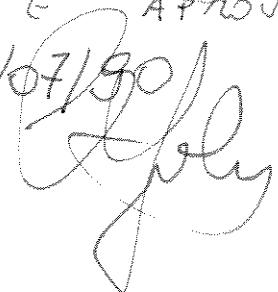


ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À REDACÇÃO
FINAL DA TESE DEFENDIDA PELO CANDIDATO
JOSÉ WAGNER BORGES MACHADO E APROVADO
PELA COMISSÃO JULGADORA EM 16/07/90
JOSÉ WAGNER BORGES MACHADO

SECRETARIA
DE
PÓS GRADUAÇÃO



RELAÇÃO ORIGEM/SOLO E TOLERÂNCIA À SATURAÇÃO HÍDRICA
DE *Copaifera langsdorffii* DESF.

Orientador: Prof. Dr. CARLOS ALFREDO JOLY

Tese apresentada ao Instituto de
Biologia da Universidade Estadual
de Campinas, para obtenção do
título de Doutor em Ciências.

CAMPINAS - SÃO PAULO

1990

M18r

12330/BC

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE FOTOGRAFIAS

LISTA DE TABELAS

INTRODUÇÃO.....	1
MATERIAL E MÉTODOS.....	11
Material vegetal.....	11
Metodologia utilizada.....	13
Experimento 1.....	13
Experimento 2.....	16
Experimento 3.....	17
Experimento 4.....	19
RESULTADOS.....	21
Resposta de três origens de <i>C. langsdorffii</i> Desf. a solos ácidos e dalcários.....	21
Resposta de três origens de <i>C. langsdorffii</i> Desf. à saturação hídrica do solo.....	52
Resposta da origem de mata ciliar de <i>Copaifera</i> <i>langsdorffii</i> Desf. à inundação com água estagnada e água corrente.....	71
Acompanhamento de uma população de <i>Copaifera</i> <i>langsdorffii</i> Desf. na mata ciliar do Córrego da Onça (FAL).....	82

DISCUSSÃO.....	88
Comportamento das origens de <i>C. langsdorffii</i> Desf. nos diferentes solos.....	88
<i>C. langsdorffii</i> Desf. e a saturação hídrica do solo.....	94
Primeiros sintomas.....	94
Alterações do sistema radicular.....	99
Alterações da parte aérea.....	105
CONCLUSÕES.....	110
RESUMO.....	114
ABSTRACT.....	118
BIBLIOGRAFIA.....	122

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Carlos Alfredo Joly, pela orientação, entusiasmo e sugestões recebidas, bem como pelo apoio durante a realização deste trabalho.

À Universidade de Brasília, em especial ao Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação, pelo apoio recebido.

À minha amiga pesquisadora do CENARGEN/EMBRAPA, Célia Torres Cordeiro, pela colaboração recebida nas análises estatísticas dos dados, críticas e sugestões.

Ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, especialmente a meus colegas e funcionários que muito contribuíram para que esta pesquisa fosse realizada.

Aos membros da pré-banca examinadora, professores Dr. Hermógenes de Freitas Leitão Filho, DR. Fernando Roberto Martins e Dr. Ivani Ferraz Marques Válio, pelas Críticas e sugestões oferecidas.

Ao PICD/CAPEB, pelo apoio recebido em forma de bolsa.

Aos professores e colegas da UNICAMP e, por fim, a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, agradeço.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Peso seco da raiz (g) obtido ao longo do período de avaliação.....	23
FIGURA 2. Peso seco de parte aérea (g) obtido ao longo do período de avaliação.....	29
FIGURA 3. Peso seco total (g) obtido ao longo do período de avaliação.....	35
FIGURA 4. Altura da planta (cm) obtido ao longo do período de avaliação.....	41
FIGURA 5. Número de folhas por planta obtido ao longo do período de avaliação.....	47
FIGURA 6. Variação do peso seco da raiz (g) em plantas de três origens de <i>C. langsdorffii</i> DESF da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento e sob regime de inundação, em três solos diferentes, em Brasília, DF.....	64
FIGURA 7. Variação do peso seco da parte aérea (g) em plantas de três origens de <i>C. langsdorffii</i> DESF da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento e sob regime de inundação, em três solos diferentes, em Brasília, DF.....	66
FIGURA 8. Variação do peso seco total (g) em plantas de três origens de <i>C. langsdorffii</i> DESF da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento e sob regime de inundação, em três solos diferentes, em Brasília, DF.....	67
FIGURA 9. Variação na altura (cm) em plantas de três origens de <i>C. langsdorffii</i> DESF da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento e sob regime de inundação, em três solos diferentes, em Brasília, DF.....	68
FIGURA 10. Variação no número de folhas em plantas de três origens de <i>C. langsdorffii</i> DESF da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento e sob regime de inundação, em três solos diferentes, em Brasília, DF.....	70
FIGURA 11. Peso seco da raiz de plantas da origem de mata ciliar de <i>C. langsdorffii</i> DESF., crescidas sob sombreamento e sob inundação, em Brasília, DF.....	74

FIGURA 12. Peso seco da parte aérea de plantas da origem de mata ciliar de *C. langsdorffii* DESF., crescidas sob sombreamento e sob inundação, em Brasília, DF.....76

FIGURA 13. Peso seco total de plantas da origem de mata ciliar de *C. langsdorffii* DESF., crescidas sob sombreamento e sob inundação, em Brasília, DF.....78

FIGURA 14. Altura de plantas da origem de mata ciliar de *C. langsdorffii* DESF., crescidas sob sombreamento e sob inundação, em Brasília, DF.....79

FIGURA 15. Número de folhas por planta da origem de mata ciliar de *C. langsdorffii* DESF., crescidas sob sombreamento e sob inundação, em Brasília, DF.....81

LISTA DE FOTOGRAFIAS

- FOTO 1. Plantas de *C. langsdorffii* DESF. não inundadas e inundadas por 90 dias, crescidas sob sombreamento em Brasília, DF.....53
- FOTO 2. Planta de *C. langsdorffii* DESF. aos 20 dias após inundação, mostrando os folíolos pendentes, sintoma característico de epinastia, Brasília, DF.....54
- FOTO 3. Folhas novas brotadas de uma planta de *Copaifera langsdorffii* DESF. aos 90 dias sob inundação. Brasília, DF.....55
- FOTO 4. Planta da foto 3 mostrando os tecidos internos da raiz e do caule necrosados. Brasília, DF.....55
- FOTO 5. Raízes mortas de uma planta de *Copaifera langsdorffii* DESF. mostrando uma tonalidade enegrecida quando sob inundação. Brasília, DF.....102
- FOTO 6. Raízes vivas de uma planta de *Copaifera langsdorffii* DESF. não inundada mostrando a porção terminal com tonalidade esbranquiçada, brotação recente. Brasília, DF.....102

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Propriedades químicas dos solos de cerrado, mata ciliar e mata decídua coletados em áreas do Distrito Federal.....14

TABELA 2. Peso seco da raiz (g) obtido ao longo do período de avaliação, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* DESF. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.....24

TABELA 3. Peso seco de raiz (g) obtido na fase 1 de crescimento em plantas de três origens de *C. langsdorffii* DESF. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.....25

TABELA 4. Peso seco de raiz (g) obtido na fase 2 de crescimento em plantas de três origens de *C. langsdorffii* DESF. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF...26

TABELA 5. Acúmulo de matéria seca de raiz (g) obtido entre as duas fases de crescimento, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* DESF. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.....27

TABELA 6. Peso seco da parte aérea (g) obtido ao longo do período de avaliação, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* DESF. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.....30

TABELA 7. Peso seco da parte aérea (g) obtido na fase 1 de crescimento, em plantas de três origens de *Copaifera langsdorffii* DESF. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.....31

TABELA 8. Peso seco da parte aérea (g) obtido na fase 2 de crescimento, em plantas de três origens de *Copaifera langsdorffii* DESF. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.....32

TABELA 9. Acúmulo de matéria seca na parte aérea (g) obtido entre as duas fases de crescimento, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* DESF. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.....33

TABELA 10. Peso seco total (g) obtido ao longo do período de avaliação, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* DESF. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.....36

TABELA 11. Peso seco total (g) obtido na fase 1 de crescimento, em plantas de três origens de *Copaifera langsdorffii* DESF. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.....37

TABELA 12. Peso seco total (g) obtido na fase 2 de crescimento, em plantas de três origens de *Copaifera langsdorffii* DESF. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.....38

TABELA 13. Acúmulo de matéria seca total (g) obtido entre as duas fases de crescimento, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* DESF. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.....39

TABELA 14. Altura de planta (cm) obtido ao longo do período de avaliação, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* DESF. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.....42

TABELA 15. Altura da planta (cm) obtido na fase 1 de crescimento, em plantas de três origens de *Copaifera langsdorffii* DESF. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.....43

TABELA 16. Altura da planta (cm) obtida na fase 2 de crescimento, em plantas de três origens de *Copaifera langsdorffii* DESF. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.....44

TABELA 17. Aumento em altura (cm) obtido entre as duas fases de crescimento, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* DESF. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.....45

TABELA 18. Número de folhas obtido ao longo do período de crescimento, em plantas de três origens de *Copaifera langsdorffii* DESF. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.....48

TABELA 19. Número de folhas por planta obtido na fase 1 de crescimento, em plantas de três origens de <i>Copaifera langsdorffii</i> DESF. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.....	49
TABELA 20. Número de folhas por planta obtido na fase 2 de crescimento, em plantas de três origens de <i>Copaifera langsdorffii</i> DESF. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.....	50
TABELA 21. Número de folhas por planta obtido entre as duas fases de crescimento, em plantas de três origens de <i>C. langsdorffii</i> DESF. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.....	51
TABELA 22. Parâmetros de crescimento obtidos ao longo do período de avaliação, em plantas de três origens de <i>C. langsdorffii</i> DESF. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento e sob regime de inundação, em Brasília, DF.....	57
TABELA 23. Parâmetros de crescimento obtidos de plantas de três origens de <i>C. langsdorffii</i> DESF. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento e sob regime de inundação, em Brasília, DF.....	58
TABELA 24. Parâmetros de crescimento obtidos em plantas de três origens de <i>C. langsdorffii</i> DESF. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento e sob regime de inundação, em três solos diferentes em Brasília, DF.....	60
TABELA 25. Parâmetros de crescimento obtidos em plantas de três origens de <i>C. langsdorffii</i> DESF. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento e sob regime de inundação, em Brasília, DF.....	62
TABELA 26. Percentagem de plantas de <i>C. langsdorffii</i> DESF. distribuída segundo o número de folhas, ao longo do período de avaliação, crescidas sob sombreamento e sob regime de inundação, em Brasília., DF.....	73
TABELA 27. Distribuição de plantas por parcela de 5x5m de <i>C. langsdorffii</i> DESF., em mata ciliar, no Córrego da Onça na Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília, em Brasília, DF.....	83
TABELA 28. Distribuição de plantas por classe de altura de <i>C. langsdorffii</i> DESF., em parcelas de 5x5m em mata ciliar, no Córrego da Onça na Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília, em Brasília, DF.....	84

TABELA 29. Número de indivíduos mortos e percentagem de plantas mortas distribuídos por classe de altura, numa população de *C. langsdorffii* DESF., acompanhada por um período de um ano, no Córrego da Onça na Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília, em Brasília, DF.....86

INTRODUÇÃO

Os cerrados constituem o tipo de vegetação tropical de ampla distribuição no Brasil, cobrindo cerca de 20% do território nacional, situado no centro do país, entre as florestas úmidas da Amazônia e Atlântica e entre as regiões mais secas da caatinga e do chaco (EITEN, 1972). É uma fitofisionomia das mais representativas do Brasil. Ocupa uma área "core" no Planalto Central, distribuída nos Estados de Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal e Minas Gerais e áreas periféricas ao Norte, na região amazônica; Nordeste, nos Estados do Piauí e Bahia e ao Sul, nos Estados de Paraná e São Paulo (FERRI, 1976).

Por ocorrer como um conjunto de comunidades dispostas em mosaico, numa área ecologicamente diversificada, onde as condições climáticas são, de uma maneira geral, as mesmas e as condições edáficas apresentam grandes variações, o bioma cerrado foi considerado por RIZZINI (1979) como um "complexo vegetacional com tipos próprios de vegetação". Acrescenta ainda que "sua área fundamental é o Planalto Central e que a água edáfica é o fator mais importante na distribuição das diversas formações". Somente no Distrito Federal, com uma área de 5.748 Km², ocorre cerrados dos "tipos arbóreo, cerrado de savana e cerrado de campos gramíneos; seguindo os cursos dos rios, na parte baixa dos vales, as matas de galeria e os palmeirais inundados e em algumas áreas elevadas, sobre

solos derivados de calcário, encontram-se as matas decíduas" (EITEN, 1984).

ASKEW et al.(1971), estudando os fatores do solo que influenciam na distribuição das formações vegetais na Serra do Roncador em Mato Grosso, verificaram que os solos distróficos, ou seja, aqueles fortemente intemperizados e lixiviados, extremamente pobres em nutrientes, com pH médio de 4,6 e teor de cálcio de 0,05 meq/100g de solo e pobres em matéria orgânica, ocorrem sob cerrado e mata seca em interflúvios suavemente inclinados e nas encostas de vales. Os solos mesotróficos, menos intemperizados que os distróficos, com pH médio de 5,6 , nível de cálcio de 4,7 meq/100g de solo e ricos em matéria orgânica, sustentam uma mata sazonal decídua, diferente na composição florística e estrutura da mata seca e das matas de galeria que ocorrem na região.

RATTER et al.(1973), trabalhando também na Serra do Roncador, acrescentaram que os solos distróficos hidromórficos são cobertos por mata de galeria alagada e mata de vale, dependendo das diferenças no nível do lençol freático e suas variações sazonais e que as matas em solos mesotróficos constituem um tipo bem distinto de vegetação, com poucas ou nenhuma espécie em comum com as matas de solos distróficos. Mesmo entre a vegetação de solos distróficos há espécies que ocorrem somente no cerrado e cerradão e não se encontram nas matas ciliares e vice-versa. Os pares vicariantes entre cerrado e mata são bastante conhecidos

(RIZZINI, 1963; HERINGER et al., 1977) e investigações fisiológicas utilizando aqueles pares, com o objetivo de conhecer o grau de especiação em condições contrastantes de cerrado e de mata foram sugeridas por LABOURIAU (1963). Algumas espécies de árvores só ocorrem em solos ricos em cálcio, como *Magonia pubescens*, *Astronium urundeuva* e *Luhea paniculata* e são consideradas indicadoras de solos mesotróficos (RATTER et al., 1984). As expressões ecológicas calcícola e calcífuga (KINZEL, 1983), são usadas para designar as espécies que preferem ou que evitam solos calcários, respectivamente, embora haja espécies que são consideradas indiferentes (RATTER et al., 1978).

Copaifera langsdorffii Desf., foi considerada por RATTER (1978) como sendo uma espécie indiferente. É de ampla distribuição, ocorrendo desde o nordeste da Argentina até a Venezuela e encontrada em todo território brasileiro (PIO CORREA, 1931; KUHLMANN & KUHN, 1947; TAVARES, 1959; MAINIERI, 1970; BRAGA, 1976). Na Argentina sua presença foi registrada para as matas do Território de Misiones (BURKART, 1943), no entanto é rara. É muito rara também na zona da mata da bacia do Rio Paraná, onde só se encontra ao longo dos rios (KLEIN, 1972). Na região dos cerrados a espécie é encontrada em cerrado "sensu stricto", cerradão distrófico e mesotrófico, mata mesofítica, mata ciliar e mata seca de afloramento calcário, onde é mais rara. Copaíba, óleo-de-copaíba, pau-de-óleo são nomes populares pelos quais é conhecida. Sua madeira é moderadamente pesada, resistente

aos agentes destrutivos e de usos os mais diversos (PIO CORREA, 1931; PINHO, 1965; MAINIERI, 1970; RIZZINI, 1977). Produz óleo de variadas aplicações (OLIVEIRA, 1854; PIO CORREA, 1931; BRAGA, 1976; RIZZINI, 1977), é uma excelente melífera (KUHLMAN & KUHN, 1947) e tem sido usada como planta ornamental em Brasília onde é cultivada com grande sucesso, projetando sombreamento denso por todo ano (MACHADO & FERREIRA, 1977a,b). Segundo KAGEYAMA (1986), a copaíba possui características de espécie clímax nos ecossistemas terrestres tropicais e, como sugestão, recomendou sua utilização na recomposição da vegetação natural ou em reflorestamentos homogêneos, sob sombreamento de espécies pioneiras ou tutoradas por espécies secundárias.

Estudando a vegetação do nordeste de Mato Grosso e fazendo considerações sobre a vegetação de porte arbóreo, RATTER et al. (1973) verificaram que *C. langsdorffii* ocorre como uma espécie do estrato superior, atingindo 35 a 40 metros de altura em mata de vale, sendo encontrada também em mata seca, onde é espécie emergente e em cerradão, onde é frequente, com grande quantidade de indivíduos jovens. Ocorre ocasionalmente em cerrado. Em solo mesotrófico, com PH variando de 6,1 a 6,7 e teor de cálcio de 6,89 a 16,28 meq/100g a espécie foi encontrada de forma ocasional na região do Vale dos Sonhos-MT, em Padre Bernardo-GO e em Januária-MG (RATTER et al., 1978). OLIVEIRA FILHO & MARTINS (1986) observaram, na região denominada de Salgadeira, no encontro da baixada cuiabana com a chapada dos Guimarães, em

Mato Grosso, que a espécie é frequente no que os autores denominaram de cerradão de cabeceiras, com pH em torno de 4,9 e nível de cálcio de 0,4 meq/100g; rara em cerradão fase filito, com pH médio de 5,3 e mais rico em cálcio (1,5 meq/100g) e ocasional em floresta de galeria, com pH de 4,6 e 0,4 meq/100g de cálcio

No Distrito Federal *C. langsdorffii* foi encontrada na mata do Capetinga na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília, com uma importância na comunidade de 5,5 (FELFILI et al., 1989). Neste local ela ocorre com uma média de 11 indivíduos por hectare e dominância absoluta de 5.219,9cm²/ha. Faz parte do estrato superior da mata e, em alguns trechos, aparece como emergente, com uma copa ampla e bem destacada na massa geral do dossel. Ocupa tanto as margens da mata, na transição com o cerrado, quanto as margens do córrego, sempre em locais bem drenados. Na mata ciliar do Monjolo, na Estação Ecológica do IBGE, *C. langsdorffii* foi uma das 6 espécies mais importantes da comunidade com 12,96 de IVI (SILVA & YARED, 1989). Em cerradão distrófico ARAÚJO (1984), encontrou 6 indivíduos por hectare com uma área de tronco de 17cm²/100m² e um IVI de 2 e em cerradão mesotrófico, em Padre Bernardo-GO, a espécie foi mais abundante, com 26 indivíduos por hectare, uma área de tronco de 68 cm²/100m² e um IVI de 8. Apenas três leguminosas, *Hymenaea stigonocarpa*, *Copaifera langsdorffii* e *Sclerolobium paniculatum* foram comuns às duas áreas. Em mata decídua, local denominado FERCAL, em solo

originário de rocha calcária, com pH elevado (variando de 5,5 a 7,8) e nível de cálcio acima de 5,0 meq/100g TFSA, *C. langsdorffii* foi uma das 6 espécies do estrato superior da mata e apresentou um IVI de 0,99 (RAMOS 1989).

Fazendo considerações sobre a vegetação do Estado de Goiás e a fitossociologia do Planalto Central brasileiro, VELOSO (1948a) considerou *C. langsdorffii* como pertencendo a uma comunidade edáfica, formada por associações ligadas a solos periodicamente alagados mas com umidade permanente ao longo dos rios, denominada de "Copaiferetum langsdorffis". A espécie foi encontrada em cerradão sobre solo "proveniente da desagregação de uma rocha de cor cinza rica em feldspatos" em associação com *Piptadenia macrocarpa* e *Callisthene fasciculata* (VELOSO, 1948b), indicando tratar-se de um cerradão mesotrófico. No Parque Nacional do Araguaia, no Estado de Goiás, RATTER (1987) encontrou no complexo cerrado/cerradão distrófico dois indivíduos de *C. langsdorffii* com uma área basal de 143,5 cm² e IVI de 3,2.

RIZZINI (1975) encontrou apenas um exemplar de *C. langsdorffii* num hectare de cerrado de "máximo desenvolvimento" em Minas Gerais mas foi a árvore mais alta do local. Ainda em Minas Gerais, nos cerrados do sudoeste do estado, CARVALHO (1987) encontrou também poucos indivíduos ocorrendo apenas numa parcela em local denominado Altinópolis, em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com pH em torno de 5,1 e nível de cálcio próximo de 0,2 meq/100g.

Trabalhos conduzidos no Estado de São Paulo, onde a vegetação foi mais intensamente estudada, mostraram que a espécie é bastante frequente em algumas áreas de cerrado e em matas. TOLEDO FILHO (1984), estudando a composição florística e a estrutura fitossociológica de um cerrado no município de Luiz Antonio, verificou que *C. langsdorffii* ocorreu em todas as parcelas, contribuindo com 29,4 do valor de importância da comunidade. Comportou-se como uma espécie dominante, com 13-15m de altura, ocorrendo também nas classes intermediárias e menos representada nas classes mais baixas. O cerrado estudado pelo autor está assentado sobre Latossolo Vermelho-Amarelo fase arenosa, fortemente ácido e nível baixíssimo de cálcio, em torno de 0,1 meq/100g. Num cerrado marginal no Parque Estadual de Vacununga, Santa Rita do Passa Quatro, CASTRO (1987) encontrou a espécie com um valor de importância de 5,73 e bem representada no estrato emergente (8,1 a 11m de altura).

Ainda no Estado de São Paulo, GIBBS et al. (1980) registraram a presença da espécie em mata de galeria com um IVI de 11,7. Em formação florestal estacional latifoliada subcaducifolia subtropical, na Serra do Japi (RODRIGUES, 1986), *C. langsdorffii* foi a espécie mais importante com um IVI de 30,93 a 920 m de altitude e de 10,92 a 1120 metros de altitude. PAGANO & LEITÃO FILHO (1987) encontraram a espécie representando 6,12 do valor de importância na comunidade em mata mesofítica semidecídua no município de Rio Claro. A espécie foi observada também em Porto Ferreira

(BERTONI, 1984) em floresta mesófila semidecídua de várzea, caracterizada por uma alta umidade, lençol freático superficial e solos hidromórficos, ácidos e pobres em cálcio, periodicamente inundados. Foram encontrados 28 indivíduos da espécie, sendo uma das mais importantes da comunidade com IVI de 13,8, área basal de 4,4cm² e dominância relativa de 8,0%. Numa mata mesofítica semidecídua no município de Anhembi-SP, *C. langsdorffii* obteve um valor de importância de 3,17 em toda comunidade e de 8,39 no estrato das emergentes (CESAR, 1988). A espécie foi registrada nos levantamentos fitossociológicos realizados na mata do Instituto de Botânica de São Paulo (STRUFFALDI-DE-VUONO, 1985), mata de Bauru (CAVASSAN et al., 1984), Bosque dos Jequitibás, em Campinas (MATTHES et al. 1988) e numa zona de transição entre cerrado, cerradão e mata de galeria em Itirapina (GIANNOTI, 1988). Em áreas disjuntas de cerrado e cerradão próximas de Angatuba, um dos locais mais ao sul deste tipo de vegetação, RATTER et al.(1988) verificaram que a espécie é uma das mais altas no cerradão, atingindo 11-15m de altura, com um índice de valor de importância de 5,8 % e elevada área basal (1.767,7 cm²) em apenas 9 indivíduos.

Fica, pois, evidente, que *Copaifera langsdorffii* ocorre em solos distróficos - cerrado, cerradão e mata ciliar - e solos mesotróficos. Ocorre tanto em ambientes bem drenados como em matas mais úmidas, ao longo dos cursos d'água. A ocorrência da espécie em solos ácidos, com baixo

nível de cálcio e outras bases trocáveis e em solos mais alcalinos, com elevados níveis daquele elemento, pode ter dado origem, no processo evolutivo, à formação de populações geneticamente adaptadas àquelas condições. Os métodos bioquímicos utilizados neste tipo de trabalho são mais precisos, no entanto, o emprego de características morfofuncionais facilita muito o trabalho de obtenção e tratamento dos dados e dispensa o uso de equipamentos refinados.

JOLY (1982), estudando o crescimento de indivíduos de *C. langsdorffii* com três meses de idade, oriundos de sementes obtidas de espécimes da floresta seca, em solo saturado com água por um mês, verificou que não houve diferenças significativas entre as plantas inundadas e as não inundadas. Foi considerada pelo autor como uma espécie de grande plasticidade quanto à saturação hídrica do sistema radicular, o que pode ser um fator indispensável para ocupar ambientes diferentes quanto a aeração do solo, como a mata úmida de galeria e o cerrado.

Objetiva-se portanto, com o presente estudo:

1. Estudar a resposta de três origens de *C. langsdorffii* oriundas do cerrado e cerradão, mata ciliar e mata decídua, a solos com distintas características físicas e químicas;

2. Conhecer o comportamento das origens provenientes de solos bem drenados (cerrado, cerradão e mata

decídua) e solos periodicamente inundados (mata ciliar) à saturação hídrica.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho constou dos seguintes experimentos:

1. Resposta de três origens de *Copaifera langsdorffii* Desf. a solos ácidos e calcários;

2. Resposta de três origens de *C. langsdorffii* Desf. à saturação hídrica do solo;

3. Resposta da origem de mata ciliar de *C. langsdorffii* Desf. à inundação com água estagnada e água corrente;

4. Acompanhamento de uma população de *C. langsdorffii* Desf. na mata ciliar do Córrego da Onça - FAL - DF.

1. Material vegetal:

As sementes de *C. langsdorffii* utilizadas nos três primeiros experimentos foram coletadas entre os meses de agosto e setembro de 1985, em árvores localizadas em cerrado e cerradão -denominada de origem de cerrado, em mata ciliar (origem de mata ciliar) e em mata decídua (origem de mata decídua). O termo origem, "original seed source", foi definido por FERREIRA (1980), como sendo a "localização geográfica e ambiental na qual os povoamentos ou árvores fornecedoras do material reprodutivo vegetam naturalmente". As sementes foram coletadas tanto na árvore quanto no solo. O número de árvores utilizado na coleta foi de 16 na origem de cerrado, 19 na origem de mata ciliar e 12 na origem de

mata decídua. Os espécimes de cerrado utilizados na coleta estavam localizados na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília (FAL), a uma latitude de $15^{\circ} 54' 34''$ S e longitude de $47^{\circ} 53' 24''$ a $57' 41''$ W, no Jardim Botânico de Brasília (latitude $15^{\circ} 52' 12''$ S e longitude $47^{\circ} 50' 12''$ W) e proximidades da cidade satélite de Sobradinho, DF ($15^{\circ} 33' S$ e $47^{\circ} 58' W$). Os de mata ciliar localizavam-se na FAL e os de mata decídua nas proximidades da fábrica de cimento Tocantins, local denominado FERCAL, DF ($15^{\circ} 35' S$ e $47^{\circ} 53' W$) e em fazendas ao longo da rodovia que liga Brasília ao município de Padre Bernardo, Goiás ($15^{\circ} 9' S$ e $47^{\circ} 17' W$ a $15^{\circ} 29' S$ e $48^{\circ} 12' W$). Pela análise do solo coletado sob árvores da origem de mata decídua, verificou-se que parte dos indivíduos desta origem encontravam-se em solos que ASKEW et al.(1971) definiram como mesotróficos, ou seja, com pH em água variando de 5,5 a 7,0 e cálcio trocável acima de 2,0 meq/100g de solo. As origens de cerrado e de mata ciliar encontravam-se em solos definidos pelo autor acima citado como distróficos, ou seja, com pH entre 4 e 4,8 e cálcio trocável quase sempre próximo de 0,05 meq/100g de solo, podendo chegar a 0,1 meq/100g.

2. Metodologia utilizada:

Experimento 1. Resposta de três origens de *C. langsdorffii* Desf. a solos ácidos e calcários.

Após a coleta, os frutos foram postos a secar à sombra. As sementes foram separadas dos frutos, acondicionadas em sacos plásticos e postas em geladeira a uma temperatura média de 6°C até o dia da sementeira. As sementes obtidas de todas as árvores de cada origem foram misturadas e constituíram um lote.

Em 18 de outubro de 1985 fez-se a sementeira em sacos plásticos contendo aproximadamente 3 litros de terra, coletada a 0-15 cm de profundidade, em solo sob vegetação de cerrado, mata ciliar e mata decídua. Os solos de cerrado e mata ciliar foram coletados na FAL e o solo de mata decídua na FERCAL, DF. As características químicas dos solos são apresentadas na tabela 1. O solo foi extraído com KCl 1N para determinação de alumínio, cálcio e magnésio trocáveis e com a mistura diácida (HCl 0,05N + H₂SO₄ 0,025N) para potássio, fósforo, cobre, zinco, ferro e manganês, utilizando-se uma proporção 1:10 (p/v) de solo-solução. Os cátions foram determinados usando o espectrofotômetro de absorção atômica, o fósforo por processo colorimétrico e o alumínio por titulação com NaOH. O pH do solo foi

Tabela 1. Propriedades químicas dos solos de cerrado, mata ciliar e mata decídua coletados em áreas do Distrito Federal (n=3).

Propriedades do solo	solo de cerrado	solo de mata ciliar	solo de mata decídua
pH em água	4,9	4,5	7,0
pH em 1M KCl	4,2	3,6	6,0
Fósforo disponível (ppm)	1,3	4,9	56,8
Cátions extraíveis (meq/100g TFSA)			
Potássio	0,14	0,20	3,99
Cálcio	0,87	1,97	87,70
Magnésio	0,14	0,31	1,11
Alumínio	1,00	3,57	0,0
Micronutrientes (ppm)			
Ferro	39,1	296,0	13,7
Manganês	9,4	30,1	205,7
Zinco	4,8	4,6	11,7
Cobre	0,6	0,5	0,5

determinado em água e KCl 1N, usando uma proporção solo:solução de 1:2,5 (p/v) (ALLEN, 1974).

As sementes foram selecionadas, eliminando-se as chochas e atacadas por pragas e/ou doenças, lavadas em água corrente para retirada do arilo. Foram semeadas duas sementes por saco para posterior desbaste. Aos 40 dias após a semeadura fez-se o primeiro desbaste, deixando uma única planta por saco. Esta prática cultural foi feita diariamente, até a germinação completa de todas as sementes, o que se deu por volta dos 70 dias. Foram retiradas as plantas invasoras e fez-se irrigação sempre que necessário.

O delineamento experimental utilizado foi o de parcelas sub-divididas arranjadas em blocos ao acaso com 4 repetições (GOMES, 1963). Os tratamentos constituíram um fatorial de três origens (cerrado, mata ciliar e mata decídua) e três tipos de solo (cerrado, mata ciliar e mata decídua). O efeito de solo foi aplicado à parcela principal e o efeito de origem à sub-parcela.

As plantas foram colocadas sob telado de nylon com 70% de sombreamento. O experimento foi instalado na Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília-DF.

A primeira coleta para avaliação foi feita aos 150 dias (cinco meses) após a semeadura e as demais aos 180, 210, 240, 270, 300, 360, 390, 450, 510 e 570. A avaliação foi feita com base nos seguintes parâmetros: peso seco da raiz, peso seco da parte aérea, peso seco total, altura da planta e número de folhas. As plantas coletadas foram

previamente sorteadas utilizando-se uma tabela de números aleatórios. Foi coletada uma planta de cada bloco (4 repetições) para cada origem e para cada solo, num total de 36 plantas em cada período de avaliação. Como foram feitas 11 coletas, o total de plantas utilizadas no experimento foi de 396. Coletou-se separadamente a raiz e a parte aérea (folhas e ramos). As raízes foram separadas do solo e lavadas em água corrente. O material foi posto para secar em estufa a 80°C até peso constante, quando então era pesado em balança Mettler PE 1600. Mediu-se a altura da planta com o auxílio de uma régua (a partir do colo até a extremidade do broto terminal) e fez-se a contagem do número de folhas presentes na planta. Quando a planta apresentava mais de uma ramificação, tomou-se para medida da altura o ramo mais longo.

Experimento 2. Resposta de três origens de *C. langsdorffii* Desf. à saturação hídrica do solo.

Este experimento foi montado junto com o anterior, utilizando-se o delineamento experimental em parcelas sub-sub-divididas arranjadas em blocos ao acaso com 4 repetições (GOMES, 1963). Os tratamentos constituíram um fatorial de dois regimes de água (não inundado e inundado), três tipos de solo (cerrado, mata ciliar e mata decídua) e três origens (cerrado, mata ciliar e mata decídua). O efeito regime de

água foi aplicado à parcela principal, o efeito de solo à sub-parcela e o efeito de origem à sub-sub-parcela.

Foram confeccionados tanques de madeira, revestidos com lona plástica, em cada bloco experimental. A inundação se deu aos 150 dias (cinco meses) após a sementeira. A água dos tanques foi renovada semanalmente, obedecendo o mesmo critério adotado por JOLY & CRAWFORD (1982).

As coletas foram feitas aos 30, 60, 90 e 120 dias após a inundação, obedecendo procedimento descrito no experimento anterior. A avaliação também foi feita com base nos mesmos parâmetros referidos naquele experimento. Coletou-se uma planta de cada bloco (4 repetições) para cada origem, cada solo e cada regime de água, num total de 72 plantas em cada período de avaliação. Como foram feitas 4 coletas, o total de plantas utilizadas no experimento foi de 288.

Experimento 3. Resposta da origem de mata ciliar de *C. langsdorffii* Desf. à saturação hídrica do solo com água estagnada e água corrente.

Foram utilizadas sementes da origem de mata ciliar coletadas em 1985 e que se encontravam armazenadas em geladeira a uma temperatura média de 6 °C. A sementeira foi feita no dia 25 de agosto de 1986, em sacos plásticos contendo solo de mata ciliar coletado no mesmo local

descrito no experimento 1. Foram colocadas 3 sementes por saco e feito o desbaste deixando apenas uma planta por saco. Fêz-se a semeadura em cerca de 300 sacos para que ficasse assegurada a obtenção das 150 plantas necessárias ao experimento.

As plantas foram colocadas em tanques e distribuídas nos seguintes tratamentos: plantas não inundadas, plantas inundadas em água estagnada (com a água renovada semanalmente) e plantas inundadas em água corrente (com água circulando ininterruptamente). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados com 5 repetições (GOMES, 1963). A escolha das plantas e sua distribuição nos tratamentos se fez ao acaso, utilizando-se uma tabela de números aleatórios. A inundação se deu no dia 27 de janeiro de 1987, aos 150 dias após a semeadura. Por ocasião da inundação as plantas apresentavam de 2 a 6 folhas.

O experimento foi conduzido sob telado de nylon com 70% de sombreamento na FAL-DF. A primeira coleta se deu aos 30 dias após a inundação e as demais aos 60, 90, 120, 150 e 180 dias, obedecendo aos mesmos critérios adotados no primeiro experimento. A avaliação foi feita com base nos mesmos parâmetros referidos naquele experimento. Foi coletada uma planta de cada bloco (5 repetições) para cada tratamento num total de 15 plantas para cada período de avaliação. Como foram feitas 6 coletas, o total de plantas utilizadas no experimento foi de 90.

Experimento 4. Acompanhamento de uma população de *C. langsdorffii* Desf. na mata ciliar do Córrego da Onça.

Este experimento foi conduzido na Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília. A FAL apresenta uma área de 4.062 hectares coberta por uma vegetação de cerrado que varia desde uma estrutura campestre até cerradão e por matas ciliares ao longo dos córregos (RATTER, 1980). Trata-se de uma estação experimental, onde aproximadamente metade de sua área é ocupada por uma reserva ecológica.

No dia 20 de janeiro de 1988 foram instaladas na mata do Córrego da Onça, 78 parcelas contíguas de 5X5m, numa área de 1950 m², próxima à cabeceira. A vegetação da mata do Córrego da Onça foi estudada por RATTER (1980) através de transecções, parcelas e observações ao longo do córrego. Apresenta solo bem drenado, principalmente próximo da cabeceira, e áreas alagadas próximas às margens do córrego e nas partes mais baixas afastadas da cabeceira. O tipo de mata mais encharcada existente na FAL, segundo o autor acima citado, fica no Córrego da Onça, nas proximidades da junção deste com o afluente meridional do Córrego Taquara. A espécie *Copaifera langsdorffii* aparece como árvore de grande porte e comum nos locais secos, sendo encontrada também no que RATTER (1980) denominou de mata brejosa e mata alagada. Todos os dados de análises químicas e físicas do solo, obtidos através de aberturas de trincheira ao longo de uma

transecção efetuada ao lado das parcelas, são apresentados em FREIRE (1979).

Fez-se o levantamento de todos os indivíduos de *C. langsdorffii* nas parcelas, totalizando 827 plantas e mediu-se, com auxílio de uma trena métrica, a altura, tomada da superfície do solo à extremidade do broto terminal. Para os indivíduos adultos a medida da altura foi feita com hipsômetro Haga. Todas as plantas foram identificadas com uma placa numerada e marcadas com fita plástica. Das 827 plantas, 614 encontravam-se em local de solo drenado durante todo o ano e 213 em solo alagado com água cobrindo o colo da planta ou em brejo, com água à superfície do solo ou a uma profundidade média de 20cm.

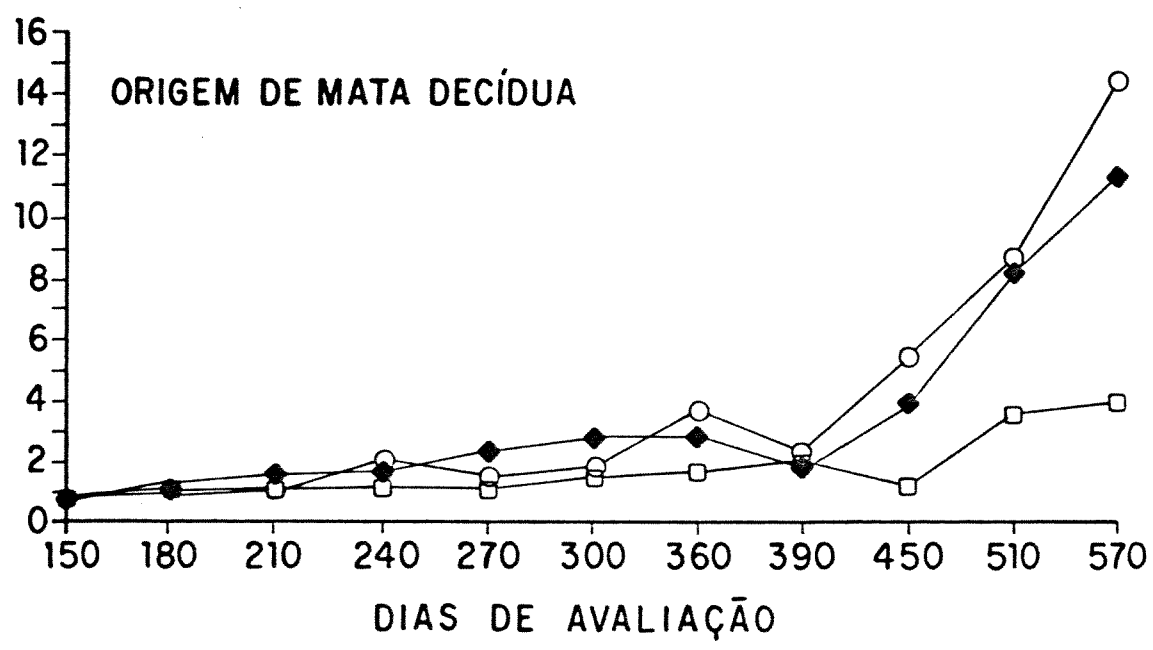
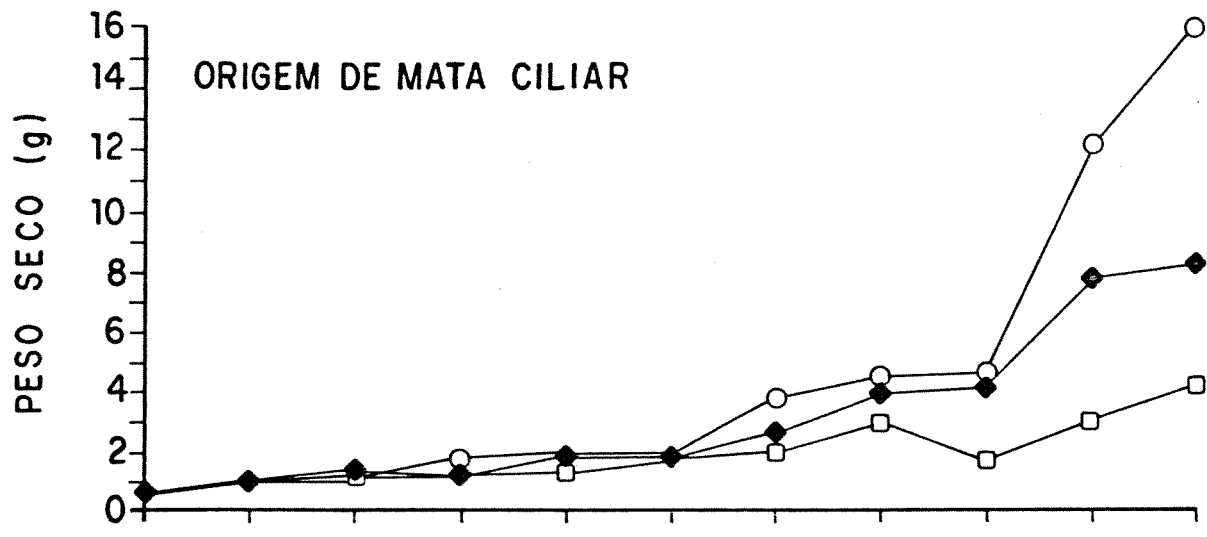
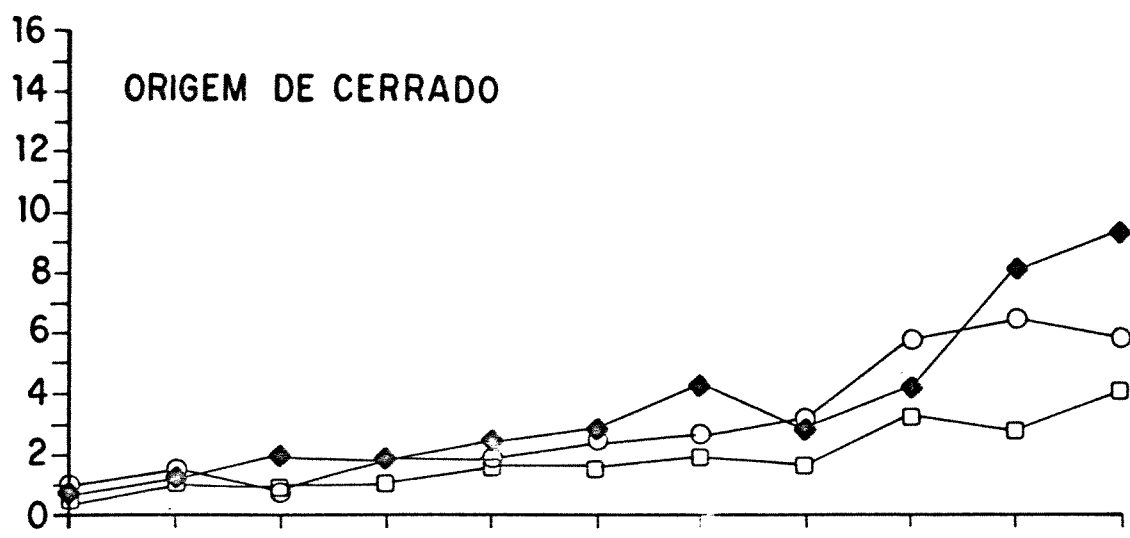
A cada trinta dias a partir do dia 20 de janeiro de 1988 e durante o período de 1 ano, todas as plantas foram contadas para efeito do cálculo do percentual de mortalidade.

RESULTADOS

Resposta de três origens de *C. langsdorffii* Desf. a solos ácidos e calcários.

A copaíba, de uma maneira geral, cresceu melhor em solos de mata ciliar e mata decídua que em solo de cerrado. Por ocasião das avaliações observou-se um crescimento radicular denso, bastante ramificado, em solos de cerrado e de mata ciliar e mais ralo, predominando poucas raízes e mais grossas, em solo de mata decídua. Ao longo dos 19 meses de acompanhamento do experimento, observou-se visualmente um crescimento menor das plantas crescidas em solo de cerrado que das crescidas em solo de mata ciliar e mata decídua. As plantas em solo de mata ciliar cresceram mais em altura que as plantas nos outros dois solos, apresentando também um peso seco da parte aérea e peso seco total mais elevado. Quanto ao número de folhas, as plantas em solo de mata ciliar se comportaram de forma semelhante às crescidas em solo de mata decídua. Observou-se que as plantas em solo de mata decídua mostraram-se mais ramificadas e menores que as de mata ciliar. Estas, de uma maneira geral, apresentaram poucas hastes. A altura média dos indivíduos em solo de mata ciliar chegou, em alguns casos extremos, a ser o dobro dos crescidos em solo de cerrado. Esta proporção foi observada também para os outros parâmetros. Com relação ao peso seco

Figura 1. PESO SECO DA RAIZ (g) OBTIDO AO LONGO DO PERÍODO DE AVALIAÇÃO EM PLANTAS DE TRÊS ORIGENS DE *C. langsdorffii* DESF. DA REGIÃO DO DISTRITO FEDERAL, CRESCIDAS SOB SOMBREAMENTO, EM TRÊS SOLOS DIFERENTES, EM BRASÍLIA, DF.



□ SOLO DE CERRADO ○ SOLO DE MATA CILIAR ◆ SOLO DE MATA DECÍDUA

Tabela 2. Peso seco de raiz (g) obtido ao longo do período de avaliação, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* Desf. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.

		ORIGEM (*)			
		1(**)	2	3	MÉDIA(***)
S	1(**)	1,92 a	1,88 a	1,74 a	1,85 C
O					
L	2	3,05 b	4,54 a	3,90 a	3,83 A
O					
(*)	3	3,66 a	3,17 a	3,47 a	3,43 B
		(DMS=0,2974)			(DMS=0,6662)
(*) 1.Cerrado		2.Mata ciliar		3.Mata decídua	
(**) n=44					
(***) n=132					

Em solo de cerrado e em solo de mata decídua as três origens se comportaram de forma semelhante, não havendo diferenças significativas entre as médias. Em solo de mata ciliar as origens de mata ciliar e mata decídua apresentaram uma média de peso seco superior à origem de cerrado.

A interação origem x solo foi altamente significativa ($P=0,0006$). O maior peso seco da raiz (4,54 g), ocorreu na origem de mata ciliar quando as plantas cresceram no seu próprio solo. Esta interação não se deu com as outras duas origens.

Na fase 1 de crescimento ocorreram diferenças altamente significativas entre solos ($P=0,0011$). As plantas das três origens crescidas em solo de mata ciliar (tabela 3) produziram em média 1,48g de matéria seca e em solo de mata

decídua 1,65g, significativamente superiores ao observado nas plantas crescidas em solo de cerrado (1,18g).

Tabela 3. Peso seco de raiz (g) obtido na fase 1 de crescimento, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* Desf. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.

		ORIGEM (*)			
		1(**)	2	3	MÉDIA(***)
S	1(**)	1,19 a	1,21 a	1,13 a	1,18 B
O					
L	2	1,62 a	1,45 a	1,39 a	1,48 A
O					
(*)	3	1,88 a	1,35 b	1,72 a	1,65 A
		(DMS=0,2573)			(DMS=0,2038)
(*) 1. Cerrado		2. Mata ciliar		3. Mata decídua	
(**) n=4					
(***) n=12					

Nas plantas crescidas nos solos de cerrado e de mata ciliar, as origens não apresentaram diferenças significativas entre si e nas plantas crescidas em solo de mata decídua, as origens de cerrado com uma média de 1,88g e de mata decídua (1,72g) se mostraram significativamente superiores à origem de mata ciliar, com uma média de 1,35g.

A interação origem x solo não foi significativa nesta fase de crescimento.

Na fase 2 de crescimento ocorreu uma diferença altamente significativa entre solos ($P=0,0001$). A média do peso seco da raiz das plantas das três origens crescidas em

solo de mata ciliar (6,65g), foi significativamente superior à média das plantas crescidas nos outros dois solos (tabela 4). As plantas em solo de mata decídua produziram uma média de 5,57g de peso seco de raiz, superior às de solo de cerrado, com 2,66g.

Tabela 4. Peso seco de raiz (g) obtido na fase 2 de crescimento, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* Desf. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.

		ORIGEM(*)			
		1(**)	2	3	MÉDIA(***)
S	1(**)	2,81 a	2,69 a	2,48 a	2,66 C
O					
L	2	4,78 c	8,25 a	6,92 b	6,65 A
O					
(*)	3	5,80 a	5,35 a	5,57 a	5,57 B
		(DMS=0,9852)			(DMS=0,4754)

(*) 1. Cerrado 2. Mata ciliar 3. Mata decídua
 (**) n=4
 (***) n=12

Nos solos de cerrado e de mata decídua não ocorreram diferenças significativas entre as origens. Em solo de mata ciliar a origem de mata ciliar, com uma média de peso seco de 8,25g, foi significativamente superior à origem de mata decídua (6,92g) e à origem do cerrado, com 4,78g. A interação origem x solo foi significativa ($P=0,0001$) e a origem de mata ciliar obteve a maior produção de matéria seca de raiz nesta fase de crescimento, quando as

plantas foram postas a crescer em seu próprio solo de origem.

A diferença entre a média do peso seco da raiz na fase 2 de crescimento e a média do peso seco da raiz na fase 1, representa um acréscimo de matéria seca de raiz entre as duas fases ou o acúmulo médio de matéria seca entre as duas fases de crescimento.

A análise de variância deste parâmetro revelou uma diferença altamente significativa entre solos ($P=0,0001$). Quando se considerou a média do peso seco das plantas das três origens em cada um dos solos (tabela 5), verificou-se

Tabela 5. Acúmulo de matéria seca de raiz (g), obtido entre as duas fases de crescimento, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* Desf. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.

		ORIGEM(*)			MÉDIA(***)
		1(**)	2	3	
S	1(**)	1,62 a	1,48 a	1,34 a	1,48 C
O					
L	2	3,17 c	6,80 a	5,53 b	5,16 A
O					
(*)	3	3,93 a	3,99 a	3,85 a	3,92 B
(DMS=0,4663)					(DMS=0,4)

(*) 1. Cerrado 2. Mata ciliar 3. Mata decídua
 (**) n=4
 (***) n=12

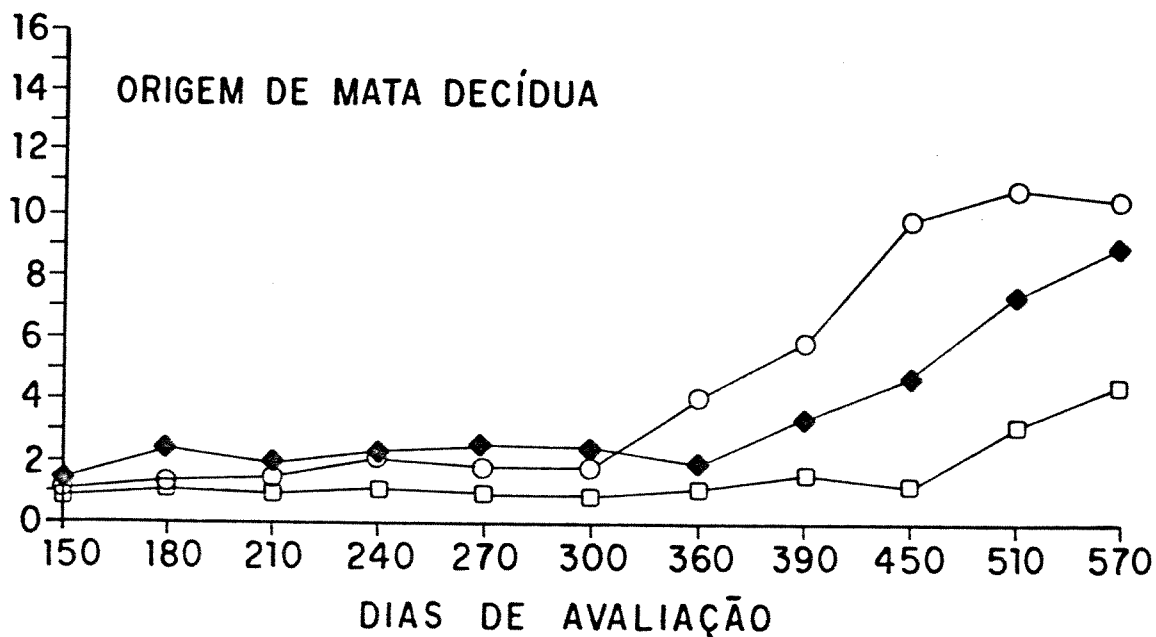
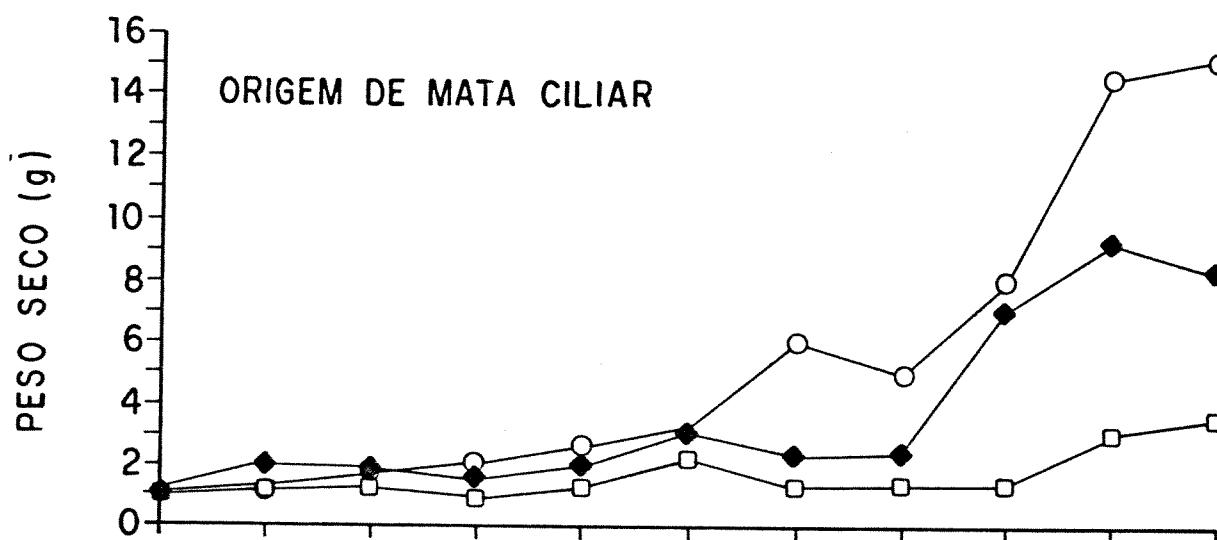
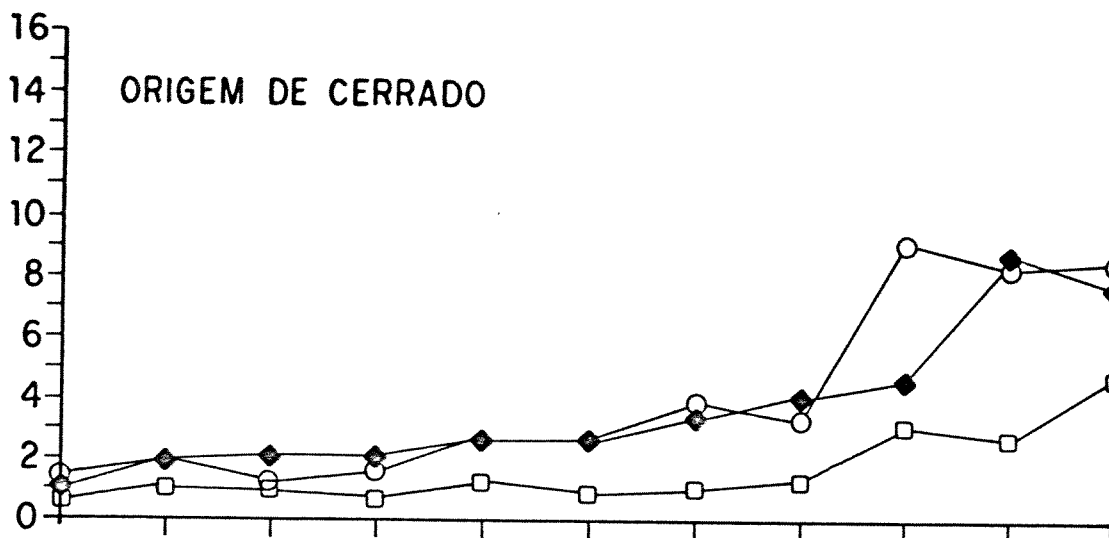
que em solo de mata ciliar a matéria seca de raiz acumulada (5,16g) foi superior à registrada nos outros dois solos. As plantas em solo de mata decídua acumularam em média 3,92g,

significativamente superior à observada nas plantas crescidas em solo de cerrado (1,48g).

Em solo de cerrado e em solo de mata decídua a matéria seca de raiz acumulada foi equivalente nas três origens, não ocorrendo diferenças significativas entre elas. Em solo de mata ciliar, as plantas da origem de mata ciliar acumularam maior peso seco de raiz (6,80g) que as plantas das demais origens. Foi significativa também a diferença entre as médias das origens de mata decídua (5,53g) e de cerrado (3,17g).

A figura 2 mostra o comportamento do peso seco da parte aérea ao longo do período de avaliação. Para as três origens e até os 330 dias o crescimento foi mais lento. A partir daí foi mais rápido, à semelhança do que ocorreu com o peso seco da raiz. Nas plantas das origens de mata ciliar e mata decídua crescidas em solo de cerrado a fase 2 de crescimento não foi tão expressiva, só se acentuando a partir dos 450 dias.

Com relação ao comportamento do parâmetro peso seco da parte aérea ao longo do período de avaliação, verificou-se que houve diferenças altamente significativas entre solos ($P=0,0001$). As plantas das três origens crescidas em solo de mata ciliar (tabela 6), apresentaram uma média de peso seco para a parte aérea de 4,74g, superior às crescidas em solo de mata decídua (3,70g) e em solo de cerrado (1,67g). Foi também significativa a



□ SOLO DE CERRADO ○ SOLO DE MATA CILIAR ◆ SOLO DE MATA DECÍDUA

diferença entre as médias das origens dos dois últimos solos.

Tabela 6. Peso seco da parte aérea(g) obtido ao longo do período de avaliação, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* Desf. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.

		ORIGEM (*)			
		1(**)	2	3	MÉDIA(***)
S	1(**)	1,68 a	1,69 a	1,65 a	1,67 C
O	2	4,05 b	5,53 a	4,66 b	4,74 A
L	3	3,71 a	3,76 a	3,62 a	3,70 B
O					
(*)					
		(DMS=0,8461)			(DMS=0,5634)

(*) 1. Cerrado 2. Mata ciliar 3. Mata decídua
 (**) n=44
 (***) n=132

A interação origem x solo foi significativa ($P=0,0374$), com a combinação origem de mata ciliar em solo de mata ciliar mostrando uma maior média de peso seco (5,53g).

Na fase 1 de crescimento ocorreram diferenças altamente significativas entre solos ($P=0,0012$). As plantas produziram maior peso seco da parte aérea nos solos de mata ciliar (1,85g) e mata decídua (2,07g) A média produzida pelas plantas em solo de cerrado foi de 1,07g, inferior às observadas nos outros dois solos (tabela 7).

A interação origem x solo não foi significativa ($P=0,3809$). As médias de peso seco da parte aérea das plantas das três origens, crescidas nos três solos, não diferiram significativamente.

Tabela 7. Peso seco da parte aérea(g) obtido na fase 1 de crescimento, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* Desf. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.

		ORIGEM (*)				
		1(**)	2	3	MÉDIA(***)	
S	1(**)	0,92 a	1,30 a	1,01 a	1,07 B	
O						
L	2	1,93 a	1,97 a	1,65 a	1,85 A	
O						
(*)	3	2,07 a	1,95 a	2,18 a	2,07 A	
		(DMS=0,4726)			(DMS=0,4495)	
		(*) 1. Cerrado			2. Mata ciliar	3. Mata decídua
		(**) n=4				
		(***) n=12				

Na fase 2 de crescimento ocorreram diferenças altamente significativas entre solos ($P=0,0001$). A produção de massa seca da parte aérea foi maior nas plantas crescidas em solo de mata ciliar (tabela 8), com uma média de 8,22g, seguido das plantas crescidas em solo de mata decídua (5,65g) e das crescidas em solo de cerrado (2,38g). Foi também significativa a diferença entre as médias das plantas crescidas em solo de mata decídua e solo de cerrado.

Houve uma interação significativa origem x solo ($P=0,0191$), com a origem de mata ciliar produzindo maior peso seco da parte aérea (9,79g) em seu próprio solo. Nos

demais solos as origens se comportaram de forma semelhante, não ocorrendo diferença significativa entre as mesmas.

Tabela 8. Peso seco da parte aérea(g) obtido na fase 2 de crescimento, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* Desf. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.

		ORIGEM (*)			MÉDIA(***)
		1(**)	2	3	
S	1(**)	2,59 a	2,16 a	2,39 a	2,38 C
O					
L	2	6,59 c	9,79 a	8,27 b	8,22 A
O					
(*)	3	5,69 a	5,92 a	5,35 a	5,65 B
		(DMS=1,2121)			(DMS=1,5052)
		(*) 1. Cerrado 2. Mata ciliar 3. Mata decídua			
		(**) n=4			
		(***) n=12			

Quanto ao acúmulo de matéria seca da parte aérea entre as duas fases de crescimento, ocorreram diferenças altamente significativas entre solos ($P=0,0001$). As médias do acúmulo de matéria seca da parte aérea entre as duas fases de crescimento são mostradas na tabela 9. O solo que proporcionou maior acúmulo médio de matéria seca foi o de mata ciliar (6,36g), seguido do solo de mata decídua (3,59g) que se mostrou diferente do solo de cerrado (1,30g).

Foi significativa a interação origem x solo ($P=0,0218$). A melhor combinação ocorreu para a origem de mata ciliar quando as plantas foram postas a crescer em seu próprio solo, acumulando 7,81g de matéria seca da parte aérea nestas condições.

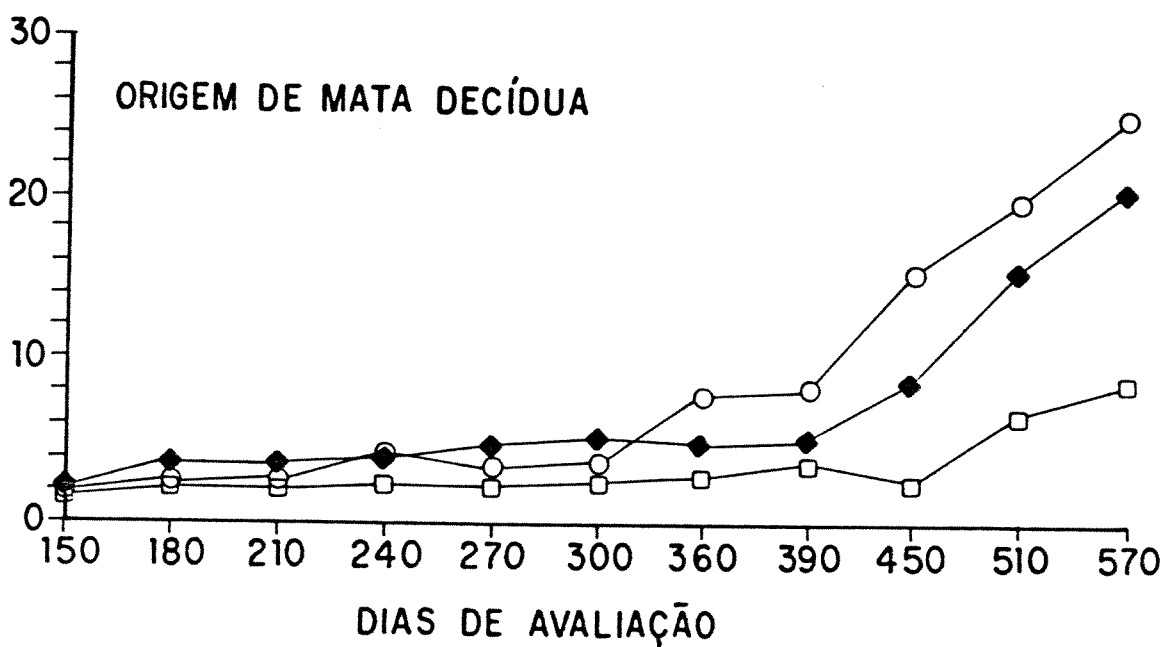
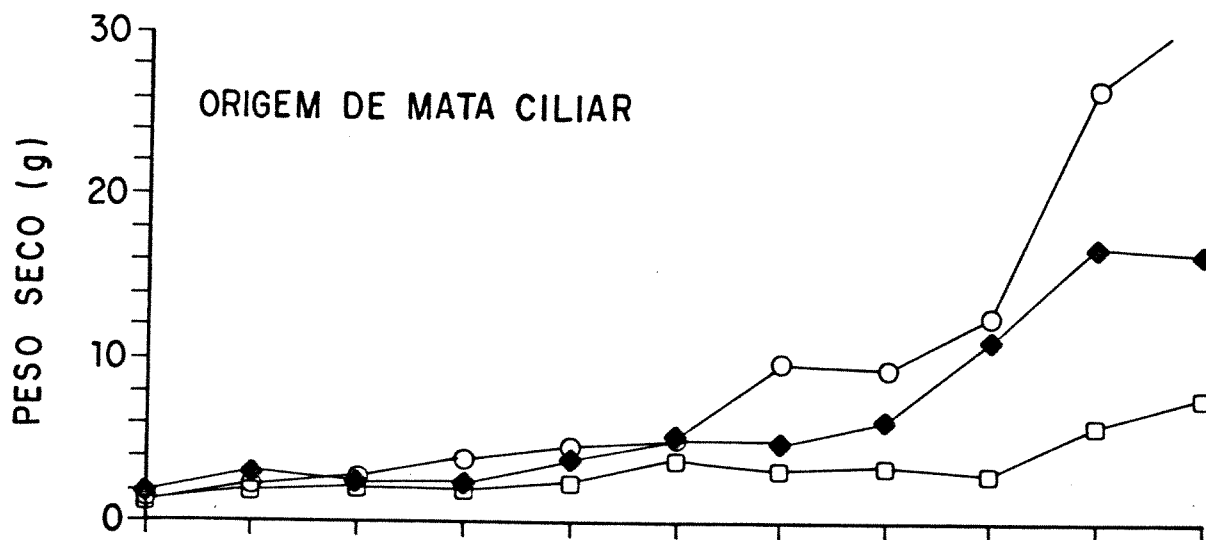
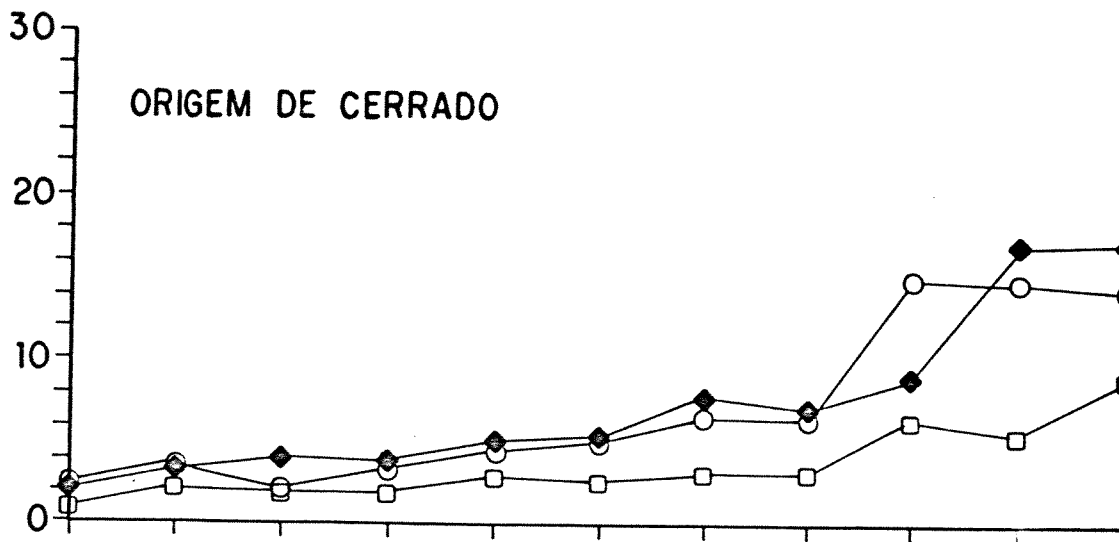
Tabela 9. Acúmulo de matéria seca na parte aérea(g) obtido entre as duas fases de crescimento, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* Desf. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.

		ORIGEM (*)			MÉDIA(***)
		1(**)	2	3	
S	1(**)	1,67 a	0,86 b	1,38 a	1,30 C
O					
L	2	4,66 c	7,81 a	6,62 b	6,36 A
O					
(*)	3	3,63 ab	3,97 a	3,17 b	3,59 B
		(DMS=0,5984)			(DMS=1,8214)
		(*) 1. Cerrado 2. Mata ciliar 3. Mata decídua			
		(**) n=4			
		(***) n=12			

As plantas de cada origem se comportaram de maneira diferenciada para cada solo. Em solo de cerrado as origens de cerrado e de mata decídua se mostraram significativamente superiores à origem de mata ciliar. Em solo de mata ciliar a origem de mata ciliar foi superior às demais e a de mata decídua se mostrou superior à origem de cerrado. Em solo de mata decídua a origem de mata ciliar foi superior à origem de mata decídua, no entanto, não diferiu estatisticamente da origem do cerrado. Não foi significativa também a diferença observada entre as médias das origens do cerrado e de mata decídua.

A figura 3 mostra as duas fases de crescimento da planta com relação ao peso seco total. Ficou bem caracterizada uma primeira fase, de crescimento mais lento,

Figura 3. PESO SECO TOTAL (g) OBTIDO AO LONGO DO PERÍODO DE AVALIAÇÃO EM PLANTAS DE TRÊS ORIGENS DE *C. langsdorffii* DESF. DA REGIÃO DO DISTRITO FEDERAL, CRESCIDAS SOB SOMBREAMENTO, EM TRÊS SOLOS DIFERENTES, EM BRASÍLIA, DF.



□ SOLO DE CERRADO ○ SOLO DE MATA CILIAR ◆ SOLO DE MATA DECÍDUA

Tabela 10. Peso seco total(g) obtido ao longo do período de avaliação, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* Desf. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.

	ORIGEM (*)			MÉDIA(***)
	1(**)	2	3	
S	1(**) 3,60 a	3,57 a	3,38 a	3,52 C
O				
L	2 7,10 c	10,07 a	8,56 b	8,57 A
O				
(*) 3	7,38 a	6,93 a	7,09 a	7,13 B
(DMS=1,2826)			(DMS=0,5439)	

(*) 1 Cerrado 2. Mata ciliar 3. Mata decídua
 (**) n=44
 (***) n=132

foram significativas. Em solo de mata ciliar a origem de mata ciliar foi significativamente superior às outras duas. Neste solo, a média de peso seco total das plantas da origem de mata decídua foi também superior à média das plantas da origem de cerrado.

Na fase 1 de crescimento ocorreram diferenças altamente significativas entre solos ($P=0,0008$). Os dados da tabela 11 mostram que foi significativa a diferença entre as médias do peso seco total das plantas crescidas nos solos de mata decídua (3,72g) e mata ciliar (3,33g) em relação à média das plantas crescidas em solo de cerrado (2,25g).

A interação origem x solo não foi significativa nesta primeira fase de crescimento ($P=0,1492$). Também não

Tabela 11. Peso seco total(g) obtido na fase linear de crescimento, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* Desf. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.

		ORIGEM (*)			MÉDIA(***)
		1	2	3	
S	1(**)	2,11 a	2,51 a	2,14 a	2,25 B
O					
L	2	3,54 a	3,42 a	3,03 a	3,33 A
O					
(*)	3	3,94 a	3,31 a	3,90 a	3,72 A
		(DMS=0,6413)			(DMS=0,6075)

(*) 1. Cerrado 2. Mata ciliar 3. Mata decídua
 (**) n=4
 (***) n=12

houve diferença significativa entre as origens quando as plantas foram postas a crescer nos três solos.

Na fase 2 de crescimento ocorreram diferenças altamente significativas entre solos ($P=0,0001$). O peso seco total (tabela 12), foi significativamente maior em solo de mata ciliar (14,86g), seguido das plantas em solo de mata decídua (11,23g) e das crescidas em solo de cerrado (5,04g). A diferença entre as duas últimas médias foi também significativa.

Ocorreu uma interação altamente significativa origem x solo ($P=0,0007$) e novamente a origem de mata ciliar produziu maior peso seco (18,04g) quando as plantas foram postas a crescer em seu próprio solo de origem.

Tabela 12. Peso seco total(g) obtido na fase 2 de crescimento, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* Desf. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.

		ORIGEM (*)			MÉDIA(***)
		1(**)	2	3	
S O L O (*)	1(**)	5,40 a	4,85 a	4,87 a	5,04 C
	2	11,37 c	18,04 a	15,18 b	14,86 A
	3	11,50 a	11,27 a	10,92 a	11,23 B
		(DMS=1,7733)			(DMS=1,2069)

(*) 1. Cerrado 2. Mata ciliar 3. Mata decídua
 (**) n=4
 (***) n=12

Nos solos de cerrado e de mata decídua as médias de peso seco das plantas das três origens não diferiram estatisticamente entre si. Em solo de mata ciliar a origem de mata ciliar apresentou uma média de peso seco total de 18,04g, significativamente superior às médias das origens de mata decídua (15,18g) e de cerrado (11,37g).

Quanto ao acúmulo de peso seco total entre as duas fases de crescimento, ocorreram diferenças altamente significativas entre solos ($P=0,0001$). Os dados da tabela 13 mostram que, quanto ao acúmulo médio de matéria seca total entre as duas fases de crescimento, as plantas apresentaram um maior ganho de peso quando foram postas a crescer em solo de mata ciliar (11,53g), seguidas das crescidas em solo de mata decídua (7,51g) e das crescidas em solo de cerrado (2,78g).

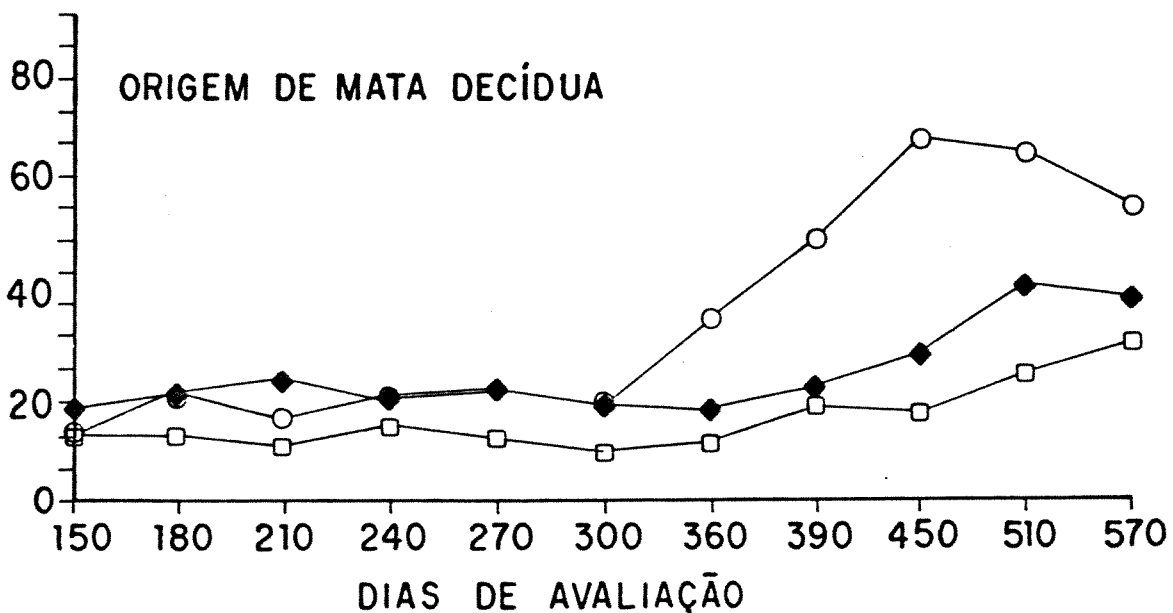
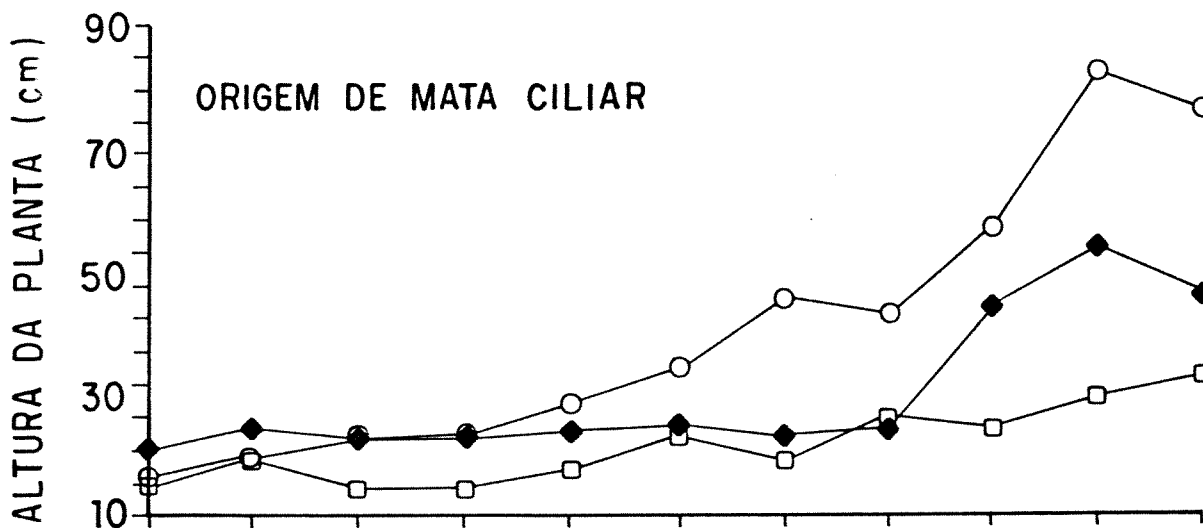
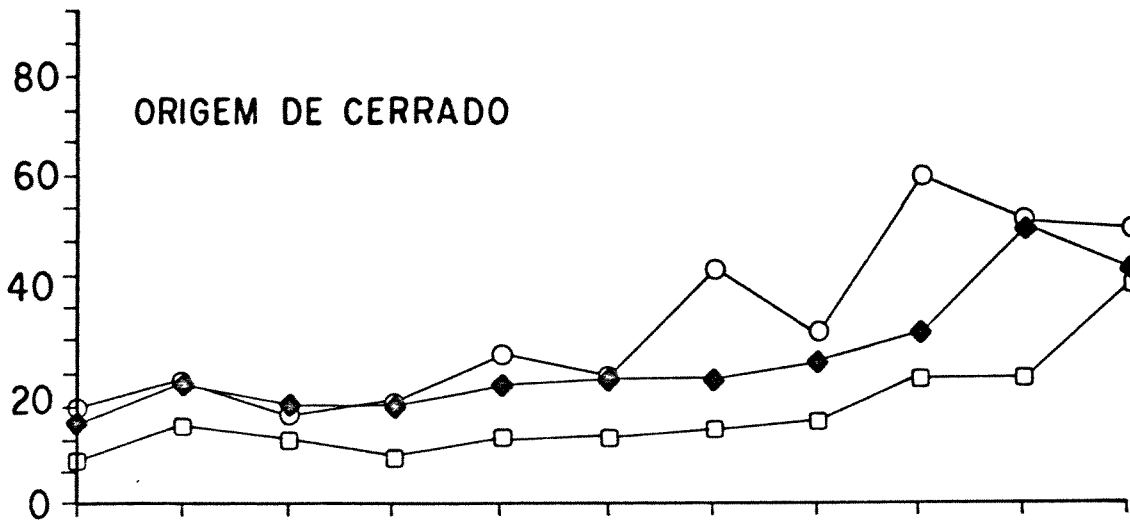
Com relação ao acúmulo de matéria seca total nas três origens crescendo em solo de cerrado, verificou-se que a origem originária deste solo acumulou 3,29g de peso seco, significativamente superior ao obtido pela origem de mata ciliar (2,34g). Neste solo, a origem de mata decídua, com uma média de 2,72g, não diferiu estatisticamente das médias

Tabela 13. Acúmulo de matéria seca total(g) obtido entre as duas fases de crescimento, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* Desf. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.

		ORIGEM (*)			MÉDIA(***)
		1(**)	2	3	
S	1(**)	3,29 a	2,34 b	2,72 ab	2,78 C
O					
L	2	7,83 c	14,61 a	12,15 b	11,53 A
O					
(*)	3	7,55 ab	7,96 a	7,02 b	7,51 B
		(DMS=0,8370)			(DMS=1,5130)
		(*) 1. Cerrado 2. Mata ciliar 3. Mata decídua			
		(**) n=4			
		(***) n=12			

das outras duas origens. Em solo de mata ciliar a origem originária deste solo apresentou maior ganho de matéria seca, com 14,61g, superior às outras duas origens. A origem de mata decídua acumulou uma média de 12,15g de matéria seca total entre as duas fases de crescimento, significativamente superior à acumulada pela origem de cerrado (7,83g). Em solo de mata decídua a origem de mata ciliar obteve um acúmulo de

Figura 4. ALTURA DA PLANTA (cm) OBTIDO AO LONGO DO PERÍODO DE AVALIAÇÃO EM PLANTAS DE TRÊS ORIGENS DE *C. langsdorffii* DESF. DA REGIÃO DO DISTRITO FEDERAL, CRESCIDAS SOB SOMBREAMENTO, EM TRÊS SOLOS DIFERENTES, EM BRASÍLIA, DF.



□ SOLO DE CERRADO ○ SOLO DE MATA CILIAR ◆ SOLO DE MATA DECÍDUA

Tabela 14. Altura da planta(cm) obtida ao longo do período de avaliação, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* Desf. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.

		ORIGEM (*)			MÉDIA(***)
		1(**)	2	3	
S	1(**)	16,09 b	21,10 a	15,35 b	17,51 C
O					
L	2	32,38 b	40,54 a	34,03 b	35,65 A
O					
(*)	3	25,85 ab	29,74 a	23,77 b	26,45 B
		(DMS=4,0784)			(DMS=3,3466)

(*) 1. Cerrado 2. Mata ciliar 3. Mata decídua
 (**) n=44
 (***) n=132

Na tabela 15 encontram-se os dados de altura das plantas das três origens crescidas nos três solos na fase 1 de crescimento. Houve uma diferença altamente significativa entre solos ($P=0,0007$). As plantas crescidas em solo de mata ciliar e solo de mata decídua atingiram maior altura, 20,58cm e 20,40cm respectivamente, que as crescidas em solo de cerrado (13,07cm).

Ocorreram diferenças significativas entre as origens quando as plantas foram postas a crescer nos três solos. Em solo de cerrado, a origem de mata ciliar, com uma média de 16,88cm, foi superior à de cerrado (10,63cm) e a de mata decídua (11,71g). Em solo de mata ciliar as plantas da origem de mata ciliar, com uma média de 23,55cm de altura, mostraram uma diferença significativa em relação à origem de mata decídua (17,82cm), mas não diferiu estatisticamente da

média das plantas da origem do cerrado (20,36cm). Em solo de mata decídua a média da origem de mata ciliar (22,68cm) foi superior à média obtida pela origem de cerrado (18,89cm), não se mostrando superior à média da origem de mata decídua.

Tabela 15. Altura da planta(cm) obtida na fase linear de crescimento, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* Desf. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.

		ORIGEM (*)			MÉDIA(***)
		1(**)	2	3	
S O L O (*)	1(**)	10,63 b	16,88 a	11,71 b	13,07 B
	2	20,36 ab	23,55 a	17,82 b	20,58 A
	3	18,89 b	22,68 a	19,63 ab	20,40 A
		(DMS=3,6919)			(DMS=3,3059)
(*) 1. Cerrado		2. Mata ciliar		3. Mata decídua	
(**) n=4					
(***) n=12					

Na fase 2 de crescimento ocorreram diferenças altamente significativas entre solos ($P=0,0001$). Nesta fase (tabela 16), as plantas em solo de mata ciliar atingiram uma média de 53,74cm de altura, significativamente superior às crescidas em solo de mata decídua (33,71cm) e em solo de cerrado (22,84cm). A diferença entre as médias em altura das plantas crescidas nos dois últimos solos também foi significativa.

A interação origem x solo foi significativa ($P=0,0292$). As plantas da origem de mata ciliar, quando

postas a crescer no seu solo de origem, obtiveram uma média de 60,92cm de altura, significativamente superior às médias obtidas pelas plantas das demais origens.

Tabela 16. Altura da planta(cm) obtida na fase 2 de crescimento, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* Desf. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.

		ORIGEM (*)			MÉDIA(***)
		1(**)	2	3	
S O L O (*)	1(**)	22,65 ab	26,16 a	19,72 b	22,84 C
	2	46,80 c	60,92 a	53,48 b	53,74 A
	3	34,20 a	38,21 a	28,73 b	33,71 B
		(DMS=4,7622)			(DMS=8,0152)
(*) 1. Cerrado		2. Mata ciliar		3. Mata decídua	
(**) n=4					
(***) n=12					

Em solo de cerrado a origem de mata ciliar, com uma média de altura de 26,16cm, foi superior à origem de mata decídua (19,72cm), mas não diferiu da média obtida pela origem de cerrado (22,65cm). Em solo de mata ciliar as origens se diferenciaram, com a de mata ciliar obtendo a maior média (60,92cm), seguida da origem de mata decídua (53,48cm) e da origem do cerrado (46,80cm). As duas últimas médias também mostraram uma diferença significativa. Em solo de mata decídua as origens de mata ciliar, com uma média em altura de 38,21cm e de cerrado, com 34,20cm foram

significativamente superiores à origem de mata decídua (28,73cm).

A análise de variância do acréscimo em altura entre as duas fases de crescimento mostrou uma diferença altamente significativa entre solos ($P=0,0007$). Em solo de mata ciliar (tabela 17), o acréscimo em altura das plantas das três origens foi de 33,16cm, superior à média observada nas plantas crescidas em solo de mata decídua (13,31cm) e nas crescidas em solo de cerrado (9,77cm).

Foi significativa a interação origem x solo ($P=0,0123$). A origem de mata ciliar teve um acréscimo em altura de 37,37cm entre as duas fases de crescimento, quando as plantas cresceram em seu solo de origem.

Tabela 17. Aumento em altura(cm) obtido entre as duas fases de crescimento, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* Desf. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.

		ORIGEM (*)			MÉDIA(***)
		1(**)	2	3	
S	1(**)	12,02 a	9,28 b	8,01 b	9,77 B
O					
L	2	26,44 b	37,37 a	35,66 a	33,16 A
O					
(*)	3	15,30 a	15,53 a	9,10 b	13,31 B
		(DMS=2,6860)			(DMS=9,8312)

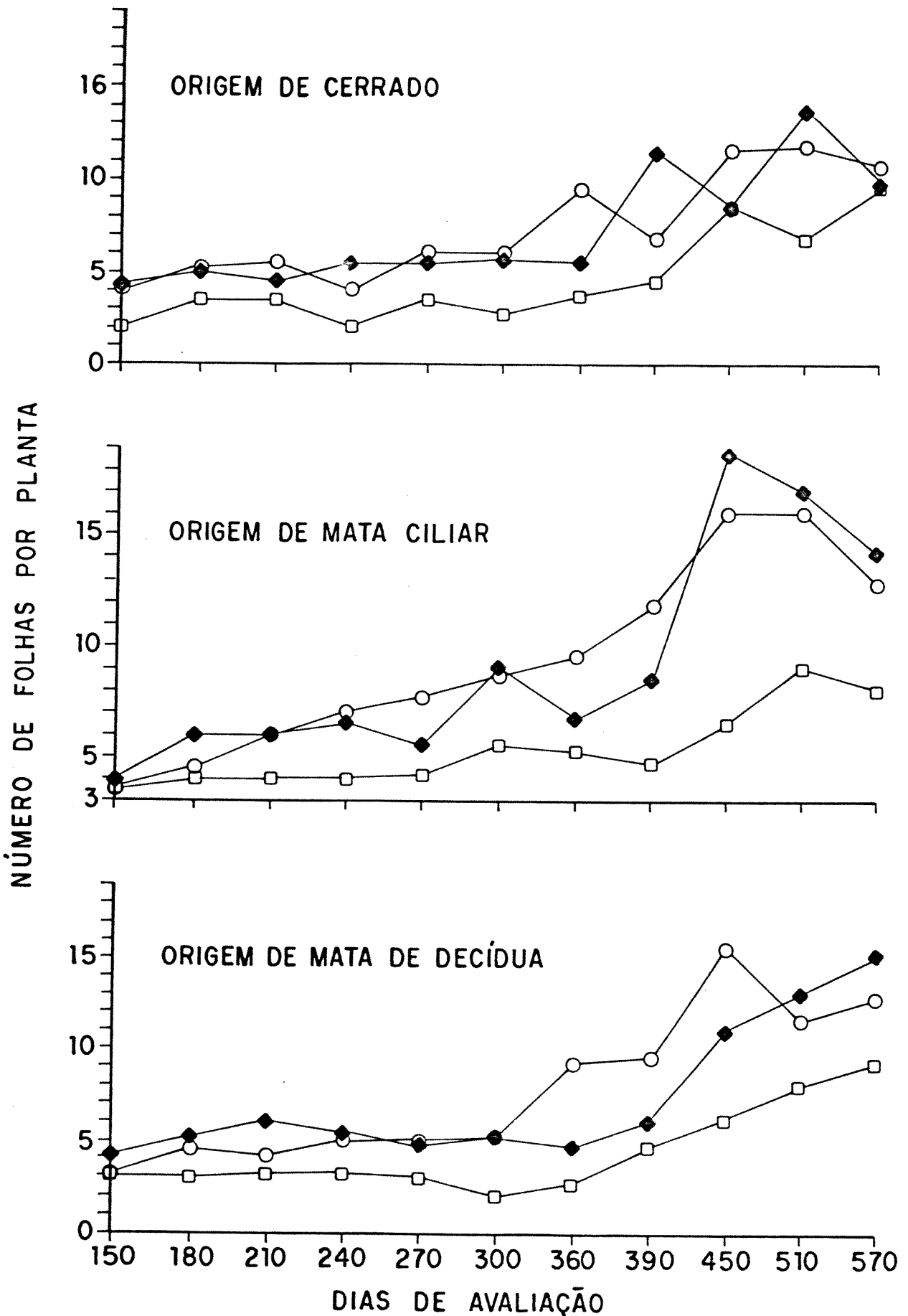
(*) 1. Cerrado 2. Mata ciliar 3. Mata decídua
(**) n=4
(***) n=12

Em solo de cerrado a origem de cerrado foi significativamente superior às demais. Em solo de mata ciliar a origem de mata ciliar e de mata decídua foram superiores à origem de cerrado e em solo de mata decídua tanto a origem de mata ciliar quanto a de cerrado se mostraram superiores à origem de mata decídua.

A figura 5 mostra o comportamento do número de folhas ao longo do período de avaliação. Foi bem acentuada a diferença entre as duas fases de crescimento, uma primeira, com crescimento mais lento, até os 330 dias e uma segunda, com crescimento mais rápido, após esta data. Novamente o padrão da curva com um crescimento mais rápido foi mais expressivo nas plantas crescidas em solos de mata ciliar e mata decídua, no entanto os dados das plantas em solo de cerrado apresentaram uma inclinação mais acentuada que a observada nos demais parâmetros até aqui analisados.

Quanto ao número de folhas, os resultados foram semelhantes aos observados para a altura. Considerando a média geral de todo o período de avaliação, ocorreu uma diferença altamente significativa entre solos ($P=0,0001$). Os dados da tabela 18 mostram que a média do número de folhas das plantas crescidas em solos de mata ciliar (7,7) e a média das plantas crescidas em solo de mata decídua (7,4) foram superior à média das crescidas em solo de cerrado (4,4).

Não foi significativa a interação origem x solo. No solo de cerrado não ocorreram diferenças significativas



□ SOLO DE CERRADO ○ SOLO DE MATA CILIAR ◆ SOLO DE MATA DECÍDUA

entre origens. Nos solos de mata ciliar e de mata decídua a origem de mata ciliar foi superior às origens de cerrado e de mata decídua.

Tabela 18. Número de folhas obtido ao longo do período de crescimento, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* Desf. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.

		ORIGEM (*)			MÉDIA(***)
		1(**)	2	3	
S	1(**)	4,1 a	5,1 a	4,1 a	4,4 B
O	2	6,9 b	8,9 a	7,2 b	7,7 A
L	3	6,8 b	8,6 a	6,7 b	7,4 A
O					
(*)					
		(DMS=1,3385)			(DMS=0,4029)

(*) 1. Cerrado 2. Mata ciliar 3. Mata decídua
 (**) n=44
 (***) n=132

Na tabela 19 são apresentados os dados do comportamento do número de folhas na fase 1 de crescimento. As diferenças entre solos foram altamente significativas ($P=0,0001$). As plantas crescidas em solo de mata ciliar, com uma média de 5,1 folhas e as crescidas em solo de mata decídua, com uma média de 5,4 folhas, se mostraram superiores às plantas em solo de cerrado, com uma média de 3,2 folhas por planta.

Não foi significativa a interação origem \times solo ($P=0,7961$). Em solo de cerrado e em solo de mata decídua a origem de mata ciliar foi superior às origens de cerrado e

Tabela 19. Número de folhas por planta obtido na fase 1 de crescimento, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* Desf. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.

		ORIGEM (*)			MÉDIA(***)
		1(**)	2	3	
S	1(**)	2,7 b	4,0 a	2,8 b	3,2 B
O	2	5,0 b	6,0 a	4,4 c	5,1 A
L	3	5,0 b	6,0 a	5,1 b	5,4 A
O					
(*)					
		(DMS=0,2428)			(DMS=0,8793)

(*) 1. Cerrado 2. Mata ciliar 3. Mata decídua
 (**) n=4
 (***) n=12

de mata decídua, não ocorrendo diferenças significativas entre estas duas últimas origens. Em solo de mata ciliar a origem de mata ciliar apresentou uma média superior às médias das outras duas origens e a origem de mata decídua foi superior à origem de cerrado.

Na fase 2 de crescimento (tabela 20) houve diferenças altamente significativas entre solos ($P=0,0001$). As plantas crescidas em solo de mata ciliar (11,4 folhas por planta) e em solo de mata decídua (10,2) apresentaram um número de folhas superior às crescidas em solo de cerrado (6,2).

Não foi significativa a interação origem x solo ($P=0,2006$). Novamente, nesta fase, a origem de mata ciliar se mostrou superior às demais origens em todos os solos.

Tabela 20. Número de folhas por planta obtido na fase 2 de crescimento, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* Desf. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.

	ORIGEM (*)			MÉDIA(***)
	1(**)	2	3	
S O	1(**) 6,1 b	6,6 a	5,9 b	6,2 B
L O	2 9,7 c	13,0 a	11,4 b	11,4 A
(*) 3	9,3 b	12,3 a	9,0 c	10,2 A
	(DMS=0,2727)			(DMS=1,0508)

(*)	1. Cerrado	2. Mata ciliar	3. Mata decídua	
(**)	n=4			
(***)	n=12			

Com relação ao aumento do número de folhas de uma fase de crescimento para outra, houve diferenças significativas entre solos ($P=0,0174$). Os dados da tabela 21 mostram que o solo de mata ciliar, com um acréscimo médio de 6,3 folhas por planta, foi superior ao solo de cerrado, com um acréscimo de 3,0 folhas por planta, e ao solo de mata decídua, com 4,8 folhas a mais de uma fase para outra.

A interação origem x solo não foi significativa ($P=0,1980$). Em solo de cerrado a origem de cerrado, com um acréscimo de 3,4 folhas e a origem de mata decídua, com um acréscimo de 3,1 folhas, foram significativamente superiores à origem de mata ciliar, com um acréscimo de 2,6 folhas. Em solo de mata ciliar as origens de mata ciliar e de mata decídua foram superiores à origem de cerrado. Em solo de

mata decídua a população de mata ciliar apresentou a maior média de acréscimo entre as duas fases de crescimento.

Tabela 21. Número de folhas por planta obtido entre as duas fases de crescimento, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* Desf. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento, em três solos diferentes, em Brasília, DF.

		ORIGEM (*)			MÉDIA(***)
		1(**)	2	3	
S	1(**)	3,4 a	2,6 b	3,1 a	3,0 C
O					
L	2	4,7 b	7,0 a	7,0 a	6,3 A
O					
(*)	3	4,3 ab	6,3 a	3,9 bc	4,8 B
		(DMS=0,4109)			(DMS=0,7383)

(*) 1. Cerrado 2. Mata ciliar 3. Mata decídua
 (**) n=4
 (***) n=12

Resposta de três origens de *Copaifera langsdorffii* Desf. à saturação hídrica do solo.

A espécie mostrou-se sensível à inundação (foto 1) e, logo no início, dos 3 aos 5 dias após a inundação observou-se uma inclinação dos folíolos para baixo (foto 2), que se generalizou por volta dos 15 a 20 dias depois do início do tratamento. Os folíolos tornaram-se amarelados, sintoma este mais expressivo nas plantas em solo de cerrado e em solo de mata ciliar. Estes sintomas quase não se manifestaram nas plantas em solo de mata decídua.

Após este quadro sintomático, as plantas sob inundação começaram a perder os folíolos e, por fim, a raque foliar. Muitas plantas morreram e, após 120 dias, não foi possível colher número suficiente de plantas em solo de cerrado e solo de mata ciliar. As plantas em solo de mata decídua mostraram-se mais resistentes à inundação e algumas até chegaram a emitir brotação nova, embora com folíolos atrofiados. Por ocasião da coleta para avaliação não se observou brotação de raízes nestas plantas. Mesmo em solo de cerrado e de mata ciliar observou-se brotação da parte aérea (uma a duas folhas) mas logo definharam, pois as raízes destas plantas estavam completamente mortas (fotos 3 e 4).

Os dados da tabela 22 mostram que o sistema radicular foi o órgão afetado em primeiro lugar pela inundação, pois, já aos 30 dias a média do peso seco da raiz



Foto 1. PLANTAS DE *C. langsdorffii* DESF. NÃO INUNDADAS (À ESQUERDA) E INUNDADAS POR 90 DIAS (À DIREITA), CRESCIDAS SOB SOMBREAMENTO EM BRASÍLIA, DF.



Foto 2. PLANTA DE *C. langsdorffii* DESF. AOS 20 DIAS APÓS INUNDAÇÃO, MOSTRANDO OS FOLÍOLOS PENDENTES, SINTOMA CARACTERÍSTICO DE EPINASTIA, BRASÍLIA, DF.



Foto 3. FOLHAS NOVAS BROTADAS DE UMA PLANTA DE *C. langsdorffii* DESF. AOS 90 DIAS SOB INUNDAÇÃO. BRASÍLIA, DF.

Foto 4. PLANTA DA FOTO 3 MOSTRANDO OS TECIDOS INTERNOS DA RAIZ E DO CAULE NECROSADOS. BRASÍLIA, DF.

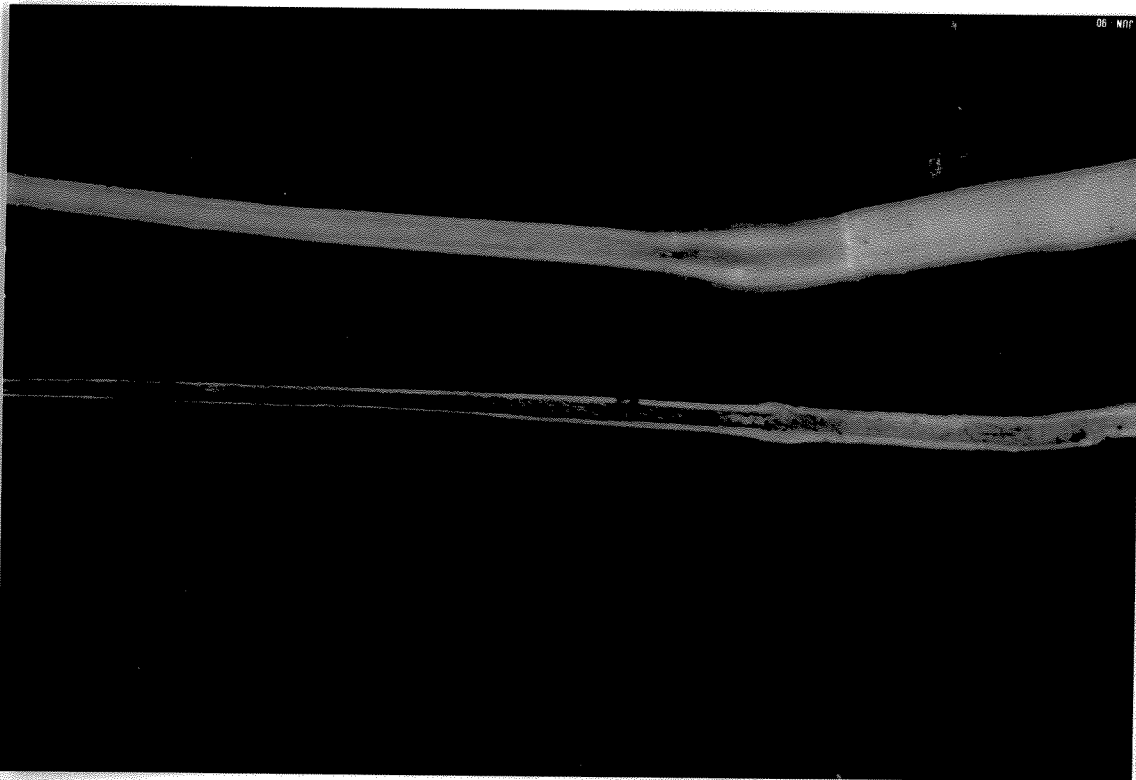


Foto 4.

das plantas não inundadas se revelou superior à média das plantas sob estresse hídrico. Esta superioridade se manteve por todo o período de avaliação e aos 120 dias o peso seco da raiz das plantas não inundadas foi 4 vezes maior que o das plantas inundadas.

Embora o peso seco da parte aérea das plantas não inundadas tenha se mantido sempre maior que o das plantas inundadas, esta diferença só se mostrou significativa aos 120 dias após iniciado o tratamento. Mesmo com a queda dos folíolos, a diferença de peso seco da parte aérea não foi marcante, uma vez que grande parte da matéria seca da parte aérea obtida foi devida aos ramos e raque foliar que permaneceram por mais tempo presos à planta, só caindo algum tempo depois.

O comportamento do peso seco total refletiu o observado nas raízes. A influência da inundação sobre a altura da planta e número de folhas só se manifestou aos 120 dias após iniciado o tratamento de inundação.

A análise do experimento levando em consideração apenas o efeito de inundação, independente do efeito de origem, solo e dias após inundação (tabela 23), mostra que o sistema radicular foi o parâmetro mais afetado, com uma redução de 20,5% em relação ao peso seco antes de iniciado o tratamento. As plantas não inundadas chegaram a duplicar de peso quando comparado com o dado inicial. Mesmo sob inundação, o peso seco da parte aérea da planta ainda teve

Tabela 22. Parâmetros de crescimento obtido ao longo do período de avaliação, em plantas de três origens de *C. langsdorffii* Desf. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento e sob regime de inundação, em Brasília, DF (n=36).

Parâmetros de crescimento						
Dias após inundação		Peso seco (g)			Altura da planta(cm)	Número de folhas
		Raiz	P. aérea	Total		
	I	0,70b(*)	1,46a	2,16b	17,68a	4,5a
30	NI	1,18a	1,60a	2,78a	19,01a	4,5a
	I	0,58b	1,43a	2,01b	15,57a	3,9a
60	NI	1,28a	1,50a	2,78a	16,67a	4,8a
	I	0,60b	1,44a	2,04b	15,65a	3,9a
90	NI	1,57a	1,61a	3,18a	17,24a	4,7a
	I	0,42b	1,11b	1,53b	10,44b	2,6b
120	NI	1,70a	1,75a	3,45a	18,13a	4,6a

(*) As médias na vertical seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (P=0,05).

I - inundado.

NI - não inundado.

Tabela 23. Parâmetros de crescimento obtido de plantas de três origens de *C. langsdorffii* Desf. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento e sob regime de inundação, em Brasília, DF.

Parâmetros de crescimento	AI	I	% V	NI	% V
Peso seco raiz (g)	0,73	0,58	-20,5	1,46	+100,0
Peso seco p.aérea(g)	1,06	1,37	+29,2	1,64	+54,7
Taxa raiz/p.aérea	0,68	0,42	-38,2	0,89	+30,9
Peso seco total (g)	1,80	1,95	+8,3	3,10	+72,2
Altura da planta (cm)	14,52	14,90	+2,6	18,10	+24,6
Número de folhas	3,2	3,8	+18,7	4,7	+46,9
	n=12	n=36		n=36	

AI - Antes da inundação

I - Inundado

NI - Não inundado

% V - Percentual de variação em relação ao dado antes da inundação

um acréscimo de quase 30% em relação ao peso seco inicial, mas inferior aos 54,7% das plantas não inundadas. Este resultado positivo da parte aérea das plantas sob inundação, ocorreu, provavelmente, devido à maior resistência das plantas em solo de mata decídua, que foram bem menos afetadas que as plantadas em solo de cerrado e em solo de mata ciliar. Parte desta variação se deu por erros experimentais.

A altura da planta e o número de folhas foram menos afetados que os demais parâmetros, mesmo assim o aumento do número de folhas das plantas não inundadas (46,9%) foi bem maior que das plantas inundadas (18,7%).

O efeito do solo, independente do efeito dos fatores origem e dias após a inundação, é mostrado na tabela 24. Estes dados revelam que, para todos os parâmetros analisados, as plantas em solo de mata decídua foram menos afetados pela inundação.

O peso seco das raízes das plantas em solo de mata ciliar inundado teve uma redução de 38,1% em relação ao peso seco inicial, seguido das plantas em solo de cerrado (17,2%) e em solo de mata decídua, com uma redução de apenas 1,4%.

Provavelmente, em decorrência de o sistema radicular ter sido mais prejudicado nas plantas em solo de mata ciliar e solo de cerrado, a parte aérea também tenha sido mais atingida nas plantas crescidas nestes solos. Nas plantas em solo de mata decídua houve um aumento

Tabela 24. Parâmetros de crescimento obtido em plantas de três origens de *C. langsdorffii* Desf. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento e sob regime de inundação, em três solos diferentes, em Brasília, DF (n=12).

S O L O		Parâmetros de crescimento				
		Peso seco (g)			Altura da planta(cm)	Número folhas
		raiz	p.aérea	total		
	AI	0,64	0,80	1,44	11,25	2,6
Cerrado	I	0,53	0,83	1,36	11,46	2,9
	% V	-17,2	+3,7	-5,5	+1,9	+11,5
	NI	1,20	1,11	2,27	14,16	3,7
	% V	+87,5	+38,7	+57,6	+25,9	+42,3
	AI	0,84	1,13	1,97	15,14	3,6
M.Ciliar	I	0,52	1,21	1,73	15,34	3,6
	% V	-38,1	+7,1	-12,2	+1,3	0,0
	NI	1,52	1,75	3,27	20,38	5,3
	% V	+80,9	+75,0	+65,9	+34,6	+47,2
	AI	0,70	1,24	1,94	17,17	4,0
M.Decídua	I	0,69	2,06	2,75	17,91	4,7
	% V	-1,4	+66,1	+41,7	+4,3	+17,5
	NI	1,67	2,11	3,78	19,85	5,2
	% V	+138,6	+70,2	+152,0	+15,6	+30,0

AI - Antes da inundação
 I - Inundado
 NI - Não inundado
 % V - Percentual de variação em relação ao dado antes da inundação.

de 66,1% em relação ao peso seco inicial, próximo do obtido pelas plantas não inundadas (70,2%).

De uma maneira geral, os parâmetros peso seco da raiz e peso seco da parte aérea foram maiores nas plantas crescidas nos solos não inundados que naqueles sob inundação. O tempo de crescimento das plantas, 120 dias, é muito pouco para se ter uma diferença marcante na altura das plantas não inundadas. O número de folhas foi mais afetado nas plantas sob regime de inundação, principalmente nas crescidas em solo de mata ciliar.

Os dados da tabela 25 mostram o efeito das três origens sob inundação, sem considerar o efeito das variáveis solo e dias após o tratamento. O comportamento das três origens de uma maneira geral não diferiu muito, com todas elas sendo seriamente prejudicadas pela inundação, principalmente em relação ao sistema radicular. Os dados mostram que a origem de mata ciliar foi menos afetada pela inundação que as demais, principalmente em relação ao parâmetro peso seco da raiz, com um percentual de variação de -4,7%, bem distinto do obtido pela origem de cerrado (-25,7%) e do observado na origem de mata decídua (-28,7%). O ganho de peso seco da parte aérea também foi superior ao das outras duas origens. Quando inundada, a origem de mata ciliar obteve um ganho em número de folhas de 16,2%, portanto maior que o observado na origem de cerrado (6,2%) e na origem de mata decídua, que não obteve nenhum crescimento. Este resultado reflete as condições de

Tabela 25. Parâmetros de crescimento obtidos em plantas de três origens de *C. langsdorffii* Desf. da região do Distrito Federal, crescidas sob sombreamento e sob regime de inundação, em Brasília, DF (n=12).

ORIGEM		Parâmetros de crescimento				Número folhas
		Peso seco (g) raiz	p. aérea	total	Altura da planta(cm)	
Cerrado	AI	0,74	1,05	1,79	12,78	3,2
	I	0,55	1,24	1,79	12,92	3,4
	% V	-25,7	+18,1	0,0	+1,1	+6,2
	NI	1,59	1,59	3,18	15,37	4,1
	% V	+114,8	+51,4	+77,6	+20,3	+28,1

M. Ciliar	AI	0,64	0,98	1,62	16,97	3,7
	I	0,61	1,41	2,02	16,83	4,3
	% V	-4,7	+43,9	+24,7	-0,8	+16,2
	NI	1,38	1,64	3,02	20,52	5,4
	% V	+115,6	+67,3	+86,4	+20,9	+45,9

M. Decídua	AI	0,80	1,13	1,93	13,82	3,5
	I	0,57	1,45	2,02	13,9	3,5
	% V	-28,7	+28,3	+4,7	+0,6	0,0
	NI	1,42	1,69	3,11	18,41	4,7
	% V	+77,5	+49,6	+61,1	+33,2	+34,3

AI - Antes da Inundação

I - Inundado

NI - Não Inundado

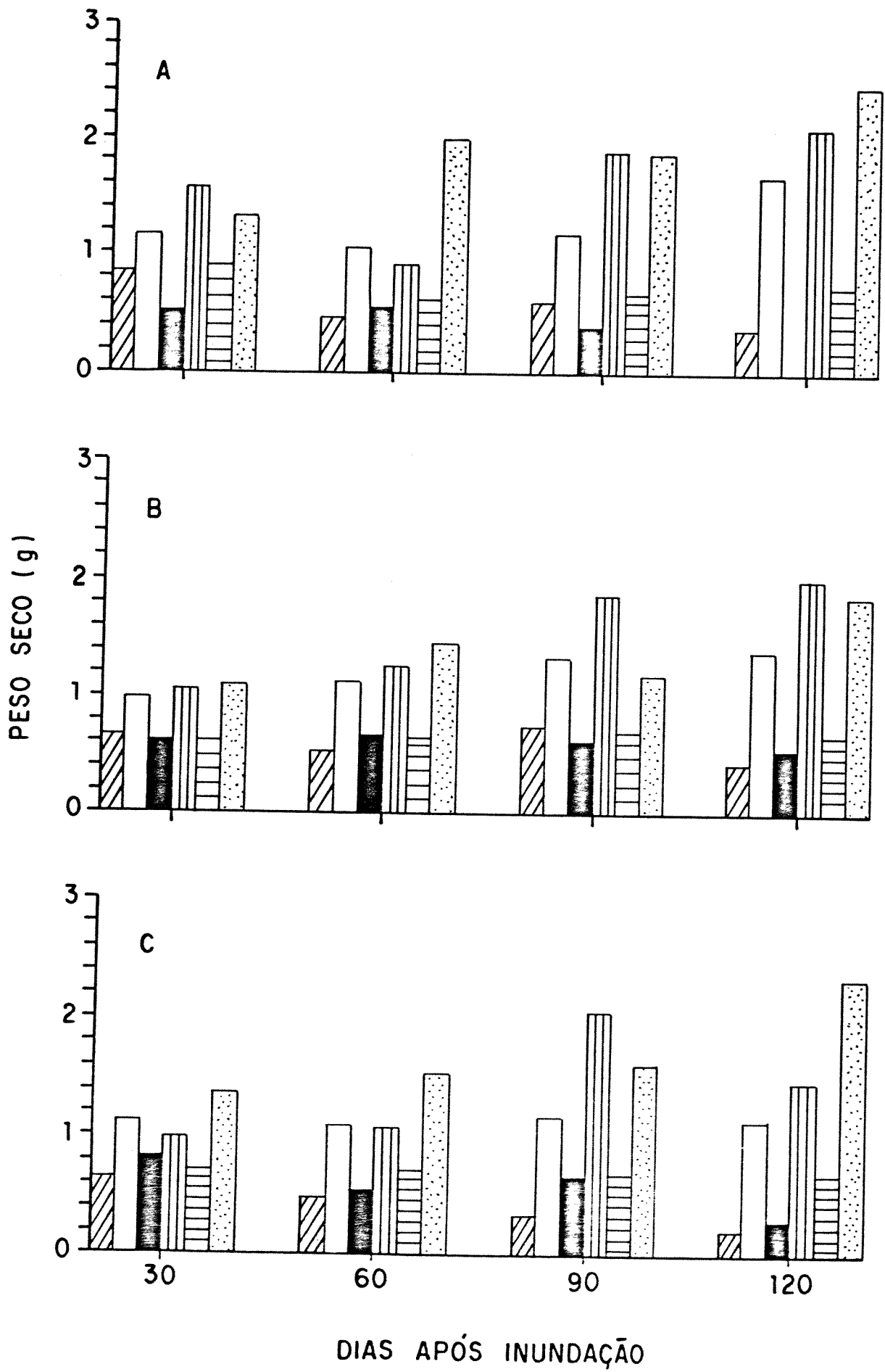
% V - Percentual de variação em relação ao dado antes da inundação.

adaptação da origem de mata ciliar à umidade do solo de onde ela teve origem.

Uma análise do experimento considerando separadamente a influência dos fatores dias após a inundação, origem e solo sobre os parâmetros observados, é mostrada nas figuras 6 a 10.

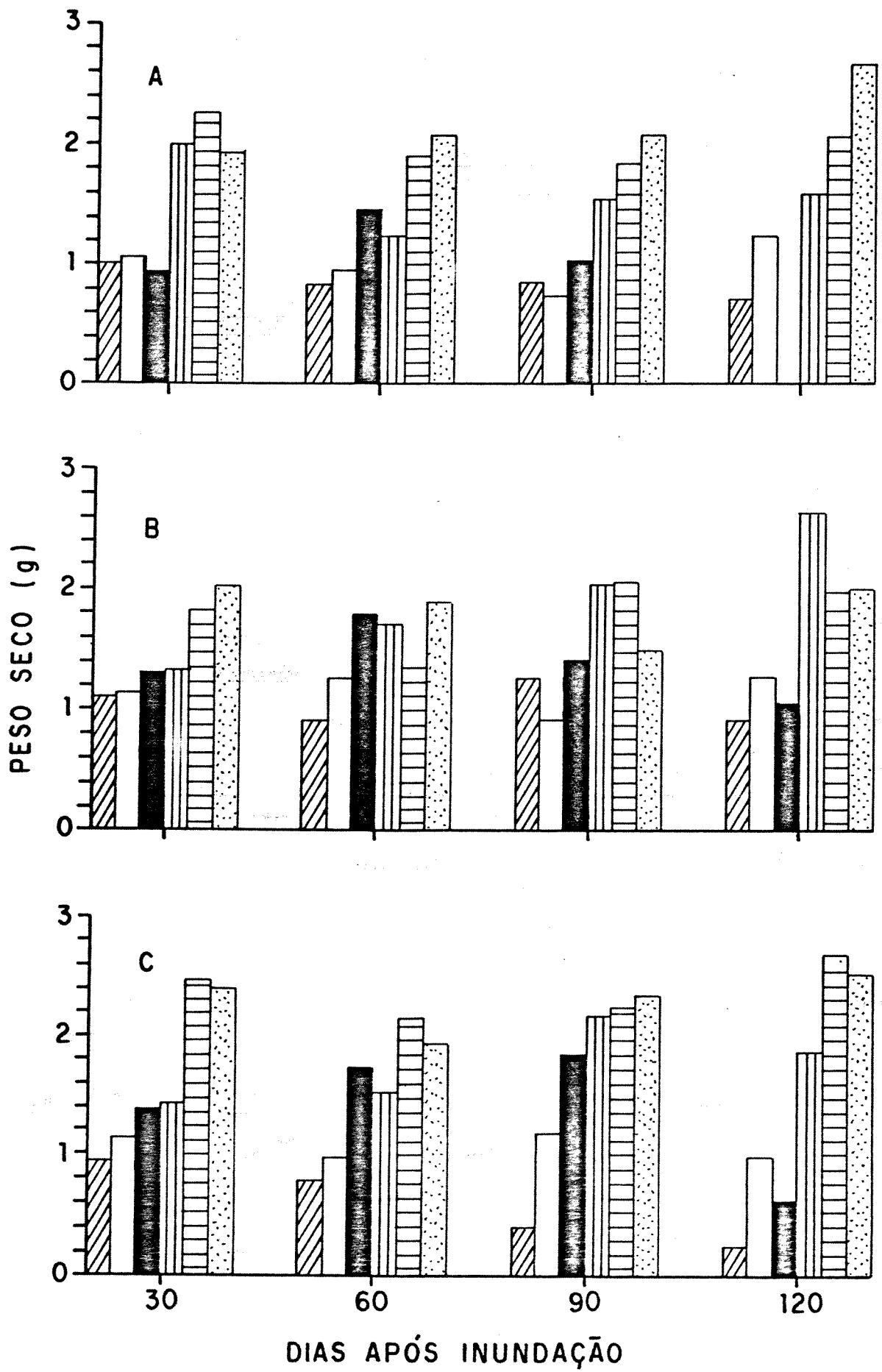
A variação do peso seco da raiz da origem do cerrado nos três solos, ao longo do período de avaliação, é apresentada na figura 6A. Este parâmetro geralmente decresceu nas plantas crescidas em solo de cerrado e solo de mata ciliar quando inundados e manteve-se mais ou menos estável nas plantas crescidas em solo de mata decídua. A influência da inundação foi mais negativa nas raízes das plantas crescidas em solo de mata ciliar, pois, aos 120 dias o peso seco foi nulo, ou seja, não havia nenhuma planta em condições de ser coletada nesta parcela. Em solo de cerrado a matéria seca da raiz aos 120 dias foi quase a metade da observada aos 30 dias de inundação. Ao contrário do que ocorreu com as plantas inundadas, o peso seco da raiz das plantas não inundadas foi sempre crescendo entre uma data e outra de avaliação.

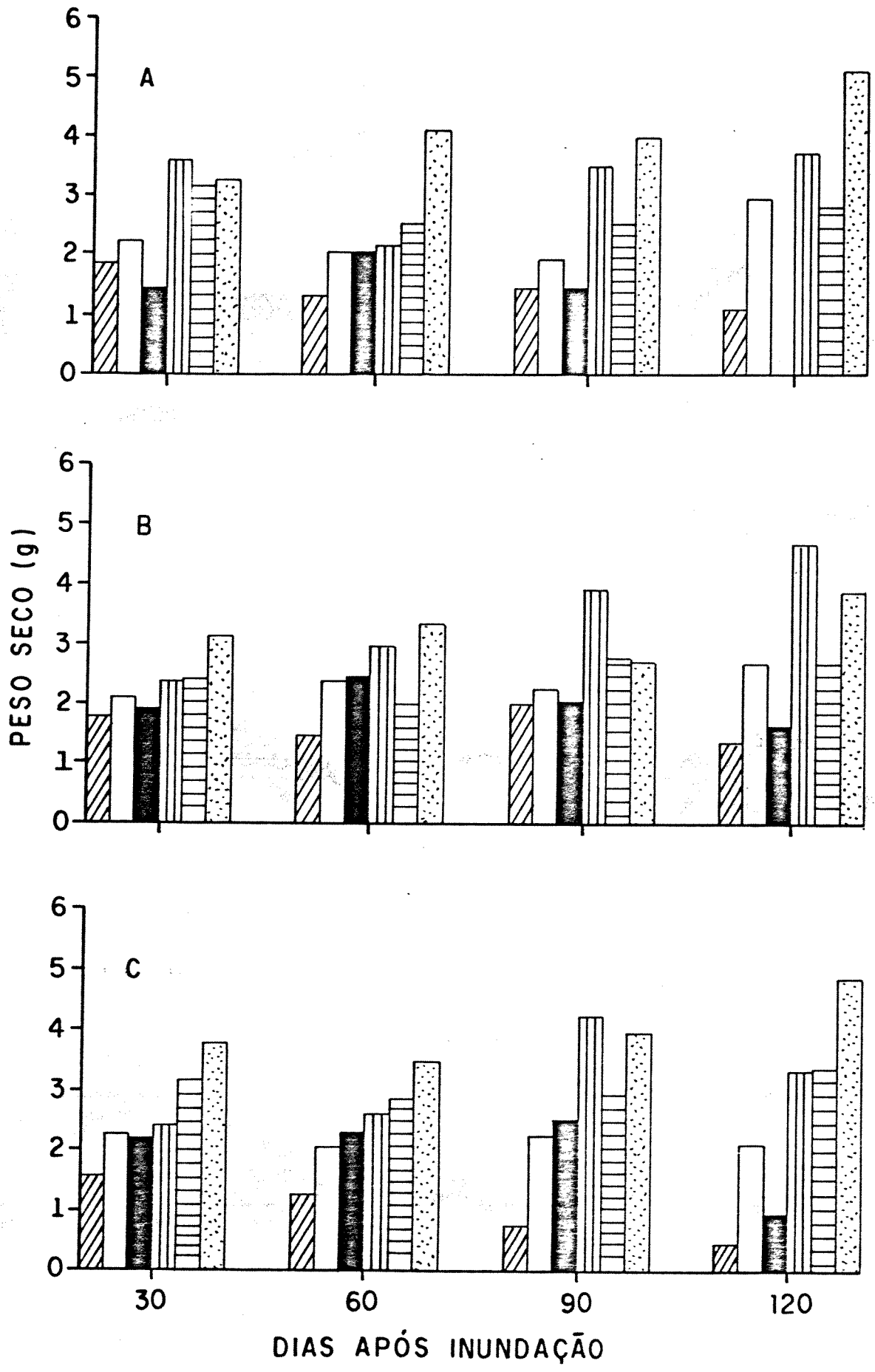
O comportamento do peso seco da raiz nas origens de mata ciliar (figura 6B) e mata decídua (figura 6C) foi muito semelhante ao observado na origem de cerrado. A variação do peso seco da parte aérea entre as origens nos diferentes solos ao longo do período de avaliação

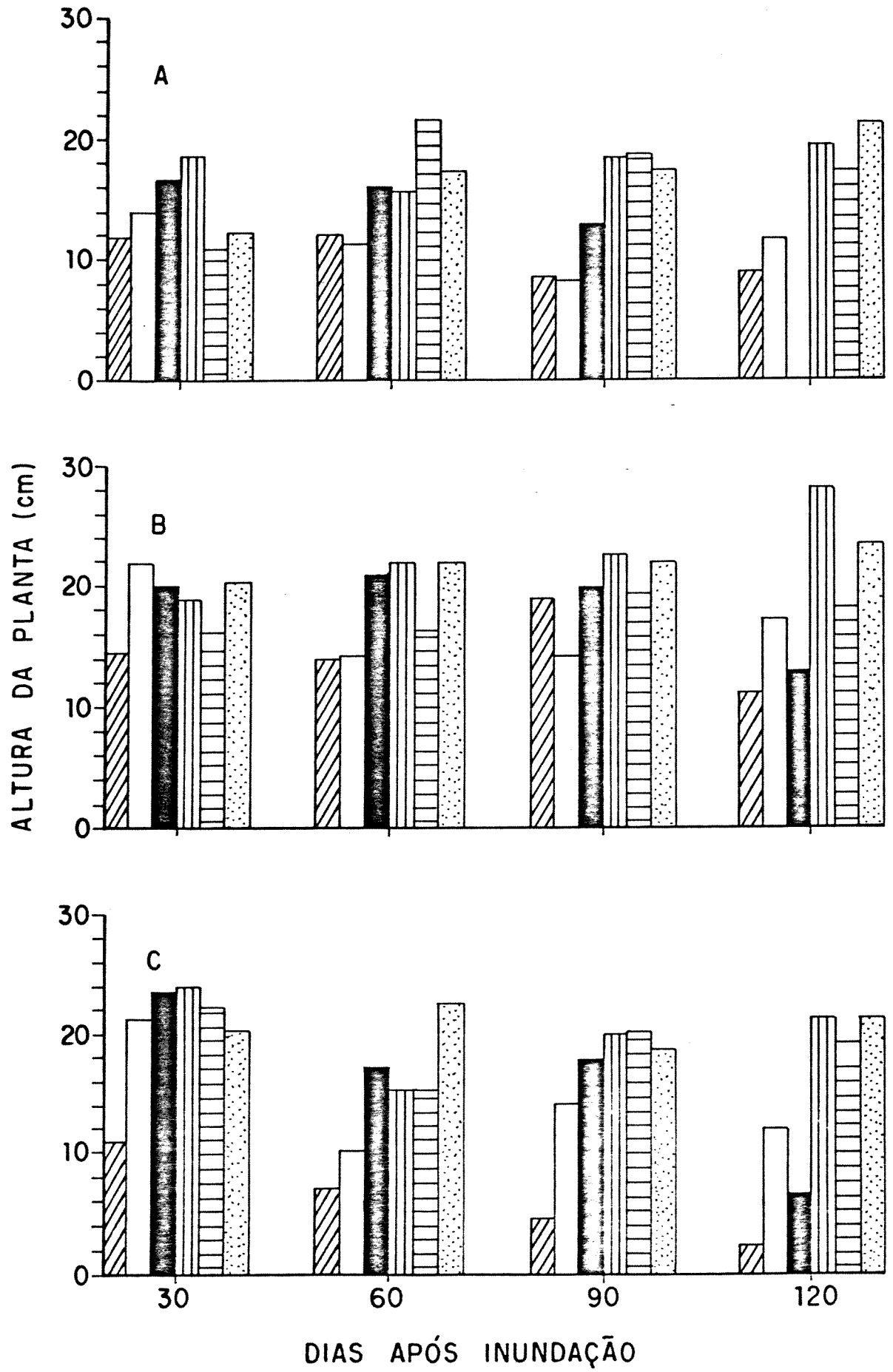


- figura 7 (A, B, C) - mostrou um comportamento semelhante entre as três origens, com uma maior redução desse parâmetro nas plantas crescidas em solo de cerrado e solo de mata ciliar, sob inundação. As plantas em solo de mata decídua foram pouco afetadas pela hipoxia. Em todas as origens e nos três solos a matéria seca da parte aérea foi menos prejudicada pela inundação que a da raiz.

A variação do peso seco total é mostrada na figura 8(A,B,C). As diferenças entre os tratamentos se acentua, na origem de cerrado (figura 8A), praticamente aos 120 dias nas plantas em solo de cerrado, aos 90 dias naquelas crescidas em solo de mata ciliar e aos 120 dias nas plantadas em solo de mata decídua. Na origem de mata ciliar (figura 8B), a variação é menos acentuada em cada um dos solos, principalmente, até os 90 dias após a inundação, quando comparada com a variação observada nas outras duas origens (figura 8B,C). Na origem de mata decídua (figura 8C), observa-se que nas plantas em solo de cerrado, já aos 90 dias, ocorreu uma grande diferença, três vezes maior nas plantas não inundadas que nas inundadas. A diferença entre os tratamentos nas plantas crescidas em solo de mata ciliar apareceu aos 90 dias, acentuando-se aos 120 dias. O comportamento do parâmetro altura da planta na origem de cerrado é mostrado na figura 9A. A maior diferença entre os tratamentos ocorreu com as plantas crescidas em solo de mata



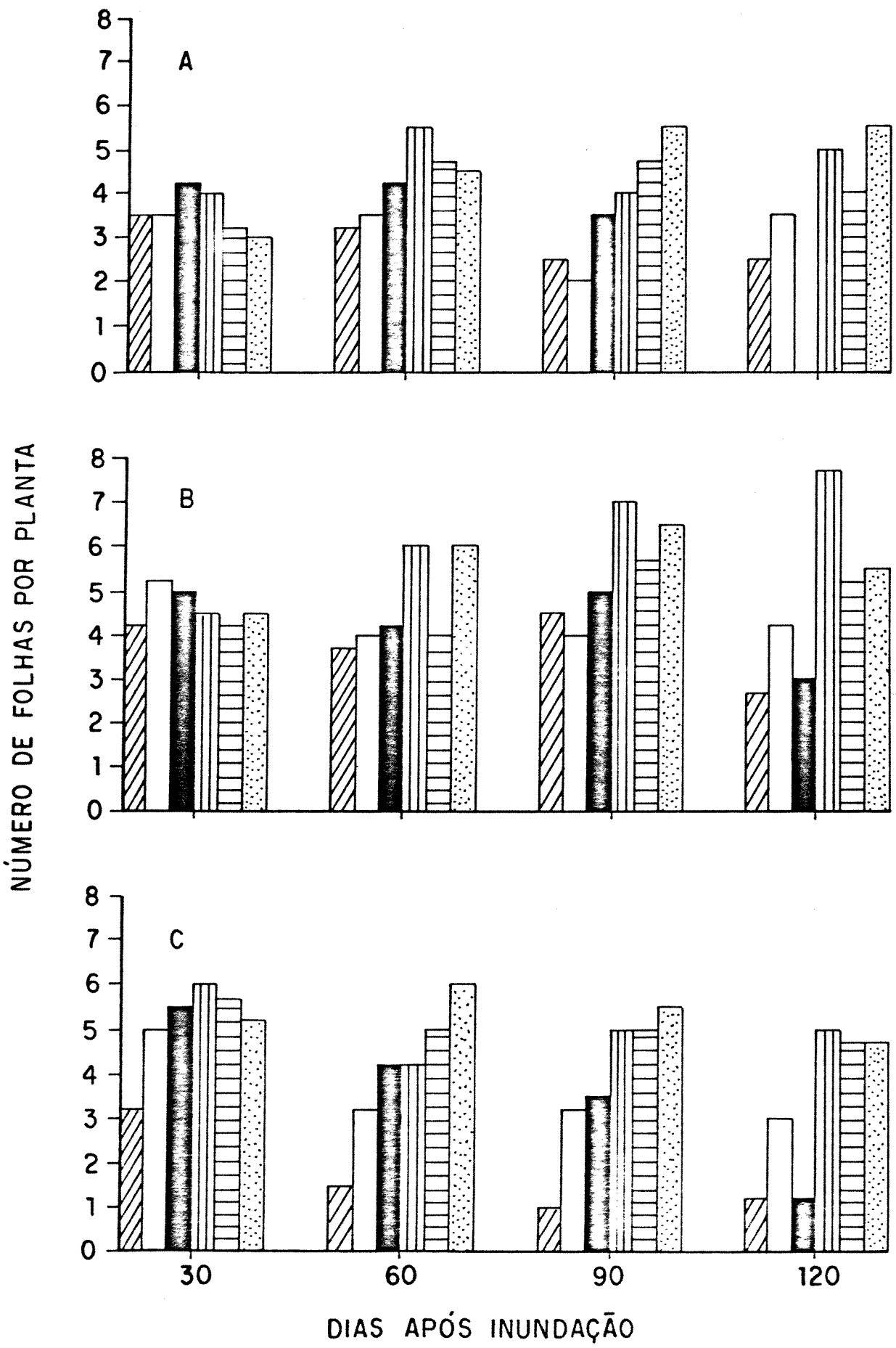




ciliar aos 120 dias, pois, nesta data, as plantas neste solo sob inundação haviam morrido e não se coletou nenhum indivíduo.

Na origem de mata ciliar (figura 9B), a inundação teve um efeito mais prejudicial aos 120 dias nos três solos, com uma maior redução ocorrendo nos solos de cerrado e de mata ciliar, quando comparado com o tratamento sem inundação. Na origem de mata decídua (figura 9C), as plantas em solo de cerrado foram prejudicadas pela hipoxia logo a partir dos 30 dias de inundação. Em solo de mata ciliar a diferença só foi mais acentuada aos 120 dias. Praticamente a origem de mata decídua em solo de mata decídua não foi afetada pela inundação.

A queda de folhas foi mais acentuada nas plantas inundadas crescidas em solo de cerrado e solo de mata ciliar. Independentemente da origem, o parâmetro número de folhas foi mais reduzido nas plantas crescidas nestes solos (figura 10 A,B,C). Em solo de mata decídua praticamente não houve diferença entre os tratamentos nas três origens, principalmente nas plantas provenientes da mata decídua e crescidas em seu próprio solo (figura 10C).



Resposta da origem de mata ciliar de *C. langsdorffii* Desf. à inundação com água estagnada e água corrente.

A espécie se mostrou sensível à inundação tanto em água estagnada quanto em água corrente. O primeiro sintoma desta sensibilidade foi a inclinação dos folíolos nas folhas velhas e novas, semelhante ao observado no experimento anterior e que teve início dos 3 aos 5 dias após a inundação nas plantas em água estagnada e dos 10 aos 12 dias nas plantas em água corrente. Logo depois os folíolos tornaram-se amareladas, fato ocorrido dos 10 aos 16 dias nas plantas em água estagnada e dos 18 aos 26 dias nas plantas em água corrente. Após este quadro sintomático inicial os folíolos começaram a cair, ocorrendo depois a queda do pecíolo. Era comum se observar a raque foliar presa à planta, sem nenhum folíolo, por algum tempo.

Aos 30 dias após a inundação, por ocasião da primeira avaliação, observaram-se 2 plantas mortas no tratamento com água estagnada e nas demais datas de avaliação morreram 8 plantas aos 60 dias, uma aos 90, uma aos 120 e uma aos 180 dias, num total de 13 plantas no decorrer do período. No tratamento com água corrente morreram 2 plantas aos 30 dias, 4 aos 60 e uma aos 120 dias, num total de 7 plantas. No tratamento sem inundação morreram 3 plantas aos 120 dias, sem nenhuma causa aparente.

A tabela 26 mostra a distribuição do número de folhas por planta ao longo do período de avaliação. Por ocasião da inundação, mais de 50% das plantas contavam com 4 folhas ou mais e nenhuma planta apresentava apenas uma folha. Aos 90 dias após a inundação, com a queda de folhas resultante da ação do estresse hídrico, o quadro inicial se modificou e mais de 50% das plantas sob regime de inundação apresentava menos de 3 folhas. A abscisão foliar foi mais acentuada no tratamento com água estagnada, que a partir dos 120 dias de inundação apresentava a maioria das plantas com apenas 1 e 2 folhas. O controle manteve seu padrão inicial, aumentando o percentual de plantas com 6 folhas e brotando mais folhas a partir dos 150 dias. Aos 120 dias, quando 3 plantas deste tratamento morreram, ocorreu uma redução no número de folhas nas plantas remanescentes, onde 38,1 % das plantas contavam com até 3 folhas e 61,9 % contavam com mais de 3 folhas. As plantas neste tratamento recuperaram a condição anterior logo aos 150 dias, quando apenas 14,2 % das plantas contavam com menos de 3 folhas e 85,8 % contavam com mais de 3 folhas.

A variação do peso seco da raiz ao longo do período de avaliação é mostrada na figura 11. Pelo teste de Tukey ($P=0,05$), a média geral do tratamento sem inundação (1,15g) foi significativamente superior às médias dos tratamentos com água estagnada (0,59g) e água corrente (0,58g).

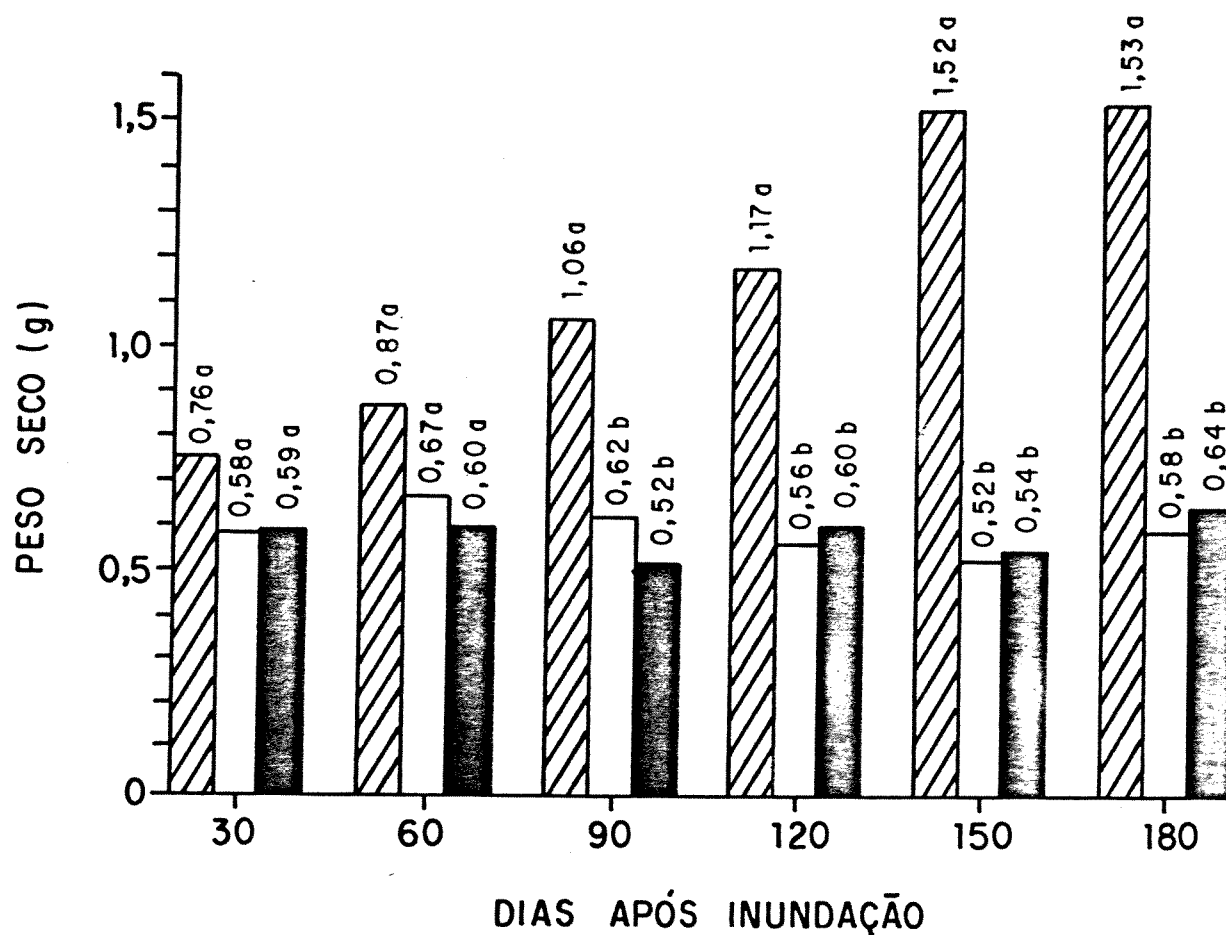
Tabela 26. Percentagem de plantas de *Copaifera langsdorffii* Desf. distribuída segundo o número de folhas, ao longo do período de avaliação, crescidas sob sombreamento e sob regime de inundação, em Brasília, DF.

DIAS APÓS INUNDAÇÃO		NÚMERO DE FOLHAS	
		Até 3 (%)	Mais de 3 (%)
0	NI	30,0	70,0
	IE	36,0	64,0
	IC	30,0	70,0
30	NI	20,4	79,6
	IE	34,1	65,9
	IC	38,0	62,0
60	NI	20,5	79,5
	IE	62,8	37,2
	IC	40,0	60,0
90	NI	23,5	76,5
	IE	59,5	40,5
	IC	51,5	48,5
120	NI	38,1	61,9
	IE	77,7	22,3
	IC	58,6	41,4
150	NI	14,2	85,8
	IE	87,0	13,0
	IC	73,1	26,9
180	NI	20,8	79,2
	IE	79,9	20,1
	IC	77,8	22,2

NI - Não inundado

IE - Inundado estagnado

IC - Inundado corrente



▨ NÃO INUNDADO □ INUNDADO ESTAGNADO ■ INUNDADO CORRENTE

Fig.11. PESO SECO DA RAIZ DE PLANTAS DA ORIGEM DE MATA CILIAR DE *Capaifera langsdorffii* DESF., CRESCIDAS SOB SOMBREAMENTO E SOB REGIME DE INUNDAÇÃO, EM BRASÍLIA-DF.

A influência da inundação na matéria seca da raiz se fez notar logo a partir dos 30 dias de inundação, mas a diferença entre as médias dos tratamentos só ocorreu aos 90 dias de avaliação. Observou-se, por ocasião da primeira avaliação, um enegrecimento das raízes das plantas inundadas com uma grande proporção de raízes finas mortas. Em condições de inundação o peso seco da raiz se manteve mais ou menos estável durante os 180 dias de saturação hídrica. Não houve diferença significativa entre os tratamentos com água estagnada e água corrente.

A variação do peso seco da parte aérea parece não ter sido influenciada pelo regime de água, pelo menos até os 120 dias após a inundação (figura 12). Aos 150 dias a média do peso seco das plantas não inundadas foi superior à média do peso seco das plantas em água estagnada mas não diferiu da média do peso das plantas em água corrente. A diferença entre os tratamentos com inundação não foi significativa nesta data.

Observou-se, pelo teste de Tukey ($P=0,05$), que o peso seco médio da parte aérea das plantas não inundadas (1,01g) foi superior à média das plantas inundadas em água estagnada (0,75g), mas não diferiu da média das plantas inundadas em água corrente (0,86g). A diferença entre as médias dos tratamentos em água estagnada e corrente não foi significativa. Após os 120 dias o peso seco da parte aérea das plantas não inundadas se distanciou muito do peso das plantas inundadas. Neste período, a queda de folhas causada

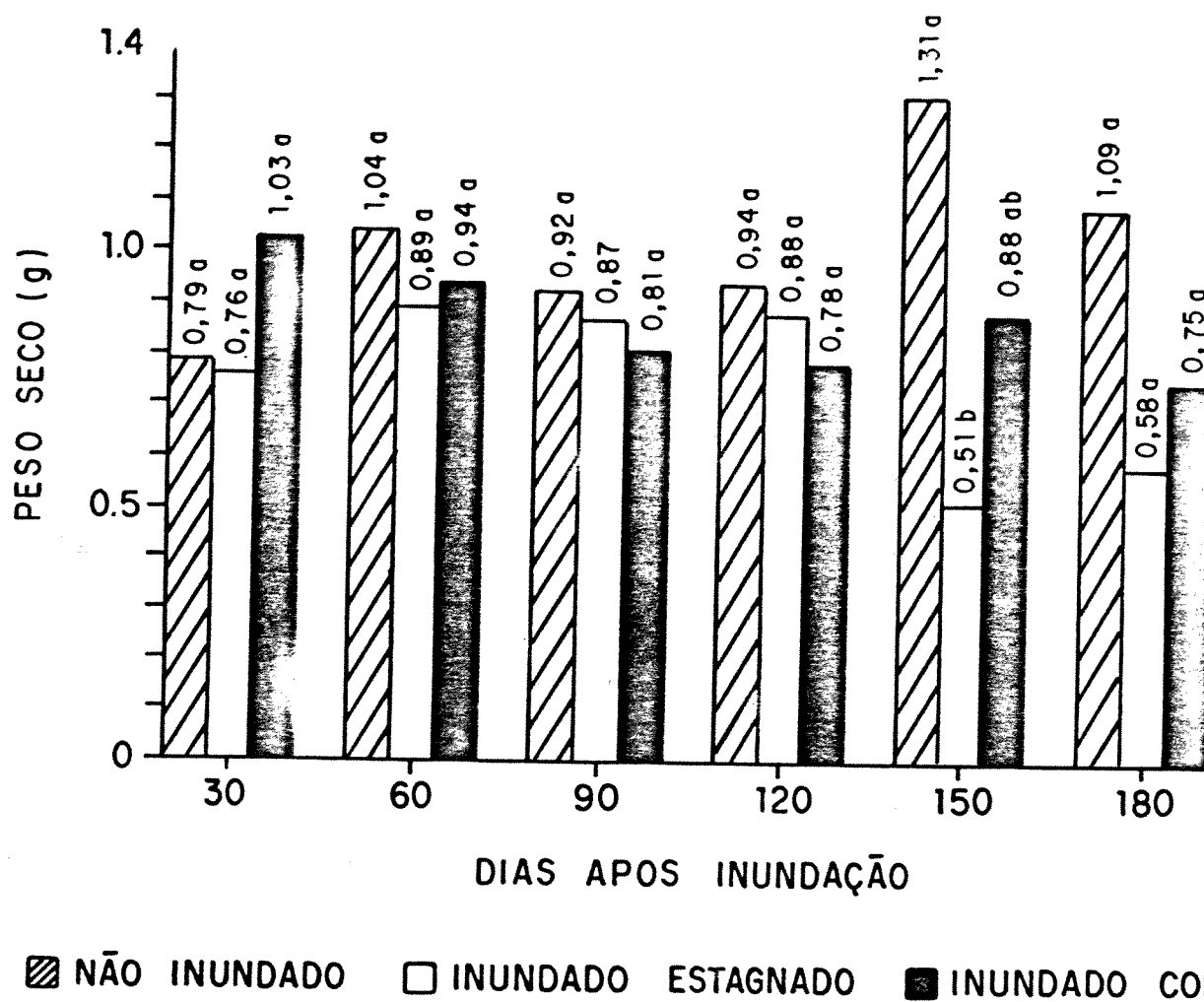
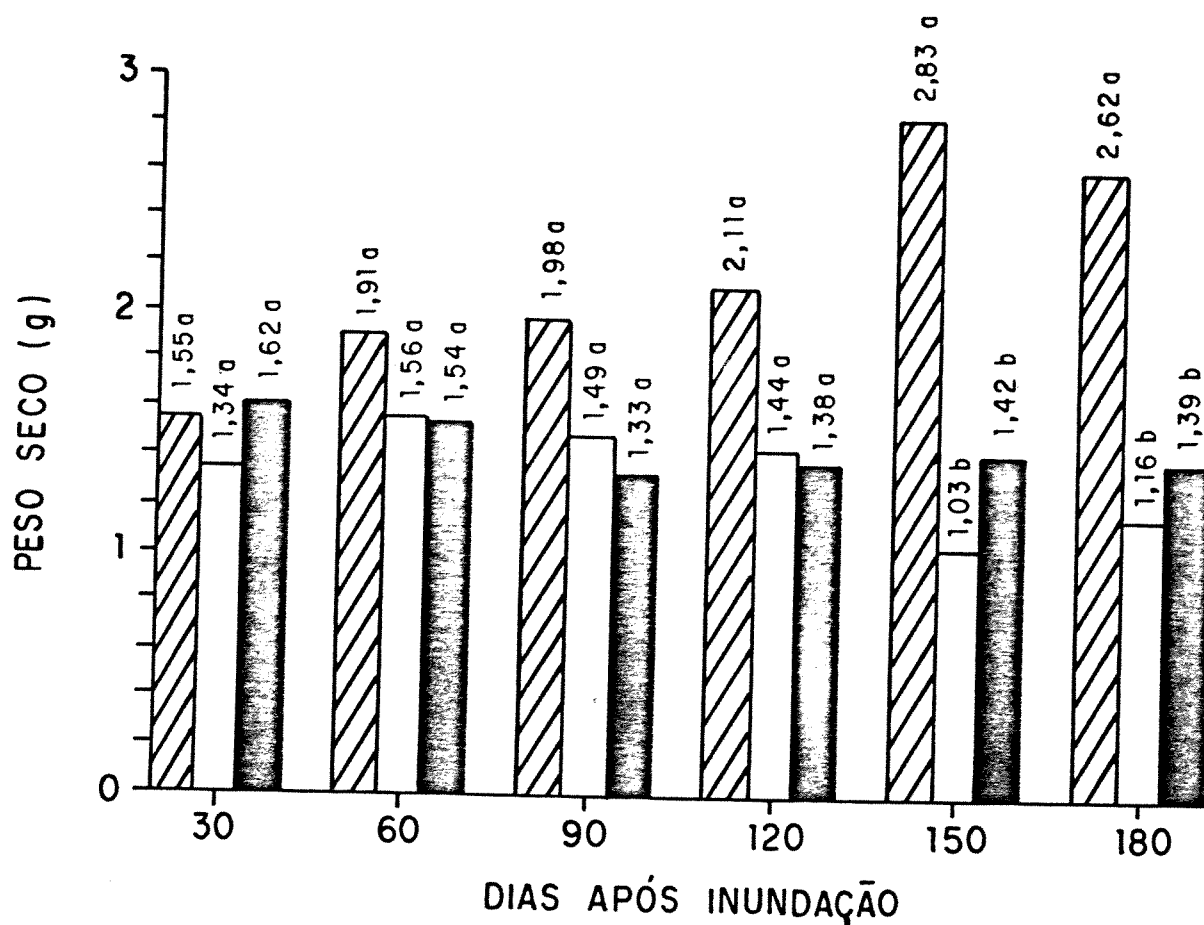


Fig. 12. PESO SECO DA PARTE AÉREA DE PLANTAS DA ORIGEM DE MATA CILIAR DE *Copaifera langsdorffii*. DESF., CRESCIDAS SOB SOMBREAMENTO E SOB REGIME DE INUNDAÇÃO, EM BRASÍLIA-DF.

pelo estresse hídrico também foi muito intensa. O comportamento do peso seco da parte aérea foi muito semelhante ao observado com o número de folhas (figura 15), o que mostra uma grande influência da inundação sobre a queda de folhas e conseqüente redução da matéria seca da parte aérea.

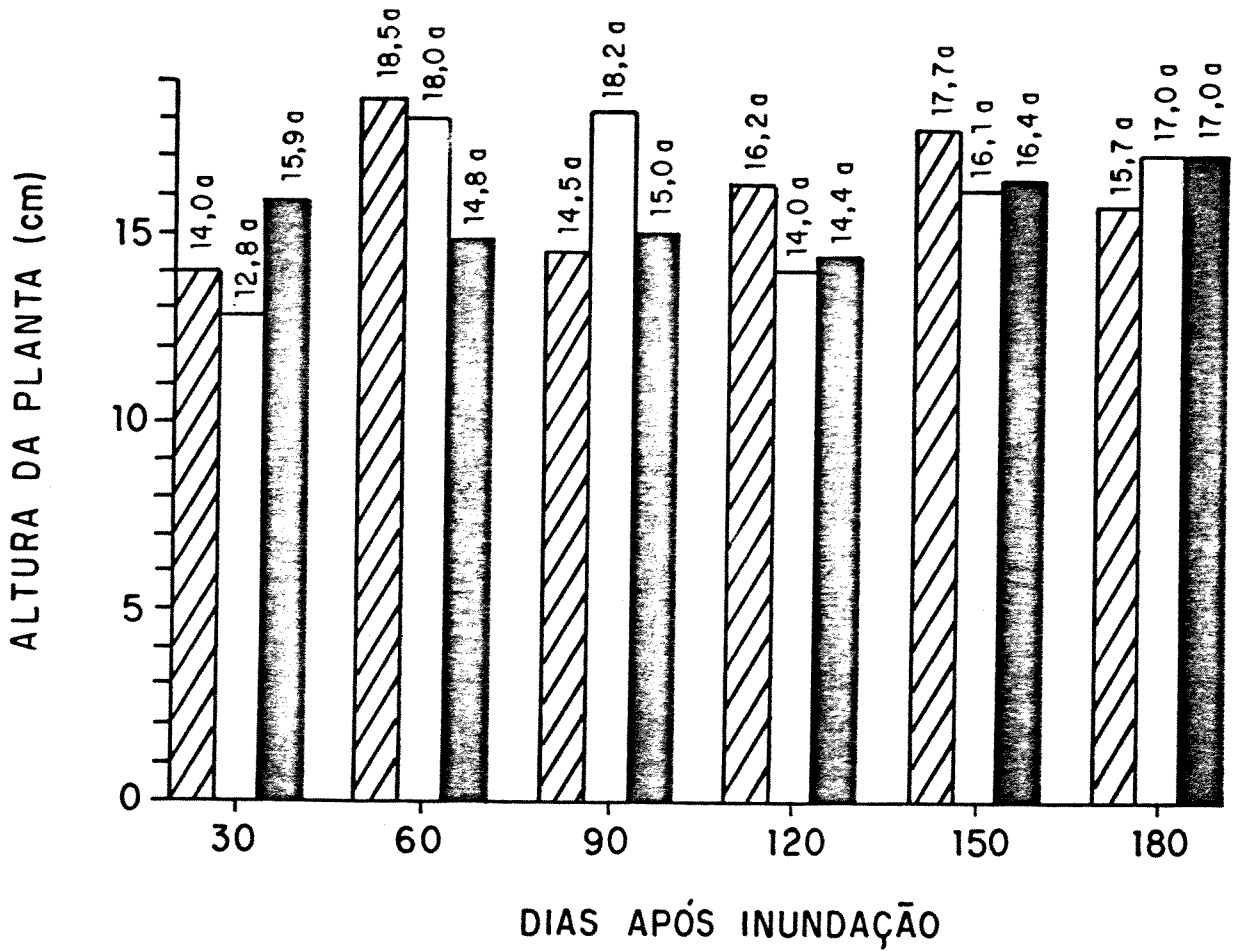
A média do peso seco total das plantas não inundadas foi de 2,17 g, significativamente superior às médias das plantas inundadas em água corrente (1,45 g) e em água estagnada (1,34 g). Não foi significativa a diferença entre as médias dos tratamentos sob inundação (teste de Tukey, $P=0,05$). A figura 13 mostra o comportamento da variação do peso seco total ao longo do período de avaliação. Foi um comportamento muito semelhante ao observado para o peso seco da raiz (figura 11), embora a influência da inundação só tenha ocorrido de forma significativa a partir dos 150 dias.

O crescimento das plantas em altura não foi influenciado pelo regime de água utilizado no experimento. A figura 14 mostra que não houve uma tendência regular entre as médias ao longo do período de avaliação. Mesmo as plantas que não foram submetidas ao estresse hídrico não se diferenciaram muito das inundadas. Uma redução no crescimento das plantas não inundadas aos 120 dias, com a morte de três indivíduos, prejudicou muito a avaliação deste parâmetro.



▨ NÃO INUNDADO □ INUNDADO ESTAGNADO ■ INUNDADO CORRENTE

Fig. 13. PESO SECO TOTAL DE PLANTAS DA ORIGEM DE MATA CILIAR DE *Copaifera langsdorffii* DESF., CRESCIDAS SOB SOMBREAMENTO E SOB REGIME DE INUNDAÇÃO, EM BRASÍLIA-DF.

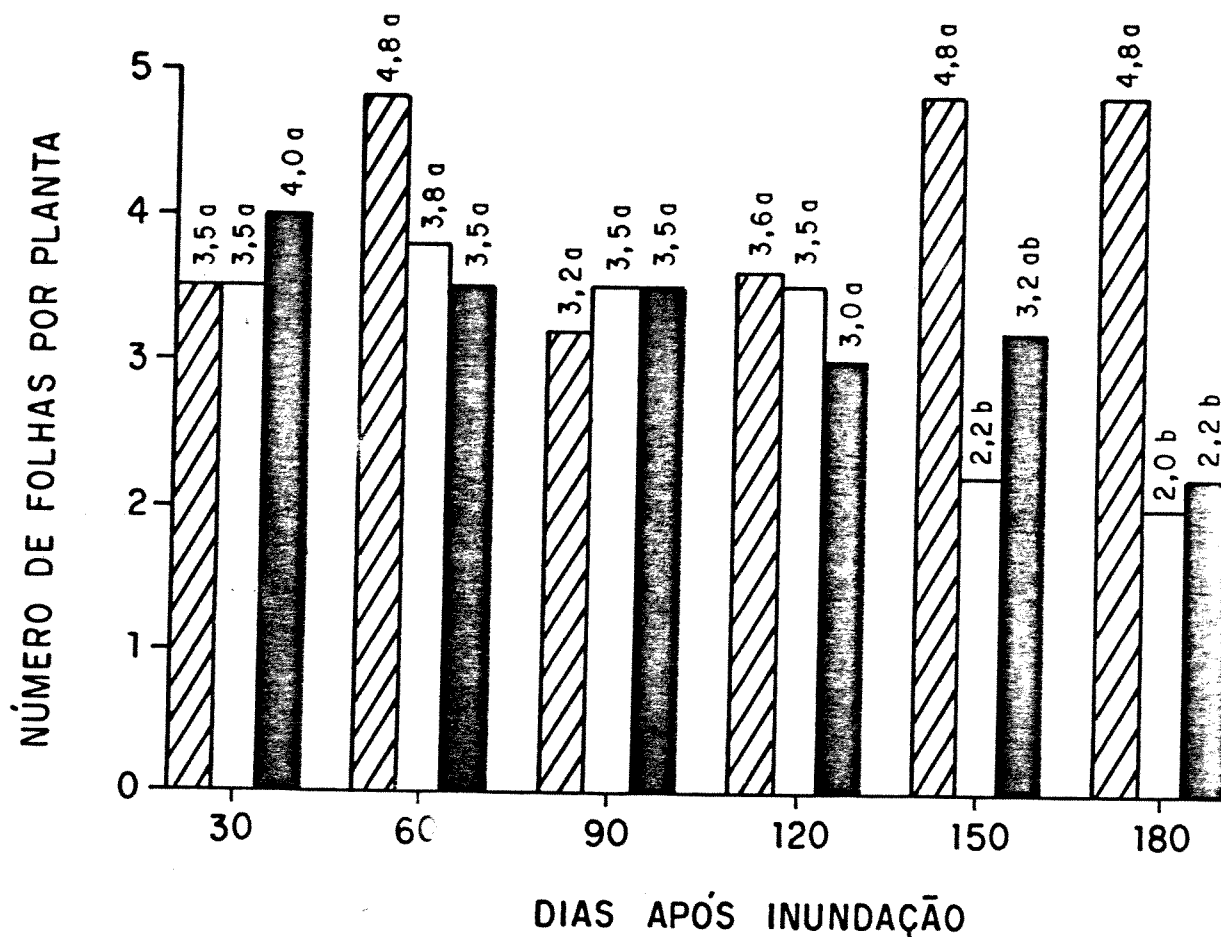


▨ NÃO INUNDADO □ INUNDADO ESTAGNADO ■ INUNDADO CORRENTE

Fig. 14. ALTURA DE PLANTAS DA ORIGEM DE MATA CILIAR DE *Copaifera langsdorffii* DESF., CRESCIDAS SOB SOMBREAMENTO E SOB REGIME DE INUNDAÇÃO, EM BRASÍLIA-DF.

O teste de Tukey ($P=0,05$) revelou que não houve diferença significativa entre a média da altura das plantas não inundadas (16,1 cm), inundadas em água estagnada (16,0 cm) e inundadas em água corrente (15,6 cm).

A variação no número de folhas em cada tratamento no período de avaliação está indicada na figura 15. A média do número de folhas das plantas não inundadas (4,0) foi superior à média das plantas inundadas em água estagnada (2,9). A média do número de folhas das plantas inundadas em água corrente (3,1) não foi significativamente diferente da média dos outros tratamentos. Após os 150 dias, o número de folhas das plantas não inundadas se mostrou superior ao número de folhas das plantas inundadas em água estagnada e aos 180 dias, este parâmetro, nas plantas não inundadas, revelou-se significativamente superior aos tratamentos com inundação. As diferenças entre as médias foram avaliadas pelo teste de Tukey ($P=0,05$).



▨ NÃO INUNDADO □ INUNDADO ESTAGNADO ■ INUNDADO CORRENTE

Fig. 15. NÚMERO DE FOLHAS POR PLANTA DA ORIGEM DE MATA CILIAR DE *Copaifera langsdorffii* DESF., CRESCIDAS SOB SOMBREAMENTO E SOB REGIME DE INUNDAÇÃO, EM BRASÍLIA-DF.

Acompanhamento de uma população de *Copaifera langsdorffii* Desf. na mata ciliar do Córrego da Onça - FAL.

Nas 78 parcelas de 5x5m instaladas na mata ciliar do Córrego da Onça, na Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília foram encontrados 827 indivíduos de *C. langsdorffii*. Deste total, 612 ocorreram em solo completamente drenado, com lençol freático profundo; 108 em local denominado alagado, por apresentar uma lâmina de água sempre cobrindo o colo da planta, geralmente corrente e mais próximo ao leito do córrego; 60 indivíduos em local denominado brejo úmido, onde a água se manteve quase sempre estagnada, à superfície do solo ou rasa, com o lençol freático no máximo de 10 a 15 cm de profundidade e um pouco mais afastado do leito do córrego; 47 plantas em local denominado brejo seco, caracterizado por um lençol freático mais profundo (15 a 30 cm) e pela presença do capim navalha, espécie herbácea própria de habitats inundados nesta região.

A distribuição das plantas por parcela é mostrada na tabela 27. Das 78 parcelas, 27 foram localizadas em área sujeita a inundação durante a maior parte do ano e 51 em área drenada durante todo ano. Na área sujeita a inundação (alagado, brejo úmido e brejo seco), a maioria das parcelas (59,3 %) contaram apenas com 0-5 indivíduos, com somente uma parcela contendo apenas uma planta. A parcela mais numerosa deste ambiente contou com 31 indivíduos.

Na área drenada o maior número de parcelas (18) contou com 5-10 indivíduos, correspondendo a 35,3 % das

parcelas levantadas. Neste habitat apenas uma parcela contou com somente uma planta e a parcela mais numerosa contou com 45 indivíduos. Os dados da tabela 27 indicam, portanto, que no ambiente drenado as parcelas apresentaram maior número de indivíduos.

Tabela 27. Distribuição de plantas por parcela de 5x5m de *C. langsdorffii* Desf., em mata ciliar, no Córrego da Onça na Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília, em Brasília-DF.

Indivíduos por parcela	Alagado + Brejos		Drenado	
	Nº(*)	%	Nº	%
< 5	16	59,3	13	25,5
5 - 10	4	14,8	18	35,3
10 - 15	3	11,1	8	15,7
15 - 20	1	3,7	3	5,9
20 - 25	1	3,7	4	7,8
25 - 30	1	3,7	1	2,0
> 30	1	3,7	4	7,8
Total	27		51	

(*) Número de parcelas.

A tabela 28 mostra a distribuição das plantas nas parcelas por classe de altura e por ambiente. Na área alagada, 53,7 % dos indivíduos apresentaram até 10 cm de

Tabela 28. Distribuição de plantas por classe de altura de *C. langsdorffii* Desf., em parcelas de 5x5m em mata ciliar, no Córrego da Onça na Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília, em Brasília-DF.

Classe de Altura (cm)	Alagado	Brejo		Drenado
	(%)	Úmido(%)	Seco(%)	(%)
< 5	5,6	6,7	-	1,5
5 - 10	48,1	45,0	25,6	12,3
10 - 15	27,8	25,0	21,3	11,6
15 - 20	15,7	11,7	10,6	8,8
20 - 25	1,9	6,7	-	7,8
25 - 30	0,9	3,4	2,1	6,5
30 - 50	-	-	10,6	13,6
50 - 100	-	1,7	14,9	19,3
100 - 200	-	-	10,6	12,7
200 - 300	-	-	4,3	3,4
300 - 400	-	-	-	1,5
> 400	-	-	-	1,0

altura e uma pequena parte (2,8 %) apresentou uma altura entre 20 e 30 cm. Neste ambiente, o menor indivíduo apresentou 3 cm de altura e o maior 29 cm. Em brejo úmido a situação foi semelhante à observada em solo alagado, no entanto, a menor planta apresentou 5 cm de altura e a maior atingiu 67 cm. Em brejo seco, onde a camada impermeável do solo foi mais profunda, uma grande percentagem de plantas (40,4 %) apresentou entre 30 e 200 cm de altura. Neste ambiente a menor planta apresentou 7 cm de altura e a maior 250 cm.

Na área drenada a estratificação em altura é bem mais distribuída, concentrando-se o maior percentual entre as classes de altura de 5 a 15 cm (23,9%) e entre 30 a 100 cm (32,9 %). Neste ambiente foram encontradas 3 árvores adultas com mais de 20 metros de altura, o que não ocorreu nos demais ambientes.

Quanto à mortalidade das plantas (tabela 29), a espécie mostrou-se bastante resistente, tendo morrido apenas 20 indivíduos na área sujeita a inundação (alagada, brejo úmido e brejo seco), não atingindo 10% do total de plantas encontrado neste ambiente. Na área drenada apenas 25 indivíduos morreram, correspondendo a 4 % do total de plantas deste habitat.

No ambiente sujeito a inundação, 80 % dos indivíduos mortos apresentaram uma altura de até 15 cm. A maior planta morta nesta área apresentou 17 cm de altura. No

Tabela 29. Número de indivíduos mortos e percentagem de plantas mortas distribuídos por classe de altura, numa população de *C. langsdorffii* Desf., acompanhada por um período de um ano, no Córrego da Onça na Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília, em Brasília-DF.

Classe de Altura (cm)	Alagado + Brejo úmido + Brejo seco		Drenado	
	Nº indiv.	%	Nº indiv.	%
< 5	2	10,0	1	4,0
5 - 10	8	40,0	9	36,0
10 - 15	6	30,0	4	16,0
15 - 20	4	20,0	5	20,0
20 - 30	-	-	1	4,0
> 30	-	-	5	20,0
Total	20		26	

ambiente drenado mais de 50 % dos indivíduos mortos tinham uma altura de até 15 cm. A maior planta morta contava com 132 cm de altura.

DISCUSSÃO

Comportamento das origens de *Copaifera langsdorffii* Desf. nos diferentes solos.

As plantas das três origens de *C. langsdorffii*, de uma maneira geral, cresceram melhor em solos de mata ciliar e mata decídua que em solo de cerrado. Na análise geral do experimento, ocorreu, para todos os parâmetros estudados, à exceção do número de folhas, uma superioridade do solo de mata ciliar sobre o solo de mata decídua e destes sobre o solo de cerrado. Plantas de *Vochysia thyrsoidea*, uma espécie de cerrado acumuladora de alumínio, produziram maior biomassa radicular em solo de cerrado quando comparadas com plantas em solo de mata ciliar e em solo de mata decídua e maior biomassa aérea em solos de cerrado e de mata ciliar (MACHADO, 1985). Plantas de uma outra espécie acumuladora de alumínio, *Miconia albicans*, que cresce naturalmente em latossolos ácidos dos cerrados, também cresceram melhor em solos ácidos, produzindo maior número de folhas, mais largas e com entrenós mais longos em solo de mata ciliar, seguido das plantas em solo de cerrado e, por fim, das plantas em solo calcário (HARIDASSAN, 1988). Este autor observou que as plantas atingiram maior altura quando postas a crescer em solo de mata ciliar. Em solo de mata decídua as plantas tiveram seu crescimento retardado, produzindo apenas um único par de folhas cloróticas aos 145 dias após o plantio. Estudando o crescimento de

Eucalyptus grandis e **E. saligna** em solos ácidos e calcários com características químicas semelhantes aos utilizados neste experimento, HARIDASSAN (1985) verificou que ambas as espécies cresceram muito pouco em solo de cerrado, bem inferior ao crescimento obtido em solo de mata ciliar e solo de mata decídua.

Dois fatos chamaram a atenção quando da análise da influência dos solos sobre o crescimento das plantas de **C. langsdorffii**: o primeiro foi o crescimento diferenciado do sistema radicular e o segundo foi o padrão de ramificação observado entre as plantas nos diferentes solos. O crescimento do sistema radicular das plantas em solos de mata ciliar e de cerrado se caracterizou pela predominância de raízes finas, bastante ramificadas e poucas raízes primárias e secundárias grossas, ao contrário do que ocorreu com as plantas em solo de mata decídua, onde predominou a formação de raízes mais grossas e poucas raízes finas. As características do sistema radicular dependem em parte da hereditariedade e em parte do meio no qual se desenvolve (KRAMER & KOZLOWSKI, 1960). Os solos de cerrado e de mata ciliar são mais pobres em nutrientes que o solo de mata decídua, levando naturalmente à formação de um sistema radicular profuso, o que sugere ser de importância na exploração de um recurso mineral escasso. KRAMER & KOZLOWSKI (1960), afirmaram que a zona de absorção mais eficiente se localiza perto da extremidade da raiz e que o número de extremidades constitui um fator importante na absorção,

portanto as plantas que desenvolvem sistemas radiculares mais extensamente ramificados são capazes de utilizar com mais eficácia a água e os minerais do solo.

Logo após a germinação, o primeiro par de folhas em todas as plantas de *C. langsdorffii* brotadas após o surgimento dos cotilédones apresentou filotaxia oposta. Na maioria das plantas em solos de cerrado e de mata ciliar, somente uma gema se expandiu, dando origem a apenas um ramo, ou quando as duas gemas brotaram um ramo cresceu mais que outro. Em solo de mata decídua geralmente as duas gemas se expandiram formando dois ramos que cresceram equitativamente. As plantas em solo de mata ciliar cresceram mais em altura que as plantas em solo de mata decídua, no entanto a diferença no número de folhas entre os dois tratamentos não foi significativa. Este comportamento da brotação das gemas do primeiro par de folhas deu origem a uma ramificação característica para cada tipo de solo, ou seja, com plantas menos ramificadas e mais alongadas em solo de cerrado e de mata ciliar e plantas com copa mais aberta e ramificada em solo de mata decídua.

O padrão de crescimento das plantas ao longo dos 570 dias de avaliação mostrou que a espécie teve um comportamento diferenciado em duas fases. Uma primeira que se manifestou até os 300 dias, com os parâmetros obedecendo a um padrão de crescimento mais lento e uma segunda, após esta data, com um crescimento mais rápido. As diferenças entre solos e as interações origem x solo se manifestaram de

forma mais acentuada na segunda fase. Isto sugere que a condução do experimento por um período mais longo, acima de 300 dias é indispensável para que possam surgir as diferenças mais significativas entre tratamentos. Para esta espécie e nas condições em que foi conduzido o experimento, seria impossível tirar conclusões mais firmes antes de um ano de acompanhamento da pesquisa. É interessante notar que as diferenças entre as plantas crescidas em solo de mata ciliar e mata decídua quanto aos parâmetros peso seco da parte aérea, peso seco total e altura da planta só se manifestaram na fase 2 de crescimento.

A superioridade do solo de mata ciliar sobre o solo de cerrado para o crescimento de *C. langsdorffii* em todos os parâmetros analisados, na média geral do experimento e nas médias das duas fases de crescimento, reforça os dados obtidos por diversos autores em trabalhos fitossociológicos efetuados no complexo do cerrado. A espécie geralmente atingiu maiores índices de valor de importância nas comunidades de matas que nos cerrados. Apesar dos poucos levantamentos realizados em comunidades de solos mesotróficos (ARAÚJO, 1984) e mata decídua (RAMOS, 1989), a importância da espécie nestas comunidades se colocou numa posição intermediária entre o cerrado e a mata ciliar, corroborando as observações obtidas neste trabalho.

As características do solo poderão influenciar na variação de outros parâmetros. Estudando as características silviculturais de uma população natural de

Copaifera multijuga Hayne, em solo do tipo Latossolo Amarelo distrófico, ALENCAR (1982) verificou que a produção média de óleo por árvore foi superior nos indivíduos em solo argiloso que naqueles em solo arenoso. Observou ainda que ocorreram diferenças também em altura, diâmetro da copa e DAP entre as plantas nos dois solos.

Pela análise de variância, em solo de cerrado e de mata decídua as três origens praticamente não se diferenciaram quando comparadas através dos parâmetros peso seco da raiz, peso seco da parte aérea, peso seco total, altura da planta e número de folhas. Em solo de mata ciliar, a origem de mata ciliar mostrou-se significativamente superior de forma consistente às origens de mata decídua e de cerrado. Todas as interações origem de mata ciliar x solo de mata ciliar foram significativas, mostrando que as plantas procedentes deste sítio se desenvolveram mais quando postas a crescer em seu próprio solo de origem. Com relação a altura da planta esta interação só ocorreu na fase 2 de crescimento e no acréscimo em altura entre as duas fases. Com relação ao número de folhas esta interação não se deu em nenhuma das fases analisadas. Mais uma vez ficou demonstrada a superioridade do sítio mata ciliar sobre os sítios de cerrado e mata decídua para o crescimento e desenvolvimento de **C. langsdorffii**.

Os resultados mostraram que ocorreu uma diferenciação a nível de origem com base nos parâmetros analisados, com destaque para os dados de altura de plantas

e número de folhas. Isto mostra, possivelmente, que a herdabilidade dos caracteres altura da planta e número de folhas é bem maior que dos caracteres quantitativos relacionados com o peso. TAUER & McNEW (1985), estudando a herança e sua correlação com o crescimento em *Pinus echinata* Hill., verificaram que havia uma considerável variação genética para altura, DBH e volume em plantas com 1, 2, 4 e 10 anos de idade. Pouco se conhece sobre a variabilidade genética em populações de árvores das florestas tropicais (BAWA & KRUGMAN, 1986). Estes autores consideraram que em particular não conhecemos a escala espacial acima do qual a frequência gênica muda, não temos qualquer informação sobre a extensão na qual as populações são geneticamente diferentes e não há absolutamente qualquer dado sobre o fluxo gênico nessas populações. *Copaifera langsdorffii* é uma espécie dicógama, autoincompatível, com fortes sinais de melitofilia indicando tratar-se de espécie alógama (CRESTANA & GIANNOTTI, 1988). Por ser também uma espécie cujas sementes são dispersas por aves (MOTA JÚNIOR & LOMBARDI, 1989) é provável que um certo fluxo gênico esteja acontecendo entre as origens de mata ciliar, cerrado e mata decídua, uma vez que estas comunidades estão próximas e distribuídas num mosaico sem qualquer barreira que impeça as trocas gênicas, quer pela ação dos polinizadores, quer pela ação dos agentes de dispersão. RAMIREZ (1978) observou que as sementes de *Copaifera pubiflora* são dispersas por vários animais: antes de cair da árvore são dispersas por

aves (ornitocoria) e por morcegos frugívoros (quiropterocoria) e quando no solo, por herbívoros. Acrescentou ainda que todos estes mecanismos de dispersão (ornitocoria e mamaliocoria) resultam no transporte de sementes a distâncias relativamente grandes (Telecoria).

Copaifera langsdorffii Desf. e a saturação hídrica do solo.

Primeiros sintomas.

Nos dois experimentos instalados para avaliação do efeito da inundação sobre as plantas de **C. langsdorffii**, obtiveram-se resultados com padrões comuns nas respostas da espécie frente ao estresse hídrico.

Através de observação visual verificou-se que dos 3 aos 5 dias após iniciado o tratamento, as plantas inundadas apresentaram os folíolos pendentes, fato que se tornou comum a partir dos 15 a 20 dias. Nas plantas inundadas em água corrente este sintoma apareceu um pouco mais tarde, por volta dos 10 aos 12 dias após iniciada a inundação. Nas plantas crescendo no ambiente natural do Córrego da Onça este sintoma não se manifestou em nenhum indivíduo. As plantas apresentaram por todo o ano de observação os folíolos em posição horizontal, mesmo aquelas com folíolos amarelados e com manchas necrosadas. ETHERINGTON (1984) observou que 12 horas após a inundação as folhas de **Chamerion angustifolium** estavam completamente

murchas, flácidas e pendentes, em contraste com as folhas túrgidas, em postura horizontal das plantas do controle. As folhas pendentes caracterizam um quadro sintomático da epinastia e foi observado por JACKSON & CAMPBELL (1975) em plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill., cv Moneymaker). Segundo estes autores a epinastia nesta espécie foi estimulada pela inundação do solo e elevada concentração de etileno foi observada nas folhas e ramos das plantas inundadas. Quantidades crescentes de etileno foram observadas também no solo inundado. Quando a concentração de 2,00 ppm ou mais de etileno foi fornecida a plantas de tomate, apareceu a epinastia no pecíolo em associação com a crescente concentração de etileno no pecíolo correspondente. Estes autores afirmaram ainda que o etileno do solo pode mover-se diretamente para os ramos, promovendo processos de epinastia nas folhas e formação de raízes adventícias.

Em trabalho mais recente JACKSON & DREW (1984) sugeriram que o movimento do etileno "per se" do solo inundado para as folhas não é o único nem o principal mecanismo através do qual as folhas de tomate se enriquecem de etileno, surgindo a partir daí a epinastia. O etileno produzido pelas próprias folhas está também envolvido. A síntese do etileno cresce nas folhas das plantas cujas raízes são privadas do acesso ao O_2 não somente em solos alagados mas também em culturas em solução com menos de 0,03 atm de O_2 . A deficiência de O_2 nas raízes é essencial para aumentar a concentração de etileno e ocorrer a epinastia.

O tempo necessário para o aparecimento da epinastia após a inundação e a sua intensidade variam com a espécie de planta. JACKSON & CAMPBELL (1975) adiantaram que em muitas espécies de dicotiledôneas susceptíveis à inundação, a epinastia surge rapidamente, começando poucas horas após a ação do estresse. Em plântulas de **Eucalyptus camaldulensis** a epinastia surgiu aproximadamente aos 10 dias após a inundação e em **E. globulus** aos 20 dias (SENA GOMES & KOZLOWSKI, 1980c). O sintoma foi menos evidente em **E. globulus**, uma espécie com folhas sésseis. Em determinadas cultivares de tomate a epinastia apareceu 48 horas após a inundação, variando de intensidade em função das cultivares (ALONI & ROSENSHTEIN, 1982). A epinastia foi observada em plântulas de **Platanus occidentalis**, uma espécie arbórea das florestas do nordeste dos EEUU (TSUKAHARA & KOZLOWSKI, 1985). Uma produção acelerada de etileno foi observada por TANG & KOZLOWSKI (1982a) em plântulas desta espécie sob inundação.

Entre os 10 e 16 dias de iniciada a inundação, os folíolos das plantas de **C. langsdorffii** sob estresse tornaram-se amarelados. Este sintoma apareceu um pouco mais tarde, entre os 18 e 26 dias, nas plantas inundadas em água corrente. Juntamente com este sintoma e prosseguindo por todo o período em que as plantas se mantiveram sob inundação, apareceu uma necrose nos folíolos e posterior abscisão dos mesmos. Estes sintomas foram observados nas plantas de **C. langsdorffii** no ambiente natural do Córrego da

Onça. Neste local as plantas perderam completamente as folhas e morreram em seguida, secando toda parte aérea. O amarelecimento dos folíolos apareceu mesmo em espécies tolerantes à inundação como *Nyssa aquatica* (HOOK et al., 1970), *Melaleuca quinquinervia* (SENA GOMES & KOZLOWSKI, 1980a) e *Fraxinus pensylvanica* (SENA GOMES & KOZLOWSKI, 1980b). Plântulas de *Platanus occidentalis*, uma espécie com tolerância intermediária, apresentaram, aos 7 dias após a inundação, as folhas avermelhadas com áreas necrosadas e, aos 40 dias, 25% a 62% das folhas estavam mortas, principalmente aquelas mais velhas (TANG & KOZLOWSKI, 1982a). Sintomas semelhantes foram observados por TSUKAHARA & KOZLOWSKI (1985), em plântulas desta espécie, ao estudarem a importância das raízes adventícias como mecanismo necessário à sobrevivência das plântulas em ambientes com deficiência de oxigênio. A clorose apareceu também em espécies sensíveis à inundação como *Chamerion angustifolium* (ETHERINGTON, 1984) e em *Geum urbanum* e *Geum rivale* (WALDREN et al., 1987). Em *Geum urbanum* as plantas, quando inundadas, mostraram uma pigmentação nas folhas semelhante à antocianina e ocasionalmente apareceu uma clorose. Muitas folhas de *Geum urbanum* entraram em senescência ou morreram no final do experimento. Os sintomas visuais de injúrias devido à inundação foram bem menos aparentes em *Geum rivale*, uma espécie mais adaptada a sítios úmidos.

TALBOT & ETHERINGTON (1987), estudando o efeito do Fe^{2+} na fotossíntese e respiração em *Salix caprea* e

S. cinerea ssp. *oleifolia*, observaram que a fotossíntese em *S. caprea* foi muito mais sensível à concentração externa de Fe^{2+} que em *S. cinerea*. A respiração manifestou a mesma sensibilidade diferencial mas não foi tão afetada. A remoção das raízes tornou de imediato *S. cinerea* sensível a uma concentração muito menor de Fe^{2+} no meio externo, sugerindo que a imobilização do ferro pelo sistema radicular faz parte do mecanismo necessário para evitar a toxidez potencial causada pelo ferro. Tanto a inundação quanto o fornecimento de Fe^{2+} causou em *S. caprea* a descoloração das folhas, seguida da dessecação e morte ou abscisão. Estes autores sugeriram que a toxidez produzida pelo ferro poderia ter sido a causa dos danos devidos à inundação nestas plantas e em outras espécies sensíveis à inundação. TALBOT et al. (1987), verificaram que *S. caprea* perdeu a capacidade fotossintética quando inundada e isto ocorreu não devido ao fechamento dos estômatos mas devido aos danos causados às células do mesófilo ou ao mecanismo fotossintético. As folhas apresentaram concentrações de ferro em níveis potencialmente tóxicos. Acrescentaram ainda os autores que se os danos causados ao mecanismo fotossintético foram devidos à toxidez de ferro só ensaios futuros poderiam elucidar.

Quando solos ácidos são inundados o pH aumenta ocorrendo o oposto em solos alcalinos (PONAMPERUNA, 1984). Este autor afirmou que o aumento do pH em solos ácidos é devido principalmente à redução do $Fe(III)$ a $Fe(II)$ e que a

queda do pH em solos calcáreos é resultado da acumulação de CO_2 . Após a inundação as reações de trocas iônicas alteram as cargas elétricas dos colóides do solo, aumentando consideravelmente as concentrações na solução do solo de Fe^{2+} e Mn^{2+} em solos ácidos e Ca^{2+} em solos alcalinos.

As plantas de *C. langsdorffii* em solos de cerrado e de mata ciliar, onde os níveis de ferro foram de 39,1 e 296 ppm respectivamente (tabela 1), foram seriamente atingidas pelo amarelecimento e necrose das folhas e abscisão foliar. As plantas crescidas em solo de mata decídua, onde o nível de ferro foi mais baixo (13,7 ppm), praticamente não foram atingidas por estes danos. Quando plântulas de *C. langsdorffii*, crescidas em vasos onde o substrato era areia lavada, foram inundadas, não foi observado qualquer dano à parte aérea nem ao sistema radicular (JOLY, 1982).

Alterações do sistema radicular.

Os resultados obtidos quando das coletas das plantas para avaliação mostraram que o sistema radicular de *C. langsdorffii* foi o órgão inicialmente afetado quando as plantas foram inundadas. No primeiro experimento, onde se testaram as diferenças entre origens e entre solos, as diferenças das médias do peso seco da raiz entre os tratamentos surgiram logo aos 30 dias após a inundação. No segundo experimento, onde se testaram as diferenças entre regimes de água numa origem de mata ciliar, estas diferenças

apareceram aos 90 dias após a inundação. JOLY (1982), trabalhando com plântulas de *C. langsdorffii* com 3 meses de idade, em vasos contendo areia de rio lavada, verificou que aparentemente não houve qualquer alteração no sistema radicular das plântulas por um mês sob saturação hídrica. Comportamento semelhante foi observado também em *Sebastiania klotschiana*, *Genipa americana* e *Hymenaea courbaril*. Em *Chorisia speciosa* este autor verificou o aparecimento de raízes adventícias em 10% das plântulas inundadas.

Na maioria dos trabalhos realizados com plantas sob regime de inundação o sistema radicular geralmente foi o órgão inicialmente afetado. COUTS & PHILIPSON (1978) verificaram que em *Picea sitchensis* e *Pinus contorta* o alongamento das raízes estacionou em poucos dias após a inundação, quando o fluxo de oxigênio chegou a zero. Em plântulas de *Pinus halepensis* o efeito mais drástico da inundação ocorreu nas raízes, não só inibindo a produção de novas raízes como danificando o sistema formado antes de iniciado o tratamento (SENA GOMES & KOZLOWSKI, 1980d). Além disso, a média do peso seco das raízes após os 40 dias de inundação foi bem menor que a média do peso seco no início do tratamento. Mesmo em espécies tolerantes à inundação, a exemplo de *Nyssa sylvatica* (HOOK et al., 1970), o crescimento da raiz foi severamente restringido em água estagnada. Estes autores acrescentaram que o crescimento do sistema radicular foi positivamente correlacionado com a pressão de O_2 e inversamente correlacionado com a pressão de

CO₂ na água do solo. Plântulas de outra espécie tolerante à inundação, *Fraxinus pensylvanica*, apresentaram uma maior redução no crescimento de suas raízes que nos demais órgãos (SENA GOMES & KOZLOWSKI, 1980b). A inundação reduziu de forma considerável o crescimento das raízes de *Ulmus americana* (NEWSOME et al., 1982), *Betula papyrifera* (TANG & KOZLOWSKI, 1982b), *Geum urbanum* (WALDREN et al., 1987), *Platanus occidentalis* (TSUKAHARA & KOZLOWSKI, 1985; TANG & KOZLOWSKI, 1982a), *Eucalyptus robusta*, *E. grandis* e *E. saligna* (CLEMENTS et al., 1978).

Por ocasião das coletas das plantas de *C. langsdorffii* para avaliação, as raízes das plantas inundadas estavam mortas e enegrecidas, principalmente as raízes mais finas (foto 5). Nas plantas não submetidas à inundação as raízes se mostraram com tonalidade marron-claro e com a porção apical esbranquiçada e intensa brotação (foto 6). O sistema radicular original de plantas de *Eucalyptus robusta*, quando inundadas, mostrou-se enegrecido e todas as raízes fibrosas morreram (CLEMENTS et al., 1978). O enegrecimento das raízes em plantas sob inundação foi observado também em *Pinus halepensis* (SENA GOMES & KOZLOWSKI, 1980d) e em *Platanus occidentalis* (TSUKAHARA & KOZLOWSKI, 1985). Nestas espécies o reduzido peso das raízes foi reflexo tanto da paralização do crescimento do sistema radicular quanto da morte de muitas raízes existentes antes de iniciada a inundação.

Em solo de mata ciliar as plantas de

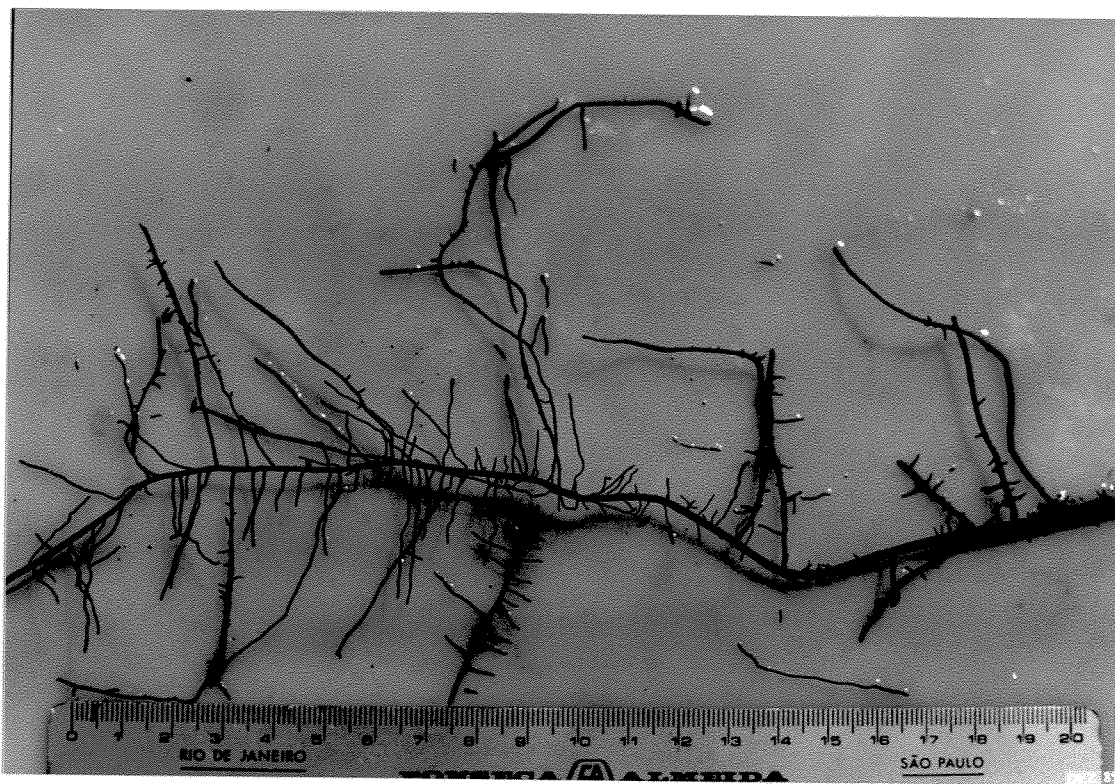


Foto 5. RAÍZES MORTAS DE UMA PLANTA DE *C. langsdorffii* DESF. MOSTRANDO UMA TONALIDADE ENEGRECIDA QUANDO SOB INUNDAÇÃO. BRASÍLIA, DF.



Foto 6. RAÍZES VIVAS DE UMA PLANTA DE *C. langsdorffii* DESF. NÃO INUNDADA MOSTRANDO A PORÇÃO TERMINAL COM TONALIDADE ESBRANQUIÇADA, BROTAÇÃO RECENTE. BRASÍLIA, DF.

C. langsdorffii apresentaram um sistema radicular com predominância de raízes finas, muito ramificadas; em solo de cerrado com as mesmas características, no entanto, bem menos abundantes e em solo de mata decídua, poucas raízes finas, com predominância de raízes grossas. É provável que este padrão de crescimento das raízes, nos diferentes solos, tenha um efeito no comportamento das plantas quando inundadas, uma vez que as raízes finas morreram em pouco tempo, apodreceram e muito material foi perdido por ocasião da coleta, prejudicando mais ainda o resultado das plantas em solo de mata ciliar.

O ápice da raiz, onde o crescimento é mais ativo, foi mais susceptível à inundação que a região sub apical em plantas de *Picea sitchensis* e *Pinus contorta* (COUTS & PHILIPSON, 1978). As raízes dormentes em ambas as espécies mostraram-se mais tolerantes à inundação que as raízes ativas, chegando a brotar novas raízes tão logo o solo foi drenado. Num outro trabalho realizado com as mesmas espécies, COUTS (1982) verificou que todas as raízes com estrutura primária submetidas à inundação morreram, enquanto a maioria das raízes lenhosas sobreviveram, demonstrando que as raízes lenhosas são mais tolerantes à inundação.

A origem de mata ciliar de *C. langsdorffii* foi menos afetada pela inundação que a origem de cerrado e a origem de mata decídua, em especial com relação ao parâmetro peso seco da raiz. É provável que a pressão de seleção num ambiente sujeito a flutuações no lençol freático, como o que

normalmente ocorre em matas ciliares, tenha beneficiado determinados genótipos com uma capacidade de adaptação maior a habitats mais úmidos. LINHART & BAKER (1973), estudando a variação intrapopulacional através de respostas fisiológicas à inundação de uma população de *Veronica peregrina*, verificaram que ocorreu uma diferenciação significativa entre a população da periferia (local mais drenado) e a do centro (local alagado).

No sudeste dos EEUU *Nyssa sylvatica* é distribuída ao longo de um gradiente de umidade do solo que se estende de lugares altos, nunca inundados, passando por planícies aluviais periodicamente inundadas até pântanos permanentemente inundados (KEELEY, 1979). A diferenciação das populações com respeito à tolerância à inundação e características fisiológicas relacionadas com esta tolerância foram investigados por este autor utilizando plantas com 1 ano de idade crescidas em casa de vegetação e obtidas de sementes coletadas ao longo do gradiente. Foram estudadas 3 populações (locais drenados, planícies aluviais e locais brejosos) com cada uma sendo representada por pelo menos duas subpopulações geograficamente separadas. Cada população foi representada por sementes de 2 a 15 árvores. As plantas da população de locais elevados (solos drenados) foram muito intolerantes à inundação apresentando o sistema radicular bastante deteriorado, com uma queda na taxa de respiração radicular após 1 ano sob inundação e com uma sobrevivência bastante reduzida. As plantas da população de

lugares alagados foram bem resistentes à inundação chegando a formar novas raízes e as plantas da popula o das planícies úmidas tiveram um comportamento intermediário.

Altera es da parte aérea.

As diferenças entre as médias do peso seco da parte aérea nas plantas de *C. langsdorffii* só se manifestaram aos 120 dias após a inunda o no ensaio onde se testaram as diferenças entre origens e entre solos, e aos 150 dias no ensaio onde se testaram plantas da origem de mata ciliar sob inunda o em água estagnada e água corrente. A redu o do peso seco da parte aérea nas plantas inundadas ocorreu, principalmente, devido   queda dos folíolos que foi bastante intensa neste tratamento. Uma outra causa pode ter sido a inibi o do crescimento das folhas formadas antes de iniciado o tratamento e falta de brota o de novas folhas após a inunda o. Não houve diferença significativa no incremento do peso seco da parte aérea em plântulas de *C. langsdorffii* com 3 meses de idade, quando inundadas por um mês (JOLY, 1982). Referindo-se   tolerância de espécies tropicais   inunda o, JOLY (1989) verificou que após um mês sob satura o hídrica, plântulas de *Sebastiania klotschiana* não apresentaram redu o no peso seco da parte aérea e não ocorreu qualquer mudança morfológica na base do caule. Observou ainda que em *Hymenaea courbaril* e *Chorisia speciosa* as plantas continuaram crescendo enquanto inundadas, mas o incremento do peso seco da parte aérea foi

menor que nas plantas do controle. *Schyzolobium parahyba* foi considerada por este autor como intolerante à inundação, pois quando plantas desta espécie foram inundadas o crescimento foi inibido. Quando plântulas de *Kielmeyera coriacea* e *Pseudobombax marginatum*, espécies próprias de cerrado, foram inundadas, seu desenvolvimento foi visivelmente afetado, ocorrendo uma redução no crescimento das folhas formadas antes de aplicado o estresse e uma paralização na brotação de folhas novas (JOLY & CRAWFORD, 1982). Em espécies de clima temperado submetidas à inundação (CLEMENTS et al., 1978; SENA GOMES & KOZLOWSKI, 1980a,b,c,d; NEWSOME et al., 1982; TANG & KOZLOWSKI, 1982a,b; TSUKAHARA & KOZLOWSKI, 1985; TALBOT et al., 1987), ocorreu de forma generalizada uma redução na parte aérea como resposta à hipoxia.

As diferenças nas médias da altura da planta e do número de folhas por planta em *C. langsdorffii*, só ocorreram a partir dos 120 dias após a inundação no experimento onde se testaram as origens e os solos. No experimento com a origem de mata ciliar sob diferentes regimes de inundação a diferença no número de folhas só ocorreu a partir dos 150 dias e não foi observada qualquer diferenciação na altura das plantas entre os tratamentos. Aos 49 dias após iniciado o tratamento, plantas de *Eucalyptus robusta*, *E. grandis* e *E. saligna* submetidas à inundação tiveram sua altura significativamente reduzida

quando comparadas com as plantas não inundadas (CLEMENTS et al., 1978). Plântulas de *Platanus occidentalis* sob inundação apresentaram uma redução na altura já a partir dos 50 dias do início do tratamento quando comparadas com as plântulas não inundadas (TSUKAHARA & KOZLOWSKI, 1985).

Os resultados obtidos com o levantamento da população de plantas de *C. langsdorffii* da mata ciliar do Córrego da Onça e com o acompanhamento desta população por um período de 1 ano, reforçam as conclusões a que se chegou com os resultados observados ao se submeter plantas da espécie à saturação hídrica. Na área drenada a distribuição das plantas da população em classes de altura mostrou que 41,5% das plantas apresentaram mais de 30cm de altura, o que não ocorreu na área alagada onde o maior percentual (81,5%) era de indivíduos com até 15cm de altura. No ambiente drenado foram encontradas 3 árvores adultas, com mais de 18m de altura, enquanto no ambiente alagado o maior indivíduo apresentou 29cm de altura. Mesmo no brejo úmido a maior planta encontrada contava com apenas 67cm de altura e no brejo seco não ultrapassou os 250cm. *C. langsdorffii* ocorre naturalmente nas margens dos rios, mas onde o barranco é elevado, garantindo uma maior aeração do sistema radicular.

A mortalidade foi baixa durante o ano de observação, tanto no ambiente drenado quanto no ambiente saturado com água. A maior parte das plantas na faixa de altura de até 15 cm eram provavelmente plântulas nascidas de

sementes produzidas por árvores adultas no ano de 1987. Fora das parcelas existem muitos indivíduos adultos e dois destes estavam bem próximos da área alagada. As sementes de *C. langsdorffii* amadureceram e se dispersaram nos meses de agosto e setembro de 1987, antes do início do período de chuvas. Nesta época a água na área alagada estava quase rente à superfície do solo, sendo suficiente para garantir a germinação das sementes. Pelos resultados observados na inundação de plantas da espécie em condições artificiais, os danos ocorreram logo no início da saturação hídrica do solo, o que não se deu no ambiente natural. É provável que a renovação da água neste habitat seja mais intensa evitando a acumulação de produtos tóxicos nas proximidades do sistema radicular, garantindo também uma maior oxigenação. No experimento onde se fez a inundação das plantas em água corrente, os indivíduos sofreram menos que no tratamento com água estagnada. NEWSOME et al. (1982) estudando a resposta à inundação de plântulas de *Ulmus americana*, uma espécie encontrada em habitats secos e úmidos, verificaram que a inibição do crescimento de plântulas foi muito mais drástica em condições artificiais que em condições naturais, ao longo das margens das correntes de água. O crescimento em altura de plântulas de *Nyssa sylvatica* var. *biflora* em solos inundados com água corrente foi aproximadamente duas vezes maior que em água estagnada e o total do peso seco, de 2 a 5 vezes mais elevado (HOOK et al., 1970). O crescimento de plântulas de *Nyssa sylvatica* var. *biflora* e *Nyssa aquatica*

também foi mais reduzido em água estagnada, quando comparado com o tratamento em água corrente (HARMS, 1973).

Fica difícil caracterizar que fatores foram responsáveis pela intolerância de plantas de *C. langsdorffii* à inundação e por que no ambiente natural o comportamento foi distinto do ocorrido em condições artificiais. VARTAPETIAN (1978) fez considerações sobre a deficiência de oxigênio para os organismos vivos. Ao examinar os sintomas dos danos causados às plantas submetidas ao estresse hídrico, é muitas vezes difícil distinguir entre as causas imediatas e as originais responsáveis por estes danos (CRAWFORD, 1982). Este autor enumerou entre as principais causas os danos ao metabolismo devido à hipoxia; desequilíbrio hormonal e toxinas presentes no solo, com destaque para a toxidez causada por ferro e manganês. KOZLOWSKI (1984) apresentou uma revisão sobre as respostas de plantas lenhosas à inundação e enumerou uma série de fatores que influenciaram as respostas destas plantas à saturação hídrica do solo. Apresentou ainda uma discussão sobre os resultados obtidos com diversas espécies arbóreas submetidas à inundação. Possivelmente a interação entre estes diversos fatores tornam *C. langsdorffii* intolerante à saturação hídrica do solo tanto em condições artificiais quanto no ambiente natural.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos, nas condições em que foram realizados os experimentos, permitem concluir que:

I. Com relação ao comportamento das plantas das origens de *C. langsdorffii* em solos com diferentes níveis de cálcio:

1. A origem de mata ciliar se mostrou superior de forma consistente às origens de cerrado e de mata decídua quanto aos parâmetros altura da planta e número de folhas por planta em todos os solos estudados. Os parâmetros peso seco da parte aérea, peso seco da raiz e peso seco total não assinalaram uma diferença marcante entre as origens, notadamente quando as plantas foram postas a crescer em solo de cerrado e de mata decídua;

2. Todas as interações origem de mata ciliar x solo de mata ciliar foram significativas, mostrando que as plantas originárias de sementes procedentes de mata ciliar cresceram significativamente melhor quando postas a crescer em seu próprio solo de origem;

3. As plantas de *C. langsdorffii*, de uma maneira geral, cresceram melhor em solos de mata ciliar e mata decídua que em solo de cerrado. O sistema radicular se mostrou mais denso, bastante ramificado em solos de cerrado e de mata ciliar e mais ralo, predominando poucas raízes e mais grossas, em solo de mata decídua. As plantas em solo de mata ciliar cresceram mais em altura que as plantas nos

solos de mata decídua e de cerrado, apresentando também uma superioridade no peso seco da parte aérea e peso seco total;

4. As plantas em solo de mata decídua eram mais ramificadas, mostrando-se menores que as de mata ciliar. Estas, geralmente, apresentaram poucas hastes e com um crescimento maior em altura. O padrão de arquitetura da parte aérea foi portanto bastante diferenciado entre as plantas crescidas nestes dois solos;

5. O padrão de crescimento das plantas de *C. langsdorffii* ao longo dos 570 dias de avaliação mostrou que a espécie teve um comportamento diferenciado em duas fases: uma primeira que se manifestou até os 300 dias, com a variação dos parâmetros obedecendo a um padrão linear e uma segunda, após esta data, com a variação dos parâmetros seguindo uma curva exponencial. Assim, os dados mostraram que é impossível se tirar conclusões mais firmes antes de um ano de acompanhamento da pesquisa. As diferenças entre as plantas crescidas em solo de mata ciliar e mata decídua quanto ao peso seco da parte aérea, peso seco total e altura da planta só se manifestaram na fase exponencial de crescimento;

6. Sugere-se que outros parâmetros sejam estudados e novos métodos sejam utilizados para que se possa caracterizar melhor as origens identificadas no presente experimento.

II. Com relação a resposta da espécie à saturação hídrica do solo, concluiu-se que:

1. O aparecimento nas plantas sob saturação hídrica da epinastia, logo nos primeiros dias da inundação, seguido de uma clorose e necrose acentuada dos folíolos e crescente abscisão foliar. Nas plantas em solos de mata ciliar e cerrado estes sintomas foram mais acentuados que naquelas em solo de mata decídua, onde praticamente os sintomas não surgiram;

2. O sistema radicular das plantas de *C. langsdorffii* submetidas ao estresse hídrico foi o órgão inicialmente afetado, com uma diferenciação entre as médias ocorrendo logo aos 30 dias após a inundação. As raízes nas plantas inundadas morreram e apresentaram uma tonalidade enegrecida, ao contrário das raízes das plantas controle que se mostraram com as extremidades esbranquiçadas e muito ramificadas;

3. A origem de mata ciliar foi menos afetada pela inundação que as origens de cerrado e de mata decídua, em especial com relação ao parâmetro peso seco da raiz. É provável que a pressão de seleção num ambiente sujeito a flutuações no lençol freático, como o que normalmente ocorre em matas ciliares, tenha beneficiado determinados genótipos com uma capacidade de adaptação maior a habitats mais úmidos;

4. As diferenças entre as médias do peso seco da parte aérea nas plantas de *C. langsdorffii* se manifestou bem

mais tarde, aos 120 dias após a inundação num dos experimentos e aos 150 dias no outro. A queda dos folíolos nas plantas inundadas foi provavelmente a causa principal desta diferenciação. As diferenças entre as médias dos parâmetros altura da planta e número de folhas foram também significativas nestas mesmas datas;

5. A estratificação da origem de *C. langsdorffii* da mata ciliar do Córrego da Onça, onde ocorre habitats com solos drenados e alagados, mostrou que a espécie não tolera a saturação hídrica por um longo período de tempo. Isto ficou evidente, principalmente, pela ausência no ambiente alagado de indivíduos de médio e grande porte o que não ocorreu na área drenada;

6. Fica difícil precizar que fatores foram responsáveis pela intolerância de plantas de *C. langsdorffii* à inundação e porque no ambiente natural o comportamento foi distinto do ocorrido em condições artificiais, principalmente quanto a taxa de mortalidade. A literatura aponta uma série de fatores que de certa forma poderiam estar relacionados com esta diferença, mas somente com experimentos específicos e com metodologia própria isto poderia ser elucidado.

RESUMO

Este trabalho teve como propósitos: 1. estudar a resposta de três origens de *C. langsdorffii* oriundas de cerrado (origem cerrado), mata ciliar (origem mata ciliar) e mata decídua (origem mata decídua) a solos com diferentes características físicas e químicas; 2. conhecer o comportamento destas origens face à saturação hídrica do solo. Para tanto, foram conduzidos quatro experimentos.

O primeiro experimento, resposta de três origens de *C. langsdorffii* a solos ácidos e calcários, foi conduzido na Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília. As sementes da espécie foram coletadas entre os meses de agosto e setembro de 1985, em 16 árvores da origem cerrado, 19 árvores da origem mata ciliar e 12 árvores da origem mata decídua, localizadas em áreas da região geo-econômica do Distrito Federal. Fez-se a semeadura em sacos plásticos contendo 3 litros de terra, coletada a 0-15 cm de profundidade em solos sob vegetação de cerrado, mata ciliar e mata decídua.

Utilizou-se o delineamento fatorial, em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os fatores analisados foram: origem (cerrado, mata ciliar e mata decídua) e solo (cerrado, mata ciliar e mata decídua).

As plantas foram colocadas sob telado com 70% de sombreamento. As coletas para avaliação foram feitas aos 150, 180, 210, 240, 270, 300, 360, 390, 450, 510 e 570 dias

após a semeadura. A avaliação foi feita através dos parâmetros: peso seco da raiz, peso seco da parte aérea, peso seco total, altura da planta e número de folhas.

A copaíba, de uma maneira geral e para todas as origens, cresceu melhor em solos de mata ciliar e mata decídua que em solo de cerrado. Ocorreu uma diferenciação entre as origens quanto aos parâmetros estudados, com destaque para a origem de mata ciliar. Quanto à interação solo x origem, a análise de variância mostrou que as plantas da origem de mata ciliar cresceram melhor em solo de mata ciliar, não sendo significativa as demais interações.

A curva de crescimento para todos os parâmetros estudados em função dos dias de avaliação, mostrou que as plantas da espécie cresceram em duas fases bem nítidas. Uma primeira fase, de crescimento mais lento, até os 300 dias e um segunda fase, de crescimento mais rápido, a partir desta data.

O segundo experimento, resposta de três origens de *C. langsdorffii* Desf., foi instalado junto com o anterior, utilizando-se o mesmo delineamento experimental, com 4 repetições, acrescentando-se o fator regime de água (solo inundado e não inundado). As coletas para avaliação foram feitas aos 30, 60, 90 e 120 dias após inundação, obedecendo o mesmo procedimento descrito no experimento anterior. Os parâmetros utilizados também foram os mesmos.

O terceiro experimento, resposta da origem de mata ciliar de *C. langsdorffii* Desf. à saturação hídrica do solo

com água estagnada e água corrente, foi instalado em agosto de 1986 e conduzido na FAL/Brasília-DF, sob telado com 70% de sombreamento. Foram utilizadas sementes da origem de mata ciliar coletadas em 1985. A semeadura foi feita em sacos plásticos contendo solo de mata ciliar.

Aos 150 dias após a semeadura as plantas foram colocadas em tanques e distribuídas nos seguintes tratamentos: plantas não inundadas, inundadas em água estagnada e inundadas em água corrente. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados com 5 repetições. A inundação se deu, também, nesta data. As coletas para avaliação ocorreu aos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após a inundação. Para avaliação foram utilizados os mesmos parâmetros referidos no primeiro experimento.

Os resultados destes dois experimentos mostraram que em condições artificiais a espécie foi intolerante à inundação. O sistema radicular foi o órgão inicialmente (entre 30 e 90 dias) afetado pela hipoxia. A parte aérea só foi atingida bem mais tarde (entre os 120 e 150 dias), principalmente devido à queda das folhas que ocorreu de forma generalizada nas plantas inundadas. As plantas inundadas apresentaram, logo nos primeiros dias após a inundação, os folíolos pendentes, sintoma característico da epinastia, acompanhado de uma descoloração e necrose dos mesmos.

O quarto experimento, acompanhamento por um ano de uma população de *C. langsdorffii* na mata ciliar do Córrego da Onça, foi instalado na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF numa área de 1950m². Parte desta população encontrava-se em área alagada e parte em área drenada.

Os resultados deste experimento mostraram que a espécie não tolerou a saturação hídrica por um longo período e isto ficou evidente pela ausência no ambiente alagado de indivíduos jovens e adultos de médio e grande porte comumente encontrados na área drenada.

ABSTRACT

The main objectives of this research were: 1) to study the response of *Copaifera langsdorffii* Desf. of three distinct provenance, "cerrado" (cerrado provenance), gallery forest (gallery forest provenance) and deciduous forest (deciduous forest provenance), to soils with distinct physical and chemical characteristics; 2) to establish the response of these three provenance to waterlogging. The work was divided in four main experiments:

a) The first experiment focused on the response of the three provenances to acid and calcareous soils. The seeds for this experiment were collected in the Distrito Federal, between August and September 1985, from 16 trees of the cerrado provenance, 19 trees of the gallery forest provenance and 12 trees from the deciduous forest provenance. The seeds were sown in plastic bags with 3 liters of soil, collected in cerrado, gallery forest and deciduous forest areas between 0 and 15 cm of depth. The experiment was carried out using the factorial outlining, with four replicates. Origin (cerrado, gallery forest and deciduous forest) and soil (cerrado, gallery forest and deciduous forest) were the variables considered. The seedlings were kept in a green house with a light filter (sombrite) that reduced 70% of sunlight, at the Fazenda Água Limpa in Brasília (DF). Seedlings were harvested 150, 180, 210, 240, 270, 300, 360, 390, 450, 510

and 570 days after sowing. Evaluation of performance considered the following parameters: dry weight of the root system, dry weight of the aerial part, total dry weight, height and number of leaves.

The growth of the plants of all three provenances was better in gallery and deciduous forest soils than in cerrado soil. Considering all parameters measured the gallery forest provenance presented a better performance. The analyses of variance has shown that the only significant interaction between soil versus provenance occurred in the case of seedlings of the gallery forest provenance, that presented a higher growth rate when cultivated in gallery forest soil. Considering all the parameters measured it is possible to divide the development of the seedlings in two phases, an initial phase, between 150 and 300 days, with a slow growth rate, and a second phase with a faster growth rate.

b) The second experiment focused on the response of the three provenance of *C. langsdorffii* to waterlogging. The experiment was set up together with the first one, using the same outline and number of replicates, with the addition of a waterlogging treatment. The plants were harvested after 30, 60, 90 and 120 days of waterlogging, following the same procedure and measuring the same parameters described in the previous experiment.

c) The third experiment focused on the response of the gallery forest provenance of *C. langsdorffii* to waterlogging with stagnant and moving water. The experiment was set up under the same conditions as the previous ones in the Fazenda Água Limpa in August 1986. The seeds, collected in a gallery forest area in 1985, were sown in plastic bags with 3 liters of gallery forest soil. The 150 days old plants were divided in three treatments, control (not waterlogged), waterlogged with moving water, waterlogged with stagnant water. The experiment was set up using the random block outline, with five replicates per sample. The plants were harvested 30, 60, 90, 120, 150 and 180 days after waterlogging. Evaluation of performance considered the following parameters: dry weight of the root system, dry weight of the aerial part, total dry weight, height and number of leaves.

The result of these two experiments showed that, under experimental conditions, *C. langsdorffii* is intolerant to waterlogging. The root system was the first structure to show, after 30 to 90 days of waterlogging, symptoms of injury. The dry weight of the aerial part started to drop after 120 days of waterlogging due, mainly, to leaflet fall. Waterlogged plants showed, at the very first days after waterlogging, leaf epinasty, followed latter on by decolourization and necrosis of leaflets.

d) The fourth experiment, focusing on the performance of a gallery forest population of *C. langsdorffii*, was set up in an area of 1950 m² of the gallery forest of the Córrego da Onça (Fazenda Água Limpa, Brasília, DF). A portion of this population was located in a waterlogged area of the gallery forest while the other portion was established in a well drained area. One year of field observations led to the conclusion that *C. langsdorffii* is intolerant to waterlogging, confirming the data obtained in experimental conditions.

BIBLIOGRAFIA

- ALENCAR, J. da C. 1982. Estudos sulviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* Hayne, Leguminosae, na Amazonia Central. 2. Produção de óleo-resina. *Acta Amazonica* 12 (1):75-89.
- ALONI, B. & ROSENSHTEIN, G. 1982. Effect of flooding on tomato cultivars: the relationship between proline accumulation and other morphological and physiological changes. *Physiol. Plant.* 56:513-517.
- ARAÚJO, G.M. 1984. Comparação do estado nutricional de dois cerradões em solos distróficos e mesotróficos no Planalto Central do Brasil. Dissertação de Mestrado. Brasília-DF, Universidade de Brasília.
- ASKEW, G.F.; MOFFATT, D.J. & MONTGOMERY, R.F. 1971. Soils and soil moisture as factors influencing the distribution of the vegetation formations of the Serra do Roncador, Mato Grosso. In: III Simpósio Sobre o Cerrado. Coord. M.G.Ferri, São Paulo, Ed. Edgard Blucher & Ed. da Universidade de São Paulo, pp. 150-160.
- BAWA, K. & KRUGMAN, S. 1986. Reproductive biology and genetics of tropical forest trees. In: Rain forest regeneration management. (M.Hadley, ed.). pp.22-28. Guri, The International Union of Biological Sciences.
- BERTONI, J.E. 1984. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta do interior do Estado de São Paulo: Reserva Estadual de Porto Ferreira. Dissertação de Mestrado. Campinas-SP, Universidade Estadual de Campinas.
- BRAGA, A. 1976. Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará. Mossoró-RN, Coleção Mossoroense.
- BURKART, A. 1943. Las leguminosas argentinas silvestres y cultivadas. Acme Agency Soc. de Resp. Ltda. Buenos Ayres, 590p.
- CARVALHO, D.A. de. 1987. Composição florística e estrutura de cerrados do sudoeste de Minas Gerais. Tese de Doutorado. Campinas-SP, Universidade Estadual de Campinas.
- CASTRO, A.A.J.F. 1987. Florística e Fitossociologia de um cerrado marginal brasileiro, Parque Estadual de Vaçununga, Santa Rita do Passa Quatro, SP. Dissertação de Mestrado. Campinas-SP, Universidade Estadual de Campinas.

- CAVASSAN, D. 1982. Levantamento fitossociológico da vegetação arbórea da mata da Reserva Estadual de Bauru, utilizando o método de quadrantes. Dissertação de Mestrado. Rio Claro-SP, Universidade Estadual "Júlio de Mesquita Filho".
- CESAR, D. 1988. Composição florística, fitossociológica e ciclagem de nutrientes em mata mesofítica semidecídua (Fazenda Barreiro Rico, Município Anhembi-SP). Tese de Livre Docência. São Paulo, Instituto de Biociências de Rio Claro, UNESP.
- CLEMENTS, J.; KIRK, A.M. & MILLS, P.D. 1978. The resistance to waterlogging of tree of *Eucalyptus* species. Effect of waterlogging and ethylene-releasing growth substance on *E. grandis* and *E. saligna*. *Oecologia* 34:125-131.
- COUTS, M.P. 1982. The tolerance of tree roots to waterlogging. V. Growth of woody roots of sitka spruce and lodgepole pine in waterlogging soil. *New Phytol.* 90:467-476.
- COUTS, M.P. & PHILIPSON, J.J. 1978. Tolerance of tree roots to waterlogging. I. Survival of sitka spruce and lodgepole pine. *New Phytol.* 80:63-69.
- CRAWFORD, R.M.M. 1982. Physiological responses to flooding. In: *Encyclopedia of plant physiology* (New series) (O.L.Lange; P.S.W. Nobel; C.B. Osmond; H. Ziegler, eds.)pp. 453-477. Volume 128, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- CRESTANA, C.de S.M. & GIANNOTTI, E. 1985. Biologia de polinização de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae), o "óleo de copaíba". V Congresso Anual da Sociedade Botânica de São Paulo. Botucatu-SP. Resumos.
- EITEN, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *Bot. Rev.* 38:1-341.
- EITEN, G. 1984. Vegetation of Brasilia. *Phytocoenologia* 12:271-292.
- ETHERINGTON, J.R. 1984. Comparative studies of plant growth and distribution in relation to waterlogging. *Journal of Ecology* 72:389-404.
- FELFILI, J.M.; MACHADO, J.W.B. & CABRAL, R.M. 1989. Estrutura fitossociológica e composição florística da mata do Capetinga na Fazenda Água Limpa (FAL) DF. *Revta brasil. bot.* (submetido).
- FERRI, M.G. 1976. Ecologia dos Cerrados. In: *Simpósio sobre o cerrado: Bases para utilização agropecuária*. Coord.

- M.G.Ferri, São Paulo-Belo Horizonte, Livraria Itatiaia & Editora da universidade de São Paulo, pp. 15-33.
- FREIRE, E.M. da S. 1979. Influência das propriedades do solo na distribuição das comunidades de vegetação em uma topossequência, em área da 2a. Superfície de erosão do Planalto Central brasileiro na Fazenda Água Limpa, Distrito Federal. Dissertação de Mestrado. Brasília-DF, Universidade de Brasília.
- GIANNOTTI, E. 1988. Composição florística e estrutura fitossociológica da vegetação de cerrado e de transição entre cerrado e mata ciliar da Estação Experimental de Itirapina (SP). Dissertação de Mestrado. Campinas-SP, Universidade Estadual de Campinas.
- GIBBS, P.E.; LEITÃO FILHO, H.F. & ABBOTT, R.J. 1980. Application of the point-centred quarter method in a floristic survey of an area of gallery forest at Mogi-Guaçu, SP, Brazil. *Revta brasil. bot.* 3:17-22.
- GOMES, F.P. 1963. Curso de Estatística Experimental. 2a. Ed., Piracicaba, SP, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- HARIDASSAN, M. 1988. Performance of *Miconia albicans* (SW) Triana, an aluminum accumulating species, in acidic and calcareous soils. *Commun. in soil sci. plant anal.* 19:(7-12):1091-1103.
- HARMS, W.R. 1973. Some effects of soils type and water regime on growth of tupelo seedlings. *Ecology* 54:188-193.
- HERINGER, E.P.; BARROSO, G.M. RIZZO, J.A. & RIZZINI, C.T. 1977. A flora do cerrado. In: IV Simpósio sobre o cerrado: bases para utilização agropecuária. Coord. M.G.Ferri, São Paulo-Belo Horizonte, Livraria Editora Itatiaia & Editora da Universidade de São Paulo, pp. 211-232.
- HOOKE, D.D.; LANGDON, O.G.; STUBS, J. & BRAWN, C.L. 1970. Effect of water regimes on the survival, growth and morphology of tupelo seedlings. *For. Sci.* 16:304-311.
- JACKSON, M.B. & CAMPBELL, D.J. 1975. Movement of ethylene from roots to shoots, a factor in the response of the tomato plants to waterlogging soil conditions. *New Phytol.* 74:397-406.
- JACKSON, M.B. & DREW, M.C. 1984. Effects of flooding on growth and metabolism of herbaceous plants. In: *Flooding and plant growth.* (T.T. Kozlowski, ed.), pp. 47-128. Academic Press, Orlando, Florida, USA.

- JOLY, C.A. 1982. Flooding tolerance mechanisms of some brazilian trees. Tese PhD. Saint Andrews, GB, University os Saint Andrews.
- JOLY, C.A. 1989. Flooding tolerance in tropical trees. In: Plant life under oxygen stress: Ecology, physiology and biochemistry (Jackson, M.B.; Davies, D.D.; Lambers, H. & Vartapetian, B.B. eds.) SBP Academic Publishing, The Hague (no prelo).
- JOLY, C.A. & CRAWFORD, R.M.M. 1982. Variation in tolerance and metabolic resposses to flooding in some tropical trees. J.Exp.Bot. 33:799-809.
- KAGEYAMA, P.Y. 1986. Estudo para implantações de matas ciliares de proteção da bacia hidrográfica do Passa Cinco visando a utilização para abastecimento público - Relatório de Pesquisa. DAEE/Universidade de São Paulo/ESALQ. 235p.
- KEELEY, J.E. 1979. Population differentiation along a flood frequency gradient: Physiological adaptations to flooding in *Nyssa sylvatica*. Ecological Monographs 49:89-108.
- KINZEL, H. 1983. Influence of limestone, silicates and soil pH on vegetation. In: Encyclopedia of plant physiology. (O.L.Lange; P.S.Nobel; G.B.Osmond & H.Ziegler, eds.), pp. 201-244. Spring-Verlag, New York.
- KLEIN, R.M. 1972. Árvores nativas da floresta subtropical do Alto Uruguai. Sellowia 24:9-62.
- KRAMER, P.J. & KOZLOWSKI, T.T. 1960. Physiology of woody plants. Academic Press, New York.
- KOZLOWSKI, T.T. 1984. Responses of woody plants to flooding. In: Flooding and plant growth. (T.T.Kozlowski, ed.), pp. 129-163. Academic Press, Orlando, Florida, USA.
- KUHLMANN, M. & KUHN, E. 1947. A flora do municipio de Ibiti. Vol.I, São Paulo, SP, Secretaria de Agricultura de São Paulo.
- LABOURIAU, L.F.G. 1963. Problemas da fisiologia ecológica dos cerrados. In: Simpósio sobre o cerrado. Coord. M.G.Ferri, São Paulo, Editora Edgard Blucher & Editora da Universidade de São Paulo, pp.203-241.
- LINHART, Y.B. & BAKER, I. 1973. Intra-population differentiation of physiological resposse to flooding in a population of *Veronica peregrina* L. Nature 242:275-276.

- MACHADO, J.W.B. 1985. Acumulação de alumínio em *Vochysia thyrsoidea* Pohl. Dissertação de Mestrado. Brasília-DF, Universidade de Brasília.
- MACHADO, J.W.B. & FERREIRA, M.B. 1977a Leguminosas arbóreas utilizadas como ornamentais no Distrito Federal. XXVIII Congresso Nac. Bot., Belo Horizonte, Anais, pp. 233-235.
- MACHADO, J.W.B. & FERREIRA, M.B. 1977b Espécies arbóreas nativas da região geo-econômica do DF utilizadas como ornamentais. XXVIII Congresso Nac. Bot., Belo Horizonte, Anais, pp. 237-239.
- MAINIERI, C. 1970. Madeiras brasileiras. São Paulo, SP, C.P.R.N. Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo.
- MATTHES, L.A.F.; LEITÃO FILHO, H.F. & MARTINS, F.R. 1980. Bosque dos Jequitibás (Campinas, SP): composição florística e estrutura fitossociológica do estrato arbóreo. V Congresso da SBSF. Anais:55-76.
- MOTTA JÚNIOR, J.C. & LOMBARDI, J.A. 1989. Aves como agentes dispersores da (*Copaifera langsdorffii*, Caesalpinioideae) em São Carlos, Estado de São Paulo. Ararajuba (no prelo).
- NEWSOME, R.D.; KOZLOWSKI, T.T. & TANG, Z.C. 1982. Responses of *Ulmus americana* seedlings to flooding of soil. Can. J. Bot. 60:1688-1695.
- OLIVEIRA, H.V. de. 1854. Systema de materia médica vegetal: o catálogo e classificação de todas as plantas brasileiras conhecidas. Eduardo & Henrique Laemmert, Rio de Janeiro, 280p.
- OLIVEIRA FILHO, A.T. & MARTINS, F.R. 1986. Distribuição, caracterização e composição florística das formações vegetais da Salgadeira, na Chapada do Guimarães (MT). Revta brasil. bot. 9:207-223.
- PAGANO, S.N. & LEITÃO FILHO, H.F. 1987. Estudo fitossociológico em mata semidecídua no município de Rio Claro (Estado de São Paulo). Revta brasil. Bot. 10:49-61.
- PINHO, R.A. 1965. Contribuição ao estudo anatômico do lenho secundário de árvores da flora dos cerrados. An.Acad.bras.Ci. 28:113-124.
- PIO CORREA, A.M. 1931. Dicionário das plantas úteis do Brasil. Vol. II, Rio de Janeiro, RJ, Ministério da Agricultura.

- PONAMPERUMA, F.N. 1984. Effects of flooding on soils. In: Flooding plant growth. (T.T.Kozlowski, ed.), pp. 10-46. New York, Academic Press.
- RAMIREZ, N. 1978. Dinámica, depredación de semillas y mecanismos de dispersión en *Copaifera pubiflora* Benth. (Leguminosae: Caesalpinioideae) Tesis Esc. Biología. Caracas, Universidad Central de Venezuela.
- RAMOS, P.C.M. 1989. Estudos fitossociológicos em uma floresta mesofítica semidecídua na Fercal. Dissertação de Mestrado. Brasília-DF, Universidade de Brasília.
- RATTER, J.A. 1980. Notes on the vegetation of Fazenda Água Limpa (Brasília, DF, Brazil). Royal Botanic Garden, Edinburgh, 111p.
- RATTER, J.A. 1987. Notes on the vegetation of the Parque Nacional do Araguaia (Brazil). Notes RBG Edinb. 44:311-342.
- RATTER, J.A.; RICHARDS, P.W.; ARGENT, G. & GIFFORD, D.R. 1973. Observation on the vegetation of northeastern Mato Grosso. I. The woody vegetation types of the Xavantina Caximbo expedition area. Phil. Trans. R. Soc. 226:449-492.
- RATTER, J.A.; ASKEW, G.P.; MONTGOMERY, R.F. & GIFFORD, DR. 1978. Observations of forests of some mesotrophic soils in Central Brazil. Revta brasil. Bot. 1:47-58.
- RATTER, J.A.; FURLEY, P.A. & HARIDASSAN, M. 1984. Uso de espécies indicadoras de solo mesotrófico no cerrado. XXXV Congresso Nac. Bot., Manaus (resumos).
- RATTER, J.A.; LEITÃO FILHO, H.F.; ARGENT, G.; GIBBS, P.E.; SEMIR, J.; SHEPHERD, G. & TAMASHIRO, J. 1988. Floristic composition and community structure of a southern cerrado area in Brazil. Notes RBG Edinb. 45:137-151.
- RIZZINI, C.T. 1963. A flora do cerrado. Análise florística das savanas centrais. In: Simpósio sobre o cerrado. Coord. M.G.Ferri, São Paulo, Editora Edgard Blucher & Editora da Universidade de São Paulo, pp. 127-177.
- RIZZINI, C.T. 1975. Contribuição ao conhecimento da estrutura do cerrado. Brasil Florestal 6:3-15.
- RIZZINI, C.T. 1977. Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira. Rio de Janeiro, RJ. SUPREN-IBGE.
- RIZZINI, C.T. 1979. Tratado de fitogeografia do Brasil. II. aspectos sociológicos e florísticos. São Paulo, Editora

Humanismo Ciência e Tecnologia & Editora da Universidade de São Paulo.

- RODRIGUES R.R. 1986. Levantamento florístico e fitossociológico das matas da serra do Japi, Jundiaí, SP. Dissertação de Mestrado. Campinas-SP, Universidade Estadual de Campinas.
- SENA GOMES, A.R. & KOZLOWSKI, T.T. 1980a. Responses of *Melaleuca quinquinervia* seedlings of flooding. *Physiol. Plant.* 49:373-377.
- SENA GOMES, A.R. & KOZLOWSKI, T.T. 1980b. Growth responses and adaptations of *Fraxinus pensylvanica* seedlings to flooding. *Plant Physiol.* 66:267-271.
- SENA GOMES, A.R. & KOZLOWSKI, T.T. 1980c. Effects of flooding on *Eucalyptus camaldulensis* and *Eucalyptus globulus* seedlings. *Oecologia* 46:139-142.
- SENA GOMES, A.R. & KOZLOWSKI, T.T. 1980d. Response of *Pinus halepensis* seedlings to flooding. *Can.J.For.Res.* 10:308-311.
- SILVA, J.B.N. & YARED, M.J.O. 1989. Composição florística e fitossociologia da mata do Monjolo - Reserva Ecológica do IBGE, Brasília-DF. Estágio Supervisionado em Florestas, Brasília-DF, Universidade de Brasília.
- STRUFFALDI-DI-VUONO, Y. 1985. Fitossociologia do estrato arbóreo da floresta da Reserva do Instituto de Botânica (São Paulo, SP). Tese de Doutorado. São Paulo-SP, Universidade de São Paulo.
- TALBOT, R.J. & ETHERINGTON, J.R. 1987. Comparative studies of plant growth and distribution in relation to waterlogging. XIII. The effect of Fe²⁺ on photosynthesis and respiration of *Salix caprea* and *S. cinerea* ssp. *oleifolia*. *New Phytol.* 105:563-574.
- TALBOT, R.J. ; ETHERINGTON, J.R. & BRYANT, J.A. 1987. Comparative studies of plant growth and distribution in relation to waterlogging. XII. Growth, photosynthesis capacity and metal ion uptake in *Salix caprea* and *S. cinerea* ssp. *oleifolia*. *New Phytol.* 105:563-574.
- TANG, Z.C. & KOZLOWSKI, T.T. 1982a. Physiological, morphological and growth responses of *Platanus occidentalis* seedlings to flooding. *Plant and Soil* 66:243-255.
- TANG, Z.C. & KOZLOWSKI, T.T. 1982b. Some physiological and growth responses of *Betula papyrifera* seedlings to flooding. *Physiol. Plant.* 55:415-420.

- TAUER, C.G. & McNEW, R.W. 1985. Inheritance and correlation of growth of shortleaf pine in two environments. *Silvae Genetica* 34(1):5-11.
- TAVARES, S. 1959. Madeiras do Nordeste do Brasil. Recife, Pe, Monografia IV, Unidade Regional de Pesquisa do Ministério da Agricultura.
- TOLEDO FILHO, D.V. de. 1984. Composição florística e estrutura fitossociológica da vegetação de cerrado no município de Luiz Antonio (SP). Dissertação de Mestrado. Campinas-SP, Universidade Estadual de Campinas.
- TSUKARA, H. & KOZLOWSKI, T.T. 1985. Importance of adventitious roots to growth of flooded *Platanus occidentalis* seedlings. *Plant and Soil* 88:123-132.
- VARTAPETIAN, B.B. 1978. Life without oxygen. In: *Plant life in anaerobic environments*. (D.D. Hook & R.M.M. Crawford, eds.), pp. 1-11. Ann Arbor. Sci. Publ. Ann. Arbor, Michigan, USA.
- VELOSO, H.P. 1948a. Considerações gerais sobre a vegetação do Estado de Goiás: notas preliminares sobre a fitossociologia do Planalto Central Brasileiro. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 46:89-124.
- VELOSO, H.P. 1948b. Fitofisionomia e algumas considerações sobre a vegetação do Centro Oeste brasileiro. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 46:813-852.
- WALDREN, S.; DAVIES, M.S. & ETHERINGTON, J.R. 1987. Comparative studies of growth and distribution in relation to waterlogging. XI. Growth of *Geum rivale* L. and *Geum urbanum* L. and soil chemical condition in experimentally flooded soil. *New Phytol.* 105:551-562.