para a agricultura e urbanização e a rede de drenagem, onde se encontra o recurso natural mais importante do ponto de vista do suporte da vida, que é a água (Corbett e Lynch, citados por Lima, 1989).

Segundo o Instituto... (1982), são vários os benefícios de um povoamento florestal. Em um solo coberto por mata, a erosão é praticamente nula. As árvores protegem o solo ao nível das copas (onde verifica-se uma interceptação das gotas de chuva); ao nível da superfície do solo (onde a serrapilheira amortece a queda das gotas de água, diminuindo o choque e dificultando o caminhamento da água sobre o solo, dando mais tempo para que se infiltre) e no interior do solo (onde se dá um enriquecimento em matéria orgânica, tornando-o menos denso, capaz de absorver e reter maior quantidade de água).

Lima (1985) afirma que comparativamente à cobertura de gramíneas, a perda de nutrientes pelo deflúvio em bacias com florestas deve ser normalmente menor, em função da ciclagem mais eficiente dos nutrientes pelo ecossistema florestal.

Segundo Garrido (1981), a serrapilheira produzida pela mata contribui para a melhoria do solo, reduz os riscos de incêndio e aumenta a infiltração da água das chuvas no solo.

(Lima, citado por Kageyama e Castro, 1989).

Outro exemplo desse fato foi constatado por Calegário (1993) em um levantamento florístico na região de Belo Oriente, MG. O trabalho, realizado em povoamentos de *Eucalyptus grandis* e *E. paniculata*, abandonados há 14 anos, detectou a presença de 73 espécies arbóreas pertencentes a 34 famílias botânicas.

Segundo Valcarcel, citado por Jesus (1992), o plantio de florestas em encostas melhora as propriedades físico-hidrológicas dos solos, no referente à estruturação, infiltração e percolação; abastece o lençol freático; estabiliza as encostas, principalmente através do desenvolvimento do

Solos sob mata são mais protegidos e mais ativos do ponto de vista funcional, que aqueles sob vegetação de campo. Apesar de conter mais Al^{3+} , eles são mais férteis, pois contém maiores teores de N, P, K, Ca, matéria orgânica e carbono na biomassa, sendo esse último maior em até 8,7 vezes no solo de mata, quando comparado com um campo adjacente (Siqueira et al., 1995).

De acordo com Garrido (1981), as florestas promovem uma translocação de nutrientes das camadas mais profundas do solo para a superfície. Essa translocação ocorre através da absorção pelo sistema radicular, translocação interna e restituição ao solo pela deposição de folhas, frutos, sementes, galhos, cascas e troncos.

Schubart, citado por Molion (1985), fez medidas de permeabilidade sob duas coberturas vegetais diferentes (floresta primitiva e pastagem de cinco anos de idade), com o mesmo tipo de solo e observou que o solo sob a floresta apresentava uma taxa de infiltração cerca de 10 vezes superior à do solo de pastagem.

Em um trabalho que procurou determinar melhores alternativas para a proteção de solos a nível de prevenção e correção de processos erosivos, Nakasu et al. (1982) optaram por privilegiar a cobertura vegetal, constituída basicamente por essências nativas que, além de responder às características do meio físico local, protege o solo contra processos erosivos e restabelece o equilíbrio ecológico da área.

A regeneração artificial estimula e acelera a regeneração natural, como foi verificado em um plantio realizado pela Companhia Acesita Florestal, em uma área de 500 hectares, em Acesita - MG. Foram plantadas 12 espécies nativas e, 15 anos após o plantio, um inventário indicou a presença de 122 espécies arbóreas, inclusive espécies características de estágios finais da sucessão (Freitas, citado por Kageyama e Castro, 1989).

Outro exemplo desse fato foi constatado por Calegário (1993) em um levantamento florístico na região de Belo Oriente, MG. O trabalho, realizado em povoamentos de *Eucalyptus grandis* e *E. paniculata*, abandonados há 14 anos, detectou a presença de 73 espécies arbóreas pertencentes a 34 famílias botânicas.

Segundo Valcarcel, citado por Jesus (1992), o plantio de florestas em encostas melhora as propriedades físico-hidrológicas dos solos, no referente à estruturação, infiltração e percolação; abastece o lençol freático; estabiliza as encostas, principalmente através do desenvolvimento do

sistema radicular, que forma um obstáculo físico, aumentando a resistência ao deslizamento; e minimiza o processo erosivo dos solos e o assoreamento dos rios e represas.

3.2.1. Competição com Plantas Daninhas

As plantas invasoras aumentam a diversidade biótica do ecossistema, incrementando as possibilidades de equilíbrio ecológico local. No entanto, na maioria dos casos, as populações das plantas invasoras atingem elevadas densidades populacionais e passam a condicionar fatores que são negativos ao crescimento das árvores, como a competição pelos recursos essenciais ao crescimento, como água, luz e nutrientes (Marchi et al., 1995).

Em plantios de eucalipto, os efeitos da competição são sentidos com maior intensidade no primeiro ano do estabelecimento do povoamento, sendo mais drásticos no período da seca. As árvores que crescem sob interferência das plantas invasoras podem apresentar deficiência de nutrientes, em decorrência da competição, refletindo em menores crescimento e acúmulo de matéria seca. A competição por luz é uma das modalidades de interferência das plantas invasoras que provoca maior impacto sobre o crescimento das espécies florestais, pois restringe a fonte predominante de energia aos processos básicos de absorção de nutrientes e de elaboração de todas as substâncias envolvidas no crescimento do vegetal (Marchi et al., 1995).

Plantas como o capim-gordura (*Melinis minutiflora*), que apresentam crescimento agressivo, dificultando o estabelecimento das árvores, retardam ou até mesmo inviabilizam o processo de sucessão secundária (Davide, 1994). Essa espécie atinge até 1,2 m de altura (Diniz, 1977).

3.3. Sucessão Secundária e Grupos Ecológicos

② Segundo Gomez-Pompa e Wiechers, citados por Mendonça, Pompéia e Martins (1992), a sucessão secundária é um processo ecológico caracterizado por substituições que se sucedem em um ecossistema depois de uma perturbação natural ou antrópica, até chegar a um estágio estável.

A sucessão secundária é o mecanismo pelo qual as florestas tropicais se auto-renovam, através da "cicatrização" de locais perturbados que ocorrem a cada momento em diferentes pontos da mata (Gomez-Pompa, 1971).

① Segundo Kageyama e Castro (1989), muitos autores procuram classificar as espécies em diferentes grupos ecológicos, baseados em diferentes características. A principal característica de cada grupo, comum às diversas classificações, é a quantidade de luz requerida na fase de regeneração. Entretanto, de acordo com Gomez-Pompa (1971), as espécies apresentam uma ampla variedade de respostas, havendo um gradiente de tolerância à luz, nas diferentes fases do desenvolvimento. Em florestas tropicais, um indivíduo pode germinar em um ambiente, mas desenvolver-se em outro, ou mesmo em uma série de ambientes contrastantes e que se alternam, antes de atingir o dossel.

③ Como as espécies arbóreas têm ritmos de crescimento e necessidades ecológicas diferentes nos diversos estágios de desenvolvimento, o conhecimento da auto-ecologia das espécies é muito importante para se levar avante a tarefa de implantar florestas mistas (Kageyama e Castro, 1989).

Segundo Jesus (1994), o maior desafio encontrado por quem se propõe a recuperar florestas tropicais é entender o papel de cada grupo de espécies na dinâmica da floresta natural, saber separar esses grupos e correlacioná-los com as condições de plantio.

④ O reflorestamento misto deve ser composto por espécies de diferentes estágios de sucessão, assemelhando-se à floresta natural, que é composta de um mosaico de estágios sucessionais. A consorciação de espécies pode ser pela mistura de diversas espécies onde diferentes grupos de espécies desempenham diferentes papéis de sombreadoras ou sombreadas (Kageyama e Castro, 1989).

5 Segundo Kageyama, Reis e Carpanezzi (1992), programas de plantios mistos de espécies nativas vêm sendo desenvolvidos com relativo sucesso em nossas condições, aplicando conceitos silviculturais, mostrando a exequibilidade de tais programas, pelo menos para iniciar o processo de revegetação.

3.4. Interação Espécie-Sítio

Segundo Finger (1992), o crescimento das árvores é influenciado pelos fatores genéticos da espécie, que interagem com o meio ambiente, o qual compreende os seguintes fatores: climáticos (temperatura, precipitação, vento e insolação), edáficos (características físicas, químicas e biológicas), topográficos (altitude, inclinação e exposição) e competição (com outras árvores e com a vegetação rasteira).

6 De acordo com Davide (1994), o ambiente é tão importante quanto à espécie e o que deve ser considerado quando da instalação de plantios é a interação entre ambos. O desempenho de espécies florestais é fortemente influenciado pelas características do sítio, sendo que pequenas variações entre áreas contíguas, provocam grandes variações de respostas no crescimento das árvores. Após cinco anos de experimentação com plantios heterogêneos em Camargos (Itutinga, MG), o mesmo autor concluiu que as características físicas e químicas do solo, o teor de umidade e a competição com plantas daninhas são os fatores com maior influência no crescimento das espécies florestais.

Devido à interação espécie-ambiente, as espécies podem apresentar comportamentos contrastantes, quando plantadas em ambientes distintos. Portanto, os resultados observados em um determinado ambiente não podem ser extrapolados para outros ambientes (Kageyama e Castro, 1989). Segundo Finger (1992), o homem pode, até certo ponto, alterar a produtividade de um sítio através de tratamentos silviculturais, seleção de árvores com melhores características genéticas e melhoramento de alguns fatores ambientais, como água, nutrientes, densidade do solo, etc.

De acordo com Carvalho (1982), para que se possa estudar o maior número possível de espécies nativas potenciais para reflorestamentos, é necessário que os experimentos envolvam diferentes ecossistemas. Somente assim torna-se possível testar um maior número de espécies e estudar seu comportamento e características silviculturais dentro dos vários sítios existentes.

3.5. Preparo do Solo e Fertilização

De acordo com Kiehl (1985), a produtividade do solo é um atributo que depende principalmente de três fatores: clima, propriedades físicas e propriedades químicas do solo. As condições climáticas são tidas como fatores primários, por serem as mais limitantes e de difícil controle. As condições físicas do solo são os fatores secundários, por serem menos difíceis de se controlar e menos limitantes que as anteriores. Finalmente, as condições químicas, como fatores terciários, assim classificadas pelo fato de serem, relativamente, as mais fáceis de serem modificadas.

Vários são os objetivos do preparo do solo, mas prioritariamente ele deve ser efetuado para reduzir as ervas daninhas e facilitar o plantio. O preparo pode aumentar a taxa de mineralização da matéria orgânica, melhorando a fertilidade do solo no plantio; melhorar a capacidade de retenção de água no solo ou sua drenagem; quebrar camadas impermeáveis ao longo do perfil do solo, reduzindo sua densidade aparente e sua resistência à penetração de raízes, aumentando a aeração, restaurando a porosidade em solos compactados e favorecendo o crescimento radicular. A subsolagem visa reduzir a densidade do solo e a resistência à penetração de raízes; aumentar a permeabilidade e diminuir o escoamento superficial (no caso de áreas declivosas), ou o encharcamento - no caso de terrenos planos (Lisbão Jr., 1988).

No Brasil, segundo Gonçalves (1988), são relegados à silvicultura, os solos menos férteis e, geralmente, de grande suscetibilidade à erosão. As razões são o menor valor de aquisição dessas terras, aliado a suposições de que as espécies florestais possuem pequenas exigências

nutricionais, bem inferiores a das culturas agrícolas e, por consequência, bom desenvolvimento em solos poucos férteis.

Os solos sob cerrado, geralmente ácidos e pobres em nutrientes, especialmente em fósforo, necessitam da aplicação de fertilizantes para suportarem uma produção satisfatória (Oliva et al., 1989). De acordo com Siqueira et al. (1995), em solos de baixa fertilidade, como os latossolos da área de influência da represa de Camargos, no Rio Grande, MG, a adubação de plantio com NPK mostrou-se essencial para garantir o estabelecimento e crescimento inicial de mudas de espécies arbóreas, devendo ser adotada nos plantios. Pode-se optar, entretanto, pela aplicação de apenas superfosfato no plantio e N + K em cobertura, após o pegamento das mudas.

Na determinação da necessidade de adubação, é importante conhecer, além da fertilidade natural do solo, as exigências nutricionais da espécie. Desses dois fatores, analisados em conjunto, vem a escolha do tipo e dosagem de fertilizante (Associação..., 1971). No entanto, conforme afirma Ferreira (1993a), a pesquisa com nutrição florestal no Brasil é recente e o seu desenvolvimento está relacionado principalmente com a expansão da cultura do *Eucalyptus* e a ocupação de áreas de cerrado com este gênero.

A nível de campo, principalmente no Brasil, poucos estudos sobre requerimentos nutricionais de espécies arbóreas nativas têm sido realizados, resultando em um incipiente conhecimento do comportamento nutricional da maioria das espécies nativas. Também é pequeno o conhecimento das reações e do destino dos fertilizantes aplicado aos solos florestais, por isso muitas das informações produzidas pela pesquisa com plantas cultivadas, têm sido usadas para cobrir esse vazio (Siqueira et al., 1995)

Segundo Pritchett e Fisher (1987), as espécies arbóreas diferem em seus requerimentos nutricionais e em suas capacidades de extrair nutrientes do solo. Além disso, de acordo com Gonçalves et al. (1992), há diferenças também na eficiência nutricional entre as espécies e entre grupos ecológicos.

Segundo Pritchett e Fisher (1987), respostas à fertilização são normalmente expressas em termos de aumentos na altura da árvore, diâmetro do caule e, conseqüentemente, no volume.

A fertilidade do solo pode ser elevada pelo emprego de fertilizantes minerais, corretivos e fertilizantes orgânicos. Os fertilizantes minerais e os corretivos podem elevar a fertilidade, porém, ao contrário dos fertilizantes orgânicos, são incapazes de melhorar as

propriedades físicas do solo, como por exemplo reduzir a densidade aparente; aumentar a retenção de água e melhorar a estruturação, a aeração e a drenagem (Kiehl, 1985).

Um dos fertilizantes orgânicos mais utilizados é o esterco bovino. De acordo com Kiehl (1985), a composição desse fertilizante é variável, sendo influenciada por vários fatores como a raça, a idade e a alimentação do gado. De acordo com Rajj (1991), outros aspectos que concorrem para a variação nos teores dos nutrientes, são a volatilização da amônia e a lixiviação do nitrato e do potássio, que causam o empobrecimento do material. Segundo Comissão... (1989), considerando um esterco com umidade de 65,3%, a composição média fica em torno de 3,1% de N; 1,8% de P_2O_5 e 2,1% de K_2O . Kiehl (1985) relata ainda a presença de 0,30% de $CaO + MgO$, em média.

Segundo Tibau (1984), em certa fase da decomposição do esterco, desenvolve-se reação redutora no desdobramento dos seus componentes, reação essa que é benéfica por promover a solubilização do Fe e do Mn, tornando-os assimiláveis.

De acordo com Guilherme, Vale e Guedes (1993), a matéria orgânica, além de importante fonte de micronutrientes, aumenta a solubilidade e transporte de micronutrientes catiônicos (Fe, Mn, Zn e Cu) presentes no solo. Outro efeito benéfico dos radicais orgânicos é a complexação do alumínio da solução do solo, o que reduz sua atividade e, conseqüentemente, seus efeitos deletérios.

A fertilização é efetuada para melhorar o nível nutricional das plantas. A nutrição influencia não somente a taxa relativa de crescimento de uma planta e o padrão em que o carbono é alocado nas diversas partes da planta, mas também a taxa em que uma dada área foliar pode assimilar o dióxido de carbono. Uma bem sucedida fertilização aumenta a taxa de absorção e o movimento dos nutrientes para as partes fotossinteticamente ativas das árvores; aumenta também a taxa de produção de lenho, assim como a massa foliar, incrementando ainda mais a atividade fotossintética (Crane, citado por Lisbão Jr., 1988).

De acordo com Oliva et al. (1989), a aplicação de fertilizantes acelera a taxa de crescimento, refletindo em uma maior demanda de água, o que pode se tornar um aspecto negativo para a planta, durante períodos secos. Taxas de crescimento mais lentas podem ser uma adaptação a baixos suprimentos de água.

Gonçalves et al. (1995), trabalhando com reflorestamento misto de espécies nativas no Estado de São Paulo, observaram que quanto mais inicial era a fase de crescimento das árvores,

maior era sua dependência das condições de fertilidade dos solos e maiores eram as respostas à adubação. À medida que as árvores se desenvolveram, menores eram as respostas à adubação, efeito atribuído ao crescimento do sistema radicular, que passou a explorar um maior volume de solo, e também à intensificação dos processos de ciclagem dos nutrientes.

3.6. Seca de Ponteiros

A seca de ponteiros, em geral, manifesta-se pelo secamento das porções apicais dos ramos e galhos, atingindo, geralmente, todas as árvores nas regiões em que ocorre com severidade. O secamento de folhas com subsequente desfolha pode ser considerado como mecanismo adaptativo das árvores para sobreviverem na época de déficit hídrico. Isto significa que muitas árvores afetadas fazem reposição foliar com o retorno das chuvas. Essas árvores, mesmo não morrendo, perdem seu ritmo de crescimento normal, porque ficam fisiologicamente debilitadas durante alguns meses (Rocha, 1992).

Em determinadas áreas de cerrado, algumas espécies de eucalipto apresentam durante o período de seca prolongada, morte apical de ramos - seca de ponteiros. No estudo da seca de ponteiros, diversas pesquisas foram direcionadas para relações nutricionais, aspectos fitopatológicos e relações hídricas, antes ou durante o aparecimento dos sintomas. Poucos resultados, entretanto, têm se mostrado conclusivos. Diversas observações no campo levaram à hipótese de uma relação entre o grau de estresse hídrico da planta, submetida a um período de seca, e o estado nutricional das plantas durante o período de estabelecimento (Oliva et al., 1989).

Segundo Rocha (1992), a seca de ponteiros pode ser por deficiência de boro, relacionada a períodos de longas estiagens, já que a falta de água para movimentação do micronutriente, dificulta sua absorção pela planta.

A perda de folhas durante a seca aumenta a quantidade de água disponível para as folhas restantes. Por outro lado, tem a desvantagem de reduzir a superfície fotossintetizante e o suprimento de reservas para o crescimento radicular (Parker, 1968).

3.7. Espécies Utilizadas

Na escolha das espécies destinadas a um plantio, principalmente em áreas degradadas, é mais importante o conhecimento do habitat e grupo ecológico a que pertence cada espécie, do que propriamente sua origem (exótica ou nativa). Na recuperação de áreas degradadas, pode-se trabalhar com espécies da região, mas sem a garantia de que elas suportarão as novas condições edáficas (Jesus, 1994). Um exemplo disso foi mostrado por Davide e Faria (1994), trabalhando com plantio misto em pastagem degradada em Itutinga, MG. Neste plantio, aos 18 meses, a *Acacia mangium*, uma espécie pioneira exótica, mostrou os maiores valores de altura, diâmetro do caule e área de copa, quando comparada com quatro pioneiras nativas da região - *Trema micrantha*, *Senna macranthera*, *Senna multijuga* e *Croton floribundus*.

O uso de espécies nativas tropicais em programas de reflorestamento é ainda incipiente, principalmente pelo pouco conhecimento do comportamento silvicultural dessas espécies (Yared et al., citados por Jesus, Garcia e Tsutsumi, 1992).

3.7.1. Angico-amarelo

Nome Científico: *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. Segundo Carvalho (1994), o gênero é monoespecífico na América do Sul.

Nomes Vulgares: Angico-amarelo, angico-cangalha, canafistula.

Família: Caesalpinaceae

Habitat: Floresta Estacional Semidecidual Submontana e também no Cerradão (Carvalho, 1994).

Ocorrência Natural: Bahia, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul até o Paraná (Lorenzi, 1992). Em Minas Gerais, segundo Carvalho (1994), esta espécie ocorre na Zona da Mata.

Características da Espécie: Trata-se de árvore decidual, alta, de 25 a 35 metros de altura e 60 a 120 cm de diâmetro à altura do peito. Tronco cilíndrico mais ou menos reto ou levemente curvo; fuste curto, geralmente de 6 a 10 metros; ramificação dicotômica ascendente, com galhos grossos, geralmente tortuosos formando copa ampla, largamente achatado-arredondada, encimada por folhagem densa de cor verde-escura. É espécie pioneira, que prefere solos úmidos e profundos. Na mata madura é encontrada quase só como exemplares velhos ou adultos bem desenvolvidos, demonstrando que sua regeneração não ocorre na floresta densa e sombria. Trata-se de espécie heliófita, isto é, suas plântulas para desenvolverem necessitam de bastante luz. A árvore floresce intensamente a cada ano, produzindo muitos frutos, garantindo assim suprimento adequado de sementes. É uma espécie rústica e de rápido crescimento. Tolerava quase todos os tipos de solos: arenosos, húmiferos e os não excessivamente úmidos (Reitz, Klein e Reis, 1988). Carvalho (1994) confirma essa última informação, afirmando que a espécie ocorre naturalmente em vários tipos de solos, sendo pouco exigente à fertilidade química dos mesmos, aparecendo desde solos ácidos, inclusive de Cerradão, até solos férteis. Nogueira, citado por Coelho et al. (1982), também afirma que trata-se de espécie de ampla dispersão geográfica, ocorrendo nos mais diferentes tipos de solo, sendo tolerante a baixas temperaturas, resistente à seca e bastante rústica, com índice mínimo de mortalidade em plantios.

Carvalho (1994) classifica esta espécie como secundária inicial, quanto ao grupo sucessional, mas com papel pioneiro nas áreas abertas, em capoeiras e matas degradadas. De acordo com a terminologia mais recente, essa espécie é classificada como clímax exigente de luz (Davide, Faria e Botelho, 1995).

Segundo Lorenzi (1992) e Carvalho (1994), o angico-amarelo é indicado para a composição de reflorestamentos mistos de áreas degradadas. Segundo Gonçalves, Cervencia e Toledo (1991), essa espécie é utilizada pela CESP na recomposição vegetal de áreas degradadas. Carvalho (1994) também indica essa espécie para plantio puro, a pleno sol e também para o tutoramento de espécies secundárias e clímax, em plantios mistos.

Em plantios experimentais, o angico tem crescido melhor em solos com nível de fertilidade química média a elevada, bem drenados e com textura franca a argilosa. Não tolera solos rasos, pedregosos ou demasiadamente úmidos. A espécie apresenta ritmo de crescimento rápido, com hábito de crescimento variável, que vai desde monopodial até irregular, com perda da dominância apical e apresentando bifurcação desde a base, com formação de galhos grossos (Carvalho, 1994).

Carvalho (1994) apresenta alguns dados de altura média do angico-amarelo, provenientes de plantios experimentais em várias localidades: 2,30 m (aos 15 meses, no espaçamento de 3 x 3 m, em Ribas do Rio Pardo, MS); 0,63 m (aos dois anos, em Latossolo Roxo Distrófico, no espaçamento de 3 x 2 m, em Chapecó, SC); 1,62 m (aos 25 meses, no espaçamento de 4 x 3 m, em Dona Ema, SC); 1,61 m (aos quatro anos, em Terra Roxa Estruturada, no espaçamento de 3 x 2 m, em Concórdia, SC); 3,05 m (aos quatro anos, em Latossolo Vermelho Escuro, no espaçamento de 3 x 2 m, em Ponta Grossa, PR); 5,70 m (aos quatro anos, em Latossolo Roxo Distrófico, no espaçamento de 3 x 3 m, em Foz do Iguaçu, PR); 8,83 m (aos cinco anos, em Latossolo Roxo Distrófico, no espaçamento de 4 x 4 m, em Foz do Iguaçu, PR) e 9,12 m (aos sete anos, em Latossolo Vermelho Escuro, no espaçamento de 3 x 3 m, em Cianorte, PR).

3.7.2. Aroeirinha

Nome Científico: *Schinus terebinthifolius* Raddi

Nomes Vulgares: Aroeirinha, aroeira-vermelha, aroeira-pimenteira, aroeira, aroeira-da-praia, aroeira-do-brejo, aroeira-mansa, aroeira-branca.

Família: Anacardiaceae

Habitat: Ocorre da Floresta Atlântica ao Cerrado e Cerradão (Carvalho, 1994).

Ocorrência Natural: Pernambuco até Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul (Lorenzi, 1992).

Características da Espécie: Trata-se de arvoreta ou árvore perenefoliada, de 5 a 10 metros de altura e 20 a 40 cm de diâmetro à altura do peito; tronco geralmente tortuoso, curto; ramos longos, flexíveis, até pendentes, formando copa arredondada. Trata-se de espécie heliófita ou de luz difusa. Prefere solos rochosos, rasos ou arenosos de boa drenagem. Muito abundante principalmente na orla dos capões, nas matas de galeria e em todos os tipos de vegetação arbórea aberta. Indicada para o reflorestamento das margens dos reservatórios das hidrelétricas. Trata-se de espécie pioneira com grande agressividade por sobre os campos, produzindo abundante quantidade de frutos vermelhos muito procurados pelos pássaros. A época de maturação dos frutos vai de dezembro a março (Reitz, Klein e Reis, 1988). Segundo Carvalho (1994), é uma das espécies mais procuradas pela avifauna, que é seu maior disseminador.

A aroeirinha ocorre em diversos tipos de solos, desde aqueles de baixa fertilidade natural aos férteis; dos úmidos aos secos; dos arenosos aos argilosos. Em plantios experimentais, tem crescido melhor em solos de nível de fertilidade química média a elevada, bem drenados e com textura franca a argilosa. Seu ritmo de crescimento é moderado (Carvalho, 1994).

Carpanezi et al. (1990), Lorenzi (1992) e Carvalho (1994) citam essa espécie como potencialmente adequada para a revegetação de áreas degradadas e marginais, devido ao seu caráter de pioneirismo e agressividade.

De acordo com Carvalho (1994), a aroeirinha apresenta ramificação dicotômica, cimoso, copa baixa, densifoliada a irregular, arredondada, densa e larga quando isolada. Quanto ao hábito de crescimento, apresenta forma ruim, tortuosa, sem dominância apical definida, com ramificação pesada, bifurcações e multitrancos. Frutifica no primeiro ano após o plantio.

Segundo Bennett et al. (1990), a aroeirinha tornou-se uma planta daninha, agressiva no sul da Flórida, após sua introdução do Brasil, como espécie ornamental. Os autores propuseram, em seu trabalho, a introdução de artrópodes fitófagos do Brasil (pragas da aroeirinha), visando o controle da sua invasão. De acordo com os autores, existem cerca de 150 espécies de artrópodes fitófagos que atacam a aroeirinha no Brasil. Segundo Doren, Whiteaker e Larosa (1991), a aroeirinha está invadindo áreas de agricultura abandonadas e sítios perturbados na Flórida,

substituindo a vegetação nativa. Os autores tentaram, sem sucesso, o controle dessa invasão, através da queima controlada.

3.7.3. Candiúva

Nome Científico: *Trema micrantha* (L.) Blume

Nomes Vulgares: Candiúva, trema, pau-pólvora, crindiúva, crindeúva, coatidiba, periquiteira, gurindiva.

Família: Ulmaceae

Habitat: Floresta Ombrófila Densa; transição Cerrado/Mata Ciliar; Campos Rupestres e Restingas (Carvalho, 1994).

Ocorrência Natural: Rio de Janeiro, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul até o Rio Grande do Sul (Lorenzi, 1992). Ferreira, Gomes e Gavilanes (1975) afirmam que a espécie também ocorre em Pernambuco e em formações secundárias de toda a Amazônia.

Características da Espécie: Árvore perenefoliada de 5 a 15 metros de altura. Ocorre na orla das matas e dos capoeirões. Indicada para servir como espécie sombreadora no reflorestamento misto com espécies nativas umbrófilas. Anualmente produz grande quantidade de frutos, que são procurados pelos pássaros, promovendo sua disseminação (Reitz, Klein e Reis, 1988). Seu sistema radicular tende ao fasciculamento (Sanchotene, 1989). Estima-se que o ciclo de vida da candiúva não ultrapasse os 15 anos (Carpanezi et al., 1990).

Segundo Lorenzi (1992), essa espécie não pode faltar em qualquer reflorestamento heterogêneo destinado à recuperação de áreas degradadas. Carpanezi et al. (1990) informam que

a candiúva ocorre também em terrenos inóspitos, como locais minerados de cassiterita e em substratos rasos e/ou pedregosos de basalto.

Segundo Sanchotene (1989), a candiúva vegeta em solos de boa fertilidade ou não, desde que não sejam muito úmidos. Essa informação é confirmada por Oliveira-Filho et al. (1995), a partir de estudos fitossociológicos na região do Alto Rio Grande, MG, que encontraram a candiúva ocorrendo preferencialmente em sítios métricos, sendo indiferente, em termos de ocorrência, quanto à fertilidade do solo.

A candiúva é utilizada pela CESP, como espécie pioneira em plantios mistos, na recuperação de áreas degradadas (Gonçalves, Cervenca e Toledo, 1991).

De acordo com Carvalho (1994), trata-se de espécie de crescimento rápido, com ramificação cimosa, copa alargada nas árvores jovens e mais aberta e estendida quando adulta. Frutifica a partir do primeiro ano ou até antes. Forma povoamentos densos em clareiras grandes recém-formadas. Tem grande adaptação a solos de baixa fertilidade química, como areias quartzosas, sendo colonizadora de terrenos desnudos. Pode ser usada em plantios mistos de recuperação de áreas degradadas, junto com espécies secundárias e clímax. Em plantios experimentais tem crescido melhor em solos férteis, bem drenados, não excessivamente secos e com textura franca a muito argilosa.

3.7.4 Cássia-verrugosa

Nome Científico: *Senna multijuga* (Rich.) Irwin et Barn.

Nomes Vulgares: Cássia-verrugosa, pau-cigarra, cássia-aleluia.

Família: Caesalpinaceae

Habitat: Floresta Ombrófila Densa e outras (Carvalho, 1994).

Ocorrência Natural: Quase todo o Brasil, principalmente na Floresta Pluvial da Encosta Atlântica (Lorenzi, 1992).

Características da Espécie: Trata-se de árvore decídua, com altura de 6 a 10 metros e 30 a 40 cm de diâmetro à altura do peito. Produz anualmente grandes quantidades de sementes viáveis. É espécie pioneira, sendo rara no interior da mata primária densa e encontrada com mais facilidade nas matas secundárias (Lorenzi, 1992). De acordo com a terminologia mais recente, essa espécie está classificada como clímax exigente de luz (Davide, Faria e Botelho, 1995). É espécie de crescimento rápido, com ramificação irregular e estendida; copa baixa, arredondada e irregular. É bastante ramificada, com galhos laterais fortes e bifurcações desde a base. Apresenta boa deposição de folheto, dificultando o aparecimento de gramíneas invasoras (Carvalho, 1994). Apresenta grande agressividade, chegando às vezes a formar vegetação homogênea (Inoue, Roderjan e Kuniyoshi, 1984).

Carvalho (1994) indica a cássia-verrugosa para a recuperação de áreas de mineração de bauxita e exploração de xisto, além de recuperação de áreas degradadas na Serra do Mar. Pode ser plantada a pleno sol, em plantios puros ou mistos.

3.7.5. Fedegoso

Nome Científico: *Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.

Nomes Vulgares: Fedegoso, cássia-fedegoso.

Família: Caesalpinaceae

Ocorrência Natural: Ceará até São Paulo e Minas Gerais (Lorenzi, 1992).

Características da Espécie: Árvore semidecídua ou decídua no inverno, com altura de 6 a 8 metros e 20 a 30 cm de diâmetro à altura do peito. É rara no interior da floresta primária densa, sendo

muito frequente em formações secundárias. Produz anualmente grandes quantidades de sementes viáveis. Apresenta características de espécie pioneira e de rápido crescimento, sendo portanto indicada para a composição de plantios em áreas degradadas (Lorenzi, 1992). De acordo com a terminologia mais recente, essa espécie é classificada como clímax exigente de luz (Davide, Faria e Botelho, 1995).

3.7.6 Goiabeira

Nome Científico: *Psidium guajava* L.

Nomes Vulgares: Goiabeira, goiaba, guaiaba, guaiava.

Família: Myrtaceae

Ocorrência Natural: Rio de Janeiro ao Rio Grande do Sul, na Floresta Pluvial Atlântica. Ocorre também de maneira espontânea em quase todo o país (Lorenzi, 1992). De acordo com Randall (1990), a goiabeira é encontrada em todas as áreas tropicais do continente americano. Segundo Mattos (1984), há ainda muita confusão a respeito da origem dessa espécie.

Características da Espécie: Árvore com altura de 3 a 6 metros, tronco tortuoso, liso e descamante, de 20 a 30 cm de diâmetro à altura do peito. Folhas simples, frutos comestíveis. Planta semidecídua e heliófita. Ocorre principalmente nas formações abertas de solos úmidos. Apresenta intensa regeneração espontânea em capoeiras, graças à ampla disseminação proporcionada pela avifauna (Lorenzi, 1992). Essa eficiente disseminação, a durabilidade das sementes e o fato da goiabeira se estabelecer mesmo em solos de baixa fertilidade e em regiões secas, explicam a ampla dispersão da espécie (Randall, 1990). É espécie clímax exigente de luz (Davide, Faria e Botelho, 1995).

Nogueira (1990), em um trabalho de regeneração natural observou que após o abandono de uma área cultivada, a espécie arbórea que apresentou maior colonização foi a goiabeira.

Segundo Lorenzi (1992), é planta indispensável em plantios mistos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente.

3.7.7- Guapuruvu

Nome Científico: *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake

Nomes Vulgares: Guapuruvu, umbela, ficheira.

Família: Caesalpiniaceae

Habitat: Espécie característica e exclusiva da Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), de acordo com Carvalho (1994).

Ocorrência Natural: Bahia até Santa Catarina, na Floresta Pluvial da Encosta Atlântica (Lorenzi, 1992).

Características da Espécie: Árvore decídua de 20 a 30 metros de altura e 50 a 80 cm de diâmetro à altura do peito. Tronco reto, alto e cilíndrico. Forma ampla copa corimbosa, umbeliforme, com folhas compostas muito compridas. Muito exigente quanto à luz, cresce preferencialmente nas matas abertas e nas clareiras. Raramente é encontrada na floresta alta e densa (Reitz, Klein e Reis, 1988). É espécie clímax exigente de luz, segundo Davide, Faria e Botelho (1995). Trata-se de uma das espécies nativas de mais rápido crescimento (Reitz, Klein e Reis, 1988), podendo atingir, de acordo com Lorenzi (1992), de 8 a 10 m de altura aos dois anos. Produz anualmente quantidade abundante de sementes. É uma árvore de fácil manejo em reflorestamento em campo aberto, sendo

pouco exigente quanto às condições edáficas (Reitz, Klein e Reis, 1988). No entanto, Carvalho (1994) afirma que a espécie prefere solos férteis, profundos e úmidos, bem drenados e com textura franca a argilosa.

Pode ser plantada a pleno sol, em plantios mistos ou puros, principalmente no tutoramento de espécies secundárias e clímax (Carvalho, 1994). Também é indicada para reflorestamentos de áreas degradadas (Lorenzi, 1992).

Flor (1977) indica o guapuruvu, entre outras espécies de crescimento rápido, para plantio homogêneo em regiões de cerrado, visando seu aproveitamento econômico.

3.7.8. Ipê-mirim

Nome Científico: *Stenolobium stans* (Jun.) Seem.

Nomes Vulgares: Ipê-mirim, falso-ipê, ipê-de-jardim, ipezinho.

Família: Bignoniaceae

Ocorrência Natural: Segundo Carpanezzi et al. (1990), o ipê-mirim parece ser originário dos trópicos americanos do hemisfério norte, tendo sido introduzido em outros locais como ornamental. Corrêa (1984b) afirma que a espécie ocorre naturalmente no Brasil, desde Pernambuco até Minas Gerais e São Paulo.

Características da Espécie: Árvore pequena, alcançando no máximo 10 metros de altura e 35 cm de diâmetro à altura do peito. Floresce e frutifica durante quase todo o ano. As cepas rebrotam com facilidade, assim como as raízes expostas. É espécie de curta longevidade, entrando em decrepitude após 10 ou 15 anos. Apresenta comportamento invasor, tendo naturalizado-se em regiões tropicais e sub-tropicais do continente americano, assim como em partes da Índia. É planta invasora de terrenos bem drenados em locais abertos, podendo também penetrar no sub-bosque de

povoamentos florestais desbastados. Invade pastos, mesmo os muito pisoteados, formando agrupamentos densos (Carpanezzi et al., 1990). Segundo Davide, Faria e Botelho (1995), trata-se de espécie clímax exigente de luz.

3.7.9. Jacarandá-mimoso

Nome Científico: *Jacaranda mimosifolia* D. Don

Nome Vulgar: Jacarandá-mimoso.

Família: Bignoniaceae

Ocorrência Natural: Norte da Argentina (Lorenzi, 1992), Bolívia e nordeste do Paraguai (Carvalho, 1994). Corrêa (1984a) afirma que a espécie ocorre naturalmente no Brasil.

Características da Espécie: Árvore que chega a alcançar 20 metros de altura, porém raramente se observa exemplares de tal crescimento. Em geral encontra-se árvores entre 6 e 8 metros, com 40 cm de diâmetro à altura do peito. (Santos, 1987). Trata-se de espécie clímax exigente de luz (Davide, Faria e Botelho, 1995). É plantada como árvore ornamental na América tropical e subtropical do norte até o México e parte sul dos Estados Unidos. No Brasil, é muito usada em arborização, principalmente na Região Sul (Carvalho, 1994).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização das Áreas

As duas áreas utilizadas neste trabalho localizam-se próximo a barragem da Usina Hidrelétrica de Camargos (Itutinga, MG), no local denominado "Península", de propriedade da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG). A distância entre as duas áreas é de cerca de 100 metros. As áreas adjacentes vêm sendo utilizadas desde 1990 para plantios experimentais do Projeto Mata Ciliar, através de um convênio firmado entre a CEMIG, a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e a Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE). O presente trabalho é parte desses experimentos.

As coordenadas do local são 21°21'50" de latitude Sul e 44°37'00" de longitude Oeste. A altitude é de 920 m. O clima da região é classificado como de transição entre Cwb e Cwa, ou seja, temperado, com invernos secos, de acordo com a classificação de Köppen. Dados coletados pela Estação Meteorológica da UFLA (Lavras, MG), distante menos de 50 km do local do plantio, mostram os seguintes valores médios no período de 1961 a 1990 (Brasil, 1992): temperatura média anual: 19,4° C; temperatura média do mês mais frio (julho): 15,8° C; temperatura média do mês mais quente (fevereiro): 22,1° C. A precipitação média anual é de 1.529,7 mm, concentrada de outubro a abril (93% da precipitação total). As médias mensais variam de 19,2 mm (julho) a 293,3 mm (janeiro).

4.1.1. Área Degradada

Trata-se de uma área plana, localizada na extremidade de uma antiga pista de pouso, utilizada por ocasião da construção da barragem, de meados ao final da década de 50. Para a construção dessa pista removeu-se a vegetação (cerrado), o local foi terraplenado e recebeu uma camada de cascalho. Nesta área transitavam tratores e caminhões de grande porte, o que contribuiu para a compactação do solo. Ao término das obras, o local ficou abandonado até o final de 1991, quando iniciaram-se as operações de preparo do solo.

Quando da implantação do experimento, isto é, mais de 30 anos após o abandono da área, esta se encontrava com uma rala vegetação, constituída predominantemente por gramíneas, sobre uma camada superficial de cascalho, de cerca de 10 a 15 cm de espessura, sob o qual se encontrava o solo original - Latossolo Vermelho Escuro - compactado.

4.1.2. Encosta Marginal ao Reservatório

Trata-se de uma área com solo do tipo Latossolo Vermelho Escuro, declividade média de 10%, e distante 50 metros da cota máxima do reservatório, seguindo a linha do terreno. A vegetação original do local era do tipo cerrado, sendo que, na época da implantação do experimento, o capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) predominava sobre as demais espécies. Não se verificou no solo qualquer sinal de compactação.

4.2. Análises Químicas dos Solos

As análises químicas dos solos que serviram de base na determinação da adubação utilizada, foram feitas em amostras retiradas em uma área de empréstimo contígua aos dois sítios. Três anos após o plantio, procedeu-se análises nos solos dos dois sítios, até 100 cm de profundidade, visando uma melhor caracterização química dos mesmos. Todas as análises foram realizadas pelo Laboratório de Análise de Solos do Departamento de Ciência do Solo da UFLA.

4.3. Determinação da Densidade do Solo

A densidade do solo foi determinada pelo método do cilindro, conforme Blake (1965). Para a obtenção das amostras, foram abertas quatro trincheiras em cada sítio, nas dimensões de 1,0 m X 0,7 m X 1,0 m de profundidade, três anos após o plantio. As amostras foram retiradas a cada 20 cm de profundidade, totalizando cinco amostras por trincheira. As determinações foram realizadas pelo Laboratório de Física do Solo do Departamento de Ciência do Solo da UFLA.

4.4. Determinação da Velocidade de Infiltração Básica (VIB)

Antes do preparo do solo, a VIB foi medida na área degradada. Após o preparo, a determinação da VIB foi realizada nos dois sítios, entre as linhas de plantio, segundo a metodologia do infiltrômetro de anel (Bernardo, 1980).

4.5 Preparo do Solo

O preparo do solo foi realizado nos meses de novembro e dezembro de 1991. As etapas foram diferenciadas, de acordo com as características de cada área, conforme descrito a seguir:

4.5.1 Preparo do Solo na Área Degradada

O preparo do solo constou das seguintes etapas:

- gradagem utilizando grade pesada de 16 discos e trator Valmet - 980 traçado;
- subsolagem a cada 1,5 m a uma profundidade máxima de 60 cm. Utilizou-se subsolador de uma haste e trator de esteira D7. A subsolagem foi realizada antes do início do período chuvoso, visando uma maior eficiência do subsolador;
- sulcamento a cada 1,5 m, utilizando-se sulcador de uma linha e o mesmo trator usado na gradagem;
- coveamento manual nos sulcos, a cada 3,0 m, em quincôncio.

4.5.2 Preparo do Solo na Encosta

O preparo do solo constou das seguintes etapas:

- gradagem utilizando grade pesada de 16 discos e trator Valmet - 980 traçado;
- construção de terraços do tipo Nichols, em nível, utilizando-se trator D7;

- sulcamento a cada 1,5 m, em nível. Utilizou-se sulcador de uma linha e o mesmo trator usado na gradagem;
- coveamento manual nos sulcos, a cada 3,0 m, em quincôncio.

4.6. Produção das Mudas

As mudas utilizadas no plantio foram produzidas no Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais (DCF), da Universidade Federal de Lavras, durante o ano de 1991. As sementes utilizadas foram colhidas em árvores localizadas no Campus da UFLA e beneficiadas no Laboratório de Sementes Florestais/DCF. Todas as mudas foram produzidas em sacos de polietileno, utilizando-se o seguinte substrato: 6 partes de terra de subsolo; 2 partes de esterco de curral; 1 parte de casca de arroz carbonizada e 2,0 kg de superfosfato simples/m³. As mudas foram transportadas para o local do plantio em caminhão lonado.

4.7. Espaçamento

O espaçamento utilizado foi o de 3,0 X 3,0 m, com distribuição ortogonal (3,0 m entre as covas e 3,0 m entre os sulcos), ou seja, apenas os sulcos ímpares foram plantados com as espécies em estudo. Os sulcos pares receberam mudas de espécies de crescimento mais lento (espécies clímax), distribuídas em sistema de quincôncio, com relação às espécies testadas, ou seja, cada muda de espécie clímax foi plantada no centro de um quadrado composto por quatro mudas de espécies em estudo.

4.8. Adubação e Plantio

Diante da falta de informações sobre as exigências nutricionais das espécies testadas, a adubação utilizada neste trabalho seguiu a recomendação geral para toda a área experimental do Projeto Mata Ciliar à época de implantação do experimento, constituindo-se de 100 g de superfosfato simples + 60 g de sulfato de magnésio + 5 g de sulfato de zinco/cova.

Para verificar a influência da adição do esterco bovino sobre o desenvolvimento das plantas, uma segunda adubação foi testada, contendo a mesma composição citada acima, acrescida de 3,0 litros de esterco de curral por cova (adubação química mais orgânica). A área degradada recebeu ainda uma aplicação de 1,0 tonelada/hectare de fosfato natural, distribuído através de uma esparrameira e incorporado através de gradagem. O plantio foi realizado entre os dias 02 e 08 de janeiro de 1992.

4.9. Tratos Culturais

4.9.1. Adubação em Cobertura

Foram realizadas adubações em cobertura aos dois, 21 e 23 meses, com a seguinte dosagem por planta: 60 g sulfato de amônio + 20 g de cloreto de potássio.

4.9.2. Combate à Formiga

O combate às formigas cortadeiras (saúvas) teve início logo após o preparo do solo e continuou após o plantio, utilizando-se iscas granuladas, nas épocas secas e formicida em pó, aplicado através de bomba manual, nas épocas chuvosas. À medida que se verificava uma redução na incidência de formigas, o intervalo entre as inspeções tornava-se maior. O combate continuou sendo feito, quando algum formigueiro era localizado nas áreas ou próximo delas.

4.9.3. Capina

Para a redução da vegetação rasteira que se estabeleceu após o plantio, foram feitas duas capinas por ano, constando de coroamento manual e aplicação de herbicida entre as linhas de plantio, totalizando cinco capinas (duas no primeiro ano; duas no segundo e uma no início do terceiro ano).

4.10. Delineamento Estatístico

O delineamento estatístico adotado, em cada sítio, foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas, com as espécies nas parcelas e as adubações, em faixas, nas subparcelas. O total de tratamentos foi igual a 18 por sítio (nove espécies x duas adubações).

Foram feitas quatro repetições (blocos), com parcelas compostas de 24 plantas da mesma espécie (12 plantas por subparcela), com uma linha de bordadura. A área útil de cada subparcela foi de 108 m², totalizando uma área útil de 7.776 m² por sítio.

4.11. Avaliações

O acompanhamento do desenvolvimento das espécies no campo, foi feito através de medições periódicas da altura, do diâmetro do caule ao nível do solo e da área de copa, além de desenhos da parte aérea.

Dois meses após o plantio, iniciaram-se as avaliações, em um total de oito, nas seguintes datas e idades, respectivamente: março/92 (2 meses); julho/92 (6 meses); novembro/92 (10 meses); março/93 (14 meses); agosto/93 (19 meses); dezembro/93 (23 meses); abril/94 (27 meses) e janeiro/95 (36 meses).

As características avaliadas foram as seguintes:

Altura total: medida entre a base do caule e a gema apical principal. No caso de espécies sem uma gema apical principal (como a cássia-verrugosa e a aroeirinha), a altura foi considerada até um plano horizontal imaginário, passando pela gema situada no ponto mais alto. Para a obtenção dessas medidas, utilizou-se um bambu de 4,0 metros de comprimento, graduado de 10 em 10 cm.

Diâmetro do caule ao nível do solo: medido no ponto mais baixo do caule. Quando a seção se apresentava circular, era tomada apenas uma medida; quando a seção do caule era elíptica, tomavam-se duas medidas (uma no maior e outra no menor diâmetro) e considerava-se a média, segundo Finger (1992). Foram utilizados paquímetros plásticos, sendo as medidas tomadas com precisão de milímetros. Quando o diâmetro do caule era maior que 13 cm (valor máximo medido pelo paquímetro), tomava-se a circunferência com uma fita métrica, sendo o valor transformado posteriormente em diâmetro.

Área de copa: a área de copa (AC) foi calculada através da fórmula da elipse ($AC = a \times b \times \pi / 4$), tomando-se duas medidas ortogonais, sendo uma do maior diâmetro da copa (a), e a outra perpendicular a esta (b). As medidas foram tomadas com fita métrica ou trena, ambas com precisão de centímetros.

Sobrevivência: Determinada em percentagem, com base no número de indivíduos existentes e no número de indivíduos plantados, para cada espécie.

Desenhos: A escolha dos nove indivíduos (um por espécie) que foram desenhados, baseou-se em observações feitas em todas as plantas do experimento, tendo sido escolhidas aquelas que apresentavam características dentro do padrão da espécie. Os desenhos foram feitos aos 36 meses.

Sistema Radicular: Foram abertas trincheiras para a visualização do sistema radicular da cássia-verrugosa, aos 36 meses, visando comparar seu desenvolvimento na área de encosta e na área degradada.

4.12. Análises Estatísticas dos Dados

Os dados foram arquivados no programa Excel e analisados através do programa estatístico Sanest, segundo o modelo de análise de variância descrito por Little e Hills (1978). As médias foram comparadas através do teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. As análises de regressão foram feitas através do programa estatístico Statgraphics.

Para cada uma das espécies foram elaboradas quatro equações de regressão, para o crescimento em altura, sendo uma para cada condição de plantio (área degradada com adubação química; área degradada com adubação química mais orgânica; área de encosta com adubação química e área de encosta com adubação química mais orgânica).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Fertilidade do Solo

Os resultados da análise química e textural dos solos dos dois sítios estão na Tabela 1. Quanto à textura, os dois solos classificam-se como argilosos. Os valores de pH (acidez ativa) nos dois sítios e em todo o perfil estudado, conferem ao solo uma acidez média, havendo, no entanto, uma tendência de aumento nos valores de pH (redução da acidez), na área degradada. Os teores de alumínio (acidez trocável) e de Al + H (acidez potencial) foram maiores na área de encosta, até 40 cm e até 60 cm, respectivamente. Este fato pode ser explicado pela diferença nas coberturas vegetais dos dois sítios, antes da implantação do experimento. Na área degradada, a vegetação presente se resumia a uma rala cobertura de gramíneas, enquanto que na área de encosta a cobertura, também de gramíneas, era muito densa, resultando em maior produção e decomposição de matéria orgânica, conforme se verifica nos teores de matéria orgânica apresentados pelas análises dos solos. A decomposição da matéria orgânica produz íons H^+ , que podem solubilizar o alumínio, passando-o da forma insolúvel $Al(OH)_3$, para a forma livre Al^{3+} .

Os teores de P, K, Ca, Mg, Mn, S e B mostraram-se baixos nos dois sítios. Zn apresentou níveis altos nos dois sítios, enquanto que Cu e Fe tenderam a apresentar níveis altos na área de encosta e médios na área degradada.

Os nutrientes K, Ca, Zn, Cu, Fe, Mn e o carbono, apresentaram redução em seus níveis, nos dois sítios, ao passarmos da camada superficial para as camadas mais profundas do solo (Tabela 1). Para os valores de pH, ocorreu o inverso, ou seja, houve um ligeiro aumento em

direção às camadas mais profundas. Esse comportamento do pH é normal, devido à lixiviação de bases que contribui para reduzir a acidez na sub-superfície. Observa-se ainda que os teores desses nutrientes, de Al e de $H + Al$, bem como o pH na área de encosta, na camada de 80-100 cm, são próximos dos verificados na camada superficial (0-20 cm) na área degradada, ou seja, há um gradiente de valores entre a área de encosta e a área degradada, sugerindo que a terraplenagem efetuada nesta área, quando da construção da barragem, removeu cerca de 1,0 m de perfil de solo.

5.2. Densidade do solo

A principal característica que difere os dois sítios é o estado de compactação do solo na área degradada, representado pelos maiores valores da densidade do solo (d.s.), como se vê na Figura 1. Observa-se que para os dois sítios, os valores da d.s. diminuem à medida que se aprofunda no solo, sendo que na área de encosta, essa redução é mais acentuada. A área degradada apresentou valores de d.s. superiores aos da área de encosta nas cinco camadas consideradas, mostrando que houve efeito da compactação até a profundidade de 1,0 m. Pela diferença entre os valores de d.s. na camada de 80-100 cm ($1,34 \text{ g/cm}^3$ na área degradada e $1,03 \text{ g/cm}^3$ na encosta), é provável que a compactação tenha ocorrido até mesmo em camadas abaixo de 1,0 m.

Os valores de d.s. da área degradada, altos mesmo após a subsolagem, mostraram que essa etapa de preparo do solo não foi eficiente, ou seja, não conseguiu reduzir a d.s. para valores próximos dos originais. Como consequência, plantas de algumas espécies nesse sítio, tiveram o seu crescimento prejudicado.

TABELA 1 - Características dos solos nos dois sítios estudados

CARACTERÍSTICAS	ÁREA DE ENCOSTA					ÁREA DEGRADADA				
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
pH em água	5,0 AcM	5,3 AcM	5,4 AcM	5,3 AcM	5,3 AcM	5,5 AcM	5,5 AcM	5,7 AcM	5,8 AcM	5,8 AcM
P (ppm)	1 B	1 B	1 B	1 B	1 B	1 B	1 B	1 B	1 B	1 B
K (ppm)	28 B	19 B	11 B	8 B	6 B	5 B	3 B	3 B	3 B	3 B
Ca (meq/100cc)	0,4 B	0,3 B	0,2 B	0,2 B	0,1 B	0,2 B	0,2 B	0,1 B	0,1 B	0,1 B
Mg (meq/100cc)	0,1 B	0,1 B	0,1 B	0,1 B	0,1 B	0,1 B	0,1 B	0,1 B	0,1 B	0,1 B
Al (meq/100cc)	0,7 M	0,4 M	0,1 B	0,1 B	0,1 B	0,1 B	0,1 B	0,1 B	0,1 B	0,1 B
H + Al (meq/100cc)	6,3 A	5,0 M	2,9 M	2,3 B	2,3 B	2,3 B	2,3 B	1,9 B	1,9 B	2,1 B
SB (meq/100cc)	0,6 B	0,4 B	0,3 B	0,3 B	0,2 B	0,3 B	0,3 B	0,2 B	0,2 B	0,2 B
t (meq/100cc)	1,3 B	0,8 B	0,4 B	0,4 B	0,3 B	0,4 B	0,4 B	0,3 B	0,3 B	0,3 B
T (meq/100cc)	6,9 M	5,4 M	3,2 B	2,6 B	2,5 B	2,6 B	2,6 B	2,1 B	2,1 B	2,3 B
m (%)	55 A	47 A	23 M	24 M	32 M	24 M	25 M	33 M	33 M	33 M
V (%)	8 MB	8 MB	10 MB	12 MB	9 MB	12 MB	12 MB	10 MB	10 MB	9 MB
Carbono (%)	2,1 A	1,8 A	1,1 M	0,7 B	0,6 B	0,6 B	0,6 B	0,3 B	0,2 B	0,3 B
Matéria Or- gânica (%)	3,5 A	3,1 A	1,9 M	1,3 B	0,9 B	0,9 B	0,9 B	0,5 B	0,3 B	0,4 B
Areia (%)	30	34	32	30	30	40	38	36	36	36
Limo (%)	23	19	19	19	19	16	18	14	14	16
Argila (%)	47	47	49	51	51	44	44	50	50	48
Zn (ppm)	20,5 A	18,4 A	14,0 A	5,9 A	10,5 A	6,0 A	4,8 A	4,5 A	4,3 A	4,4 A
Cu (ppm)	5,0 A	1,9 A	1,1 A	1,2 A	0,9 M	1,0 M	0,7 M	0,6 M	0,8 M	0,5 M
Fe (ppm)	73,1 A	43,7 A	20,4 A	14,9 A	14,8 A	14,8 A	12,5 A	11,3 M	10,9 M	8,8 M
Mn (ppm)	0,6 B	0,3 B	0,2 B	0,2 B	0,2 B	0,3 B	0,2 B	0,2 B	0,1 B	0,1 B
S (ppm)	2,5 B	2,5 B	3,1 B	2,5 B	1,8 B	3,1 B	2,5 B	3,1 B	2,5 B	2,5 B
B (ppm)	0,06 B	0,03 B	0,06 B	0,06 B	0,06 B	0,06 B	0,03 B	0,03 B	0,03 B	0,06 B

A = Alto; M = Médio; B = Baixo; MB = Muito Baixo; AcM = Acidez média; SB = Soma de bases trocáveis;
t = CTC efetiva; T = CTC a pH 7; m=saturação de alumínio da CTC efetiva; V = saturação de bases da CTC a pH 7

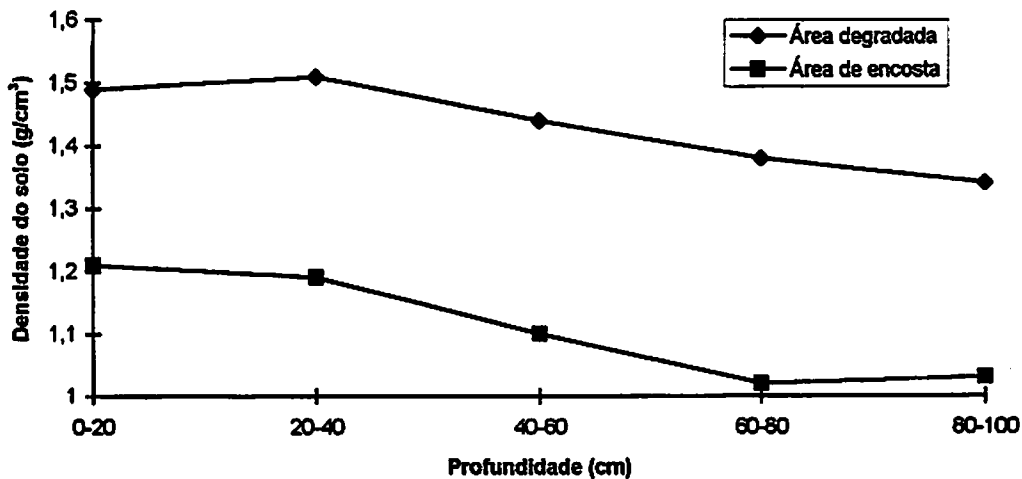


FIGURA 1 - Densidade do solo nos dois sítios, até a profundidade de 1 metro.

Alguns trabalhos mostram a influência da densidade do solo sobre o desenvolvimento das plantas. Armitage e Mayhead (1993), trabalhando com *Quercus petraea* no País de Gales, em solos com densidade de $1,29 \text{ g/cm}^3$ e $1,40 \text{ g/cm}^3$, verificaram, após três anos, que os valores da altura e do diâmetro do caule não apresentaram diferenças significativas, mas a sobrevivência sim.

Thomas (1993), estudou a relação entre três valores de densidade do solo ($1,1$; $1,4$ e $1,6 \text{ g/cm}^3$) e o desenvolvimento do sistema radicular de mudas de três espécies arbóreas, até os seis meses de idade, em vasos com solo arenoso. Os resultados mostraram que a *Tectona grandis* e o *Eucalyptus tereticornis* tiveram o comprimento de suas raízes significativamente reduzido, nas densidades de $1,4$ e $1,6 \text{ g/cm}^3$. Já a *Albizia falcataria* apresentou redução apenas na densidade de $1,6 \text{ g/cm}^3$, mostrando haver diferenças na sensibilidade das espécies em relação à compactação do solo.

Em um plantio de *Acacia mangium* na Malásia em dois solos com densidades diferentes, Mohd e Nik Muhamad (1987) verificaram, após três anos, que as plantas no solo com menor densidade ($1,22 \text{ g/cm}^3$), apresentaram altura de $13,7 \text{ m}$ e d.a.p. de $14,0 \text{ cm}$, enquanto que no solo com maior densidade ($1,53 \text{ g/cm}^3$), os valores encontrados foram iguais a $6,6 \text{ m}$ e $6,6 \text{ cm}$

para altura e d.a.p., respectivamente. Neste caso, um aumento de 25% nos valores de densidade, correspondeu a uma redução de mais de 50%, tanto na altura, como no d.a.p.

5.3. Velocidade de Infiltração Básica (VIB)

Na área degradada, a VIB antes do preparo do solo era de 3,5 mm/h. O preparo do solo elevou-a para 19,7 mm/h, ou seja um aumento de 5,5 vezes na velocidade de infiltração, que passou de lenta a moderadamente lenta, pela classificação do Serviço de Conservação de Solos dos Estados Unidos, citado por Dias (1977). Ainda assim, esse valor é pequeno, se o compararmos à VIB na área de encosta, que foi igual a 32,7 mm/h, sendo classificada como moderada, ainda segundo Dias (1977). Essa menor velocidade de infiltração na área degradada é consequência do processo de compactação a que foi submetido o solo. A subsolagem realizada nesse sítio não foi suficiente para elevar a VIB para valores próximos dos naturais, como já havia sido detectado na determinação da densidade do solo.

Em estudos realizados na mesma região onde se desenvolveu o presente trabalho, Siqueira et al. (1995) encontraram valores de condutividade hidráulica igual a 178,7 mm/h, para solo sob vegetação de mata e 6,0 mm/h para solo sob vegetação de campo, sendo esse baixo valor devido à alta densidade na camada superficial ($1,59 \text{ g/cm}^3$), provocada pelo pisoteio do gado.

Trabalhando com um Podzólico Vermelho Amarelo coberto com pastagem e com densidade igual a $1,4 \text{ g/cm}^3$ na camada de 0-20 cm, Sales (1992) encontrou uma VIB igual a 12,10 mm/h, determinada pelo método do infiltrômetro de anel. Já para um Latossolo Roxo, com culturas anuais e com densidade igual a $1,19 \text{ g/cm}^3$, o valor encontrado foi de 56,60 mm/h. Castro (1995) encontrou valores ainda maiores para Latossolo Roxo: 270 mm/h, utilizando-se do mesmo método. Valente et al. (1979), trabalhando em Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, sob *Pinus strobus*, em um plantio de 10 anos, encontrou uma VIB de 111,5 mm/h.

5.5. Comportamento das Espécies em Função da Idade

Foram realizadas oito avaliações, mas serão apresentados e discutidos neste item os resultados de apenas duas delas, relativos aos 14 e 36 meses de idade do plantio. Os valores médios da altura, diâmetro do caule ao nível do solo e área de copa das oito avaliações, encontram-se nas Tabelas 17, 18 e 19, respectivamente.

5.5.1. Aos 14 meses

5.5.1.1. Área de encosta

Na Tabela 3 pode-se verificar um maior crescimento em altura para o fedegoso, cássia-verrugosa e candiúva, com valores de 3,51 m; 2,08 m e 1,99 m, respectivamente, como uma média das adubações testadas, já que não houve interação significativa entre as espécies e as adubações. O destaque nessa avaliação foi a candiúva, que encontrava-se entre as espécies de menor altura na primeira avaliação e, devido a um intenso crescimento no primeiro ano, passou a ocupar a segunda posição no *ranking*. A espécie com menor crescimento em altura foi a goiabeira, com 0,86 m. A média de altura das plantas que receberam adubação química mais orgânica (1,87 m) foi significativamente maior que a das que receberam apenas adubação química (1,60 m).

Na Tabela 4 vê-se que as espécies que se sobressaíram quanto ao diâmetro do caule foram a cássia-verrugosa, o guapuruvu e a candiúva, com valores variando de 7,5 cm a 6,5 cm, para a adubação química mais orgânica. Considerando a adubação química, os maiores valores foram observados para a cássia-verrugosa, guapuruvu, fedegoso, candiúva e angico-amarelo, que variaram de 6,6 cm a 4,8 cm. Novamente ressalta-se o crescimento da candiúva que, aos dois

meses, encontrava-se entre as espécies com os menores diâmetros de caule, aparecendo, aos 14 meses, entre as primeiras. Todas as espécies apresentaram diferenças significativas entre os seus valores de diâmetro, em função das duas adubações testadas, com os maiores valores sendo verificados para a adubação química mais orgânica.

Quanto ao desenvolvimento em área de copa (Tabela 5), as espécies que se destacaram foram a cássia-verrugosa, candiúva e guapuruvu, com valores variando de 6,26 a 5,14 m² para a adubação química mais orgânica e de 5,19 a 3,33 m² para a adubação química. Goiabeira, jacarandá-mimoso, angico-amarelo e ipê-mirim, não apresentaram crescimentos diferenciados em área de copa, em função das adubações utilizadas. O efeito do esterco foi verificado apenas nas espécies com as maiores áreas de copa, mostrando que aquelas que crescem mais rapidamente, utilizam os recursos disponíveis de maneira mais intensa.

TABELA 3 - Valores médios de altura (m) das espécies em área de encosta, aos 14 meses

Espécie	Adubação química	Adub. quím. + orgânica	Média
Fedegoso	3,39	3,62	3,51a
Cássia	1,99	2,16	2,08 b
Candiúva	1,76	2,21	1,99 b
Jacarandá	1,36	1,65	1,51 c
Guapuruvu	1,24	1,69	1,46 c
Aroeirinha	1,31	1,60	1,45 c
Angico	1,28	1,50	1,39 c
Ipê-mirim	1,22	1,53	1,38 c
Goiabeira	0,82	0,90	0,86 d
Média	1,60 B	1,87 A	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas, ou maiúsculas iguais, nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 4 - Valores médios de diâmetro do caule ao nível do solo (cm) das espécies em área de encosta, aos 14 meses.

Espécie	Adubação química		Adub. química + orgânica	
Cássia	6,6a	B	7,5a	A
Guapuruvu	5,5 b	B	7,3ab	A
Fedegoso	5,0 b	B	6,1 cd	A
Candiúva	4,8 b	B	6,5 bc	A
Angico	4,8 b	B	5,3 d	A
Aroeirinha	3,5 c	B	4,3 e	A
Jacarandá	3,1 c	B	3,8 ef	A
Ipê-mirim	2,6 cd	B	3,2 fg	A
Goiabeira	1,9 d	B	2,5 g	A
Média	4,2 B		5,2 A	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas, ou maiúsculas iguais, nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 5 - Valores médios de área de copa (m²) das espécies em área de encosta, aos 14 meses

Espécie	Adubação química		Adub. quím. + orgânica	
Cássia	5,19a	B	6,26a	A
Guapuruvu	3,45 b	B	5,14 b	A
Candiúva	3,33 bc	B	5,72ab	A
Fedegoso	2,70 bc	B	3,38 c	A
Aroeirinha	2,44 c	B	3,81 c	A
Ipê-mirim	1,23 d	A	1,71 d	A
Angico	1,16 d	A	1,47 d	A
Jacarandá	0,70 d	A	1,01 d	A
Goiabeira	0,57 d	A	0,92 d	A
Média	2,31 B		3,27 A	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas, ou maiúsculas iguais, nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

5.5.1.2. Área degradada

Os maiores valores de altura foram verificados para fedegoso e candiúva (Tabela 6), que na primeira avaliação ocupavam posições intermediárias no *ranking*. Por sua vez, ipê-mirim e aroeirinha, que lideravam o *ranking* aos dois meses, passaram a ocupar posições intermediárias. No tratamento com adubação química mais orgânica, fedegoso e candiúva apresentaram alturas de 2,64 m e 1,94 m, respectivamente, enquanto que no tratamento com adubação química, esses valores caíram para 1,90 m e 1,47 m, respectivamente (Tabela 6). Apenas a cássia-verrugosa e o guapuruvu não apresentaram diferenças significativas entre seus desenvolvimentos em altura, quando comparadas as duas adubações.

O desenvolvimento em diâmetro do caule (Tabela 7), mostrou que as espécies que mais se destacaram foram o guapuruvu (5,1 cm) e a candiúva (4,6 cm), considerando as médias das duas adubações, já que não houve interação significativa entre espécies e adubações. A média dos diâmetros de caule das plantas que receberam adubação química mais orgânica (4,1 cm) foi significativamente maior que a das plantas com adubação química (3,1 cm).

Quanto à área de copa (Tabela 8), as espécies com os maiores valores foram a candiúva, cássia-verrugosa, guapuruvu e aroeirinha, com valores variando de 4,60 m² a 2,87 m², no tratamento com adubação química mais orgânica, e de 3,13 m² a 1,89 m², no tratamento com adubação química. Ressalta-se o rápido crescimento em área de copa da aroeirinha, que na primeira avaliação encontrava-se entre as espécies com os menores valores para essa variável. Comparando o desempenho dentro de cada espécie, entre as duas adubações, apenas jacarandá-mimoso, goiabeira e angico-amarelo não apresentaram diferenças significativas entre seus valores de área de copa.

TABELA 6 - Valores médios de altura (m) das espécies em área degradada, aos 14 meses

Espécie	Adubação química		Adub. química + orgânica	
Fedegoso	1,90a	B	2,64a	A
Candiúva	1,47 b	B	1,94 b	A
Jacarandá	1,33 bc	B	1,56 c	A
Cássia	1,28 bc	A	1,42 c	A
Ipê-mirim	1,14 cd	B	1,39 c	A
Aroeirinha	0,98 de	B	1,30 cd	A
Guapuruvu	0,94 de	A	1,04 de	A
Angico	0,85 ef	B	1,06 de	A
Goiabeira	0,64 f	B	0,84 e	A
Média	1,17 B		1,46 A	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas, ou maiúsculas iguais, nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 7 - Valores médios de diâmetro do caule ao nível do solo (cm) das espécies em área degradada, aos 14 meses

Espécie	Adubação química	Adub. quím. + orgânica	Média
Guapuruvu	4,7	5,5	5,1a
Candiúva	4,1	5,2	4,6 b
Cássia	3,9	4,5	4,2 c
Fedegoso	3,2	4,5	3,8 cd
Aroeirinha	3,1	4,3	3,7 d
Angico	3,2	4,0	3,6 d
Jacarandá	2,8	3,5	3,2 e
Ipê-mirim	2,2	3,0	2,6 f
Goiabeira	1,4	2,1	1,8 g
Média	3,1 B	4,1 A	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas, ou maiúsculas iguais, nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 8 - Valores médios de área de copa (m²) das espécies em área degradada, aos 14 meses

Espécie	Adubação química		Adub. química + orgânica	
Candiúva	3,13a	B	4,60a	A
Cássia	2,39ab	B	3,68 b	A
Guapuruvu	2,32ab	B	2,87 b	A
Aroeirinha	1,89 b	B	2,89 b	A
Ipê-mirim	0,99 c	B	1,63 c	A
Fedegoso	0,77 c	B	1,70 c	A
Jacarandá	0,62 c	A	0,72 d	A
Angico	0,42 c	A	0,60 d	A
Goiabeira	0,38 c	A	0,68 d	A
Média	1,44 B		2,15 A	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas, ou maiúsculas iguais, nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

5.5.2. Aos 36 meses

5.5.2.1 Área de encosta

Nesta avaliação, as espécies que apresentaram os maiores valores médios de altura (Tabela 9), foram o fedegoso, cássia-verrugosa e candiúva, repetindo as posições verificadas aos 23 meses. A média de altura das plantas que receberam adubação química mais orgânica (2,38 m) foi significativamente maior que as demais (2,10 m). Apenas fedegoso e cássia-verrugosa não apresentaram efeitos da adição do esterco.

Na Tabela 10 vê-se que as espécies que se sobressaíram quanto ao diâmetro do caule foram a cássia-verrugosa, o guapuruvu e o fedegoso, mantendo as posições verificadas aos 23 meses. Os valores variaram de 7,2 a 9,2 cm para a adubação química e de 8,6 a 10,1 cm para a adubação química mais orgânica. A média do diâmetro do caule das plantas que receberam adubação química mais orgânica (6,6 cm) foi significativamente maior que as demais (5,5 cm).

Quanto ao desenvolvimento em área de copa (Tabela 11), as espécies que se destacaram foram: cássia-verrugosa, fedegoso e candiúva. A média da área de copa das plantas que receberam adubação química mais orgânica (4,00 m²) foi significativamente maior que as demais (3,13 m²). Apenas o fedegoso não apresentou efeito da adição do esterco.

TABELA 9 - Valores médios de altura (m) das espécies em área de encosta, aos 36 meses

Espécie	Adubação química		Adub. quím. + orgânica	
Fedegoso	4,37a	A	4,27a	A
Cássia	2,76 b	A	2,82 b	A
Candiúva	2,39 b	B	2,69 b	A
Jacarandá	1,90 c	B	2,36 c	A
Guapuruvu	1,70 c	B	2,35 c	A
Angico	1,80 c	B	2,07 cd	A
Aroeirinha	1,58 cd	B	1,96 cd	A
Ipê-mirim	1,47 cd	B	1,72 d	A
Goiabeira	1,00 e	B	1,19 e	A
Média	2,10 B		2,38 A	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas, ou maiúsculas iguais, nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 10 - Valores médios de diâmetro do caule ao nível do solo (cm) das espécies em área de encosta, aos 36 meses

Espécie	Adubação química		Adub. química + orgânica	
Cássia	9,2a	B	10,1a	A
Fedegoso	8,3ab	A	8,6 b	A
Guapuruvu	7,2 c	B	9,4 ab	A
Candiúva	5,7 d	B	7,2 c	A
Angico	6,0 d	B	6,9 cd	A
Jacarandá	4,0 e	B	5,4 e	A
Aroeirinha	4,2 e	B	5,1 e	A
Ipê-mirim	3,2 e	A	3,4 f	A
Goiabeira	2,3 f	B	3,0 f	A
Média	5,5 B		6,6 A	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas, ou maiúsculas iguais, nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 11 - Valores médios de área de copa (m²) das espécies em área de encosta, aos 36 meses

Espécie	Adubação química		Adub. quím. + orgânica	
Cássia	8,78a	B	9,54a	A
Fedegoso	4,97 b	A	4,61 b	A
Candiúva	3,09 bc	B	5,40 b	A
Aroeirinha	2,93 cd	B	4,04 bc	A
Guapuruvu	2,72 cd	B	3,76 bc	A
Angico	2,48 d	B	3,36 c	A
Ipê-mirim	1,33 e	B	2,08 d	A
Jacarandá	1,20 e	B	2,03 d	A
Goiabeira	0,64 e	B	1,19 e	A
Média	3,13 B		4,00 A	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas, ou maiúsculas iguais, nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

5.5.2.2. Área degradada

Os maiores valores de altura (Tabela 12) foram verificados para fedegoso, candiúva e jacarandá-mimoso, no tratamento com adubação química mais orgânica, sendo iguais a 2,98 m; 2,30 m e 2,13 m, respectivamente. No tratamento com adubação química, as espécies que mais se desenvolveram foram o fedegoso, candiúva, jacarandá-mimoso e cássia-verrugosa, com valores de 2,50 m; 2,08 m; 1,92 m e 1,79 m, respectivamente. Apenas a cássia-verrugosa e o guapuruvu não apresentaram diferenças significativas entre seus desenvolvimentos em altura, quando comparadas as duas adubações.

Quanto ao diâmetro do caule (Tabela 13), as espécies que mais se destacaram foram o guapuruvu (6,3 cm), cássia-verrugosa (5,8 cm), candiúva (5,8 cm) e fedegoso (5,7 cm), considerando as médias das duas adubações, já que não houve interação significativa entre

espécies e adubações. A média dos diâmetros de caule das plantas que receberam adubação química mais orgânica (5,2 cm) foi significativamente maior que a das plantas com adubação química (4,4 cm).

Quanto à área de copa (Tabela 14), repetiram-se as posições verificadas aos 23 meses, com os maiores valores sendo apresentados pela candiúva (5,14 m²), cássia-verrugosa (4,14 m²) e aroeirinha (3,61 m²), considerando as médias das duas adubações, já que não houve interação significativa entre espécies e adubações. A média das espécies com adubação química mais orgânica (2,78 m²) foi maior que a das espécies com adubação química (2,06 m²).

TABELA 12 - Valores médios de altura (m) das espécies em área degradada, aos 36 meses

Espécie	Adubação química		Adub. química + orgânica	
Fedegoso	2,50a	B	2,98a	A
Candiúva	2,08 b	B	2,30 b	A
Jacarandá	1,92 b	B	2,13 bc	A
Cássia	1,79 b	A	1,80 cd	A
Ipê-mirim	1,34 c	B	1,57 de	A
Aroeirinha	1,20 c	B	1,77 d	A
Guapuruvu	1,19 c	A	1,38 e	A
Angico	1,19 c	B	1,45 de	A
Goiabeira	1,06 c	B	1,29 e	A
Média	1,58 B		1,85 A	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas, ou maiúsculas iguais, nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 13 - Valores médios de diâmetro do caule ao nível do solo (cm) das espécies em área degradada, aos 36 meses

Espécie	Adubação química	Adub. quím. + orgânica	Média
Guapuruvu	5,8	6,7	6,3a
Cássia	5,4	6,2	5,8a
Candiúva	5,4	6,2	5,8a
Fedegoso	5,0	6,4	5,7a
Aroeirinha	4,0	5,4	4,7 b
Jacarandá	4,3	4,9	4,6 b
Angico	4,3	4,8	4,5 b
Ipê-mirim	2,7	3,4	3,0 c
Goiabeira	2,4	3,3	2,8 c
Média	4,4 B	5,2 A	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas, ou maiúsculas iguais, nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 14 - Valores médios de área de copa (m²) das espécies em área degradada, aos 36 meses

Espécie	Adubação química	Adub. quím. + orgânica	Média
Candiúva	4,58	5,70	5,14a
Cássia	3,86	4,41	4,14ab
Aroeirinha	2,46	4,76	3,61 bc
Guapuruvu	2,19	2,44	2,32 cd
Fedegoso	1,47	2,06	1,77 d
Goiabeira	1,07	1,66	1,37 d
Ipê-mirim	1,04	1,63	1,34 d
Angico	1,03	1,24	1,14 d
Jacarandá	0,88	1,15	1,02 d
Média	2,06 B	2,78 A	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas, ou maiúsculas iguais, nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

5.6 Comportamento Individual das Espécies ao Longo das Avaliações

Os dados de crescimento de espécies florestais nativas encontrados na literatura são escassos e geralmente se resumem à altura da planta. Dados do diâmetro do caule, quando apresentados, são tomados à altura do peito, ou seja, são determinados apenas quando a planta ultrapassa 1,30 m de altura. Dados relativos à área de copa são raros na literatura. Além disso, existem trabalhos que não apresentam informações básicas como o tipo e preparo do solo, adubação efetuada e tratos culturais, dificultando as comparações dos resultados obtidos neste trabalho, com os de outros autores. Deve-se ressaltar ainda a variabilidade genética existente entre os diferentes materiais utilizados, que contribui nas variações dos resultados obtidos por diferentes autores.

Na análise de regressão, o modelo que melhor se ajustou, para todas as espécies, foi: $H = b_0 + b_1 \cdot I - b_2 \cdot 1/I$ (onde H = altura e I = idade). As equações e os coeficientes de determinação encontram-se na Tabela 20.

5.6.1 Angico-amarelo

Altura:

As plantas em área de encosta apresentaram, aos 36 meses, maiores alturas médias, independente da adubação (Tabelas 15 e 16 e Figura 2), confirmando a informação de Lorenzi (1992), de que esta espécie ocorre preferencialmente em solos profundos. Também houve diferenças significativas entre as adubações, dentro de cada sítio, com os maiores valores sendo observados para a adubação química mais orgânica (Tabelas 9 e 12). Observa-se na Tabela 17 que, enquanto na área degradada com adubação química mais orgânica, a altura média de 1,45m foi alcançada apenas aos 36 meses, na área de encosta e com a mesma adubação, esse valor foi ultrapassado aos 14 meses.

Na melhor condição estudada, a altura alcançada com um ano, 1,26 m, correspondeu a 1/3 do valor encontrado por Zelazowski (1986), em um plantio de um ano (3,78 m), em Latossolo Roxo Distrófico, no espaçamento de 2,0 x 1,5 m, em Mandaguari, PR.

Em um plantio de três anos no sudoeste do Paraná, em solo de acidez média e boa permeabilidade, sem calagem e adubação, Silva e Reichmann Neto (1990), encontraram para o angico-amarelo, no espaçamento de 3 x 2 m, uma altura média de 4,69 m, valor acima do verificado no presente trabalho (Tabela 17).

A equação de regressão ajustada para o crescimento em altura do angico-amarelo (Tabela 20), projeta, para os cinco anos, uma altura igual a 2,97 m, na melhor condição, ou seja, área de encosta com adubação química mais orgânica. Esse valor é menor que o encontrado por Silva e Torres (1992), que trabalharam com angico-amarelo no Paraná e encontraram valores médios de altura, aos cinco anos, de 6,43 m em espaçamento de 3 x 3 m, em solos com boas características de permeabilidade. Mais uma vez o crescimento das plantas dessa espécie, em plantios no Paraná, mostrou-se maior, em função principalmente das melhores condições de fertilidade daqueles solos.

No presente trabalho, a equação de regressão (Tabela 20) projeta, para os seis anos, 3,38 m de altura na melhor condição estudada, valor intermediário aos apresentados por Nogueira et al. (1982), em plantios de mesma idade, em Latossolo Vermelho Escuro álico, na região de Assis, SP, quando encontraram alturas médias iguais a 4,49 m. Em outro plantio, com a mesma idade e sob iguais condições edafo-climáticas, na região de Bebedouro, SP, os mesmos autores encontraram uma altura média igual a 2,95 m.

Coelho et al. (1982), trabalhando com essa espécie em Mogi-Guaçu, SP, nos espaçamentos de 3,0 x 1,5 m; 3,0 x 2,0 m e 3,0 x 2,5 m, encontraram aos 8 anos valores médios de altura iguais a 6,64 m; 6,25 m e 6,15 m, respectivamente. Entre os tratamentos (espaçamentos) não houve diferenças estatísticas significativas aos 8 anos, não havendo também, até então, competição entre os indivíduos.

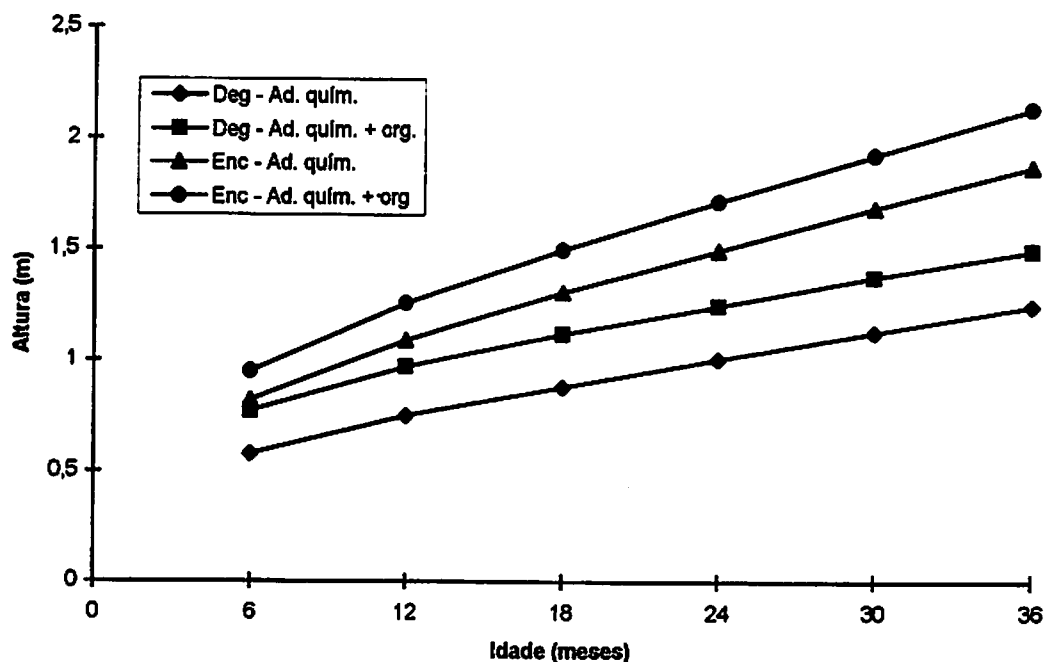


FIGURA 2 - Curvas de crescimento em altura (dados estimados) do angico-amarelo em função do sítio e da adubação. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se na Tabela 20.

Com poucas exceções, os valores de altura do angico-amarelo encontrados na literatura, superam aqueles verificados neste trabalho, devido a maior parte dos dados publicados ser oriunda de plantios no Paraná, em Latossolo Roxo, solo com níveis de fertilidade maiores que os do Latossolo Vermelho Escuro do presente trabalho.

Diâmetro do caule ao nível do solo:

Nas quatro condições estudadas, o crescimento em diâmetro foi mais intenso até o 14^o mês, reduzindo seu ritmo a partir de então (Tabela 18). Os maiores valores médios foram verificados na área de encosta, independente da adubação. Os valores alcançados pelas plantas na área degradada aos 36 meses, foram superados por aquelas em área de encosta, já aos 14 meses.

Área de copa:

O crescimento em área de copa foi intenso no primeiro ano (Tabela 19), apresentando valor zero na avaliação realizada no 19^o mês (agosto), quando todas as plantas se encontravam totalmente desprovidas de suas copas que eram, até então, formadas exclusivamente por folhas. A partir daí, as plantas retomaram seu crescimento, superando, já aos 23 meses, os valores verificados antes da queda das folhas. As plantas em área de encosta continuaram crescendo acentuadamente até os 36 meses, o que não ocorreu com as de área degradada, que reduziram seus ritmos de crescimento a partir do 23^o mês.

Parte aérea:

O angico-amarelo apresentou bifurcação abaixo de 1,0 m e uma copa pequena e pouco densa (Figura 3). De acordo com Carvalho (1994), o angico-amarelo frutifica a partir do sétimo ano, no entanto, aos 36 meses, observou-se o florescimento, embora em uma planta apenas.

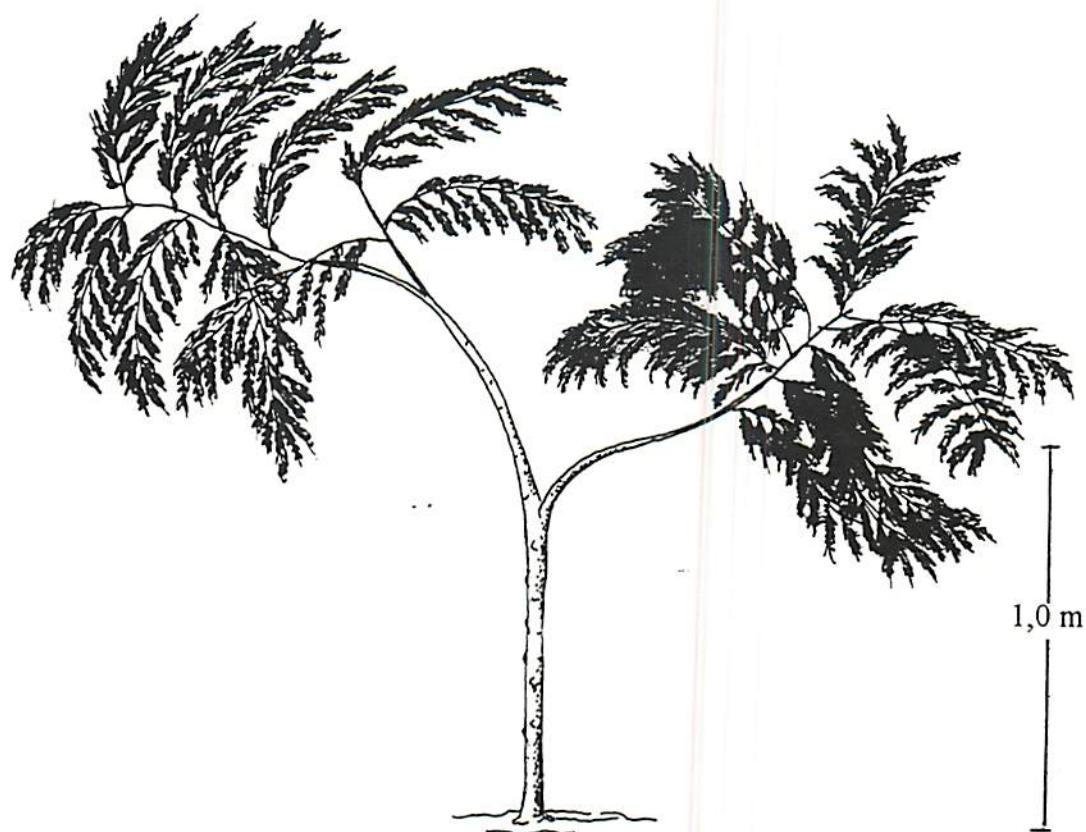


Figura 3 - Angico-amarelo (*Peltophorum dubium*) aos 36 meses

5.6.2. Aroeirinha

Altura:

Houve diferenças significativas no crescimento em altura, aos 36 meses, entre as duas adubações, dentro de cada sítio (Tabelas 9 e 12 e Figura 4), com os maiores valores ocorrendo para a adubação química mais orgânica. Entre os sítios, a diferença no crescimento foi verificada apenas para a adubação química, com o maior valor ocorrendo na área de encosta (Tabelas 15 e 16). Observa-se na Tabela 17, em algumas ocasiões, reduções nos valores médios de altura, entre uma avaliação e a seguinte. Essas quedas ocorreram devido ao “die back” na área degradada e competição com a vegetação invasora (principalmente capim-gordura) na área de encosta. A aroeirinha, por apresentar galhos baixos, que chegam a tocar o solo, sofre mais com essa competição. As plantas que receberam adubação química mais orgânica, independente do sítio, cresceram mais que as outras, durante todo o período de avaliação. Na área degradada, a altura média das plantas aos 23 meses com adubação química (1,25 m), foi praticamente alcançada pelas plantas com adubação química mais orgânica, já aos 10 meses (Tabela 17). Pode-se observar na Figura 4 que a adição do adubo orgânico na área degradada, promoveu um aumento no crescimento em altura, superando os valores verificados na encosta com adubação química. A adição do esterco portanto, compensou os efeitos negativos da compactação, até os 36 meses.

Na melhor condição para a aroeirinha, entre aquelas estudadas no presente trabalho, ou seja, área de encosta com adubação química mais orgânica, a projeção do crescimento em altura para os cinco anos, através da equação de regressão (Tabela 20), mostra um valor igual a 2,58 m, muito abaixo do encontrado por Silva e Torres (1992), em plantios puros no Paraná, onde a aroeirinha alcançou uma altura média de 7,22m aos cinco anos, no espaçamento de 2,5 X 2,5 m, em solos com boas características de permeabilidade.

Carvalho (1994) apresentou diversos valores de altura da aroeirinha, obtidos em vários plantios: 1,36 m (com um ano, em Latossolo Roxo Eutrófico, em Santa Helena, PR); 3,92 m (aos dois anos, em Latossolo Roxo Eutrófico, em Corupá, SC); 3,02 m (aos quatro anos, em Latossolo Roxo Distrófico, no espaçamento de 4,0 x 2,5 m, em Foz do Iguaçu, PR); 5,47 m (aos quatro anos, em Latossolo Roxo Distrófico, no espaçamento de 3 x 3 m, em Foz do Iguaçu, PR);

6,24 m (aos seis anos, em Latossolo Roxo Distrófico, no espaçamento de 3 x 3 m, em Laranjeiras do Sul, PR).

Assim como foi verificado para o angico-amarelo, também para a aroeirinha, os valores encontrados na literatura, na sua maioria oriundos de plantios no Paraná, superaram aqueles obtidos no presente trabalho.

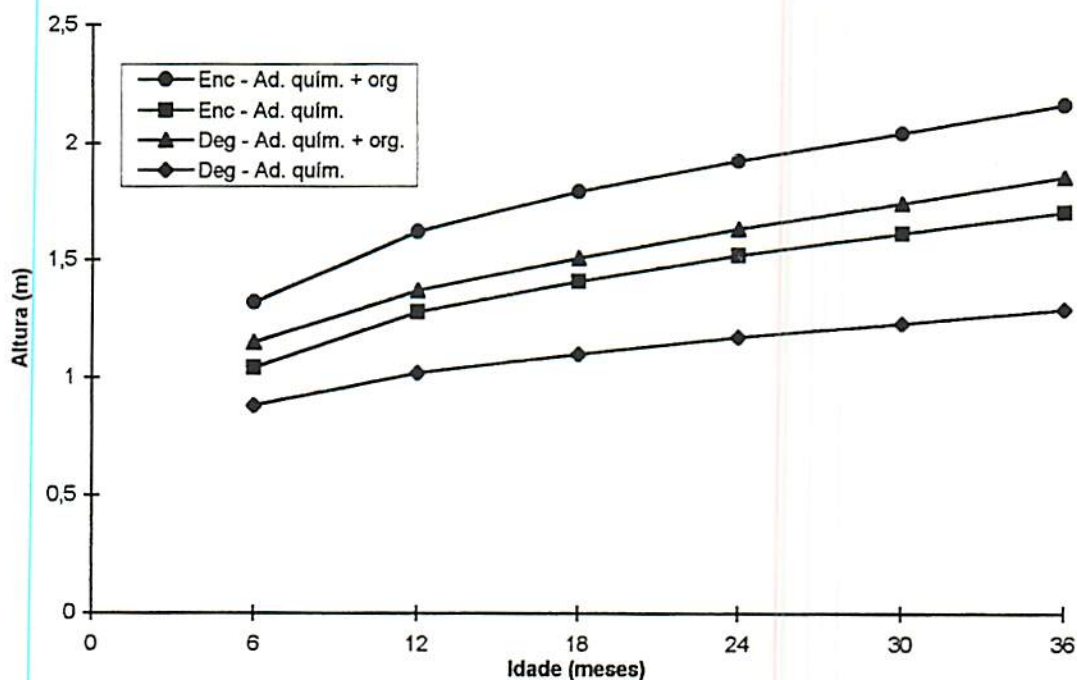


FIGURA 4 - Curvas de crescimento em altura (dados estimados) da aroeirinha em função do sítio e da adubação. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se na Tabela 20.

Diâmetro do caule ao nível do solo:

Observou-se um crescimento intenso até o 14^o mês, com redução a partir de então (Tabela 18). As plantas que receberam adubação química mais orgânica se desenvolveram mais que as outras, independente do sítio.

Área de copa:

O desenvolvimento em área de copa (Tabela 19) das plantas que receberam adubação química mais orgânica, mostrou-se intenso até o 14^o mês (para a área de encosta) e até o 23^o mês (área degradada). A partir de então, observou-se nas plantas em área de encosta com adubação química mais orgânica, uma redução no ritmo de crescimento e uma diminuição no valor médio de área de copa entre o 27^o e o 36^o mês, provocada pela competição com o capim-gordura, já que o padrão de crescimento da aroeirinha, com copa baixa, faz com que ela sinta mais essa competição. As plantas que receberam apenas a adubação química, cresceram acentuadamente até o 14^o mês, quando então reduziram seu ritmo. No caso das plantas da área degradada, observou-se uma retomada de crescimento entre o 27^o e o 36^o mês, para as duas adubações. As plantas que receberam adubação química mais orgânica se desenvolveram mais, independente do sítio. Observando os valores médios das plantas na área degradada, vê-se que o valor alcançado aos 10 meses, por aquelas que receberam adubação química mais orgânica (2,26 m²), só foi alcançado pelas plantas que receberam adubação química, entre o 27^o e o 36^o mês.

Parte aérea:

A aroeirinha apresentou bifurcações e ramificações desde a base, com longos galhos crescendo na horizontal, à baixa altura, formando uma copa, relativamente ampla, mas não muito densa (Figura 5). As primeiras flores e frutos foram observados já a partir dos 10 meses, em grandes quantidades. Observou-se que o período de frutificação prolongava-se por até sete meses (dezembro a junho), durante o qual verificou-se constantemente a presença de pássaros, atraídos pelos frutos. Essa foi uma característica importante apresentada pela aroeirinha, que apesar de não ter se posicionado entre as espécies de maior crescimento, dentre as testadas, apresentou grande potencial de atração da avifauna, que pode trazer sementes de outras espécies, contribuindo para o aumento da biodiversidade da área.

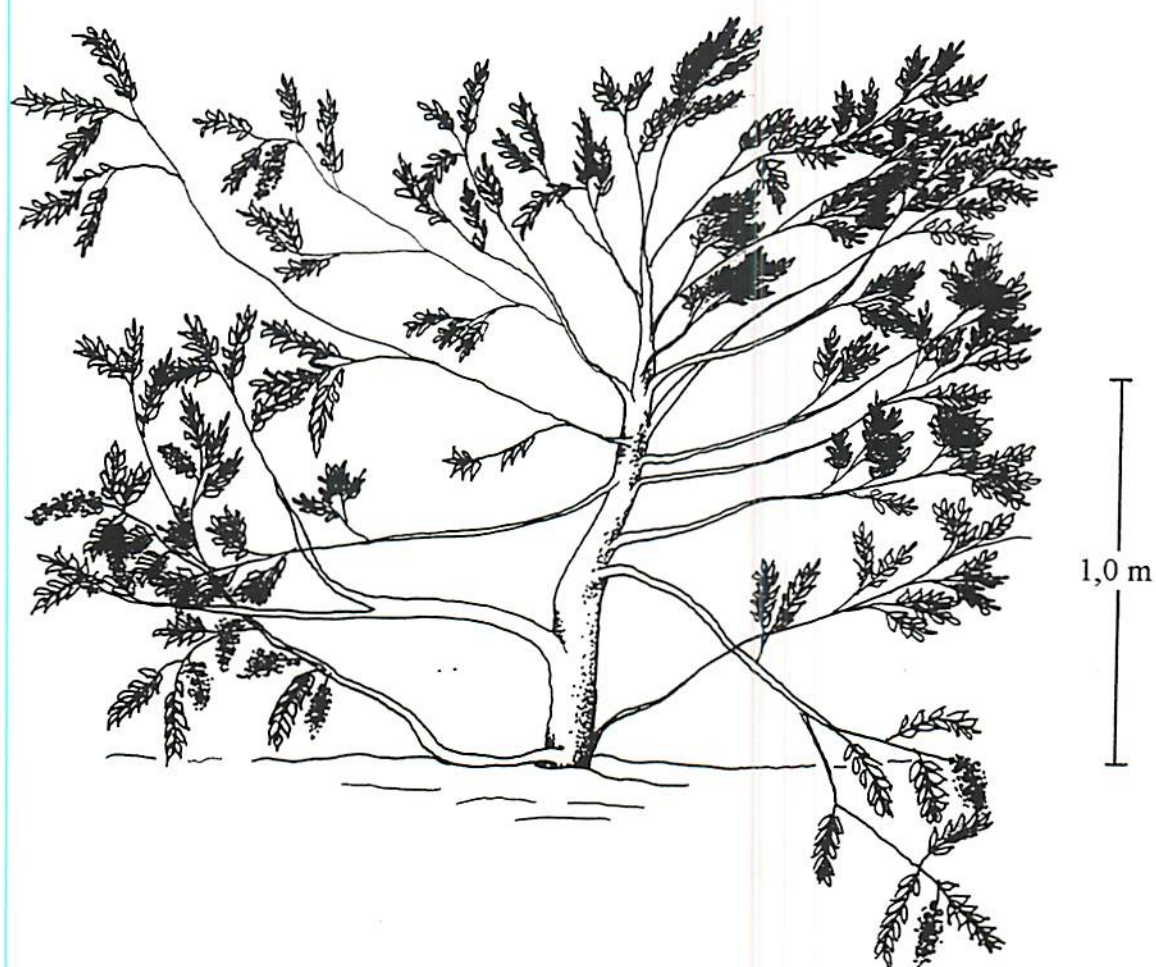


Figura 5 - Aroeirinha (*Schinus terebinthifolius*) aos 36 meses

5.6.3 Candiúva

Altura:

Até o segundo ano, observou-se um maior crescimento em altura das plantas que receberam adubação química mais orgânica, independente do sítio (Figura 6). A partir dos 36 meses, no entanto, a tendência é de que as plantas na área de encosta apresentem um maior crescimento do que as da área degradada, independente da adubação. Isto confirma as observações de Gonçalves et al. (1995), em um plantio misto de espécies nativas, de que, quanto mais inicial era a fase de crescimento das árvores, maior era sua dependência das condições de fertilidade dos solos. A limitação física do solo começou a apresentar um efeito mais significativo à medida que as raízes necessitaram explorar um maior volume de solo.

A melhor condição proporcionou à candiúva um crescimento em altura de 2,0 m no primeiro ano (Tabela 17). Este valor é menor do que o encontrado por Kageyama, Reis e Carpanezi (1992), em um plantio em Promissão, SP, quando a candiúva atingiu 4,0 m de altura aos 12 meses. Em um outro plantio, em Ilha Solteira, SP, em Latossolo Roxo Distrófico, a candiúva alcançou valores médios de altura ainda maiores no primeiro ano: 6,18 m, em espaçamento 3 x 3 m (Santarelli, 1990).

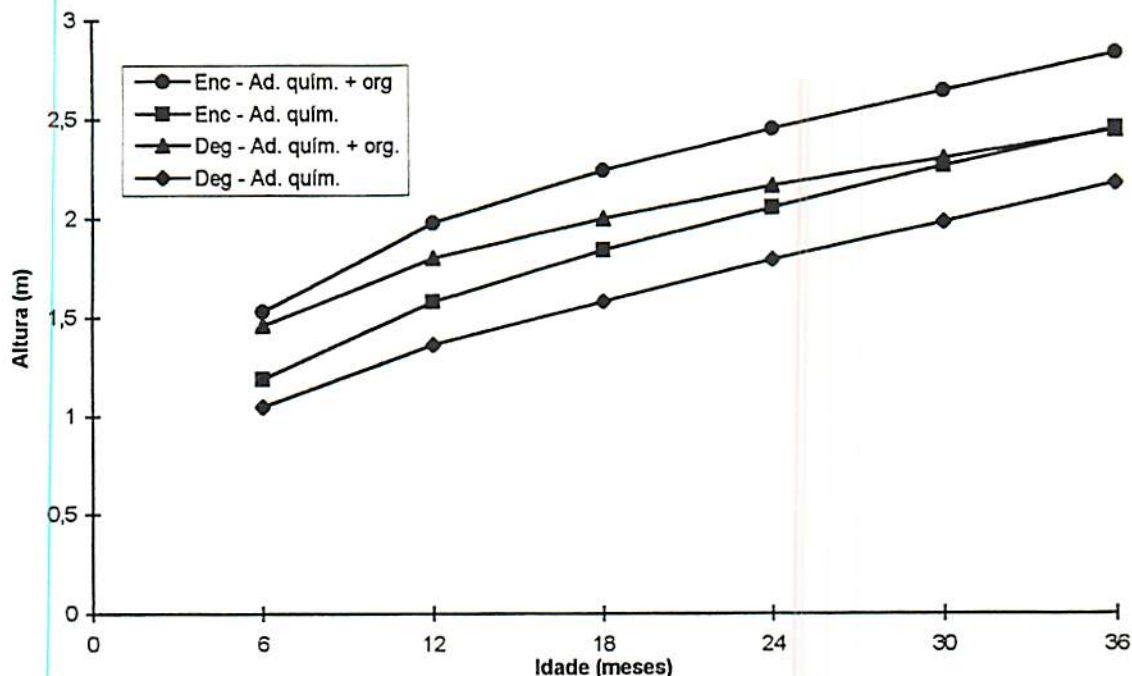


FIGURA 6 - Curvas de crescimento em altura (dados estimados) da candiúva em função do sítio e da adubação. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se na Tabela 20.

Diâmetro do caule ao nível do solo:

O desenvolvimento foi maior, praticamente todo o tempo, em área de encosta com adubação química mais orgânica e menor na área degradada com adubação química. Nas quatro condições estudadas, a candiúva apresentou um crescimento intenso no primeiro ano, com redução no ritmo a partir de então (Tabela 18).

Área de copa:

Houve um crescimento intenso até o 14^o mês, nas quatro situações (Tabela 19). A partir daí, as plantas da área degradada reduziram seu ritmo de crescimento, enquanto que as da área de

encosta apresentaram redução em suas áreas de copa até o 23^o mês, voltando a crescer até o 27^o mês. Na última avaliação, aos 36 meses, observou-se redução na área de copa das plantas nas quatro situações. Os maiores valores de área de copa foram observados para as plantas com adubação química mais orgânica, independente do sítio.

A copa da candiúva na área degradada apresentou-se mais rala que na área de encosta. No entanto, em algumas avaliações, a área de copa teve maior valor na área degradada que na área de encosta (Tabela 19), pelo fato da medição considerar as extremidades vivas da copa, sem levar em conta sua densidade.

Parte aérea:

A candiúva apresentou, geralmente, tronco único, com muitos galhos em toda sua extensão, inseridos a um ângulo de aproximadamente 45^o, formando copa ampla e densa (Figura 7). Na área degradada, a copa apresentou-se rala, devido à morte de ramos e queda das folhas, cuja reposição apresentava-se lenta. Aos 10 meses observou-se a presença das primeiras flores e frutos, em grandes quantidades, atraindo diversas espécies de pássaros.

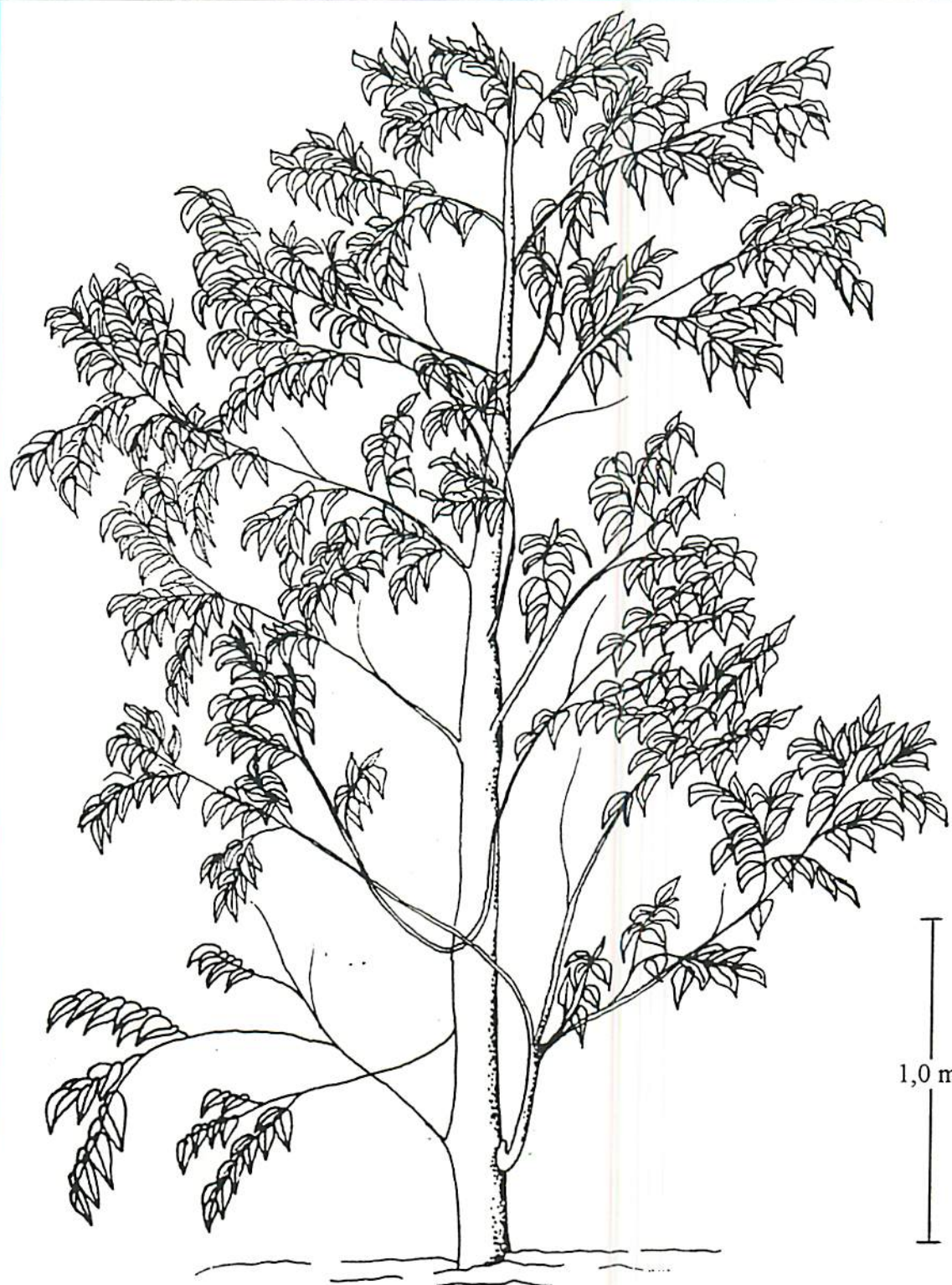


Figura 7 - Candíuva (*Trema micrantha*) aos 36 meses

5.6.4 Cássia-verrugosa

Altura:

As plantas em área de encosta apresentaram um maior crescimento, independente da adubação. O efeito da adição do esterco foi sempre pequeno (Figura 8), deixando de ser significativo nos dois sítios, aos 36 meses (Tabelas 9 e 12). Na área degradada, as plantas cresceram menos, não tendo alcançado, aos 36 meses, os valores observados no primeiro ano, nas plantas em área de encosta (Figura 8 e Tabela 17). Observou-se crescimento em ritmo acentuado até os 36 meses e tendência de manutenção desse ritmo a partir daí. Já na área degradada, o ritmo reduziu-se a partir do primeiro ano, mostrando uma grande restrição deste sítio ao crescimento da cássia-verrugosa.

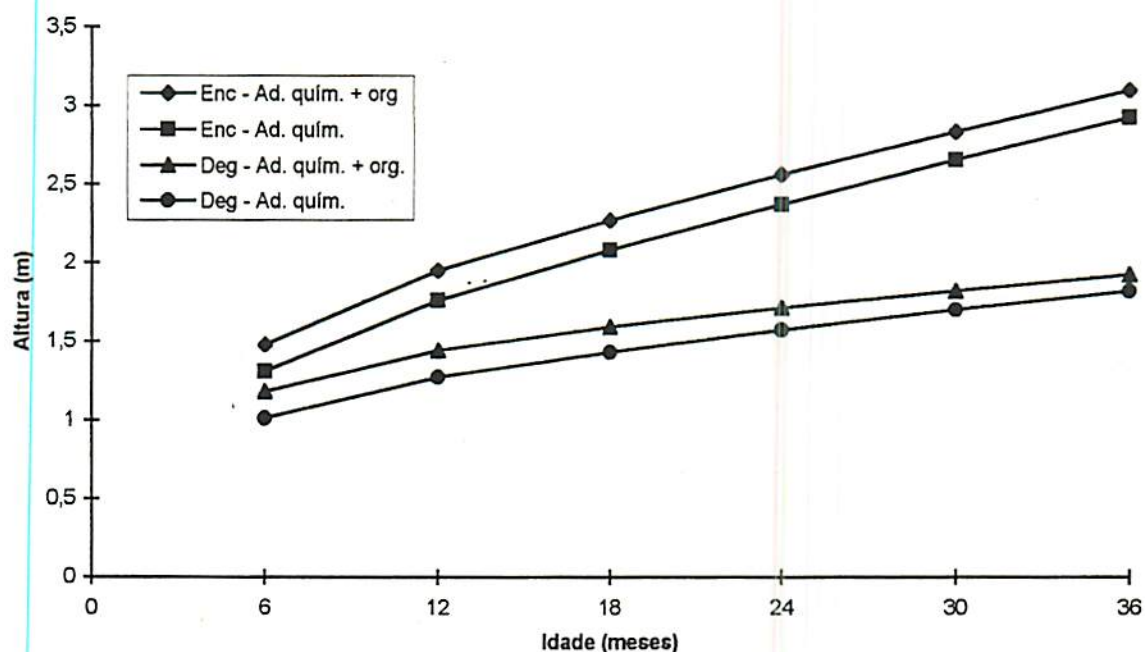


FIGURA 8 - Curvas de crescimento em altura (dados estimados) da cássia-verrugosa em função do sítio e da adubação. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se na Tabela 20.

Crescimento semelhante ao verificado na área degradada, foi encontrado por Carvalho (1994), em solo alterado pela exploração do xisto, em São Mateus do Sul, PR, onde a cássia-verrugosa alcançou uma altura média igual a 1,28 m aos 12 meses, em espaçamento de 2 x 2 m.

A equação de regressão (Tabela 20) projeta para a cássia-verrugosa, aos sete anos, uma altura igual a 5,13 m na área de encosta com adubação química mais orgânica. Esse valor é inferior aos 13,46 m, encontrados por (Carvalho, 1994) em um plantio de sete anos em Ponta Grossa, PR, em Latossolo Vermelho Amarelo, no espaçamento de 3 x 2 m.

Diâmetro do caule ao nível do solo:

Para as plantas em área de encosta, o crescimento foi intenso até o 14^o mês, reduzindo-se a partir de então. Na área degradada, as plantas cresceram de maneira mais intensa até o 10^o mês e, a partir daí, o crescimento passou a ser lento, porém constante (Tabela 18). As plantas em área de encosta se desenvolveram mais, independente da adubação. Os valores apresentados pelas plantas em área de encosta aos 14 meses, não foram alcançados, até aos 36 meses, por aquelas da área degradada.

Área de copa:

Observou-se nas quatro condições um crescimento mais intenso até o 14^o mês e redução no ritmo a partir de então (Tabela 19). A exemplo da altura, os valores médios atingidos pelas plantas na área de encosta no primeiro ano, só foram alcançados por aquelas da área degradada no terceiro ano.

As três variáveis avaliadas - altura, diâmetro do caule e área de copa - mostraram um melhor desempenho da cássia-verrugosa na área de encosta, independente da adubação, o que contraria a afirmação de Lorenzi (1992), de que essa espécie é indiferente às condições físicas do solo.

Parte aérea:

A cássia-verrugosa formou uma copa ampla, densa, com muitos galhos e bifurcações desde a base, originando multitruncos (Figura 9). Segundo Carvalho (1994), a floração da cássia-verrugosa em plantios, ocorre aos 4 anos de idade. No entanto, já aos 14 meses, foi observada a primeira floração, de maneira geral e abundante.

Sistema Radicular:

Escolheu-se uma planta representativa de cássia-verrugosa na área degradada e outra na área de encosta, para realização de escavações, visando a observação do sistema radicular. Na área de encosta, para uma planta com 3,84 m de altura, 13,79 m² de área de copa e 16,6 cm de diâmetro do caule ao nível do solo, encontrou-se um sistema radicular com profundidade máxima de 40 cm e vigorosas raízes superficiais, que se estendiam por até 7,50 m de distância da árvore. Quinze raízes principais foram observadas, distribuídas uniformemente em torno da planta. Na área degradada, para uma planta com 2,30 m de altura (estando viva apenas até a altura de 1,00 m, devido ao “die-back”); 3,61 m² de área de copa (com apenas 0,50 m² de copa viva, também devido ao “die-back”) e 6,2 cm de diâmetro do caule ao nível do solo, encontrou-se um sistema radicular com profundidade máxima de 22 cm e raízes superficiais crescendo na mesma direção do sulco de plantio, onde o solo se encontrava mais solto. Foram observadas apenas sete raízes principais, que se estendem a uma distância máxima de 3,10 m. Essas observações mostraram uma relação entre o sistema radicular e a ocorrência de “die-back” nas plantas dessa espécie, na área degradada, ou seja, as raízes por crescerem sob restrição física do solo, desenvolveram-se menos que na área de encosta, explorando um menor e mais superficial volume de solo, comprometendo uma absorção adequada de água na época seca.

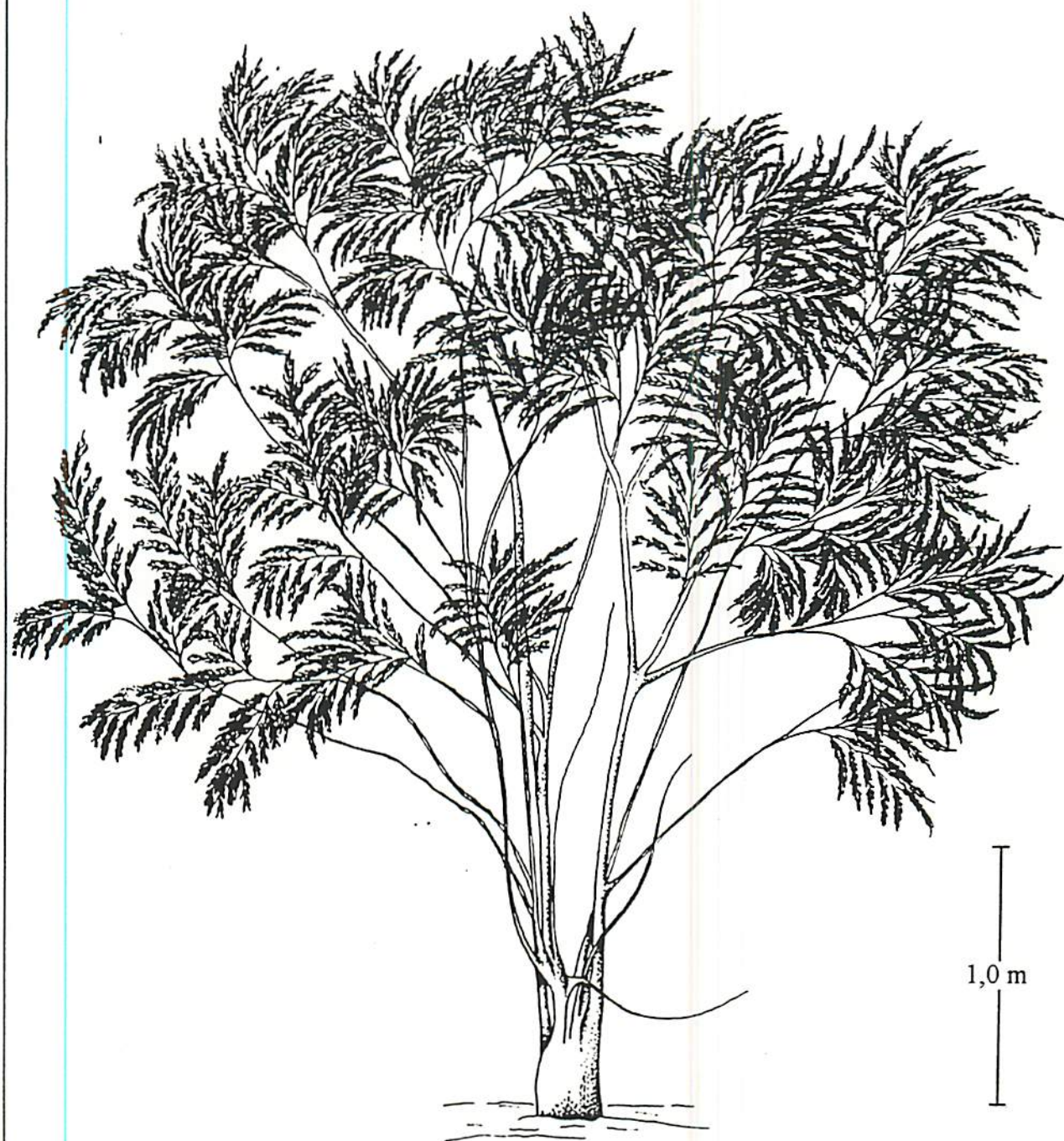


Figura 9 - *Cássia-verrugosa* (*Senna multijuga*) aos 36 meses

5.6.5 Fedegoso

Altura:

Na área degradada, a adubação química mais orgânica proporcionou, até os 36 meses, maiores crescimentos em altura (Figura 10), enquanto que na área de encosta, o efeito da adição do esterco deixou de existir a partir do segundo ano. Aos 36 meses, as plantas em área de encosta apresentaram os maiores valores de altura, independente da adubação (Tabelas 15 e 16). Observa-se na Tabela 17 que os valores apresentados pelas plantas em área de encosta aos 10 meses, só foram atingidos por aquelas em área degradada ao final do segundo ano.

Diâmetro do caule ao nível do solo:

O crescimento em diâmetro do caule foi maior para as plantas em área de encosta, independente da adubação (Tabela 18). O efeito do esterco, dentro de cada sítio, manifestou-se desde os dois meses, perdurando até os 27 meses na área de encosta e até os 36 meses na área degradada.

Área de copa:

Assim com a altura e o diâmetro do caule, o desenvolvimento em área de copa também foi maior na área de encosta (Tabela 19), contrariando a afirmação de Lorenzi (1992), de que esta espécie é indiferente às características físicas do solo. Foram observadas periodicamente reduções nos valores de área de copa, devido à queda de folhas nos períodos frios e secos (inverno). Observa-se que os picos nos valores são atingidos ao final da estação chuvosa (março-abril),

seguidos de uma queda, havendo na estação de crescimento seguinte uma recuperação com superação dos valores verificados no ano anterior.

Parte aérea:

O fedegoso apresentou tronco único ou bifurcado desde a base e uma copa alta com poucos galhos (Figura 11). Aos 14 meses, observou-se em todas as plantas, a formação de flores e frutos.

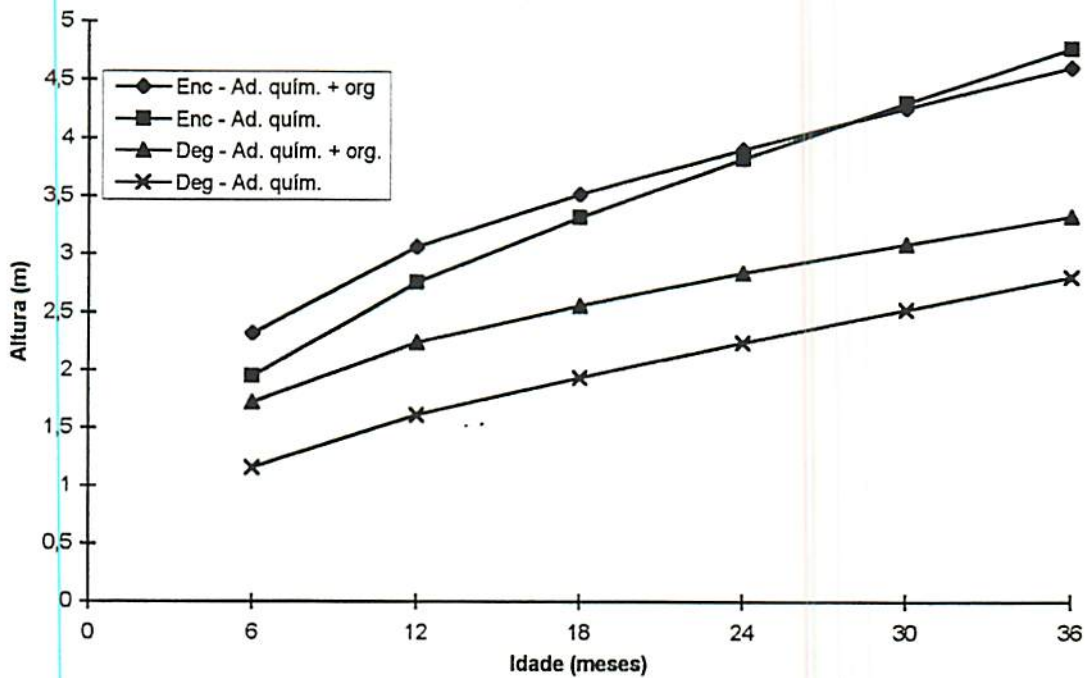


FIGURA 10 - Curvas de crescimento em altura (dados estimados) do fedegoso em função do sítio e da adubação. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se na Tabela 20.

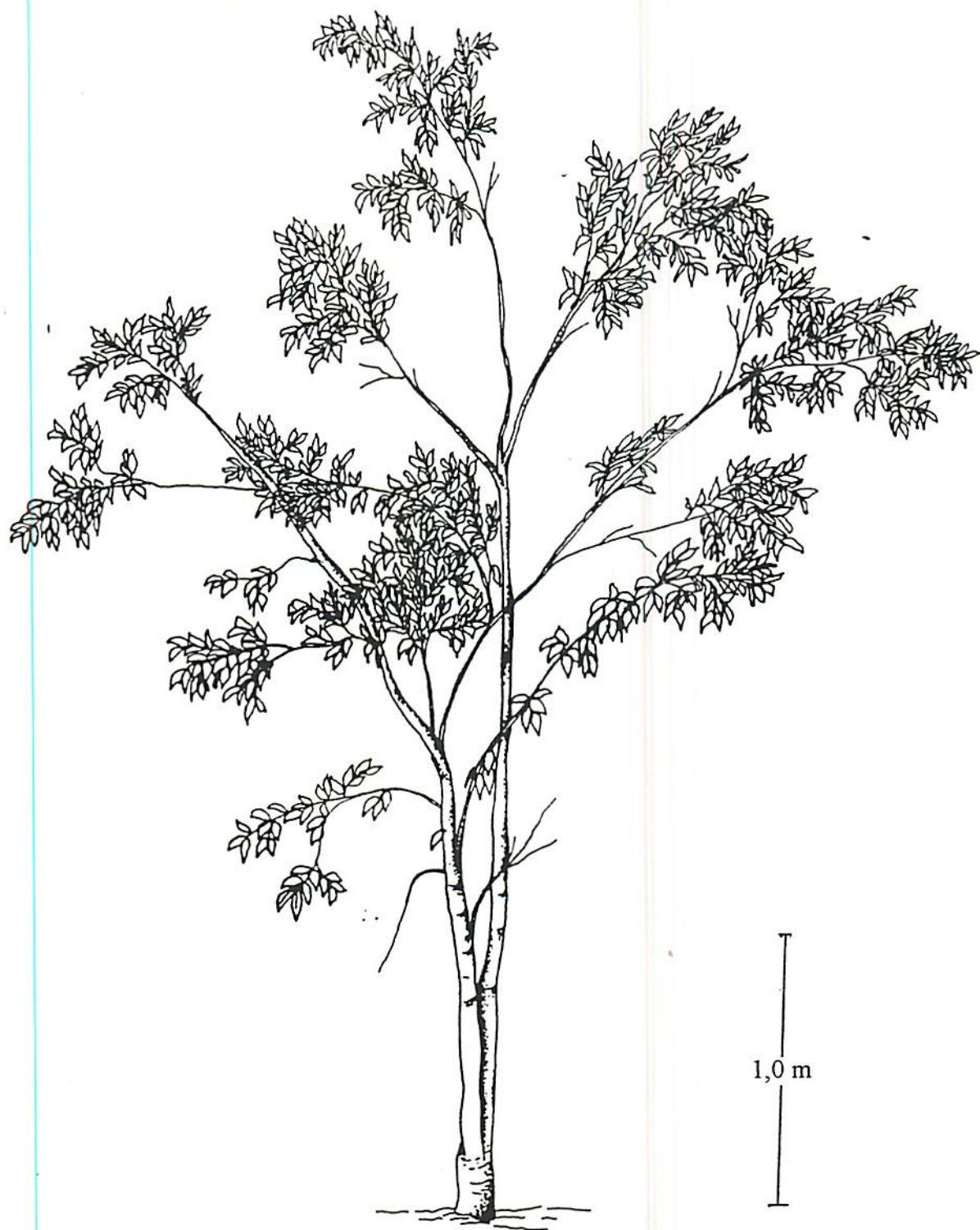


Figura 11 - Fedegoso (*Senna macranthera*) aos 36 meses

5.6.6 Goiabeira

Altura:

As plantas na área de encosta apresentaram redução em seus ritmos de crescimento em altura a partir dos 12 meses, enquanto que as da área degradada continuaram, até os 36 meses, com incrementos constantes em altura (Figura 12). Nessa idade, não houve diferenças significativas nos crescimentos em altura, entre os sítios, dentro de cada adubação (Tabelas 15 e 16). Desde o início, observou-se maiores crescimentos em altura das plantas que receberam a adubação química mais orgânica, nos dois sítios. No entanto, a tendência verificada nas curvas de crescimento é que, a partir do quarto ano, as plantas em área degradada com adubação química ultrapassem as de área de encosta com adubação química mais orgânica. Das nove espécies estudadas neste trabalho, a goiabeira foi a única a apresentar esse comportamento, ou seja, tendência das plantas na área degradada de alcançarem maiores valores em altura que as de área de encosta. Isto pode ser devido ao porte reduzido da goiabeira que a levou, na área de encosta, a uma maior desvantagem na competição com o capim-gordura. Apesar das equações de regressão projetarem um maior crescimento em altura a partir do quarto ano, das plantas da área degradada, a limitação física do solo neste sítio pode reverter esse quadro, à medida que as plantas cresçam e seus sistemas radiculares necessitem explorar um volume maior de solo.

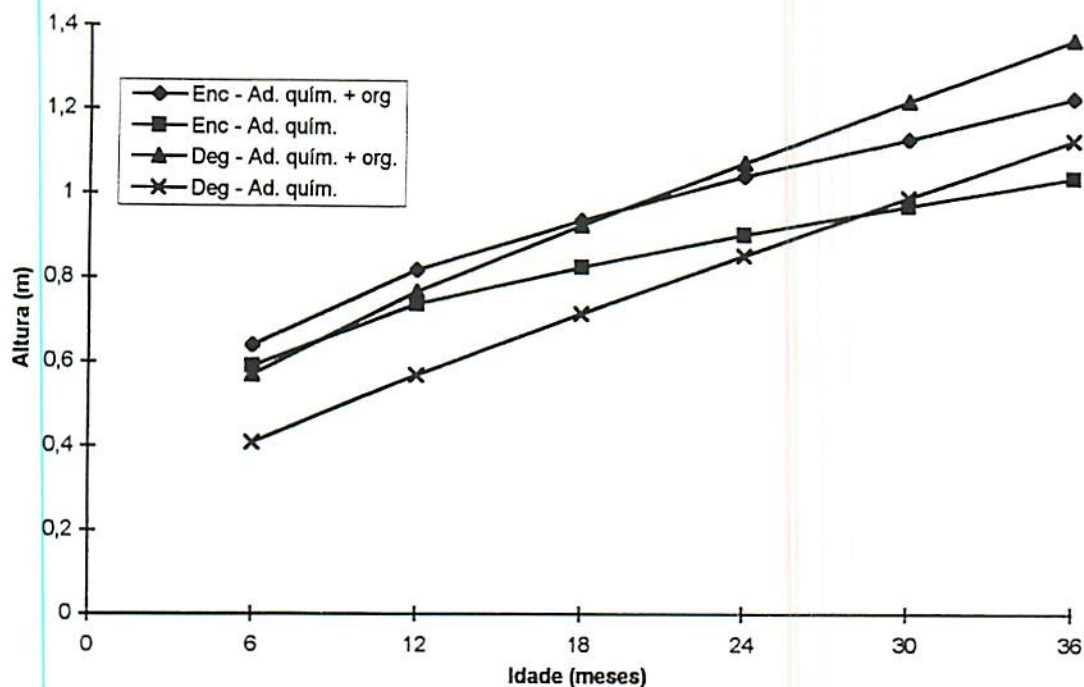


FIGURA 12 - Curvas de crescimento em altura (dados estimados) da goiabeira em função do sítio e da adubação. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se na Tabela 20.

Diâmetro do caule ao nível do solo:

Os maiores valores médios de diâmetro foram observados para as plantas que receberam adubação química mais orgânica, independente do sítio (Tabela 18). Nas quatro condições estudadas, os incrementos foram pequenos, porém constantes, até aos 27 meses. Os valores apresentados aos 19 meses, pelas plantas que receberam adubação química mais orgânica, não foram alcançados, até aos 36 meses, por aquelas adubadas apenas quimicamente.

Área de copa:

As plantas em área degradada cresceram em ritmo mais forte que as da área de encosta. Estas passaram a apresentar, a partir do 14^o mês, reduções nos ritmos e até mesmo nos valores de área de copa (Tabela 19).

Parte aérea:

A goiabeira apresentou tronco único ou bifurcado desde a base, copa pequena, baixa, rala e com muitos galhos (Figura 13). A presença de flores e frutos foi verificada pela primeira vez, aos 10 meses, na maioria das plantas e em pequenas quantidades.

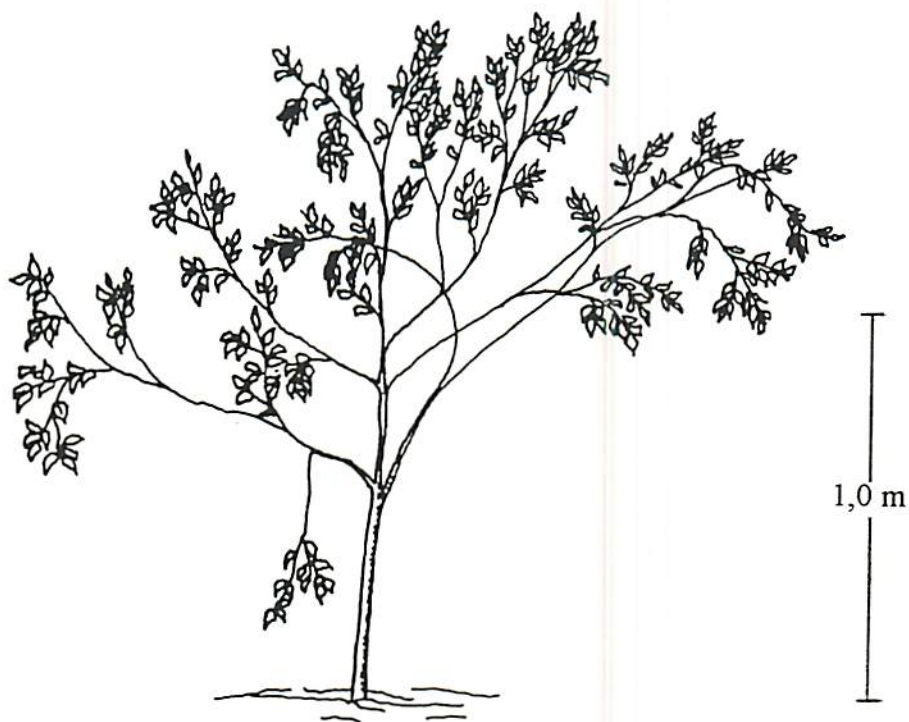


Figura 13 - Goiabeira (*Psidium guajava*) aos 36 meses

5.6.7. Guapuruvu

Altura:

As plantas em área de encosta apresentaram um maior crescimento em altura, comparativamente às da área degradada, independente da adubação (Figura 14). Na área de encosta, os valores médios apresentados pelas plantas com adubação química mais orgânica no primeiro ano, foram alcançados por aquelas com adubação química apenas aos 36 meses, mostrando um forte efeito do esterco nesse sítio, para essa espécie (Tabela 17). Na área degradada, o efeito do esterco foi observado apenas na avaliação aos dois meses. As demais avaliações mostraram não haver efeito do esterco sobre o crescimento em altura, nesse sítio.

Labouriau, Oliveira e Labouriau (1961) encontraram para o guapuruvu, em um plantio em Caeté, MG, uma altura de 3,0 metros aos 15 meses. Para essa mesma idade, Carvalho (1994) apresenta uma altura média de 1,95 m, em um plantio no Mato Grosso do Sul. Esses valores superam os verificados no presente trabalho aos 14 meses (Tabela 17).

No presente trabalho, o guapuruvu apresentou altura de 1,69 m aos 14 meses, na melhor condição estudada (Tabela 17). Este valor está muito abaixo do apresentado por Richter, Tomaselli e Moreschi (1974), em um plantio puro em Santa Catarina, onde o guapuruvu alcançou 5,0 m de altura no primeiro ano, no reduzido espaçamento de 1 x 1 m, em solo do tipo Terra Roxa. Em plantios puros no norte do Paraná, os mesmos autores encontraram uma altura média de 15 m aos 30 meses, no espaçamento de 4 x 4 m, também em Terra Roxa. Este valor supera o encontrado no presente trabalho, mesmo aos 36 meses (2,35 m), como se verifica na Tabela 17.

Em um plantio de três anos no sudoeste do Paraná, em solo de acidez média e boa permeabilidade, sem calagem e adubação, no espaçamento de 3 x 2 m, o guapuruvu apresentou uma altura média de 6,76 m (Silva e Reichmann Neto, 1990), superior à verificada no presente trabalho (2,35 m), na mesma idade, na melhor condição (Tabela 17).

A projeção da altura para o quarto ano, através da equação de regressão (Tabela 20), na melhor condição, chega a um valor igual a 2,95 m, não muito distante dos 3,37 m apresentados por Silva e Torres (1992) em um Latossolo Roxo Distrófico, em Campo Mourão, PR, aos quatro anos, em espaçamento 2,5 x 2,5 m.

Silva e Torres (1992) encontraram para o guapuruvu, uma altura média de 8,50 m aos cinco anos, no espaçamento de 3 x 3 m, em plantios puros no Paraná. O experimento foi conduzido sob diferentes situações edafo-climáticas, porém sempre em solos com boas características de permeabilidade. Em um plantio com a mesma idade, em Coronel Pacheco, MG, Golfari (1975) verificou que o guapuruvu alcançou uma média de altura igual a 12,00 m. Esses valores superam em muito aquele projetado para o quinto ano, através da equação de regressão (Tabela 20), que chegou a um valor igual a 3,45 m, para a melhor condição, ou seja, área de encosta com adubação química mais orgânica.

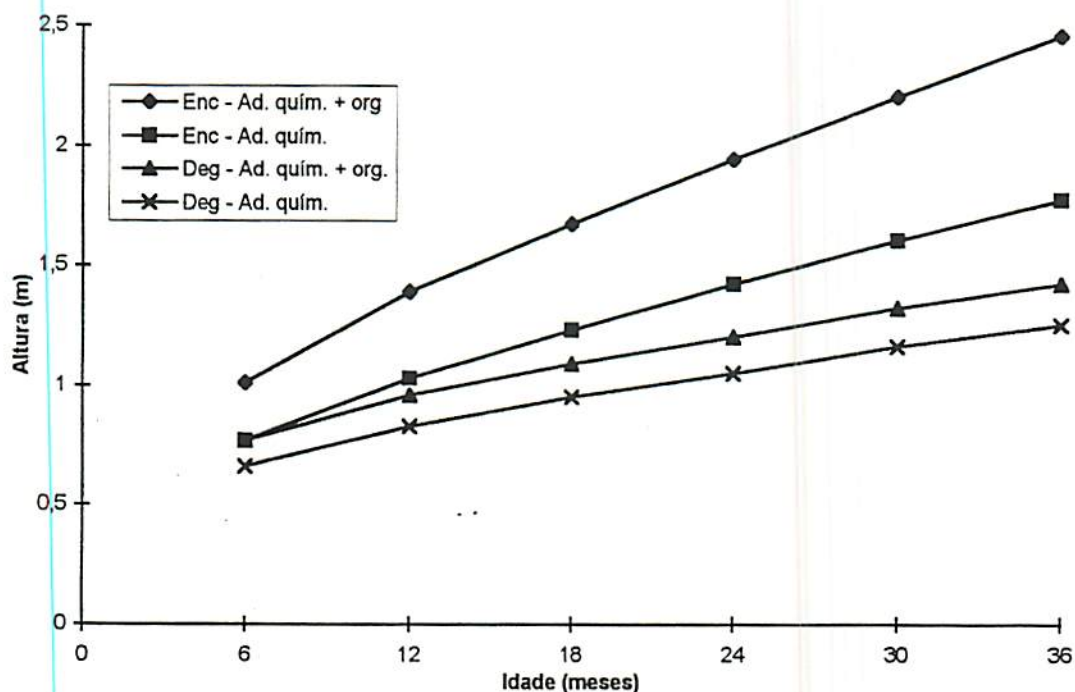


FIGURA 14 - Curvas de crescimento em altura (dados estimados) do guapuruvu em função do sítio e da adubação. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se na Tabela 20.

Quando comparado com resultados de outros plantios, verifica-se um desenvolvimento reduzido do guapuruvu neste trabalho. Isto se deve, provavelmente, ao fato da espécie, neste

trabalho, ter sido plantada numa região de cerrado, ou seja, sob condições edafo-climáticas distintas das de sua região de ocorrência natural, já que, segundo Carvalho (1994), o guapuruvu ocorre exclusivamente na Mata Atlântica.

Diâmetro do caule ao nível do solo:

As plantas na área de encosta se desenvolveram mais, independente da adubação (Tabela 18). Nas quatro condições estudadas, os ritmos de crescimento foram mais intensos até o primeiro ano, caindo a partir de então.

Área de copa:

Os valores da área de copa aumentaram intensamente no primeiro ano, atingindo um máximo aos 14 meses, na área de encosta e aos 10 meses na área degradada (Tabela 19). No 19^o mês, os valores caíram a zero, pois as plantas se encontravam totalmente desprovidas de suas copas, formadas exclusivamente por folhas. Até o 36^o mês, os valores de área de copa não haviam atingido aqueles verificados no primeiro ano. Isso pode ser explicado pelo fato das folhas formadas no primeiro ano serem maiores que aquelas dos anos seguintes. De fato, como afirmam Labouriau, Oliveira e Labouriau (1961), as folhas do guapuruvu são, a princípio, muito longas, atingindo mais de 1,70 m de comprimento. Nas árvores adultas, esse comprimento é bem menor, não ultrapassando 0,50 m. Outras espécies também apresentam essa característica. Segundo Luz e Ferreira (1985), as folhas pentadigitadas do ipê-felpudo (*Zeyhera tuberculosa* - Bignoniaceae) se apresentam nas plantas jovens com dimensões de até 90 x 60 cm e, nas árvores adultas, não passam de 40 x 30 cm. Portanto, os valores observados na área de copa do guapuruvu, no primeiro ano, só devem ser superados quando as plantas começarem a emitir galhos e/ou bifurcações, formando uma estrutura de copa.

Nas três características avaliadas, o desempenho do guapuruvu foi melhor na área de encosta e com adubação química mais orgânica, mostrando tratar-se de uma espécie exigente

quanto às condições edáficas, confirmando as observações de Lorenzi (1992), de que essa espécie é rara em topos de morro e bastante frequente nas planícies aluviais.

Parte aérea:

O guapuruvu apresentou crescimento monopodial, com fuste reto, único, livre de bifurcações e galhos, com copa rala, formada exclusivamente pelas folhas (Figura 15). Com a queda das folhas no inverno, as plantas ficam desprovidas de copa. Este fato não compromete a proteção do solo, já que, na região, não ocorrem chuvas de grande intensidade durante o inverno. No entanto, essa queda de folhas e o consequente aumento da incidência de luz sobre o solo, podem resultar em dois aspectos negativos: permanência por mais tempo de plantas daninhas e manutenção de uma condição de luminosidade indesejável para as espécies clímax, que se estabelecem sob essas espécies heliófilas.

Até o 36^o mês não se observou floração do guapuruvu, que segundo Carvalho (1994), se inicia entre 6 e 8 anos após o plantio.

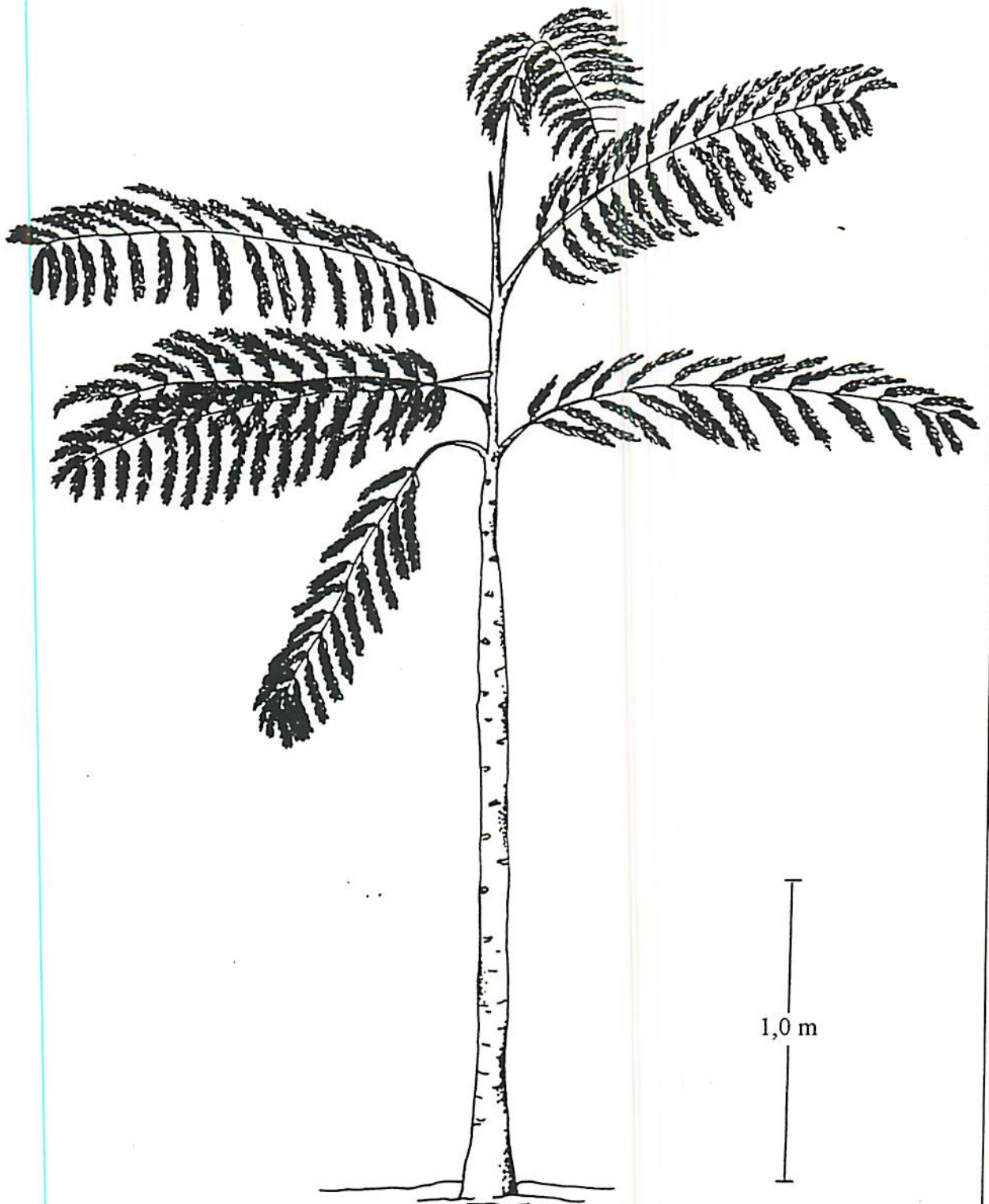


Figura 15 - Guapuruvu (*Schizolobium parahyba*) aos 36 meses

5.6.8. Ipê-mirim

Altura:

Os maiores valores foram verificados para as plantas em área de encosta, com adubação química mais orgânica e, os menores, para aquelas em área degradada, com adubação química. As outras duas condições apresentaram, desde o início, diferenças cada vez menores entre seus valores, tendo se igualado aos 36 meses (Figura 16). Nessa idade, não houve diferenças significativas nas alturas entre os sítios, dentro de cada adubação (Tabelas 15 e 16). A tendência a partir dos 36 meses é de que as plantas em área de encosta apresentem maiores crescimentos em altura que as de área degradada, independente da adubação. Este comportamento foi idêntico ao apresentado pela candiúva (Figura 6). Dentro de cada sítio, o efeito da adição do esterco foi verificado em todas as avaliações. Os valores verificados para as plantas com adubação química aos 36 meses, foram superados, já aos 14 meses, por aquelas que receberam adubação química mais orgânica (Tabela 17).

Diâmetro do caule ao nível do solo:

Aos 36 meses, observou-se que as plantas da área degradada, com adubação química, foram as que apresentaram os menores valores. As plantas sob as demais condições apresentaram equilíbrio entre seus valores (Tabela 18). O ritmo de crescimento foi mais intenso no primeiro ano.

Área de copa:

Observou-se um grande desenvolvimento em área de copa até o 14^o mês, nas quatro condições estudadas (Tabela 19). A partir daí, houve uma queda nos valores para as plantas em área de encosta, detectada na avaliação realizada no inverno (19 meses - agosto). Em seguida, as plantas voltaram a crescer, porém em um ritmo menos acentuado. Como já havia ocorrido com a

altura e o diâmetro, a área de copa das plantas que receberam adubação química mais orgânica desenvolveram-se mais que a das outras, independente do sítio. As plantas da área degradada que receberam somente adubação química, apresentaram uma estabilização nos valores de área de copa, um pouco acima de $1,0 \text{ m}^2$, logo após os 14 meses.

Parte aérea:

O ipê-mirim apresentou galhos desde a base do tronco, copa muito ramificada, irregular e relativamente rala (Figura 17). A espécie floresceu já aos dois meses, em abundância, apresentando flores e frutos durante todo o ano.

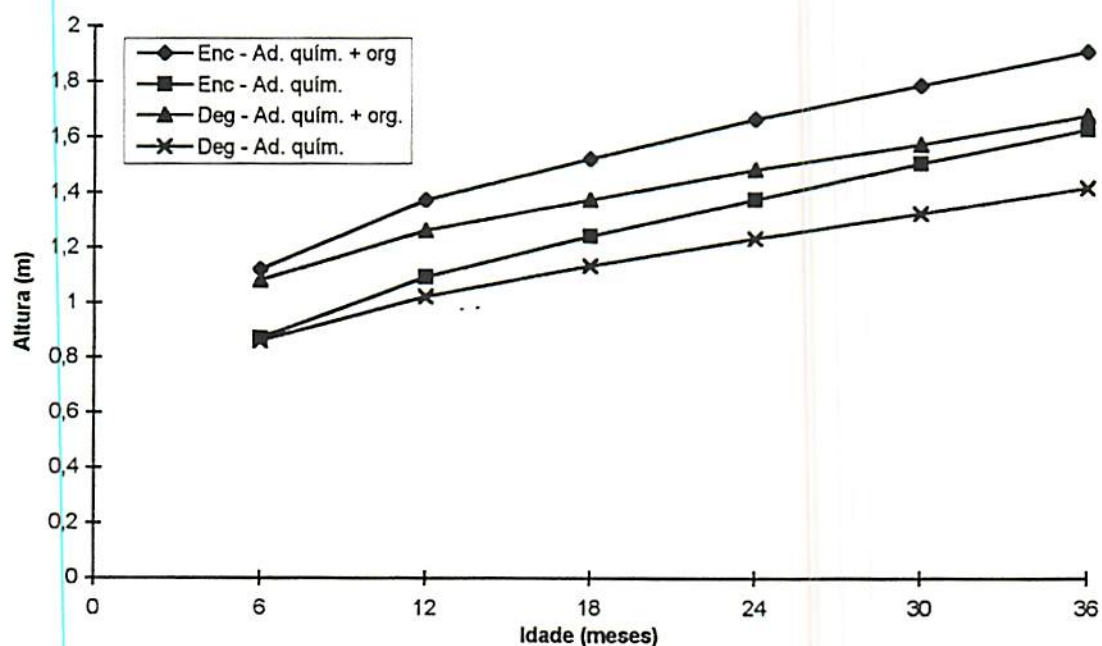


FIGURA 16 - Curvas de crescimento em altura (dados estimados) do ipê-mirim em função do sítio e da adubação. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se na Tabela 20.

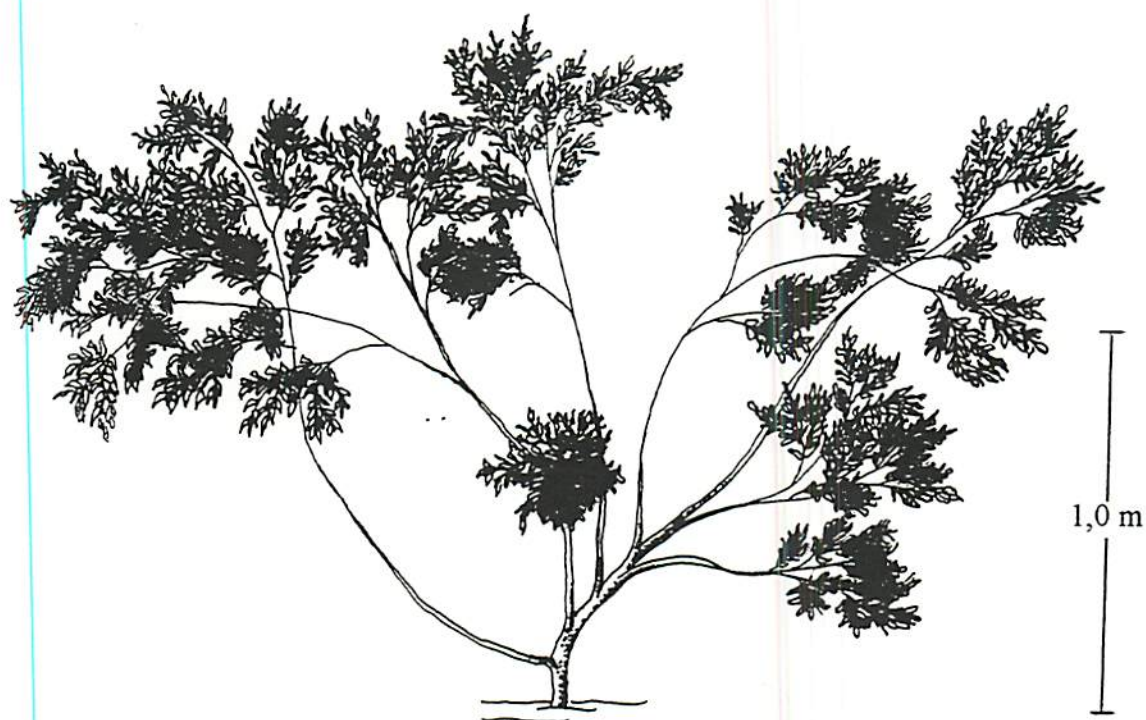


Figura 17 - Ipê-mirim (*Stenolobium stans*) aos 36 meses

5.6.9 Jacarandá-mimoso

Altura:

Os maiores valores foram verificados para as plantas que receberam adubação química mais orgânica, independente do sítio (Figura 18 e Tabela 17). A curva de crescimento das plantas da área de encosta com adubação química, praticamente coincidiu com a das plantas da área degradada, com a mesma adubação (Figura 18). Dentro de cada sítio, o efeito do esterco foi verificado até os 36 meses. Nessa idade, não houve diferenças significativas nas alturas, entre os sítios, dentro de cada adubação (Tabelas 15 e 16).

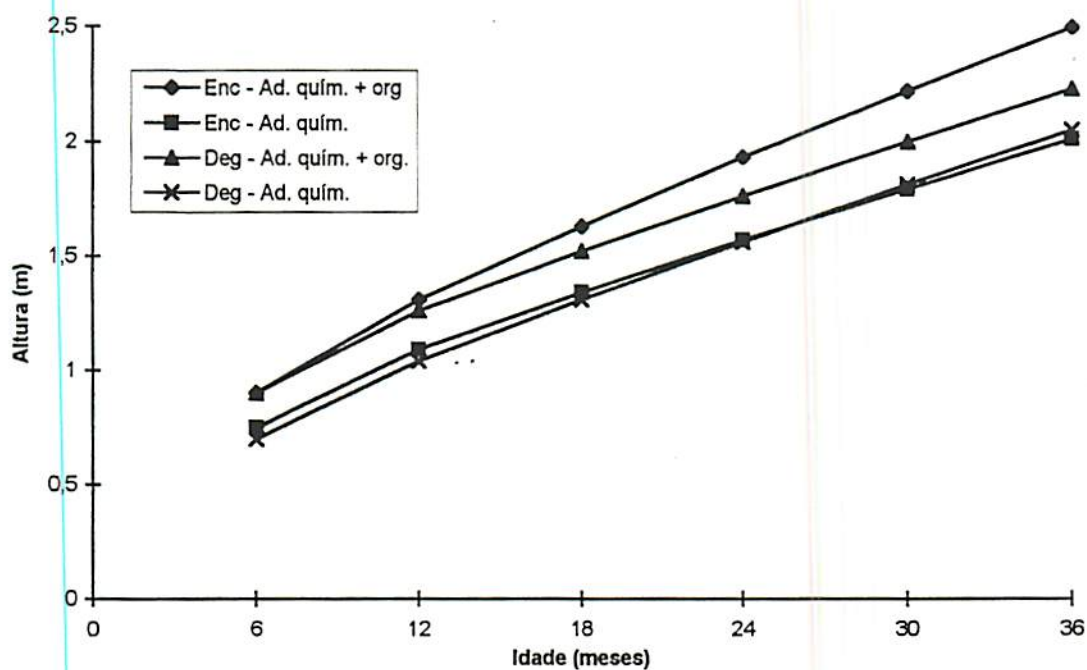


FIGURA 18 - Curvas de crescimento em altura (dados estimados) do jacarandá-mimoso em função do sítio e da adubação. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se na Tabela 20.

Diâmetro do caule ao nível do solo:

As plantas que receberam adubação química mais orgânica, se desenvolveram mais que as outras, independente do sítio (Tabela 18). Nos dois sítios, o efeito do esterco mostrou-se presente desde o início, perdurando até o 36^o mês.

Área de copa:

O crescimento foi verificado até o 14^o mês, com os valores caindo para zero no 19^o mês (Tabela 19) quando todas as plantas se encontravam totalmente desprovidas de suas copas, que eram, até então, formadas exclusivamente por folhas, ou seja, não havia galhos ou ramos. A partir daí as plantas retomaram seu crescimento, sendo que as da área de encosta continuaram apresentando um ritmo acentuado de crescimento, enquanto que as da área degradada apresentaram redução no ritmo.

Parte aérea:

O jacarandá-mimoso apresentou galhos desde a base do tronco, com copa pequena e densa, formada por uns poucos ramos ou galhos (Figura 19). Suas folhas caem no inverno, deixando a planta desprovida de copa. Não foi observado, até aos 36 meses, o florescimento das plantas dessa espécie.

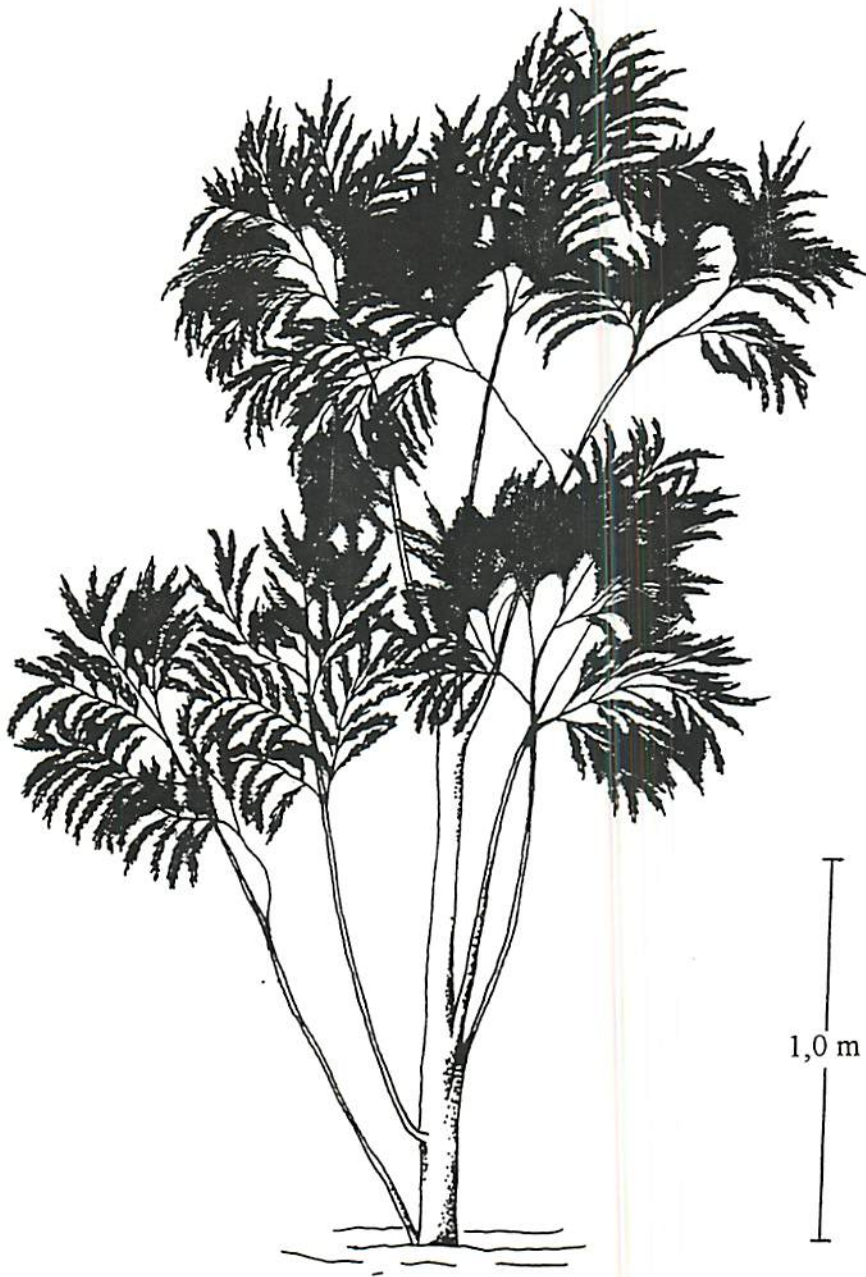


Figura 19 - Jacarandá-mimoso (*Jacaranda mimosifolia*) aos 36 meses

TABELA 15 - Valores médios de altura (m) das espécies com adubação química, aos 36 meses

Espécie	Área de encosta	Área degradada
Angico	1,80 A	1,19 B
Aroeirinha	1,58 A	1,20 B
Candiúva	2,39 A	2,08 B
Cássia	2,76 A	1,79 B
Fedegoso	4,37 A	2,50 B
Goiabeira	1,00 A	1,06 A
Guapuruvu	1,70 A	1,19 B
Ipê-mirim	1,47 A	1,34 A
Jacarandá	1,90 A	1,92 A
Média	2,10 A	1,58 B

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 16 - Valores médios de altura (m) das espécies com adubação química mais orgânica, aos 36 meses

Espécie	Área de encosta	Área degradada
Angico	2,07 A	1,45 B
Aroeirinha	1,96 A	1,77 A
Candiúva	2,69 A	2,30 B
Cássia	2,82 A	1,80 B
Fedegoso	4,27 A	2,98 B
Goiabeira	1,19 A	1,29 A
Guapuruvu	2,35 A	1,38 B
Ipê-mirim	1,72 A	1,57 A
Jacarandá	2,36 A	2,13 A
Média	2,38 A	1,85 B

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 17 - Valores médios observados de altura (m) das nove espécies testadas, em função dos dois sítios, das duas adubações e das oito avaliações realizadas.

ESPÉCIE	SÍTIO	ADUBAÇÃO DE PLANTIO	I D A D E (M E S E S)							
			2 mar	6 jul	10 nov	14 mar	19 ago	23 dez	27 abr	36 jan
Angico-amarelo	Área Deg.	Química	0,31	0,47	0,72	0,85	0,87	1,07	1,10	1,19
	Área Deg.	Quím.+ org.	0,40	0,65	0,97	1,06	1,09	1,33	1,31	1,45
	Encosta	Química	0,36	0,60	1,08	1,28	1,32	1,58	1,58	1,80
	Encosta	Quím.+ org.	0,43	0,71	1,24	1,50	1,51	1,72	1,85	2,07
Aroeirinha	Área Deg.	Química	0,52	0,79	0,96	0,98	1,27	1,25	1,20	1,20
	Área Deg.	Quím.+ org.	0,62	1,13	1,26	1,30	1,66	1,79	1,63	1,77
	Encosta	Química	0,39	0,91	1,19	1,31	1,58	1,63	1,56	1,58
	Encosta	Quím.+ org.	0,47	1,27	1,44	1,60	1,96	2,03	2,13	1,96
Candiúva	Área Deg.	Química	0,43	0,93	1,26	1,47	1,66	1,88	1,88	2,08
	Área Deg.	Quím.+ org.	0,53	1,24	1,76	1,94	2,07	2,23	2,30	2,30
	Encosta	Química	0,28	0,93	1,60	1,76	1,90	2,12	2,10	2,39
	Encosta	Quím.+ org.	0,39	1,15	2,00	2,21	2,33	2,52	2,56	2,69
Cássia-verrugosa	Área Deg.	Química	0,37	1,04	1,08	1,28	1,59	1,71	1,51	1,79
	Área Deg.	Quím.+ org.	0,48	1,19	1,21	1,42	1,79	1,89	1,73	1,80
	Encosta	Química	0,41	1,20	1,49	1,99	2,24	2,31	2,66	2,76
	Encosta	Quím.+ org.	0,50	1,33	1,60	2,16	2,52	2,59	2,91	2,82
Fedegoso	Área Deg.	Química	0,32	0,72	1,53	1,90	2,03	2,37	2,61	2,50
	Área Deg.	Quím.+ org.	0,49	1,24	2,06	2,64	2,72	2,91	3,23	2,98
	Encosta	Química	0,34	1,36	2,46	3,39	3,44	3,95	4,36	4,37
	Encosta	Quím.+ org.	0,53	1,74	2,87	3,62	3,64	3,93	4,36	4,27
Goiabeira	Área Deg.	Química	0,25	0,35	0,50	0,64	0,73	0,95	0,95	1,06
	Área Deg.	Quím.+ org.	0,27	0,48	0,70	0,84	0,95	1,15	1,22	1,29
	Encosta	Química	0,22	0,49	0,73	0,82	0,84	0,97	0,95	1,00
	Encosta	Quím.+ org.	0,24	0,54	0,80	0,90	0,97	1,10	1,09	1,19
Guapuruvu	Área Deg.	Química	0,33	0,56	0,79	0,94	0,94	1,10	1,14	1,19
	Área Deg.	Quím.+ org.	0,39	0,69	0,95	1,04	1,07	1,22	1,30	1,38
	Encosta	Química	0,33	0,58	0,97	1,24	1,27	1,47	1,50	1,70
	Encosta	Quím.+ org.	0,39	0,77	1,28	1,69	1,73	1,96	2,09	2,35
Ipê-mirim	Área Deg.	Química	0,54	0,75	0,91	1,14	1,26	1,30	1,24	1,34
	Área Deg.	Quím.+ org.	0,70	0,96	1,12	1,39	1,49	1,55	1,52	1,57
	Encosta	Química	0,39	0,77	0,93	1,22	1,35	1,40	1,56	1,47
	Encosta	Quím.+ org.	0,55	1,00	1,14	1,53	1,66	1,74	1,82	1,72
Jacarandá-mimoso	Área Deg.	Química	0,18	0,45	0,96	1,33	1,31	1,64	1,73	1,92
	Área Deg.	Quím.+ org.	0,26	0,66	1,18	1,56	1,54	1,75	1,94	2,13
	Encosta	Química	0,18	0,51	0,99	1,36	1,35	1,70	1,67	1,90
	Encosta	Quím.+ org.	0,25	0,61	1,17	1,65	1,69	2,03	2,07	2,36

TABELA 18 - Valores médios observados de diâmetro do caule ao nível do solo (cm) das nove espécies testadas, em função dos dois sítios, das duas adubações e das oito avaliações realizadas.

ESPÉCIE	SÍTIO	ADUBAÇÃO DE PLANTIO	I D A D E (M E S E S)							
			2	6	10	14	19	23	27	36
Angico-amarelo	Área Deg.	Química	0,9	2,0	2,7	3,2	3,3	3,6	4,0	4,3
	Área Deg.	Quím.+ org.	1,1	2,9	3,5	4,0	4,1	4,4	4,8	4,8
	Encosta	Química	1,0	2,5	3,7	4,8	4,7	4,9	5,5	6,0
	Encosta	Quím.+ org.	1,0	3,0	4,1	5,3	5,5	5,6	6,6	6,9
Aroeirinha	Área Deg.	Química	0,7	1,8	2,6	3,1	3,2	3,2	3,3	4,0
	Área Deg.	Quím.+ org.	1,0	2,7	3,7	4,3	4,6	4,5	4,8	5,4
	Encosta	Química	0,6	1,8	2,8	3,5	3,5	4,0	4,3	4,2
	Encosta	Quím.+ org.	0,8	2,6	3,5	4,3	4,5	5,2	5,0	5,1
Candiúva	Área Deg.	Química	0,8	2,8	3,5	4,1	4,4	4,6	4,9	5,4
	Área Deg.	Quím.+ org.	1,0	3,6	4,5	5,2	5,6	5,7	7,0	6,2
	Encosta	Química	0,5	2,2	3,7	4,8	5,0	5,2	5,5	5,7
	Encosta	Quím.+ org.	0,8	3,4	5,1	6,5	6,7	6,8	7,3	7,2
Cássia-verrugosa	Área Deg.	Química	0,7	2,4	3,4	3,9	4,0	4,5	4,8	5,4
	Área Deg.	Quím.+ org.	0,9	3,0	4,3	4,5	5,1	5,1	5,7	6,2
	Encosta	Química	0,7	2,9	4,7	6,6	6,6	7,2	8,7	9,2
	Encosta	Quím.+ org.	0,9	3,5	5,5	7,5	7,8	8,2	9,4	10,1
Fedegoso	Área Deg.	Química	0,6	1,8	2,5	3,2	3,5	4,0	4,5	5,0
	Área Deg.	Quím.+ org.	0,9	2,8	3,6	4,5	4,8	5,3	6,1	6,4
	Encosta	Química	0,6	2,2	3,7	5,0	5,5	6,4	7,3	8,3
	Encosta	Quím.+ org.	0,8	2,8	4,4	6,1	6,4	6,8	7,9	8,6
Goiabeira	Área Deg.	Química	0,6	1,0	1,2	1,4	1,7	1,8	2,2	2,4
	Área Deg.	Quím.+ org.	0,7	1,3	1,8	2,1	2,6	2,8	3,1	3,3
	Encosta	Química	0,5	1,1	1,5	1,9	1,9	2,2	2,2	2,3
	Encosta	Quím.+ org.	0,6	1,5	2,0	2,5	2,7	2,8	2,9	3,0
Guapuruvu	Área Deg.	Química	1,0	2,9	3,8	4,7	5,0	5,0	5,4	5,8
	Área Deg.	Quím.+ org.	1,3	4,0	4,6	5,5	5,7	5,8	6,3	6,7
	Encosta	Química	0,9	2,6	4,1	5,5	5,7	6,1	6,7	7,2
	Encosta	Quím.+ org.	1,1	3,8	5,3	7,3	7,5	7,6	8,8	9,4
Ipê-mirim	Área Deg.	Química	0,8	1,5	1,9	2,2	2,3	2,3	2,5	2,7
	Área Deg.	Quím.+ org.	1,2	2,2	2,4	3,0	3,2	3,2	3,3	3,4
	Encosta	Química	0,6	1,6	2,1	2,6	2,6	2,7	3,1	3,2
	Encosta	Quím.+ org.	0,9	2,1	2,6	3,2	3,5	3,5	3,6	3,4
Jacarandá-mimoso	Área Deg.	Química	0,7	1,7	2,1	2,8	3,2	3,4	3,8	4,3
	Área Deg.	Quím.+ org.	0,9	2,3	2,7	3,5	3,8	3,9	4,5	4,9
	Encosta	Química	0,6	1,7	2,3	3,1	3,1	3,3	3,7	4,0
	Encosta	Quím.+ org.	0,8	2,5	3,0	3,8	4,3	4,4	4,8	5,4

TABELA 19 - Valores médios observados de área de copa (m²) das nove espécies testadas, em função dos dois sítios, das duas adubações e das oito avaliações realizadas.

ESPÉCIE	SÍTIO	ADUBAÇÃO DE PLANTIO	I D A D E (M E S E S)							
			2	6	10	14	19	23	27	36
Angico-amarelo	Área Deg.	Química	0,07	0,32	0,58	0,42	0,00	0,88	0,88	1,03
	Área Deg.	Quím.+ org.	0,15	0,67	0,84	0,60	0,00	1,18	1,07	1,24
	Encosta	Química	0,08	0,48	1,06	1,16	0,00	1,70	1,73	2,48
	Encosta	Quím.+ org.	0,14	0,59	1,20	1,47	0,00	2,09	2,30	3,36
Aroeirinha	Área Deg.	Química	0,04	0,42	1,36	1,89	2,12	2,10	1,96	2,46
	Área Deg.	Quím.+ org.	0,10	1,08	2,26	2,89	3,52	4,34	4,19	4,76
	Encosta	Química	0,03	0,54	1,66	2,44	2,39	2,80	2,98	2,93
	Encosta	Quím.+ org.	0,09	1,26	2,59	3,81	3,86	4,51	5,04	4,04
Candiúva	Área Deg.	Química	0,09	1,30	2,28	3,13	3,66	4,00	4,66	4,58
	Área Deg.	Quím.+ org.	0,17	1,95	3,32	4,60	5,32	5,75	6,22	5,70
	Encosta	Química	0,03	0,92	2,29	3,33	2,81	3,01	3,52	3,09
	Encosta	Quím.+ org.	0,11	1,65	4,08	5,72	5,38	5,36	6,49	5,40
Cássia-verrugosa	Área Deg.	Química	0,10	1,01	1,68	2,39	2,55	2,72	3,79	3,86
	Área Deg.	Quím.+ org.	0,14	1,76	2,83	3,68	3,85	3,76	5,30	4,41
	Encosta	Química	0,09	1,21	2,68	5,19	4,51	6,19	8,69	8,78
	Encosta	Quím.+ org.	0,14	1,71	3,51	6,26	6,33	7,73	10,38	9,55
Fedegoso	Área Deg.	Química	0,06	0,14	0,52	0,77	0,70	1,20	1,69	1,47
	Área Deg.	Quím.+ org.	0,10	0,30	1,09	1,70	1,41	1,86	2,33	2,06
	Encosta	Química	0,05	0,27	1,18	2,70	2,10	3,03	5,82	4,97
	Encosta	Quím.+ org.	0,08	0,39	1,71	3,38	2,83	3,07	5,56	4,61
Goiabeira	Área Deg.	Química	0,03	0,06	0,17	0,38	0,42	0,75	0,93	1,07
	Área Deg.	Quím.+ org.	0,04	0,13	0,42	0,68	0,73	1,26	1,41	1,66
	Encosta	Química	0,02	0,14	0,48	0,57	0,56	0,66	0,68	0,64
	Encosta	Quím.+ org.	0,03	0,16	0,62	0,92	0,66	1,05	1,24	1,19
Guapuruvu	Área Deg.	Química	0,10	0,98	2,36	2,33	0,00	1,95	1,82	2,19
	Área Deg.	Quím.+ org.	0,20	1,60	3,10	2,87	0,00	2,29	2,29	2,44
	Encosta	Química	0,07	0,75	2,43	3,45	0,00	3,21	2,72	2,72
	Encosta	Quím.+ org.	0,15	1,68	3,94	5,14	0,00	4,57	4,37	3,76
Ipê-mirim	Área Deg.	Química	0,07	0,24	0,65	0,99	1,06	1,03	1,10	1,04
	Área Deg.	Quím.+ org.	0,09	0,51	1,04	1,63	1,73	1,65	1,97	1,63
	Encosta	Química	0,04	0,30	0,87	1,23	0,81	1,18	1,27	1,33
	Encosta	Quím.+ org.	0,08	0,52	1,13	1,71	1,40	1,83	2,18	2,08
Jacarandá-mimoso	Área Deg.	Química	0,07	0,30	0,59	0,62	0,00	0,73	0,81	0,88
	Área Deg.	Quím.+ org.	0,11	0,51	0,70	0,72	0,00	0,91	1,06	1,16
	Encosta	Química	0,05	0,30	0,61	0,70	0,00	0,73	0,84	1,20
	Encosta	Quím.+ org.	0,10	0,48	0,68	1,01	0,00	0,93	1,17	2,03

Tabela 20 - Equações de regressão ajustadas para a contagem de curvas de crescimento em altura das espécies. (H = altura em metros e I = idade em meses).

ESPECIE	SITIO	ADUBAÇÃO	EQUAÇÃO	R ² (%)
Angico-amarelo	Area deg.	Quimica	$H = 0,564926 + 0,019650 \cdot I - 0,632052 \cdot I/I$	94,13
	Encosta	Quimica	$H = 0,829290 + 0,029973 \cdot I - 1,141673 \cdot I/I$	93,17
	Quim. + orgânica	Quim. + orgânica	$H = 0,806953 + 0,020014 \cdot I - 0,938436 \cdot I/I$	94,44
Aroeirinha	Encosta	Quimica	$H = 0,829290 + 0,029973 \cdot I - 1,141673 \cdot I/I$	93,17
	Area deg.	Quimica	$H = 0,993109 + 0,009156 \cdot I - 1,030250 \cdot I/I$	84,25
	Quim. + orgânica	Quim. + orgânica	$H = 1,285169 + 0,016786 \cdot I - 1,422394 \cdot I/I$	90,46
Candiua	Encosta	Quimica	$H = 1,284220 + 0,013019 \cdot I - 1,909296 \cdot I/I$	92,14
	Area deg.	Quimica	$H = 1,131637 + 0,030034 \cdot I - 1,579277 \cdot I/I$	97,31
	Quim. + orgânica	Quim. + orgânica	$H = 1,627663 + 0,016557 \cdot I - 2,431954 \cdot I/I$	92,15
Cassia-vertugosa	Area deg.	Quimica	$H = 1,183977 + 0,019059 \cdot I - 1,714643 \cdot I/I$	92,69
	Encosta	Quimica	$H = 1,428753 + 0,043104 \cdot I - 2,277489 \cdot I/I$	96,63
	Quim. + orgânica	Quim. + orgânica	$H = 1,664638 + 0,041681 \cdot I - 2,599901 \cdot I/I$	92,92
Fedegoso	Area deg.	Quimica	$H = 1,260884 + 0,044800 \cdot I - 2,246815 \cdot I/I$	88,42
	Encosta	Quimica	$H = 2,090467 + 0,037283 \cdot I - 3,564937 \cdot I/I$	88,17
	Quim. + orgânica	Quim. + orgânica	$H = 2,224200 + 0,074458 \cdot I - 4,328611 \cdot I/I$	92,05
Goiabeira	Area deg.	Quimica	$H = 0,320649 + 0,022851 \cdot I - 0,266091 \cdot I/I$	94,40
	Encosta	Quimica	$H = 0,530306 + 0,024201 \cdot I - 0,658610 \cdot I/I$	95,62
	Quim. + orgânica	Quim. + orgânica	$H = 0,707572 + 0,010337 \cdot I - 1,057736 \cdot I/I$	94,22
Guapuruvu	Area deg.	Quimica	$H = 0,714460 + 0,015680 \cdot I - 0,874754 \cdot I/I$	94,29
	Encosta	Quimica	$H = 0,837043 + 0,017046 \cdot I - 0,992588 \cdot I/I$	96,99
	Quim. + orgânica	Quim. + orgânica	$H = 0,783462 + 0,028388 \cdot I - 1,097912 \cdot I/I$	93,85
Ipe-mirim	Area deg.	Quimica	$H = 0,806953 + 0,020014 \cdot I - 0,938436 \cdot I/I$	88,19
	Encosta	Quimica	$H = 0,977207 + 0,018851 \cdot I - 1,311546 \cdot I/I$	90,97
	Quim. + orgânica	Quim. + orgânica	$H = 1,168051 + 0,014701 \cdot I - 1,059479 \cdot I/I$	88,74
Jacaranda-	Area deg.	Quimica	$H = 0,682039 + 0,038878 \cdot I - 1,263772 \cdot I/I$	92,72
	Encosta	Quimica	$H = 1,279317 + 0,018507 \cdot I - 1,611567 \cdot I/I$	88,12
	Quim. + orgânica	Quim. + orgânica	$H = 0,954100 + 0,036609 \cdot I - 1,1629900 \cdot I/I$	94,21
Encosta	Quimica	Quimica	$H = 0,784242 + 0,035305 \cdot I - 1,452108 \cdot I/I$	92,45
	Quim. + orgânica	Quim. + orgânica	$H = 0,891481 + 0,045895 \cdot I - 1,591061 \cdot I/I$	93,30

5.7. Respostas das Plantas à Adição do Esterco no Plantio

Aos 36 meses, as espécies que apresentaram maiores aumentos percentuais, em função da adição do esterco, considerando uma média das três variáveis (Tabela 21), foram: aroeirinha, goiabeira, ipê-mirim e fedegoso (na área degradada), e goiabeira, jacarandá-mimoso, candiúva e guapuruvu (na área de encosta).

A área de copa foi a variável mais influenciada pela adição do esterco, seguida pelo diâmetro do caule e altura. Aos 36 meses, considerando os dois sítios, verificou-se que as plantas que receberam o esterco, apresentaram, em média, uma área de copa 41,7% maior que a das plantas que receberam apenas adubação química. Para o diâmetro do caule esse aumento foi de 20,4% e, para a altura, 16,7% (Tabela 21).

Considerando uma média das três variáveis, o aumento percentual em função da adição do esterco foi de 25,7% na área degradada e 26,8% na área de encosta (Tabela 21).

O maior aumento percentual de crescimento, em resposta à adição do esterco, foi verificado na área de copa da aroeirinha em área degradada (93%). No geral, a espécie menos influenciada pela adição do esterco foi a cássia-verrugosa, com um aumento médio em seu crescimento de apenas 8,0% (Tabela 21).

Para o fedegoso, o efeito residual do esterco até os 36 meses, permaneceu apenas na área degradada, com 19; 28 e 40% de aumento para a altura, diâmetro do caule e área de copa, respectivamente (Tabela 21).

TABELA 21 - Aumentos percentuais nos valores de altura, diâmetro do caule e área de copa, em função da adição do esterco no plantio, para as nove espécies testadas, nos dois sítios, aos 36 meses.

ESPÉCIE	V A R I Á V E L						MÉDIA DAS		MÉDIA
	ALTURA		DIÂM. CAULE		ÁREA DE COPA		ESPÉCIES		GERAL
	S Í T I O						POR SÍTIO		DAS
	DEG	ENC	DEG	ENC	DEG	ENC	DEG	ENC	ESPÉCIES
Angico	22	15	12	15	20	35	18,0	21,7	19,9
Aroeirinha	48	24	35	21	93	38	58,7	27,7	43,2
Candiúva	11	13	15	26	24	75	16,7	38,0	27,4
Cássia	-	-	15	10	14	9	9,7	6,3	8,0
Fedegoso	19	-	28	-	40	-	29,0	-	14,5
Goiabeira	22	19	38	30	55	86	38,3	45,0	41,7
Guapuruvu	-	38	16	31	11	38	9,0	35,7	22,4
Ipê-mirim	17	17	26	-	57	56	33,3	24,3	28,8
Jacarandá	11	24	14	35	31	69	18,7	42,7	30,7
MÉDIA DAS VARIÁVEIS POR SÍTIO	16,7	16,7	22,1	18,7	38,3	45,1	25,7	26,8	-
MÉDIA GERAL DAS VARIÁVEIS	16,7		20,4		41,7		-		26,3

Nenhuma das espécies testadas desempenhou satisfatoriamente o papel de sombreadora, não se prestando, portanto, para serem plantadas como espécies pioneiras em plantios mistos, em sítios de baixa fertilidade e/ou alta densidade do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCHER, J.R.; SMITH, P.D. The relation between bulk density, available water capacity, and air capacity of soils. **Journal of Soil Science**. London, v.23, n.4, p.475-480, Dec. 1972.
- ARMITAGE, D.H.; MAYHEAD, G.J. The effect of soil compaction on oak transplants. **Forestry Abstracts**. Weling foret. v.54, n.10, p.945, Oct. 1993 (abst. 7034)
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA A DIFUSÃO DE ADUBOS (ANDA). **Manual de adubação**. São Paulo, 1971. 272p.
- BENNETT, F.D.; CRESTANA, L.; HABECK, D.H.; BERTI-FILHO, E. Brazilian peppertree - prospects for biological control. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BIOLOGICAL CONTROL OF WEEDS, 7, Rome, 1990. **Proceedings...** Rome, 1990. p.293-297.
- BERNARDO, S. **Água no solo**. 2.ed. Viçosa: UFV, 1980. 28p. (Boletim de extensão, 01).
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 5. ed. Viçosa: UFV, 1989. 596p.
- BLAKE, G.R. Particle density. In: BLACK, C.A. **Methods of soil analysis; physical and mineralogical properties including statistics of measurement and sampling: Part 1**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p.371-373.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normais climatológicas 1961-1990**. Brasília, 1992. 84p.
- BRITO, L.T. de L. **Velocidades de infiltração determinadas por simulador de chuvas e por infiltrômetro de anel**. Viçosa: UFV, 1994. 43p. (Tese - Mestrado em Engenharia Agrícola).
- CALEGÁRIO, N. **Parâmetros florísticos e fitossociológicos da regeneração natural de espécies arbóreas nativas do subosque de povoamentos de *Eucalyptus*, no município de Belo Oriente, MG**. Viçosa: UFV, 1993. 114p. (Tese - Mestrado em Ciência Florestal).

- CARPANEZZI, A.A.; COSTA, L.G.S.; KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F.A. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: a observação de laboratórios naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. **Anais...** São Paulo: SBS, 1990. v.3, p.216-221.
- CARVALHO, P.E.R. Comportamento de essências florestais nativas e exóticas em dois locais do Estado do Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4, Belo Horizonte, 1982. **Anais...** São Paulo: SBS, 1982. p.262-266.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1994. 674p.
- CASTRO, O.M. Cultivo mínimo e propriedades físicas do solo. In: SEMINÁRIO SOBRE CULTIVO MÍNIMO DO SOLO EM FLORESTAS, 1, Curitiba, 1995. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA: CNPF, 1995. p.34-42.
- COELHO, L.C.C.; NOGUEIRA, J.C.B.; SIQUEIRA, A.C.M.F.; BUZATTO, O.; SALLES, L.M. de A.B. Ensaio de espaçamento de ibirá-puitá (*Peltophorum dubium*), frente às condições de Mogi-Guaçu, SP. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1, Campos do Jordão, 1982. **Silvicultura em São Paulo.** São Paulo, v.16-A, n.2, p.1036-1038, 1982.
- COMISSÃO DE FERTILIZANTES DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 4ª aproximação.** Lavras, 1989. 176p.
- CORRÊA, M.P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1984a, v.2, 707p.
- CORRÊA, M.P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1984b, v.3, 646p.
- DAVIDE, A.C. Seleção de espécies vegetais para a recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1 e SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2, Foz do Iguaçu, 1994. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1994. p.111-122.
- DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R. Recomposição de matas ciliares em dois sítios às margens da represa de Camargos - Itutinga, MG. In: FOREST' 94 - SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ESTUDOS AMBIENTAIS SOBRE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS, 3, Porto Alegre, 1994. **Resumos.** Porto Alegre, 1994. p.46-47.
- DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R.; BOTELHO, S.A. **Propagação de espécies florestais.** Belo Horizonte: CEMIG/UFLA/FAEPE, 1995. 40p.

- DIAS, A.S. **Modelo estatístico para padronização da velocidade de infiltração básica (VIB), usando-se o infiltrômetro de anel.** Viçosa: UFV, 1977. 39p. (Tese - Mestrado em Engenharia Agrícola).
- DINIZ, I.D. **Formação e utilização das pastagens.** 2.ed. Rio de Janeiro: Topseed, 1977. 48p.
- DOREN, R.F.; WHITEAKER, L.D.; LAROSA, A.M. Evaluation of fire as a management tool for controlling *Schimus terebinthifolius* as secondary successional growth on abandoned agricultural land. **Environmental Management**, New York, v.15, n.1, p.121-129, 1991.
- DURIGAN, G.; GARRIDO, M.A. de O. Dendrometria de essências nativas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. **Anais... Revista do Instituto Florestal**. São Paulo, v.4, p.548-552, mar. 1992. (Edição especial).
- FERREIRA, C.A. Nutrição mineral de florestas plantadas: o estado atual e tendências da pesquisa e da prática. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1 e CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, Curitiba, 1993. **Anais... Curitiba: SBS/SBEF**, v.3, 1993a. p.157-162.
- FERREIRA, M.M. **Física do solo.** Lavras: ESAL/FAEPE, 1993b. 63p.
- FERREIRA, M.B.; GOMES, V.; GAVILANES, M.L. Subsídios para o estudo de *Trema micrantha* (L.) Blume. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 26, Rio de Janeiro, 1975. **Anais... Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências**, 1975. p.175-187.
- FINGER, C.A.G. **Fundamentos de biometria florestal.** Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992. 269p.
- FLOR, H. de M. Recuperação dos solos de campos e cerrados através de práticas silviculturais. **Floresta**. Curitiba: CPF/UFPR, v.8, n.2, p.14-22, 1977.
- FRANCO, A.A.; CAMPELO, E.F.; SILVA, E.M.R. da; FARIA, S.M. **Revegetação de solos degradados.** Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPBS, 1992. 11p. (Comunicado Técnico, 9).
- GARRIDO, M.A. de O. **Caracteres silviculturais e conteúdo de nutrientes no folheto de alguns povoamentos puros e mistos de espécies nativas.** Piracicaba: ESALQ, 1981. 105p. (Tese - Mestrado em Engenharia Florestal).
- GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento.** Belo Horizonte: PRODEPEF, 1975. 65p. (Série Técnica, 3).
- GOMEZ-POMPA, A. Possible papel de la vegetación secundária en la evolución de la flora tropical. **Biotropica**. College Park, Maryland, v.3, n.2, p.125-135, Dec. 1971.
- ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. **Anais... Revista do Instituto Florestal**. São Paulo, v.4, p.491-496, mar. 1992. (Edição especial).

- GONÇALVES, J.L. de M. Propriedades físico-químicas dos solos vs. exigências nutricionais de espécies florestais de rápido crescimento. Piracicaba: IPEF, 1988. 12p. (IPEF. Circular Técnica, 154).
- GONÇALVES, J.C.; CERVENCA, C.J.; TOLEDO, A.E.P. Recuperação de áreas degradadas. In: WORKSHOP SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1, Itaguaí, 1990. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRRJ, 1991. p.89-101.
- GONÇALVES, J.L. de M.; KAGEYAMA, P.Y.; FREIXÊDAS, V.M.; GONÇALVES, J.C.; GERES, W.L. de A. Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. **Anais... Revista do Instituto Florestal**. São Paulo, v.4, p.463-469, mar. 1992. (Edição especial).
- GONÇALVES, J.L. de M.; GONÇALVES, J.C.; GERES, W.L. de A.; DIAS, J.H.P. Recomendação de adubação para reflorestamentos mistos com espécies nativas do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 2, Ribeirão Preto, 1995. **Anais...** Ribeirão Preto: USP, 1995. p.331.
- GUILHERME, L.R.G.; VALE, F.R. do; GUEDES, G.A. de A. **Fertilidade do solo: dinâmica e disponibilidade de nutrientes**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1993. 171p.
- HILLEL, D. **Solo e água: fenômenos e princípios físicos**. Porto Alegre: UFRGS, 1970. 231p.
- INOUE, M.T.; RODERJAN, C.V.; KUNIYOSHI, Y.S. **Projeto madeira do Paraná**. Curitiba: FUPEF, 1984. 260p.
- INSTITUTO CAMPINEIRO DE ENSINO AGRÍCOLA. **Conservação do solo - reflorestamento - clima**. Campinas, 1982. 286p.
- JESUS, R.M. de. Recuperação de áreas degradadas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. **Anais... Revista do Instituto Florestal**. São Paulo, v.4, p.407-412, mar. 1992. (Edição especial).
- JESUS, R.M. de. Revegetação: da teoria à prática. Técnicas de implantação. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1 e SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2, Foz do Iguaçu, 1994. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1994. p.123-134.
- JESUS, R.M. de; GARCIA, A.; TSUTSUMI, I. Comportamento de 12 espécies florestais da Mata Atlântica em povoamentos puros. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. **Anais... Revista do Instituto Florestal**. São Paulo, v.4, p.491-496, mar. 1992. (Edição especial).

- JORGE, J.A.; LIBARDI, P.L.; FOLONI, L.L.; ALMEIDA, J.O.C.; REICHARDT, K.; GAMERO, C.A. Influência da subsolagem e gradagem do solo na sua condutividade hidráulica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Campinas, v.8, n.1, p.1-6, jan/abr. 1984.
- KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F.A. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. IPEF. Piracicaba, n.41/42, p.83-93. 1989.
- KAGEYAMA, P.Y.; REIS, A.; CARPANEZZI, A.A. Potencialidades e restrições da regeneração artificial na recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1, Curitiba, 1992. *Anais...* Curitiba: UFPR, 1992. p.1-7.
- KIEHL, E.J. *Fertilizantes orgânicos*. São Paulo: Ceres, 1985. 492p.
- LABOURIAU, L.G.; OLIVEIRA, J.G. de; LABOURIAU, M.L.S. Transpiração de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Toledo. 1 - Comportamento na estação chuvosa, nas condições de Caeté, Minas Gerais, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. Rio de Janeiro. v.33, n.2, p.237-258. jun. 1961.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1986. 320p.
- LIMA, W.P. Hidrologia de florestas implantadas. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 11, Curitiba, 1984. *Anais...* Curitiba: EMBRAPA-CNPF, 1985, p.8-13.
- LIMA, W.P. Função hidrológica da mata ciliar. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1, São Paulo, 1989. *Anais...* Campinas: Fundação Cargill, 1989, p.25-42.
- LISBÃO JÚNIOR, L. Formação de florestas de rápido crescimento. In: SIMPÓSIO BILATERAL BRASIL-FINLÂNDIA SOBRE ATUALIDADES FLORESTAIS. Curitiba, 1988. *Anais...* Curitiba: UFPR, 1988, p.346-358.
- LITTLE, T.M.; HILLS, F.J. *Agricultural experimentation - design and analysis*. New York: John Wiley and Sons, 1978. 350p.
- LORENZI, H. *Árvores brasileiras - manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1992. 352p.
- LUZ, H. de F.; FERREIRA, M. Ipê-felpudo (*Zeyhera tuberculosa*): essência nativa pioneira com grande potencial silvicultural. IPEF. Piracicaba, n.31, p. 13-21, dez. 1985.
- MARCHI, S.R.; PITELLI, R.A.; BEZUTE, A.J.; CORRADINE, L.; ALVARENGA, S.F. Efeito de períodos de convivência e de controle das plantas daninhas na cultura de *Eucalyptus grandis*. In: SEMINÁRIO SOBRE CULTIVO MÍNIMO DO SOLO EM FLORESTAS, 1, Curitiba, 1995. *Anais...* Curitiba: EMBRAPA: CNPF, 1995, p.122-133.

- MATTOS, J.R. Myrtaceae do Rio Grande do Sul. **Roessléria**. Porto Alegre, v.6, n.1, p.3-394. 1984.
- MENDONÇA, R.R.; POMPÉIA, S.L.; MARTINS, S.E. A sucessão secundária da Mata Atlântica na região de Cubatão, SP. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. **Anais... Revista do Instituto Florestal**. São Paulo, v.4, p.131-138, mar. 1992. (Edição especial).
- MOHD, B.H.; NIK MUHAMAD, M. Effects of soil compaction on growth of three-year old *Acacia mangium* Willd. stand in Setul, Negri Sembilan, Malaysia. **The Malaysian Forester**. Kepong, Selangor, Malaysia, v.50, n.3, p.250-257, Jul./Oct. 1987.
- MOLION, L.C.B. Influência da floresta no ciclo hidrológico. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 11, Curitiba, 1984. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1985, p.1-7.
- NADOLNY, M.C.; CONTAR, A. Reposição de matas ciliares no norte do Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. **Anais...** São Paulo: SBS, 1990. v.3, p.268-274.
- NAKASU, L.; PRANDINI, F.L.; IWASA, O.Y.; MONACO, E. Essências nativas no controle de erosão, proteção ao solo, amenização ambiental e efeito paisagístico: critérios de projeto. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1, Campos do Jordão, 1982. **Silvicultura em São Paulo**. São Paulo, v.16-A, n.2, p.1915-1921. 1982.
- NOGUEIRA, J.C.B. Regeneração natural de mata ciliar na Estação Ecológica de Bauru (Comunicação). In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. **Anais...** São Paulo: SBS, 1990. v.3, p.305-307.
- NOGUEIRA, J.C.B.; SIQUEIRA, A.C.M.F.; GARRIDO, M.A.O.; GARRIDO, L.M. do A.G.; ROSA, P.R.F.; MORAES, J.L. de; ZANDARIN, M.A.; GURGEL FILHO, O.A. Ensaio de competição de algumas essências nativas em diferentes regiões do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1, Campos do Jordão, 1982. **Silvicultura em São Paulo**. São Paulo, v.16-A, n.2, p.1051-1063. 1982.
- OLIVA, M.A.; BARROS, N.F. de; GOMES, M.M. de S.; LOPES, N.F. Seca de ponteiros em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em relação a estresse hídrico e nutrição mineral. **Revista Árvore**. Viçosa, v.13, n.1, p.19-33, 1989.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T.; VILELA, E. de A.; CARVALHO, D.A.; GAVILANES, M.L. **Remanescentes de matas ciliares do alto e médio Rio Grande: florística e fitossociologia**. Belo Horizonte: CEMIG/UFLA/FAEPE, 1995. 27p.
- PARKER, J. Drought-resistance mechanisms. In: KOZLOWSKI, T.T. **Water deficits and plant growth**. New York: Academic Press, 1968. v.1, p.195-234.

- PARR, J.F.; BERTRAND, A.R. Water infiltration into soils. **Advances in Agronomy**. New York, v.12, p.311-342, 1960.
- PRITCHETT, W.L.; FISHER, R.F. **Properties and management of forest soils**. New York: John Wiley and Sons, 1987. 494p.
- RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/Potafos, 1991. 343p.
- RANDALL, E. **Frutas tropicais**. Rio de Janeiro: Tecnoprint, 1990. 125p.
- REICHMANN NETO, F. Recuperação de áreas degradadas na Região Sul. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO,1 e CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, Curitiba, 1993. **Anais...** Curitiba: SBS/SBEF, v.3, 1993. p.102-107.
- REICHMANN NETO, F.; SANTOS FILHO, A. Desenvolvimento de solos em "áreas de empréstimo", resultante do plantio de gramíneas e bracatinga. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1, Campos do Jordão, 1982. **Silvicultura em São Paulo**. São Paulo, v.16-A, n.3, p.1896-1899, 1982.
- REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; MAESTRI, M.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L.M. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**. Viçosa, v.13, n.1, p.1-18, jan./jun. 1989.
- REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. 1988. 525p.
- RICHTER, H.G.; TOMASELLI, I.; MORESCHI, J.C. Estudo tecnológico do guapuruvu (*Schizolobium parahyba*). 1ª parte - informe geral sobre características importantes da espécie. **Floresta**. Curitiba, v.5, n.1, p.26-30, jul. 1974.
- ROCHA, J.C. de O. **Influência da seca de ponteiros na seleção de modelos volumétricos para *Eucalyptus camaldulensis* e *E. citriodora***. Viçosa: UFV, 1992. 111p. (Tese - Mestrado em Ciência Florestal).
- ROSEMBERG, N.J. Response of plants to the physical effects of soil compaction. **Advances in Agronomy**. New York, 16: p.181-196, 1964.
- SALES, L.E. de O. **Variabilidade espacial da velocidade de infiltração básica associada a propriedades físicas das camadas superficial e subsuperficial de dois solos da região de Lavras (MG)**. Lavras: ESAL, 1992. 104p. (Tese - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- SANCHOTENE, M. do C.C. **Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana**. Porto Alegre: UFRGS, 1989. 304p.

- SANTANA, J.A. da S. **Efeitos de propriedades dos solos na produtividade de duas espécies de eucalipto na região do médio Rio Doce, MG.** Viçosa: UFV, 1986. 117p. (Tese - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- SANTARELLI, E.G. Comportamento de algumas espécies vegetais na recomposição de matas nativas. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. *Anais...* São Paulo: SBS, 1990. v.3, p.232-235.
- SANTOS, E. **Nossas madeiras.** Belo Horizonte: Itatiaia, 1987. 313p.
- SEIXAS, F. **Compactação do solo devido à mecanização florestal: causas, efeitos e práticas de controle.** Piracicaba: IPEF, 1988. 10p. (Circular Técnica, 163).
- SILVA, L.B.X. da; REICHMANN NETO, F. Avaliação comparativa do desenvolvimento de 26 espécies florestais em plantios homogêneos no sudoeste paranaense. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. *Anais...* São Paulo: SBS, 1990. v.3, p.649-657.
- SILVA, L.B.X. da; TORRES, M.A.V. Espécies florestais cultivadas pela COPEL - PR (1974-1988). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. *Anais... Revista do Instituto Florestal.* São Paulo, v.4, p.585-594, mar. 1992. (Edição especial).
- SIQUEIRA, J.O.; CURL, N.; VALE, F.R. do; FERREIRA, M.M.; MOREIRA, F.M.S. **Aspectos de solos, nutrição vegetal e microbiologia na implantação de matas ciliares.** Belo Horizonte: CEMIG/UFLA/FAEPE, 1995. 23p.
- STEINER, C.; FERREIRA, F.A.S.; CERON, I. Recuperação de uma área "desertificada" no Sul do Brasil. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. *Anais...* São Paulo: SBS, 1990. v.3, p.236-238.
- THOMAS, T.P. Effect of varying soil moisture and bulk density on teak, eucalypt and albizia root growth. *Forestry Abstracts.* May 1993, v. 54, n.5, p.419-420.
- TIBAU, A.O. **Matéria orgânica e fertilidade do solo.** 3.ed. São Paulo: Nobel, 1984. 220p.
- TIGRE, C.B. **Matas ciliares e sua administração racional para o Polígono das Secas.** Fortaleza: DNOCS, 1974. 27p.
- VALENTE, O.F.; CASTRO, P.S.; VIEIRA, H.A.; PAULA NETO, F. de. Estudos sobre infiltração de água no solo em povoamentos de *Pinus strobus* var. *chiapensis* e *Bombax* sp. *Revista Árvore.* Viçosa, v.3, n.1, p.88-93, jan./jun. 1979.

ZELAZOWSKI, V.H. Experimento comparativo para desenvolvimento de espécies nativas ao nível de arboreto. In: CONGRESSO FLORESTAL DO PARANÁ, 1, Curitiba, 1986, **Anais...** Curitiba: Instituto Florestal do Paraná, 1986. p.253-267.

