

U N I C A M P - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE BIOLOGIA

"GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO E CUMARINAS EM

*Copaifera langsdorffii* DESF."

Marcelo Polo (nt) *colado no verso*

Este exemplar corresponde à redação final  
da tese defendida pelo(a) candidato(a)

*Marcelo Polo*

e aprovada pela Comissão Julgadora.

Tese apresentada ao Instituto de Biologia  
como um dos requisitos para obtenção do  
título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Gil Martins Felipe (1)

CAMPINAS 1993

P766g

20717/BC

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Gil Martins Felipe, pelo apoio e incentivo dados para que eu fizesse meu doutorado, pela orientação precisa e segura, mas também pela oportunidade que sempre me deu de escolher o meu próprio caminho.

A minha mulher e companheira Jane, pela paciência, dedicação, incentivo e apoio dados durante todos estes anos, sem os quais não seria possível a realização deste e de outros trabalhos.

A Universidade Estadual de Campinas, meu berço acadêmico e científico, onde, durante todos estes anos abrigou-me, desde a graduação até os dias de hoje.

A Universidade de Alfenas, pela oportunidade a mim oferecida para que completasse mais esta etapa de minha formação científica.

A Coordenadoria do Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES - pela bolsa de Doutorado CAPES/PICD a mim concedida.

A todos os professores do Departamento de Fisiologia Vegetal do IB UNICAMP, pelos ensinamentos e sugestões durante a realização deste trabalho.

A Dra Sueli Matiko Sano do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -EMBRAPA-pelo fornecimento das sementes do cerrado de *Copaifera langsdorffii*.

A todos os colegas, alunos de Pós-Graduação do Departamento de Fisiologia Vegetal do IB da UNICAMP, pelo auxílio, companheirismo e amizade que sempre estiveram presentes.

Aos colegas, auxiliares e alunos da UNIFENAS que colaboraram na realização dos experimentos, coleta de material e prestação de serviços de apoio.

Quero expressar os meus sinceros agradecimentos.

DEDICATORIA

A Esposa Jane e aos nossos Filhos

Érico, Glauco e Celi

Dedico.

## SUMARIO

|                                                          | pág. |
|----------------------------------------------------------|------|
| INTRODUÇÃO.....                                          | 1    |
| OBJETIVOS.....                                           | 11   |
| MATERIAL E MÉTODOS.....                                  | 12   |
| RESULTADOS.....                                          | 24   |
| 1-Fenologia.....                                         | 24   |
| 2-Coleta e análise dos frutos e sementes.....            | 28   |
| 3-Crescimento dos frutos de mata.....                    | 34   |
| 4-Crescimento das sementes de árvores de mata.....       | 40   |
| 5-Germinação.....                                        | 47   |
| 6-Alelopatia.....                                        | 57   |
| 7-Viabilidade e longevidade das sementes.....            | 62   |
| 8-Crescimento inicial das plântulas.....                 | 64   |
| 9-Dosagem do óleo presente nos frutos de árvores de mata | 72   |
| 10-Dosagem de compostos cumarínicos.....                 | 74   |
| a) Sementes imaturas.....                                | 74   |
| b) Sementes maduras e plântulas.....                     | 79   |
| DISCUSSÃO .....                                          | 93   |
| RESUMO.....                                              | 129  |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....                          | 132  |

## LISTA DE FIGURAS

pág.

|                                                                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1- Localização das 7 árvores de <i>C. langsdorffii</i> .....                                                                                                                          | 13 |
| Figura 2- Correlação entre o peso de matéria úmida de frutos com sementes de <i>C. langsdorffii</i> e o produto dos valores de comprimento, largura e espessura dos frutos (C x L x E).....  | 39 |
| Figura 3- Correlação entre o peso de matéria úmida de sementes de <i>C. langsdorffii</i> com arilo e o produto dos valores de comprimento, largura e espessura das sementes (C x L x E)..... | 45 |
| Figura 4- Correlação entre o peso de matéria úmida de sementes de <i>C. langsdorffii</i> sem arilo e o produto dos valores de comprimento, largura e espessura das sementes (C x L x E)..... | 46 |
| Figura 5- Germinação de sementes de <i>C. langsdorffii</i> de cerrado em luz fluorescente branca contínua e diferentes temperaturas contínuas.....                                           | 53 |
| Figura 6- Germinação de sementes de <i>C. langsdorffii</i> de cerrado em fotoperíodo de 12 horas de luz fluorescente branca em diferentes temperaturas alternantes.....                      | 54 |
| Figura 7- Germinação de sementes de <i>C. langsdorffii</i> de mata em luz fluorescente branca contínua e diferentes temperaturas contínuas.....                                              | 55 |
| Figura 8- Germinação de sementes de <i>C. langsdorffii</i> de mata em fotoperíodo de 12 horas de luz fluorescente branca em diferentes temperaturas alternantes.....                         | 56 |

|                                                                                                                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 9- Efeito alelopático na germinação de alface em luz fluorescente branca e 25°C contínuos após 48 e 96 horas de permanência no exsudato de 30 dias de sementes de <i>C.langsdorffii</i> de cerrado e de mata.....    | 58 |
| Figura 10- Efeito alelopático na germinação de rabanete em luz fluorescente branca e 25°C contínuos após 48 e 96 horas de permanência no exsudato de 30 dias de sementes de <i>C.langsdorffii</i> de cerrado e de mata..... | 59 |
| Figura 11- Efeito alelopático em picão-preto e fumo-bravo na presença de exsudato de 30 dias de sementes de <i>C.langsdorffii</i> de cerrado e de mata, em luz fluorescente branca e 25°C contínuos.....                    | 60 |
| Figura 12- Efeito alelopático em alface em luz fluorescente branca e 25°C contínuos na presença de exsudato de 16 dias de sementes de <i>C.langsdorffii</i> de cerrado e de mata.....                                       | 61 |
| Figura 13- Altura de plântulas de <i>C.langsdorffii</i> de mata e de cerrado, mantidas em casa de vegetação até a idade de 68 dias...                                                                                       | 68 |
| Figura 14- Área foliar de plântulas de <i>C.langsdorffii</i> de mata e de cerrado, mantidas em casa de vegetação até a idade de 68 dias.....                                                                                | 69 |
| Figura 15- Crescimento em termos de matéria seca de plântulas de <i>C.langsdorffii</i> de cerrado mantidas em casa de vegetação até a idade de 68 dias.....                                                                 | 70 |
| Figura 16- Crescimento em termos de matéria seca de plântulas de <i>C.langsdorffii</i> de mata mantidas em casa de vegetação até a idade de 68 dias.....                                                                    | 71 |

|                                                                                                                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 17- Cumarina presente em sementes imaturas de árvores de mata de <i>C. langsdorffii</i> nas diversas classes, em porcentagem do peso de matéria seca.....                                                               | 76 |
| Figura 18- Concentração média de cumarina presente em sementes imaturas de árvores de mata de <i>C. langsdorffii</i> nas diversas classes, em mg por semente.....                                                              | 77 |
| Figura 19- Regressão do logaritmo natural da concentração média de cumarina presente em sementes imaturas de árvores de mata de <i>C. langsdorffii</i> em relação ao peso médio de matéria seca da semente de cada classe..... | 78 |
| Figura 20- Concentração média de umbeliferona presente em sementes imaturas de árvores de mata de <i>C. langsdorffii</i> nas diversas classes, em mg por semente.....                                                          | 81 |
| Figura 21- Porcentagem de cumarina presente em sementes maduras de <i>C. langsdorffii</i> de mata e de cerrado.....                                                                                                            | 85 |
| Figura 22- Concentração de cumarina presente nos cotilédones de plântulas de <i>C. langsdorffii</i> oriundas de sementes de cerrado e de mata, em diversas idades.....                                                         | 86 |
| Figura 23- Concentração de cumarina presente no eixo embrionário e na parte aérea de plântulas de <i>C. langsdorffii</i> oriundas de sementes de cerrado e de mata, em diversas idades.....                                    | 87 |
| Figura 24- Concentração de cumarina presente nas raízes de plântulas de <i>C. langsdorffii</i> oriundas de sementes de cerrado e de mata, em diversas idades.....                                                              | 88 |
| Figura 25- Concentração de cumarina presente no eixo embrionário e cotilédones de plântulas de <i>C. langsdorffii</i> oriundas de                                                                                              |    |

|                                                                                                                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| sementes de mata e de cerrado, em diversas idades.....                                                                                                                                       | 89  |
| Figura 26- Porcentagem de umbeliferona presente em sementes maduras de <i>C. langsdorffii</i> de mata e de cerrado.....                                                                      | 93  |
| Figura 27- Concentração de umbeliferona presente nos cotilédones de plântulas de <i>C. langsdorffii</i> oriundas de sementes de cerrado e de mata, em diversas idades.....                   | 94  |
| Figura 28- Concentração de umbeliferona presente no eixo embrionário e na parte aérea de plântulas de <i>C. langsdorffii</i> oriundas de sementes de cerrado e de mata, em diversas idades.. | 95  |
| Figura 29- Concentração de umbeliferona presente nas raízes de plântulas de <i>C. langsdorffii</i> oriundas de sementes de cerrado e de mata, em diversas idades.....                        | 96  |
| Figura 30- Concentração de umbeliferona presente no eixo embrionário e cotilédones de plântulas de <i>C. langsdorffii</i> oriundas de sementes de mata e de cerrado, em diversas idades..    | 97  |
| Figura 31- Pluviosidade mensal acumulada medida no Posto Meteorológico da Universidade de Alfenas, no período de junho de 1990 a dezembro de 1991.....                                       | 100 |

## LISTA DE TABELAS

pág.

|                                                                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1- Altura e diâmetro do tronco à altura do peito das árvores de mata de <i>C. langsdorffii</i> usadas para coleta de sementes.....                                             | 13 |
| Tabela 2- Fenologia da árvore 1 de <i>C. langsdorffii</i> .....                                                                                                                       | 25 |
| Tabela 3- Fenologia do árvore 2 de <i>C. langsdorffii</i> .....                                                                                                                       | 26 |
| Tabela 4- Fenologia do árvore 3 de <i>C. langsdorffii</i> .....                                                                                                                       | 26 |
| Tabela 5- Fenologia do árvore 4 de <i>C. langsdorffii</i> .....                                                                                                                       | 26 |
| Tabela 6- Fenologia do árvore 5 de <i>C. langsdorffii</i> .....                                                                                                                       | 27 |
| Tabela 7- Fenologia do árvore 6 de <i>C. langsdorffii</i> .....                                                                                                                       | 27 |
| Tabela 8- Fenologia do árvore 7 de <i>C. langsdorffii</i> .....                                                                                                                       | 27 |
| Tabela 9- Cor dos frutos de árvores de mata de <i>C. langsdorffii</i> em diferentes épocas.....                                                                                       | 28 |
| Tabela 10- Número total de frutos coletados em cada árvore de <i>C. langsdorffii</i> , por data de coleta.....                                                                        | 29 |
| Tabela 11- Número de frutos coletados de cada árvore de <i>C. langsdorffii</i> que continham sementes sadias, por data de coleta.....                                                 | 30 |
| Tabela 12- Número de frutos coletados em cada árvore de <i>C. langsdorffii</i> onde foram encontradas larvas, pupas ou adultos de coleópteros curculionídeos, por data de coleta..... | 32 |
| Tabela 13- Número de frutos coletados das árvores de mata de <i>C. langsdorffii</i> que continham sementes mortas, por data de coleta.....                                            | 33 |
| Tabela 14- Distribuição de classes por peso de matéria fresca de frutos e sementes imaturas de <i>C. langsdorffii</i> .....                                                           | 35 |

|                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 15- Quantidade de frutos sadios de <i>C. langsdorffii</i> em cada coleta, por classe de fruto.....                                                                                                                           | 36 |
| Tabela 16- Porcentagem de frutos sadios de <i>C. langsdorffii</i> de cada classe, em cada coleta, pelo total de frutos coletados.....                                                                                               | 36 |
| Tabela 17- Tamanho médio de frutos sadios de <i>C. langsdorffii</i> de cada classe, em relação ao comprimento, largura e espessura.....                                                                                             | 37 |
| Tabela 18- Peso de frutos com e sem sementes e quantidade de água em sementes de <i>C. langsdorffii</i> nas diversas classes.....                                                                                                   | 38 |
| Tabela 19- Tamanho médio das sementes de <i>C. langsdorffii</i> de cada classe, em relação ao comprimento, largura e espessura.....                                                                                                 | 41 |
| Tabela 20- Peso da matéria úmida de sementes de <i>C. langsdorffii</i> . Peso médio da semente com e sem arilo, peso médio do arilo e razão entre o peso do arilo e da semente, por classe de semente.....                          | 42 |
| Tabela 21- Peso da matéria seca de sementes de <i>C. langsdorffii</i> . Peso médio da semente sem arilo, peso médio do arilo, razão entre o peso do arilo e o peso da semente e o percentual de umidade, por classe de semente..... | 43 |
| Tabela 22- Distribuição de classes por peso de matéria fresca de sementes maduras de <i>C. langsdorffii</i> .....                                                                                                                   | 47 |
| Tabela 23- Pesos médios das sementes de <i>C. langsdorffii</i> de cerrado e de mata, divididas em classes, utilizadas nos experimentos de germinação.....                                                                           | 48 |
| Tabela 24- Período de embebição, taxa máxima e tempo de duração do teste em diversas temperaturas contínuas, na germinação de sementes de <i>C. langsdorffii</i> .....                                                              | 49 |

|                                                                                                                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 25- Período de embebição, germinação máxima e tempo de duração do teste em diversas temperaturas alternantes, na germinação de sementes de <i>C. langsdorffii</i> .....                                              | 50 |
| Tabela 26- Germinação a 25°C e luz branca contínua de sementes de <i>C. langsdorffii</i> de cerrado e mata, mantidas sob duas condições de armazenamento.....                                                               | 63 |
| Tabela 27- Valores médios dos parâmetros de crescimento inicial de plântulas de <i>C. langsdorffii</i> obtidas a partir de sementes de mata.....                                                                            | 65 |
| Tabela 28- Valores médios dos parâmetros de crescimento inicial de plântulas de <i>C. langsdorffii</i> obtidas a partir de sementes de cerrado.....                                                                         | 66 |
| Tabela 29- Coeficientes de correlação calculados entre os valores de peso de matéria úmida e seca de parte aérea e raiz, parte aérea e cotilédones e raiz e cotilédones de <i>C. langsdorffii</i> de mata e de cerrado..... | 67 |
| Tabela 30- Quantidade de óleo presente em frutos sem sementes de <i>C. langsdorffii</i> . Concentração de óleo por peso de matéria seca do fruto e concentração do óleo por fruto.....                                      | 73 |
| Tabela 31- Cumarina presente em sementes imaturas de árvores de mata de <i>C. langsdorffii</i> .....                                                                                                                        | 75 |
| Tabela 32- Umbeliferona presente em sementes imaturas de árvores de mata de <i>C. langsdorffii</i> .....                                                                                                                    | 80 |
| Tabela 33- Cumarina presente na semente e plântulas de <i>C. langsdorffii</i> de mata.....                                                                                                                                  | 83 |

|                                                                                                                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 34- Cumarina presente na semente e plântulas de <i>C. langsdorffii</i> de cerrado.....                                                                                                                        | 84  |
| Tabela 35- Umbeliferona presente na semente e plântulas de <i>C. langsdorffii</i> de mata.....                                                                                                                       | 91  |
| Tabela 36- Umbeliferona presente na semente e plântulas de <i>C. langsdorffii</i> de cerrado.....                                                                                                                    | 92  |
| Tabela 37- Dados comparativos da porcentagem de germinação de sementes de <i>C. langsdorffii</i> de cerrado e de mata em diferentes temperaturas contínuas e alternantes.....                                        | 110 |
| Tabela 38- Temperatura do solo na região de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, durante os meses de janeiro e agosto de 1955. Dados de ORTOLANI & PINTO (1972).....                                                 | 111 |
| Tabela 39- Valores comparativos do crescimento de plântulas de <i>C. langsdorffii</i> de mata e de cerrado e de <i>Qualea grandiflora</i> . Dados de <i>Qualea grandiflora</i> obtidos de PAULILO et al. (1993)..... | 122 |
| Tabela 40- Taxa média de crescimento relativo (TCR) em espécies herbáceas e arbóreas. Dados extraídos de PAULILO et al. (1993).....                                                                                  | 124 |

## INTRODUÇÃO

*Copaifera* é um gênero anfi-atlântico da família Leguminosae, sub-família Caesalpinoideae, tribo Detarieae. Existem cerca de 34 (DWYER, 1951; LÉONARD, 1957; XENA DE ENRECH et al., 1983) ou 40 (DUCKE, 1957) espécies reconhecidas como ocorrentes no continente americano e na África, sendo 8 da hileia amazônica (DUCKE, 1957). De acordo com LANGENHEIM (1981), ocorrem cerca de 20 espécies nos mais variados ecossistemas neotropicais. No continente americano, os limites de distribuição geográfica do gênero são o Panamá, ao norte, e, ao sul, os estados do Paraná (DUCKE, 1957) e Santa Catarina no Brasil, Misiones na Argentina e Paraguai (ANDONIMO, 1940; KLEIN, 1982). Ainda no Brasil, é encontrado no Ceará, na Serra do Araripe e divisa com Pernambuco (BRAGA, 1953; DUCKE, 1957). O centro de dispersão encontra-se no Brasil central. De acordo com DUCKE (1957), 15 espécies podem ser encontradas nos estados de Minas Gerais, Goiás, Tocantins, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

É uma das principais espécies da floresta seca semidecídua, a floresta mesófila (RIZZINI & HERINGER, 1962; DE MARINIS & MACIEL, 1968; 1969) inclusive em seu tipo mais úmido, onde atinge o *habitus* de árvore excelsa (RIZZINI, 1963), ocorrendo tanto em mata como em capoeiras (NOGUEIRA, 1977).

Surge como acessória nas caatingas, campos secos (BENTHAM, 1870; BRAGA, 1953), nos cerradões e cerrados (RIZZINI, 1963), onde constitui uma das poucas árvores de grande porte (RACHID,

1947), não atingindo, porém a mesma altura que nas matas (LÖEFGREN, 1898). Portanto, é uma espécie de grande tolerância ecológica (RIZZINI, 1963).

Na área central, RATTER et al. (1978) observaram a presença ocasional de indivíduos de *Copaifera langsdorffii* em algumas localidades dos estados de Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais, em florestas de solo mesotrófico, apesar de ser indiferente quanto ao tipo de solo. Segundo estes autores, esta espécie é emergente nas vegetações estudadas, apesar de ocorrer numa grande variedade de tipos de vegetação. RIBEIRO et al. (1985) a apontaram como espécie pouco comum em formação de cerradão, não sendo encontrada em cerrado ou campo sujo, na região de Planaltina (DF).

ASSUMPTO et al. (1982) afirmaram tratar-se de uma árvore que pode ser encontrada tanto no interior da mata como em formação aberta. OLIVEIRA FILHO & MARTINS (1986) relataram sua presença em formação de cerradão (frequente) e floresta de galeria (ocasional) na Chapada dos Guimarães, estado de Mato Grosso. ZURLO (1977) relaciona-a como uma das espécies que ocorre em uma mancha de cerrado no Município de Duro Preto, MG.

No estado de São Paulo, *C. langsdorffii* foi observada em mata de galeria, na região de Moji-Guaçu, por GIBBS & LEITAO FILHO (1978). Foi encontrada em mata mesófila semidecídua, em Rio Claro, por PAGANO & LEITAO FILHO (1987). Nesta mesma área, o estudo fitossociológico apontou a espécie como tendo maior importância do que em outras áreas pesquisadas, bem como maior importância em relação à cobertura (PAGANO et al., 1987). RODRIGUES et al. (1989) relataram sua presença na Serra do Japi,

município de Jundiaí. No município de Campinas, um estudo feito por MATHES et al. (1988) demonstrou que está presente no Bosque dos Jequitibás, tratando-se de uma espécie nativa, representada por 10 indivíduos. Em outro trabalho realizado na região de Moji-Guaçu (GIBBS et al., 1980), os autores afirmaram que *C. langsdorffii* é uma das 10 espécies mais comuns naquela área. CAVASSAN et al. (1984) consideraram-na como espécie pouco freqüente na região de Bauru, porém dominante. Na Reserva Ecológica de Santa Bárbara, município de Aguas de Santa Bárbara, foi apontada por MEIRA NETO & MARTINS (1990) como sendo uma das espécies de maior importância. MACEDO & LANGENHEIM (1989a) citaram sua presença em duas reservas, uma no município de São Carlos, a Reserva Fazenda Canchim e a Reserva Jataí, no município de Luís Antônio. Na Reserva Estadual de Porto Ferreira (SP), ocorre em densidades relativas semelhantes tanto em terra firme, como em mata ciliar, sendo, portanto, indiferente ao habitat (BERTONI et al., 1982).

A distribuição espacial de indivíduos jovens em relação a adultos em área de cerrado foi estudada por SANTOS et al. (1986). Os autores verificaram que o número de jovens é maior a distâncias entre 1 e 3m do adulto. Sugeriram que a probabilidade de sobrevivência de jovens é independente da densidade e da distância a adultos.

Copaíba, Copaíba-vermelha, óleo-de-copaíba, óleo-vermelho, pau-d'óleo, cupaíba, cupiúba, copaibeira-de-Minas (CORREA, 1931) bálsamo, copaíba-da-várzea e cupaúba (BRAGA, 1953) são nomes pelos quais é conhecida a árvore de *Copaifera langsdorffii* Desf.

é árvore frondosa, com até 13 metros de altura, podendo chegar a 30 (CORREA, 1931) ou mesmo 60 metros (ANONIMO, 1940). O caule é recoberto por casca com profundas fendas longitudinais, de cor vermelho-escura por fora e avermelhada por dentro. Suas folhas são pinatífidas, compostas de folíolos alternos ou opostos, ovado-lanceolados ou elípticos e glabros. Apresenta inflorescência em panículas terminais, com flores brancas, reunidas em ramos pequenos (CORREA, 1931; ANONIMO, 1988). O fruto da *C. langsdorffii* é uma vagem drupácea que contém uma ou, excepcionalmente, duas sementes. A anatomia do fruto e da semente foi estudada por CRESTANA & BELTRATI (1988). Segundo as autoras o fruto é um legume monospermo, estipitado, obliquamente elipsóide, de coloração avermelhada passando a marrom quando maduro, rico em óleo. A semente, quando madura, é elipsóide, exalbuminosa, com testa lisa, negra e brilhante, parcialmente envolvida pelo arilo funicular carnosos, amarelo-alaranjado, que recobre o hilo linear curto e a micrópila. As sementes medem de 13 a 19mm de comprimento por 7 a 10mm de diâmetro. A testa consta de epiderme externa, coberta por cutícula, constituindo uma paliçada típica com linha lúcida mediana; camada subepidérmica formada por células em ampulheta; mesofilo aerenquimático. Não há tégmen. O feixe rafeal único dirige-se à chalaza emitindo um ramo pós-chalazal. O embrião é reto, criptorradicular com cotilédones crassos. Fornece madeira avermelhada, própria para carroçaria, torno, marcenaria e construção naval. A madeira tem peso específico de 0,751 a 0,766 e produz um óleo resinoso, o óleo-de-copaíba (CORREA, 1931; ANONIMO, 1988). Sua resina, também

conhecida por copal, é famosa pela durabilidade e resistência em vernizes, tintas e lacas (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1979).

Por ser planta robusta e por produzir madeira recomendável e óleo medicinal, é indicada por RIZZINI & HERINGER (1962) como uma das melhores essências para o reflorestamento das áreas degradadas do planalto central brasileiro. Também, por ser árvore elegante, seria recomendável para a arborização urbana se o seu crescimento fosse rápido. Nas matas sul-mineiras é uma das mais belas árvores, enfeitando-as com o colorido vermelho de suas folhas jovens (CORREA, 1931) no início da primavera.

Em relação ao estudo da associação de *Copaifera*, com microorganismos simbiotes fixadores de nitrogênio, KIRKERIDE JR. (1984) concluiu que a nodulação no gênero *Copaifera* ainda não está muito clara. Dentre as 25 espécies de *Copaifera* pesquisadas por ALLEN & ALLEN (1981), pelo menos uma espécie forma nódulo. Porém, de acordo com HALLIDAY & NAKAO (1982) e FARIA et al. (1984), *C. langsdorffii* não forma nódulo ou mesmo fixa nitrogênio.

A anatomia da folha de *C. langsdorffii* foi estudada por MORRETES (1967), que mostrou a ocorrência de estômatos só na epiderme dorsal (inferior), característica já notada por RACHID (1947). Os estômatos são do tipo paracítico, não havendo estruturas acessórias para dificultar a transpiração. Na região do bordo do folíolo, na zona em que os tecidos dos parênquimas paliádico e lacunoso se limitam, ocorrem glândulas bastante desenvolvidas. Estas glândulas oleíferas podem ser observadas examinando o folíolo por transparência (RACHID, 1947). Estudando

os elementos anatômicos do lenho, BARBOSA & GURGEL FILHO (1982) não fizeram referência a outros tecidos do tronco, nem sobre os canais resiníferos encontrados por CALVIN (1980).

Diversos estudos fisioecológicos desenvolvidos no cerrado tiveram como objeto de estudo a espécie *Copaifera langsdorffii*. RACHID (1947), estudando a transpiração e sistemas subterrâneos de espécies de cerrado, concluiu que *C. langsdorffii* não pertence à formação cerrado por apresentar um comportamento estomático caracterizado por rápido fechamento logo após a folha ter sido cortada, em condições de alta temperatura (31,7°C) e baixa umidade relativa (29%), apesar de conservar a taxa de transpiração pouco alterada durante o dia. Este fato, explicou a autora, é devido ao sistema radicular da planta ser bastante profundo. Em condições de temperatura mais baixa (de 24,5 a 30,2°C) e umidade relativa entre 57 e 75% (DE MARINIS & MACIEL, 1968), a velocidade de fechamento dos estômatos foi menor e a transpiração cuticular foi baixa. COUTINHO & FERRI (1960) também observaram o comportamento dos estômatos em folhas não destacadas, as quais permaneceram com os estômatos totalmente abertos durante todo o dia. DE MARINIS & MACIEL (1969) afirmaram que a transpiração nas folhas sofre três restrições, uma matutina (quando a temperatura do ar é baixa e a umidade relativa do ar é alta), outra mediana (entre 11:00 e 13:00h) e outra vespertina (quando a umidade relativa do ar volta a ser alta) e que a taxa de transpiração na estação chuvosa é maior que na estação seca.

O efeito do sombreamento sobre o desenvolvimento de plântulas de *C. langsdorffii* mostrou ser esta uma espécie

"tolerante" ou "climax", de acordo com NAVES et al. (1991). A tolerância existe também em relação à anoxia provocada por inundação permanente sobre plantas com até 6 meses de idade (MACHADO, 1990; PELACANI et al., 1991). Esta tolerância desaparece quando as plantas estão mais desenvolvidas (MACHADO, 1990). Ainda em relação ao sombreamento, MORAES & ARENS (1969) observaram que a eliminação de potássio pelas folhas, foi maior em folhas de *C. langsdorffii* mantidas na obscuridade, em relação àquelas mantidas na luz. A perda foi maior em folhas senescentes que em jovens (MORAES, 1973).

O óleo extraído do caule de *C. langsdorffii* é transparente, mais ou menos viscoso, de cheiro forte e penetrante e sabor amargo (CORREA, 1931; ANÔNIMO, 1988). O produto da destilação do óleo-resina é utilizado em perfumaria (ANÔNIMO, 1988). Segundo CALVIN (1980), o óleo é produzido na copa da árvore e conduzido para baixo através de canais de 0,2mm de diâmetro dispostos verticalmente de fora para o centro do tronco. A extração do óleo é feita através da perfuração do tronco com um trado (ANÔNIMO, 1940). Num indivíduo com 90 a 120cm de DAP (diâmetro à altura do peito), a extração do óleo pode render de 20 a 30 litros a cada 6 meses (CALVIN, 1980). Este óleo também é encontrado em abundância nos frutos (CRESTANA & BELTRATI, 1988).

O óleo-de-copaíba é usado na medicina naturalista como cicatrizante no tratamento das úlceras e feridas (LOEFGREN & EVERETT, 1905; RIZZINI & HERINGER, 1962; BALBACH, s/d), sífilis, hemoptises, bronquite, tosse, psoríase e outras dermatoses, enuresia, cistite, urticária e disenteria (BALBACH, s/d; ANÔNIMO,

1988). O uso medicinal do óleo-de-copaíba é anterior à presença dos europeus no continente. Gabriel de Souza, Lery e Thevet, escritores do século XVI, bem como o Pe. José de Anchieta e Pe. Manoel da Nóbrega, relataram o uso do óleo-de-copaíba para o tratamento da sífilis e outros males (HÖEHNE, 1939). Confere proteção contra a penetração de larvas cercárias de *Schistosoma mansoni* (GILBERT et al., 1971), isto devido à presença de terpenos (GILBERT et al., 1970a, 1970b) notadamente os ácidos diterpênicos (MAHAJAN et al., 1971). FERRARI et al. (1971) relatam a presença de sesquiterpenos isoméricos no óleo-resina, na proporção de 50% e 25% de ácidos diterpênicos com esqueletos (-)-labdânicos e (-)-kaurânicos. CALVIN (1980) propôs o uso do óleo-de-copaíba como fonte de energia, substituto do óleo diesel em motores de combustão interna. Segundo este autor, sua composição básica é de sesquiterpenos, 24 ao todo, entre eles  $\alpha$ -cubebeno,  $d$ -elemeno, copaeno,  $\beta$ -cubebeno, cypereno,  $\alpha$ -bergamoteno,  $\beta$ -elemeno, cariofileno,  $\gamma$ -elemeno e  $\beta$ -farneseno. Alguns destes sesquiterpenos também ocorrem no óleo de outras espécies de *Copaifera*, como demonstraram ARRHENIUS et al. (1983). Também MAIA et al. (1978) analisaram o óleo-resina de uma outra espécie de *Copaifera* e verificaram que este era constituído, principalmente, por sesquiterpenos. LANGENHEIM et al. (1986) mostraram a variação da composição de sesquiterpenos nos diferentes estádios de desenvolvimento das folhas de quatro espécies de *Copaifera*, incluindo *C. langsdorffii*. Também demonstraram que a presença de fenóis totais, bem como a adstringência, diminuem à medida que os folíolos se expandem.

MACEDO & LANGENHEIM (1989a, b) pesquisaram a presença de sesquiterpenos em folhas de *C. langsdorffii* e correlacionaram com a herbivoria feita por um microlepidóptero da família Gelechiidae que ataca os folíolos jovens, onde as quantidades de sesquiterpenos e fenóis totais são maiores. FIGLIUOLO et al. (1987) caracterizaram e dosaram um iminoácido não protéico em folhas de *Copaifera*. Este constitui cerca de 3% do peso seco de folhas maduras em *C. langsdorffii*. McCLOSKEY (1984) pesquisou a presença de compostos fenólicos, notadamente flavonóides, identificando um flavonol glicosídeo nas folhas de *C. langsdorffii*.

ISEJIMA et al. (1991) verificaram que em plântulas oriundas de sementes de *C. langsdorffii* do cerrado, crescidas sob luz e fotoperíodo naturais e escuro constante, com e sem cotilédones, o crescimento inicial, até o 34º dia, foi totalmente dependente das reservas, mostrando que nesse período o eixo embrionário ainda não é autotrófico.

CRESTANA & BELTRATI (1988) constataram que os cotilédones de *C. langsdorffii* apresentam reservas parietais de hemicelulose (amilóide) e contêm proteínas e gotículas de óleo. BUCKERIDGE & DIETRICH (1990) determinaram que 29,3% do peso seco da semente era composto por polissacarídeos, provavelmente xiloglucano, que seria a substância de reserva da semente. KODIMAN (1960), estudando a ocorrência de amilóides em sementes, encontrou xiloglucano na semente de 8 espécies de *Copaifera*, não citando, porém, *C. langsdorffii*. ALCANTARA et al. (1992) estudaram a variação na atividade das quatro enzimas envolvidas na hidrólise

do xiloglucano durante a germinação da semente e o crescimento da plântula de *C. langsdorffii*; verificaram que a primeira enzima a atuar na hidrólise é a  $\beta$ -glucosidase ainda durante a fase de embebição da semente.

MAIA et al. (1978) analisaram o óleo extraído de sementes de uma espécie de *Copaifera* e verificaram que este é constituído por cumarina (0,15%) e dos seguintes ácido graxos: linoleico (35,7), oleico (35,3%), palmítico (24,9%), beênico (3,0%) e araquídico (1,1%). MORS & MONTEIRO (1959) afirmaram que *C. langsdorffii* apresenta sementes com "dormência ocasional" devido à presença de duas substâncias cumarínicas: a cumarina, na proporção de 0,65% e a umbeliferona, em quantidades menores. Recentemente, algumas pesquisas mostraram que existem outras substâncias de características fenólicas. Utilizando extratos brutos aquoso e alcoólico de tegumento de sementes, POLO & MOREIRA (1986) demonstraram a presença de substâncias inibidoras da germinação. POLO et al. (1988) sugerem que houve translocação de substâncias fenólicas dos cotilédones para o eixo embrionário durante o processo de germinação.

## OBJETIVOS

*Copaifera langsdorffii* é uma espécie que poderá estar extinta em breve, devido à exploração comercial não controlada e o pouco que se conhece de sua reprodução. Este trabalho tem como objetivo contribuir para uma melhor compreensão de sua reprodução e de seu crescimento inicial. Isto visa contribuir para sua perpetuação em áreas degradadas, tanto de mata como de cerrado, uma vez que ela ocorre em ambos os ecossistemas. Além disso, a presença de cumarina em suas sementes faz desta espécie um material de interesse para o estudo da relação intra e inter-específico planta-inibidores de crescimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

### 1- Localização das árvores de mata

O material vegetal de estudo foi obtido a partir de 7 árvores localizadas na Fazenda Primavera, situada na rodovia Alfenas - Fama, entroncamento com a rod. BR 491, Km 183, Município de Alfenas, MG. Segundo o proprietário da fazenda, aquela região foi, outrora, uma densa mata e há cerca de 30 anos foi feito o desmatamento, deixando apenas algumas árvores "de copa larga" inclusive as de copaíba para proporcionarem sombra ao gado. Próximo ao local existe uma gruta onde podem ser observadas algumas árvores pequenas, remanescentes de uma vegetação de mata de galeria. As árvores 1 a 5 estão em área ocupada por pasto formado com braquiária. A árvore 6 margeia a rodovia BR 491 e a 7 está em uma área cultivada. As árvores são grandes e encopadas.

Estas árvores foram selecionadas por:

- a) serem bem desenvolvidas (Tabela 1) e com aspecto sadio, não apresentando ramos secos ou tronco apodrecido;
- b) serem de fácil acesso;
- c) estarem localizadas a poucos quilômetros do Laboratório de Botânica (LB) do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da Universidade de Alfenas - UNIFENAS, onde o material coletado foi processado.

A localização das árvores está representada na figura 1.

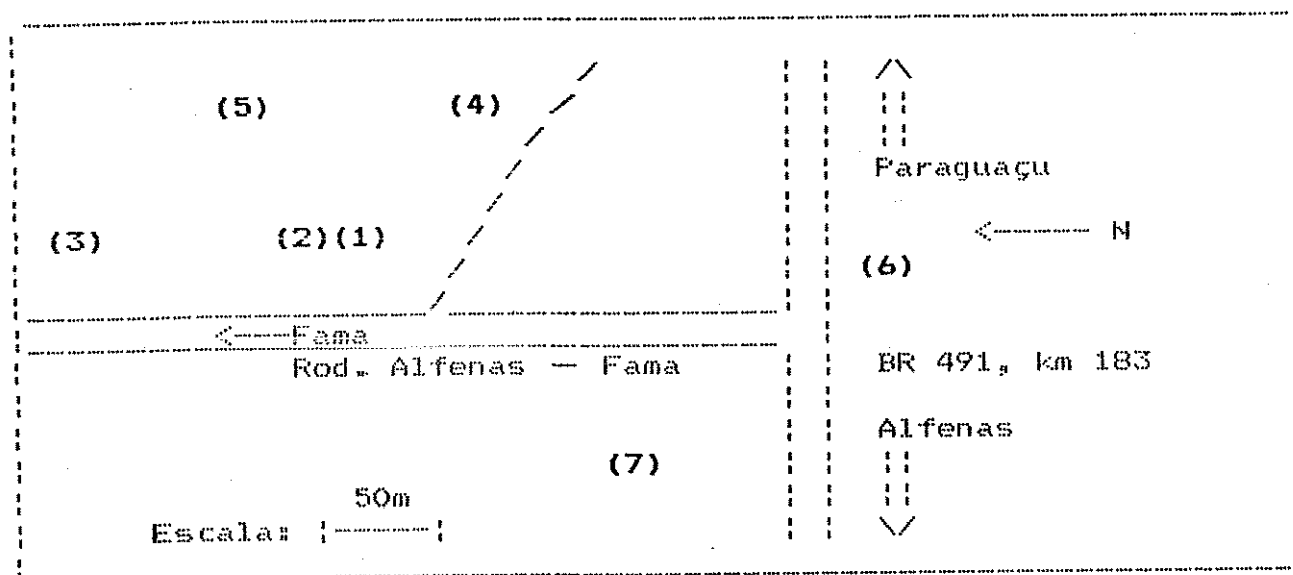


Figura 1- Localização das 7 Árvores de *C. langsdorffii*.

Tabela 1- Altura e diâmetro do tronco à altura do peito (DAP) das árvores de mata de *C. langsdorffii* usadas para coleta de sementes.

| Árvore nº | Altura (m) | DAP (cm) |
|-----------|------------|----------|
| 1         | 11,9       | 66,0     |
| 2         | 11,2       | 63,0     |
| 3         | 12,0       | 68,0     |
| 4         | 10,0       | 76,0     |
| 5         | 7,6        | 63,0     |
| 6         | 7,3        | 68,0     |
| 7         | 7,3        | 61,0     |

Destas árvores foram coletados os frutos imaturos em diversos estádios de desenvolvimento e as sementes maduras denominadas de sementes de mata.

Em alguns experimentos foram usadas sementes maduras denominadas aqui de sementes de cerrado. Estas sementes foram coletadas e fornecidas pelo Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC da EMBRAPA em Planaltina, DF.

## 2- Identificação da espécie

Foi coletado material florido e este herborizado para posterior identificação. A coleta foi realizada em 16 de fevereiro de 1992. A confirmação da identificação foi feita pelo Dr. Hermógenes de Freitas Leitão Filho do Departamento de Botânica do IB da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

O material vegetal coletado por Marcelo Polo foi identificado como sendo *Copaifera langsdorffii* Desf. e encontra-se depositado no herbário da Universidade Estadual de Campinas (UEC 26004).

## 3- Fenologia das árvores da mata

Durante o ano de 1991 foi acompanhado o ciclo de desenvolvimento das 7 árvores. A partir de 28 de dezembro de 1990, foram feitas observações às árvores a intervalos de 8 a 15 dias para verificação do estado fenológico de cada uma. Foi considerado estado vegetativo quando não apresentavam flores ou mesmo botões. Quando as árvores apresentavam botões visíveis ou

flores abertas, foi denominado estado de floração. Quando foi constatada a presença de pequenos frutos, estado de frutificação, e quando os frutos estavam abertos, desde o início até a liberação plena das sementes, estado de dispersão.

#### 4- Coleta das sementes de árvores de mata

##### a) Sementes imaturas

Foram feitas coletas de frutos a intervalos que variaram de 15 a 20 dias. Estas coletas tiveram início em 25 de abril de 1991 e término em 22 de setembro deste mesmo ano. Destes frutos foram retiradas cirurgicamente as sementes usadas nas medidas de crescimento e extração das substâncias cumarínicas. Foi verificado que, em muitos frutos, a semente estava morta ou estava sendo predada por larva ou adulto de inseto. A constatação da morte da semente foi possível em vista da mesma estar seca, enrugada e enegrecida, apesar do fruto apresentar tamanho e aspecto normais, comparados com os demais.

##### b) Sementes maduras

Quando da dispersão das sementes, no período de agosto a setembro, estas foram coletadas, selecionadas, retirando-se aquelas contaminadas com brocas ou carunchos. A seguir foram acondicionadas em sacos de polietileno, fechados hermeticamente a vácuo e armazenadas a 4°C em geladeira.

#### 5- Análise de crescimento dos frutos e das sementes de árvores de mata

Nos frutos imaturos foram medidos, com o auxílio de um

paquímetro, o comprimento (C), correspondendo à distância entre o pedúnculo e o ápice; a largura (L), correspondendo à medida perpendicular ao comprimento; e a espessura (E) e pesados, individualmente, em balança analítica Mettler modelo H 31AR com erro de 0,1mg. A seguir foram dissecados e removida a semente. Esta foi pesada duas vezes: a primeira com o arilo e a segunda sem este para serem obtidos os pesos úmidos. A seguir foram medidos seu comprimento (C), correspondendo ao maior eixo; a largura (L), correspondendo à distância entre o hilo e a aresta oposta, perpendicular ao comprimento; e a espessura (E), eixo perpendicular ao mesmo tempo à largura e ao comprimento. Os frutos de todas as coletas foram agrupados em classes de intervalo de 500mg. Na classe AB foram colocados todos os frutos com até 1000mg. Também as sementes, já sem arilo, foram agrupadas em classes de intervalo de 40mg. As sementes foram acondicionadas em frascos de vidro, mantidos em congelador à temperatura de -4°C. As sementes, sem o arilo, foram maceradas para extração das substâncias cumarínicas. Os frutos, sem as sementes, foram também guardados em congelador para posterior processamento de extração do óleo contido neles. O peso da matéria seca das sementes foi obtido após estas terem sido maceradas e feita a extração das cumarinas.

#### 6- Medidas das sementes maduras

As sementes maduras coletadas no ano de 1990, tanto de mata quanto de cerrado, foram analisadas com o fim de compará-las em relação ao tamanho e peso. Para isso, foram tomadas, ao acaso, 50

sementes de cada procedência e retirado o arilo. Estas sementes foram medidas com o auxílio de um paquímetro quanto ao comprimento, largura e espessura e pesadas individualmente em balança analítica Mettler modelo H 31AR com erro de 0,1mg. Os valores obtidos foram agrupados em 4 classes para as semente de mata e 5 classes para as sementes de cerrado, com intervalo de 100mg.

### 7- Germinação

Para os testes de germinação, as sementes sem arilo foram lavadas em solução com água e detergente na proporção de 10ml de detergente comercial concentrado por litro d'água e desinfetadas em solução de hipoclorito de sódio a 4% e, a seguir, enxaguadas em água destilada. Foram, então colocadas em placas de Petri de 9cm de diâmetro revestidas com uma camada de papel de filtro previamente esterilizados. Para a embebição foram adicionados 8ml de água destilada e, durante o experimento, as placas foram mantidas úmidas. A embebição das sementes é lenta, com um aumento de peso fresco em cerca de 80% após 84 horas e ao final de 16 dias seu peso fresco é 128% do inicial (POLO et al., 1988). Em cada placa foram colocadas 10 sementes, sendo montadas 3 placas para cada tratamento e origem da semente. As placas foram mantidas em câmara de crescimento FANEM mod. 347-G, com temperatura e fotoperíodos controlados.

A germinação das sementes foi testada em diferentes condições:

a) efeito da temperatura e luz constantes

Foram feitos testes nas temperaturas constantes de 15, 20, 25, 30 e 35°C com luz fluorescente branca constante, fornecida por 4 lâmpadas de 20W colocadas lateralmente, distante, aproximadamente, 20cm das placas.

b) efeito da alternância da temperatura e do fotoperíodo

Foram feitos testes com temperaturas alternantes de 25-15, 25-20, 30-20, 30-25 e 30-15°C, com fotoperíodo de 12 horas, correspondendo respectivamente a temperatura mais elevada na luz e a mais baixa no escuro.

A germinação foi considerada quando ocorreu a protusão da radícula.

#### 8- Efeito alelopático

O efeito alelopático, causado pelas substâncias exsudadas do tegumento das sementes durante a germinação, foi testado através da germinação de sementes das espécies cultivadas *Lactuca sativa* L. cv. repolhuda Brasil 221 (alface) e *Raphanus sativus* L. cv. redondo vermelho precoce (rabanete) e das espécies ruderais ou invasoras *Bidens pilosa* L. (picão preto) e *Solanum granuloso-leprosum* Dunal DC. (fumo bravo). Após 16 (experimento 3) ou 30 (experimentos 1 e 2) dias do início da embebição das sementes de *C. langsdorffii* e quando estas já estavam germinadas, foram retiradas e, sobre o papel de filtro em que se encontravam, foram colocadas 10 sementes de cada espécie para germinar a 25°C. A germinação dessas sementes foi verificada decorridas 24, 36, 48, 60, 72 e 96 horas. Foram feitas 3 placas de Petri com sementes de *C. langsdorffii* do cerrado e 3 de mata para este experimento. O

controle foi feito colocando as sementes das espécies-teste sobre papel de filtro umedecido com água destilada em 3 outras placas de Petri que não haviam recebido as sementes de *C. langsdorffii*.

#### 9- Armazenamento das sementes maduras

Para o teste de longevidade foram usadas sementes procedentes de árvores do cerrado, coletadas em agosto de 1987, e sementes procedentes de árvores da mata, coletadas em setembro de 1988. Estas, após remoção do arilo, foram selecionadas e a seguir acondicionadas em sacos transparentes de polietileno fechados hermeticamente. As sementes de cerrado foram mantidas em duas condições de temperatura: câmara fria a 4°C e temperatura ambiente (variável entre 10 e 32°C). As sementes de mata foram mantidas à temperatura ambiente (variável entre 10 e 32°C).

Para os testes de germinação, alelopatia, crescimento de plântulas e dosagem de substâncias cumarínicas em sementes maduras, foram usadas sementes de árvores do cerrado coletadas em agosto de 1990 e sementes de árvores da mata coletadas em setembro de 1990. Nestes casos, após retirada do arilo e seleção, todas as sementes foram acondicionadas em sacos de polietileno fechados hermeticamente e mantidos em câmara fria a 4°C.

#### 10- Longevidade das sementes

As sementes foram postas para germinar a intervalos de tempo variados, contados a partir da época da coleta. A germinação das sementes oriundas da mata foi testada após 40, 180, 270, 300, 360 e 480 dias de armazenamento e a das sementes oriundas do cerrado

após 210, 420, 570, 660, 690, 750 e 870 dias de armazenamento. A temperatura dos testes de germinação foi sempre de 25°C, com luz fluorescente branca contínua.

#### 11- Crescimento inicial das plântulas

Neste experimento foram usadas sementes de mata e cerrado coletadas em 1990. Essas sementes foram escarificadas com ácido sulfúrico concentrado, sob agitação, por 5 minutos. A seguir foram lavadas 4 vezes com água destilada autoclavada, por cerca de 2 minutos. Após a última lavagem um fungicida sistêmico (Benomyl) foi dissolvido na proporção de 2g/l e postas para germinar em placas de Petri com papel de filtro umedecido, em câmara de crescimento a 30°C constante. Após a germinação, quando a radícula se apresentava com cerca de 1cm de comprimento, a plântula foi transplantada para bandejas, contendo substrato orgânico sólido, e deixadas em casa de vegetação, onde eram irrigadas diariamente. Após o transplante, foram coletadas 6 plântulas de cada origem nas idades de 8, 13, 18, 23, 28, 33, 38, 48, 58 e 68 dias contados a partir da sementeira.

Foram analisados os seguintes parâmetros:

- peso da parte aérea úmida,
- peso da raiz úmida,
- peso dos cotilédones úmidos,
- peso da parte aérea seca,
- peso da raiz seca,
- peso dos cotilédones secos,
- altura da parte aérea,

- Área foliar.

A partir desses dados foram calculadas a Taxa de Crescimento Relativo (TCR) e a Taxa de Assimilação Aparente (TAA) de acordo com WILLIAMS (1946).

#### 12- Extração de compostos cumarínicos

A extração seguiu, de um modo geral, a metodologia de KEFELI (1978). O material vegetal foi triturado em homogeneizador por fragmentação ("Virtis") na presença de solução etanólica 70%. A seguir o material triturado foi submetido a homogeneizador por dispersão ("Polytron"). Foi adicionada solução etanólica 70% até o dobro do volume do sedimento e mantido em extração por 24 horas a 8°C. Decorrido este período, foi retirado o sobrenadante (extrato bruto etanólico I) e ao resíduo foi adicionada solução etanólica 70%, deixando extrair por mais 72 horas a 8°C. O extrato foi então filtrado a vácuo em papel de filtro previamente pesado, constituindo o extrato bruto etanólico II. O resíduo foi seco em estufa a 80°C por 48 horas para a determinação do peso da matéria seca. Os extratos foram reunidos e o etanol removido em evaporador rotativo sob pressão reduzida à temperatura de 35°C, para obtenção do extrato aquoso. O volume foi medido e o pH ajustado para 7,0 utilizando solução 0,1N de KOH. A seguir, o material foi extraído duas vezes com acetato de etila (3 vezes o volume do extrato inicial). As frações de acetato de etila foram reunidas, o solvente evaporado sob pressão reduzida e o resíduo retomado em metanol até o volume de 10ml. A fração aquosa foi descartada.

a) Extração a partir de sementes imaturas de mata

As sementes de cada classe foram analisadas quanto à presença de compostos cumarínicos.

b) Extração a partir de sementes maduras de mata e de cerrado

As sementes maduras de mata e cerrado coletadas em 1990 foram postas para embeber por alguns dias a 4°C e a seguir foram separados o tegumento, cotilédones e eixo embrionário, os quais foram macerados, separadamente.

c) Extração a partir de plântulas de mata e de cerrado

Neste experimento foram utilizados isoladamente raiz, parte aérea e cotilédones de plântulas desenvolvidas a partir de sementes de mata e de cerrado com idades de 0, 8, 13, 18, 23, 28, 33, 38, 48, 58 e 68 dias contados a partir do início da embebição da semente. As diversas partes foram maceradas, sendo utilizadas 6 plântulas para cada idade, agrupadas em três repetições.

13-Extração e dosagem do óleo presente no fruto de mata

O extrator de Soxhlet foi utilizado para a extração contínua do óleo. Os frutos de cada classe, sem as sementes, foram envolvidos em gaze e colocados no aparelho para extração exaustiva do óleo. O solvente usado foi o benzeno. O volume do óleo extraído, após a evaporação do solvente, foi medido em proveta. Devido à alta viscosidade do óleo, a transferência deste de um recipiente a outro foi feita sempre em estufa a 60°C. Os frutos foram secos em estufa a 105°C por 72 horas e depois pesados para determinação do peso seco.

#### 14- Dosagem e identificação das substâncias cumarínicas presentes em sementes e plântulas

Os extratos orgânicos obtidos foram analisados através da Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), em equipamento marca LKB-Pharmacia com coluna Utrapac - TSK ODS-120T de 5µm de diâmetro, de 250mm de comprimento (LKB-Pharmacia) e auto-injetor com capacidade para amostras de até 20µl. Foi usado um gradiente isocrático de metanol (45%) e ácido acético 1% e pH 5,0 (55%), com fluxo de 1ml por minuto (AVF's = 1), de acordo com BANWART et al. (1985) modificado. O detector de ultra-violeta operou em 270nm para dosagem de cumarina e 325nm para dosagem de umbeliferona, acoplado a um integrador gráfico e a um registrador gráfico. Foi aplicada apenas uma amostra de cada material. Foram usadas soluções padrão de umbeliferona e de cumarina para calibração do aparelho.

#### 15- Análise estatística

A análise dos dados foi realizada empregando programas computacionais como planilha eletrônica (Lotus 1-2-3 ver. 2.0 - Lotus Development Co. 1985) e de testes estatísticos (Minitab ver. 82.1 - Minitab, Inc. 1984). Através destes programas foram feitos os cálculos de regressão e correlação linear simples e múltipla e análise de variância. Os resultados dos testes foram interpretados de acordo com COSTA NETO (1977).

## RESULTADOS

### 1- Fenologia

O acompanhamento fenológico das 7 árvores de *C. langsdorffii* da mata foi iniciado a 28 de dezembro de 1990 e encerrado a 22 de setembro de 1991. As tabelas 2 a 8 mostram o estado fenológico de cada árvore nesse período.

Em geral, as árvores apresentaram pouca variação em relação aos estádios fenológicos ao longo das observações. Com exceção da árvore 3 (Tabela 4), as demais árvores a floração, a frutificação e a dispersão das sementes ocorreram nas mesmas épocas.

A floração não ocorreu uniformemente, como pode ser observado nas tabelas 2 a 8. Durante as observações de campo, algumas mudanças foram notadas no aspecto das árvores. Assim, em 30 de maio, as árvores 1 e 4 começaram a perder as folhas, porém não apresentavam brotação; já as árvores 2 e 5 apresentavam brotação vegetativa nos ápices dos ramos e as árvores 6 e 7 não perderam as folhas nem apresentavam brotos vegetativos. Em 3 de julho as árvores 1 e 4 ainda estavam perdendo folhas, mas ainda sem brotação. Em 28 de julho todas as árvores, exceto a 2, estavam sem folhas ou ainda perdendo as mesmas e a 4 estava com brotos. Nesta época a cor dos frutos de todas as árvores em frutificação era verde. Em 14 de agosto foi observado que os frutos começavam a mudar de cor. A Tabela 9 mostra as mudanças de cor dos frutos até a dispersão das sementes. Nesta data, a

observação no campo mostrou que as árvores 1, 4 e 6 estavam sem folhas e com brotação; a árvore 2 estava com folhas e as árvores 5 e 7 continuavam a perder as folhas, mas sem brotação. Em 29 de agosto as árvores 1, 2 e 6 estavam já na fase de dispersão das sementes, enquanto as árvores 4, 5 e 7 ainda não. Finalmente em 22 de setembro todas as árvores estavam na fase de dispersão de suas sementes.

O período de floração ocorreu entre dezembro e março, com excessão da árvore 5. Em média cada árvore permaneceu florida por 2 meses. A dispersão das sementes começou em fins de agosto.

Tabela 2- Fenologia da Árvore 1 de *C. langsdorffii*.

| Estádio          | 1990  | 1991  | Datas |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Fenológico       | 28/12 | 11/01 | 25/01 | 13/02 | 03/04 | 25/04 | 15/05 | 30/05 | 16/06 | 03/07 | 13/07 | 29/07 | 14/08 | 29/08 | 22/09 |
| =====            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Vegetativo       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Botões           | †     | †     |       | †     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Flores           |       | †     | †     | †     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Abertas          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Frutificação (F) |       |       |       |       | F     | F     | F     | F     | F     | F     | F     | F     | D     | D     | D     |
| e Dispersão (D)  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

Tabela 3-- Fenologia da árvore 2 de *C. langsdorffii*.

| Estádio          | 1990  | 1991  | Datas |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Fenológico       | 28/12 | 11/01 | 25/01 | 13/02 | 03/04 | 25/04 | 15/05 | 30/05 | 16/06 | 03/07 | 13/07 | 29/07 | 14/08 | 29/08 | 22/09 |
| =====            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Vegetativo       | *     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Botões           |       | *     | *     | *     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Flores           |       | *     | *     | *     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Abertas          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Frutificação (F) |       |       |       |       | F     | F     | F     | F     | F     | F     | F     | F     | F     | D     | D     |
| e Dispersão (D)  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

Tabela 4-- Fenologia da árvore 3 de *C. langsdorffii*.

| Estádio      | 1990  | 1991  | Datas |       |       |       |                          |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Fenológico   | 28/12 | 11/01 | 25/01 | 13/02 | 03/04 | 25/04 | 15/05                    | 30/05 | 16/06 | 03/07 | 13/07 | 29/07 | 14/08 | 29/08 | 22/09 |
| =====        |       |       |       |       |       |       |                          |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Vegetativo   | †     |       |       |       | †     | †     | †                        | †     | †     | †     | †     | †     | †     |       |       |
| Botões       |       | †     | †     | †     |       |       |                          |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Flores       |       |       |       | †     |       |       |                          |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Abertas      |       |       |       |       |       |       |                          |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Frutificação |       |       |       |       |       |       | NÃO OCORREU FRUTIFICAÇÃO |       |       |       |       |       |       |       |       |

Tabela 5-- Fenologia da árvore 4 de *C. langsdorffii*.

| Estádio          | 1990  | 1991  | Datas |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Fenológico       | 28/12 | 11/01 | 25/01 | 13/02 | 03/04 | 25/04 | 15/05 | 30/05 | 16/06 | 03/07 | 13/07 | 29/07 | 14/08 | 29/08 | 22/09 |
| =====            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Vegetativo       | †     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Botões           |       | †     | †     | †     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Flores           |       |       | †     | †     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Abertas          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Frutificação (F) |       |       |       | F     | F     | F     | F     | F     | F     | F     | F     | F     | F     | F     | D     |
| e Dispersão (D)  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

Tabela 6-- Fenologia da árvore 5 de *C. langsdorffii*.

| Estádio                             | 1990  | 1991  | Datas |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Fenológico                          | 28/12 | 11/01 | 25/01 | 13/02 | 03/04 | 25/04 | 15/05 | 30/05 | 16/06 | 03/07 | 13/07 | 29/07 | 14/08 | 29/08 | 22/09 |
| Vegetativo                          | †     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Botões                              |       | †     | †     | †     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Flores<br>Abertas                   |       |       | †     | †     | †     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Frutificação (F)<br>e Dispersão (D) |       |       |       | F     |       | F     | F     | F     | F     | F     | F     | F     | F     | F     | D     |

Tabela 7-- Fenologia da árvore 6 de *C. langsdorffii*.

| Estádio                             | 1990  | 1991  | Datas |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Fenológico                          | 28/12 | 11/01 | 25/01 | 13/02 | 03/04 | 25/04 | 15/05 | 30/05 | 16/06 | 03/07 | 13/07 | 29/07 | 14/08 | 29/08 | 22/09 |
| Vegetativo                          | †     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Botões                              | †     | †     | †     | †     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Flores<br>Abertas                   |       |       | †     | †     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Frutificação (F)<br>e Dispersão (D) |       |       |       |       | F     | F     | F     | F     | F     | F     | F     | F     | F     | D     | D     |

Tabela 8-- Fenologia da árvore 7 de *C. langsdorffii*.

| Estádio                             | 1990  | 1991  | Datas |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Fenológico                          | 28/12 | 11/01 | 25/01 | 13/02 | 03/04 | 25/04 | 15/05 | 30/05 | 16/06 | 03/07 | 13/07 | 29/07 | 14/08 | 29/08 | 22/09 |
| Vegetativo                          | †     | †     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Botões                              |       |       | †     | †     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Flores<br>Abertas                   |       |       |       | †     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Frutificação (F)<br>e Dispersão (D) |       |       |       |       | F     | F     | F     | F     | F     | F     | F     | F     | F     | F     | D     |

Tabela 9- Cor dos frutos das 6 árvores de mata de *C. langsdorffii* em diferentes épocas.  
(V) verde, (VM) verde-marrom, (M) marrom

| Árvore | Data       |            |        |
|--------|------------|------------|--------|
|        | 14/08      | 29/08      | 22/09  |
| 1      | V - VM - M | V - VM - M | M      |
| 2      | V - VM     | V - VM - M | V - VM |
| 4      | V          | V - VM     | M      |
| 5      | V          | V - VM     | V - VM |
| 6      | V - VM     | VM - M     | V - M  |
| 7      | V - VM     | V - VM - M | V - M  |

## 2- Coleta e análise dos frutos e sementes

Os frutos de cada uma das árvores de mata foram colhidos no período compreendido entre 25 de abril e 22 de setembro de 1991, num total de 10 coletas. No total, foram colhidos 873 frutos, distribuídos entre as 10 coletas, das 6 árvores, conforme mostrado na tabela 10. O número de frutos colhidos por árvore, em cada coleta, variou de 5 (árvore 4) a 29 (árvore 2). Esta variação ocorreu porque a árvore 4 perdeu muitos frutos logo nos primeiros estádios (antes do início das coletas), restando relativamente poucos frutos que se desenvolveriam completamente. Pode ser verificado ainda na tabela 10 que o total de frutos coletados de cada árvore também foi menor na árvore 4, pelo motivo exposto. A quantidade de frutos obtidos em cada coleta

variou de 81 (1ª coleta) a 107 (2ª coleta), porém a média de frutos coletados foi de 87,3 frutos por coleta. Não foram coletados frutos da árvore 7 na primeira coleta por apresentar frutos ainda muito pequenos, devido à floração mais tardia (veja Tabela 8) e da árvore 4 na última coleta por já ter ocorrido a dispersão das sementes.

Tabela 10- Número de frutos coletados das árvores de mata de *C. langsdorffii*, por data de coleta.

| Data de<br>Coleta | Árvore número |     |    |     |     |     | Total |
|-------------------|---------------|-----|----|-----|-----|-----|-------|
|                   | 1             | 2   | 4  | 5   | 6   | 7   |       |
| 25/04/91          | 12            | 29  | 6  | 20  | 14  | *   | 81    |
| 15/05/91          | 16            | 18  | 15 | 14  | 19  | 25  | 107   |
| 30/05/91          | 15            | 12  | 12 | 11  | 21  | 16  | 87    |
| 16/06/91          | 25            | 13  | 13 | 13  | 12  | 19  | 95    |
| 03/07/91          | 14            | 20  | 8  | 12  | 15  | 13  | 82    |
| 13/07/91          | 14            | 12  | 11 | 15  | 15  | 17  | 84    |
| 29/07/91          | 14            | 13  | 10 | 17  | 16  | 22  | 92    |
| 14/08/91          | 13            | 14  | 5  | 14  | 15  | 14  | 75    |
| 29/08/91          | 14            | 14  | 7  | 19  | 21  | 16  | 91    |
| 22/09/91          | 10            | 11  | *  | 15  | 22  | 21  | 79    |
| Total             | 147           | 156 | 87 | 150 | 170 | 163 | 873   |

\* não foram colhidos frutos.

Descontados os frutos cujas sementes estavam mortas ou predadas, num total de 289, foram utilizados, efetivamente, 584 (66,9%) que continham sementes sadias. A tabela 11 mostra o número de frutos que continham sementes sadias de cada árvore, por coleta. Pode ser verificado que o número médio de frutos com

Tabela 11- Número de frutos coletados de cada árvore de *C. langsdorffii* que continham sementes sadias, por data de coleta.

| Data de    | Árvore número |      |      |      |      |      |       |
|------------|---------------|------|------|------|------|------|-------|
| Coleta     | 1             | 2    | 4    | 5    | 6    | 7    | Total |
| 25/04/91   | 9             | 29   | 6    | 18   | 14   | *    | 76    |
| 15/05/91   | 10            | 11   | 15   | 10   | 13   | 17   | 76    |
| 30/05/91   | 5             | 11   | 12   | 5    | 13   | 16   | 62    |
| 16/06/91   | 11            | 12   | 12   | 6    | 9    | 14   | 64    |
| 03/07/91   | 8             | 18   | 7    | 8    | 4    | 11   | 56    |
| 13/07/91   | 6             | 12   | 11   | 12   | 8    | 15   | 64    |
| 29/07/91   | 2             | 12   | 9    | 11   | 4    | 17   | 55    |
| 14/08/91   | 4             | 13   | 5    | 9    | 7    | 13   | 51    |
| 29/08/91   | 2             | 14   | 6    | 8    | 5    | 4    | 39    |
| 22/09/91   | 5             | 10   | *    | 9    | 11   | 6    | 41    |
| Total      | 62            | 142  | 83   | 96   | 88   | 113  | 584   |
| Percentual | 42,2          | 91,0 | 95,4 | 64,0 | 51,8 | 69,3 | 66,9  |

\* não foram colhidos frutos.

sementes sadias por árvore foi de 83,4 (mínimo de 62 e máximo de 142) e o número médio de frutos com semente sadias por coleta foi de 58,4 (mínimo de 39 e máximo de 76).

Do total de frutos que continham sementes não sadias, 188 apresentavam sementes contaminadas por larvas, o que representa um índice de infestação de 21,5% (Tabela 12). Proporcionalmente ao número de frutos coletados, a árvore 6 foi a que mais apresentou sementes predadas, 40,6% e a árvore 4 não apresentou sementes predadas. Nas primeiras coletas foram encontradas apenas larvas e nas últimas foram encontrados principalmente adultos e pupas, além de algumas larvas.

As larvas, pupas e adultos encontrados pertencem a duas espécies de coleópteros. Uma delas provavelmente pertença ao gênero *Rhinochenus* (Cucurliionidae, Cryptorhynchinae) que perfura e preda a semente e a outra ao gênero *Apion* (Cucurliionidae, Apionidae) que preda apenas o arilo.

O número de frutos que continham sementes mortas foi de 101, o que representa um índice de 11,6%. Proporcionalmente ao número de frutos coletados, a árvore 1 foi a que mais apresentou sementes mortas, 17,7% e a árvore 4 foi a que menos apresentou sementes mortas, 4,6%. A frequência de sementes mortas foi variável durante o período de coleta (Tabela 13).

Tabela 12- Número de frutos coletados das árvores de mata de *C. langsdorffii* onde foram encontradas larvas, pupas ou adultos de coleópteros curculionídeos, por data de coleta.

| Data de Coleta | Árvore número |     |     |      |      |      | Total |
|----------------|---------------|-----|-----|------|------|------|-------|
|                | 1             | 2   | 4   | 5    | 6    | 7    |       |
| 25/04/91       | 2             | 0   | 0   | 2    | 0    | *    | 4     |
| 15/05/91       | 4             | 1   | 0   | 3    | 6    | 2    | 16    |
| 30/05/91       | 9             | 0   | 0   | 1    | 8    | 0    | 18    |
| 16/06/91       | 12            | 0   | 0   | 5    | 3    | 0    | 20    |
| 03/07/91       | 5             | 1   | 0   | 1    | 8    | 0    | 15    |
| 13/07/91       | 5             | 0   | 0   | 2    | 4    | 0    | 11    |
| 29/07/91       | 8             | 0   | 0   | 4    | 10   | 0    | 22    |
| 14/08/91       | 6             | 1   | 0   | 2    | 7    | 1    | 17    |
| 29/08/91       | 4             | 0   | 0   | 6    | 15   | 9    | 34    |
| 22/09/91       | 4             | 1   | *   | 6    | 8    | 12   | 31    |
| Total          | 59            | 4   | 0   | 32   | 69   | 24   | 188   |
| Percentuais    | 40,1          | 2,6 | 0,0 | 21,3 | 40,6 | 14,7 | 21,5  |

\* não foram colhidos frutos.

Tabela 13- Número de frutos coletados das árvores de mata de *C. langsdorffii* que continham sementes mortas, por data de coleta.

| Data de Coleta | Árvore número |     |     |      |     |      | Total |
|----------------|---------------|-----|-----|------|-----|------|-------|
|                | 1             | 2   | 4   | 5    | 6   | 7    |       |
| 25/04/91       | 1             | 0   | 0   | 0    | 0   | *    | 1     |
| 15/05/91       | 2             | 6   | 0   | 1    | 0   | 6    | 15    |
| 30/05/91       | 1             | 1   | 0   | 3    | 0   | 0    | 7     |
| 16/06/91       | 2             | 1   | 1   | 2    | 0   | 5    | 11    |
| 03/07/91       | 1             | 1   | 1   | 3    | 3   | 2    | 11    |
| 13/07/91       | 3             | 0   | 0   | 1    | 3   | 2    | 9     |
| 29/07/91       | 4             | 1   | 1   | 2    | 2   | 5    | 15    |
| 14/08/91       | 3             | 0   | 0   | 3    | 1   | 0    | 7     |
| 29/08/91       | 8             | 0   | 1   | 5    | 1   | 3    | 18    |
| 22/09/91       | 1             | 0   | *   | 0    | 3   | 3    | 7     |
| Total          | 26            | 10  | 4   | 22   | 13  | 26   | 101   |
| Percentuais    | 17,7          | 6,4 | 4,6 | 14,7 | 7,7 | 16,0 | 11,6  |

\* não foram colhidos frutos.

### 3- Crescimento de frutos de mata

Os frutos coletados e selecionados nas 10 coletas (foram desprezados aqueles com sementes mortas e/ou contaminadas com pragas) totalizaram 584. A distribuição dos frutos e sementes em classes de peso de matéria fresca é apresentada na tabela 14. O número de frutos de cada classe está mostrado na tabela 15 e os valores percentuais na tabela 16. Pode ser observado que foi maior o número de frutos analisados nas classes C, D, E, F e G que totalizaram 395 frutos (67,64% do total). Em geral, os frutos de classes de menor peso estiveram presentes nas primeiras coletas e, com o decorrer do tempo, apareceram os frutos das classes de pesos maiores até a 6ª coleta. No entanto, mesmo nas últimas coletas (9 e 10, respectivamente 29/8 e 22/9/91) foram observados frutos pequenos (classes C, D, E, F e G).

As tabelas 17 e 18 mostram os valores das medidas dos frutos das diversas classes e peso de matéria úmida e matéria seca.

O comprimento médio dos frutos ao longo de seu desenvolvimento variou de 20,04 a 30,25mm, enquanto que a largura média variou de 17,37 a 27,50mm e a espessura média de 4,34 a 17,02mm (Tabela 17). Pode ser verificado que a maior variação ocorrida ao longo do desenvolvimento do fruto foi em relação à espessura (292,2%). Este aumento foi devido, principalmente, ao aumento do tamanho da semente em seu interior (Tabela 18). Os demais parâmetros variaram menos no mesmo intervalo: 50,9% em comprimento e 58,3% em largura.

Tabela 14- Distribuição de classes por peso de matéria fresca de frutos e sementes imaturas de *C. langsdorffii*.

| FRUTOS |                        | SEMENTES SEM ARILO |                        |
|--------|------------------------|--------------------|------------------------|
| classe | intervalo de peso (mg) | classe             | intervalo de peso (mg) |
| AB     | < - 1000               | A                  | < - 40,9               |
| C      | 1001 - 1500            | B                  | 41 - 80,9              |
| D      | 1501 - 2000            | C                  | 81 - 120,9             |
| E      | 2001 - 2500            | D                  | 121 - 160,9            |
| F      | 2501 - 3000            | E                  | 161 - 200,9            |
| G      | 3001 - 3500            | F                  | 201 - 240,9            |
| H      | 3501 - 4000            | G                  | 241 - 280,9            |
| I      | 4001 - 4500            | H                  | 281 - 320,9            |
| J      | 4501 - 5000            | I                  | 321 - 360,9            |
| K      | 5001 - 5500            | J                  | 361 - 400,9            |
| L      | 5501 - 6000            | K                  | 401 - 440,9            |
| M      | 6001 - <               | L                  | 441 - 480,9            |
|        |                        | M                  | 481 - 520,9            |
|        |                        | N                  | 521 - 560,9            |
|        |                        | O                  | 561 - 600,9            |
|        |                        | P                  | 601 - 640,9            |
|        |                        | Q                  | 641 - 680,9            |
|        |                        | R                  | 681 - 720,9            |
|        |                        | S                  | 721 - 760,9            |
|        |                        | T                  | 761 - 800,9            |
|        |                        | U                  | 801 - 840,9            |
|        |                        | V                  | 841 - 880,9            |
|        |                        | W                  | 881 - 920,9            |
|        |                        | X                  | 921 - 960,9            |
|        |                        | Y                  | 961 - 1000,9           |
|        |                        | Z                  | 1001 - 1040,9          |
|        |                        | AA                 | 1041 - 1080,9          |
|        |                        | AB                 | 1081 - 1120,9          |
|        |                        | AC                 | 1121 - 1160,9          |
|        |                        | AD                 | 1161 - 1200,9          |
|        |                        | AE                 | 1201 - 1240,9          |
|        |                        | AF                 | 1241 - 1280,9          |
|        |                        | AG                 | 1281 - 1320,9          |
|        |                        | AH                 | 1321 - 1360,9          |
|        |                        | AI                 | 1361 - 1400,9          |
|        |                        | AJ                 | 1401 - 1440,9          |
|        |                        | AK                 | 1441 - 1480,9          |
|        |                        | AL                 | 1481 - <               |

Tabela 15— Quantidade de frutos sadios de *C. langsdorffii* em cada coleta, por classe de fruto.

| CLASSES | C O L E T A S |    |    |    |    |    |    |    |    |    | TOTAL |
|---------|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
|         | 1             | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |       |
| AB      | 35            | 8  | 4  | 3  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 50    |
| C       | 25            | 25 | 14 | 5  | 0  | 1  | 3  | 1  | 0  | 3  | 77    |
| D       | 14            | 25 | 22 | 9  | 3  | 5  | 11 | 1  | 1  | 8  | 99    |
| E       | 0             | 6  | 13 | 14 | 11 | 7  | 6  | 7  | 5  | 10 | 79    |
| F       | 2             | 5  | 6  | 16 | 17 | 12 | 3  | 7  | 6  | 4  | 78    |
| G       | 0             | 3  | 2  | 9  | 11 | 16 | 7  | 6  | 3  | 5  | 62    |
| H       | 0             | 2  | 0  | 5  | 8  | 9  | 7  | 6  | 9  | 3  | 49    |
| I       | 0             | 1  | 0  | 1  | 2  | 3  | 9  | 13 | 5  | 5  | 39    |
| J       | 0             | 1  | 0  | 0  | 2  | 4  | 4  | 6  | 9  | 0  | 26    |
| K       | 0             | 0  | 1  | 1  | 2  | 4  | 2  | 1  | 0  | 1  | 12    |
| L       | 0             | 0  | 0  | 1  | 0  | 3  | 1  | 0  | 1  | 1  | 7     |
| M       | 0             | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2  | 3  | 0  | 1  | 6     |
| TOTAL   | 76            | 76 | 62 | 64 | 56 | 64 | 55 | 51 | 39 | 41 | 584   |

Tabela 16— Porcentagem de frutos sadios de *C. langsdorffii* de cada classe, em cada coleta, pelo total de frutos coletados.

| CLASSES | C O L E T A S |       |       |       |      |       |      |      |      |      | TOTAL  |
|---------|---------------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|--------|
|         | 1             | 2     | 3     | 4     | 5    | 6     | 7    | 8    | 9    | 10   |        |
| AB      | 5,99          | 1,37  | 0,68  | 0,51  | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 8,56   |
| C       | 4,28          | 4,28  | 2,40  | 0,86  | 0,00 | 0,17  | 0,51 | 0,17 | 0,00 | 0,51 | 13,18  |
| D       | 2,40          | 4,28  | 3,77  | 1,54  | 0,51 | 0,86  | 1,88 | 0,17 | 0,17 | 1,37 | 16,95  |
| E       | 0,00          | 1,03  | 2,23  | 2,40  | 1,88 | 1,20  | 1,03 | 1,20 | 0,86 | 1,71 | 13,53  |
| F       | 0,34          | 0,86  | 1,03  | 2,74  | 2,91 | 2,05  | 0,51 | 1,20 | 1,03 | 0,68 | 13,36  |
| G       | 0,00          | 0,51  | 0,34  | 1,54  | 1,88 | 2,74  | 1,20 | 1,03 | 0,51 | 0,86 | 10,62  |
| H       | 0,00          | 0,34  | 0,00  | 0,86  | 1,37 | 1,54  | 1,20 | 1,03 | 1,54 | 0,51 | 8,39   |
| I       | 0,00          | 0,17  | 0,00  | 0,17  | 0,34 | 0,51  | 1,54 | 2,23 | 0,86 | 0,86 | 6,68   |
| J       | 0,00          | 0,17  | 0,00  | 0,00  | 0,34 | 0,68  | 0,68 | 1,03 | 1,54 | 0,00 | 4,45   |
| K       | 0,00          | 0,00  | 0,17  | 0,17  | 0,34 | 0,68  | 0,34 | 0,17 | 0,00 | 0,17 | 2,05   |
| L       | 0,00          | 0,00  | 0,00  | 0,17  | 0,00 | 0,51  | 0,17 | 0,00 | 0,17 | 0,17 | 1,20   |
| M       | 0,00          | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00 | 0,00  | 0,34 | 0,51 | 0,00 | 0,17 | 1,03   |
| TOTAL   | 13,01         | 13,01 | 10,62 | 10,96 | 9,59 | 10,96 | 9,42 | 8,73 | 6,68 | 7,02 | 100,00 |

Tabela 17. Tamanho médio de frutos sadios de *C. langsdorffii* de cada classe, em relação ao comprimento, largura e espessura. Média  $\pm$  erro padrão.

| Classe   | Comprimento<br>(mm) | Largura<br>(mm)  | Espessura<br>(mm) |
|----------|---------------------|------------------|-------------------|
| AB       | 20,04 $\pm$ 0,34    | 17,37 $\pm$ 0,31 | 4,34 $\pm$ 0,17   |
| C        | 22,27 $\pm$ 0,29    | 19,69 $\pm$ 0,25 | 7,00 $\pm$ 0,23   |
| D        | 22,54 $\pm$ 0,36    | 20,34 $\pm$ 0,29 | 9,27 $\pm$ 0,22   |
| E        | 22,54 $\pm$ 0,36    | 20,86 $\pm$ 0,27 | 11,33 $\pm$ 0,22  |
| F        | 23,31 $\pm$ 0,32    | 21,53 $\pm$ 0,24 | 12,12 $\pm$ 0,18  |
| G        | 23,94 $\pm$ 0,30    | 22,22 $\pm$ 0,22 | 13,12 $\pm$ 0,18  |
| H        | 24,78 $\pm$ 0,29    | 22,91 $\pm$ 0,21 | 14,00 $\pm$ 0,13  |
| I        | 25,16 $\pm$ 0,31    | 23,86 $\pm$ 0,20 | 14,75 $\pm$ 0,14  |
| J        | 26,76 $\pm$ 0,44    | 25,28 $\pm$ 0,32 | 15,21 $\pm$ 0,22  |
| K        | 28,06 $\pm$ 0,62    | 24,80 $\pm$ 0,55 | 15,25 $\pm$ 0,30  |
| L        | 29,50 $\pm$ 1,00    | 25,49 $\pm$ 0,94 | 15,09 $\pm$ 0,47  |
| M        | 30,25 $\pm$ 0,86    | 27,50 $\pm$ 0,57 | 17,02 $\pm$ 0,67  |
| Variação | 50,9%               | 58,3%            | 292,2%            |

Nas primeiras fases do desenvolvimento do fruto, a semente contribui pouco com o peso da matéria úmida total (7,7%), chegando a corresponder a cerca de 46% a partir da classe H. O peso médio da matéria seca dos frutos sem a semente variou de 0,282mg na classe AB a 1,237mg na classe M. A umidade variou pouco ao longo do desenvolvimento dos frutos sem as sementes. Não há correlação entre o teor de umidade do fruto sem semente e o aumento do peso de matéria úmida do fruto sem semente, porém a partir da classe H a porcentagem de umidade se estabiliza ao redor de 62% do peso da matéria úmida (Tabela 18).

A figura 2 mostra que há correlação linear e positiva entre o peso da matéria úmida do fruto com semente e o produto de suas dimensões (CxLxE).

Tabela 18- Peso de frutos com e sem sementes e quantidade de água dos frutos sem sementes de *C. langsdorffii* nas diversas classes.. Média  $\pm$  erro padrão..

| CLASSE DO FRUTO | NÚMERO DE FRUTOS | PESO DE MATÉRIA ÚMIDA (g) |                   |             |                   | PESO DE MATÉRIA SECA (g) |       | UNIDADE (%) |
|-----------------|------------------|---------------------------|-------------------|-------------|-------------------|--------------------------|-------|-------------|
|                 |                  | COM SEMENTE               | SEM SEMENTE       | COM SEMENTE | SEM SEMENTE       | TOTAL                    | MÉDIO |             |
|                 |                  | TOTAL                     | MÉDIO             | TOTAL       | MÉDIO             | TOTAL                    | MÉDIO |             |
| AB              | 50               | 37,093                    | 0,742 $\pm$ 0,025 | 34,238      | 0,685 $\pm$ 0,022 | 14,080                   | 0,282 | 58,9        |
| C               | 77               | 97,927                    | 1,272 $\pm$ 0,017 | 79,404      | 1,031 $\pm$ 0,016 | 18,070                   | 0,235 | 77,2        |
| D               | 99               | 170,257                   | 1,720 $\pm$ 0,014 | 119,464     | 1,207 $\pm$ 0,020 | 30,750                   | 0,311 | 74,3        |
| E               | 79               | 176,954                   | 2,240 $\pm$ 0,015 | 110,860     | 1,403 $\pm$ 0,029 | 36,210                   | 0,458 | 67,3        |
| F               | 78               | 214,400                   | 2,749 $\pm$ 0,016 | 131,482     | 1,686 $\pm$ 0,028 | 41,870                   | 0,537 | 68,2        |
| G               | 62               | 200,810                   | 3,239 $\pm$ 0,019 | 113,879     | 1,837 $\pm$ 0,037 | 49,010                   | 0,790 | 57,0        |
| H               | 49               | 183,229                   | 3,739 $\pm$ 0,018 | 99,169      | 2,024 $\pm$ 0,043 | 32,780                   | 0,669 | 66,9        |
| I               | 39               | 163,861                   | 4,202 $\pm$ 0,022 | 89,027      | 2,283 $\pm$ 0,048 | 28,960                   | 0,743 | 67,5        |
| J               | 26               | 123,260                   | 4,741 $\pm$ 0,030 | 67,397      | 2,592 $\pm$ 0,052 | 21,290                   | 0,819 | 68,4        |
| K               | 12               | 62,196                    | 5,183 $\pm$ 0,031 | 34,663      | 2,889 $\pm$ 0,136 | 10,900                   | 0,908 | 68,6        |
| L               | 7                | 40,555                    | 5,794 $\pm$ 0,042 | 24,879      | 3,554 $\pm$ 0,227 | 7,150                    | 1,021 | 71,3        |
| M               | 6                | 41,412                    | 6,902 $\pm$ 0,322 | 23,306      | 3,884 $\pm$ 0,265 | 7,420                    | 1,237 | 68,2        |

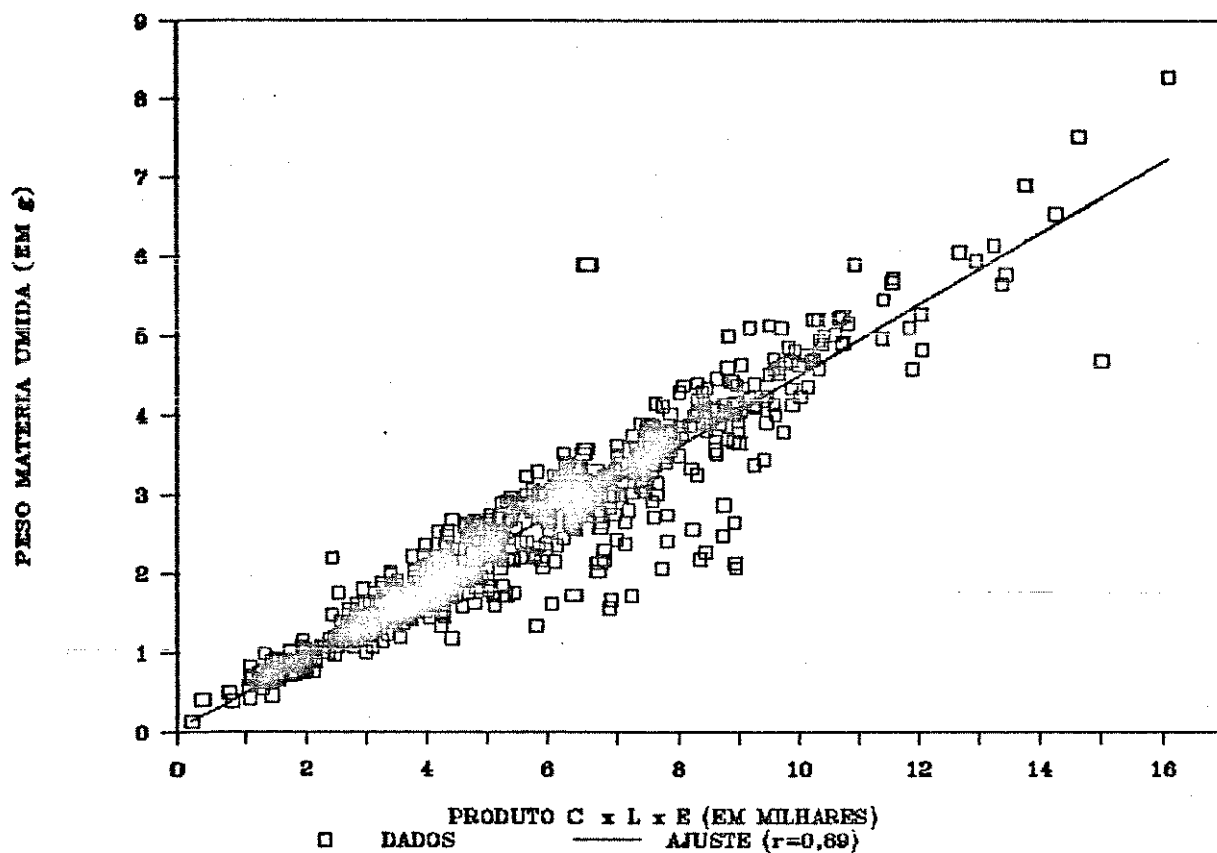


Figura 2- Correlação entre o peso de matéria úmida de frutos com sementes de *C.langsdorffii* e o produto dos valores de comprimento, largura e espessura dos frutos (C x L x E).

#### 4- Crescimento das sementes de árvores de mata

As tabelas 19, 20 e 21 mostram os valores das medidas das sementes das diversas classes em relação às suas dimensões, peso da matéria úmida e da matéria seca.

Os valores médios de comprimento, largura e espessura das sementes de cada classe estão contidos na tabela 19. O comprimento médio ao longo do desenvolvimento das sementes variou de 5,82 a 18,70mm, enquanto a largura variou de 3,67 a 11,94mm e a espessura de 1,56 a 12,56mm. A tabela 19 também mostra que o erro padrão existente nos valores de cada parâmetro em todas as classes pode ser considerado insignificante. A variação percentual entre os valores da classe A e os da classe AL foram de 219,66% para o comprimento, 225,34% para a largura e 705,12% para a espessura. Isto mostra que também nas sementes a maior variação ocorrida foi em relação à espessura.

Devido à presença do arilo (removível), as sementes foram pesadas com e sem este tegumento. Os valores do peso da matéria úmida das sementes com e sem arilo estão contidos na tabela 20. O arilo colabora significativamente no peso da semente, tanto em relação ao peso da matéria úmida (Tabela 20) como da matéria seca (Tabela 21). A razão (arilo/semente, p:p) é alta nos primeiros estádios e diminui ao longo do desenvolvimento da semente.

A tabela 21 também mostra os valores do peso médio da matéria seca das sementes sem o arilo e o percentual de umidade calculado para cada classe de semente. Não foi calculado o erro

Tabela 19. Tamanho médio das sementes de *C. langsdorffii* de cada classe, em relação ao comprimento, largura e espessura. Média  $\pm$  erro padrão.

| Classe   | Comprimento<br>(mm) | Largura<br>(mm)  | Espessura<br>(mm) |
|----------|---------------------|------------------|-------------------|
| A        | 5,82 $\pm$ 0,19     | 3,67 $\pm$ 0,11  | 1,56 $\pm$ 0,08   |
| B        | 7,91 $\pm$ 0,15     | 5,09 $\pm$ 0,11  | 2,59 $\pm$ 0,07   |
| C        | 9,06 $\pm$ 0,20     | 5,76 $\pm$ 0,12  | 3,42 $\pm$ 0,14   |
| D        | 9,24 $\pm$ 0,29     | 6,30 $\pm$ 0,19  | 3,88 $\pm$ 0,17   |
| E        | 9,71 $\pm$ 0,28     | 5,93 $\pm$ 0,19  | 4,42 $\pm$ 0,14   |
| F        | 10,11 $\pm$ 0,24    | 6,58 $\pm$ 0,19  | 5,34 $\pm$ 0,19   |
| G        | 11,12 $\pm$ 0,21    | 7,04 $\pm$ 0,21  | 5,35 $\pm$ 0,20   |
| H        | 11,22 $\pm$ 0,23    | 7,24 $\pm$ 0,19  | 6,31 $\pm$ 0,24   |
| I        | 11,53 $\pm$ 0,15    | 7,51 $\pm$ 0,15  | 6,69 $\pm$ 0,21   |
| J        | 11,84 $\pm$ 0,21    | 7,32 $\pm$ 0,16  | 7,07 $\pm$ 0,18   |
| K        | 12,17 $\pm$ 0,18    | 7,79 $\pm$ 0,16  | 7,11 $\pm$ 0,14   |
| L        | 12,68 $\pm$ 0,18    | 7,57 $\pm$ 0,16  | 7,60 $\pm$ 0,17   |
| M        | 13,01 $\pm$ 0,20    | 7,59 $\pm$ 0,20  | 8,32 $\pm$ 0,20   |
| N        | 13,53 $\pm$ 0,28    | 8,13 $\pm$ 0,17  | 8,54 $\pm$ 0,19   |
| O        | 13,20 $\pm$ 0,31    | 8,65 $\pm$ 0,37  | 8,57 $\pm$ 0,13   |
| P        | 13,28 $\pm$ 0,20    | 8,10 $\pm$ 0,13  | 9,13 $\pm$ 0,11   |
| Q        | 14,00 $\pm$ 0,22    | 8,57 $\pm$ 0,17  | 9,40 $\pm$ 0,17   |
| R        | 13,96 $\pm$ 0,18    | 8,71 $\pm$ 0,13  | 9,44 $\pm$ 0,09   |
| S        | 14,47 $\pm$ 0,24    | 8,58 $\pm$ 0,17  | 9,44 $\pm$ 0,19   |
| T        | 14,30 $\pm$ 0,15    | 9,40 $\pm$ 0,31  | 9,75 $\pm$ 0,12   |
| U        | 14,68 $\pm$ 0,16    | 9,01 $\pm$ 0,20  | 9,94 $\pm$ 0,15   |
| V        | 15,01 $\pm$ 0,15    | 9,03 $\pm$ 0,15  | 9,99 $\pm$ 0,13   |
| W        | 15,18 $\pm$ 0,19    | 9,35 $\pm$ 0,15  | 10,21 $\pm$ 0,14  |
| X        | 15,08 $\pm$ 0,30    | 9,46 $\pm$ 0,22  | 10,40 $\pm$ 0,15  |
| Y        | 15,51 $\pm$ 0,30    | 9,13 $\pm$ 0,17  | 10,43 $\pm$ 0,21  |
| Z        | 15,28 $\pm$ 0,23    | 9,67 $\pm$ 0,13  | 10,93 $\pm$ 0,15  |
| AA       | 16,11 $\pm$ 0,12    | 10,06 $\pm$ 0,12 | 10,50 $\pm$ 0,15  |
| AB       | 16,36 $\pm$ 0,22    | 9,53 $\pm$ 0,19  | 10,74 $\pm$ 0,28  |
| AC       | 16,47 $\pm$ 0,29    | 10,12 $\pm$ 0,24 | 10,87 $\pm$ 0,20  |
| AD       | 15,78 $\pm$ 0,36    | 10,39 $\pm$ 0,19 | 10,89 $\pm$ 0,22  |
| AE       | 16,46 $\pm$ 0,30    | 10,61 $\pm$ 0,18 | 11,12 $\pm$ 0,10  |
| AF       | 16,48 $\pm$ 0,25    | 10,66 $\pm$ 0,27 | 11,16 $\pm$ 0,08  |
| AG       | 17,06 $\pm$ 0,36    | 10,50 $\pm$ 0,19 | 11,11 $\pm$ 0,13  |
| AH       | 17,17 $\pm$ 0,43    | 10,64 $\pm$ 0,09 | 11,51 $\pm$ 0,17  |
| AI       | 17,35 $\pm$ 0,25    | 11,05 $\pm$ 0,13 | 11,78 $\pm$ 0,13  |
| AJ       | 17,30 $\pm$ 0,10    | 10,18 $\pm$ 0,55 | 12,08 $\pm$ 0,07  |
| AK       | 17,35 $\pm$ 0,25    | 10,40 $\pm$ 0,21 | 12,25 $\pm$ 0,18  |
| AL       | 18,70 $\pm$ 0,72    | 11,94 $\pm$ 0,32 | 12,56 $\pm$ 0,63  |
| Variação | 219,66%             | 225,34%          | 705,12%           |

Tabela 20- Peso da matéria úmida de sementes de *C. langsdorffii*.  
Peso médio da semente com e sem arilo e peso médio do arilo, por  
classe de semente. Média  $\pm$  erro padrão.

| Classe | Número<br>de<br>Sementes | Peso Médio de Matéria Úmida<br>Semente com<br>arilo<br>(mg) | Semente sem<br>arilo<br>(mg) | Arilo<br>(mg)       |
|--------|--------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------|
| A      | 50                       | 46,38 $\pm$ 3,44                                            | 22,06 $\pm$ 1,65             | 24,32 $\pm$ 2,20    |
| B      | 26                       | 116,66 $\pm$ 9,35                                           | 56,48 $\pm$ 1,86             | 60,19 $\pm$ 6,26    |
| C      | 14                       | 186,26 $\pm$ 9,20                                           | 100,33 $\pm$ 3,27            | 85,92 $\pm$ 4,68    |
| D      | 25                       | 252,74 $\pm$ 19,42                                          | 142,94 $\pm$ 2,46            | 109,80 $\pm$ 13,20  |
| E      | 19                       | 295,15 $\pm$ 10,49                                          | 179,97 $\pm$ 2,47            | 115,21 $\pm$ 5,90   |
| F      | 17                       | 394,11 $\pm$ 22,62                                          | 220,69 $\pm$ 3,39            | 173,41 $\pm$ 12,34  |
| G      | 14                       | 400,29 $\pm$ 19,48                                          | 262,55 $\pm$ 2,78            | 137,71 $\pm$ 6,19   |
| H      | 20                       | 534,92 $\pm$ 28,86                                          | 296,20 $\pm$ 2,19            | 238,70 $\pm$ 18,26  |
| I      | 16                       | 546,98 $\pm$ 19,55                                          | 338,23 $\pm$ 2,88            | 208,75 $\pm$ 11,06  |
| J      | 18                       | 609,27 $\pm$ 17,20                                          | 375,56 $\pm$ 2,69            | 233,72 $\pm$ 10,82  |
| K      | 20                       | 711,34 $\pm$ 46,46                                          | 415,54 $\pm$ 2,11            | 295,80 $\pm$ 28,97  |
| L      | 23                       | 713,52 $\pm$ 18,81                                          | 459,92 $\pm$ 2,40            | 253,61 $\pm$ 13,45  |
| M      | 14                       | 781,74 $\pm$ 35,09                                          | 496,17 $\pm$ 2,78            | 285,57 $\pm$ 18,10  |
| N      | 16                       | 910,23 $\pm$ 53,59                                          | 540,61 $\pm$ 2,86            | 369,63 $\pm$ 30,71  |
| O      | 21                       | 963,70 $\pm$ 26,81                                          | 581,15 $\pm$ 2,76            | 382,57 $\pm$ 17,64  |
| P      | 25                       | 1062,06 $\pm$ 38,99                                         | 617,79 $\pm$ 2,12            | 444,28 $\pm$ 27,80  |
| Q      | 21                       | 1142,11 $\pm$ 45,17                                         | 660,80 $\pm$ 2,36            | 481,33 $\pm$ 29,41  |
| R      | 22                       | 1185,66 $\pm$ 41,14                                         | 698,67 $\pm$ 2,40            | 487,00 $\pm$ 27,49  |
| S      | 10                       | 1319,46 $\pm$ 80,14                                         | 735,57 $\pm$ 3,58            | 583,90 $\pm$ 35,66  |
| T      | 22                       | 1377,02 $\pm$ 48,36                                         | 778,57 $\pm$ 2,15            | 598,45 $\pm$ 31,55  |
| U      | 18                       | 1436,85 $\pm$ 34,64                                         | 824,51 $\pm$ 2,43            | 612,33 $\pm$ 20,54  |
| V      | 18                       | 1527,44 $\pm$ 51,78                                         | 861,56 $\pm$ 3,16            | 665,89 $\pm$ 30,94  |
| W      | 15                       | 1519,93 $\pm$ 47,91                                         | 894,69 $\pm$ 1,79            | 625,27 $\pm$ 26,08  |
| X      | 14                       | 1626,33 $\pm$ 60,40                                         | 943,66 $\pm$ 3,65            | 682,64 $\pm$ 31,70  |
| Y      | 9                        | 1733,69 $\pm$ 76,38                                         | 977,17 $\pm$ 2,74            | 756,55 $\pm$ 32,73  |
| Z      | 14                       | 1874,16 $\pm$ 50,61                                         | 1022,30 $\pm$ 3,00           | 851,86 $\pm$ 27,07  |
| AA     | 10                       | 1896,27 $\pm$ 68,96                                         | 1060,88 $\pm$ 3,78           | 835,40 $\pm$ 30,98  |
| AB     | 7                        | 1918,90 $\pm$ 64,75                                         | 1101,29 $\pm$ 5,34           | 817,57 $\pm$ 24,72  |
| AC     | 11                       | 1958,78 $\pm$ 60,13                                         | 1143,23 $\pm$ 2,83           | 815,54 $\pm$ 28,34  |
| AD     | 9                        | 2126,67 $\pm$ 41,39                                         | 1177,69 $\pm$ 3,86           | 949,00 $\pm$ 17,07  |
| AE     | 9                        | 2197,76 $\pm$ 58,34                                         | 1215,64 $\pm$ 3,46           | 982,11 $\pm$ 24,67  |
| AF     | 5                        | 2247,38 $\pm$ 53,13                                         | 1263,78 $\pm$ 5,72           | 983,60 $\pm$ 17,59  |
| AG     | 7                        | 2240,46 $\pm$ 72,44                                         | 1296,13 $\pm$ 4,20           | 944,29 $\pm$ 27,95  |
| AH     | 7                        | 2336,26 $\pm$ 92,00                                         | 1341,07 $\pm$ 3,20           | 995,14 $\pm$ 34,92  |
| AI     | 4                        | 2332,83 $\pm$ 72,11                                         | 1382,25 $\pm$ 4,20           | 950,50 $\pm$ 19,30  |
| AJ     | 4                        | 2483,53 $\pm$ 181,47                                        | 1423,33 $\pm$ 5,68           | 1060,25 $\pm$ 52,44 |
| AK     | 2                        | 2449,60 $\pm$ 136,90                                        | 1456,25 $\pm$ 10,36          | 993,50 $\pm$ 25,30  |
| AL     | 8                        | 3002,49 $\pm$ 236,11                                        | 1823,98 $\pm$ 210,16         | 1178,50 $\pm$ 33,48 |

Tabela 21- Peso da matéria seca de sementes de *C.langsdorffii*.Peso médio da semente sem arilo, peso médio do arilo, razão entre o peso do arilo e o peso da semente e o percentual de umidade, por classe de semente.

| Classe | Número de Sementes |              |            |                  |  | Peso Médio de Matéria Seca |  | Umidade (%) |
|--------|--------------------|--------------|------------|------------------|--|----------------------------|--|-------------|
|        | Sementes           | Semente (mg) | Arilo (mg) | Razão arilo/sem. |  |                            |  |             |
| A      | 50                 | 2,400        | 5,780      | 2,408            |  | 89,1                       |  |             |
| B      | 26                 | 6,885        | 14,154     | 2,056            |  | 87,8                       |  |             |
| C      | 14                 | 12,857       | 23,286     | 1,811            |  | 87,2                       |  |             |
| D      | 25                 | 18,680       | 30,840     | 1,651            |  | 86,9                       |  |             |
| E      | 19                 | 22,947       | 43,368     | 1,890            |  | 87,2                       |  |             |
| F      | 17                 | 23,529       | 43,176     | 1,835            |  | 89,3                       |  |             |
| G      | 14                 | 41,714       | 61,643     | 1,478            |  | 84,1                       |  |             |
| H      | 20                 | 38,800       | 66,200     | 1,706            |  | 86,9                       |  |             |
| I      | 16                 | 52,250       | 59,438     | 1,138            |  | 84,6                       |  |             |
| J      | 18                 | 64,111       | 78,111     | 1,218            |  | 82,9                       |  |             |
| K      | 20                 | 71,200       | 98,150     | 1,379            |  | 82,9                       |  |             |
| L      | 23                 | 73,130       | 86,435     | 1,182            |  | 84,1                       |  |             |
| M      | 14                 | 156,857      | 128,286    | 0,818            |  | 68,4                       |  |             |
| N      | 16                 | 123,625      | 119,875    | 0,970            |  | 77,1                       |  |             |
| O      | 21                 | 187,476      | 154,381    | 0,823            |  | 67,7                       |  |             |
| P      | 25                 | 206,120      | 136,760    | 0,663            |  | 66,6                       |  |             |
| Q      | 21                 | 200,000      | 134,238    | 0,671            |  | 69,7                       |  |             |
| R      | 22                 | 196,273      | 127,545    | 0,650            |  | 71,9                       |  |             |
| S      | 10                 | 183,700      | 172,800    | 0,941            |  | 75,0                       |  |             |
| T      | 22                 | 221,545      | 158,727    | 0,716            |  | 71,5                       |  |             |
| U      | 18                 | 257,389      | 177,333    | 0,689            |  | 68,8                       |  |             |
| V      | 18                 | 248,167      | 180,278    | 0,726            |  | 71,2                       |  |             |
| W      | 15                 | 285,867      | 178,533    | 0,625            |  | 68,0                       |  |             |
| X      | 14                 | 311,500      | 186,286    | 0,598            |  | 67,0                       |  |             |
| Y      | 9                  | 335,333      | 188,889    | 0,563            |  | 65,7                       |  |             |
| Z      | 14                 | 339,000      | 218,429    | 0,644            |  | 66,8                       |  |             |
| AA     | 10                 | 327,500      | 209,900    | 0,641            |  | 69,1                       |  |             |
| AB     | 7                  | 402,000      | 201,714    | 0,502            |  | 63,5                       |  |             |
| AC     | 11                 | 421,455      | 217,909    | 0,517            |  | 63,1                       |  |             |
| AD     | 9                  | 397,778      | 235,222    | 0,591            |  | 66,2                       |  |             |
| AE     | 9                  | 465,333      | 268,111    | 0,576            |  | 61,7                       |  |             |
| AF     | 5                  | 474,400      | 292,400    | 0,616            |  | 62,5                       |  |             |
| AG     | 7                  | 493,857      | 260,143    | 0,527            |  | 61,9                       |  |             |
| AH     | 7                  | 414,000      | 252,286    | 0,609            |  | 69,1                       |  |             |
| AI     | 4                  | 442,000      | 216,250    | 0,489            |  | 68,0                       |  |             |
| AJ     | 4                  | 401,000      | 291,750    | 0,728            |  | 71,8                       |  |             |
| AK     | 2                  | 592,500      | 255,000    | 0,430            |  | 59,3                       |  |             |
| AL     | 8                  | 572,125      | 285,625    | 0,499            |  | 68,6                       |  |             |

padrão do peso médio de matéria seca porque o peso da matéria seca foi obtido após as sementes de cada classe terem sido maceradas (para a extração de compostos cumarínicos) e secas.

Pode ser observado que o teor de umidade das sementes, em geral, diminui a partir das primeiras classes, sendo esta diminuição lenta e variável.

As figuras 3 e 4 mostram a correlação existente entre o peso da matéria úmida e o produto dos valores de comprimento, largura e espessura das sementes. Existe uma correlação linear e positiva entre o aumento das dimensões e o peso da semente. Esta correlação é maior em relação à semente sem arilo ( $r=0,97$ ; Figura 4) do que em relação à semente com arilo ( $r=0,93$ ; Figura 3).

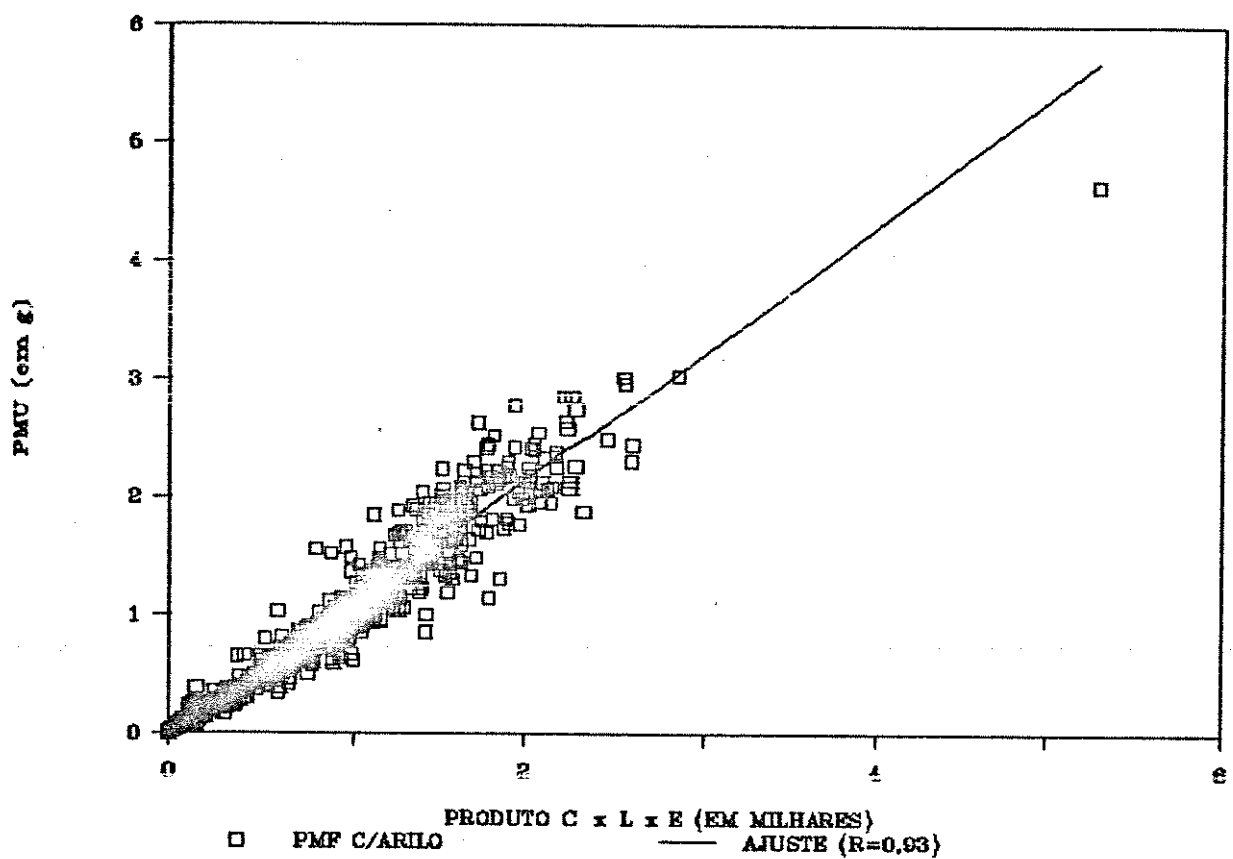


Figura 3— Correlação entre o peso de matéria úmida de sementes de *C. langsdorffii* com arilo e o produto dos valores de comprimento, largura e espessura das sementes (C x L x E).

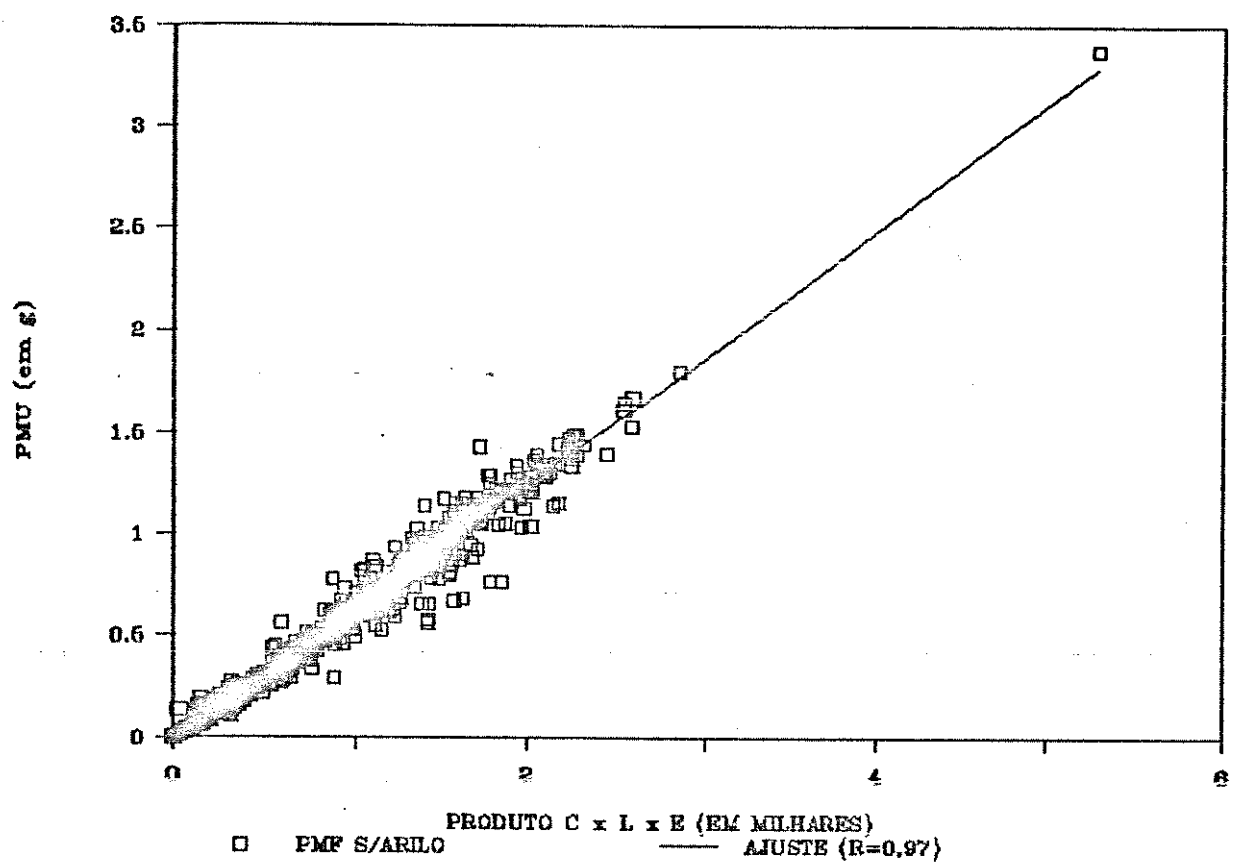


Figura 4— Correlação entre o peso de matéria úmida de sementes de *C.langsdorffii* sem arilo e o produto dos valores de comprimento, largura e espessura das sementes (C x L x E).

### 5- Germinação

As sementes utilizadas nos testes de germinação em diferentes condições de temperatura sob luz contínua ou fotoperíodo de 12 horas, foram provenientes do lote de sementes coletadas no ano de 1990, tanto as do cerrado como as de mata. A distribuição dessas sementes em classes por peso de matéria fresca está na tabela 22.

Tabela 22- Distribuição de classes por peso de matéria fresca de sementes maduras de *C. langsdorffii*.

| SEMENTES DE CERRADO |                        | SEMENTES DE MATA |                        |
|---------------------|------------------------|------------------|------------------------|
| classe              | intervalo de peso (mg) | classe           | intervalo de peso (mg) |
| A                   | < - 800                | A                | < - 500                |
| B                   | 801 - 900              | B                | 501 - 600              |
| C                   | 901 - 1000             | C                | 601 - 700              |
| D                   | 1001 - 1100            | D                | 701 - <                |
| E                   | 1101 - <               |                  |                        |

Estas sementes apresentaram tamanhos e pesos diferentes, sendo as do cerrado sensivelmente maiores que as da mata. Os dados estão contidos na Tabela 23.

As sementes (mata e cerrado) empregadas nos testes de germinação não sofreram escarificação prévia. Os testes foram uniformizados para avaliação do tempo necessário ao início da germinação e performance de cada semente nos diversos tratamentos

de temperatura.

Tabela 23- Pesos médios das sementes de *C. langsdorffii* de cerrado e de mata, divididas em classes, utilizadas nos experimentos de germinação.

| Sementes de cerrado |                |                |          | Sementes de mata |                |                |          |
|---------------------|----------------|----------------|----------|------------------|----------------|----------------|----------|
| Classe              | Nº de Sementes | Peso Médio (g) | c.v. (%) | Classe           | Nº de Sementes | Peso Médio (g) | c.v. (%) |
| A                   | 8              | 0,739          | 4,56     | A                | 2              | 0,444          | 1,12     |
| B                   | 12             | 0,842          | 3,24     | B                | 20             | 0,555          | 5,73     |
| C                   | 17             | 0,939          | 2,84     | C                | 21             | 0,649          | 4,19     |
| D                   | 8              | 1,049          | 2,40     | D                | 7              | 0,773          | 3,36     |
| E                   | 5              | 1,133          | 3,94     |                  |                |                |          |
| TOTAL               | 50             | x= 0,921       |          | TOTAL            | 50             | x= 0,621       |          |

A germinação sob luz constante, dependendo da temperatura constante, teve seu início após períodos variáveis de embebição. A tabela 24 mostra o período de embebição para o início da germinação, germinação máxima, tempo de duração do teste e o coeficiente de variação (c.v.) em %.

Pode ser observado que o número de dias necessários para o início da germinação foi maior (18) para temperaturas baixas (15 e 20°C) tanto para sementes de cerrado como para as de mata, quando comparado com os tratamentos em temperaturas mais altas (25 e 30°C), quando o início da germinação ocorreu mais precocemente (após 8 a 10 dias de embebição). A germinação, em geral, foi elevada (entre 83 e 100%) em todos os tratamentos, para os dois tipos de semente, não havendo diferença significativa entre os tratamentos, exceto a 15°C, para os dois

Tabela 24- Período de embebição, germinação máxima e tempo de duração do teste em diversas temperaturas contínuas, de sementes de *C. langsdorffii*.

| Semente | Temperatura (°C) | Período de embebição (dias) | Germinação máxima (%) | Duração do teste (dias) | (c.v.) % |
|---------|------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|----------|
| Cerrado | 15               | 18                          | 83,33 B               | 38                      | 11,31    |
|         | 20               | 18                          | 93,33 AB              | 46                      | 5,05     |
|         | 25               | 10                          | 96,67 AB              | 30                      | 4,88     |
|         | 30               | 10                          | 100,00 A              | 30                      | 0,00     |
|         | 35               | —                           | 0,00 C                | 46                      | —        |
| Mata    | 15               | 18                          | 53,33 b               | 38                      | 23,39    |
|         | 20               | 18                          | 93,33 a               | 46                      | 10,10    |
|         | 25               | 10                          | 96,67 a               | 30                      | 4,88     |
|         | 30               | 08                          | 93,33 a               | 30                      | 10,10    |
|         | 35               | —                           | 0,00 c                | 46                      | —        |

Valores seguidos de letras iguais não apresentam diferença significativa entre si ao nível de 5%.

tipos de semente, sendo que as de cerrado diferem menos do que as de mata. A germinação máxima foi alcançada mais rapidamente nos tratamentos de 25 e 30°C. A 35°C não houve germinação, tanto entre as sementes de cerrado como entre as de mata. O coeficiente de variação (c.v.) mostra que houve uniformidade na germinação em cada tratamento, exceto para sementes de mata a 15°C (germinação baixa), onde o c.v. foi superior a 20%.

Em experimentos com temperaturas alternantes sob fotoperíodo de 12 horas, o início da germinação, dependendo do intervalo temperatura, teve início após períodos variáveis de embebição. A tabela 25 mostra o período de embebição para o início da germinação, germinação máxima e tempo de duração do teste.

Tabela 25- Período de embebição, germinação máxima e tempo de duração do teste em diversas temperaturas alternantes, sob fotoperíodo de 12 horas, na germinação de sementes de *C. langsdorffii*.

| Semente | Temperatura<br>(°C) | Período de<br>Embebição<br>(dias) | Taxa máxima<br>de germinação<br>(%) | Duração<br>do teste<br>(dias) | (c.v.)<br>% |
|---------|---------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------|
| Cerrado | 25 - 15             | 14                                | 86,67 A                             | 44                            | 5,44        |
|         | 25 - 20             | 08                                | 96,67 A                             | 36                            | 4,88        |
|         | 30 - 20             | 10                                | 96,67 A                             | 36                            | 4,88        |
|         | 30 - 25             | 08                                | 93,33 A                             | 36                            | 10,10       |
| Mata    | 25 - 15             | 18                                | 60,00 b                             | 44                            | 27,22       |
|         | 25 - 20             | 10                                | 83,33 ab                            | 36                            | 5,05        |
|         | 30 - 20             | 10                                | 100,00 a                            | 30                            | 0,00        |
|         | 30 - 25             | 08                                | 96,67 a                             | 36                            | 4,88        |

Valores seguidos de letras iguais não apresentam diferença significativa entre si ao nível de 95%.

Entre os tratamentos com temperaturas alternantes e fotoperíodo de 12 horas houve também variação em relação ao tempo de embebição. A germinação final para as sementes de cerrado variou pouco, de 87 a 97%. A faixa de temperatura em que houve menor germinação foi entre 25-15°C (87%) após 44 dias do início da embebição, enquanto que entre 25-20°C e 30-20°C a germinação máxima atingiu 97% ao final de 36 dias. Porém, quando mantidas na faixa de 30-25°C, as sementes de cerrado atingiram a taxa de 93% após 36 dias. O c.v. apresentou-se baixo, demonstrando boa uniformidade na germinação. Por outro lado, as sementes de mata apresentaram um comportamento pouco diferente. A germinação mais elevada foi alcançada nas faixas de temperaturas entre 30-20 e

30-25°C (100 e 97%) após 30 e 36 dias, respectivamente, do início da embebição. Quando mantida sob temperaturas alternantes de 25-20°C, a germinação atingiu 83% após 36 dias, que não difere estatisticamente dos tratamentos de 30-20 e 30-25°C. As sementes de mata apresentaram uma germinação pouco uniforme no tratamento de 25-15°C, o que é revelado pelo c.v. mais elevado (27,22%).

Não existe diferença significativa entre a germinação máxima de sementes de cerrado e de mata submetidas ao mesmo tratamento de temperatura.

Pelas curvas de germinação, pode ser visto que as sementes de cerrado germinaram melhor sob luz constante nas temperaturas de 15, 20, 25 e 30°C contínuos (Figura 5) e sob fotoperíodo de 12 horas nas temperaturas alternantes de 25-15, 25-20, 30-20 e 30-25°C (Figura 6). A temperatura contínua de 35°C inibiu a germinação completamente. A figura 6 mostra que a alternância de temperatura e fotoperíodo não afetou a germinação, apenas a faixa de variação de 25-15°C provocou um retardamento.

As sementes de mata tiveram sua germinação promovida sob luz contínua nas temperaturas de 20, 25 e 30°C contínuas (Figura 7) e sob fotoperíodo de 12 horas nas temperaturas alternantes entre 25-20, 30-20 e 30-25°C (Figura 8). As temperaturas contínuas de 15 e 35°C inibiram a germinação. Não existe diferença entre a germinação final dos tratamentos onde houve promoção (temperaturas contínuas e alternantes), mas existe diferença significativa entre estes tratamentos e aqueles em que houve inibição.

Pelas figuras 5 a 8 pode ser visto que tanto para mata como

para cerrado, as temperaturas constantes de 15 e 20°C sob luz constante e de 25-15°C com fotoperíodo de 12 horas retardam a germinação da espécie.

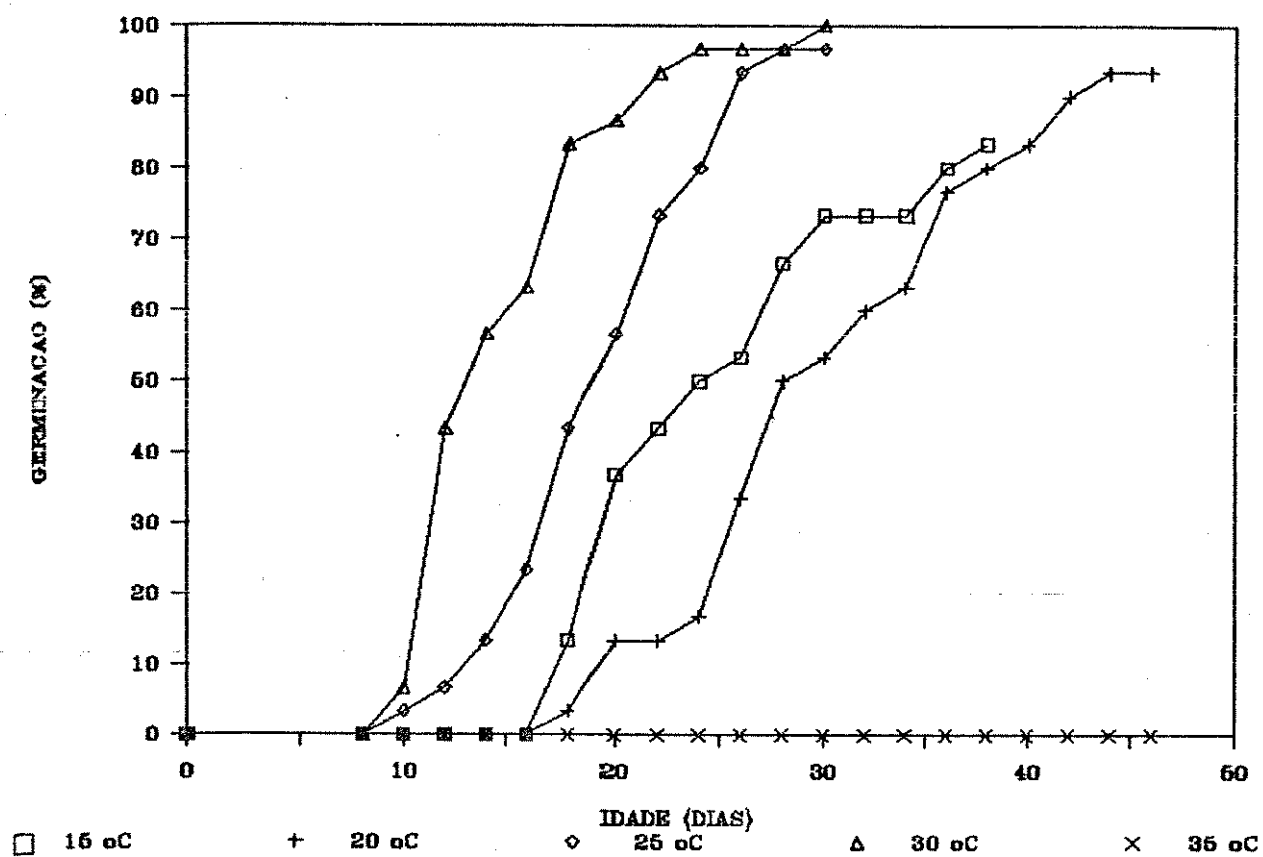


Figura 5- Germinação de sementes de *C. langsdorffii* de cerrado em luz fluorescente branca contínua e diferentes temperaturas contínuas.

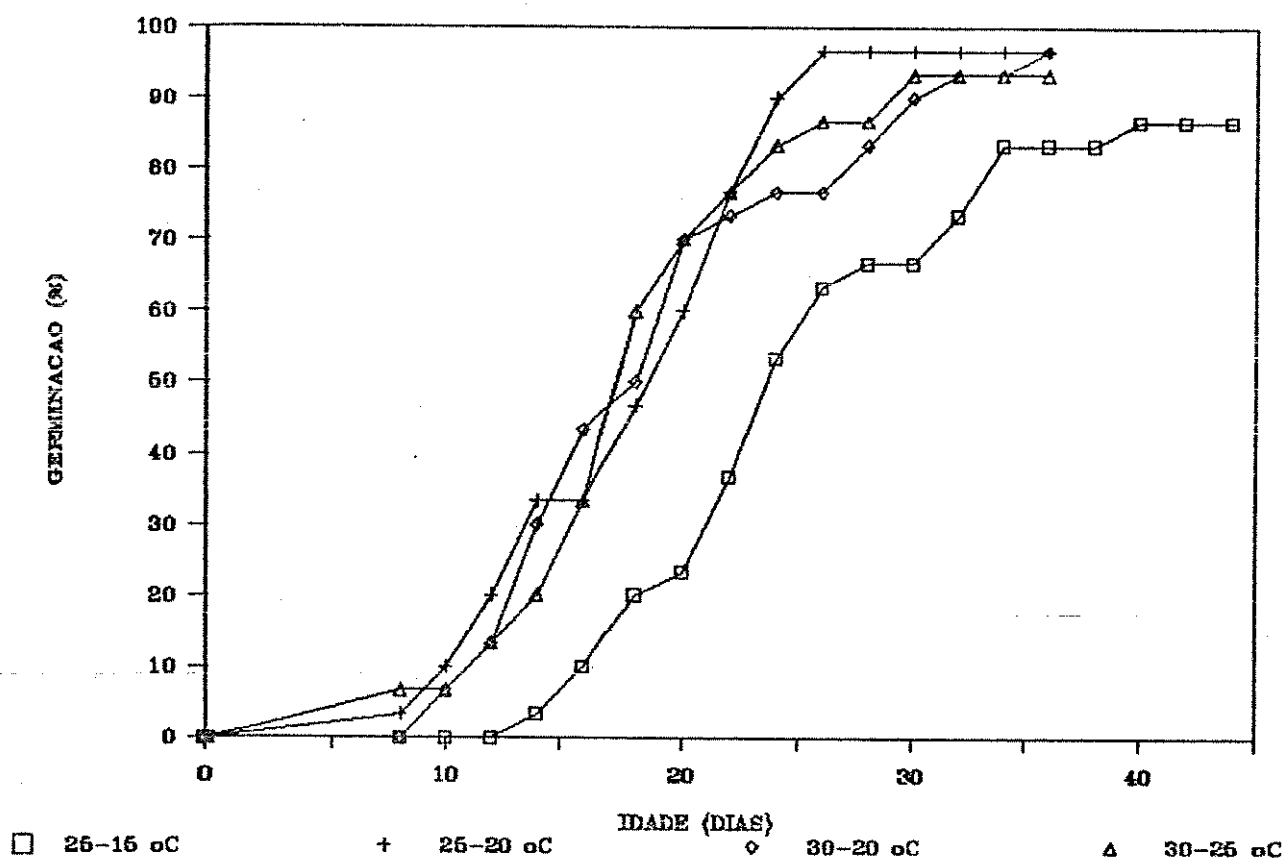


Figura 6- Germinação de sementes de *C. langsdorffii* de cerrado em fotoperíodo de 12 horas de luz fluorescente branca em diferentes temperaturas alternantes.

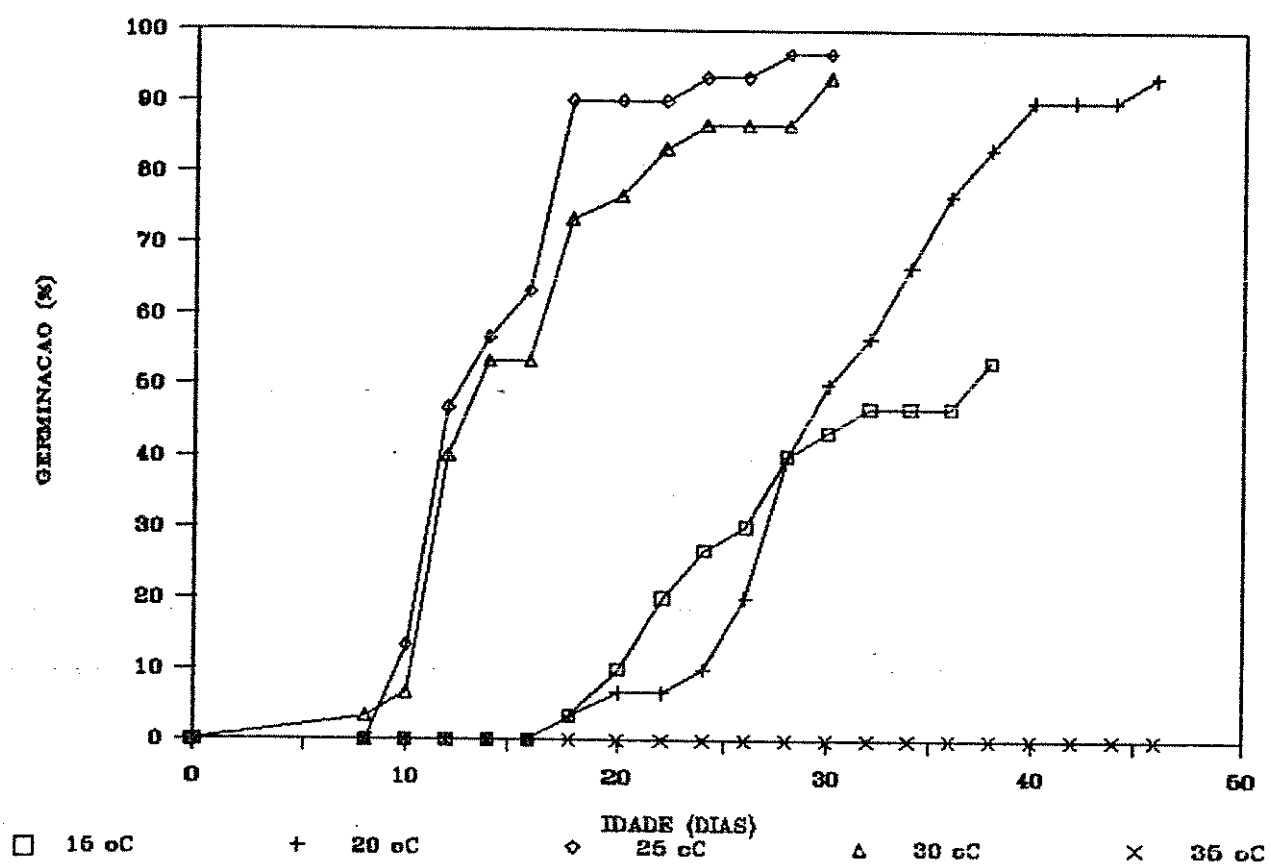


Figura 7- Germinação de sementes de *C. langsdorffii* de mata em luz fluorescente branca contínua e diferentes temperaturas contínuas.

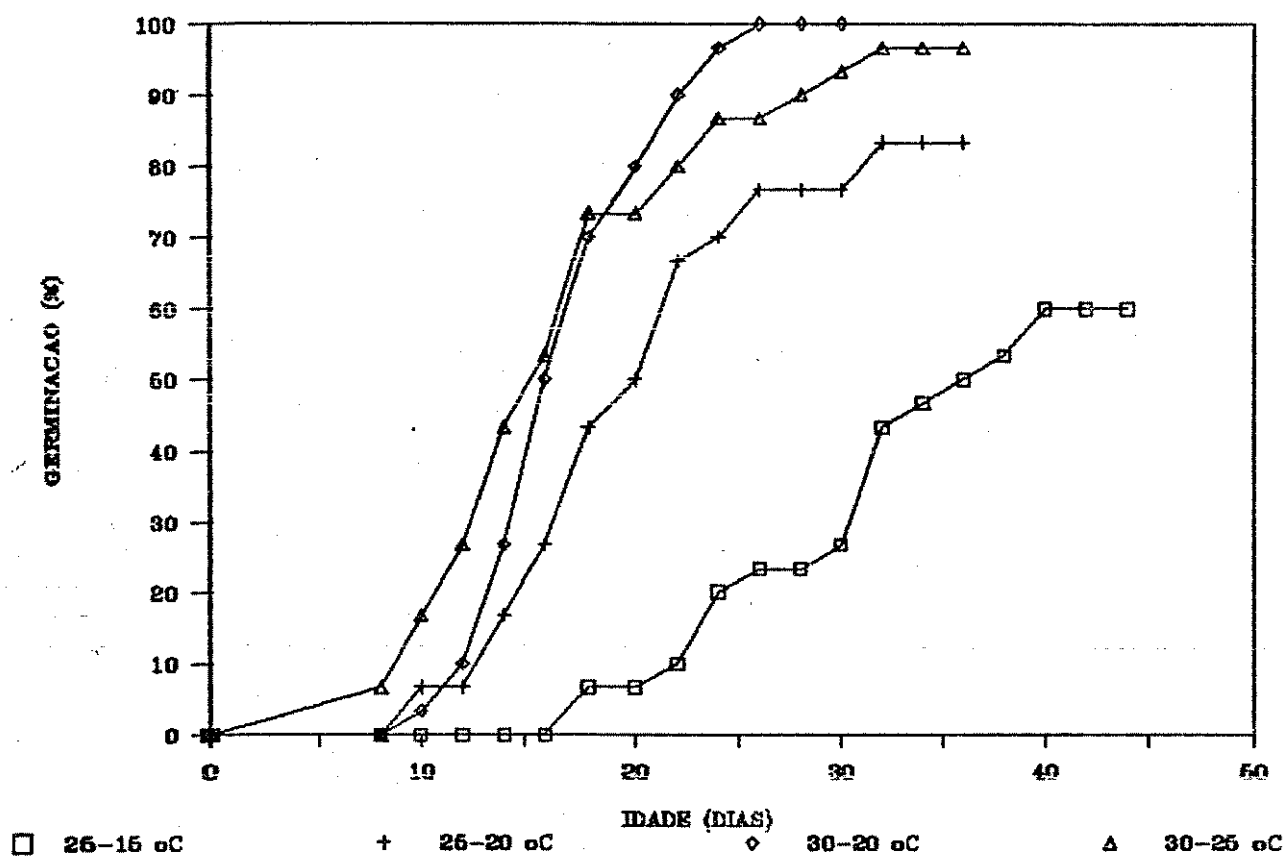


Figura 8- Germinação de sementes de *C. langsdorffii* de mata em fotoperíodo de 12 horas de luz fluorescente branca em diferentes temperaturas alternantes.

## 6- Alelopatia

No experimento 1, foram colocadas sementes de alface e de rabanete sobre o exsudato de sementes de cerrado e de mata que embeberam e germinaram num período de 30 dias. Como houve muita variação nos resultados, a análise estatística mostrou que não existe diferença significativa entre os tratamentos, tanto para alface (Figura 9) como para rabanete (Figura 10), 48 e 96h após a montagem do experimento.

Os mesmos exsudatos do experimento 1, foram testados com picão-preto e fumo-bravo. A análise estatística mostrou que, após 10 dias, apenas picão-preto mantido no exsudato de sementes de mata é que teve sua germinação inibida (Figura 11).

Em um terceiro experimento, alface foi colocada em papel de filtro com o exsudato de sementes de *C. langsdorffii* de cerrado e de mata que embeberam e iniciaram a germinação num período de 16 dias. A figura 12 mostra que ao longo de 96h a germinação de alface foi totalmente inibida tanto na presença do exsudato de sementes de cerrado quanto nas de mata, enquanto no controle (água) atingiu cerca de 83% de germinação.

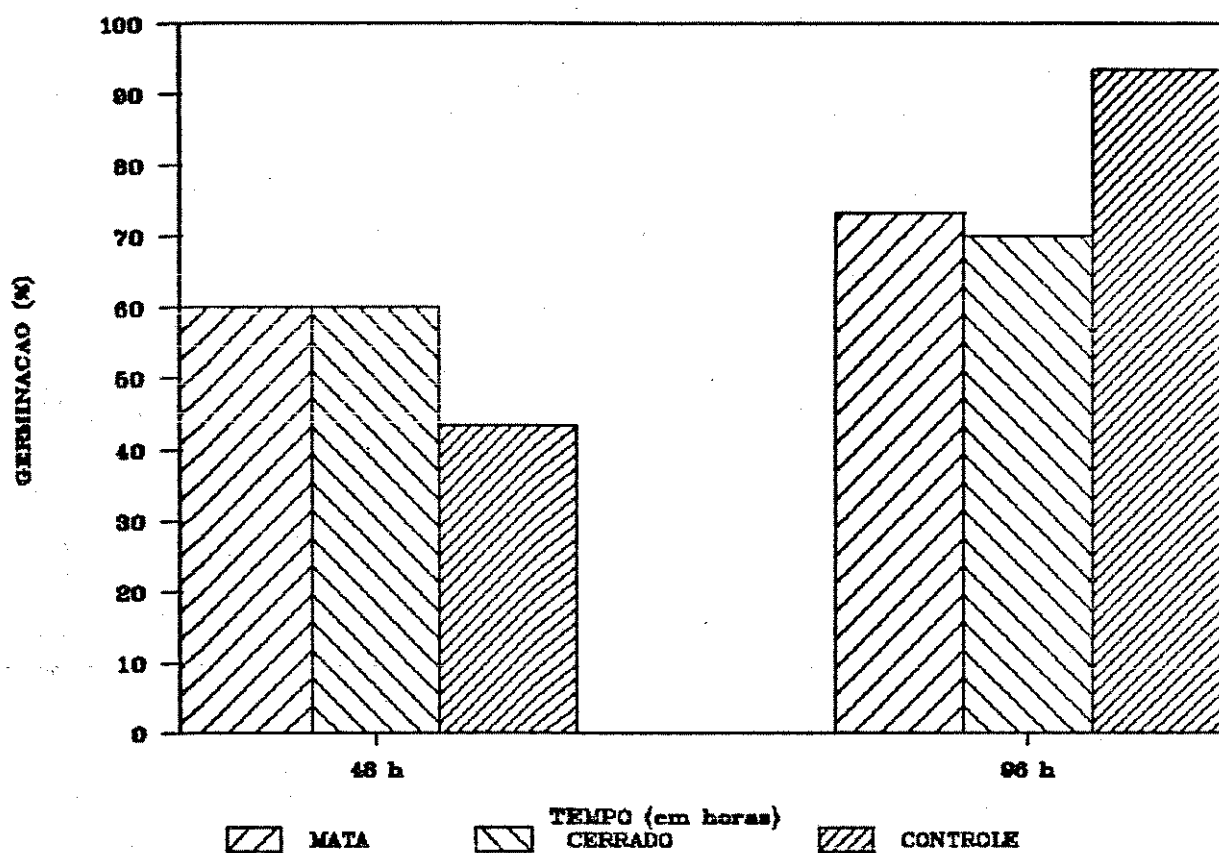


Figura 9- Efeito alelopático na germinação de alface em luz fluorescente branca e 25°C contínuos após 48 e 96 horas de permanência no exsudato de 30 dias de sementes de *C. langsdorffii* de cerrado e de mata.

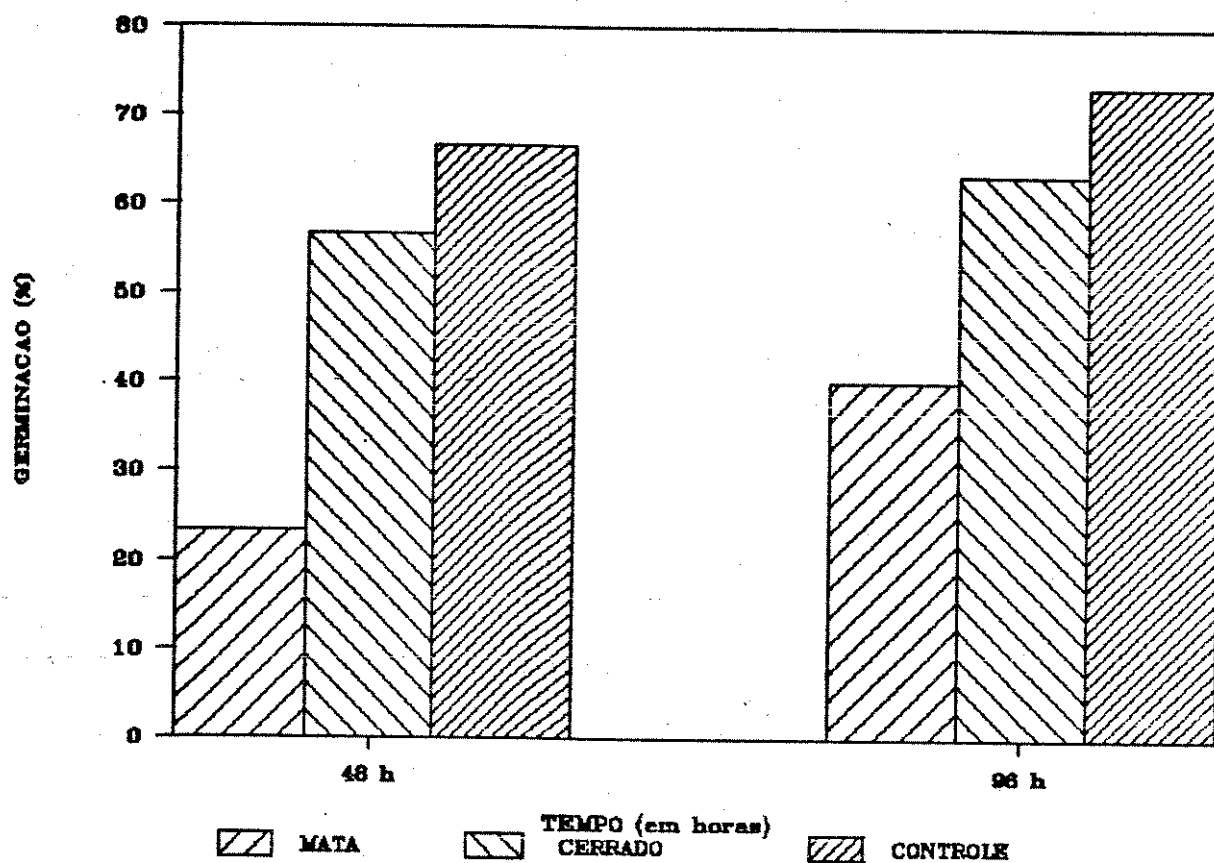


Figura 10- Efeito alelopático na germinação de rabanete em luz fluorescente branca e 25°C contínuos após 48 e 96 horas de permanência no exsudato de 30 dias de sementes de *C. lanqsdorffii* de cerrado e de mata.

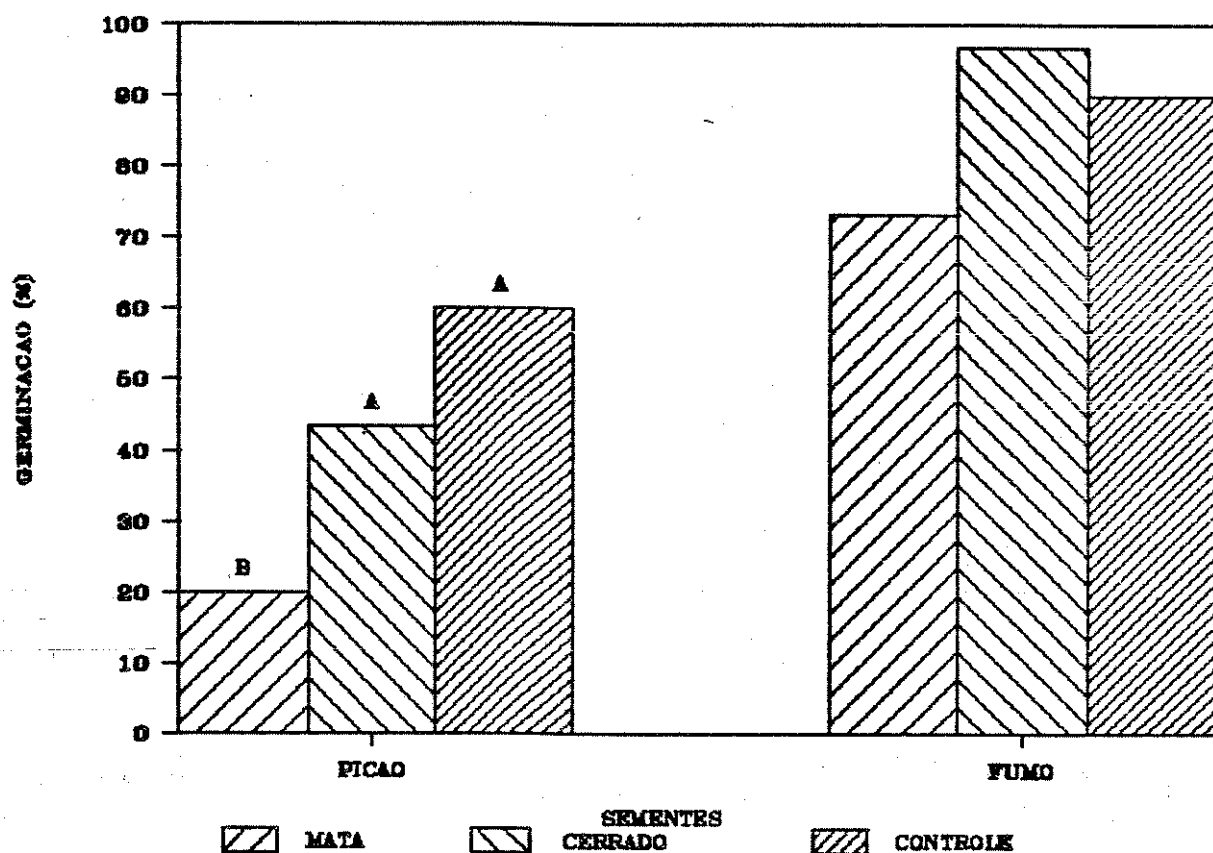


Figura 11- Efeito alelopático em picão-preto e fumo-bravo em luz fluorescente branca e 25°C contínuos após 10 dias na presença de exsudato de 30 dias de sementes de *C.langsdorffii* de cerrado e de mata. Letras diferentes mostram que houve diferença significativa ( $DMS_{05}$ ).

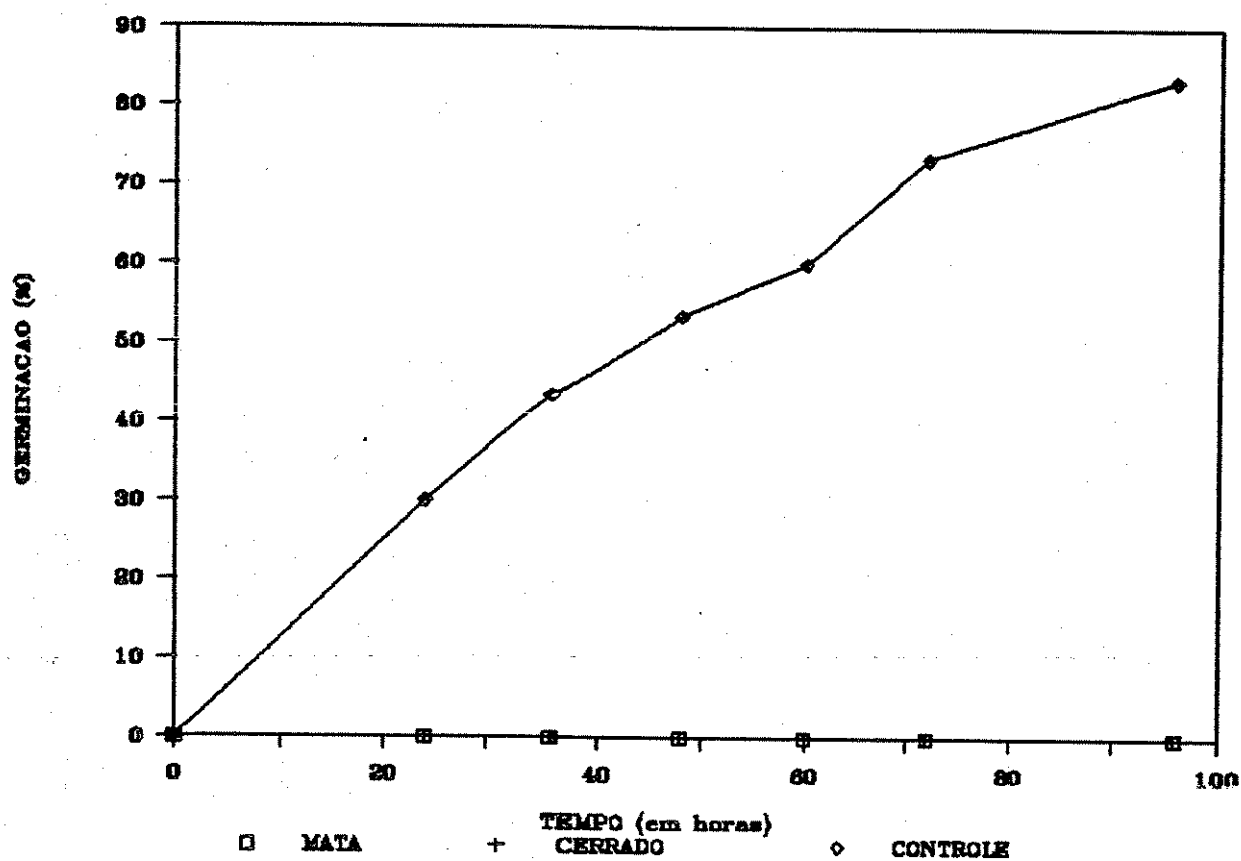


Figura 12- Efeito alelopático em alface em luz fluorescente branca e 25°C contínuos na presença de exsudato de 16 dias de sementes de *C. langsdorffii* de cerrado e de mata.

## 7- Viabilidade e longevidade das sementes

As sementes, quando armazenadas em condições de temperatura, umidade e luz ambiente, perdem sua viabilidade, ou têm diminuída sua germinação, após cerca de 15 meses de armazenamento. As sementes provenientes de árvores do cerrado (coleta de 1987) perderam completamente sua viabilidade após 450 dias de armazenamento em condições ambientais (Tabela 26). Por outro lado, as sementes provenientes de árvores da mata (coleta de 1988) apresentaram uma germinação de 56% após 475 dias de armazenamento nas mesmas condições, demonstrando haver uma diferença significativa em relação às sementes de cerrado (Tabela 26). No entanto, até cerca de 10 meses (sementes de cerrado) a 1 ano (sementes de mata) a germinação foi elevada (98 a 100%) entre as sementes mantidas nesse tratamento.

O armazenamento em câmara fria a 4°C prolongou satisfatoriamente o período de tempo de viabilidade das sementes provenientes do cerrado, que mantiveram uma germinação elevada com 36 meses de armazenamento.

Tabela 26- Germinação a 25°C e luz branca contínua de sementes de *C. langsdorffii* de cerrado e mata, mantidas sob duas condições de armazenamento.

| Origem  | Armazenamento | Tempo Germinação<br>(dias) | Germinação (%) | Duração do<br>experimento<br>(dias) |
|---------|---------------|----------------------------|----------------|-------------------------------------|
| CERRADO | T ambiente    | 90                         | 94             | 23                                  |
|         | T ambiente    | 300                        | 98             | 30                                  |
|         | câm. fria     | 300                        | 90             | 30                                  |
|         | T ambiente    | 450                        | 0              | 30                                  |
|         | câm. fria     | 450                        | 98             | 30                                  |
|         | câm. fria     | 540                        | 92             | 24                                  |
|         | câm. fria     | 570                        | 98             | 27                                  |
|         | câm. fria     | 630                        | 98             | 24                                  |
|         | câm. fria     | 745                        | 96             | 30                                  |
|         | câm. fria     | 1095                       | 100            | 31                                  |
| MATA    | T ambiente    | 35                         | 88             | 30                                  |
|         | T ambiente    | 180                        | 96             | 30                                  |
|         | T ambiente    | 270                        | 100            | 24                                  |
|         | T ambiente    | 300                        | 100            | 27                                  |
|         | T ambiente    | 360                        | 100            | 24                                  |
|         | T ambiente    | 475                        | 56             | 30                                  |

\*Câmara fria a 4°C.

## 8- Crescimento inicial das plântulas

O crescimento das plântulas oriundas de sementes de mata e de cerrado foi avaliado a partir da semeadura, quando as plântulas tinham 8 dias de idade.

Os valores dos parâmetros analisados (altura, área foliar, peso da matéria úmida e peso da matéria seca) das diversas partes da plântula estão contidos nas tabelas 27 e 28. Os valores de altura das plântulas (Figura 13) tanto de mata como de cerrado apresentaram uma variação com baixo coeficiente de correlação ( $r=0,76$  para mata e  $r=0,69$  para cerrado) com a idade. O mesmo ocorreu com relação à área foliar (Figura 14), que apresentou também coeficientes de correlação baixos ( $r=0,76$  para mata e  $r=0,79$  para cerrado). Com referência à relação entre altura e área foliar (ver Tabelas 27 e 28), porém, a correlação mostrou-se mais alta tanto nas plântulas de mata ( $r=0,83$ ) como nas de cerrado ( $r=0,86$ ). Quanto aos pesos de matéria úmida, bem como de matéria seca, os valores dos coeficientes de correlação são mostrados na tabela 29. Pode ser observado que a correlação existente entre os pesos de matéria úmida da parte aérea com a raiz é maior nas plântulas de mata do que nas do cerrado. A correlação entre os pesos de matéria úmida e seca de ambas as origens em relação aos pesos dos cotilédones é negativa em virtude do consumo das reservas e correspondente aumento do peso do eixo embrionário. Esta variação de peso é mostrada nas figuras 15 e 16, respectivamente das plântulas de cerrado e de mata. Pode

Tabela 27- Valores médios dos parâmetros de crescimento inicial de plântulas de *C. langsdorffii* obtidas a partir de sementes de mata. Altura do caule, área foliar, peso da matéria úmida da parte aérea (PA), da raiz (RAIZ), dos cotilédones (COT), do eixo embrionário (EE) e total (TOTAL). Peso da matéria seca da parte aérea (PA), da raiz (RAIZ), dos cotilédones (COT), do eixo embrionário (EE) e total (TOTAL).

| IDADE<br>(dias) | ALTURA<br>(cm) | ÁREA FOLIAR<br>(cm <sup>2</sup> ) | PESO DE MATÉRIA ÚMIDA (g) |       |       |       |       | PESO DE MATÉRIA SECA (g) |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|-----------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                |                                   | PA                        | RAIZ  | COT   | EE    | TOTAL | PA                       | RAIZ  | COT   | EE    | TOTAL |
| SEMENTE         | -              | -                                 | -                         | -     | -     | -     | 1,004 | -                        | -     | -     | -     | 0,412 |
| 8               | 0,000          | 0,000                             | 0,000                     | 0,055 | 1,108 | 0,055 | 1,162 | 0,001                    | 0,012 | 0,398 | 0,012 | 0,410 |
| 13              | 0,617          | 0,667                             | 0,006                     | 0,176 | 1,292 | 0,182 | 1,474 | 0,005                    | 0,019 | 0,389 | 0,020 | 0,410 |
| 18              | 2,067          | 0,700                             | 0,101                     | 0,058 | 1,345 | 0,159 | 1,503 | 0,076                    | 0,019 | 0,382 | 0,024 | 0,407 |
| 23              | 7,642          | 18,100                            | 0,552                     | 0,338 | 0,881 | 0,890 | 1,772 | 0,112                    | 0,054 | 0,100 | 0,127 | 0,229 |
| 28              | 5,700          | 39,683                            | 0,821                     | 0,325 | 0,764 | 1,145 | 1,909 | 0,133                    | 0,027 | 0,052 | 0,139 | 0,191 |
| 33              | 8,100          | 55,300                            | 1,017                     | 0,370 | 0,480 | 1,387 | 1,867 | 0,217                    | 0,053 | 0,052 | 0,186 | 0,238 |
| 38              | 6,883          | 48,800                            | 0,997                     | 0,488 | 0,239 | 1,486 | 1,724 | 0,227                    | 0,058 | 0,042 | 0,275 | 0,317 |
| 48              | 7,367          | 54,133                            | 1,217                     | 0,528 | 0,000 | 1,745 | 1,745 | 0,275                    | 0,055 | 0,000 | 0,282 | 0,282 |
| 58              | 7,908          | 46,600                            | 1,117                     | 0,677 | 0,000 | 1,794 | 1,794 | 0,232                    | 0,128 | 0,000 | 0,403 | 0,403 |
| 68              | 6,575          | 43,283                            | 1,086                     | 0,503 | 0,000 | 1,590 | 1,590 | 0,233                    | 0,105 | 0,000 | 0,338 | 0,338 |

Tabela 28- Valores médios dos parâmetros de crescimento inicial de plântulas de *C. langsdorffii* obtidas a partir de sementes de cerrado. Altura do caule, área foliar, peso da matéria úmida da parte aérea (PA), da raiz (RAIZ), dos cotilédones (COT), do eixo embrionário (EE) e total (TOTAL). Peso da matéria seca da parte aérea (PA), da raiz (RAIZ), dos cotilédones (COT), do eixo embrionário (EE) e total (TOTAL).

| IDADE<br>(dias) | ALTURA<br>(cm) | ÁREA FOLIAR<br>(cm <sup>2</sup> ) | PESO DE MATÉRIA ÚMIDA (g) |       |       |       |       | PESO DE MATÉRIA SECA (g) |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|-----------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                |                                   | PA                        | RAIZ  | COT   | EE    | TOTAL | PA                       | RAIZ  | COT   | EE    | TOTAL |
| SEMENTE         | -              | -                                 | -                         | -     | -     | -     | 1,536 | -                        | -     | -     | -     | 0,681 |
| 8               | 0,000          | 0,000                             | 0,000                     | 0,057 | 1,437 | 0,057 | 1,494 | 0,000                    | 0,011 | 0,508 | 0,011 | 0,519 |
| 13              | 0,800          | 0,967                             | 0,012                     | 0,100 | 1,391 | 0,112 | 1,503 | 0,005                    | 0,013 | 0,475 | 0,018 | 0,493 |
| 18              | 5,928          | 11,167                            | 0,435                     | 0,129 | 1,705 | 0,564 | 2,269 | 0,075                    | 0,028 | 0,335 | 0,103 | 0,438 |
| 23              | 8,560          | 44,333                            | 0,967                     | 0,251 | 1,234 | 1,218 | 2,452 | 0,110                    | 0,026 | 0,155 | 0,135 | 0,290 |
| 28              | 8,292          | 40,717                            | 0,870                     | 0,211 | 1,428 | 1,081 | 2,509 | 0,134                    | 0,029 | 0,155 | 0,163 | 0,318 |
| 33              | 8,042          | 76,050                            | 1,463                     | 0,236 | 0,627 | 1,699 | 2,326 | 0,272                    | 0,030 | 0,059 | 0,301 | 0,360 |
| 38              | 10,202         | 86,233                            | 1,432                     | 0,302 | 0,280 | 1,734 | 2,014 | 0,320                    | 0,045 | 0,057 | 0,365 | 0,422 |
| 48              | 5,625          | 57,867                            | 1,125                     | 0,398 | 0,000 | 1,522 | 1,522 | 0,309                    | 0,058 | 0,000 | 0,367 | 0,367 |
| 58              | 8,100          | 73,400                            | 1,516                     | 0,601 | 0,000 | 2,117 | 2,117 | 0,403                    | 0,131 | 0,000 | 0,534 | 0,534 |
| 68              | 8,583          | 68,100                            | 1,420                     | 0,729 | 0,000 | 2,150 | 2,150 | 0,409                    | 0,115 | 0,000 | 0,524 | 0,524 |

Tabela 29- Coeficientes de correlação calculados entre os valores de peso de matéria úmida e seca de parte aérea e raiz (PAXR), parte aérea e cotilédones (PAXCt) e raiz e cotilédones (RxCt) de *C. langsdorffii* de mata e de cerrado.

| Origem  | Peso Matéria Úmida |       |       | Peso Matéria Seca |       |       |
|---------|--------------------|-------|-------|-------------------|-------|-------|
|         | PAXR               | PAXCt | RxCt  | PAXR              | PAXCt | RxCt  |
| Mata    | 0,91               | -0,89 | -0,85 | 0,88              | -0,88 | -0,75 |
| Cerrado | 0,79               | -0,79 | -0,82 | 0,85              | -0,88 | -0,71 |

ser observado que a queda dos cotilédones ocorreu após o 38º dia, quando ocorre uma diminuição do incremento de crescimento, retomado após o 48º dia e voltando a ser interrompido após o 58º dia. A análise de variância mostrou que não existe diferença significativa entre os parâmetros de peso fresco e peso seco das plântulas de mata e de cerrado.

A Taxa de Crescimento Relativo (TCR) e a Taxa de Assimilação Aparente (TAA) foram calculadas a partir dos dados entre o 48º (quando caíram os cotilédones) e o 68º dia de idade das plântulas.

O TCR foi de  $0,018\text{mg}\cdot\text{mg}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$  para plântulas de cerrado e de  $0,009\text{mg}\cdot\text{mg}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$  para plântulas de mata.

O TAA foi de  $0,126\text{mg}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$  para plântulas de cerrado e de  $0,057\text{mg}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$  para plântulas de mata.

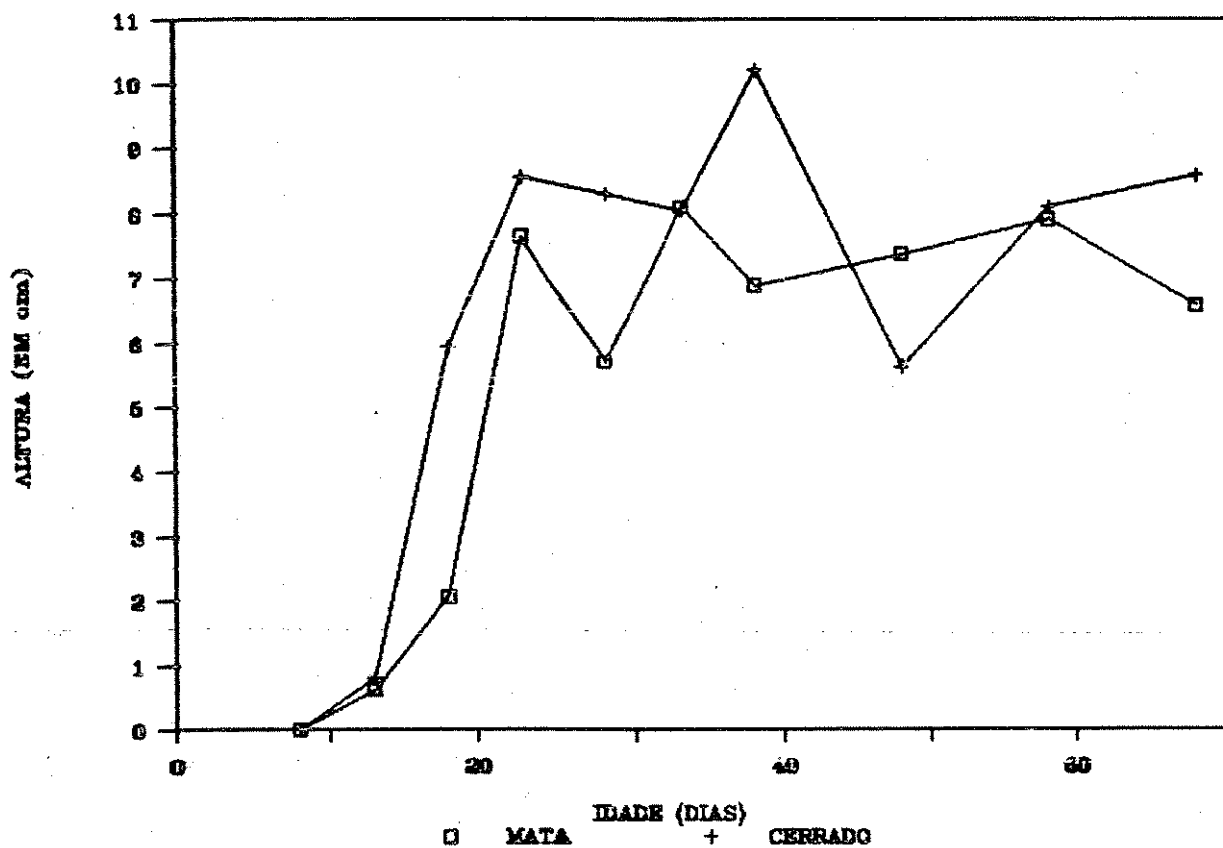


Figura 13- Altura de plântulas de *C. langsdorffii* de mata e de cerrado, mantidas em casa de vegetação até a idade de 68 dias.

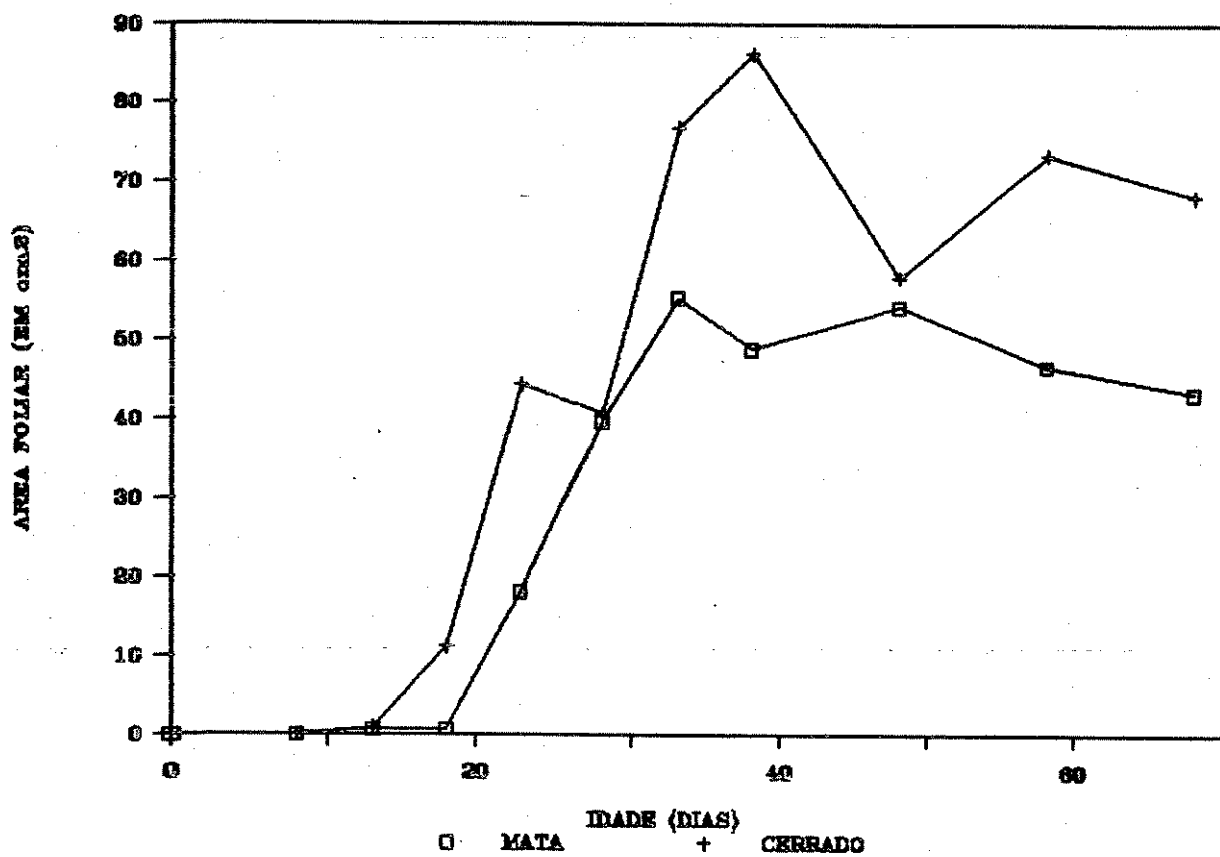


Figura 14- Área foliar de plântulas de *C. langsdorffii* de mata e de cerrado, mantidas em casa de vegetação até a idade de 68 dias.

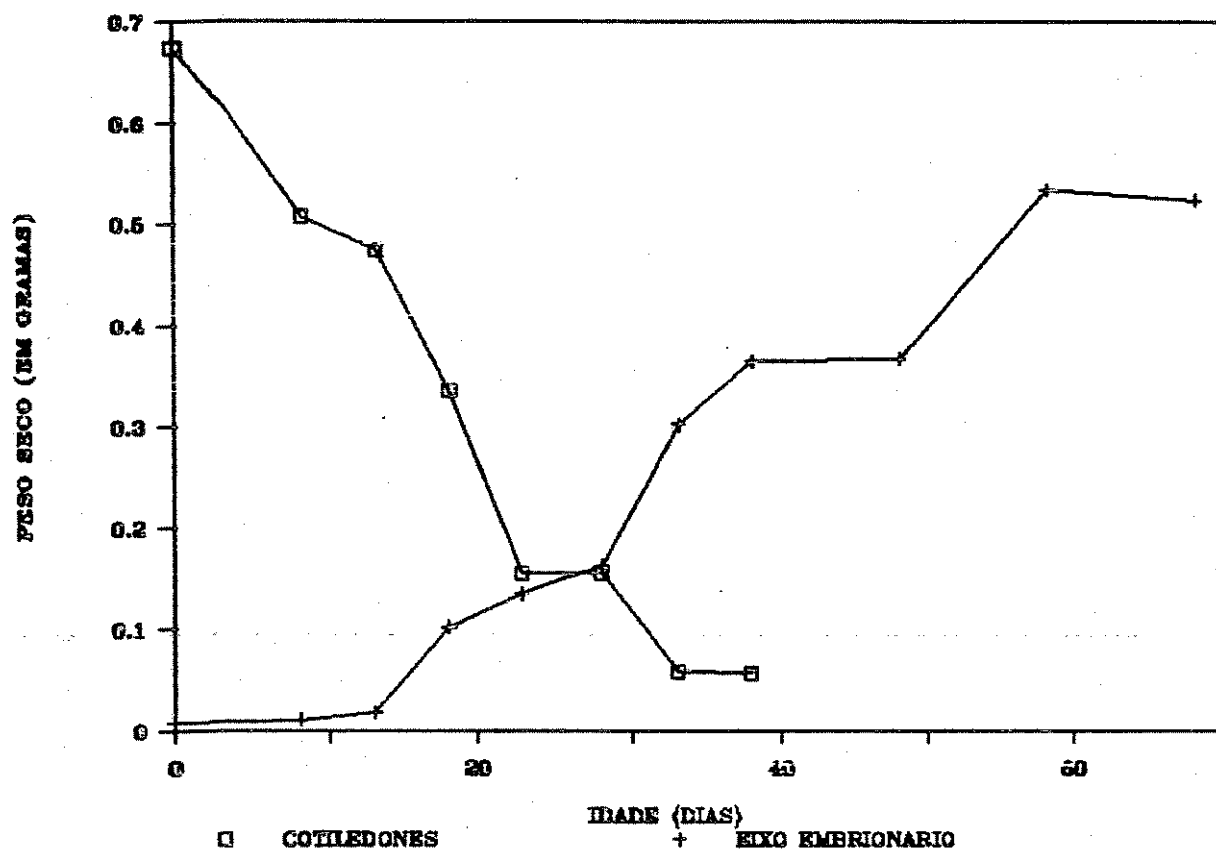


Figura 15- Crescimento em termos de matéria seca de plântulas de *C. langsdorffii* de cerrado mantidas em casa de vegetação até a idade de 68 dias.

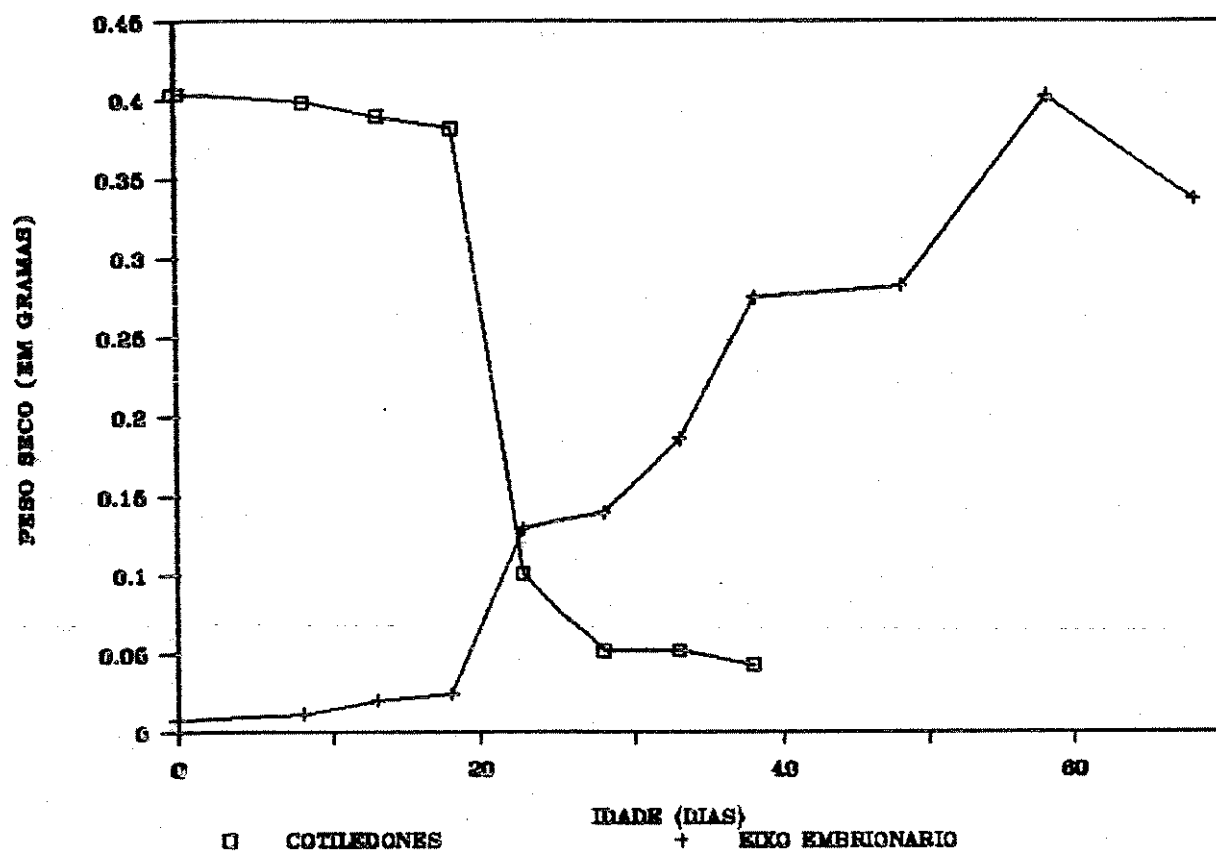


Figura 16- Crescimento em termos de matéria seca de plântulas de *C. langsdorffii* de mata mantidas em casa de vegetação até a idade de 68 dias.

#### 9- Dosagem do óleo presente nos frutos de árvores de mata

Pela extração do óleo nos frutos (sem as sementes) das diversas classes de tamanho, revelou-se que a quantidade do mesmo é considerável e que a concentração aumenta com o tamanho do fruto (Tabela 30). Chega a ser cerca de 180mg por fruto (17% do peso seco) nas classes maiores, ou seja, nos frutos dos últimos estádios de desenvolvimento. Porém, a concentração de óleo por peso de matéria <sup>seca</sup> ~~úmida~~ do fruto é muito variável: é baixa na classe AB, aumentando nas classes C e D, voltando a baixar até a classe G, quando volta a aumentar até a classe K, diminuindo a seguir. A quantidade de óleo presente nos frutos varia então de 6,8 a 20,8% e isto nos primeiros estádios de desenvolvimento.

Dos 584 frutos utilizados foram extraídos um total de 51,9ml de óleo, correspondentes a 50,3g.

Tabela 30— Quantidade de óleo presente em frutos sem sementes de árvores de mata de *C. langsdorffii*. Concentração de óleo por peso de matéria seca do fruto ([Óleo/PMSF]) e concentração do óleo por fruto ([Óleo/Fruto]).

| Classe | Número de frutos | Peso médio do fruto seco (g) | Volume do óleo extraído (ml) | Peso do óleo (mg) | [Óleo/PMSF] (mg/g) | [Óleo/Fruto] (mg/Fruto) |
|--------|------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|
| AB     | 50               | 0,282                        | 1,00                         | 969,30            | 68,842             | 19,386                  |
| C      | 77               | 0,235                        | 3,80                         | 3683,34           | 203,837            | 47,836                  |
| D      | 99               | 0,311                        | 6,60                         | 6397,38           | 208,045            | 64,620                  |
| E      | 79               | 0,458                        | 6,80                         | 6591,24           | 182,028            | 83,433                  |
| F      | 78               | 0,537                        | 7,20                         | 6978,96           | 166,682            | 89,474                  |
| G      | 62               | 0,790                        | 7,40                         | 7172,82           | 146,354            | 115,691                 |
| H      | 49               | 0,669                        | 5,80                         | 5621,94           | 171,505            | 114,733                 |
| I      | 39               | 0,743                        | 4,70                         | 4555,71           | 157,310            | 116,813                 |
| J      | 26               | 0,819                        | 4,00                         | 3877,20           | 182,114            | 149,123                 |
| K      | 12               | 0,908                        | 2,20                         | 2132,46           | 195,639            | 177,705                 |
| L      | 7                | 1,021                        | 1,30                         | 1260,09           | 176,236            | 180,013                 |
| M      | 6                | 1,237                        | 1,10                         | 1066,23           | 143,697            | 177,705                 |

## 10- Dosagem de compostos cumarínicos

A dosagem dos compostos cumarínicos foi feita através da Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) de apenas uma alíquota de cada extrato. Os extratos foram obtidos a partir de várias sementes imaturas (número variável para cada classe), 6 sementes maduras ou 6 plântulas de cada idade. Assim sendo, não foi possível calcular o erro padrão da concentração.

### a) sementes imaturas

As sementes imaturas de árvores de mata apresentam quantidades maiores de cumarina (benzo 1,2 pirona) do que de umbeliferona (7-hidroxicumarina).

A concentração de cumarina variou de 15,7 a 69,4 µg de cumarina por miligrama de peso de matéria seca da semente, o que corresponde a, respectivamente, 1,57 a 6,94% do peso (Tabela 31). Não existe relação entre a concentração de cumarina e o estágio de desenvolvimento da semente (Figura 17). O aumento proporcional da concentração de cumarina em relação ao peso da semente é representado pelo aumento da quantidade de cumarina por semente (Figura 18). Existe uma correlação linear e positiva ( $r=0,86$ ) entre o aumento de peso das sementes e o logaritmo natural da concentração de cumarina (Figura 19).

A concentração de umbeliferona é muito pequena, no máximo de 11,46 µg por miligrama de peso de matéria seca, correspondendo a 1,14% do peso seco da semente (Tabela 32). As maiores concentrações de umbeliferona foram medidas nas últimas classes

Tabela 31. Cumarina presente em sementes imaturas de árvores de mata de *C. langsdorffii*.

| Classe | Número de Sementes | FMS média (mg) | [CUMARINA] (µg/mg) | %     | CUMARINA por Semente (mg) |
|--------|--------------------|----------------|--------------------|-------|---------------------------|
| A      | 50                 |                | amostra perdida    |       |                           |
| B      | 26                 | 6,88           | 51,2361            | 5,12% | 0,3527                    |
| C      | 14                 | 12,86          | 69,4639            | 6,95% | 0,8931                    |
| D      | 25                 | 18,68          | 35,2148            | 3,52% | 0,6578                    |
| E      | 19                 | 22,95          | 39,4313            | 3,94% | 0,9048                    |
| F      | 17                 | 23,53          | 41,4738            | 4,15% | 0,9759                    |
| G      | 14                 | 41,71          | 31,0047            | 3,10% | 1,2933                    |
| H      | 20                 | 38,80          | 27,1139            | 2,71% | 1,0520                    |
| I      | 16                 | 52,25          | 21,5113            | 2,15% | 1,1240                    |
| J      | 18                 | 64,11          | 18,0484            | 1,80% | 1,1571                    |
| K      | 20                 | 71,20          | 25,6676            | 2,57% | 1,8275                    |
| L      | 23                 | 73,13          | 24,3856            | 2,44% | 1,7833                    |
| M      | 14                 | 156,86         | 17,8231            | 1,78% | 2,7957                    |
| N      | 16                 | 123,63         | 21,0381            | 2,10% | 2,6008                    |
| O      | 21                 | 187,48         | 15,7535            | 1,58% | 2,9534                    |
| P      | 25                 | 206,12         | 16,4455            | 1,64% | 3,3897                    |
| Q      | 21                 | 200,00         | 18,6699            | 1,87% | 3,7340                    |
| R      | 22                 | 196,27         | 21,6355            | 2,16% | 4,2465                    |
| S      | 10                 | 183,70         | 66,6612            | 6,67% | 12,2457                   |
| T      | 22                 | 221,55         | 31,7778            | 3,18% | 7,0402                    |
| U      | 18                 | 257,39         | 32,1870            | 3,22% | 8,2846                    |
| V      | 18                 | 248,17         | 28,0645            | 2,81% | 6,9647                    |
| W      | 15                 | 285,87         | 30,8780            | 3,09% | 8,8270                    |
| X      | 14                 | 311,50         | 32,2655            | 3,23% | 10,0507                   |
| Y      | 9                  | 335,33         | 38,9616            | 3,90% | 13,0651                   |
| Z      | 14                 | 339,00         | 39,1911            | 3,92% | 13,2858                   |
| AA     | 10                 | 327,50         | 39,2817            | 3,93% | 12,8647                   |
| AB     | 7                  | 402,00         | 32,8600            | 3,29% | 13,2097                   |
| AC     | 11                 | 421,45         | 29,0892            | 2,91% | 12,2598                   |
| AD     | 9                  | 397,78         | 47,8691            | 4,79% | 19,0413                   |
| AE     | 9                  | 465,33         | 29,1112            | 2,91% | 13,5464                   |
| AF     | 5                  | 474,40         | 31,4959            | 3,15% | 14,9417                   |
| AG     | 7                  | 493,86         | 38,4203            | 3,84% | 18,9741                   |
| AH     | 7                  | 414,00         | 63,4304            | 6,34% | 26,2602                   |
| AI     | 4                  | 442,00         | 31,5012            | 3,15% | 13,9235                   |
| AJ     | 4                  | 401,00         | 38,9141            | 3,89% | 15,6045                   |
| AK     | 2                  | 592,50         | 36,0748            | 3,61% | 21,3743                   |
| AL     | 8                  | 572,13         | 30,6432            | 3,06% | 17,5318                   |

TOTAL 534

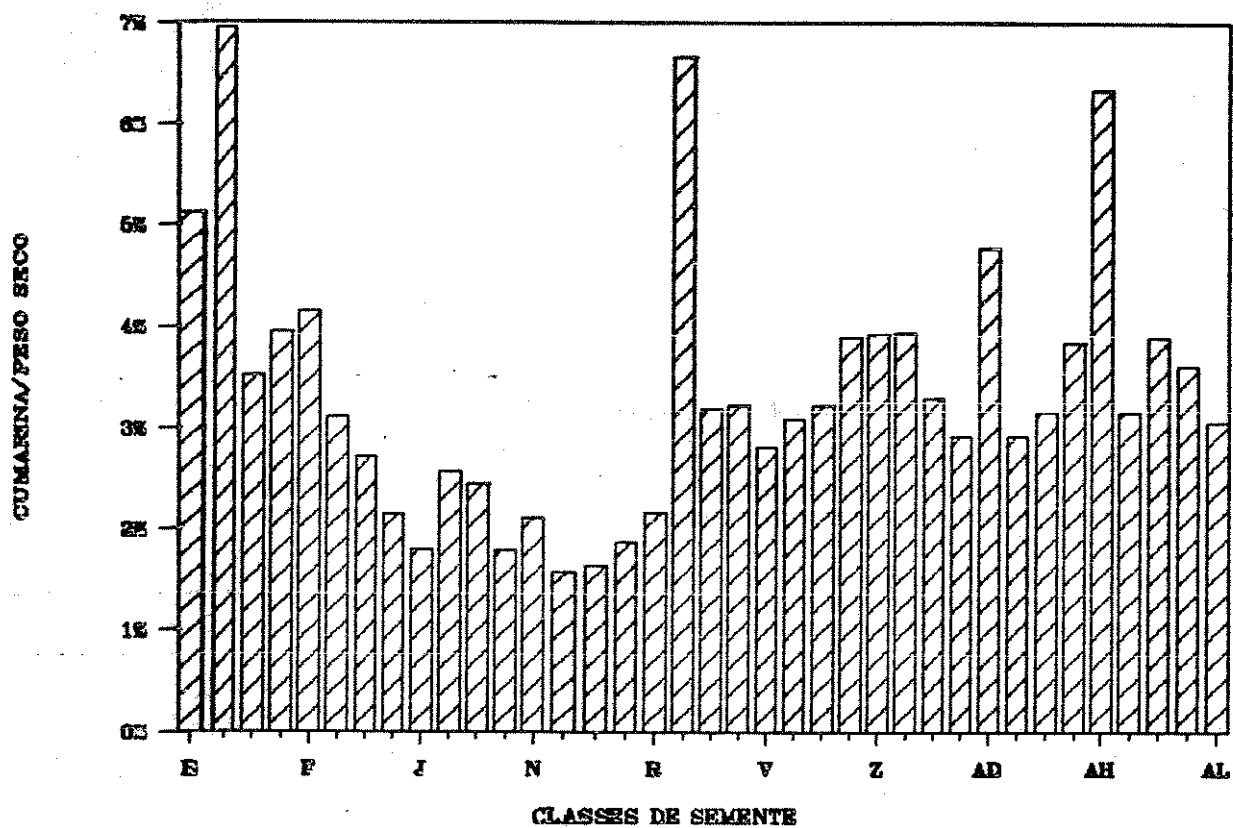


Figura 17- Cumarina presente em sementes imaturas de árvores de mata de *C. langsdorffii* nas diversas classes, em porcentagem do peso de matéria seca.

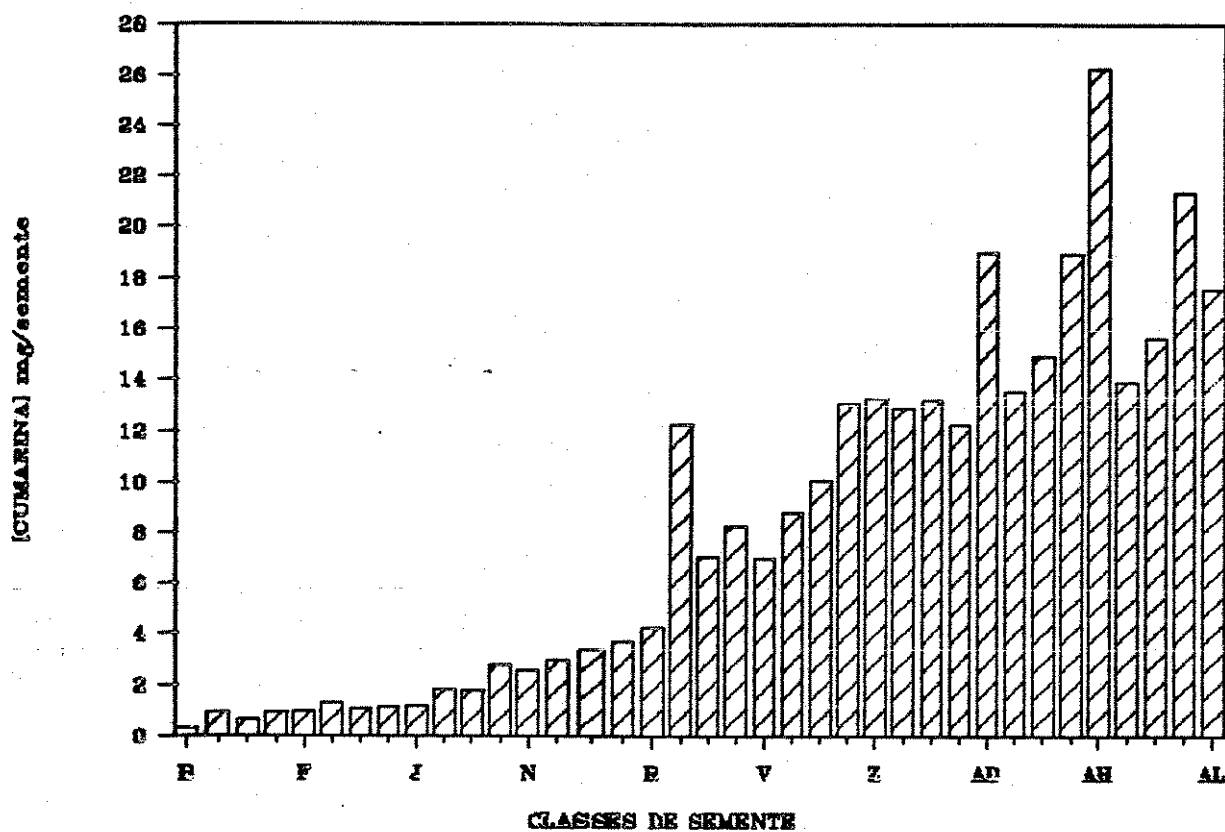


Figura 18- Concentração média de cumarina presente em sementes imaturas de árvores de mata de *C. langsdorffii* nas diversas classes, em mg por semente.

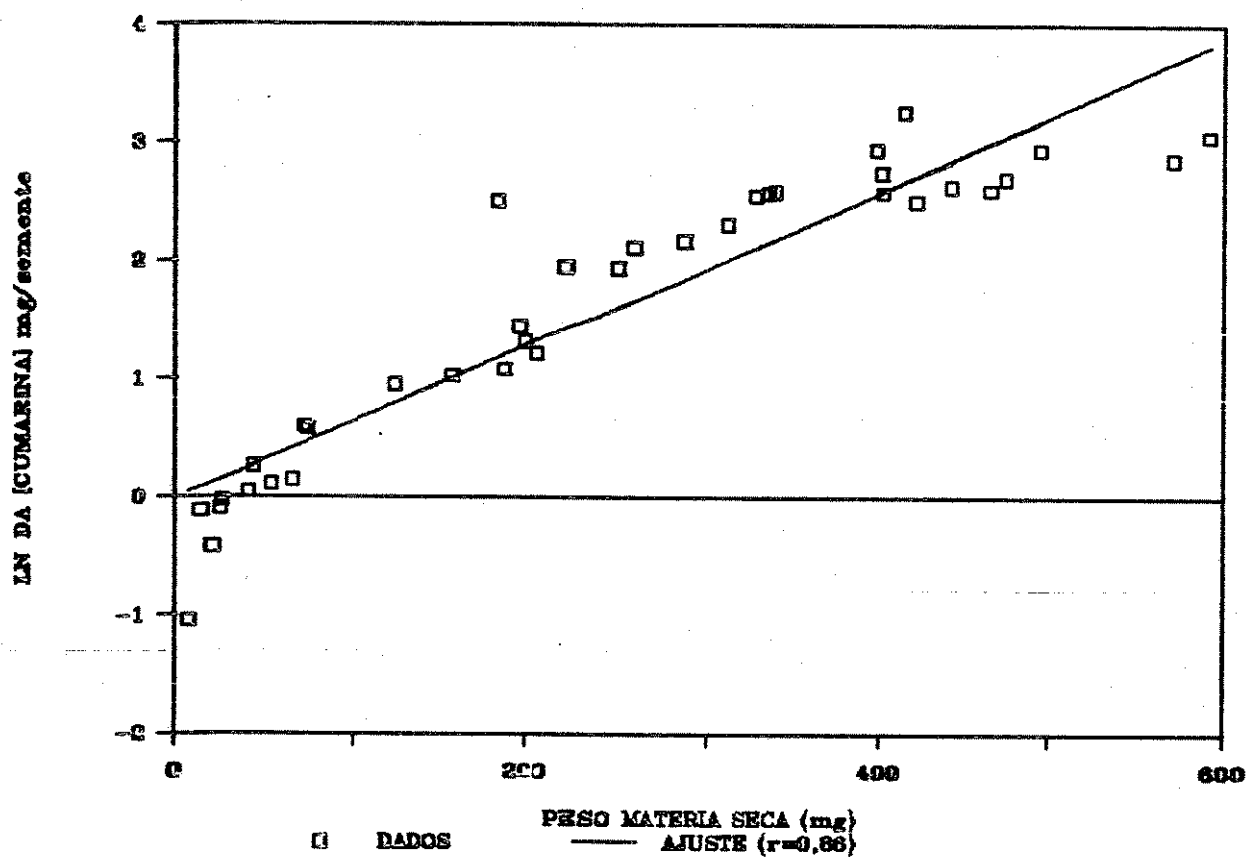


Figura 19— Regressão do logaritmo natural da concentração média de cumarina presente em sementes imaturas de árvores de mata de *C. langsdorffii* em relação ao peso médio de matéria seca da semente de cada classe.

de semente, que representam os últimos estádios de desenvolvimento (Figura 20).

b) sementes maduras e plântulas

Dosagem de cumarina

A cumarina está presente na semente madura, nas raízes, na parte aérea e nos cotilédones das plântulas durante o período inicial de seu crescimento. A quantidade de cumarina nas sementes maduras e nas plântulas de mata é mostrada na tabela 33 e nas de cerrado é mostrada na tabela 34.

As sementes de mata contém, em média, 6,36µg/mg do peso de matéria seca, o que corresponde a 0,63%, aproximadamente; enquanto as sementes de cerrado contém, em média, 4,73µg/mg do peso de matéria seca, correspondendo a 0,47%, como mostra a figura 21.

Após a germinação da semente, a concentração de cumarina nos cotilédones varia bastante. A maior concentração, nos cotilédones de plântulas de mata, ocorre aos 28 dias de idade da plântula (27,43µg/mg de p. s.) enquanto nas de cerrado foi medida aos 38 dias (Figura 22). Porém, não há correlação entre a idade da plântula e a concentração de cumarina. Em relação à parte aérea (caule e folhas), com exceção das plântulas de mata com 13 dias de idade, a concentração de cumarina alterou-se pouco, sendo que nas plântulas de cerrado apresentam uma concentração maior (Figura 23). As raízes apresentam concentrações maiores de cumarina nos primeiros dias, que diminui até o 28º dia e depois volta a aumentar até o 48º, quando, novamente, diminui (Figura

Tabela 32. Umbeliferona presente em sementes imaturas de árvores de mata de *C. langsdorffii*.

| Classe | Número de Sementes | FMS média (mg) | [UMBELIFERONA] (µg/mg) | %      | UMBELIFERONA por Semente (mg) |
|--------|--------------------|----------------|------------------------|--------|-------------------------------|
| A      | 50                 | -              | amostra perdida        |        |                               |
| B      | 26                 | 6,88           | 2,2397                 | 0,223% | 0,0668                        |
| C      | 14                 | 12,86          | 0,2372                 | 0,023% | 0,0071                        |
| D      | 25                 | 18,68          | 0,0385                 | 0,003% | 0,0030                        |
| E      | 19                 | 22,95          | 0,0432                 | 0,004% | 0,0031                        |
| F      | 17                 | 23,53          | 0,2561                 | 0,025% | 0,0171                        |
| G      | 14                 | 41,71          | 0,5083                 | 0,050% | 0,0495                        |
| H      | 20                 | 38,80          | 0,0152                 | 0,001% | 0,0020                        |
| I      | 16                 | 52,25          | 0,0782                 | 0,007% | 0,0109                        |
| J      | 18                 | 64,11          | 0,2586                 | 0,025% | 0,0497                        |
| K      | 20                 | 71,20          | 0,0686                 | 0,006% | 0,0163                        |
| L      | 23                 | 73,13          | 0,3240                 | 0,032% | 0,0908                        |
| M      | 14                 | 156,86         | 0,5490                 | 0,054% | 0,2009                        |
| N      | 16                 | 123,63         | 3,4480                 | 0,344% | 1,1367                        |
| O      | 21                 | 187,48         | 1,0560                 | 0,105% | 0,6929                        |
| P      | 25                 | 206,12         | 0,5547                 | 0,055% | 0,4764                        |
| Q      | 21                 | 200,00         | 0,0501                 | 0,005% | 0,0351                        |
| R      | 22                 | 196,27         | 1,2163                 | 0,121% | 0,8753                        |
| S      | 10                 | 183,70         | 0,3991                 | 0,039% | 0,1222                        |
| T      | 22                 | 221,55         | 0,3149                 | 0,031% | 0,2558                        |
| U      | 18                 | 257,39         | 0,7247                 | 0,072% | 0,5596                        |
| V      | 18                 | 248,17         | 0,7754                 | 0,077% | 0,5773                        |
| W      | 15                 | 285,87         | 0,1606                 | 0,016% | 0,1148                        |
| X      | 14                 | 311,50         | 1,0448                 | 0,104% | 0,7594                        |
| Y      | 9                  | 335,33         | 0,0715                 | 0,007% | 0,0360                        |
| Z      | 14                 | 339,00         | 0,3430                 | 0,034% | 0,2713                        |
| AA     | 10                 | 327,50         | 1,3740                 | 0,137% | 0,7500                        |
| AB     | 7                  | 402,00         | 0,1580                 | 0,015% | 0,0889                        |
| AC     | 11                 | 421,45         | 0,5593                 | 0,055% | 0,5186                        |
| AD     | 9                  | 397,78         | 0,0069                 | 0,001% | 0,0049                        |
| AE     | 9                  | 465,33         | 1,1282                 | 0,112% | 0,9449                        |
| AF     | 5                  | 474,40         | 3,3921                 | 0,339% | 1,6092                        |
| AG     | 7                  | 493,86         | 0,3960                 | 0,039% | 0,2738                        |
| AH     | 7                  | 414,00         | 5,4617                 | 0,546% | 3,1656                        |
| AI     | 4                  | 442,00         | 6,0725                 | 0,607% | 2,1473                        |
| AJ     | 4                  | 401,00         | 11,4627                | 1,146% | 3,6772                        |
| AK     | 2                  | 592,50         | 9,2563                 | 0,925% | 2,1937                        |
| AL     | 8                  | 572,13         | 3,0540                 | 0,305% | 2,7956                        |

TOTAL 534

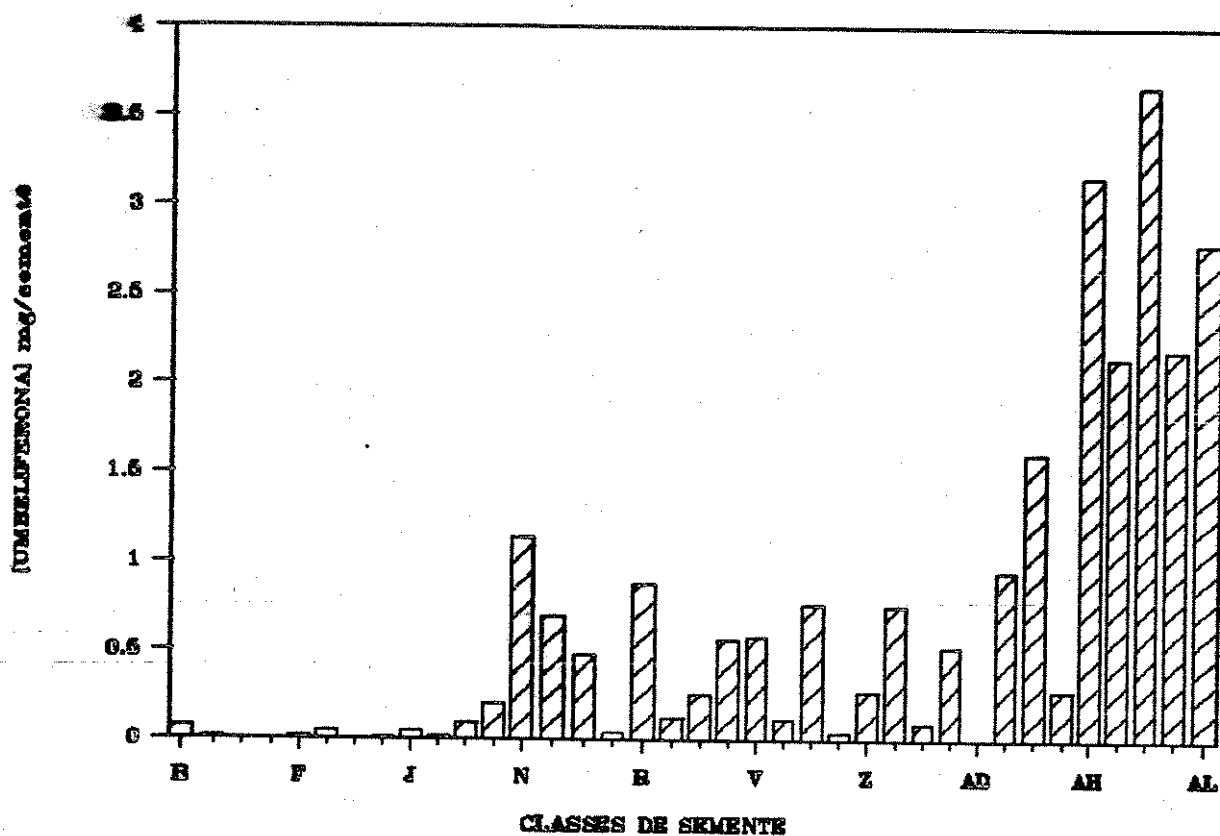


Figura 20- Concentração média de umbeliferona presente em sementes imaturas de árvores de mata de de *C. langsdorffii* nas diversas classes, em mg por semente.

24). A figura 25 resume, comparativamente, a relação entre a variação da quantidade de cumarina no eixo embrionário e nos cotilédones durante o crescimento da plântula. Pode ser observado que tanto nas plântulas de mata quanto nas de cerrado (mais acentuadamente nestas), à medida que aumenta a quantidade de cumarina no eixo embrionário, diminui nos cotilédones. Após a queda dos cotilédones, o aumento da quantidade de cumarina no eixo embrionário das plântulas de cerrado se acentua até o 58º dia, enquanto este aumento nas plântulas de mata é realizado mais lentamente.

Tabela 33- Cumarina presente na semente e plântulas de *C. langsdorffii* de mata.

| Material / Idade (dias) | Peso matéria seca (mg) | Total plântula (mg) | [Cumarina] (µg/mg p.s.) | Cumarina no órgão (mg) | Total plântula (mg) |
|-------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|
| SEMENTE                 | 411,90                 | -                   | 6,36                    | 2,62                   | -                   |
| EE 8                    | 11,75                  |                     | 5,17                    | 0,06                   |                     |
| CT 8                    | 398,48                 | 410,23              | 10,10                   | 4,02                   | 4,08                |
| EE 13                   | 20,16                  |                     | 12,09                   | 0,24                   |                     |
| CT 13                   | 389,47                 | 409,63              | 6,35                    | 2,47                   | 2,71                |
| EE 18                   | 24,37                  |                     | 19,39                   | 0,47                   |                     |
| CT 18                   | 382,33                 | 406,70              | 3,17                    | 1,21                   | 1,68                |
| EE 23                   | 129,08                 |                     | 2,25                    | 0,29                   |                     |
| CT 23                   | 100,28                 | 229,36              | 13,26                   | 1,52                   | 1,81                |
| EE 28                   | 139,49                 |                     | 4,51                    | 0,63                   |                     |
| CT 28                   | 51,58                  | 191,07              | 27,43                   | 1,31                   | 1,94                |
| EE 33                   | 186,28                 |                     | 2,62                    | 0,49                   |                     |
| CT 33                   | 51,70                  | 237,98              | 16,55                   | 0,86                   | 1,35                |
| EE 38                   | 274,98                 |                     | 3,26                    | 0,90                   |                     |
| CT 38                   | 42,43                  | 317,41              | 7,41                    | 0,27                   | 1,17                |
| EE 48                   | 282,41                 | 282,41              | 3,60                    | 1,02                   | 1,02                |
| EE 58                   | 402,52                 | 402,52              | 2,03                    | 0,81                   | 0,81                |
| EE 68                   | 337,61                 | 337,61              | 5,09                    | 1,72                   | 1,72                |

dados médios de 6 sementes e 6 plântulas.

CT = par de cotilédones

EE = eixo embrionário

Obs.: a queda dos cotilédones ocorreu após os 40 dias de idade.

Tabela 34- Cumarina presente na semente e plântulas de *C. langsdorffii* de cerrado.

| Material / Idade (dias) | Peso matéria seca (mg) | Total plântula (mg) | [Cumarina] (µg/mg p.s.) | Cumarina no órgão (mg) | Total plântula (mg) |
|-------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|
| SEMENTE                 | 681,00                 | -                   | 4,73                    | 3,22                   | -                   |
| EE 8                    | 11,43                  |                     | 25,49                   | 0,29                   |                     |
| CT 8                    | 507,53                 | 518,96              | 6,28                    | 3,19                   | 3,48                |
| EE 13                   | 18,30                  |                     | 24,64                   | 0,45                   |                     |
| CT 13                   | 475,20                 | 493,50              | 6,38                    | 3,03                   | 3,48                |
| EE 18                   | 102,65                 |                     | 7,77                    | 0,80                   |                     |
| CT 18                   | 334,85                 | 437,50              | 7,84                    | 2,88                   | 3,68                |
| EE 23                   | 135,47                 |                     | 10,08                   | 1,36                   |                     |
| CT 23                   | 155,25                 | 290,72              | 15,83                   | 2,46                   | 3,82                |
| EE 28                   | 162,85                 |                     | 5,98                    | 0,97                   |                     |
| CT 28                   | 155,25                 | 318,10              | 1,17                    | 0,18                   | 1,15                |
| EE 33                   | 301,48                 |                     | 7,02                    | 2,12                   |                     |
| CT 33                   | 59,03                  | 360,51              | 4,49                    | 0,29                   | 2,41                |
| EE 38                   | 364,77                 |                     | 7,66                    | 2,79                   |                     |
| CT 38                   | 57,40                  | 422,17              | 21,92                   | 1,26                   | 4,05                |
| EE 48                   | 366,81                 | 366,81              | 9,88                    | 3,62                   | 3,62                |
| EE 58                   | 534,27                 | 534,27              | 7,43                    | 3,97                   | 3,97                |
| EE 68                   | 524,00                 | 524,00              | 5,47                    | 2,87                   | 2,87                |

dados médios de 6 sementes e 6 plântulas.

CT = par de cotilédones

EE = eixo embrionário

Obs.: a queda dos cotilédones ocorreu após os 40 dias de idade.

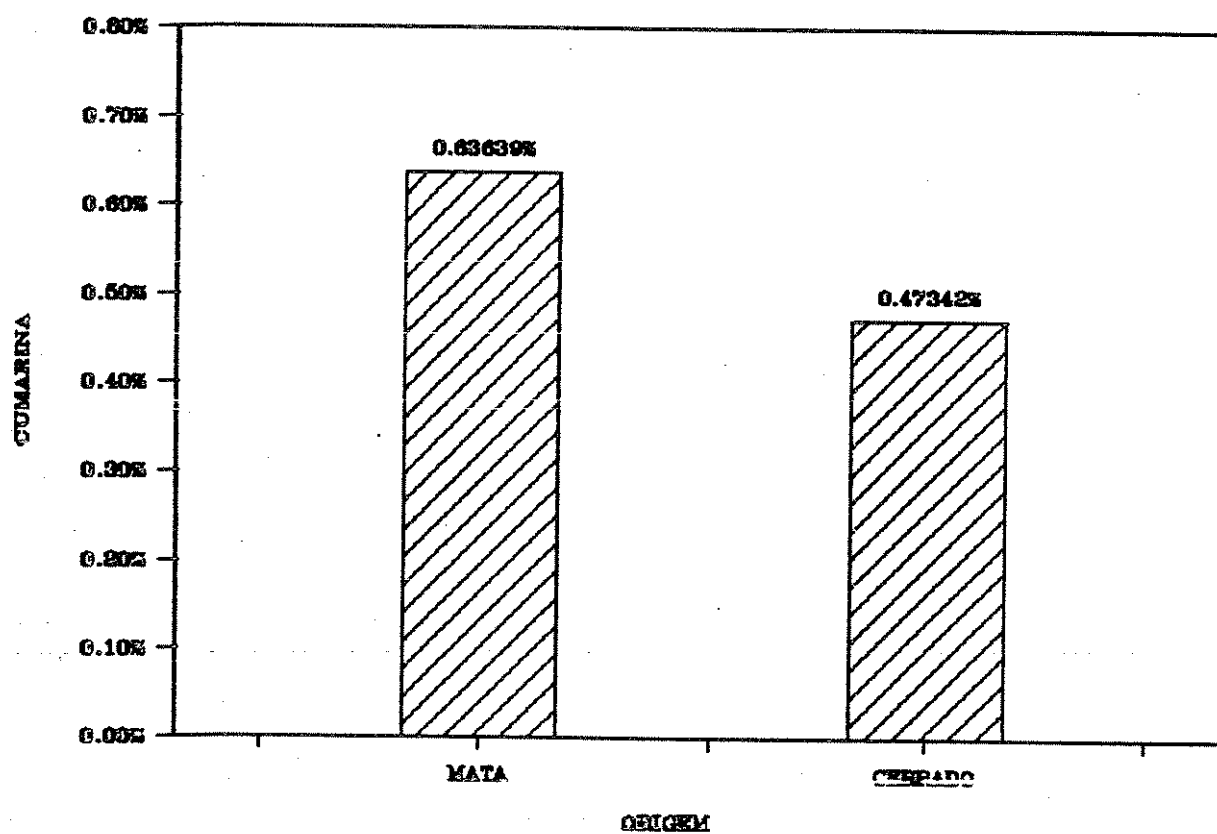


Figura 21- Porcentagem de cumarina presente em sementes maduras de *C. langsdorffii* de mata e de cerrado.

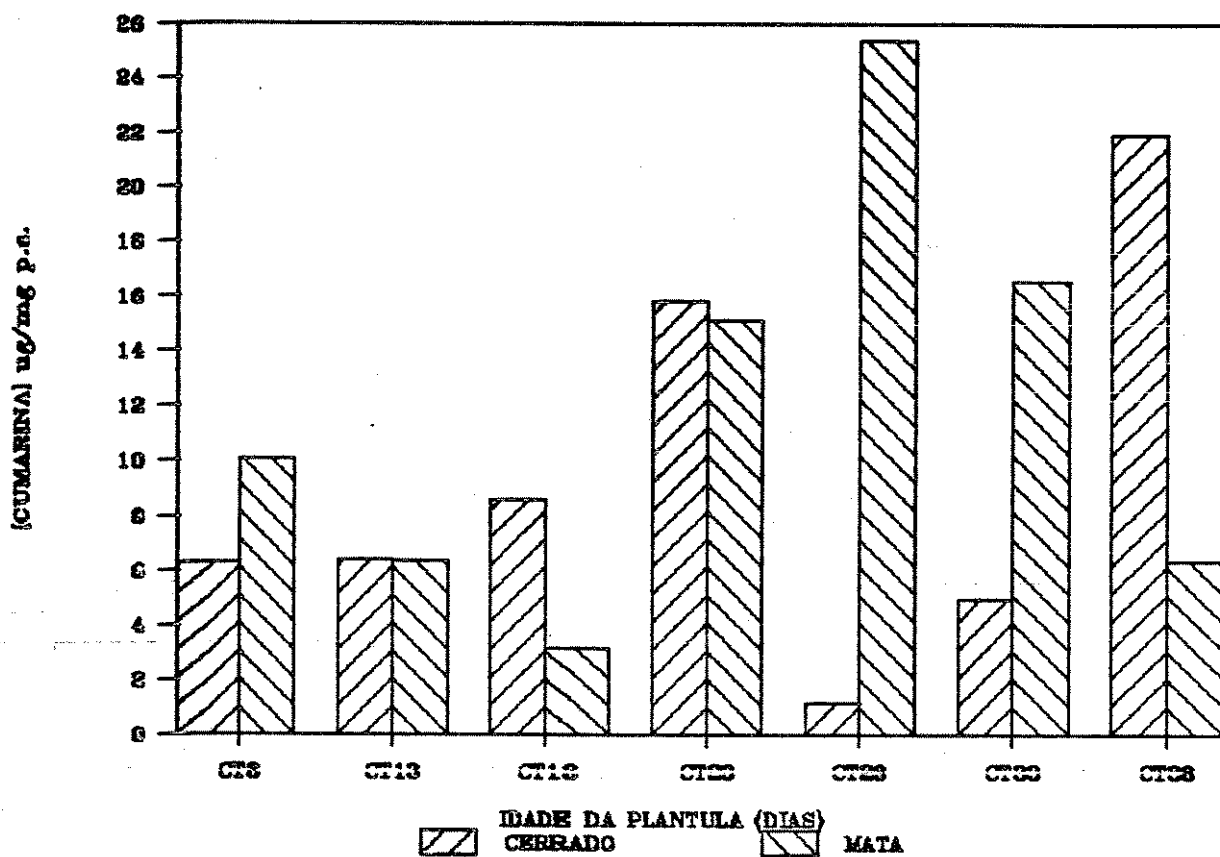


Figura 22- Concentração de cumarina presente nos cotilédones (CT) de plântulas de *C. langsdorffii* oriundas de sementes de cerrado e de mata, em diversas idades.

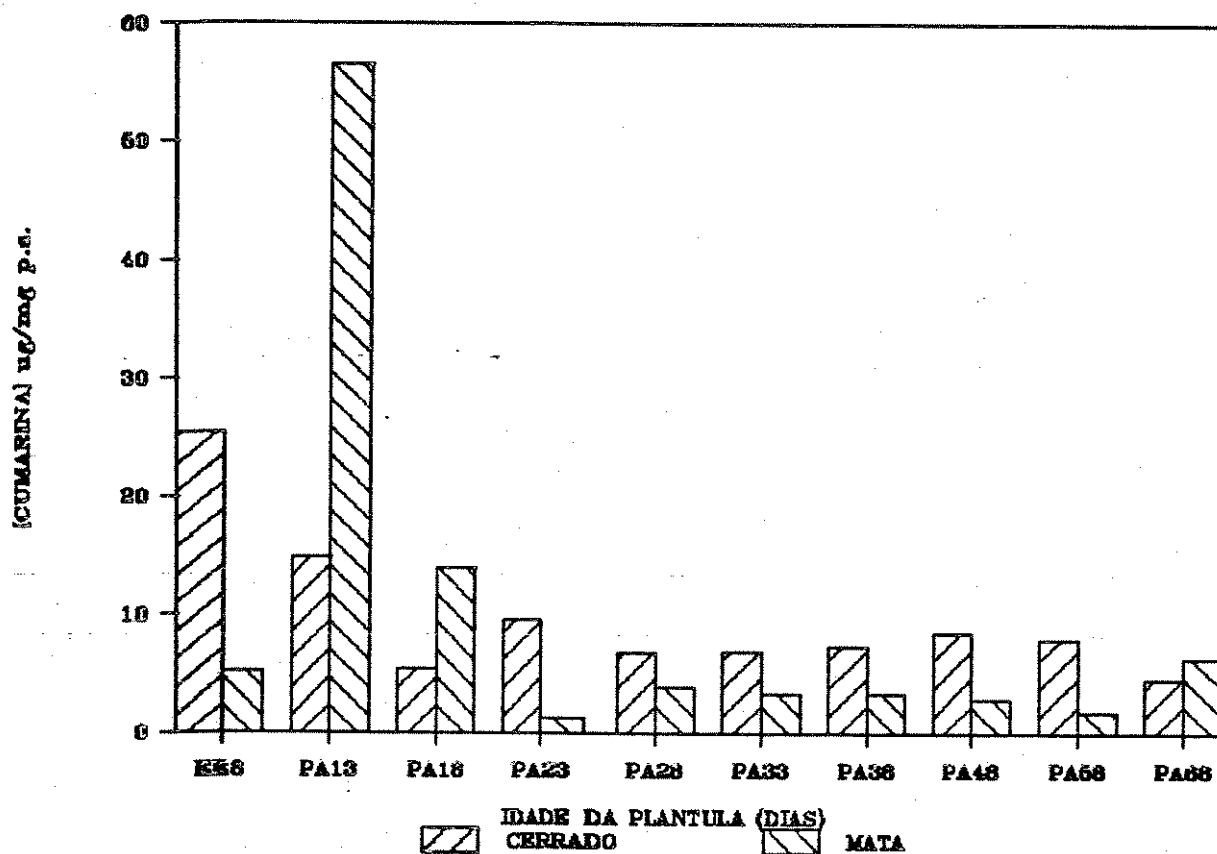


Figura 23- Concentração de cumarina presente no eixo embrionário (EE) e na parte aérea (PA) de plântulas de *C. langsdorffii* oriundas de sementes de cerrado e de mata, em diversas idades..

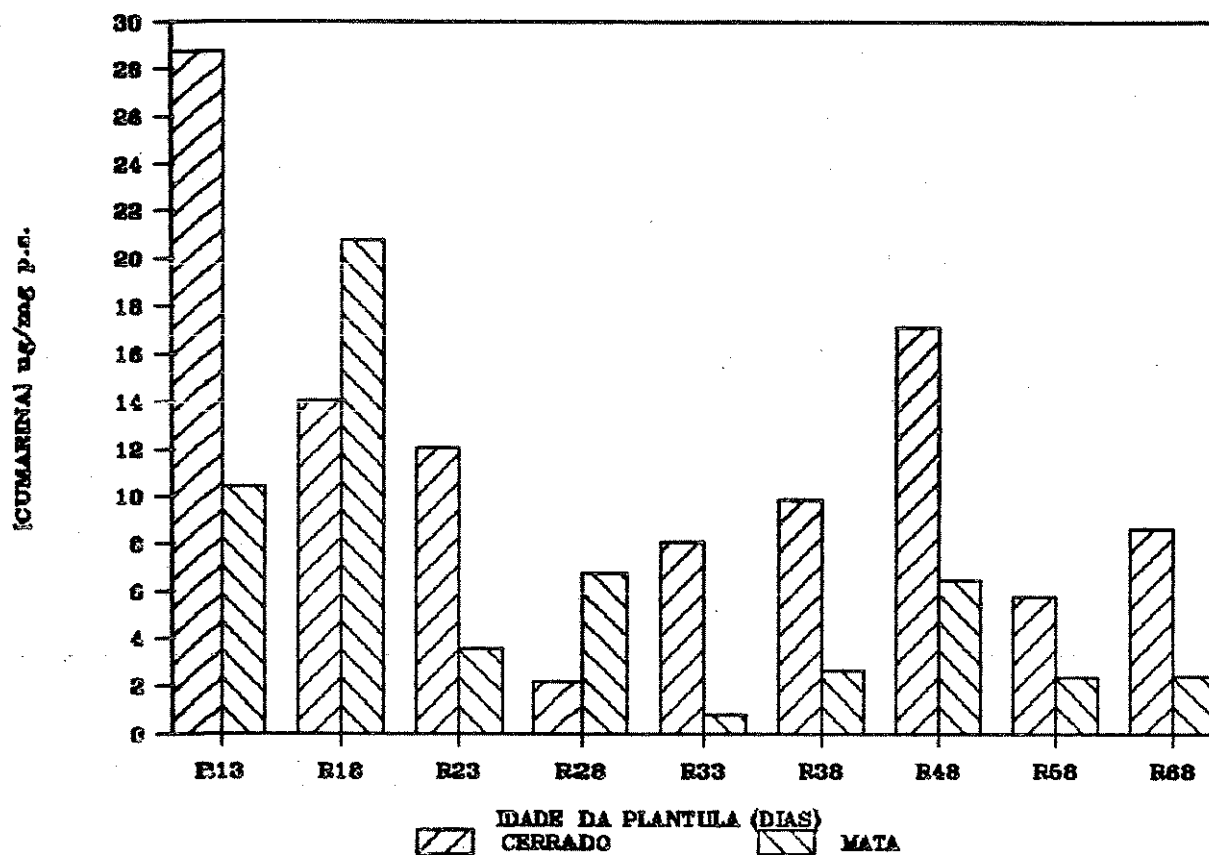


Figura 24- Concentração de cumarina presente nas raízes (R) de plântulas de *C. langsdorffii* oriundas de sementes de cerrado e de mata, em diversas idades.

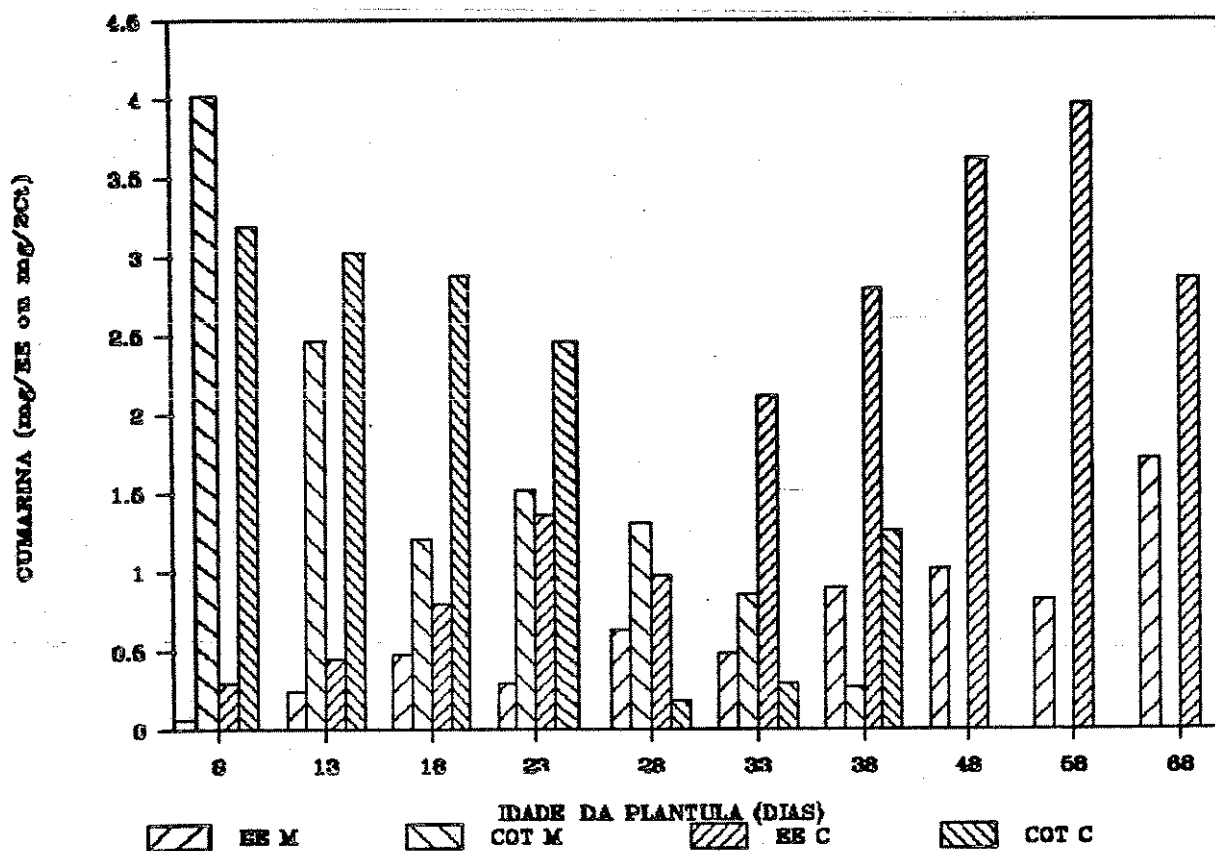


Figura 25- Concentração de cumarina presente no eixo embrionário (EE) e cotilédones (CT) de plântulas de *C. langsdorffii* oriundas de sementes de mata (M) e de cerrado (C), em diversas idades.

### Dosagem de umbeliferona

A concentração de umbeliferona na semente madura, nas raízes, parte aérea e cotilédones das plântulas é muito baixa. Em alguns casos, não foi possível dosá-la, apesar da utilização de extratos mais concentrados e sistema cromatográfico de alta sensibilidade.

A quantidade de umbeliferona presente nas sementes maduras e nas plântulas de mata é mostrada na tabela 35 e nas de cerrado é mostrada na tabela 36.

As sementes de mata apresentam uma concentração média de umbeliferona de 0,0009 $\mu$ g/mg do peso de matéria seca, o que corresponde a 0,00009% (ou 0,9ppm). As sementes de cerrado contém, em média, uma concentração de 0,0013 $\mu$ g/mg do peso de matéria seca, o que corresponde a 0,00013% (ou 1,3ppm), como mostra a figura 26. Da mesma forma que ocorreu com a cumarina, após a germinação das sementes, as plântulas apresentam uma concentração maior de umbeliferona do que aquela presente nas sementes. Nos cotilédones (Figura 27) a concentração de umbeliferona é variável. Em geral, diminui à medida que a plântula cresce. Os cotilédones das plântulas de cerrado apresentam maior concentração do que nos de mata. Na parte aérea, a concentração de umbeliferona é maior que nas raízes (Figura 28) e aumenta com a idade das plântulas. Novamente, a concentração de umbeliferona na parte aérea das plântulas de cerrado é maior do que nas de mata. Nas raízes, (Figura 29) apenas foi detectada umbeliferona nas plântulas de cerrado, numa concentração bem mais baixa do que na parte aérea. A figura 30 compara a quantidade de

umbeliferona no eixo embrionário e nos cotilédones de plântulas de mata e de cerrado, ao longo do seu crescimento.

Tabela 35- Umbeliferona presente na semente e plântulas de *C. langsdorffii* de mata.

| Material / Idade (dias) | Peso matéria seca (mg) | Total plântula (mg) | [Umbeliferona] (µg/mg p.s.) | Umbeliferona no órgão (µg) | Total plântula (µg) |
|-------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------|
| SEMENTE                 | 411,90                 | -                   | 0,0009                      | 0,380                      | -                   |
| EE 8                    | 11,75                  |                     | 0,0003                      | 0,003                      |                     |
| CT 8                    | 398,48                 | 410,23              | 0,0006                      | 0,229                      | 0,232               |
| EE 13                   | 20,16                  |                     | 0,0000                      | 0,000                      |                     |
| CT 13                   | 389,47                 | 409,63              | 0,0003                      | 0,114                      | 0,114               |
| EE 18                   | 24,37                  |                     | 0,0000                      | 0,000                      |                     |
| CT 18                   | 382,33                 | 406,70              | 0,0000                      | 0,000                      | 0,000               |
| EE 23                   | 129,08                 |                     | 0,0020                      | 0,260                      |                     |
| CT 23                   | 100,28                 | 229,36              | 0,0077                      | 0,204                      | 0,464               |
| EE 28                   | 139,49                 |                     | 0,0037                      | 0,525                      |                     |
| CT 28                   | 51,58                  | 191,07              | 0,0023                      | 0,121                      | 0,646               |
| EE 33                   | 186,28                 |                     | 0,0047                      | 0,870                      |                     |
| CT 33                   | 51,70                  | 237,98              | 0,0018                      | 0,091                      | 0,961               |
| EE 38                   | 274,98                 |                     | 0,0015                      | 0,428                      |                     |
| CT 38                   | 42,43                  | 317,41              | 0,0000                      | 0,000                      | 0,428               |
| EE 48                   | 282,41                 | 282,41              | 0,0029                      | 0,815                      | 0,815               |
| EE 58                   | 402,52                 | 402,52              | 0,0009                      | 0,394                      | 0,394               |
| EE 68                   | 337,61                 | 337,61              | 0,0018                      | 0,609                      | 0,609               |

dados médios de 6 sementes e 6 plântulas.

CT = par de cotilédones

EE = eixo embrionário

Obs.: a queda dos cotilédones ocorreu após os 40 dias de idade.

Tabela 36- Umbeliferona presente na semente e plântulas de *C. langsdorffii* de cerrado.

| Material / Idade (dias) | Peso matéria seca (mg) | Total plântula (mg) | [Umbeliferona] (µg/mg p.s.) | Umbeliferona no órgão (µg) | Total plântula (µg) |
|-------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------|
| SEMENTE                 | 681,00                 | -                   | 0,0013                      | 0,880                      | -                   |
| EE 8                    | 11,43                  |                     | 0,0016                      | 0,018                      |                     |
| CT 8                    | 507,53                 | 518,96              | 0,0018                      | 0,898                      | 0,916               |
| EE 13                   | 18,30                  |                     | 0,0079                      | 0,145                      |                     |
| CT 13                   | 475,20                 | 493,50              | 0,0019                      | 0,908                      | 1,053               |
| EE 18                   | 102,65                 |                     | 0,0017                      | 0,179                      |                     |
| CT 18                   | 334,85                 | 437,50              | 0,0017                      | 0,577                      | 0,756               |
| EE 23                   | 135,47                 |                     | 0,0173                      | 2,343                      |                     |
| CT 23                   | 155,25                 | 290,72              | 0,0029                      | 0,447                      | 2,790               |
| EE 28                   | 162,85                 |                     | 0,0080                      | 1,298                      |                     |
| CT 28                   | 155,25                 | 318,10              | 0,0220                      | 3,410                      | 4,708               |
| EE 33                   | 301,48                 |                     | 0,0071                      | 2,144                      |                     |
| CT 33                   | 59,03                  | 360,51              | 0,0024                      | 0,142                      | 2,286               |
| EE 38                   | 364,77                 |                     | 0,0098                      | 3,595                      |                     |
| CT 38                   | 57,40                  | 422,17              | 0,0310                      | 1,185                      | 4,780               |
| EE 48                   | 366,81                 | 366,81              | 0,0092                      | 3,374                      | 3,374               |
| EE 58                   | 534,27                 | 534,27              | 0,0137                      | 7,301                      | 7,301               |
| EE 68                   | 524,00                 | 524,00              | 0,0049                      | 2,553                      | 2,553               |

dados médios de 6 sementes e 6 plântulas.

CT = par de cotilédones

EE = eixo embrionário

Obs.: a queda dos cotilédones ocorreu após os 40 dias de idade.

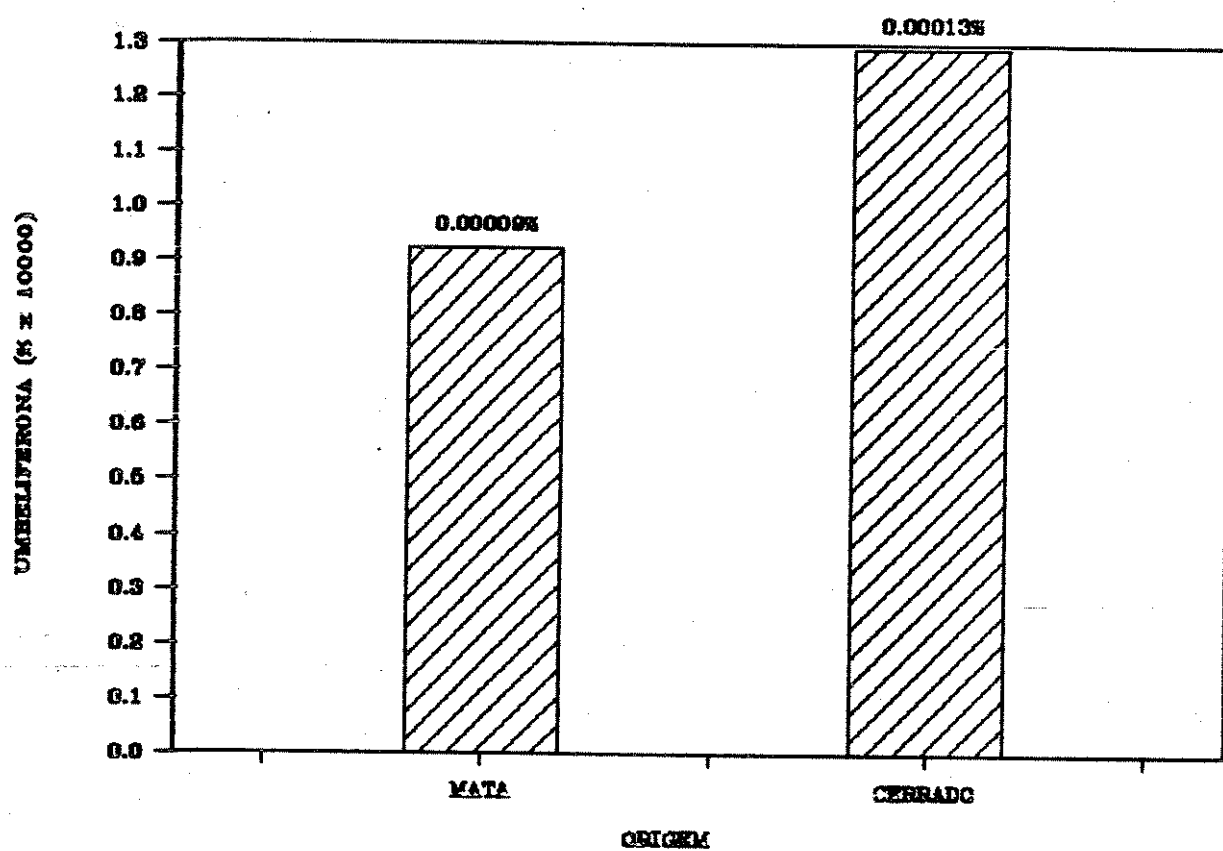


Figura 26- Porcentagem de umbeliferona presente em sementes maduras de *C. langsdorffii* de mata e de cerrado.

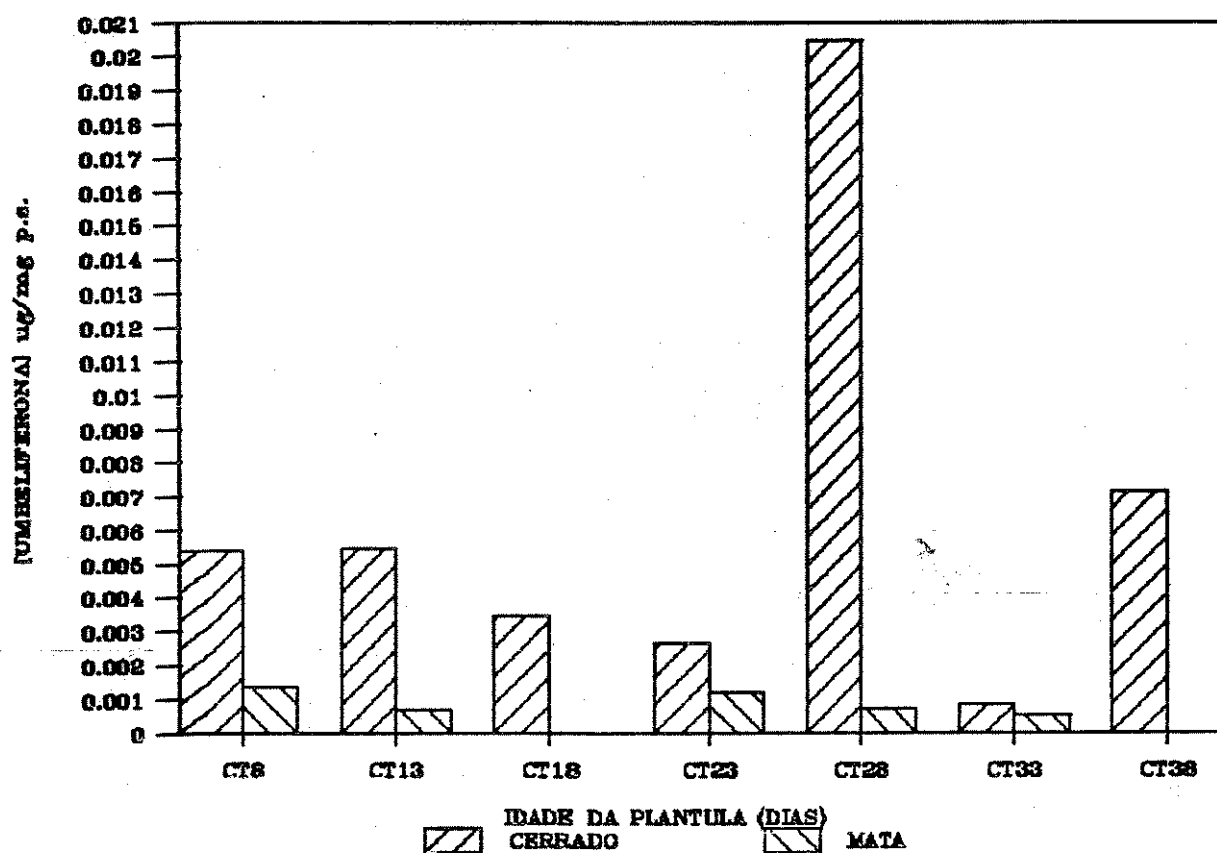


Figura 27- Concentração de umbeliferona presente nos cotilédones (CT) de plântulas de *C. langsdorffii* oriundas de sementes de cerrado e de mata, em diversas idades.

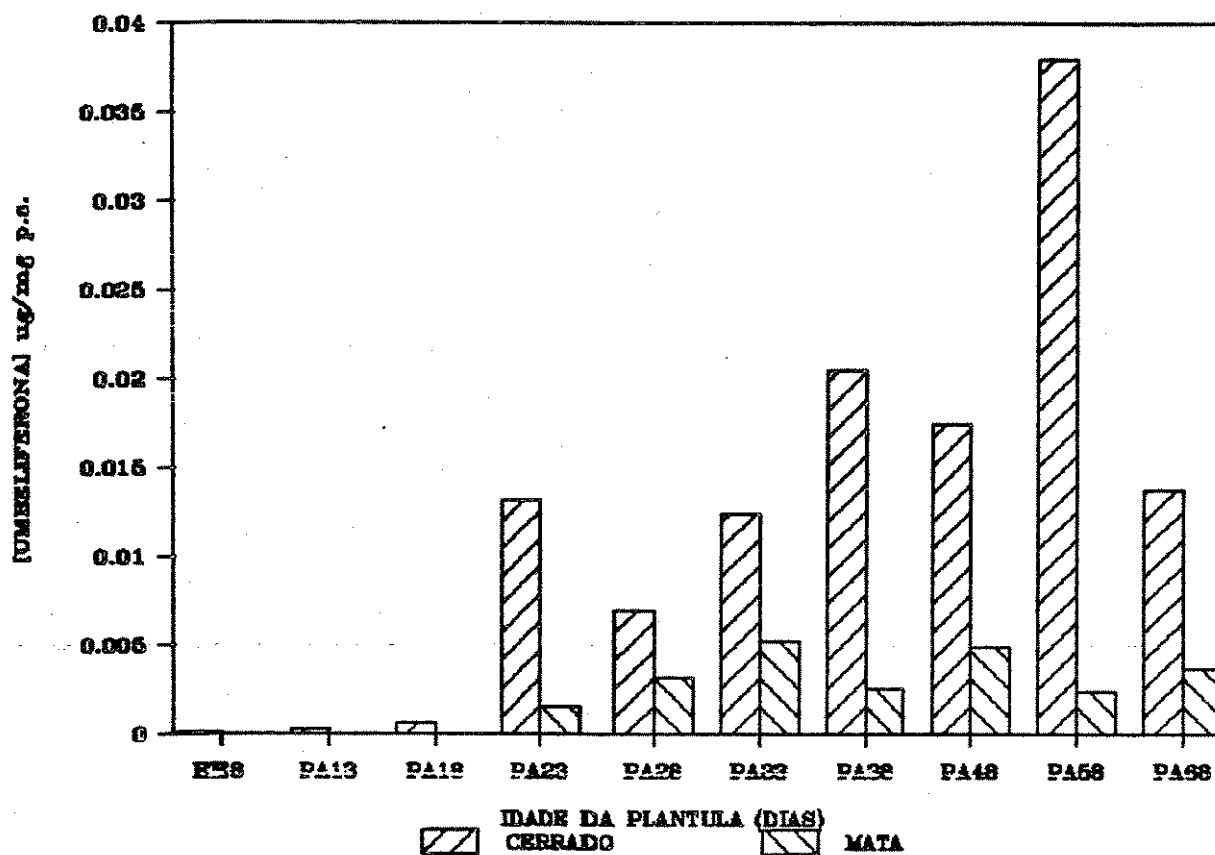


Figura 28- Concentração de umbeliferona presente no eixo embrionário (EE) e na parte aérea (PA) de plântulas de *C. langsdorffii* oriundas de sementes de cerrado e de mata, em diversas idades.

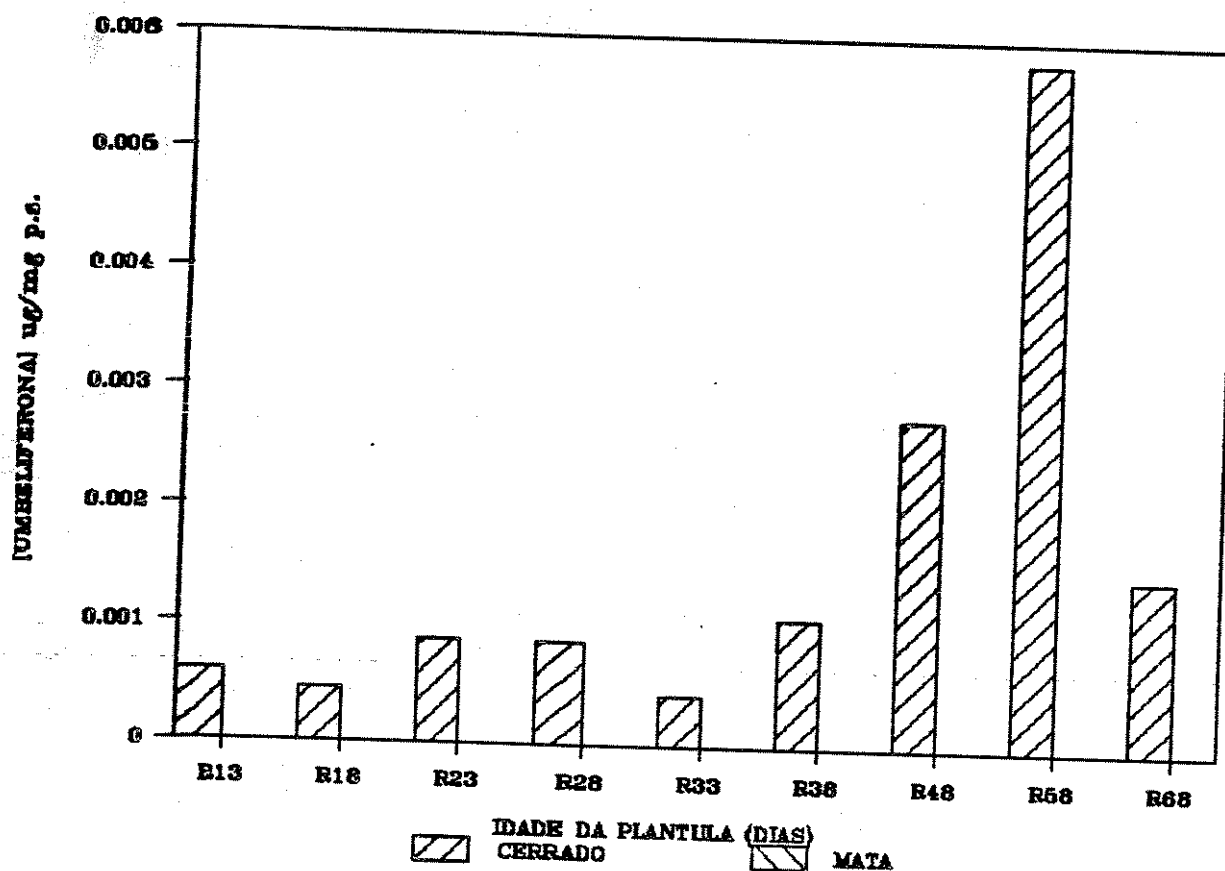


Figura 29- Concentração de umbeliferona presente nas raízes (R) de plântulas de *C. langsdorffii* oriundas de sementes de cerrado e de mata, em diversas idades.

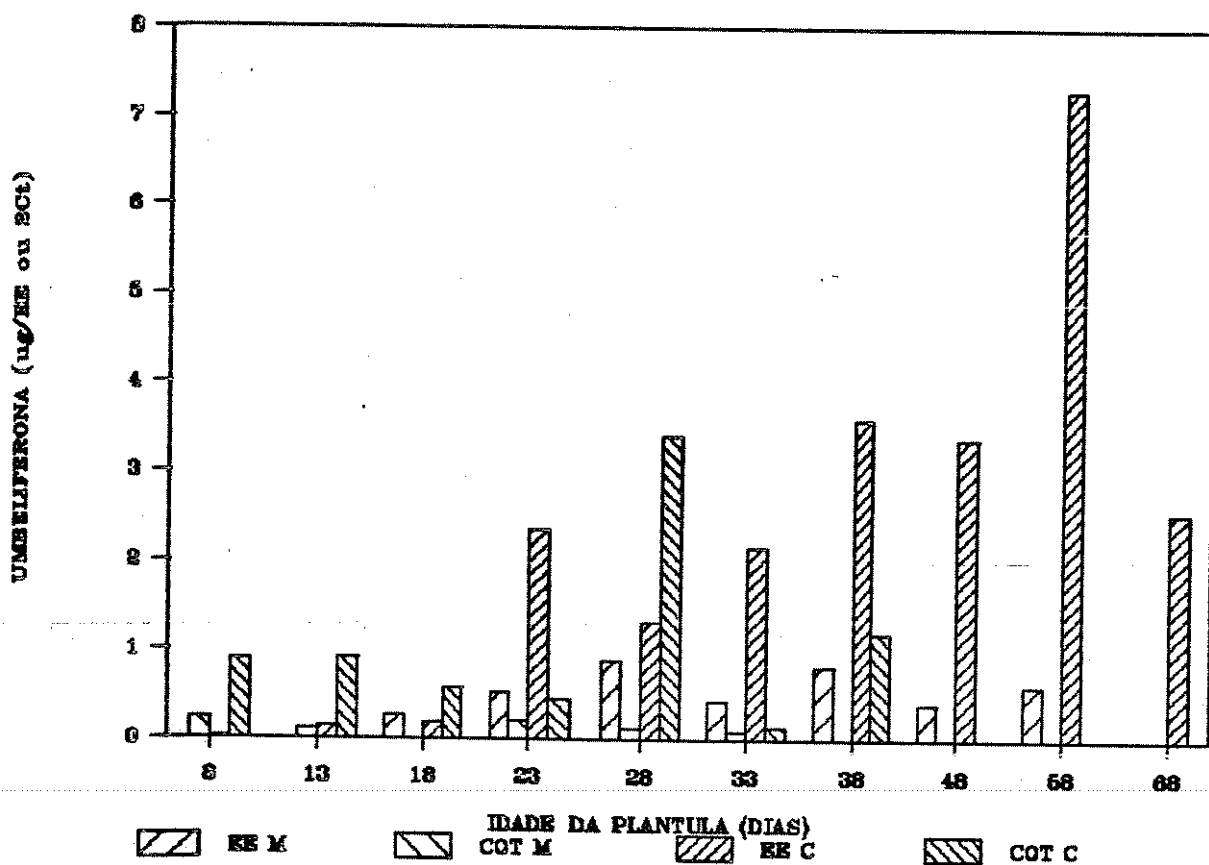


Figura 30- Concentração de umbeliferona presente no eixo embrionário (EE) e cotilédones (CT) de plântulas de *C. langsdorffii* oriundas de sementes de mata (M) e de cerrado (C), em diversas idades.

## DISCUSSÃO

O período da floração de *C. langsdorffii* ocorreu de dezembro a fevereiro, que também foi observado por CABRAL *et al.* (1986) e POLO & MOREIRA (1986), coincide com o período das chuvas. Existe certa variabilidade quanto ao período de floração de *C. langsdorffii*, mesmo entre árvores próximas, como no presente caso. Fato semelhante foi observado por HOEHNE *et. al.* (1941) com relação ao período de floração; esses autores relataram a presença de flores nos meses de janeiro e fevereiro em árvores localizadas no Jardim Botânico de São Paulo. Recentemente, BARBOSA (1990) também comprovou que o período de floração é de dezembro a março, atribuindo esta variação à mudança do clima na região. Este autor ainda demonstrou que, após o início da floração, a planta permanece florida por cerca de 84 dias, apresentando maior índice de floração entre 42 e 56 dias do seu início, com, ao redor de, 38,75% de ramos com botões e 80,00% de ramos com flores. No entanto, CRESTANA & BELTRATI (1988) afirmam que a floração ocorre entre os meses de outubro a janeiro, o que não concorda com o presente estudo e os autores anteriormente citados.

Não existem estudos sobre que fatores estariam envolvidos na estimulação do florescimento em *C. langsdorffii*. É provável que a indução floral ocorra no início da estação chuvosa (outubro/novembro) quando as sementes da safra anterior ainda

estão sendo dispersas, como foi observado por POLO & MOREIRA (1986) e BARBOSA (1990). Isto é possível porque o ciclo reprodutivo é muito longo. A floração ocorrendo no período chuvoso é vantajoso, evitando a perda da florada por falta de umidade, pois este fator é crítico para esta fase do período reprodutivo. Algumas espécies arbóreas de cerrado, entretanto, florescem antes do período chuvoso, por apresentarem sistema radicular profundo (RIZZINI, 1976). Exemplo disso é *Magonia pubescens*, uma árvore do cerrado que perde suas folhas entre abril e junho e floresce e frutifica de junho a outubro (JOLY & FELIPPE, 1980). Por outro lado, o excesso de chuva, a ação de ventos fortes ou mesmo chuvas de grande intensidade, comuns durante a estação do verão, podem prejudicar a floração, provocando a queda de muitas flores. Para BAKER (1983), as espécies tropicais, em geral, apresentam um número de frutos bem menor que o número de flores produzidas.

A figura 31 mostra a precipitação pluviométrica no período de junho de 1990 a dezembro de 1991, medida no Posto Meteorológico da Universidade de Alfenas, localizado cerca de 8km do local indicado na Figura 1. Durante o verão de 1990/1991, precisamente nos meses de janeiro e fevereiro choveu muito, cerca de 362 e 191mm, respectivamente, o que pode ter causado a queda de muitas flores e frutos jovens, principalmente das inflorescências mais externas e, portanto, mais sujeitas ao impacto da chuva e do vento. Devido a isto e à própria variação existente entre as árvores, é que foram observadas árvores com frutificação mais precoce e outras mais tardias, o que explica o

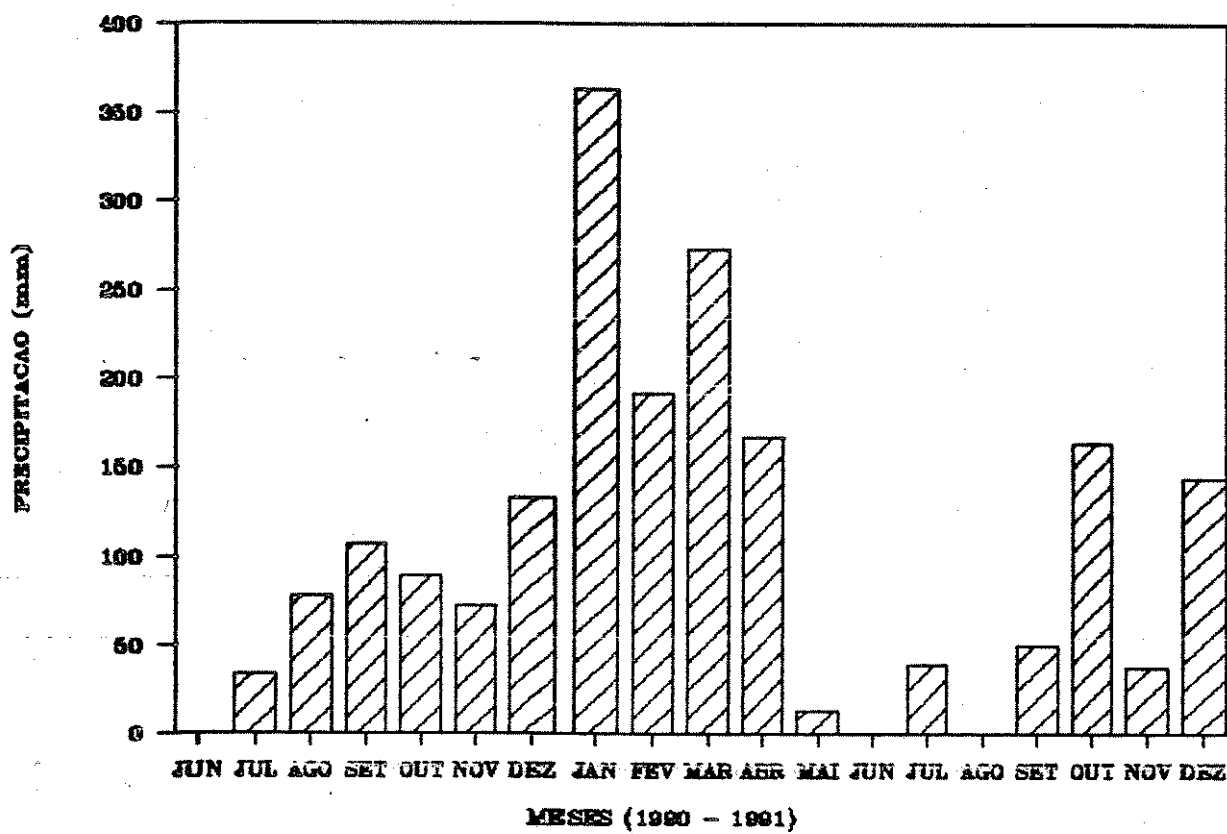


Figura 31- Pluviosidade mensal acumulada medida no Posto Meteorológico da Universidade de Alfenas, no período de junho de 1990 a dezembro de 1991.

fato de haver frutos em diferentes estádios de crescimento numa mesma época. O mesmo fator explica os diferentes estádios de amadurecimento dos frutos, que apresentavam uma gama de cores entre o verde (antes do início da maturação) e o marrom (fruto maduro). A cor verde representa o fruto ainda em crescimento, com a semente bastante úmida, enquanto o fruto marrom escuro já está seco e pronto para a dispersão da semente. BARBOSA (1990) observou que os frutos começam a se formar após 70 dias do início da floração, ou seja, em meados de março.

No período de amadurecimento do fruto e dispersão da semente, os frutos mudaram de cor, mas uma mesma árvore podia apresentar frutos em diferentes estádios de maturação (vide Tabela 9). Como consequência disto, as sementes maduras ou em início de dispersão, podem estar presentes por um período mais longo. As sementes já se encontram fisiologicamente maduras a partir de setembro (BARBOSA, 1990) mas podem ser coletadas a partir de julho (RIZZINI, 1971a), quando já existem frutos maduros (MOTTA JUNIOR & LOMBARDI, 1990), pois já ocorre certa germinação (POLO & MOREIRA, 1986; BARBOSA, 1990). A dispersão das sementes ocorre de agosto a dezembro (CABRAL *et al.*, 1986; POLO & MOREIRA, 1986).

Foram colhidos 873 frutos ao longo dos 5 meses (de abril a setembro), nas 10 coletas das 6 árvores. Destes, apenas 584 apresentavam sementes sadias (66,9%), das demais, 188 haviam sido predadas por insetos (21,5%) e 101 estavam mortas (11,6%). Os dados mostram que ocorreu um crescente aumento do número

percentual de frutos atacados, e de sementes destruídas, ao longo do seu desenvolvimento. Na primeira coleta, realizada em 25/04/91, apenas 5% das sementes havia sido destruído por larvas, enquanto que na última coleta, cerca de 39% das sementes estavam danificadas e os frutos continham adultos de *Rhinochenus* e de *Apion*. Este aumento de frutos atacados foi notado ao longo das coletas intermediárias (vide tabela 12). Num estudo minucioso, LEWINSOHN (1980) destacou a importância de *Rhinochenus* como predador de sementes de *C. langsdorffii* cujos ovos são colocados no interior do fruto ainda jovem e ali as larvas se desenvolvem alimentando-se da semente. Entre as árvores com frutos predados, está a árvore 6, que apresentou o maior índice. Isto talvez tenha ocorrido porque é uma árvore isolada, foi a que mais frutos produziu e também a mais tardia. Opostamente, não foi coletado nenhum fruto predado da árvore 4 (que foi a que menos frutos produziu) e apresentou também o menor índice de sementes mortas (4,6%). Sementes de *C. langsdorffii* coletadas em Paraopeba (MG) apresentaram um índice de infestação por brocas de apenas 1% (RIZZINI, 1971a), porém o autor não indica se a larva encontrava-se no arilo ou no interior da semente.

De acordo com CARVALHO & NAKAGAWA (1980), doenças, ataque de pragas ou inviabilidade do embrião podem ser a causa da morte das sementes. Em *C. langsdorffii*, foi demonstrado que estes três fatores, individualmente, podem contribuir para a morte das sementes. LEWINSOHN (1980) descreveu de forma bastante clara que as sementes de *C. langsdorffii* podem ser inviabilizadas ainda no fruto imaturo por abortamento ou predação e, quando madura, a

semente pode também ser predada no fruto ou após ter sido dispersa.

Foi extenso o período em que as árvores permaneceram floridas, e foram encontrados frutos de diversos tamanhos numa mesma coleta. A existência de uma correlação linear entre o peso de matéria fresca e o produto dos valores de comprimento, largura e espessura do fruto e a cor do fruto, permitem afirmar que os frutos pequenos coletados mais tardiamente tratavam-se de frutos jovens e não frutos pequenos em fase de maturação. BARBOSA (1990) atribuiu cores diferentes aos frutos, dependendo do seu estágio de desenvolvimento e maturação. Segundo este mesmo autor, não foi encontrada diferença significativa entre os valores do peso de matéria seca e do teor de umidade dos frutos ao longo do seu desenvolvimento, no período de abril a setembro.

No presente estudo, durante o período observado (de abril a setembro), o teor de umidade dos frutos não variou significativamente ao longo do seu crescimento. Porém, ficou demonstrada a existência de uma grande variação no tamanho e peso (matéria fresca e seca) dos mais desenvolvidos e coletados mais próximos da época de dispersão das sementes. Os das primeiras coletas eram menos desenvolvidos (vide Tabelas 15 e 16), com menores dimensões (vide Tabela 17) e, conseqüentemente, menores pesos. Este aumento de peso proporcional ao tamanho do fruto foi demonstrado pela linearidade apresentada entre o produto de suas dimensões e o peso de sua matéria fresca.

Durante o crescimento dos frutos de *C. langsdorffii*, as

sementes aumentam de peso mais rápido que o resto do fruto. Esta diferença existe porque o fruto não tem o mesocarpo desenvolvido e a semente, após os primeiros estádios de desenvolvimento do fruto, passa a representar a maior porcentagem do tamanho do fruto. Outro fator que também promove o crescimento maior do fruto em espessura é o crescimento do arilo, principalmente nos frutos de estádios iniciais.

Trabalhos anteriores já demonstraram que o desenvolvimento da semente de *C. langsdorffii* é lento. A semente demora cerca de 200 dias para atingir a maturação fisiológica (POLO & MOREIRA, 1986; BARBOSA, 1990) e de 245 (POLO & MORAES, 1990) a 256 dias (BARBOSA, 1990) para ser dispersa.

O peso da semente varia bastante, representando apenas 7,7% do peso do fruto no início, atinge cerca de 46% quando o fruto está no estágio da classe H (entre 3501 e 4000mg). O tamanho da semente aumenta proporcionalmente mais em relação à espessura do que em relação ao comprimento e largura (vide Tabela 19). Isto ocorre devido ao acúmulo de material de reserva nos cotilédones, que se dilatam ortogonalmente ao eixo longitudinal (CRESTANA & BELTRATI, 1988). Em feijão, as sementes e cotilédones apresentam aumento em comprimento segundo uma curva diáuxica. Também o aumento de peso de matéria fresca das sementes, ocorre segundo este mesmo modelo de curva, mas isto não se repete na curva de crescimento em peso de matéria seca, onde o padrão de crescimento é sigmóide (FIGUEIREDO & PEREIRA, 1985).

O arilo da semente de *C. langsdorffii* tem papel

fundamentalmente atrativo do dispersor (PIJL, 1982), servindo de alimento a aves da ordem Passariformes, responsáveis pela dispersão da semente (MOTTA JUNIOR & LOMBARDI, 1990). Sua origem é funicular (CRESTANA & BELTRATI, 1988), portanto trata-se de um arilo verdadeiro (PIJL, 1982). Em *Ricinus communis*, que é uma semente fotoblástica negativa, a carúncula exerce também uma função atrativa do dispersor (a semente é carregada por formigas - mirmecoria - ) (POLO, 1982) e sua retirada não altera o fotoblastismo, mas retarda a germinação talvez pela presença de algum tipo de inibidor (LAGOA & PEREIRA, 1987). Dados não mostrados, demonstraram que em *C. langsdorffii* o arilo retarda a germinação impedindo a embebição da semente.

O aumento do peso do arilo das sementes de *C. langsdorffii* aumenta numa proporção menor que o da semente. Por isso, ele é relativamente maior que a semente nos estádios iniciais de crescimento, tornando-se relativamente menor à medida que ambos crescem. Portanto, o crescimento da semente, tanto em termos de comprimento, largura e espessura, como em peso úmido e seco, é maior que o crescimento do arilo (vide Tabelas 20 e 21).

As sementes aumentaram seu peso úmido e peso seco numa proporção linear e positiva em relação ao seu tamanho. O teor de umidade, ao longo da maior parte do desenvolvimento da semente, teve pouca variação. Geralmente as sementes quando dispersas já apresentam um baixo teor de umidade. Em *C. langsdorffii*, as sementes atingem baixos índices de umidade, entre 11 e 13% somente após terem sido dispersas (POLO & MOREIRA, 1986; BARBOSA, 1990).

As sementes de *C. langsdorffii* coletadas de árvores do cerrado são significativamente maiores que as de mata. Em geral as sementes de uma mesma espécie apresentam variações fisiológicas decorrentes de fatores ambientais (clima, fotoperíodo, solo) e endógenos da planta mãe (nutricionais, hormonais, genéticos), bem como a posição do fruto nesta pode interferir no seu desenvolvimento (GUTTERMAN 1973; CARVALHO & NAKAGAWA, 1980; MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1982). Como foi observado nas árvores de mata, quando a árvore produziu bastante frutos (Árvore 7 - dados não mostrados) estes eram pequenos, isto é, menores que de outra árvore (nº 4) a qual produziu menos frutos. Como no cerrado as pressões ambientais são maiores (baixa umidade e baixo teor de nutrientes), é possível que a árvore produza menos sementes e, conseqüentemente, estas sejam maiores.

O período necessário para o início da germinação apresentou variações decorrentes da temperatura a que estavam sendo submetidas as sementes. Tanto sementes de cerrado como de mata, em temperaturas contínuas ou alternantes, demoraram mais para iniciar a germinação quando a temperatura era mais baixa.

A embebição é um processo físico dependente da temperatura. De acordo com MAYER & POLJAKOFF-MAYBER (1982), a temperatura também afeta a velocidade de embebição da semente, não afetando, porém, o total de embebição. Em temperaturas mais elevadas, a embebição total se processa mais rapidamente e, portanto, a germinação pode ocorrer mais cedo.

Sementes intactas de *C. langsdorffii* mantidas à temperatura

de  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$  embebem lentamente, atingindo 220% do peso úmido inicial após 7 dias do início da embebição (POLO et al. 1988). No entanto, as sementes já podem iniciar o processo de germinação antes mesmo de atingirem a embebição total (METIVIER, 1979) que, no caso de *C. langsdorffii* pode ocorrer por volta dos 3 dias de embebição quando aumentaram seu peso úmido em 50% (POLO et al. 1988). As sementes de *C. langsdorffii* não apresentam fotoblastismo e apresentam alta porcentagem de germinação quando mantidas a  $25^{\circ}\text{C}$  contínuos, como já foi demonstrado por POLO & MOREIRA (1986).

As espécies tropicais, em geral, têm a germinação de suas sementes promovida a temperaturas mais elevadas quando comparadas com espécies temperadas. A perda da germinação em temperaturas elevadas normalmente é entendida como devida a mudanças na estrutura das membranas e à denaturação de proteínas (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1982) que funcionariam como sensor de temperatura (Mayer & Marbach, 1981 in MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1982). É provável que o nível endógeno de fitormônios possa determinar a faixa de temperatura em que a semente germinará (Reynolds & Thompson, 1971 in MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1982). Em geral, as espécies de cerrado germinam tanto em temperaturas baixas ( $10^{\circ}\text{C}$ ) como em temperaturas elevadas (até  $45^{\circ}\text{C}$ ), porém a temperatura ótima para a germinação na maioria das espécies está entre  $25$  e  $30^{\circ}\text{C}$  (FELIPPE & SILVA, 1984). Temperaturas abaixo de  $5^{\circ}\text{C}$  e acima de  $45^{\circ}\text{C}$  inibem totalmente a germinação. *Rapanea guianensis* (JOLY & FELIPPE, 1979a), *Magonia pubescens* (JOLY et al., 1980) e *Zornia reticulata* (FELIPPE, 1984) têm sua germinação

inibida a 5°C. Acima de 10°C, muitas espécies já apresentam germinação, como *Dipteryx alata* a 12°C (MELHEM, 1975), *Kielmeyera coriacea* a 15°C (DIONELLO, 1978), *Rapanea guianensis* (JOLY & FELIPPE, 1979a) e *Magonia pubescens* (JOLY et al., 1980) a 10°C. No entanto, poucas espécies estudadas apresentam germinação elevada quando expostas a temperaturas acima de 35°C. Algumas espécies de cerrado germinam otimamente quando mantidas à temperatura de 35°C, como *Eugenia dysenterica* (RIZZINI, 1970) e *Andira vermifuga* (RIZZINI, 1971b) que germinam 100%, *Andira humilis* (HANDRO, 1969) que atinge 90% de germinação, *Dipteryx alata* (MELHEM, 1975) cuja germinação atinge 75% e *Rapanea guianensis* (JOLY & FELIPPE, 1979a) que germina mais de 50% e tem sua velocidade de germinação aumentada. Com exceção de poucas espécies como *Andira humilis* (HANDRO, 1969) e *Dipteryx alata* (MELHEM, 1975) que conseguem germinar a 40°C e *Stylosantes macrocephala* a 45°C (SILVA & FELIPPE, 1986), a maioria tem a germinação inibida quando submetida à temperatura igual ou superior a 40°C, como em *Rapanea guianensis* (JOLY & FELIPPE, 1979a) e *Zeyhera digitalis* (JOLY & FELIPPE, 1979b). Dentre as espécies caracteristicamente pertencentes ao cerrado, não foi encontrada nenhuma que tenha sua germinação inibida quando submetida à temperatura de 35°C. As sementes de *Canavalia rosea*, uma espécie de restinga, quando escarificadas, germinam em porcentagens elevadas (cerca de 90%) quando mantidas em temperaturas entre 15 e 35°C, tanto na luz como no escuro, e a porcentagens menores (60%) a 40°C na luz, não germinando a 45°C. Quando mantidas em temperaturas alternantes, a germinação foi

inibida quando a temperatura superior era 45°C. Esta inibição foi maior no escuro, condição em que a germinação a 40°C constantes também foi inibida (LUCAS & ARRIGONI, 1992). *C. langsdorffii* é uma das poucas espécies que ocorre tanto em mata como no cerrado e suas sementes não germinam a 35°C. É possível que, em *C. langsdorffii*, a temperatura de 35°C tenha afetado pelo menos uma das enzimas envolvidas na degradação de suas reservas.

Estudos realizados por ROCHA *et al.* (1988) mostraram que 40% das reservas de sementes de *C. langsdorffii* são constituídas de xiloglucano, um amilóide presente também nas sementes de outras espécies de *Copaifera* (KODIMAN, 1960). O xiloglucano é degradado durante o crescimento da plântula (ROCHA *et al.*, 1987), a partir do 15º dia após o início da embebição. Recentemente, porém, ALCANTARA *et al.* (1992) notaram que uma das enzimas participantes da degradação do xiloglucano, em *C. langsdorffii*, a  $\beta$ -glucosidase, apresenta seu primeiro pico de atividade durante a fase de embebição da semente. Assim sendo, é provável que a temperatura de 35°C possa interferir negativamente na atividade da enzima  $\beta$ -glucosidase, inibindo o processo de germinação. De acordo com as definições propostas por POPINIGIS (1977), a temperatura mínima para germinação de *C. langsdorffii* é inferior a 15°C; a temperatura máxima situa-se entre 30 e 35°C e a temperatura ótima em 30°C.

A alternância de temperatura não promoveu significativamente a germinação. O que pôde ser observado, foi um pequeno aumento da germinação de sementes de mata a 15°C quando comparada com o tratamento de temperaturas alternantes 25-15°C. A tabela 37

mostra a existência de uma relação entre o aumento das temperaturas contínuas e média das temperaturas alternantes e o aumento da germinação até 30°C contínuos.

Tabela 37- Dados comparativos da porcentagem de germinação de sementes de *C. langsdorffii* de cerrado e de mata em diferentes temperaturas constantes e alternantes.

| Temperatura<br>(°C) | Germinação (%) |        |
|---------------------|----------------|--------|
|                     | Cerrado        | Mata   |
| 15                  | 83,33          | 53,33  |
| 25-15               | 86,67          | 60,00  |
| 20                  | 93,33          | 93,33  |
| 25-20               | 96,67          | 83,33  |
| 30-20               | 96,67          | 100,00 |
| 25                  | 96,67          | 96,67  |
| 30-25               | 93,33          | 96,67  |
| 30                  | 100,00         | 93,33  |
| 35                  | 0,00           | 0,00   |

Estes dados confirmam diversos trabalhos anteriores. Como pode ser visto em MAYER & POLJAKOFF-MAYBER (1982) a alternância de temperatura promove um ligeiro aumento da germinação, mas apenas quando uma das temperaturas for próxima da temperatura ótima para a germinação. JOLY & FELIPPE (1979a) demonstraram que em *Rapanea guianensis* a alternância de temperatura entre 25-15, 25-20, 25-30 e 25-35°C teve o mesmo efeito que as temperaturas

constantes de 15, 20, 25, 30 e 35°C, promotoras da germinação. Em outro estudo, foi visto que as alternâncias de temperatura entre 25-10 e 25-5°C contrabalançaram totalmente o efeito inibidor da luz branca na germinação da semente fotoblástica negativa *Cucumis anguria* (FELIPPE, 1980). Também a alternância 15-35°C contrabalançou o efeito inibidor do escuro em *Rumex obtusifolius* (fotoblástica positiva) e de luz em *Cucumis anguria*. Por outro lado, a alternância 25-35°C promoveu a germinação em *Rumex* mas não teve efeito em *Cucumis* (FELIPPE, 1980).

Em condições de campo, na região tropical, a temperatura do solo, até a profundidade de 20cm é variável, tanto em relação ao período do dia, como em relação à época do ano. Isto foi mostrado por ORTOLANI & PINTO (1972) para a região de Ribeirão Preto, SP (Tabela 38). Assim sendo, é de se esperar que as sementes estejam

Tabela 38— Temperatura do solo na região de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, durante os meses de janeiro e agosto de 1955. Dados de ORTOLANI & PINTO (1972).

| Profundidade<br>do solo (cm) | Janeiro        |                     | Agosto         |                     |
|------------------------------|----------------|---------------------|----------------|---------------------|
|                              | Hora do<br>dia | Temperatura<br>(°C) | Hora do<br>dia | Temperatura<br>(°C) |
| 2                            | 14             | 36                  | 12             | 34                  |
|                              | 5              | 20                  | 6              | 15                  |
| 5                            | 16             | 35                  | 16             | 31                  |
|                              | 8              | 22                  | 8              | 16                  |
| 10                           | 17             | 34                  | 16             | 30                  |
|                              | 8              | 23                  | 8              | 19                  |
| 20                           | 21             | 27                  | 21             | 24                  |
|                              | 10             | 25                  | 12             | 22                  |

adaptadas a condições de variação da temperatura e germinem, mesmo quando uma dessas temperaturas seja superior à temperatura ótima ou mesmo à temperatura máxima para a germinação da espécie. No presente estudo não foi avaliada a germinação em temperaturas alternantes onde a superior fosse 35°C ou mais.

Alguns autores relataram a presença de uma "dormência ocasional" em sementes de *C. langsdorffii* causada pela presença de cumarina (MORS & MONTEIRO 1959; BORGES et al. 1982), sugerindo tratamentos para a quebra desta dormência (BORGES et al., 1982).

No entanto, outros autores afirmaram que a germinação ocorre a porcentagens elevadas, apesar da semente conter cumarina, num período variável de 18 a 45 dias (RIZZINI, 1976; POLO & MOREIRA, 1986).

As sementes apresentam capacidade de germinar mesmo quando imaturas. A germinação já ocorre cerca de 82 dias antes da dispersão, porém com porcentagem muito baixa (4%) (POLO & MORAES, 1990). Existe uma relação estreita entre germinação e o estágio de desenvolvimento da semente. A medida que a semente se desenvolve a porcentagem de germinação aumenta. A 55 dias de sua dispersão, quando a semente apresenta seu valor médio máximo de peso de matéria seca e seu teor de umidade é de 33,96%, a porcentagem é de 54%. A partir daí, à medida que diminui o teor de umidade, aumenta a germinação (POLO & MOREIRA, 1986). A estas conclusões também chegou BARBOSA (1990) quando demonstrou que as sementes de *C. langsdorffii* aumentavam sua germinação à medida que evoluía seu desenvolvimento, até atingirem o ponto de

maturação fisiológica, que é de 203 dias após o início da floração. Em outra leguminosa, *Phaseolus vulgaris* cv. Goiano precoce, a germinação de sementes imaturas também ocorre mesmo nos estádios iniciais de desenvolvimento (FIGUEIREDO & PEREIRA, 1991). Estes autores verificaram que a germinação era acelerada quando as sementes imaturas eram previamente desidratadas até 17,4% de umidade que é o teor na semente madura a partir do estágio em que a semente apresenta apenas 1/5 do peso da matéria seca final e 74% de teor de umidade.

A germinação das sementes maduras intactas de *C. langsdorffii*, à temperatura de 25°C, ocorre de 8 a 12 dias após o início da embebição, quando estas atingem um peso fresco cerca de 100% maior que o inicial (FOLO et al., 1988).

MORS & MONTEIRO (1959) descobriram a presença de cumarina e umbeliferona em sementes de *C. langsdorffii*. A cumarina é conhecidamente um inibidor de germinação de sementes (MAYER & EVENARI, 1952). Além disso, causa também a inibição de esporos de pteridófitas, como em *Gymnogramme calomelanos* (Sossountzov, 1961 in HOWLAND & EDWARDS, 1979) e *Polypodium latipes* (ESTEVES & FELIPPE, 1990). Apesar da sua presença em sementes de *C. langsdorffii*, a cumarina não causa dormência, impedindo a germinação. BORGES et al. (1982) submeteram sementes de *C. langsdorffii* a diversos tratamentos para quebra de dormência e concluíram que a estratificação por 15 dias ou a manutenção em água parada aumenta a germinação. No presente estudo foi demonstrado que a cumarina presente no tegumento e nos

cotilédones não causa dormência à semente, apesar da escarificação química com ácido sulfúrico absoluto acelerar o processo de germinação, que ocorre a partir do 6º dias após o início da embebição (ISEJIMA et al., 1991; BUCKERIDGE et al., 1992). Mas esta promoção deve-se, provavelmente, ao fato de a escarificação acelerar a embebição, uma vez que a escarificação não elimina a cumarina presente nos cotilédones. VALID (1973) demonstrou que as sementes de *Coumarona odorata* germinam à temperatura de 33°C no escuro ou na luz, apesar dos altos níveis de cumarina endógena. A quantidade de cumarina no embrião aumenta durante a germinação. A cumarina aplicada a 0,4 ou 4mM não inibiu a germinação de *Coumarona*, mas intensificou o crescimento dos embriões. Uma única semente de *Coumarona* colocada no centro de uma placa de Petri, inibiu a germinação de sementes adjacentes como alface, rabanete e tomate. Em sementes de *Myroxylon peruiferum* também foi detectada a presença de cumarina (INENAMI et al., 1984) a qual não inibe a germinação da semente de *M. peruiferum*, apesar de seu lixiviado ter inibido a germinação de sementes de alface (INENAMI, 1984).

A permanência de sementes de *C. langsdorffii* em água causa a exsudação da cumarina. Este fato foi demonstrado por POLO et al. (1988), que dosaram a cumarina exsudada, após 114 horas de embebição. De acordo com estes mesmos autores, a análise cromatográfica de extratos das sementes germinadas mostrou que esta cumarina foi exsudada tanto da testa como dos cotilédones.

A cumarina induz a dormência de sementes de alface sensíveis à luz (BERRIE, 1968). Seu efeito é antagonizado pelo ácido

giberélico, quando as sementes são mantidas na luz (BERRIE et al., 1968). Quando aplicada em sementes de alface durante a embebição, leva à dormência, que é dependente da temperatura, com efeito maior a 25°C e não havendo efeito quando as sementes são mantidas em temperatura inferiores a 20°C. Na temperatura de 25°C, há evidência de que a cumarina seria metabolizada mais rapidamente (BERRIE, 1968). MAYER & EVENARI (1952), trabalhando com sementes de alface e trigo, mostraram que qualquer mudança na estrutura da molécula de cumarina leva a uma diminuição de sua atividade como inibidora da germinação. As características estruturais determinantes são: a presença da dupla ligação no anel da lactona e a ocorrência da estrutura de lactona. A remoção da dupla ligação reduz a atividade. A destruição da estrutura da lactona tem um efeito semelhante. A atividade inibitória da cumarina é explicada através da estrutura específica de sua molécula (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1982). Sementes de *C. langsdorffii* contêm cumarina e umbeliferona (MORS & MONTEIRO, 1959), mas, ao contrário da cumarina, a umbeliferona não apresenta efeito inibidor sobre a germinação de sementes de alface (BERRIE et al., 1968). VAN SUMERE et al. (1972) também demonstraram que somente a cumarina inibia drasticamente a germinação de sementes de alface, enquanto outros compostos fenólicos, entre eles, o ácido o-cumárico, o ácido p-cumárico, a umbeliferona, a escopoletina e outros, tinham pouco ou nenhum efeito inibidor. No presente trabalho foi verificado que a cumarina causa o efeito alelopático sobre sementes de alface somente durante o período no qual ainda está sendo exsudada, como

ocorreu no experimento 3 (Figura 12), desaparecendo este efeito após 30 dias do início da exsudação (Figuras 9 e 10). Somente a cumarina exsudada das sementes de *C. langsdorffii* de mata inibiu a germinação de sementes de picão, como pode ser visto pelos resultados do experimento 2 (Figura 11). O exsudado de sementes de cerrado não provocou inibição. O fato de não ter havido inibição das sementes de alface e rabanete mantidas no exsudato de sementes de mata sugere que a cumarina pode ter sido inativada, por ter permanecido, em solução, na luz, por alguns dias, à temperatura de 25°C e a concentração de cumarina ativa remanescente tenha sido insuficiente para provocar a inibição.

Em *Melilotus alba* (BUCKERIDGE et al., 1981; ZAIDAN et al., 1985) e em *Ageratum conyzoides* (LADEIRA & FIGUEIREDO-RIBEIRO, 1981; LADEIRA et al., 1987) foram encontradas substâncias cumarínicas. Os aquênios de *A. conyzoides* apresentam 4 derivados cumarínicos, entre eles a umbeliferona (7-hidroxi-cumarina) como componente principal e a benzo 1,2-pirona. Esta última, obtida a partir do exsudato de *M. alba*, inibiu a germinação de *A. conyzoides*, além de inibir a germinação de sementes de alface. Esta inibição ocorreu na dependência do tempo de embebição das sementes de alface na presença da substância cumarínica.

Quanto à longevidade de sementes de *C. langsdorffii*, já existiam informações de que sua viabilidade não excedia um ano, quando deixadas em condições ambientais (I. F. M. Válio, comunicação pessoal). O presente estudo confirmou esta informação. Quando armazenadas à temperatura ambiente, as

sementes de *C. langsdorffii*, tanto de cerrado como de mata, perderam sua viabilidade total ou parcialmente após 15 meses da coleta. O mesmo ocorre com sementes de outras espécies de cerrado como *Zeyhera digitalis* que diminui sua germinação após 50 dias da colheita e perde totalmente a viabilidade com 125 dias e armazenamento em temperatura ambiente (JOLY & FELIPPE, 1979b). *Kielmeyera coriacea* perde a viabilidade quando armazenada em temperatura ambiente após 6 (MELO et al., 1979) a 16 meses (DIONELLO, 1978). *Rapanea guianensis* mantém-se viável por pelo menos 1 ano nas mesmas condições de armazenamento (JOLY & FELIPPE, 1979a). O mesmo ocorre com *Eugenia dysenterica*, que deixa de germinar rapidamente (RIZZINI, 1970). Por outro lado, o armazenamento de sementes de *C. langsdorffii* de cerrado em câmara fria permitiu o aumento da longevidade para, pelo menos, 25 meses, permitindo que a germinação atingisse 96%. Estes dados confirmam os estudos de FIGLIOLIA (1988) quando demonstrou que as sementes de *C. langsdorffii* com teor de umidade de 7,8% apresentavam boa conservação por, pelo menos, 8 meses em condições ambientais, em câmara fria (4°C e 90% de U.R.) e em câmara seca (22°C e 45% de U.R.). Porém, a mesma autora afirmou que as sementes mantidas em câmara fria apresentaram uma germinação significativamente maior quando comparada com os dois outros tratamentos. Conclui-se, então, que o armazenamento em câmara fria promove o aumento da longevidade de sementes de *C. langsdorffii*. Outros estudos demonstraram que o armazenamento a frio de sementes tem efeito sobre o aumento da longevidade. USBERTI & FELIPPE (1980) mantiveram viáveis por 32 meses sementes

de *Citrus limonia* mantidas em latas hermeticamente fechadas a 4°C após terem sido desidratadas até atingirem um teor de umidade de 6%. *Tabebuia chrysotricha*, *T. pentaphylla* e *Cedrela fissilis* tiveram sua longevidade aumentada, permanecendo viáveis por 8 meses, quando armazenadas em câmara fria a 4°C, enquanto deixaram de germinar após 2 meses de armazenamento à temperatura ambiente ou em câmara seca com 13,6% de umidade (FIGLIOLIA, 1988). A liofilização também promoveu o aumento da longevidade de diversas espécies de sementes, como de *Cariniana estrellensis*, *Cedrela fissilis*, *Parapiptadenia rigida* e *Tabebuia vellosi* que permaneceram viáveis por, pelo menos, 14 meses, germinando a taxas elevadas, enquanto as que permaneceram em temperatura ambiente já haviam perdido a viabilidade no mesmo período (FIGLIOLIA et al., 1986/88). Em *Dalbergia miscolobium*, sementes nuas e contidas nos frutos, armazenados a 4°C por até 5 anos, perderam sua viabilidade com o decorrer do tempo. Após 5 anos de armazenamento, apenas 10,5% das sementes germinaram. Apesar disso, com 2 anos de armazenamento, as sementes mantidas a 4°C germinaram a taxas mais elevadas que aquelas mantidas a 25°C, ao mesmo tempo que as sementes nuas germinaram melhor que as contidas nos frutos, ambas armazenadas a 4°C (SASSAKI & FELIPPE, 1992a):

*C. langsdorffii* apresenta grande quantidade de um óleo resinoso que é obtido de seu caule (ANONIMO, 1940; CORREA, 1971; ANONIMO, 1988). Além desse óleo, *Copaifera* produz um outro óleo que pode ser encontrado nos folíolos (RACHID, 1947), na semente

(MAIA *et al.* 1978) e nos frutos (CRESTANA & BELTRATI, 1988).

No presente estudo, a dosagem da quantidade de óleo presente no pericarpo de *C. langsdorffii* pode ser considerada elevada, principalmente nos estádios finais de seu desenvolvimento. A quantidade de óleo no pericarpo aumenta até a classe K (5001-5500 mg) e depois fica constante, apesar do fruto continuar a aumentar de peso (vide tabela 30). Isto demonstra que o óleo é depositado no pericarpo durante todo o período de crescimento do fruto.

As sementes imaturas de *C. langsdorffii* apresentam quantidade variável de cumarina e umbeliferona, dependendo do seu estágio de desenvolvimento. Pelos dados obtidos, não foi possível afirmar que ocorre um decréscimo da concentração de cumarina nos estádios finais de maturação, porque não existe correlação entre a classe da semente e a quantidade de cumarina presente. Em estudos anteriores, POLO & PAES (1990) e BARBOSA (1990) afirmaram que a quantidade de cumarina é variável ao longo do desenvolvimento da semente. De acordo com BARBOSA (1990), nas sementes coletadas nos estádios iniciais de maturação (de 126 a 182 dias após a floração) a germinação baixa e elevada porcentagem de sementes mortas não são devidas à quantidade de cumarina e sim à imaturidade das sementes. Segundo o autor, à medida que as sementes amadurecem ocorre aumento da germinação devido à evolução da maturidade fisiológica da semente, apesar de haver uma diminuição do teor de cumarina nas sementes. Estes dados coincidem com os de POLO & PAES (1990) que dosaram a cumarina em sementes imaturas de diferentes estádios e

verificaram que estas apresentavam grande oscilação no teor de cumarina até 170 dias de desenvolvimento contados a partir do início da floração. Deste estágio em diante, a concentração de cumarina manteve-se baixa até a dispersão da semente, que ocorreu a partir de 245 dias após a floração. Nestes dois trabalhos foram apresentados resultados contrários àqueles apresentados por BORGES & BORGES (1979), que sugeriram ser o aumento da concentração de cumarina nos estádios finais de maturação a causa da dormência das sementes de *C. langsdorffii*.

A comparação feita entre os dados apresentados por BARBOSA (1990) e por POLO et al. (1990) com os apresentados no presente trabalho mostra uma discrepância em relação à porcentagem de cumarina encontrada nas sementes. Nos dois trabalhos citados a concentração medida é sempre mais baixa que a apresentada neste trabalho. Isto ocorreu devido ao procedimento empregado no tratamento com as sementes. Como foi descrito na metodologia, para o presente estudo, foi mantido o tegumento das sementes no processo de maceração para a extração da cumarina e seus derivados, enquanto nos trabalhos citados o tegumento foi descartado. Como é sabido, o tegumento apresenta grande quantidade de cumarina (POLO et al., 1988) é evidente que a quantidade dosada neste trabalho deva ser maior que aquelas apresentadas nos trabalhos anteriores. Como o número de repetições foi pequeno, as discrepâncias podem ter sido devidas também a erro experimental.

O crescimento das plântulas de *C. langsdorffii* parece

ocorrer a baixas taxas de incremento, em todos os parâmetros analisados: altura, área foliar, peso de matéria fresca e de matéria seca. No período e condições de estudo, 68 dias em casa de vegetação, não houve diferença entre os valores de altura e área foliar das plântulas originadas de sementes de mata e de cerrado. É possível, no entanto, que o tamanho do recipiente possa ter influenciado, em parte, no crescimento das plântulas. GOMES et al. (1990) verificaram que plântulas de *C. langsdorffii* crescidas em embalagens com 14 a 17cm de altura e diâmetros entre 4,5 e 6,4cm cresceram significativamente mais que aquelas mantidas em embalagens menores (com 11cm de altura).

Em trabalho anterior, POLO et al. (1991) verificaram que plantas de *C. langsdorffii* oriundas de sementes do cerrado apresentaram um melhor desempenho em relação ao desenvolvimento quando comparadas com aquelas provenientes de sementes da mata após 332 dias de ensaio. Estes autores concluíram que o crescimento das plântulas, no geral, é lento e que as plântulas oriundas de sementes do cerrado apresentam maior capacidade de retomada do crescimento, após terem perdido as folhas durante o período estival, devido ao rápido aumento da área foliar.

Outros trabalhos efetuados com espécies arbóreas lenhosas de floresta e de cerrado demonstraram que, em geral, o crescimento inicial das plântulas é lento, progredindo a taxas relativamente baixas (JARVIS & JARVIS, 1974; BONGERS et al., 1988; ARASAKI & FELIPPE, 1990; FELIPPE & DALE, 1990; GODOY & FELIPPE 1992; PAULILO et al., 1993) quando comparadas com plantas herbáceas (JARVIS & JARVIS, 1974; FELIPPE & DALE, 1990). Dados de PAULILO

et al. (1993) mostram que plântulas de *Qualea grandiflora*, uma espécie arbórea de cerrado, crescidas em casa de vegetação apresentavam, com 9 semanas de idade, área foliar, peso de matéria seca e razão entre raiz e parte aérea semelhantes àqueles encontrados em plântulas de *C. langsdorffii* de sementes de mata e de cerrado com aproximadamente 10 semanas de idade, crescidas em condições parecidas. A Tabela 39 mostra, comparativamente, os dados de *C. langsdorffii* com os de *Qualea grandiflora*. Observa-se, no entanto, que os valores de *C. langsdorffii* são maiores que os obtidos em plântulas de *Qualea grandiflora* crescidas em condições de solo de cerrado (estação experimental) e em câmara de crescimento. Fato semelhante ocorre com *Dalbergia miscolobium*, outra semente do cerrado, quando crescida em câmara de crescimento e em solo de cerrado (SASSAKI & FELIPPE, 1992b).

Tabela 39— Valores comparativos do crescimento de plântulas de *C. langsdorffii* de mata e de cerrado e de *Qualea grandiflora* em relação à área foliar (AF em cm<sup>2</sup>), peso de matéria seca (PMS em mg) e relação raiz parte aérea (R:PA). Dados de *Qualea grandiflora* obtidos de PAULILO et al. (1993).

| Condições de crescimento | C. langsdorffii (mata) |       |      | C. langsdorffii (cerrado) |       |      | Qualea grandiflora |       |      |
|--------------------------|------------------------|-------|------|---------------------------|-------|------|--------------------|-------|------|
|                          | AF                     | PMS   | R:PA | AF                        | PMS   | R:PA | AF                 | PMS   | R:PA |
| Casa de vegetação        | 43,28                  | 338,0 | 0,45 | 68,10                     | 524,0 | 0,28 | 50,2               | 470,0 | 0,40 |
| Est. experimental        | -                      | -     | -    | -                         | -     | -    | 21,3               | 214,0 | 1,63 |
| Câ. crescimento          | -                      | -     | -    | -                         | -     | -    | 16,0               | 405,0 | 0,90 |

**C. langsdorffii** é uma espécie comum em ambientes de cerrado, cuja reprodução é feita por sementes. Assim sendo, está adaptada a pressões ambientais que exigiriam um crescimento rápido do sistema radicular logo após a germinação da semente. A dispersão das sementes ocorre no fim da estação seca ou início das chuvas, que asseguraria suprimento de água à plântula, ao mesmo tempo que restringe a transpiração, uma vez que esta fase é aquela em que a planta é mais vulnerável (LABOURIAU et al., 1964). Esta diferenciação poderia também estar relacionada com a presença de uma enzima, a AIA-oxidase, responsável pela inativação do ácido indolil 3-acético (AIA), que teria maior atividade na parte aérea da plântula (POGGIANI, 1971). Porém isto não foi observado nas condições e duração do presente estudo, visto a relação raiz : parte aérea ser menor que 1 (um). O mesmo foi encontrado em **Qualea grandiflora** por PAULILO et al. (1993).

A Taxa Média de Crescimento Relativo (TCR) calculado para o período de 48 a 68 dias de idade foi de 0,009 para as plântulas de mata e de 0,018 para plântulas de cerrado. Quando se comparam estes valores com os de outras espécies (Tabela 40), pode ser visto que, embora sejam menores que os de espécies herbáceas, se aproximam muito dos valores de espécies arbóreas de floresta temperada, de floresta tropical e de cerrado.

O crescimento inicial do eixo embrionário é totalmente dependente das reservas cotiledonares. Apesar de, as plântulas apresentarem as primeiras folhas já expandidas, por volta do 38º dia, quando as reservas cotiledonares praticamente se extinguíram, nota-se que o peso total (eixo embrionário +

Tabela 40— Taxa média de crescimento relativo (TCR) em espécies herbáceas e arbóreas. Dados extraídos de PAULILO *et al.* (1993).

| Espécies                      | TCR<br>mg.d <sup>-1</sup> .mg <sup>-1</sup> |
|-------------------------------|---------------------------------------------|
| HERBACEAS                     |                                             |
| <i>Agrostis canina</i>        | 0,200                                       |
| <i>Amarantus viridis</i>      | 0,370                                       |
| <i>Bidens gardneri</i>        | 0,230                                       |
| <i>Helianthus annuus</i>      | 0,140                                       |
| <i>Lycopersicum sculentum</i> | 0,390                                       |
| ARBOREAS                      |                                             |
| Floresta temperada            |                                             |
| <i>Acer pseudoplatanus</i>    | 0,030                                       |
| <i>Agathis australis</i>      | 0,013                                       |
| <i>Betula verrucosa</i>       | 0,073                                       |
| <i>Picea abies</i>            | 0,005                                       |
| <i>Pinus silvestris</i>       | 0,012                                       |
| <i>Quercus velutina</i>       | 0,007                                       |
| <i>Quercus petrarca</i>       | 0,017                                       |
| Floresta tropical             |                                             |
| <i>Cordia megalanta</i>       | 0,003                                       |
| <i>Elaeis guianensis</i>      | 0,032                                       |
| <i>Khaya ivorensis</i>        | 0,027                                       |
| <i>Khaya senegalensis</i>     | 0,071                                       |
| <i>Musanga cecropioides</i>   | 0,020                                       |
| <i>Terminalia ivorensis</i>   | 0,086                                       |
| <i>C. langsdorffii</i>        | 0,009                                       |
| Cerrado                       |                                             |
| <i>Kielmeyera coriacea</i>    | 0,014/0,035                                 |
| <i>Qualea grandiflora</i>     | 0,036                                       |
| <i>Qualea cordata</i>         | 0,040                                       |
| <i>C. langsdorffii</i>        | 0,008                                       |

cotilédones) não aumenta seu valor (vide Tabelas 27 e 28). O que ocorre é apenas o aumento de massa do eixo embrionário decorrente do consumo dos cotilédones (vide Figuras 15 e 16). Este aumento de peso do eixo embrionário tanto para a parte aérea como para as raízes, é diretamente proporcional à diminuição do peso dos cotilédones (vide Tabela 29).

Esses dados são apoiados pelos resultados obtidos por ISEJIMA *et al.* (1991) que avaliaram o crescimento de plântulas de *C. langsdorffii* oriundas de sementes do cerrado, crescidas sob luz e fotoperíodo naturais e escuro constante, com e sem cotilédones, quando observaram que o seu crescimento inicial, até o 34º dia, quando caíram os cotilédones, foi totalmente dependente das reservas, mostrando que durante todo esse período o eixo embrionário ainda não é autotrófico. Em vista disso, o incremento inicial de matéria seca no eixo embrionário é inteiramente dependente das reservas cotiledonares. Em *C. langsdorffii* este baixo incremento está relacionado também com dois outros fatores: a presença de cumarina e o tipo de substância de reserva na semente. Apesar do crescimento da planta nas fases seguintes àquela estudada aqui não ser rápida (POLO *et al.*, 1991), a presença de cumarina na semente (cotilédones e eixo embrionário) desde estádios imaturos (POLO & PAES, 1990; BARBOSA, 1990) até a semente madura (MORS & MONTEIRO, 1959) e depois na plântula pode estar causando uma inibição do crescimento. De acordo com Späth (1937) e Repel (1954) (SOINE, 1964), as cumarinas ocorrem em todas as partes das plantas, em várias famílias de Fanerógamas e Criptógamas. SOINE (1964) lista diversas

propriedades fisiológicas e farmacológicas atribuídas às cumarinas. Entre essas propriedades, estão a de inibir a germinação e regular o crescimento vegetal.

Em *C. langsdorffii*, 40% da reserva cotiledonar é constituída de xiloglucano (ROCHA *et al.*, 1988) que é degradado durante o crescimento da plântula a partir do 15º dia após o início da embebição (ROCHA *et al.*, 1987). BUCKERIDGE *et al.* (1992) demonstraram que a degradação do xiloglucano, durante o crescimento de plântulas de *C. langsdorffii* provenientes de sementes de cerrado, se processa mais lentamente do que em plântulas provenientes de sementes de mata, sugerindo influências ambientais na síntese de xiloglucano.

A avaliação do crescimento da parte aérea em relação às raízes mostrou que existe uma correlação positiva entre os valores de peso de matéria úmida e de matéria seca das duas partes da plântula. Isto significa que o crescimento em termos de peso se processa de modo igual na parte aérea e nas raízes, tanto para as plântulas oriundas de sementes de mata como para as de cerrado (Vide Tabela 29).

A presença de substâncias cumarínicas em sementes de *C. langsdorffii* já havia sido pesquisada por MORS & MONTEIRO (1959) que constatarem a presença de cumarina, na proporção de 0,65% e de umbeliferona, em quantidades menores. Também POLO & MOREIRA (1986) demonstraram a presença de substâncias inibidoras de germinação nestas sementes. Além destas duas substâncias cumarínicas, é provável que duas outras também estejam presentes

nas sementes de *C. langsdorffii*, como já foi demonstrado por POLO *et al.* (1988). Através da cromatografia de camada delgada, estes autores evidenciaram a presença de diversos compostos fenólicos presentes tanto no tegumento como nos cotilédones e eixo embrionário de sementes embebidas por 48 horas. Uma destas manchas tratava-se da cumarina. Estas substâncias, isoladamente, inibiram a germinação de sementes de alface.

No presente estudo foram confirmadas as presenças de cumarina e umbeliferona, esta aliás, ainda não havia sido quantificada pelos métodos tradicionais de dosagem. Percebe-se, porém que sua quantidade é realmente muito baixa (cerca de 0,0001% do peso de matéria seca ou 1ppm).

A cumarina e a umbeliferona estão presentes nos cotilédones da semente. Com a germinação, estas substâncias são translocadas dos cotilédones para o eixo embrionário, juntamente com o material de reserva. Isto foi demonstrado anteriormente por POLO *et al.* (1988) que realizaram cromatografia a partir de extratos de cotilédones e eixo embrionário de sementes embebidas por 48 horas e de plântulas com 15 dias de idade. Estes autores mostraram que algumas manchas desapareceram do cromatograma do extrato de cotilédones e apareceram no cromatograma do extrato de eixos embrionários, nas plântulas de 15 dias.

Comparando-se a quantidade de cumarina presente na semente com a encontrada na plântula (eixo embrionário e cotilédones) nas diversas idades, pode ser verificado que a mesma varia muito (Tabelas 33 e 34) tanto em plântulas de mata como de cerrado.

Para WHITTAKER & FRENY (1971), os inibidores liberados e

presentes no solo podem dificultar ou mesmo inibir a germinação de sementes e interferir nos processos de desenvolvimento e crescimento de plântulas.

É provável que a cumarina tenha sido exsudada para o solo através das raízes, como demonstrou VALIO (1973) para *Coumarona odorata*. Este autor constatou a presença de cumarina no solo de vasos com plântulas de *Coumarona odorata*, sugerindo que ela tenha sido exsudada pela radícula. Assim a cumarina poderia inibir a germinação e o crescimento de outras espécies em sua vizinhança.

Com a evolução do crescimento, a quantidade de cumarina no eixo embrionário aumenta à medida que diminui nos cotilédones, mostrando claramente sua translocação de um órgão a outro (vide Tabelas 33 e 34 e Figura 25).

Em relação à umbeliferona, os dados mostram que sua quantidade na plântula aumentou com o passar do tempo. Isto demonstra que houve síntese desta substância e, provavelmente ela não tenha sido exsudada pelas raízes. Também ocorreu variação em termos de quantidade entre os cotilédones e o eixo embrionário. Com o crescimento da plântula, a quantidade de umbeliferona no eixo embrionário aumentou ao mesmo tempo que diminuiu nos cotilédones, mostrando que também é translocada de um órgão a outro, como ocorre com a cumarina.

Desta forma, pode ser dito que, em relação à germinação das sementes, crescimento inicial das plântulas e teor de cumarina, há pouca diferença entre plantas de *C. langsdorffii* da mata do cerrado.

## RESUMO

Neste trabalho foram estudados diversos aspectos envolvendo o fruto, a semente e plântulas de *Copaifera langsdorffii*. Foram coletados frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de árvores crescidas em ambiente de mata, dos quais foram retiradas as sementes. Também foi acompanhado o crescimento das sementes. Sementes maduras destas árvores e de árvores crescidas em ambiente de cerrado foram comparadas quanto à germinação em diferentes condições de temperatura e fotoperíodo, assim como quanto ao conteúdo de substâncias cumarínicas. Também foi acompanhado o crescimento de plântulas oriundas de sementes da mata e do cerrado e dosada a quantidade de substâncias cumarínicas nos órgãos destas plântulas. *C. langsdorffii* floresceu entre dezembro e março. A partir de fevereiro já podiam ser vistos frutos jovens, que cresceram até fins de setembro quando se iniciou a dispersão das sementes. Ao longo de 5 meses (de abril a setembro), o crescimento dos frutos e das sementes foi acompanhado através de coletas quinzenais. Em dez coletas feitas de 6 árvores, foram analisados 873 frutos, dos quais apenas 584 (66,9%) continham sementes sadias. Os demais continham sementes atacadas por larvas de inseto (21,5%) ou mortas (11,6%). Frutos e sementes sadios foram medidos para a análise de crescimento. De acordo com o peso, os frutos foram classificados em 12 classes e as sementes em 38 classes. Do

primeiro estágio analisado até a época de dispersão, o comprimento médio dos frutos variou em 50,9%, a largura 58,3% e a espessura 292,2%. Este maior aumento da espessura deveu-se, principalmente, ao crescimento da semente. O peso médio de matéria úmida do fruto variou de 742 a 6902mg no período. Foi demonstrada a existência de uma correlação direta e positiva entre o produto dos valores das 3 dimensões e o peso de matéria úmida dos frutos. As sementes tiveram um aumento médio do comprimento em 219,66%, da largura em 225,34% e da espessura em 705,12%. O peso médio da matéria úmida variou de 46,38 a 3002,49mg, dos quais o arilo correspondia, respectivamente, cerca de 52,4 a 39,3%, enquanto o peso médio de matéria seca variou de 2,40 a 572,12mg, dos quais o arilo correspondia, respectivamente, cerca de 240,8 a 49,9%. A umidade das sementes variou de cerca de 89% nos primeiros estádios a 59% na época da dispersão. As sementes também apresentam uma correlação direta e positiva entre o produto de suas dimensões e o peso de matéria úmida. A germinação das sementes de cerrado ocorreu a porcentagens elevadas nas temperaturas contínuas de 15, 20, 25 e 30°C, não germinando a 35°C, enquanto a de mata diferiram por apresentarem germinação baixa à temperatura de 15°C. Em temperaturas alternantes e fotoperíodo de 12 horas a germinação também foi elevada entre 25-15, 25-20, 30-20 e 30-25°C para as sementes de cerrado. As de mata germinaram menos nas alternantes 25-15°C. A exsudação de cumarina das sementes de *C. langsdorffii* inibiu a germinação de sementes de alface e de picão-preto. A longevidade das sementes de *C. langsdorffii* pode ser estendida por mais de 36

meses quando armazenadas em câmara fria a 4°C. O crescimento das plântulas de sementes de cerrado e de mata não difere entre si em relação à altura, área foliar e pesos de matéria úmida e seca. Apresentam, porém uma elevada correlação entre a altura e área foliar. A quantidade de óleo presente no pericarpo chega ser de 180mg (17% do peso de matéria seca). A cumarina e umbeliferona estão presentes nas sementes imaturas e maduras e nas plântulas de *C. langsdorffii*. A quantidade de cumarina presente nas sementes imaturas de mata aumenta com o aumento do tamanho e peso da semente, chegando a corresponder a mais de 6% do peso de matéria seca. O mesmo ocorre com a umbeliferona, porém com valores muito menores que os de cumarina. Nas sementes maduras a cumarina está presente na concentração de 0,63% nas sementes de mata e 0,52% nas sementes de cerrado. As plântulas apresentam cumarina nas raízes, parte aérea e cotilédones. A quantidade de cumarina presente nos cotilédones diminui à medida que aumenta no eixo embrionário.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALCANTARA, P. H. N., FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. C. L. & DIETRICH, S. M. C. 1992. Variation in activity of xyloglucan hydrolising enzymes in cotyledons of *Copaifera langsdorffii* during germination and seedling growth. Resumos da XXI Reunião Anual da Soc. Brasileira de Bioq. e Biologia Molecular (Caxambu), p411.
- ALLEN, O. N. & ALLEN, E.K. 1981. *The leguminosae - A source book of characteristics, uses and nodulation*. The University of Wisconsin Press, Wisconsin, 812p.
- ANÔNIMO. 1940. A copaiba, sua exploração comercial - a extração do óleo e o aproveitamento da madeira. *O Campo*, Rio de Janeiro, 11:54.
- ANÔNIMO. 1988. *Copaiba vermelha*. In Enciclopédia de Plantas Brasileiras, vol. 2, (ALZUGARAY, D. & ALZUGARAY, C. editores), Ed. Três, S. Paulo, p 169.
- ARASAKI, F. & FELIPPE, G. M. 1990. Crescimento inicial de *Kielmeyera coriacea*. *Ciênc. & Cult.* 42:716-720.
- ARRHENIUS, S. P., FOSTER, C. E., EDMONDS, C. G. & LANGENHEIM, J. H. 1983. Sesquiterpenes in leaf pocket resins of *Copaifera* species. *Phytochem.* 22:471-472.
- ASSUMPTO, C. T., LEITÃO FILHO, H. F. & CESAR, O. 1982. Descrição das matas da Fazenda Barreiro Rico, Estado de São Paulo. *Revta brasil. Bot.* 5:53-66.
- BAKER, H. G. 1983. Reproductive biology of plants in tropical forests. (In: F. B. Golley, *Tropical rain forest ecosystems*).

Elsevier, Amsterdam.

BALBACH, A. S/D. **A flora nacional na medicina doméstica - vol.**

**II.** Ed. MVP, Itaquaquecetuba, SP, p.583-584.

BANWART, W. L., PORTER, P. M., GRANATO, T. C. & HASSETT, J. J.

1985. HPLC separation and wavelenght area ratios of more than 50 phenolic acids and flavonoids. *J. Chem. Ecol.* 11:383-395.

BARBOSA, J. M., 1990. Maturação de sementes de **Copaifera langsdorffii** Desf. Tese de Doutorado. UNESP, Campus de Jaboticabal, 148 p.

BARBOSA, O. & GURGEL FILHO, O. A. 1982. Estudo dos elementos anatômicos do lenho de **Copaifera langsdorffii** Desf. I. *Silvicultura em São Paulo* 16A:312-317.

BENTHAN, G. 1870. Leguminosae II et III, Swartzieae, Caesalpinieae, Mimoseae, in Martii Flora Brasiliensis, XV (II), Monachii.

BERRIE, A. M. M. 1968. The interaction of coumarin and temperature in the germination of lettuce seeds. *Physiol Plant.* 21:960-965.

BERRIE, A. M. M., PARKER, W., KNIGHTS, B. A. & HENDRIE, M. R. 1968. Studies on lettuce seed germination - I. Coumarin induced dormancy. *Phytochem.* 7:567-573.

BERTONI, J. E. A., STUBBLEBINE, W. H., MARTINS, F. R. & LEITAO FILHO, H. F. 1982. Nota prévia: comparação fitossociológica das principais espécies de florestas de terra firme e ciliar na Reserva Estadual de Porto Ferreira (SP). *Silvicultura em São Paulo* 16A:563-571.

BONGERS, E., PORMA, J. & IRIARTE-VIVAR, S. 1988. Response of

- Cordia megalantha* Blake seedlings to gap environments in tropical rain forest. *Funct. Ecol.* 2:379-390.
- BORGES, E. E. L. & BORGES, R. C. G. 1979. Germinação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. provenientes de frutos com diferentes graus de maturação. *Rev. Bras. Sem.* 1:45-47.
- BORGES, E. E. L., BORGES, R. C. G., CANDIDO, J. F. & GOMES, J. M. 1982. Comparação de métodos de quebra de dormência em sementes de copaiba. *Rev. Bras. Sem.* 4:9-12.
- BRAGA, R. 1953. *Plantas do nordeste - especialmente do Ceará*. Ed. Univesitária da UFRN, 540p.
- BUCKERIDGE, M. S. & DIETRICH, S. M. C. 1990. Galactomannans from brazilian legume seeds. *Revta brasil. Bot.* 13:109-112.
- BUCKERIDGE, M. S., ZAIDAN, L. B.P. & FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. C. L., 1981. Efeito das cumarinas presentes no exsudato e nas sementes de *Melilotus alba* na germinação de outras sementes. Resumos do 1º Congresso da Soc. Botânica de S. Paulo (Campinas), p. 22.
- BUCKERIDGE, M. S., ROCHA, D. C., REID, J. S. G. & DIETRICH, S. M. C., 1992. Xyloglucan struture and post-germinative metabolism in seeds of *Copaifera langsdorffii* from savanna and forest populations. *Physiol. Plant.* 86:145-151.
- CABRAL, R. M., FELFILI, J. M., MACHADO, J.W.B., MENDONÇA, M.N., & THOMÉ, M. L. M. 1986. Estudo da fenologia de *Copaifera langsdorffii* Desf., *Maprounea guyanensis* Aubl., *Tapiriria guianensis* Aubl. e *Protium heptaphyllum* Merch. durante 15 meses na Fazenda Agua Limpa (FAL-DF). 5º Congresso Florestal Brasileiro (Resumo). *Silvicultura* no 41:73.

- CALVIN, M. 1980. Hydrocarbons from plants: analytical methods and observations. *Die Naturwissenschaften* 67:525-533.
- CARVALHO, N. M. & NAKAGAWA, J. 1980. **Sementes - ciência, tecnologia e produção.** Fundação Cargill, Campinas, 326p.
- CAVASSAN, O., CÉSAR, O. & MARTINS, F. R. 1984. Fitossociologia da vegetação arbórea da Reserva Estadual de Bauru, Estado de São Paulo. *Revta brasil. Bot.* 7:91-106.
- CORREA, M. P. 1931. Copayba vermelha **Copaifera langsdorffii** Desf. In: Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas v. 2. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, p373-374.
- COSTA NETO, P. L. O. 1977. **Estatística.** Edgard Blücher, São Paulo, 264 p.
- COUTINHO, L. M. & FERRI, M. G. 1960. Transpiração e comportamento estomático de plantas permanentes de cerrado em Campo Mourão (PR). *B. Fac. Fil. Ci. e Letras Univ. São Paulo*, (247) Sér. Botânica, São Paulo 17:117-130.
- CRESTANA, C. M. & BELTRATI, C. M. 1988. Morfologia e anatomia das sementes de **Copaifera langsdorffii** Desf. (Leguminosae - Caesalpinoideae). *Naturalia* 13:45-54.
- DE MARINIS, G. & MACIEL, H. E. T. 1968. Ecologia de **Copaifera langsdorffii** Desf. 1- Proteção cuticular e estomatar contra a perda de água. *Rev. Agricult. (Piracicaba)* 43:55-61.
- DE MARINIS, G. & MACIEL, H. E. T. 1969. Ecologia de **Copaifera langsdorffii** Desf. 2- Transpiração de folhas ensolaradas e sombreadas na época chuvosa. *Rev. Agricult. (Piracicaba)* 44:19-25.

- DIONELO, S. B. 1978. **Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de Kielmeyera coriacea Mat.** Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, USP, São Paulo, 123p.
- DUCKE, A. 1957. Critical notes on brasilian leguminosae. *An. Acad. Brasil. Ci.* 29:421-429.
- DWYER, J. D. 1951. The central american, west indian, and south american species of **Copaifera** (Caesalpinaceae). *Brittonia* 7:143-172.
- ESTEVES, L. M. & FELIPPE, G. M. 1990. Cumarina em folíolos de **Polypodium latipes** Langsd. & Fisch. dos cerrados do Estado de São Paulo. *Hoehnea* 17:13-17.
- FARIA, S. M., FRANCO, A. A., MENANDRO, M. S., JESUS, R. M., BAITELLO, J. B., AGUIAR, O. T. & DÖBEREINER, J. 1984. Levantamento da nodulação de leguminosas florestais nativas na região sudeste do Brasil. *Pesq. agropec. bras., Brasília*, 19:143-153.
- FELIPPE, G. M. 1984. Germinação de **Zornia reticulata**, uma espécie dos cerrados. *Anais IV Congr. SEBP*, p.7-13.
- FELIPPE, G. M. 1990. **Qualea grandiflora**: the seed and its germination. *Revta brasil. Bot.* 13:33-37.
- FELIPPE, G. M. & DALE, J. E. 1990. The effects of phosphate supply on growth of plants from Brazilian cerrado: experiments with seedlings of the annual weed, **Bidens gardneri** Baker (Compositae) and the tree **Qualea grandiflora** Mart. (Vochysiaceae). *Oecologia* 82:81-86.
- FELIPPE, G. M. & SILVA, J. C. 1984. Estudos de germinação em espécies do cerrado. *Revta brasil. Bot.* 7:157-163.

- FERRARI, M., PAGNONI, U. M., PELIZZONI, F., LUKES, V. & FERRARI, G. 1971. Terpenoids from *Copaifera langsdorffii*. *Phytochem.* 10:905- 907.
- FIGLIOLIA, M. B. 1988. Conservação de sementes de essências florestais. *Bol. Técn. I. F. (S. Paulo)* 42:1-18.
- FIGLIOLIA, M. B., SILVA, A. JARDIM, D. C. P. & IWANE, M. S. S. 1986/1988. Viabilidade de sementes liofilizadas de essências florestais nativas. *Silvic. S. Paulo* 20/22:47-55.
- FIGLIUOLO, R., NAYLOR, S., WANG, J. & LANGENHEIM, J. H. 1987. Unusual nonprotein imino acid and its relationship to phenolic and nitrogenous compounds in *Copaifera*. *Phytochem.* 26:3255-3259.
- FIGUEIREDO, P. S. & PEREIRA, M. F. A. 1985. Immature seeds of *Phaseolus vulgaris* L: development, germination and reproductive capacity of the resulting plants. *Revta brasil. Bot.* 8:169-175.
- FIGUEIREDO, P. S. & PEREIRA, M. F. A. 1991. Germinação de sementes imaturas de *Phaseolus vulgaris*: envolvimento do ácido abscísico. *Revta brasil. Bot.* 14:83-88.
- GIBBS, P.E. & LEITAO FILHO, H. F. 1978. Floristic composition of an area of gallery forest near Moji Guaçu, state of São Paulo, S. E. Brazil. *Revta brasil. Bot.* 1:151-156.
- GIBBS, P.E., LEITAO FILHO & ABBOTT, R. J. 1980. Application of the point-centred quarter method in a floristic survey of an area of gallery forest at Moji-Guaçu, SP, Brazil. *Revta brasil. Bot.* 3:17-22.
- GILBERT, B., SOUZA, J. P., FORTES, C. C., SANTOS, F., SEABRA, A.

- P. KITAGAWA, M. & PELLEGRINO, J. 1970a. Chemoprophylactic agents in schistosomiasis: active and inactive terpenes. *J. Parasitol.* 56:397.
- GILBERT, B., SOUZA, J. P., FASCIO, M. S. F., KITAGAWA, M. NASCIMENTO, S. C. C., FORTES, C. C., SEABRA, A. P. & PELLEGRINO, J. 1970b. Esquistossomose: proteção contra infecção por terpenóides. *An. Acad. Bras. Ciênc.* 42 Supl.397.
- GILBERT, B., MORS, W. B. BAKER, P. M., TOMASSINI, T. C. B., COULART, E. G., HOLANDA, J. C., COSTA, J. A. R., LOPES, J. N. G., SANTOS FILHO, D., SARTI, S. J., TURCO, A. M. T., VICHNEWSKI, W., LOPES, J. L. C., THAMES, A. W., PELLEGRINO, J. & KATZ, N. 1971. A atividade antelmíntica de óleos essenciais e de seus componentes químicos. V Congresso Internacional de óleos essenciais (e de seus componentes químicos), p.423-428, São Paulo.
- GODOY, S. M. A. & FELIPPE, G. M. 1992. Crescimento inicial de *Qualea cordata*, uma espécie dos cerrados. *Rev. brasil. Bot.* 15:23-30.
- GOMES, J. M., COUTO, L., BORGES, R. C. G. & FREITAS, S. C. 1990. Influência do tamanho da embalagem plástica na produção de mudas de ipê (*Tabebuia serratifolia*), de copaiba (*Copaifera langsdorffii*) e de angico vermelho (*Piptadenia peregrina*). *Arvore* 14:26-34.
- GUTTERMAN, Y. 1973. Differences in the progeny due to daylength and hormone treatment of the mother plant, (In:Seed ecology, W. Heydecker, Ed.). Pennsylvania State University Press, p59-80.

- HALLIDAY, J. & NAKAO, P. L. 1982. The symbiotic affinities of woody species under consideration as nitrogen-fixing trees; Niftal Project. University of Hawaii.
- HANDRO, W. 1969. Contribuição ao estudo da unidade de dispersão e da plântula de *Andira humilis* Mat. ex Benth. (Leguminosae - Lotoideae). *Bol. Fac. Filos. Ciênc. Letr. USP. Botânica* 27:1-189.
- HÖEHNE, F. C. 1939. Plantas e substâncias vegetais tóxicas e medicinais. Departamento de Botânica do Estado de São Paulo, p. 148.
- HÖEHNE, F. C., KUHLMANN, M. & HANDRO, O. 1941. O jardim botânico de São Paulo. Departamento de Botânica do Estado de São Paulo, p. 438.
- HOWLAND, G. P. & EDWARDS, M. E. 1979. Photomorphogenesis in fern gametophytes. In *The experimental biology of ferns* (Dyer, F., ed.) London, Academic Press, p.393-434.
- INENAMI, T. O. 1984. Estudo do inibidor de germinação em sementes de *Myroxylon peruiferum* L.f. (Cabriúva) - Leguminosae. Tese de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, 89p.
- INENAMI, T. O., MAGALHÃES, E. G. & VALIO, I. F. M. 1984. Detecção e identificação de um inibidor de germinação em sementes de *Myroxylon peruiferum* L.f. (Cabriúva). *Anais IV Congr. SBSP*, p.15-20.
- ISEJIMA, E. M., POLO, M., ALCANTARA, P. H. N. & DIETRICH, S. M. C. 1991. Aspectos fisiológico e bioquímico da degradação do xiloglucano em cotilédones de *Copaifera langsdorffii* Desf. Resumos do III Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal

(Viçosa), p. 48.

JARVIS, P. G. & JARVIS, M. S. 1974. Growth rates of woody plants. *Physiol. Plant.* 17:654-666.

JOLY, C. A. & FELIPPE, G. M. 1979a. Dormência das sementes de *Rapanea guianensis* Aubl. *Revta. brasil. Bot.* 2:1-6.

JOLY, C. A. & FELIPPE, G. M. 1979b. Germinação e fenologia de *Zeyhera digitalis* (Vell.) Moehne. *Hoehnea* 8:35-40.

JOLY, C. A. & FELIPPE, G. M. 1980. Fenologia de *Magonia pubescens* St. Hill. *Cien. & Cult.* 32:936-941.

JOLY, C. A., FELIPPE, G. M., DIETRICH, S. M. C. & CAMPOS-TAKAKI, G. M. 1980. Physiology of germination and seed gel analysis in two populations of *Magonia pubescens* St. Hil. *Revta brasil. Bot.* 3:1-9.

KEFELI, V. I. 1978. Natural plant growth inhibitors and phytohormones. Dr. W. Junk. The Hague Publishers, Boston, 227p.

KIRKBRIDE JR., J. H. 1984. Legumes of the cerrado. *Pesq. agropec. bras., Brasília*, 19:23-46.

KLEIN, R. M. 1982. Contribuição à identificação de árvores nativas nas florestas do Sul do Brasil. *Silvicultura em São Paulo* 16A:421-440.

KODIMAN, P. 1960. On the occurrence of amyloids in plant seeds. *Acta Bot. Neerl.* 9:208-219.

LABOURIAU, L. G., VALIO, I. F. M. & HERINGER, E. P. 1964. Sobre o sistema reprodutivo de plantas dos cerrados. *An. Acad. Brasil. Ci.* 36:449-464.

LADEIRA, A. M. & FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. C. L. 1981. Germinação e ocorrência de derivados cumarínicos nos aquênios de

**Ageratum conyzoides** L. I Congr. da Soc. Bot. de S. Paulo (Resumos), p.23.

LADEIRA, A. M., ZAIDAN, L. B. F. & FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. C. L. 1987. **Ageratum conyzoides** L. (Compositae): Germinação, floração e ocorrência de derivados fenólicos em diferentes estádios de desenvolvimento. *Hoenea* 14:53-62.

LAGOA, A. M. M. A. & PEREIRA, M. F. A. 1987. Fotoblastismo em sementes de **Ricinus communis** L. *Revta Brasil. Bot.* 10:155-158.

LANGENHEIM, J. H. 1981. (in: *Advances in legume systematics*, Polhill, R. H. & Raven, P. H., eds.) p. 627-655. Royal Botanical Gardens. Kew, U. K.

LANGENHEIM, J. H., MACEDO, C. A., ROSS, M. K. & STUBBLEBINE, W. H. 1986. Leaf development in the tropical leguminous tree **Copaifera** in relation to microlepidopteran herbivory. *Biochem. Syst. Ecol.* 14:51-59.

LÉONARD, J. 1957. Notulae Systematicae IV (Caesalpiniaceae-Amherstieae africanae americanaeque). *Mem. Acad. R. Belg. Cl. Sci.* 30:1.

LEWINSOHN, T. M. 1980. **Predação de sementes de Hymenaea (Leguminosae: Caesalpinoideae): aspectos ecológicos e evolutivos.** Dissertação de Mestrado. UNICAMP.

LÖEFGREN, A. 1898. Ensaio para uma distribuição dos vegetais nos diversos grupos florísticos no Estado de São Paulo. *Boletim da Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo* no 11.

LÖEFGREN, A. & EVERETT, H. L. 1905. **Analisis de plantas.** Ensaio para uma botânica descritiva das espécies mais freqüentes em São Paulo e outros Estados do Brasil. São Paulo.

- LUCAS, N. M. C. & ARRIGONI, M. F. 1992. Germinação de sementes de *Canavalia rosea* (Sw) DC (Fabaceae). *Revta brasil. Bot.* 15:105-112.
- MACEDO, C. A. & LANGENHEIM, J. H. 1989a. A further investigation of leaf sesquiterpene variation in relation to herbivory in two brasilian populations of *Copaifera langsdorffii*. *Biochem. Syst. Ecol.* 17:207-216.
- MACEDO, C. A. & LANGENHEIM, J. H. 1989b. Microlepidopteran herbivory in relation to leaf sesquiterpenes in *Copaifera langsdorffii* adult trees and their seedling progeny in a brazilian woodland. *Biochem. Syst. Ecol.* 17:217-224.
- MACHADO, J. W. B. 1990. *Relação origem/solo e tolerância à saturação hídrica de Copaifera langsdorffii Desf.* Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, 129p.
- MAHAJAN, J. R., MONTEIRO, M. B., FERREIRA, G. A. L. & PELLEGRINO, J. 1971. *Schistosoma mansoni*: protective agents from essential oils. V Congresso Internacional de óleos essenciais (e de seus componentes químicos), p.429, São Paulo.
- MAIA, J. G. S., VAREJÃO, M. J. C., WOLTER FILHO, W., MOURÃO, A. P., CRAVEIRO, A. A. & ALENCAR, J. W. 1978. Estudo químico de óleos essenciais, oleaginosas e látices da Amazônia. I Composição e oxidação do óleo de uma espécie de *Copaifera* (nota prévia). *Acta Amazonica* 8:705.
- MATTHES, L. A. F., LEITÃO FILHO, H. F. & MARTINS, F. R. 1988. Bosque dos Jequitibás (Campinas, SP): composição florística e estrutura fitossociológica do estrato arbóreo. *Anais V Congr. SBSP*, 55-76.

MAYER, A. M. & EVENARI, M. 1952. The relation between the structure of coumarin and its derivatives, and their activity as germination inhibitors. *J. Esp. Bot.* 3:246-252.

MAYER, A. M. & POLJAKOFF-MAYBER, A. 1982. **The germination of seeds.** Pergamon Press, Oxford, 211p.

McCLOSKEY, L. P. 1984. **Leaf phenolic compounds in the tropical tree genera *Himeneaea* and *Copaifera*.** Ph. D. Dissertation, University of California, Santa Cruz, 130p.

MEIRA NETO, J. A. A. & MARTINS, F. R. 1990. Fitossociologia de um cerrado da reserva ecológica de Santa Bárbara, Município de Aguas de Santa Bárbara-SP. Resumos do 8º Congresso da Soc. Botânica de S. Paulo (Campinas), p. 96.

MELHEM, T. S. 1975. Fisiologia da germinação das sementes de ***Dipteryx alata* Vog.** (Leguminosae - Lotideae). *Hoehnea* 5:59-90.

MELO, J. T., RIBEIRO, J. F. & LIMA, V. L. G. F. 1979. Germinação de sementes de algumas espécies arbóreas nativas do cerrado. *Revta brasil. Sem.* 1:8-12.

~~METIVIER, J. R. 1979. Dormência e germinação. (In: Fisiologia Vegetal, M. G. Ferri Coord., v. 1). EPU-EDUSP, São Paulo, p343-392.~~

MORAES, J. A. P. V. 1973. Comparação da perda cuticular do potássio em folhas jovens e folhas adultas. *Ciën. & cult.* 25(Suplemento):319.

MORAES, J. A. P. V. & ARENS, K. 1969. Eliminação de potássio pelas folhas em dependência da luz e da obscuridade. Nota preliminar. *Ciën. & Cult.* 21:728-730.

MORRETES, B. L. 1967. Contribuição ao estudo da anatomia das

- folhas de plantas do cerrado II. *Bol. Fac. Fil. Ciênc. Let. USP*, (305) *Botânica* 22:207-244.
- MORS, W. B. & MONTEIRO H. J. 1959. Duas cumarinas nas sementes da *Copaifera langsdorffii* Desf. *Anais da Assoc. bras. Quim.* 18:181-182.
- MOTTA JUNIOR, J. C. & LOMBARDI, J. A. 1990. Aves como agentes dispersores da copaiba (*Copaifera langsdorffii*, Caesalpiniaceae) em São Carlos, SP. *Ararajuba* 1:105-106.
- N. A. S. 1979. *Tropical legumes: resources for the future*. National Academy of Sciences, Washington, D.C. 331p.
- NAVES, V. L., ALVARENGA, A. A., DAVIDE, A. C. & OLIVEIRA, L. E. M. 1991. Efeito da luminosidade sobre o desenvolvimento e composição química de duas espécies florestais. Resumos do III Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal (Viçosa), p. 30.
- NOGUEIRA, J. C. B. 1977. Reflorestamento heterogêneo com essências nativas indígenas. *Bol. Técnico do Inst. Flor. de São Paulo*, 24, 71p.
- OLIVEIRA FILHO, A. T. & MARTINS, F. R. 1986. Distribuição, caracterização e composição florística das formações vegetais da região da Salgadeira, na Chapada dos Guimarães (MT). *Revta brasil. Bot.* 9:207-223.
- ORTOLANI, A. A. & PINTO, H. S. 1972. *Temperatura do solo*. (In: Elementos de pedologia, A. C. Moniz, Ed.), Ed. Polígono, S. Paulo, p. 59.
- PAGANO, S. N. & LEITÃO FILHO, H. F. 1987. Composição florística do estrato arbóreo de mata mesófila semidecídua, no município de Rio Claro (Estado de São Paulo). *Revta brasil. Bot.* 10:37-

- PAGANO, S. N., LEITÃO FILHO, H. F. & SHEPHERD, G. J. 1987. Estudo fitossociológico em mata mesófila semidecídua, no município de Rio Claro (Estado de São Paulo). *Revta brasil. Bot.* 10:49-61.
- PAULILO, M. T. S., FELIPPE, G. M. & DALE, J. E. 1993. Crescimento inicial de *Qualea grandiflora*. *Rev. brasil. Bot.* 16:37-46.
- PELACANI, C. R., OLIVEIRA, L. E. M., DAVIDE, A. C. & ALVARENGA, A. A. 1991. Comportamento de espécies florestais cultivadas em condições de estresse gasoso. Resumos do III Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal (Viçosa), p. 37.
- PIJL, L. Van der, 1982. **Principles of dispersal in higher plants.** Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 214p.
- POGGIANI, F. 1971. Estudo do crescimento e da atividade AIA-oxidásica em algumas espécies do cerrado. *Simpósio sobre o cerrado* 3:201-211.
- POLO, M. 1982. Ervas invasoras de uma cultura de milho, no município de Campinas, Estado de São Paulo. Tese de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, 151p.
- POLO, M. & MORAES, I. F. 1990. Uso de análises de regressão no estudo do crescimento de sementes imaturas de copaiba vermelha (*Copaifera langsdorffii* Desf.). Resumos do 8º Congresso da Soc. Botânica de S. Paulo (Campinas), p. 128.
- POLO M. & MOREIRA, V. S. 1986. Desenvolvimento e germinação de sementes de copaiba vermelha (*Copaifera langsdorffii* Desf.). Resumos do 6º Congresso da Soc. Bot. de S. Paulo (Campinas), p. 62.
- POLO, M. & PAES, J. P. A. 1990. Compostos cumarínicos em

- sementes imaturas de copaiba vermelha (*Copaifera langsdorffii* Desf.). Resumos do 8º Congresso da Soc. Botânica de S. Paulo (Campinas), p. 128.
- POLO, M., PEREIRA, M. A. & BERGAMO, G. C. 1991. Longevidade e germinação de sementes e crescimento de plantas de *Copaifera langsdorffii* Desf. Resumos do III Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal (Viçosa), p. 63.
- POLO M., RODRIGUES, H. B., D'ÉRCOLE, R. L. & PEQUENO, P. H. A. 1988. Presença de compostos fenólicos cumarínicos em sementes de *Copaifera langsdorffii*. Resumos do 7º Congresso da Soc. Bot. de S. Paulo (Rio Claro), p. 45.
- POPINIGIS, F. 1977. *Fisiologia da semente*. AGIPLAN, Brasília, 289p.
- RACHID, M. 1947. Transpiração e sistemas subterrâneos da vegetação de verão dos campos cerrados de Emas. *Bol. Fac. Fil. Ciên. Letr. USP*, nº 80 (Botânica nº 5): 3-135.
- RATTER, J.A., ASKEW G.P., MONTGOMERY, R.F. & GIFFORD, D.R. 1978. Observations on forests on some mesotrophic soils in central Brazil. *Revta brasil. Bot.* 1:47-58.
- RIBEIRO, J. F., SILVA, J. C. S. & BATMANIAN, G. J. 1985. Fitossociologia de tipos fisionômicos de cerrado em Planaltina DF. *Revta brasil. Bot.* 8:131-42.
- RIZZINI, C. T. 1963. A flora do Cerrado. Análise florística das savanas centrais. *Simpósio sobre o cerrado*:125-177, S. Paulo.
- RIZZINI, C. T. 1970. Efeito tegumentar na germinação de *Eugenia dysenterica* DC (Myrtaceae). *Revta bras. Biol.* 30:381-402.
- RIZZINI, C. T. 1971a. Sobre as principais unidades de dispersão

- do cerrado. In *Simpósio sobre o cerrado* 3:117-132.
- RIZZINI, C. T. 1971b. Germinação e inibição em cinco espécies de *Andira* (Leguminosae, Lotoideae). *Revta bras. Biol.* 31:209-218.
- RIZZINI, C. T. 1976. *Tratado de fitogeografia do Brasil - aspectos ecológicos*. HUCITEC-EDUSP, São Paulo, 327p.
- RIZZINI, C. T. & HERINGER, P. E. 1962. *Preliminares acerca das formações vegetais e do reflorestamento no Brasil Central*. Serv. Inform. Agric. Min. Rio de Janeiro.
- ROCHA, D. C., BUCKERIDGE, M. S. & DIETRICH, S. M. C. 1987. Metabolismo do xiloglucano de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf., durante a germinação e desenvolvimento da plântula. XXXVIII Congresso Nacional de Botânica (Resumos), p.44.
- ROCHA, D. C., BUCKERIDGE, M. S. & DIETRICH, S. M. C. 1988. Xiloglucano (amilóide) de *Copaifera langsdorffii* Desf. XXXIX Congresso Nacional de Botânica (Resumos), p.357.
- RODRIGUES, R. B., MORELLATO, L. P. C., JOLY, C. A. & LEITAO FILHO, H. F. 1989. Estudo florístico e fitossociológico em um gradiente altitudinal de mata estacional mesófila semidecídua, na Serra do Japi, Jundiaí, SP. *Revta brasil. Bot.* 12:71-84.
- SANTOS, F. A. M., MACHADO, I. C. S., OLIVEIRA FILHO, A. T. & FERREIRA, C. P. 1986. Distribuição de indivíduos jovens em relação a adultos de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae). 6o Congresso da Soc. Bot. de S. Paulo (Resumo), p.87.
- SASSAKI, R. M. & FELIPPE, G. M. 1992a. Viabilidade de sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth (Fabaceae). *Revta brasil. Bot.*

15:1-3.

- SASSAKI, R. M. & FELIPPE, G. M. 1992b. Desenvolvimento inicial de *Dalbergia miscolobium* em casa de vegetação e em cerrado. *Hoehnea* 19:75-83.
- SILVA, J. C. & FELIPPE, G. M. 1986. Germination of *Stylosanthes macrocephala*. *Revta brasil. Bot.* 9:263-268.
- SOINE, T. O. 1964. Naturally occurring coumarins and related physiological activities. *J. Pharm. Sciences* 53:231-264.
- USBERTI, R. & FELIPPE, G. M. 1980. Viabilidade de sementes de *Citrus limonia* Osb. com baixo teor de umidade, armazenadas em diferentes temperaturas. *Pesq. agropec. bras., Brasília*, 15:393-397.
- VALIDO, I. F. M. 1973. Effect of endogenous coumarin on the germination of seeds of *Coumarouna odorata* Aublet. *J. Esp. Bot.* 24:442-449.
- VAN SUMERE, C. F. COTTENIE, J., DE GREEF, J. & KINT, J. 1972. Biochemical studies in relation to the possible germination regulatory role of naturally occurring coumarin and phenolics. *Recent Adv. Phytochem.* 4:165-221.
- WHITTAKER, R. H. & FEENY, P. P. 1971. Allelochimics: chemical interactions between species. *Science* 171:757-770.
- WILLIAMS, R. F. 1946. The physiology of plant growth with special reference to the concept of net assimilation rate. *Ann. Bot. N. S.* 10:41-72.
- XENA DE ENRECH, N., ARROYO, M. K. & LANGENHEIM, J. H. 1983. *Acta Bot. Venez.* 14: 23-29.
- ZAIDAN, L. B. P., BUCKERIDGE, M. & FIGUEIREDDO-RIBEIRO, R. C. L.

1985. Composição do exsudato de sementes de *Melilotus alba* Desr. e seu efeito na germinação sementes. *Hoenea* 12:21-30.

ZURLO, M. A. 1977. Uma nova mancha de cerrado em Minas Gerais. *Anais do XXIII Congr. Nac. Botânica*, p. 147-152.