

GODOY



SILVIA MARIA ANTUNES DE GODOY

GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO
INICIAL DE
Qualea cordata Spreng.

Este exemplar corresponde
à etapa final da tese
defendida pela candidata
Silvia Maria Antunes de
Godoy e aprovada pela
Comissão Julgadora.

04/03/91

Felipe

Tese apresentada ao Instituto
de Biologia da Universidade
Estadual de Campinas para a
obtenção do título de mestre
em Ciências Biológicas na área
de Biologia Vegetal.

ORIENTADOR: PROF. DR. GIL MARTINS FELIPPE

Campinas

1991

544
G548g

13588/BC

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

À memória de meu pai
Cláudio Geraldo de Godoy

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Gil Martins Felipe pela orientação dedicada, pela amizade e compreensão que em muito colaboraram para que fosse concluído este trabalho.

Às Professoras Dra. Ana Maria M. A. Lagôa, Dra. Lilian B. Zaidan e Dra. Maria de Fátima D. Aleixo Pereira, pela revisão crítica do trabalho.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo auxílio financeiro.

Aos amigos do Departamento de Fisiologia Vegetal, em especial a Eliana Akie Simabukuro, Felício R. Arasaki, Maria Teresinha Paulilo e Regina Miyuki Sasaki pela colaboração e companheirismo durante este período.

À minha mãe, Maria Elza Antunes de Godoy, a quem devo minha formação, desde os primeiros passos.

A Manoel Fernando Aveiro pelo constante apoio e incentivo.

A todos os meus amigos e familiares que, direta ou indiretamente, contribuíram para que fosse concluída mais esta etapa de minha vida.

ÍNDICE GERAL

INTRODUÇÃO	1
MATERIAL E MÉTODOS	10
RESULTADOS	22
1) A semente e sua germinação	22
2) Crescimento inicial da planta: casa de vegetação e campo	35
3) Crescimento inicial em solução nutritiva de Hoagland	50
4) Efeito da remoção de cotilédones	57
4.1) Remoção de cotilédones e aplicação de solução nutritiva (x)	57

4.2) Remoção de cotilédones em diferentes dias e aplicação de solução nutritiva em diferentes concentrações	67
4.3) Conteúdo de carboidratos - remoção de cotilédones	81
DISCUSSÃO	88
RESUMO	97
LITERATURA CITADA	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Padrões de remoção de cotilédones	18
Figura 2: Fruto e semente de <u>Q. cordata</u>	23
Figura 3: Corte logitudinal de um fruto de <u>Q. cordata</u> , mostrando a disposição de sementes claras e escuras interior	25
Figura 4: Embebição de sementes de <u>Q. cordata</u>	28
Figura 5: Germinação de sementes de <u>Q. cordata</u> sob luz branca constante	29
Figura 6: Padrões de coloração das sementes de <u>Q. cordata</u> em resposta ao teste do tetrazólio	32
Figura 7: Germinação de sementes de <u>Q. cordata</u> sob luz branca e escuro constantes	33
Figura 8: Germinação de sementes de <u>Q. cordata</u> coletadas em diferentes anos	34

Figura 9: Comprimento inicial de <u>Q. cordata</u>	36
Figura 10: Peso seco de plantas de <u>Q. cordata</u>	37
Figura 11: Crescimento relativo das plantas de <u>Q. cordata</u> ..	38
Figura 12: Taxa de assimilação líquida de plantas de <u>Q. cordata</u>	39
Figura 13: Conteúdo de açúcares solúveis ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de peso seco) em plantas de <u>Q. cordata</u>	40
Figura 14: Conteúdo de açúcares solúveis ($\mu\text{g}/\text{planta}$) em plantas de <u>Q. cordata</u>	42
Figura 15: Conteúdo de polissacarídeos solúveis em água ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de peso seco) em plantas de <u>Q. cordata</u> ..	43
Figura 16: Conteúdo de polissacarídeos solúveis em água ($\mu\text{g}/\text{planta}$) em plantas de <u>Q. cordata</u>	44
Figura 17: Conteúdo de amido ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de peso seco) em plantas de <u>Q. cordata</u>	45
Figura 18: Conteúdo de amido ($\mu\text{g}/\text{planta}$) em plantas de <u>Q. cordata</u>	46

Figura 19: Comprimento inicial de plantas <u>Q.cordata</u> em condições de campo	47
Figura 20: Peso seco de plantas de <u>Q.cordata</u> em condições de campo	49
Figura 21: Comparação entre o comprimento da raiz e da parte aérea de plantas de <u>Q.cordata</u> tratadas com solução nutritiva de Hoagland	51
Figura 22: Comprimento do eixo de plantas de <u>Q.cordata</u> tratadas com solução nutritiva de Hoagland	52
Figura 23: Comparação entre o peso seco da raiz e da parte aérea de plantas de <u>Q.cordata</u> tratadas com solução nutritiva de Hoagland	53
Figura 24: Peso seco do eixo de plantas de <u>Q.cordata</u> tratadas com solução nutritiva de Hoagland	54
Figura 25: Taxa de crescimento relativo de plantas de <u>Q.cordata</u> tratadas com solução nutritiva de Hoagland	56

Figura 26: Comprimento da parte aérea de plantas de <u>Q. cordata</u> tratadas com solução nutritiva de Hoagland sob o efeito da remoção de 1/2 + 1/2 cotilédone, em diferentes dias	68
Figura 27: Comprimento da parte aérea de plantas de <u>Q. cordata</u> tratadas com solução nutritiva de Hoagland x, sob o efeito da remoção de 1/2 + 1/2 cotilédone, diferentes dias	69
Figura 28: Peso seco da parte aérea de plantas de <u>Q. cordata</u> tratadas com solução nutritiva de Hoagland x/10, sob o efeito da remoção de 1/2 + 1/2 cotilédone, em diferentes dias	70
Figura 29: Peso seco da parte aérea de plantas de <u>Q. cordata</u> tratadas com solução nutritiva de Hoagland x, sob o efeito da remoção de 1/2 + 1/2 cotilédone, em diferentes dias	71
Figura 30: Comprimento da raiz de plantas de <u>Q. cordata</u> tratadas com solução nutritiva de Hoagland x/10, sob o efeito da remoção de 1/2 + 1/2 cotilédone, em diferentes dias	72

- Figura 31: Comprimento da raiz de plantas de Q. cordata, tratadas com solução nutritiva de Hoagland x, sob o efeito da remoção de 1/2 + 1/2 cotilédone, em diferentes dias 73
- Figura 32: Peso seco da raiz de plantas de Q. cordata, tratadas com solução nutritiva de Hoagland x/10, sob o efeito da remoção de 1/2 + 1/2 cotilédone, em diferentes dias 75
- Figura 33: Peso seco da raiz de plantas de Q. cordata, tratadas com solução nutritiva de Hoagland x, sob o efeito da remoção de 1/2 + 1/2 cotilédone, em diferentes dias 76
- Figura 34: Comprimento do eixo de plantas de Q. cordata, tratadas com solução nutritiva de Hoagland x/10, sob o efeito da remoção de 1/2 + 1/2 cotilédone, em diferentes dias 77
- Figura 35: Comprimento do eixo de plantas de Q. cordata, tratadas com solução nutritiva de Hoagland x, sob o efeito da remoção de 1/2 + 1/2 cotilédone, em diferentes dias 78

Figura 36: Peso seco do eixo de plantas de <u>Q.cordata</u> , tratadas com solução nutritiva de Hoagland x/10, sob o efeito da remoção de 1/2 + 1/2 cotilédone, em diferentes dias	79
Figura 37: Peso seco do eixo de plantas de <u>Q.cordata</u> , tratadas com solução nutritiva de Hoagland x, sob o efeito da remoção de 1/2 + 1/2 cotilédone, em diferentes dias	80
Figura 38: Conteúdo de açúcares solúveis ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de peso seco) em plantas de <u>Q.cordata</u> submetidas à remoção de 1/2 + 1/2 e 1 + 1 cotilédone	82
Figura 39: Conteúdo de açúcares solúveis ($\mu\text{g}/\text{planta}$) em plantas de <u>Q.cordata</u> submetidas à remoção de 1/2 + 1/2 e 1 + 1 cotilédone	83
Figura 40: Conteúdo de polissacarídeos solúveis em água ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de peso seco) em plantas de <u>Q.cordata</u> submetidas à remoção de 1/2 + 1/2 e 1 + 1 cotilédone	84
Figura 41: Conteúdo de polissacarídeos solúveis em água ($\mu\text{g}/\text{planta}$) em plantas de <u>Q.cordata</u> submetidas à remoção de 1/2 + 1/2 e 1 + 1 cotilédone	85

Figura 42: Conteúdo de amido ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de peso seco) em plantas de Q. cordata submetidas à remoção de 1/2 + 1/2 e 1 + 1 cotilédones 86

Figura 43: Conteúdo de amido ($\mu\text{g}/\text{planta}$) em plantas de Q. cordata submetidas à remoção de 1/2 + 1/2 e 1 + 1 cotilédone 87

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Análise química do solo de cerrado utilizado nos experimentos	15
Tabela 2: Tamanho das sementes claras e escuras de <u>Q. cordata</u>	24
Tabela 3: Distribuição de sementes claras e escuras dentro dos frutos de <u>Q. cordata</u>	27
Tabela 4: Inclinação das curvas de germinação de <u>Q. cordata</u> , calculada sobre a figura 5	30
Tabela 5: Comprimento (cm) da parte aérea de plantas de <u>Q. cordata</u> , tratadas com água e solução nutritiva de Hoagland e diferentes padrões de remoção de cotilédones	58
Tabela 6: Peso seco (mg) da parte aérea de plantas de <u>Q. cordata</u> , tratadas com água e solução nutritiva de Hoagland e diferentes padrões de remoção de cotilédones	60

Tabela 7: Comprimento (cm) da raiz de plantas de <u>Q. cordata</u> tratadas com água e com solução nutritiva de Hoagland e diferentes padrões de remoção de cotilédones	61
Tabela 8: Peso seco (mg) da raiz de plantas de <u>Q. cordata</u> tratadas com água e com solução nutritiva de Hoagland e com diferentes padrões de remoção de cotilédones	62
Tabela 9: Comprimento (cm) de plantas de <u>Q. cordata</u> tratadas com água e com solução nutritiva de Hoagland e com diferentes padrões de remoção de cotilédones	64
Tabela 10: Peso seco (mg) de plantas de <u>Q. cordata</u> tratadas com água e com solução nutritiva de Hoagland e com diferentes padrões de remoção de cotilédones	65

INTRODUÇÃO

O cerrado é uma vegetação peculiar que se classifica segundo um gradiente de biomassa (FERRI, 1983), o qual se faz em resposta a um gradiente edáfico (GOODLAND & POLLARD, 1973; LOPES & COX, 1977). Em ordem crescente de biomassa tem-se o campo sujo, campo cerrado, cerrado e cerradão, sendo as três primeiras formações campestres e a última uma formação florestal (FERRI, 1983; COUTINHO, 1990).

As regiões de cerrado distribuem-se em duas áreas principais: a área nuclear, envolvendo Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Distrito Federal e Minas Gerais, ocupando uma extensão de 1,5 milhão de km², aproximadamente; a área periférica, distribuída pela região Norte, na região Amazônica, região Nordeste, na região das Caatingas, e no sul do país, com sua maior parte situada no estado de São Paulo e seus últimos vestígios no Paraná, mais precisamente na cidade de Campo Mourão, a 24^o de latitude sul, ocupando cerca de 0,5 km² (FERRI, 1983).

A respeito da origem dos cerrados, existem diferentes hipóteses. Algumas destas se contrapõem em referência à participação do homem na formação dos cerrados brasileiros. FERRI (1973a) alega que, sendo uma vegetação tão especializada, o cerrado não poderia ter surgido através da ação do homem, exclusivamente. No entanto, em algumas regiões, o homem teria colaborado, criando

condições para que espécies de cerrado ocupassem habitats anteriormente ocupados por espécies de mata. LABORIAU *et al.* (1964) afirmam que a vegetação do cerrado não apresenta nenhuma característica recente ou transitória, visto a sua estabilidade ecológica.

As formas de cerrado são consideradas ecótonos de vegetação entre o campo sujo e o cerradão (COUTINHO, 1978). Enquanto a diversidade fisionômica entre tais formas é evidente para os pesquisadores da área, a diversidade florística traz alguma controvérsia entre certos autores, tais como FERRI (1975), que afirma serem as formas de cerrado semelhantes entre si floristicamente, e COUTINHO (1978) que sugere uma enorme diversidade fisionômica e florística entre as mesmas.

Os solos dos cerrados são extremamente ácidos e pobres em nutrientes. A acidez e a carência de nutrientes acompanham, em decréscimo, o gradiente fisionômico no sentido do campo sujo ao cerradão, o que ocorre também com o teor de alumínio, que diminui nos solos de cerradão em relação às outras formas (FERRI, 1975; LOPES & COX, 1977). Solos da mata Atlântica têm também apresentado níveis razoáveis de alumínio, sendo este considerado um fator responsável pelo crescimento anormal apresentado por espécies deste tipo de vegetação (GODBOLD *et al.*, 1988). Segundo GOODLAND (1971), o alumínio é a principal causa da acidez do solo do cerrado e, conseqüentemente, da deficiência mineral. O autor afirma também, serem as plantas de cerrado altamente adaptadas a altos teores de alumínio no solo. Existem espécies capazes de acumular

alumínio nas folhas, por exemplo Miconia ferruginata, Qualea grandiflora, Q. multiflora, Q. parviflora (HARIDASAN, 1982). Tais espécies apresentaram níveis normais de Ca, Mg e Zn, o que não seria esperado uma vez que, pela presença do alumínio no solo e, conseqüentemente, pela sua acidez, a disponibilidade destes elementos torna-se deficiente. Portanto, as espécies são adaptadas ao ponto de superar a interferência do alumínio na alocação de elementos. MEDEIROS & HARIDASAN (1985) mostraram que espécies não acumuladoras apresentam um nível de, no máximo, 0,08% de alumínio em suas folhas, enquanto espécies acumuladoras apresentam sempre um nível de alumínio superior a 0,9%. Quanto às espécies não acumuladoras de alumínio, HARIDASAN (1982) sugere que tenham a capacidade de evitar a alocação deste elemento, enquanto as espécies acumuladoras parecem inativá-lo. Ao mesmo tempo que é resistente ao alumínio, a vegetação que ocupa a região dos cerrados é capaz de tolerar a acidez do solo, bem como a carência de nutrientes (FERRI, 1975).

O fogo é um fator importante na manutenção das regiões de cerrado. As formas campestres, principalmente o campo sujo, são bem mais sujeitas às queimadas que o cerradão. Com base neste fato, GOODLAND & POLLARD (1973) sugerem que a fertilidade do solo não é causa direta do gradiente fisionômico, alegando que diferenças de fertilidade e de fisionomia podem ter surgido em virtude de queimadas e devastações. As queimadas, de alguma forma, influenciam o ciclo de nutrientes, ou por remineralizar rapidamente a biomassa aérea, depositando sobre o solo as cinzas resultantes,

ou por favorecer a dispersão de nutrientes para a atmosfera através da fumaça (COUTINHO, 1979). A queimada ocasional parece ser favorável à manutenção do cerrado. Em uma região que, já há algum tempo, vinha sendo protegida do fogo, uma queimada promoveu um surto de crescimento. Tal fato, ocorrido em Emas, município de Pirassununga, teria sido uma consequência da ação das cinzas, a qual teria proporcionado um crescimento mais intenso que o habitual nas plantas sobreviventes (FERRI, 1973b).

As plantas de cerrado, em sua maioria, apresentam características xeromórficas, o que levou os primeiros observadores da flora dos cerrados a pensarem que tais características fossem uma adaptação à falta de água (ARENS, 1963). Desde a época de Warming, botânico dinamarquês que descreveu os cerrados brasileiros em seu livro "Lagoa Santa", o cerrado era considerado uma vegetação xerófita pela falta de água na região (WARMING & FERRI, 1973). Tal consideração persistiu durante cinquenta anos e a causa disto seria supostamente, o longo período de seca ao qual a região é submetida, e em que as queimadas são frequentes (GOODLAND, 1971). Em um trabalho realizado no cerrado de Emas, FERRI (1944) mostrou que, entre as plantas por ele estudadas, mesmo durante a época da seca, não havia um grande déficit de água, sendo que os estômatos permaneciam abertos o dia todo. A partir disto, observou que a seca atinge o solo da região em seus dois ou três metros de profundidade e que, em profundidades maiores do que esta, há umidade durante todo o ano. Os solos de cerrado, em geral, são bastante profundos (RANZANI, 1963) e, uma

vez que a maioria das plantas lenhosas do cerrado tem um sistema radicular bem desenvolvido, atingindo grandes profundidades, a transpiração pode ocorrer livremente, mesmo na estação seca (FERRI, 1944; GOODLAND, 1971).

Portanto, as características xeromórficas apresentadas pelas plantas dos cerrados não indicam que se trata de uma vegetação xérica (GOODLAND, 1971). O escleromorfismo apresentado por tais plantas é ainda mais acentuado do que o apresentado por plantas de caatinga, as quais se encontram em um habitat muito mais seco. Estas, no entanto, são fisiologicamente muito mais bem adaptadas a viverem em habitats secos, mostrando que a adaptação morfológica não é tão importante quanto a adaptação fisiológica (FERRI, 1973b). A oligotrofia mineral parece ser um fator esclarecedor para a existência do escleromorfismo em plantas de cerrado. A baixa disponibilidade de nutrientes nos solos acarreta uma produção deficiente de proteínas por parte das plantas, levando-as a apresentarem um crescimento que foge aos padrões normais apresentados pelos vegetais. Por outro lado, as plantas de cerrado podem realizar o máximo de fotossíntese por manterem seus estômatos abertos durante todo o dia. No entanto, a utilização dos produtos da fotossíntese é limitada pelo oligotrofismo mineral, e o excesso destes produtos na planta provoca o aparecimento de caracteres escleromórficos (ARENS, 1963; LOPES & COX, 1977). Segundo GOODLAND (1971), o escleromorfismo não é causado exclusivamente pelo oligotrofismo mineral, podendo os fatores luminosidade, fogo e seca exercerem certa influência na determinação de tais caracte-

terísticas.

A deficiência de zinco apresentada pelos solos de cerrado, causa uma produção deficiente de triptofano, que é precursor do ácido indolil-3-acético. Sendo assim, este hormônio de crescimento torna-se escasso nas plantas de cerrado fazendo com que a parte aérea das mesmas tenha um crescimento diminuído, enquanto o sistema radicular desenvolve-se intensamente (FERRI, 1975).

POGGIANI (1971), em seu trabalho sobre a atividade AIA-oxidásica em Stripnodendron adstringens, uma espécie típica de cerrado, sugeriu que a diminuição da atividade desta enzima com o desenvolvimento da planta possa indicar um aumento do nível de AIA na raiz, ativando o seu alongamento.

ARASAKI & FELIPPE (1990) mostraram que, em plantas de Kielmeyera coriacea, a altura da planta em início de desenvolvimento deve-se, em maior parte, ao comprimento da raiz. Com exceção das plantas analisadas no primeiro mês de desenvolvimento, o peso fresco da raiz sempre se mostrou maior que o da parte aérea. Ainda com relação a K. coriacea, DIONELLO (1978) constatou que, com seis meses de idade, as plantas apresentavam uma raiz principal de cerca de 75cm e um caule de aproximadamente 20cm de comprimento. SELF (1989) observou que a parte aérea de plantas de K. coriacea mostra uma taxa de crescimento relativo superior a da raiz entre os 30^o e 50^o dias de crescimento. Segundo o autor, este fato ocorre devido ao rápido crescimento das folhas. Neste mesmo período, ocorrem os estágios iniciais de formação do xilopódio e, a partir disto, a taxa de crescimento das folhas diminui

rapidamente, enquanto o crescimento da raiz e do xilopódio aumenta no decorrer do experimento.

LABORIAU *et al.* (1964) observaram a incidência de germinação de sementes em condições naturais de cerrado, além da ocorrência de indivíduos de porte intermediário entre as plantas recém-germinadas e os adultos, sugerindo assim que a afirmação de que as espécies de cerrado raramente se reproduzem por sementes, não corresponde à realidade. A ocorrência de reprodução por sementes também foi observada em uma população de Simarouba amara. Segundo RAW & HAY (1985), este fato é evidenciado pela presença de pequenos indivíduos espalhados a mais de 500m de distância da população estudada.

A germinação de sementes de plantas de cerrado em condições de laboratório passou a ser estudada por alguns pesquisadores a partir de 1963. Mesmo assim, são poucos os trabalhos sobre a fisiologia da germinação de plantas do cerrado (FELIPPE & SILVA, 1984). Alguns trabalhos mostram a tendência das sementes de espécies do cerrado necessitarem de um processo de escarificação para que possam germinar. É o caso de sementes de Rapanea guianensis (JOLY & FELIPPE, 1979a), Zornia reticulata (FELIPPE, 1984) e Qualea grandiflora (FELIPPE, 1990a). Tal fato talvez represente uma adaptação das espécies em relação às condições adversas apresentadas pelas regiões de cerrado, no que diz respeito aos pré-requisitos necessários para a embebição e posterior germinação das sementes. Quanto à influência da luz sobre a germinação, observa-se que a maior parte das espécies de cerrado estudadas é

indiferente a este fator. Existem, no entanto, casos como o de Bidens gardneri que é fotoblástica positiva quando recém-coletada (FELIPPE, 1990b) e o de Zornia reticulata que se mostrou fotoblástica negativa em relação à velocidade de germinação, à temperatura de 25°C. A 15°C as sementes são fotoblásticas negativas, tanto em relação à velocidade de germinação, quanto à germinação final e, a 35°C, as sementes passaram a ser indiferentes à luz (FELIPPE, 1984). Esta interação entre luz e temperatura foi também mostrada em Dalbergia miscolobium, que se mostrou fotoblástica negativa a 15 e 30°C, fotoblástica positiva a 40°C e indiferente a 10, 20, 25 e 35°C (ARASAKI & FELIPPE, 1987).

O gênero Qualea, pertencente à família Vochysiaceae, tem espécies amplamente distribuídas pelos cerrados brasileiros, como por exemplo Qualea grandiflora, que ocorre tanto em cerrado como em cerradão (FELIPPE, 1990a). As espécies de Qualea, de hábito arbustivo-arbóreo, em geral, perdem suas folhas uma vez por ano, a partir da metade da estação seca, sendo que os brotos foliares surgem logo após a queda das folhas (STAFLEU, 1953). O gênero possui oito espécies (RIZZINI, 1963), das quais Q. grandiflora é utilizada no fornecimento de madeira para postes na região geoeconômica do Distrito Federal e Q. cordata fornece material corante, extraído da madeira e utilizado pelas tecelãs da região central (HERINGER, 1974).

Sendo o cerrado uma vegetação com características tão peculiares e ocupando um território tão amplo no Brasil, há um interesse muito grande em estudar as espécies que se desenvolvem nes-

te ambiente. Pelas condições adversas que caracterizam o solo do cerrado, a região oferece diversas barreiras ao seu aproveitamento para a agricultura. Desta forma, a pesquisa básica, realizada sob aspectos fisiológicos ou ecológicos das espécies características da região, proporciona o conhecimento das adaptações que lhes permitem superar os fatores que são limitantes para o desenvolvimento de espécies melhoradas. Além disso, os estudos sobre o crescimento de espécies do cerrado é de fundamental importância para a viabilização de projetos de reflorestamento de áreas, principalmente quando se trata de espécies menos abundantes, as quais sofrem o risco de desaparecerem de certas regiões.

O objetivo deste trabalho é analisar alguns aspectos da germinação, em laboratório, e do crescimento inicial, em casa de vegetação e na Estação Experimental do Instituto Florestal no cerrado de Itirapina, de Qualea cordata, uma espécie de cerrado cujo gênero é de ampla distribuição em todo o território ocupado por este tipo de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

A espécie utilizada neste trabalho foi Qualea cordata Spreng., sendo que as sementes, utilizadas em todos os experimentos, foram coletadas em uma região de cerrado pertencente à Área de Proteção Ambiental (APA), no município de Itirapina, estado de São Paulo. As coletas dos frutos (sempre maduros) foi feita em julho de 1988, 1989 e 1990. Logo após serem coletadas, as sementes foram estocadas em sacos plásticos transparentes à temperatura ambiente.

Foram contadas 100 amostras de sementes do lote total coletado em 1988, as quais eram retiradas do saco aleatoriamente, sem que houvesse um número certo de sementes em cada amostra. Procurou-se, todavia, manter sempre um número ao redor de 100 sementes. Em cada amostra determinou-se a porcentagem de sementes claras e escuras.

A produção de sementes claras e escuras foi analisada também em frutos coletados no ano de 1989. Para tal análise, 20 árvores foram marcadas no campo. Cada uma delas teve 10 frutos coletados quando maduros, mas ainda fechados. Estes foram guardados em sacos de papel, individualmente, e deixados à temperatura ambiente. Depois dos frutos estarem abertos, foi verificada a porcentagem de sementes claras e escuras em cada um deles.

A distribuição das sementes no interior dos frutos foi observada em 20 destes. Para isto, os mesmos foram cuidadosamente cortados ao meio, e foi observada a presença de sementes claras em cada lóculo dos frutos, além do número de sementes claras e escuras no fruto como um todo.

Foi medido o comprimento e a maior largura de 20 frutos. As sementes foram analisadas quanto a suas dimensões e seu peso. Para tal, 200 sementes separadas ao acaso foram, uma a uma, medidas em comprimento e maior largura e pesadas em balança analítica.

Para o estudo de embebição, foram utilizados lotes de sementes escuras, sementes claras intactas, sementes claras nuas (após escarificação manual), sementes claras parcialmente escarificadas, as quais foram obtidas com um pequeno corte feito no envoltório, na base das sementes. Cada lote continha 10 sementes. Estas foram pesadas individualmente (peso inicial). As sementes foram então, submersas em água destilada a 25°C e, após secagem com papel de filtro, pesadas em balança analítica (peso final), em intervalos de 15 minutos e, após uma estabilização do peso, de 30 e 60 minutos.

A porcentagem de embebição foi calculada através da seguinte fórmula:

$$\% \text{ embebição} = \frac{\text{peso final} - \text{peso inicial}}{\text{peso inicial}} \times 100$$

Os experimentos de germinação foram montados em placas de Petri de 9cm de diâmetro, as quais eram mantidas em câmaras de germinação Fanen, a 25°C. As placas eram forradas com folha dupla de papel de filtro umedecido com 4ml de água destilada e 1ml de solução de micostatina 500 U/ml para impedir o crescimento de fungos. Com exceção do experimento de viabilidade, em que foram feitas 3 repetições, todos os experimentos de germinação tiveram 5 repetições com 50 sementes em cada placa. A contagem de sementes germinadas foi feita diariamente. A protrusão da radícula foi considerada como parâmetro para a detecção da germinação.

O efeito de luz e escuro na germinação foi verificado em sementes intactas, sendo a condição de escuro obtida com a colocação das placas de Petri em sacos plásticos pretos. A contagem de sementes germinadas no escuro foi feita sob luz verde de segurança.

Foi estudada a germinação de sementes intactas e escarificadas, sob luz branca. Foram utilizadas sementes nuas, obtidas ou por escarificação manual ou por escarificação com ácido sulfúrico concentrado. Após permanecerem 5 minutos submersas no ácido, as sementes foram lavadas com água corrente durante 24h. As sementes parcialmente escarificadas foram obtidas da maneira já descrita para o experimento de embebição. Sementes intactas foram usadas como controle.

A verificação da viabilidade, através do teste do tetrazólio (DELOUCHE et al., 1962), de sementes intactas e nuas (estas escarificadas manualmente) foi feita com a submersão de 10 sementes

em solução de tetrazólio a 1%. Tais sementes foram mantidas sob escuro, a 30°C, durante 48h, antes de se verificar o padrão de coloração.

A verificação da viabilidade de sementes, em função da data de coleta, foi feita pela porcentagem de germinação de sementes coletadas em 1988, 1989 e recém-coletadas em 1990, sob luz branca constante.

Para a verificação da presença de embrião foram montadas lâminas histológicas. Para isto, as sementes eram tratadas por uma adaptação feita a partir de método de preparação de folhas para estudo da venação (FELIPPE & ALENCASTRO, 1966). O tratamento inicial compreendeu as seguintes etapas: embebição em água destilada por 24h; fixação em FAA 50 (álcool etílico 50%, formol e ácido acético, na proporção 18:1:1 v/v), sendo as sementes colocadas sob condição de vácuo por 24h, para a retirada do ar; desidratação com álcool etílico 50% por 12h, seguido de álcool etílico 70% também por 12h no mínimo. Foi então feita a clarificação e coloração das sementes, do seguinte modo: as sementes foram inicialmente submersas em solução de NaOH 5% (Hidróxido de Sódio), a qual era trocada diariamente, até que se tornassem transparentes. Posteriormente foi feita lavagem com água destilada, a qual foi colocada no recipiente onde encontravam-se as sementes e trocadas 4 vezes. As sementes foram então submersas em água sanitária 20% até que ficassem bem claras. Novamente foi feita a lavagem com água destilada, da mesma forma descrita anteriormente. As etapas de submersão em álcool etílico 70% e, posteriormente, em álcool

etílico absoluto foram feitas consecutivamente, por 2h cada uma. O corante utilizado para a coloração das sementes foi: safranina a 1% em solução de álcool etílico absoluto e xilol (1:1 v/v). As sementes permaneceram submersas neste corante até que adquiriram uma coloração não excessiva. Quando, eventualmente, houve excesso de coloração, as sementes foram submersas em xilol puro durante 2h. A montagem das lâminas foi feita com Bálsamo do Canadá e as mesmas foram colocadas em estufa a 40°C para secagem.

Foi feita a análise de crescimento inicial de plantas de Q. cordata crescidas em casa de vegetação e na Estação Experimental do Instituto Florestal, no cerrado de Itirapina.

Para os experimentos conduzidos em casa de vegetação, uma amostra de terra de cerrado, coletada em uma região do município de Itirapina (análise química na tabela 1), foi peneirada e colocada em sacos plásticos de 25cm de comprimento por 4cm de largura, com dois pequenos orifícios em sua extremidade inferior. Os sacos plásticos, cheios de terra, foram colocados, 5 a 5, em recipientes que, permanentemente, continham um volume de aproximadamente 300ml de água ou solução nutritiva de Hoagland (HOAGLAND & ARNON, 1938), conforme o experimento. As plântulas foram colocadas na terra, uma em cada saco plástico, no 10º dia após o início da embebição, que ocorreu nas mesmas condições já descritas para os experimentos de germinação. Para a retirada das plantas, sem

Tabela 1: Análise química do solo de cerrado utilizado nos experimentos.

Análise realizada no Instituto Campineiro de Análise de solo e adubo.

TFSA: terra fina seca ao ar; CTC: capacidade de troca catiônica; S: soma de bases; V%: saturação de bases.

PH	PH	%	ppm				
CaCl ₂	água	carbono	P	P resina			
4,0	4,7	0,8	3,0	2,0			
meq/100ml TFSA							
K	Ca	Mg	Al	H	S	CTC	V%
0,03	0,3	0,1	0,7	1,7	0,43	2,83	15,1

que estas fossem danificadas, os sacos eram rompidos verticalmente e a terra era removida delicadamente com água, para evitar a perda de fragmentos da raiz.

Em outros experimentos, em casa de vegetação, plantas de Q. cordata foram tratadas com solução nutritiva de Hoagland a partir de sua transferência para terra de cerrado. Os tratamentos consistiram em fornecimento às plantas de solução nutritiva em concentração normal (x), solução nutritiva diluída duas vezes (x/2) e solução nutritiva concentrada duas vezes (2x). Plantas tratadas com água foram consideradas como controle.

Foi também verificado o padrão de crescimento das plantas de Q. cordata sob o efeito de diferentes padrões de remoção de cotilédones (figura 1). Os cotilédones foram removidos com tesoura e, de acordo com os experimentos, eram feitas remoções em diferentes dias de crescimento, ou em um único dia, sendo que a primeira ou única remoção foi sempre feita no 10º dia de crescimento, após o início da embebição. Foi testada a interação dos tratamentos de remoção de cotilédones e solução nutritiva (x). Plantas tratadas com água e sem remoção de cotilédones foram consideradas como controle. Foi verificada também a interação da solução nutritiva em duas concentrações diferentes (x e x/10) e diferentes dias de remoção de cotilédones. Neste caso, as plantas que não sofreram remoção de cotilédones foram consideradas controle. Além disso foi verificada a interação de dois tipos de remoção de cotilédones e diferentes dias de tratamento. Tais experimentos foram todos conduzidos em casa de vegetação.

Para analisar o efeito dos tratamentos, as plantas foram coletadas e foram feitas medidas de comprimento da raiz e da parte aérea, com régua milimetrada. Posteriormente, as plantas eram colocadas em estufa a 80°C, onde permaneciam por 48h, pelo menos. Para a pesagem das plantas, depois de secas, foi utilizada balança analítica. Os valores do eixo (planta toda, com exceção dos cotilédones) foram obtidos pela soma das duas partes.

A matéria seca acumulada pela planta, em intervalos de tempo, foi observada através da taxa de crescimento relativo (TCR), calculada segundo WILLIAMS (1946), pela fórmula:

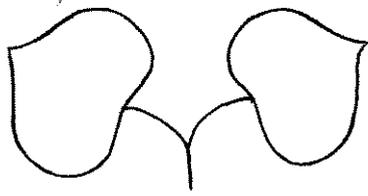
$$TCR = (\ln P_2 - \ln P_1) \cdot (t_2 - t_1)^{-1}$$

onde P_2 e P_1 são peso seco nos tempos t_2 e t_1 , respectivamente. Os resultados são apresentados em $mg \cdot mg^{-1} \cdot dia^{-1}$.

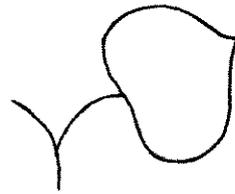
Ainda segundo WILLIAMS (1946), foi calculada a taxa de assimilação líquida (TAL), para uma estimativa da fotossíntese, em intervalos de tempo:

$$TAL = \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{A_2 - A_1} \cdot \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1}$$

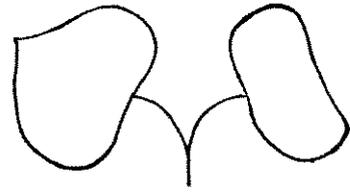
onde A_2 e A_1 são área foliar nos tempos t_2 e t_1 , respectivamente, e P_2 e P_1 são peso seco das folhas nos tempos t_2 e t_1 , respecti-



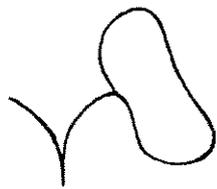
$0 + 0$
(intacta)



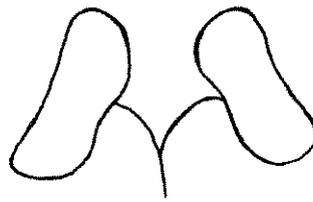
$1 + 0$



$0 + 1/2$



$1 + 1/2$



$1/2 + 1/2$



$1 + 1$

Figura 1: Padrões de remoção de cotilédones.

vamente. A unidade utilizada para os valores obtidos foi $\text{mg.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$. A área das folhas foi obtida pela comparação do peso do contorno das mesmas, feito em papel sulfite, com o peso médio de 10 quadrados do mesmo papel com 1cm^2 de área.

Para a extração de carboidratos, as plantas foram previamente liofilizadas por, pelo menos, 16h. As extrações foram feitas segundo McCREADY et al. (1950), em cotilédones, parte aérea e raiz (os valores do eixo foram obtidos pela soma dos dados de parte aérea e raiz). Os volumes de solventes utilizados variaram de acordo com o peso seco das partes das plantas (em média, 1ml de solvente para 5mg de tecido). O tecido foi inicialmente macerado em MCW (metanol, clorofórmio e água, na proporção 12:5:3 v/v), e o extrato centrifugado por 10min. a 2000rpm (82,9g), após o que, o sobrenadante foi guardado e o precipitado ressuspendido em MCW, repetindo o mesmo procedimento. O sobrenadante resultante desta centrifugação foi adicionado ao primeiro, formando um único extrato. O precipitado foi ressuspendido em solução de etanol 10%. Do extrato resultante das duas centrifugações com MCW, retirou-se uma alíquota de 4ml, à qual foram adicionados 1ml de clorofórmio e 1,5ml de água destilada. A mistura foi mantida em repouso, até que fosse possível separar a fase aquosa na qual se encontravam os açúcares solúveis. O precipitado ressuspendido em etanol 10% foi centrifugado por 10min., a 2000rpm. O sobrenadante foi guardado e o precipitado, mais uma vez, ressuspendido em etanol 10%, repetindo o procedimento. A mistura dos dois sobrenadan-

tituiu a fração de polissacarídeos solúveis em água (PSA). O precipitado foi então ressuspendido em ácido perclórico 30% e centrifugado a 2000rpm, por 10 min.. Guardado o sobrenadante, a operação foi repetida, obtendo-se assim a fração que continha amido.

A quantificação dos carboidratos foi feita pela dosagem com antrona, segundo UMBREIT et al. (1964). Uma alíquota de 1ml do extrato foi misturada com 2ml de solução de antrona 0,2% em ácido sulfúrico concentrado e, após agitação, a mistura foi aquecida em banho-maria a 100°C, por 5min.. Posteriormente, foi medida a absorbância das amostras em espectrofotômetro Micronal, a 620nm. Os valores obtidos para amido foram multiplicados pelo fator de correção 0,9. A curva padrão foi feita com solução de dextrose em concentrações que variaram de 20 a 100µg/ml.

O experimento conduzido na Estação Experimental do Instituto Florestal, no cerrado de Itirapina foi, convencionalmente, designado experimento de campo. A mesma terra utilizada nos experimentos de casa de vegetação foi colocada em sacos plásticos de 43cm de comprimento por 19cm de largura, também com orifícios em sua extremidade inferior. Os sacos foram colocados sob sombrite e, em cada um foram colocadas 5 plantas, 10 dias após iniciada a embebição. A obtenção das plantas foi feita da mesma forma que nos experimentos de casa de vegetação.

Na casa de vegetação, a porcentagem de radiação, em relação à área livre foi de 64% e no campo, sob sombrite, a radiação era 50% do total. Tais dados foram obtidos por medida da radiação com quantômetro DataLogger LI 1000.

Toda a análise estatística foi feita segundo SNEDECOR (1962).

As médias são acompanhadas por limite de confiança ($\bar{x} \pm 1c$) ao nível de 5%.

Somente os valores de porcentagem de germinação foram transformados em valor angular (arco seno \sqrt{x}) para análise de variância simples, em que se utilizou o teste F. Para os experimentos em que foram aplicados dois tratamentos simultaneamente, os dados foram analisados por análise fatorial. A diferença mínima significativa (DMS) foi determinada ao nível de 5%, quando os valores de F foram significativos a 0,1%, 1% ou 5%, e utilizada para a verificação das diferenças entre os valores de cada tratamento, a cada dia, pelo teste de TUKEY.

O teste t foi utilizado nos casos em que havia apenas um tratamento além do controle.

As diferenças significativas determinadas pela estatística são representadas por letras nas figuras e tabelas.

A inclinação da curva de germinação foi obtida pelo cálculo do coeficiente de regressão, para o qual utilizou-se os valores da fase exponencial.

RESULTADOS

1) A semente e sua germinação

As sementes de Qualea cordata podem ser separadas, a olho nu, em dois grupos: claras e escuras. Estas últimas são muito friáveis.

A contagem de sementes coletadas em 1988 mostrou que, de um total de 11397 sementes, 17,7% eram claras e 82,3% eram escuras. Dados semelhantes a estes foram obtidos com sementes coletadas em 1989. Neste caso, em que foram coletados 10 frutos de cada uma das 20 árvores marcadas, cada um possuía $23,5 \pm 0,5$ sementes no total (claras e escuras), das quais $4,2 \pm 0,6$ (16,5%) eram claras e $19,7 \pm 0,5$ (83,5%) eram escuras.

A figura 2 apresenta frutos, semente escura, semente clara e detalhe da semente clara, evidenciando o embrião.

Os frutos têm, em geral, $2,6 \pm 0,8$ cm de comprimento e $1,5 \pm 0,04$ cm de largura. Os valores de peso, comprimento e largura de sementes claras e escuras são mostrados na tabela 2.

Dentro dos frutos, as sementes claras, invariavelmente, apresentam-se dispostas na região do fruto próxima ao pedúnculo (figura 3). As sementes claras estão sempre presentes em, pelo menos, um dos lóculos de cada fruto, não tendo sido observados

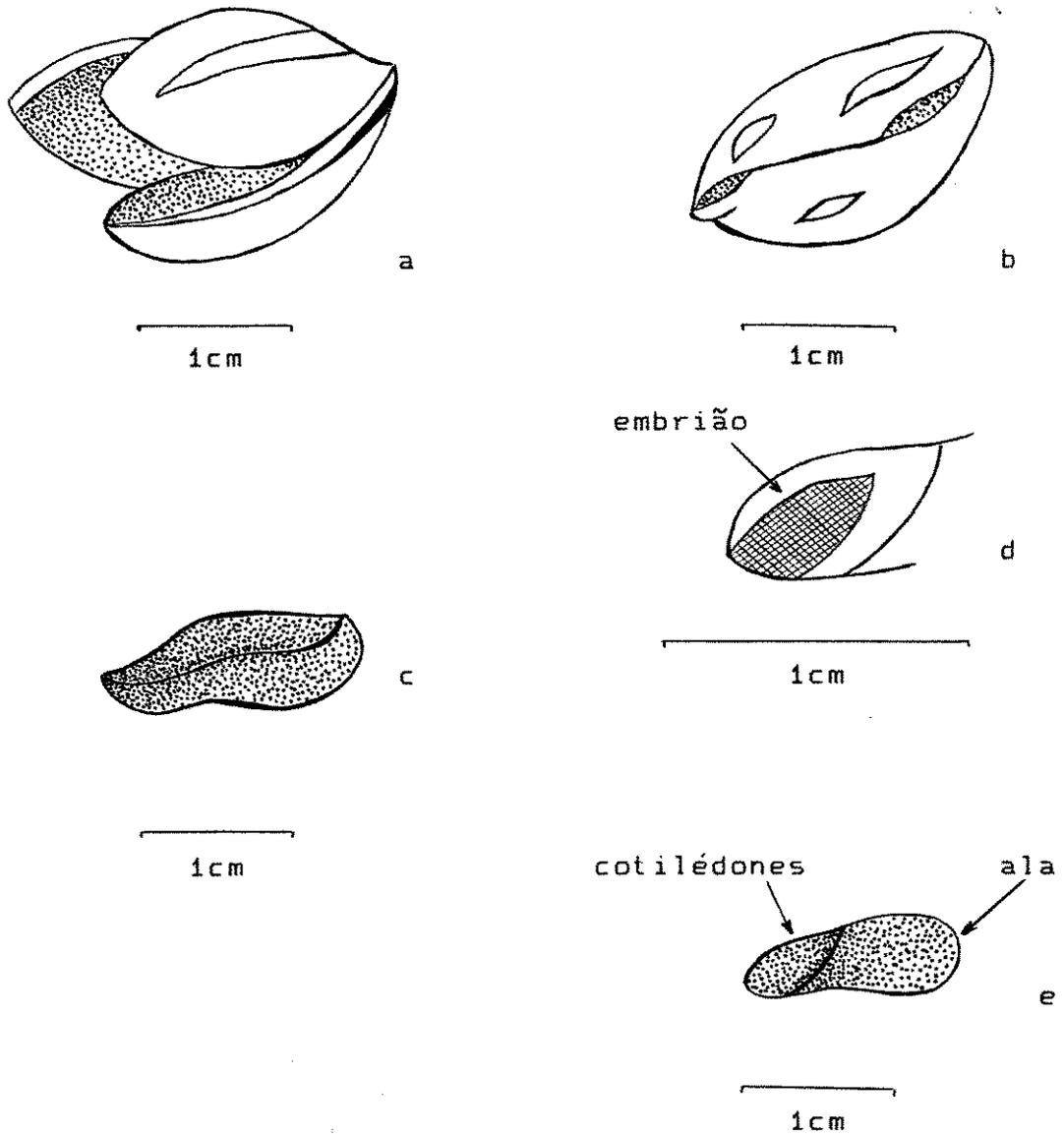


Figura 2: Fruto e semente de *Q. cordata*.

(a) fruto aberto; (b) fruto fechado; (c) semente escura; (d) semente clara/ embrião; (e) semente clara.

Tabela 2: Tamanho das sementes claras e escuras de Q. cordata.

Letras indicam comparação pelo teste t.

Sementes	Peso (mg)	Comprimento (cm)	Largura maior (cm)
	$\bar{X} \pm 1c$		
Claras	14,5±0,5a	1,4±0,03a	0,43±0,01a
Escuras	15,1±1,0a	1,1±0,02a	0,38±0,01a

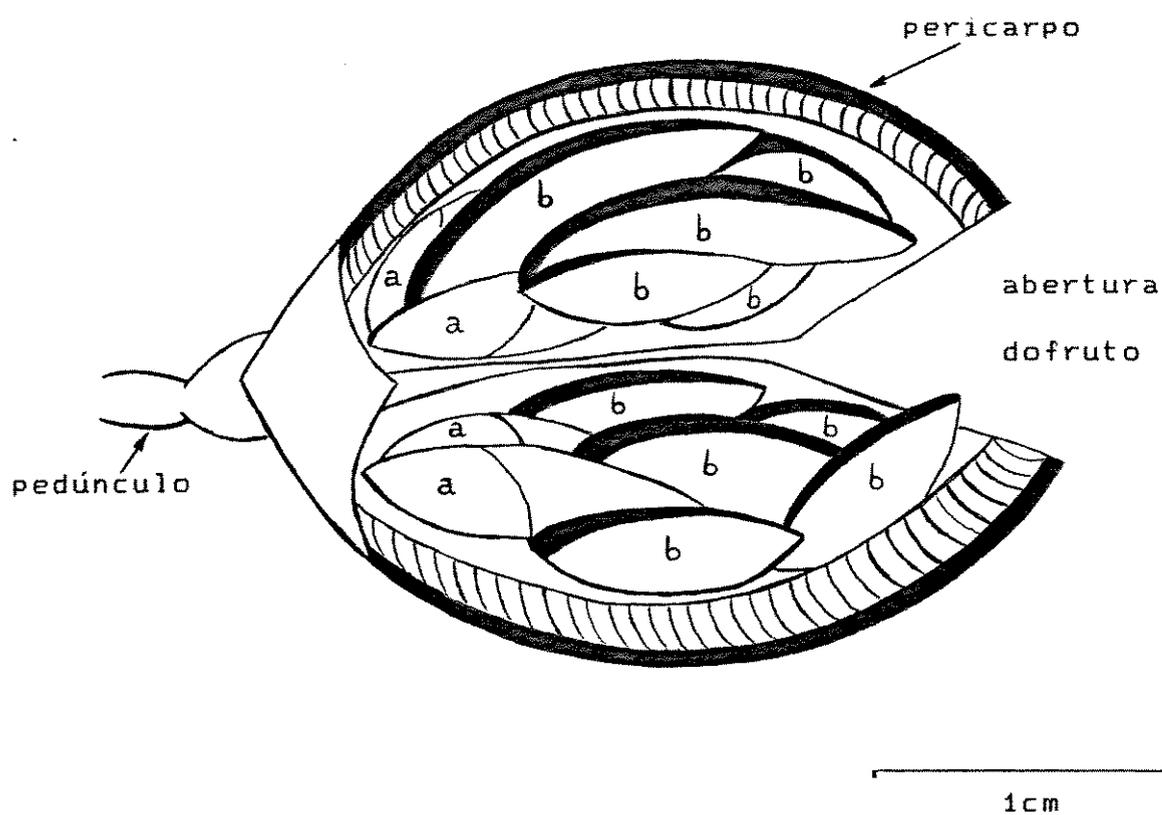


Figura 3: Corte logitudinal de um fruto de *Q. cordata*, mostrando a disposição de sementes claras e escuras em seu interior.

(a) sementes claras; (b) sementes escuras.

casos, portanto, em que os frutos apresentassem exclusivamente sementes escuras (tabela 3).

A embebição de sementes claras nuas, por escarificação manual, praticamente completa-se nos primeiros 30 minutos (figura 4). Nas sementes claras intactas e claras parcialmente escarificadas, a embebição ocorreu mais lentamente, mas atingiu uma taxa final igual às nuas, após 4 horas de embebição. As sementes escuras passam por um processo de embebição o qual, no entanto, atinge uma taxa inferior às demais.

De acordo com a figura 5, a escarificação parcial das sementes claras favoreceu o início da germinação. No entanto, a inclinação da curva de germinação destas, pelo cálculo de b (parte log da curva), foi igual à das sementes intactas (tabela 4). É bom lembrar, no entanto, que a germinação iniciou-se entre dias 1 e 2 para as parcialmente escarificadas, mas somente entre os dias 4 e 5 para as intactas. Portanto, a germinação é mais rápida em sementes parcialmente escarificadas. As sementes claras nuas por escarificação manual ou química, atingem uma porcentagem de germinação bastante baixa, e muito inferior à atingida pelas intactas ou parcialmente escarificadas. Não houve germinação das sementes escuras.

Pela clarificação das sementes, observa-se que, entre as sementes escuras submetidas ao tratamento, nenhuma apresentava embrião. Em comparação com as sementes claras, em que foi possível a visualização do embrião (figura 2d, e), foi observado que, nas sementes escuras, havia um espaço vazio na região correspondente,

Tabela 3: Distribuição de sementes claras e escuras dentro dos frutos de Q. cordata.

fruto	nº de sementes	
	claras*	escuras
1	7	10
2	3	19
3	2	17
4	5	13
5	7	15
6	2	15
7	2	16
8	3	18
9	2	16
10	3	16
11	2	14
12	1	20
13	1	19
14	2	21
15	5	20
16	4	18
17	6	20
18	1	17
19	2	19
20	1	20

* sempre próximas ao pedúnculo.

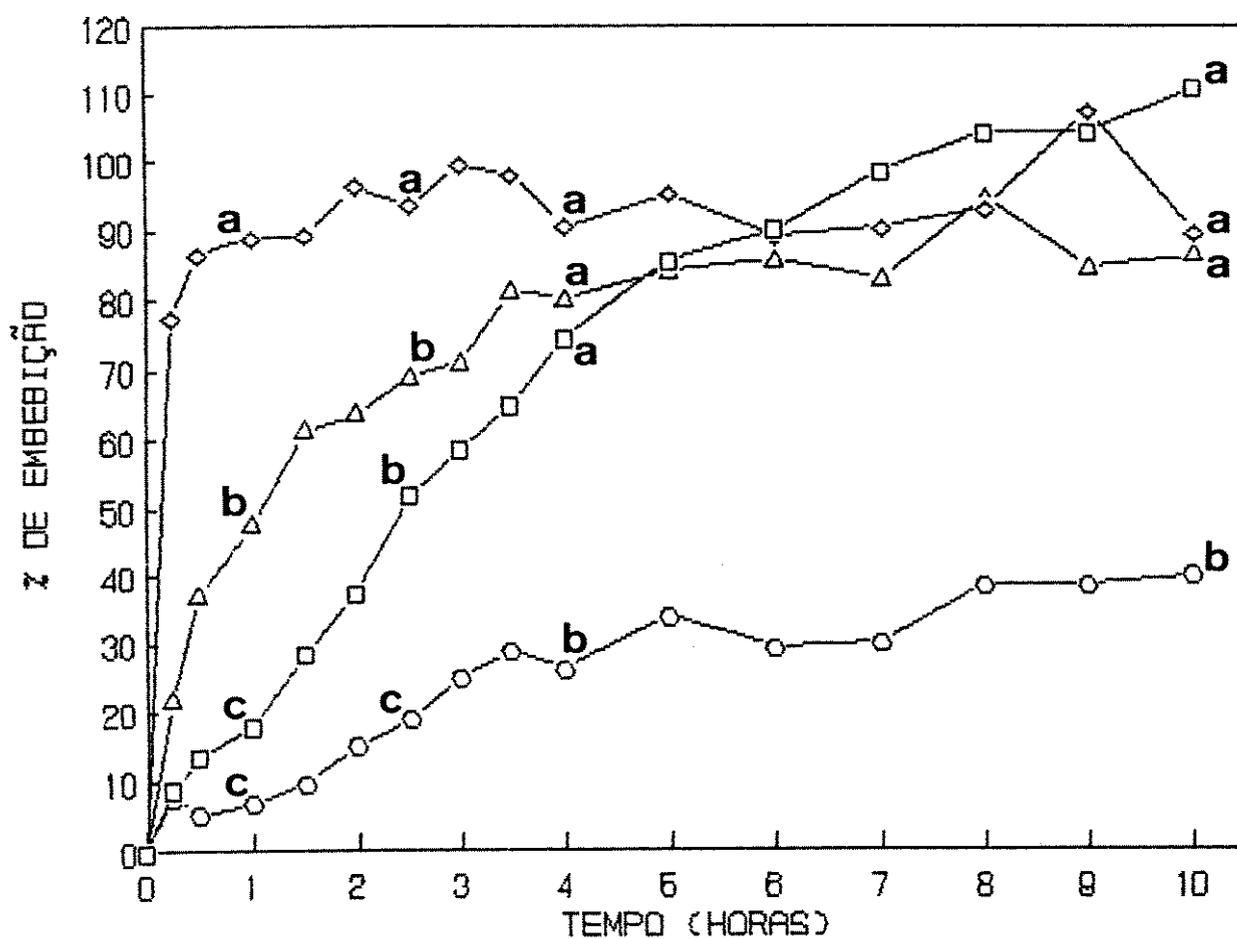


Figura 4: Embebição de sementes de *Q. cordata*.

(◇) sementes claras nuas; (□) sementes claras intactas; (○) sementes escuras intactas; (△) sementes claras, parcialmente escarificadas.

Letras indicam comparação vertical por DMS_{5%} (Tukey)

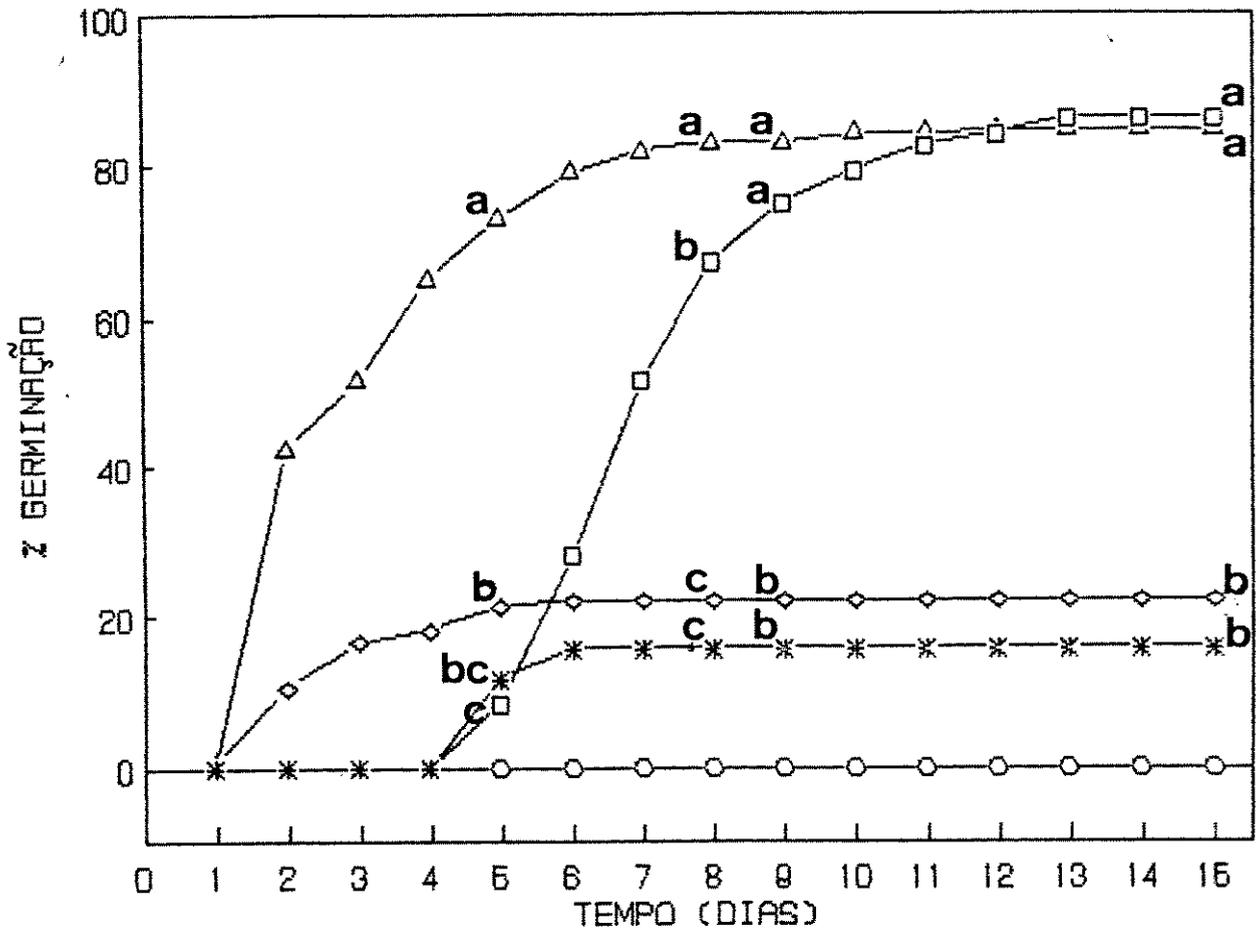


Figura 5: Germinação de sementes de *Q. cordata* sob luz branca constante.

(Δ) semente clara parcialmente escarificada; (□) semente clara intacta; (○) semente escura intacta; (◇) semente clara nua por escarificação química; (*) semente clara nua por escarificação manual.

Letras indicam comparação vertical por DMS_{5%} (Tukey).

Tabela 4: Inclinação das curvas de germinação de Q. cordata em luz branca, calculada sobre a figura 5.

O cálculo de b foi feito entre dias 1 e 7 para sementes parcialmente escarificadas e 4 e 12 para intactas.

	b (sementes germinadas.dia ⁻¹)
Intactas	11
Parcialmente escarificadas	11

evidenciando a não formação do embrião.

Para 10 sementes claras intactas, submetidas ao teste do tetrazólio, 8 adquiriram a coloração vermelha e duas a coloração rosa, indicando 80% de viabilidade (figura 6). Pelo teste foi mostrado que eram totalmente inviáveis as sementes escuras, uma vez que as mesmas não apresentaram nenhuma alteração em sua coloração. Isto confirma o resultado do experimento de germinação (figura 5).

As curvas de germinação de sementes claras intactas, sob luz branca e escuro mostraram que, entre os 5º e 7º dias, as sementes apresentaram uma melhor taxa de germinação no escuro (figura 7). Esta diferença desaparece do 8º ao 10º dia e, a partir do 11º dia, as sementes passaram a germinar melhor sob luz branca.

As sementes de Q. cordata apresentam uma queda na taxa de germinação em tempo relativamente curto (figura 8). Pode-se observar que, um ano após terem sido coletadas, as sementes já não apresentam a mesma germinação, a qual é ainda menos expressiva para sementes coletadas há dois anos. Além da porcentagem final de germinação ser menor para sementes mais velhas, nestas o processo leva um tempo maior para se iniciar.

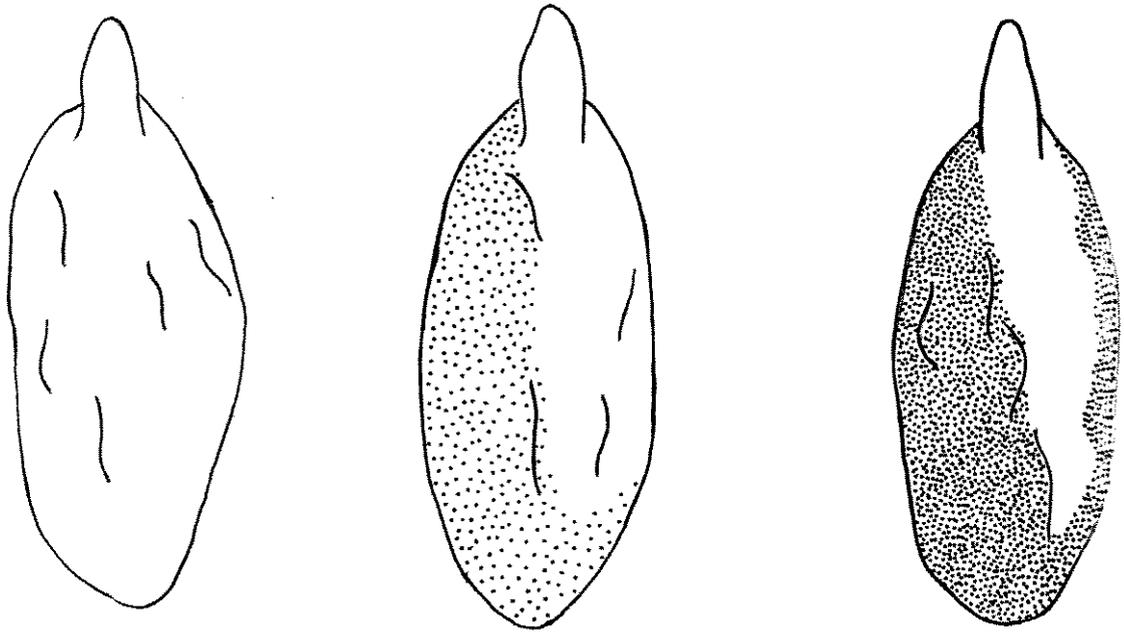


Figura 6: Padrões de coloração das sementes de *Q. cordata* em resposta ao teste do tetrazólio.

□ semente não corada; ▤ semente rosa; ▨ semente vermelha.

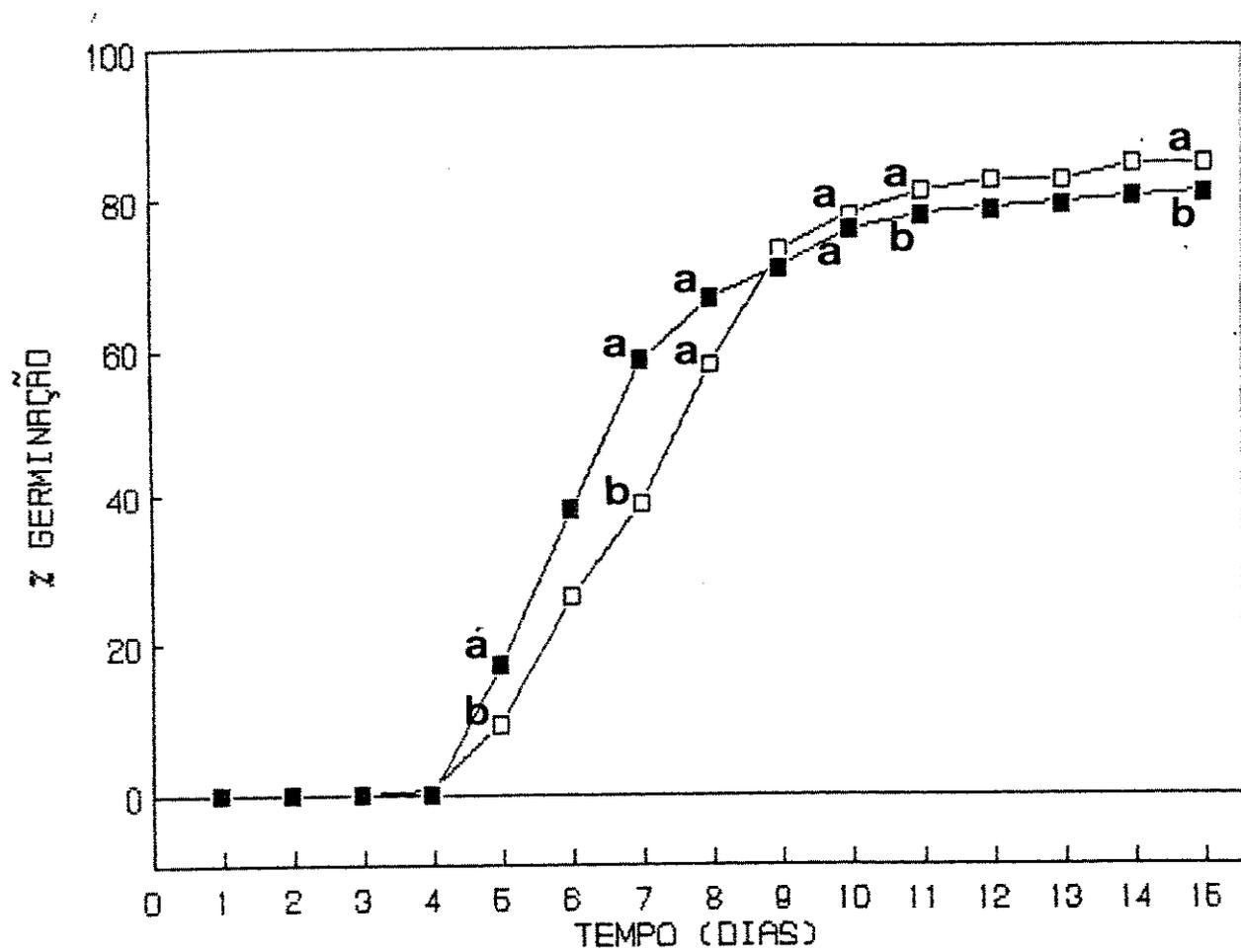


Figura 7: Germinação de sementes de *Q. cordata* sob luz branca e escuro constantes.

(□) luz branca; (■) escuro.

Letras indicam comparação vertical pelo teste t.

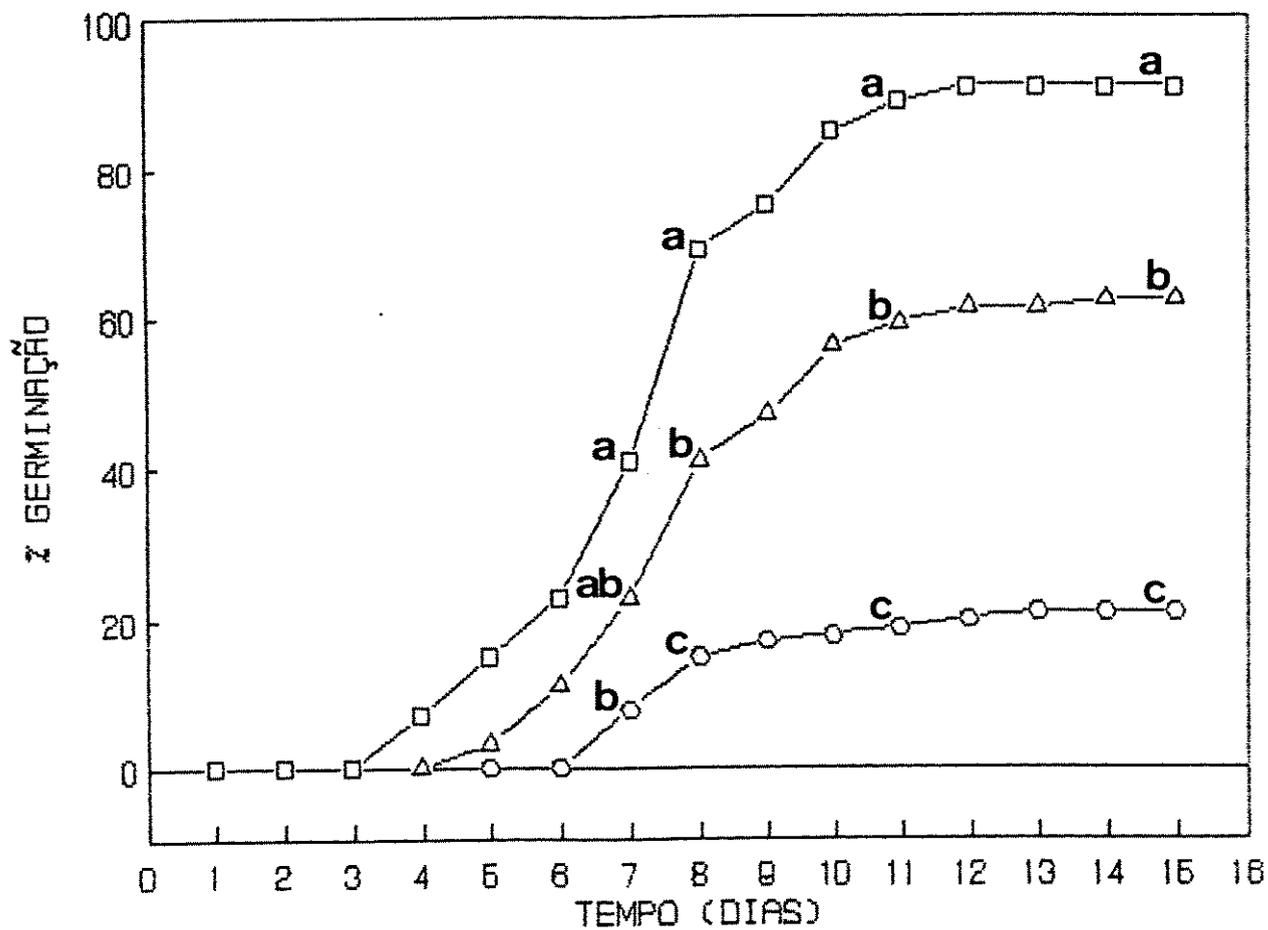


Figura 8: Germinação de sementes de *Q. cordata* coletadas em diferentes anos.

Experimento montado em 1990.

(O) 1988; (Δ) 1989; (\square) 1990.

Letras indicam comparação vertical por DMS_{5%} (Tukey)

2) Crescimento inicial da planta: casa de vegetação e campo

Em casa de vegetação, no desenvolvimento inicial das plantas de Q. cordata, os cotilédones estavam abertos por volta do 20º dia após o início da embebição e permaneceram nas plantas até o final dos experimentos. Os primeiro e segundo pares de folhas surgiram nos 27º e 42º dias de análise, respectivamente.

A raiz sempre foi significativamente maior, em comprimento, que a parte aérea, sendo que esta diferença torna-se cada vez mais acentuada com o desenrolar do experimento (figura 9). No crescimento, em peso seco, a parte aérea e a raiz crescem em valores que não diferem estatisticamente e somente passam a não diferir dos cotilédones no 42º dia (figura 10). A curva de peso seco do eixo cruza a curva de cotilédones entre os 30º e 40º dias.

O crescimento relativo das plantas foi mais intenso entre os 17º e 27º dias (figura 11). Neste mesmo período as plantas começaram a apresentar uma taxa de assimilação líquida que aumentou após o mesmo, quando a taxa de crescimento começou a se estabilizar (figura 12).

O conteúdo de açúcares solúveis, em $\mu\text{g}/\text{mg}$ de peso seco, é menor na raiz do que na parte aérea desde o início, até o final do experimento. A parte aérea somente iguala o seu conteúdo de açúcares ao dos cotilédones no último dia de análise (figura 13). Em $\mu\text{g}/\text{planta}$, o conteúdo de açúcares solúveis nos cotilédones é maior do que na parte aérea e na raiz. Nesta, o conteúdo de açú-

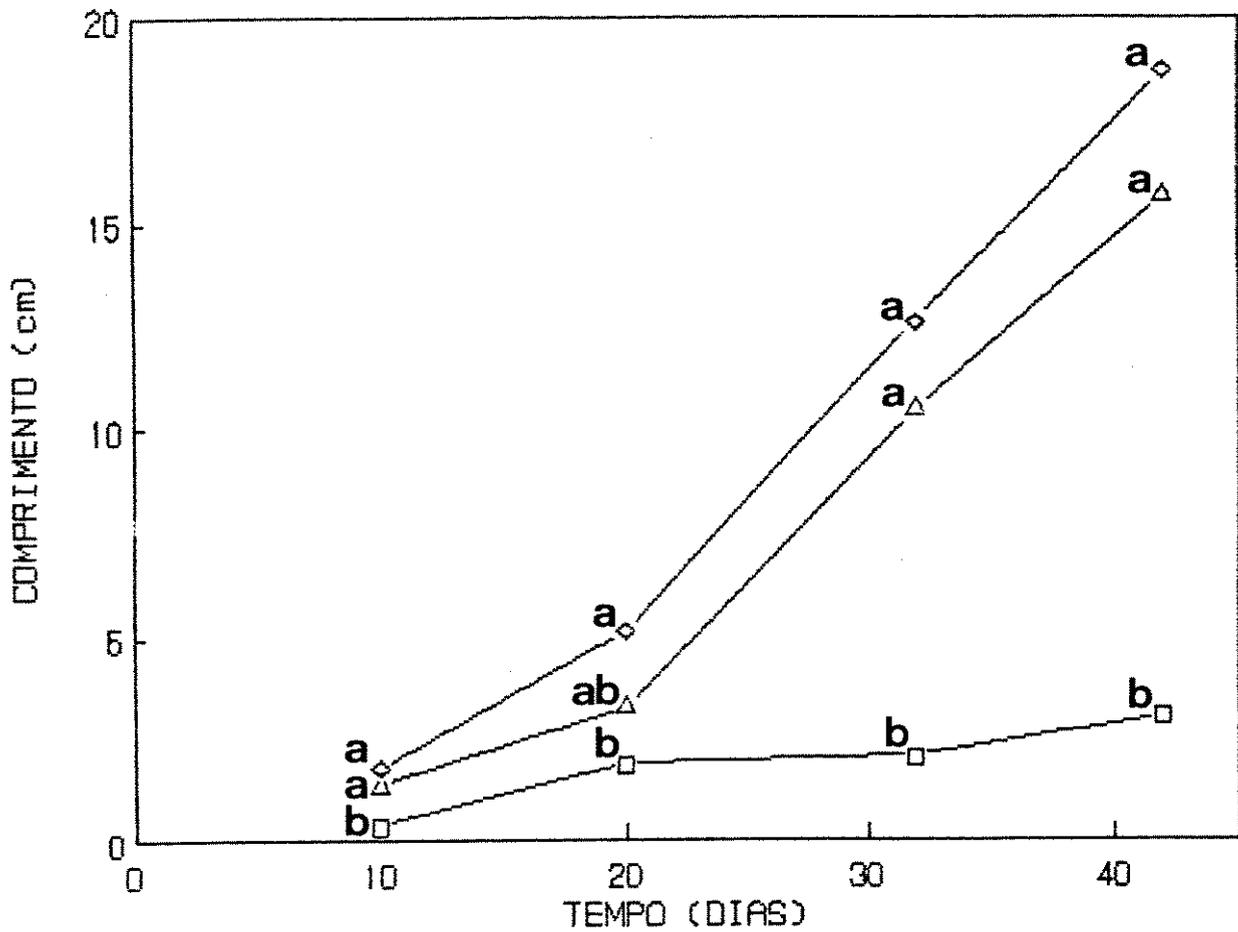


Figura 9: Comprimento inicial de Q. cordata.

(□) parte aérea; (Δ) raiz; (◇) eixo.

Letras indicam comparação vertical por DMS_{5%} (Tukey).

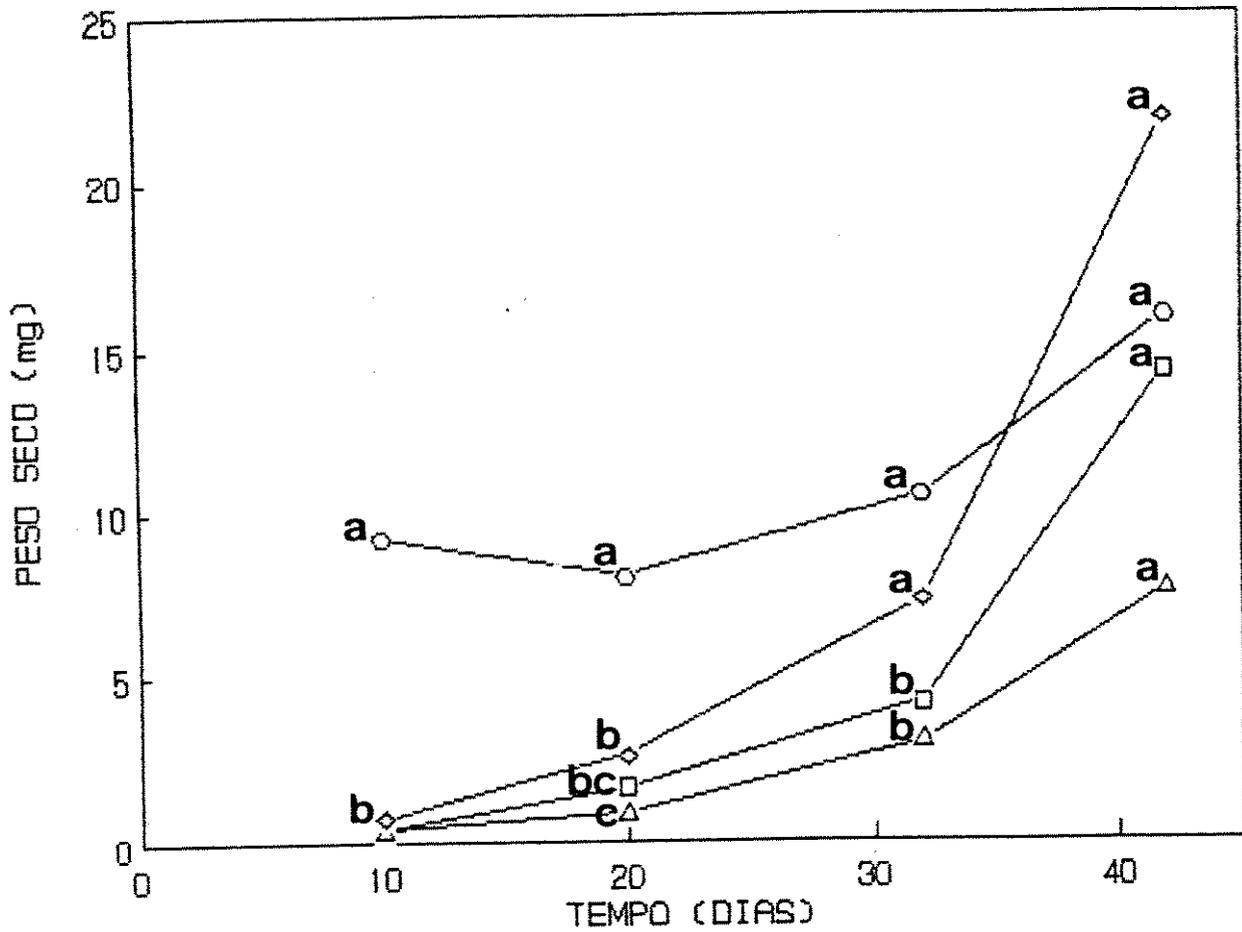


Figura 10: Peso seco de plantas de *Q. cordata*.

(□) parte aérea; (△) raiz; (◇) eixo; (O) cotilédones.

Letras indicam comparação vertical por DMS_{5%} (Tukey) ou por F_{0,1%}.

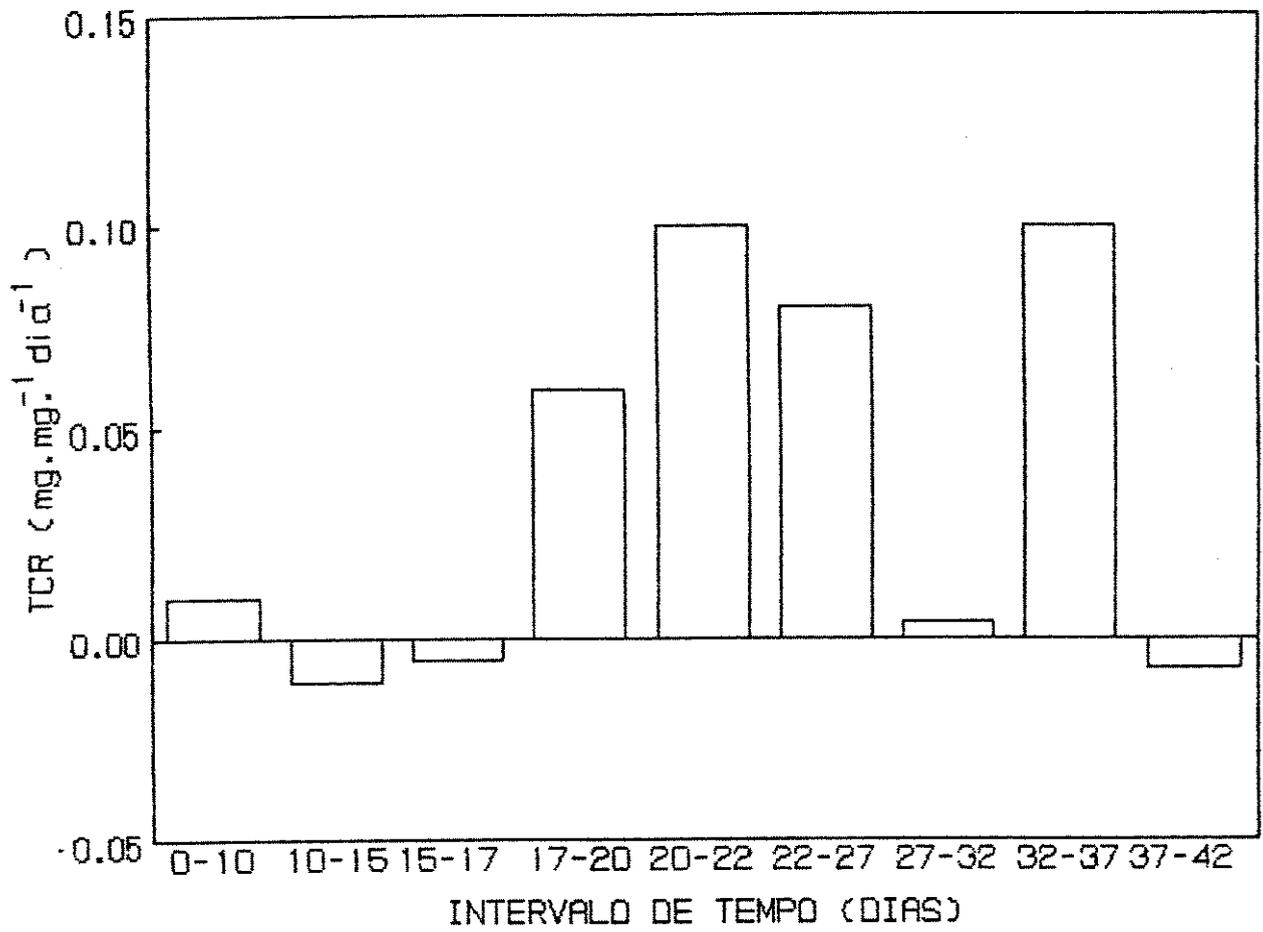


Figura 11: Crescimento relativo das plantas de *Q. cordata*.

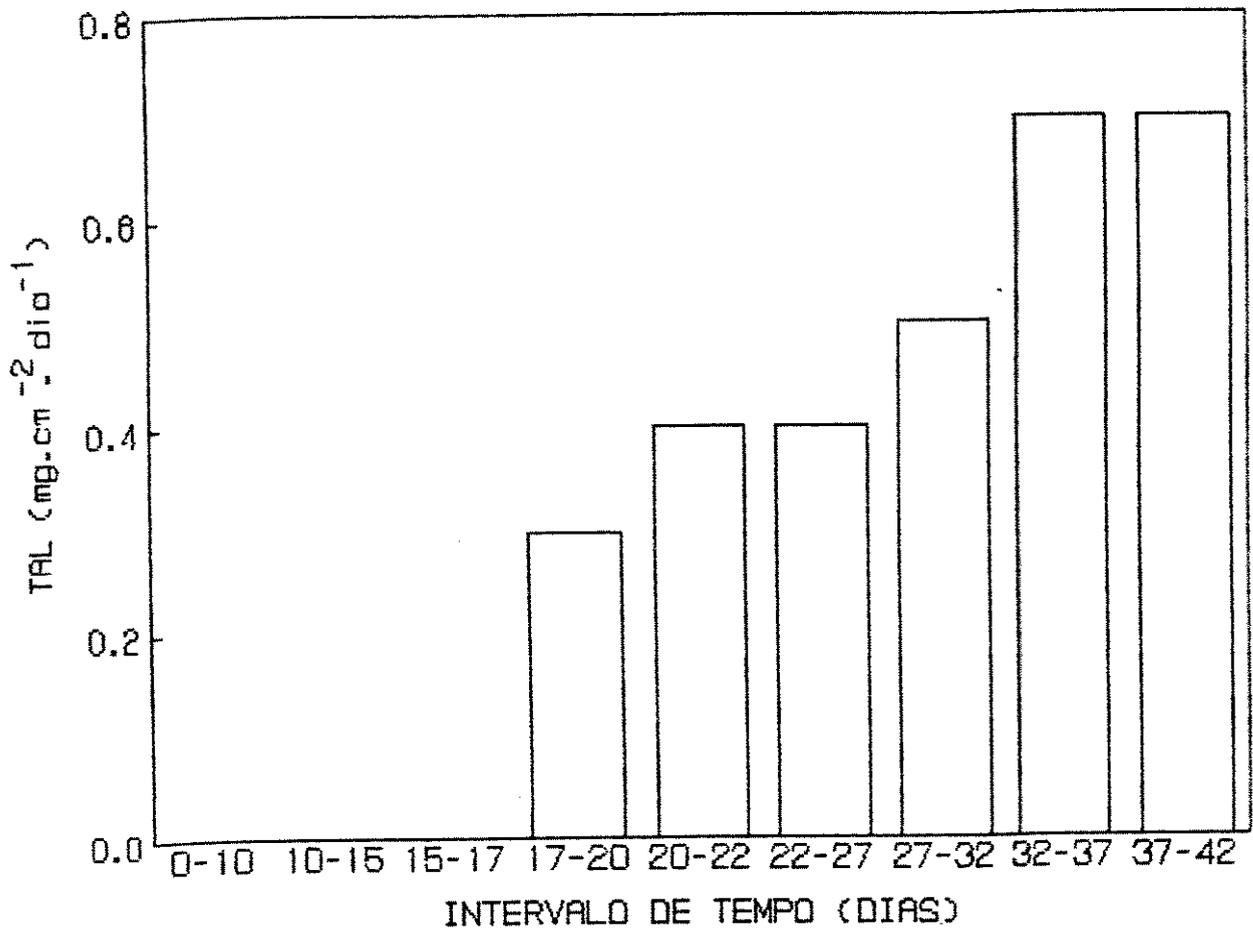


Figura 12: Taxa de assimilação líquida de plantas de *Q. cordata*.

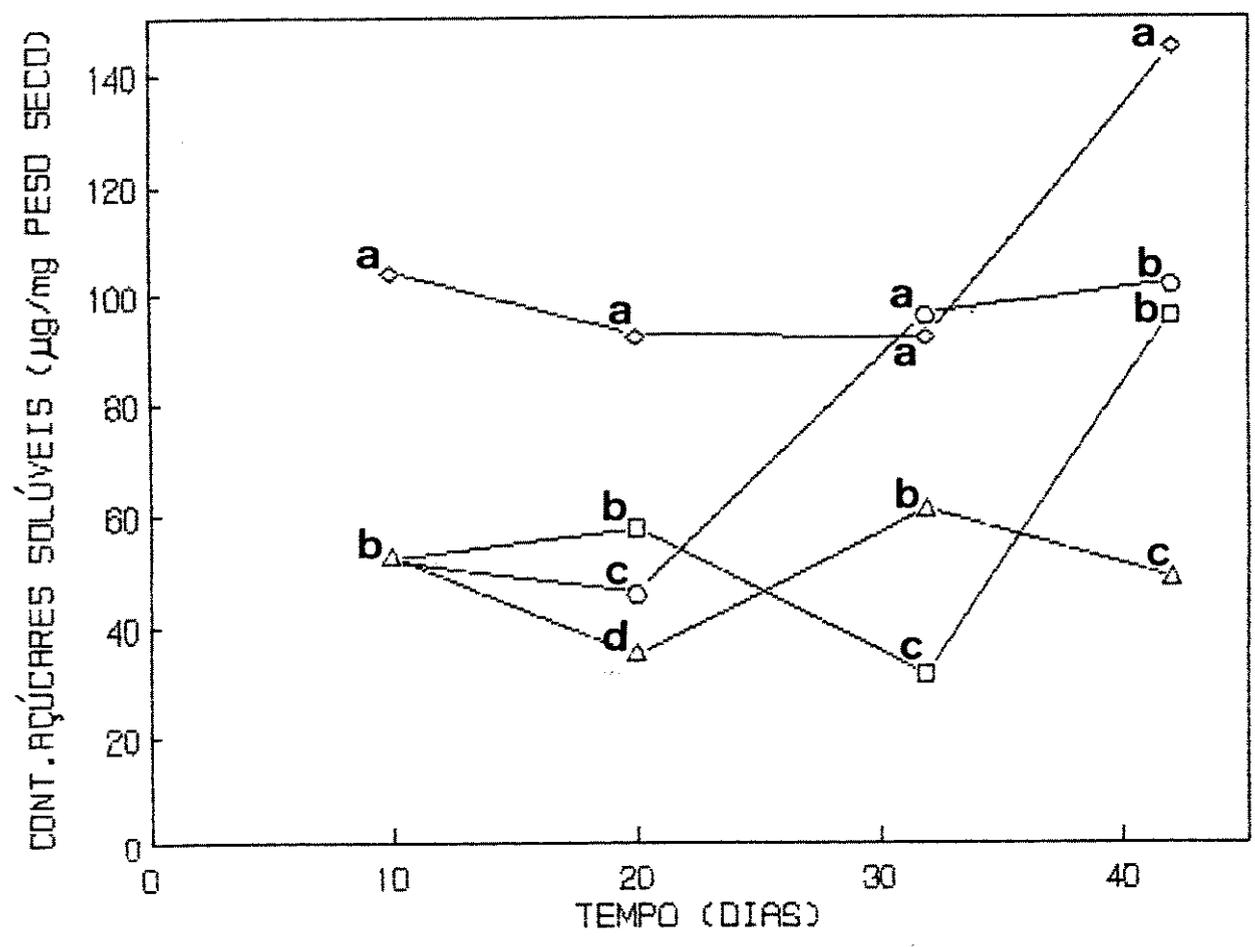


Figura 13: Conteúdo de açúcares solúveis (µg/mg de peso seco) em plantas de Q. cordata.

(O) cotilédones; (□) parte aérea; (Δ) raiz; (◇) eixo.

Letras indicam comparação vertical por DMS_{5%} (Tukey). No dia 10 os valores de parte aérea, raiz e cotilédones são iguais.

cares solúveis mostra-se bastante inferior ao da parte aérea no final do experimento (figura 14). Nos cotilédones, o conteúdo de polissacarídeos solúveis em água (PSA), em $\mu\text{g}/\text{mg}$ de peso seco, inicialmente menor que na raiz, cresce entre os 20^o e 32^o dias, sofrendo uma queda no último dia, porém mantendo-se ainda superior às demais partes da planta (figura 15). No conteúdo de PSA em $\mu\text{g}/\text{planta}$, a curva repete-se para os cotilédones mas é diferente para a parte aérea e a raiz que apresentam um aumento, simultaneamente com a queda do conteúdo nos cotilédones (figura 16). O conteúdo de amido nos cotilédones aumenta durante o desenvolvimento das plantas e, tanto em $\mu\text{g}/\text{mg}$ de peso seco como em $\mu\text{g}/\text{planta}$, é significativamente maior que na parte aérea e na raiz (figuras 17 e 18). O conteúdo de carboidratos, em todos os casos, foi menor na raiz do que na parte aérea, no último dia de análise. O conteúdo de açúcares solúveis, polissacarídeos solúveis em água e amido, em termos de conteúdo total (mas não em conteúdo relativo) foi sempre maior nos cotilédones do que no eixo (compare figuras 13, 14, 15, 16, 17, 18).

Em plantas crescidas no campo, o comprimento da raiz também foi sempre maior que o da parte aérea, como ocorreu em casa de vegetação, indicando que a raiz é responsável pelo comprimento total da planta (figura 19).

Também em relação ao peso seco, o comportamento das plantas durante o seu desenvolvimento foi semelhante ao que ocorreu em casa de vegetação. A partir do 52^o dia a diferença entre as partes não foi significativa, embora o gráfico sugira que a parte

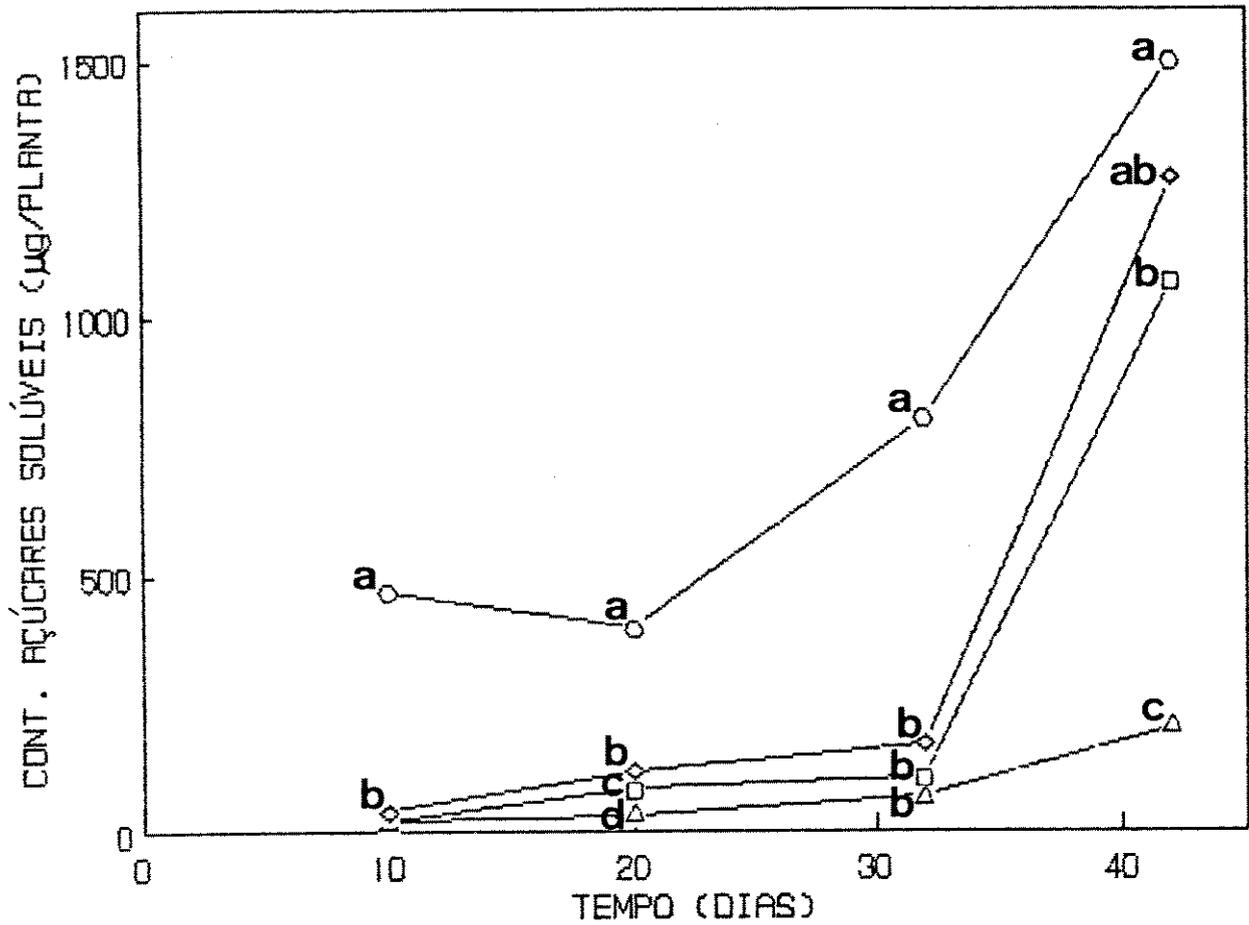


Figura 14: Conteúdo de açúcares solúveis ($\mu\text{g/planta}$) em plantas de *Q. cordata*.

(O) cotilédones; (□) parte aérea; (Δ) raiz; (◇) eixo.

Letras indicam comparação vertical por $\text{DMS}_{5\%}$ (Tukey).

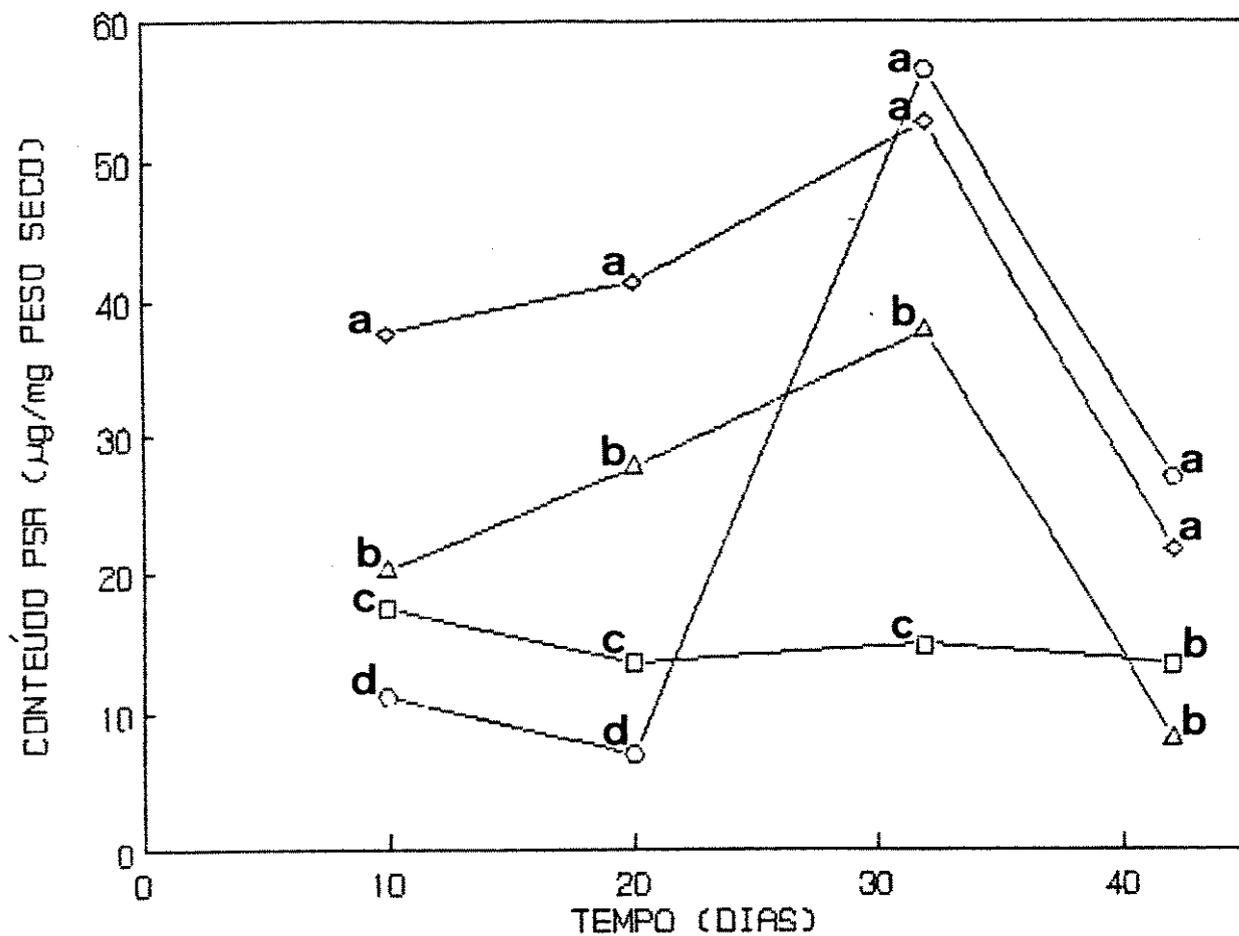


Figura 15: Conteúdo de polissacarídeos solúveis em água ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de peso seco) em plantas de *Q. cordata*.

(O) cotilédones; (□) parte aérea; (Δ) raiz; (◇) eixo.

Letras indicam comparação vertical por DMS_{5%} (Tukey).

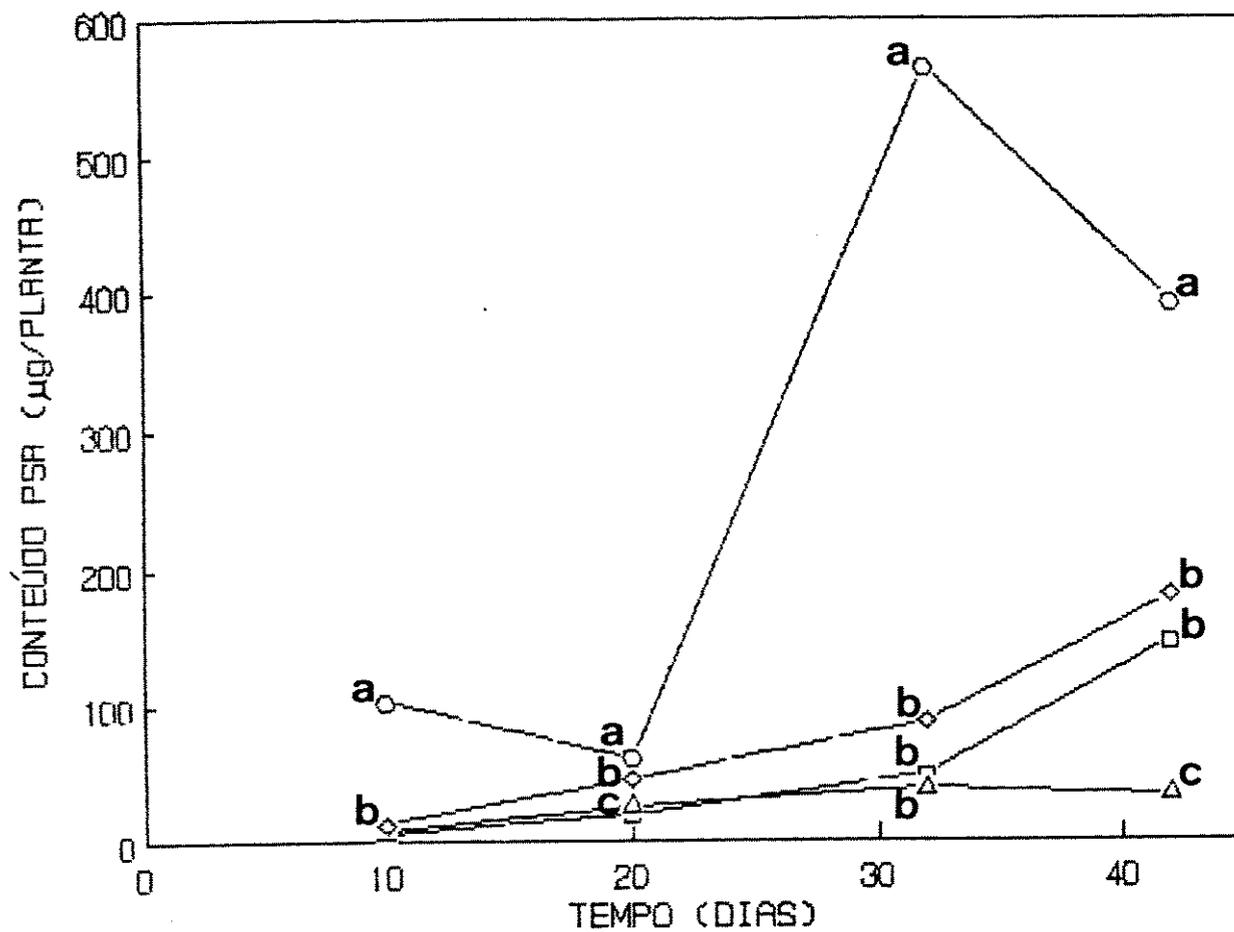


Figura 16: Conteúdo de polissacarídeos solúveis em água ($\mu\text{g/planta}$) em plantas de *Q. cordata*.

(O) cotilédones; (□) parte aérea; (Δ) raiz; (◇) eixo.

Letras indicam comparação vertical por DMS5% (Tukey).

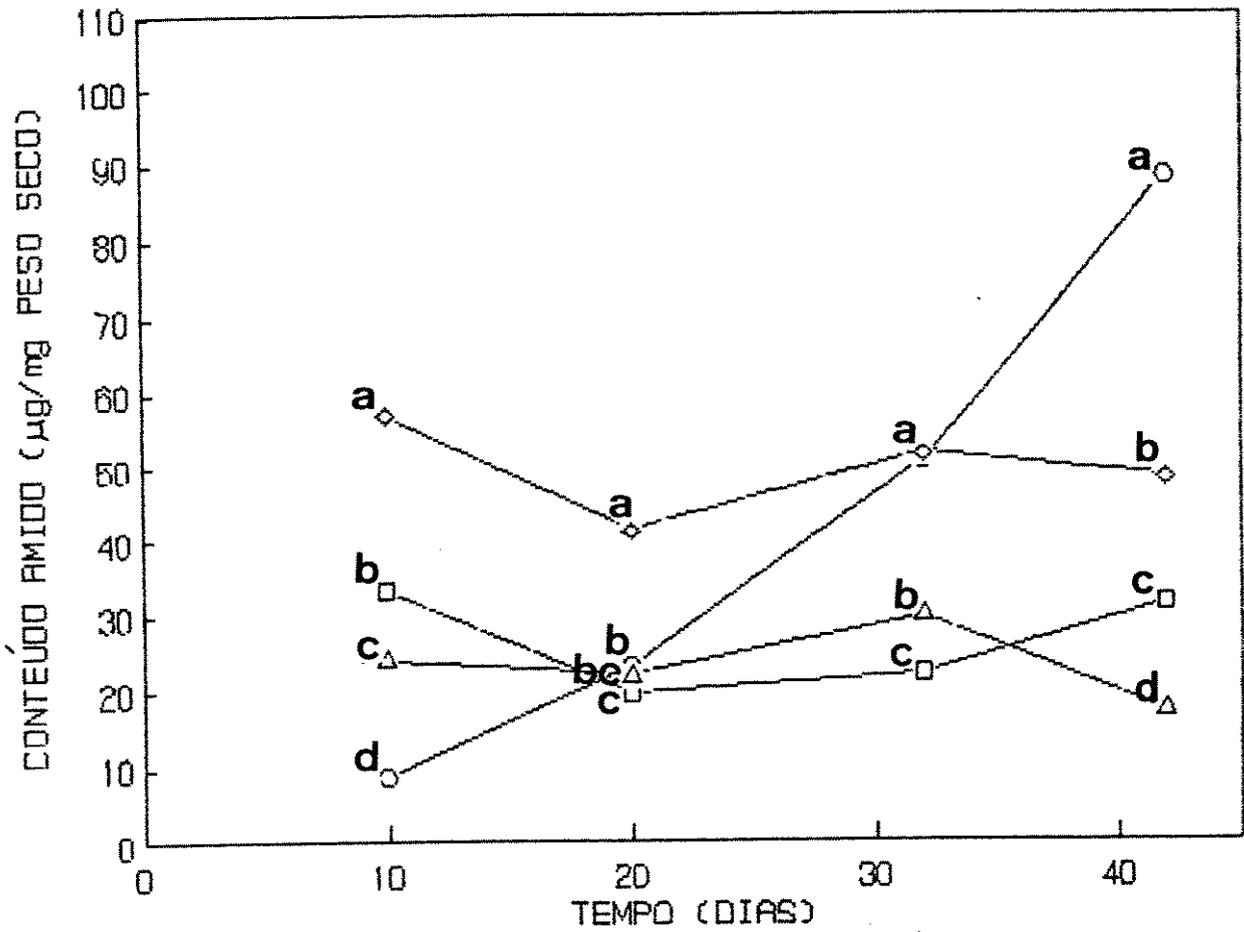


Figura 17: Conteúdo de amido ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de peso seco) em plantas de *Q. cordata*.

(O) cotilédones; (□) parte aérea; (Δ) raiz; (◇) eixo.

Letras indicam comparação vertical por DMS5% (Tukey).

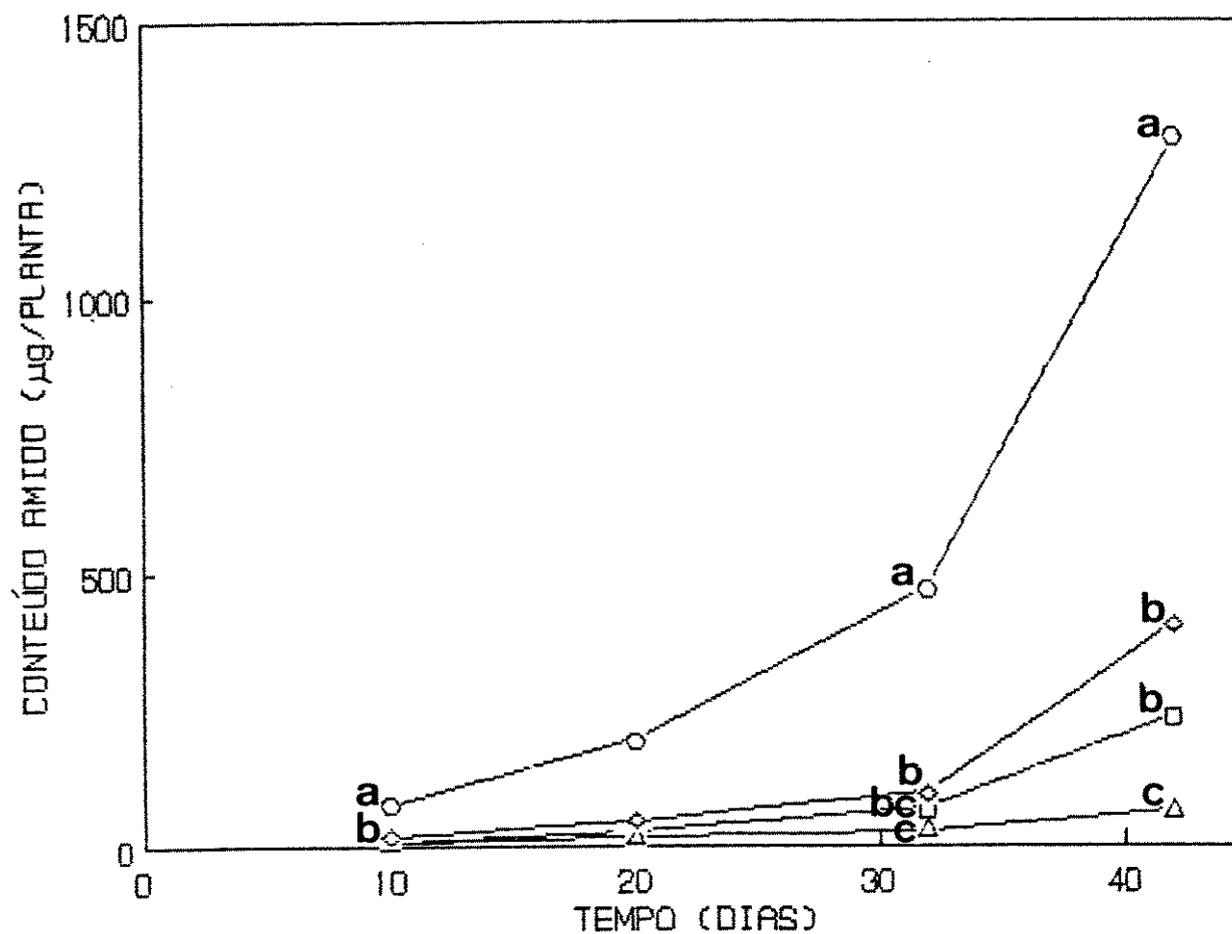


Figura 18: Conteúdo de amido ($\mu\text{g/planta}$) em plantas de *Q. cordata*.

(O) cotilédones; (□) parte aérea; (△) raiz; (◇) eixo.

Letras indicam comparação vertical por $\text{DMS}_{5\%}$ (Tukey).

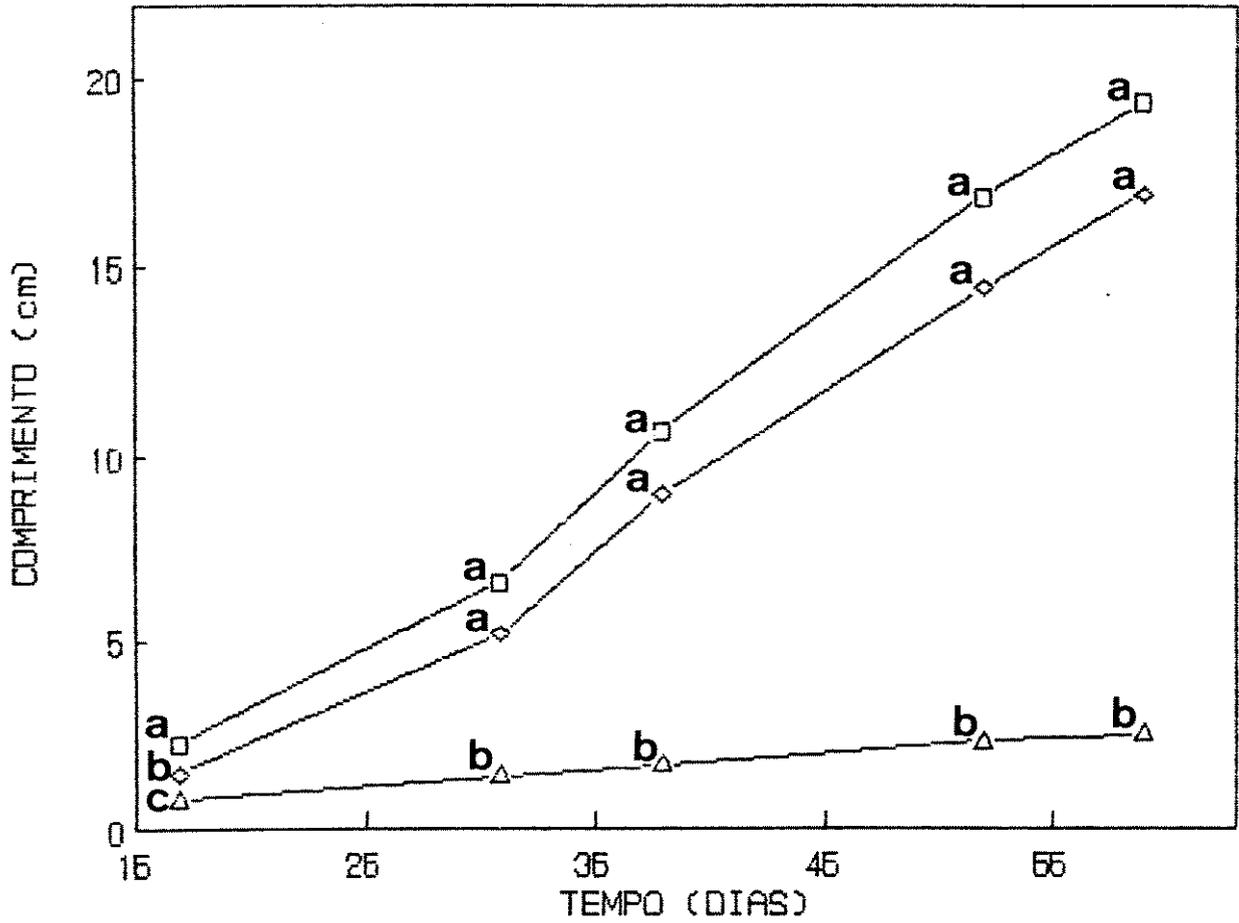


Figura 19: Comprimento inicial de plantas *Q. cordata* em condições de campo.

(△) parte aérea; (◇) raiz; (□) eixo.

Letras indicam comparação vertical por DMS_{5%} (Tukey).

aérea tenha apresentado um peso maior que a raiz. Os cotilédones não apresentaram alteração de peso seco durante o desenvolvimento da planta (figura 20). A curva do eixo cruza a de cotilédones entre os 42º e 45º dias. No entanto, de um modo geral, as plantas cresceram mais rapidamente em condições de casa de vegetação, sendo que os valores finais de crescimento apresentados por plantas crescidas nestas condições, são apresentados por plantas 15 dias mais velhas, crescidas no campo.

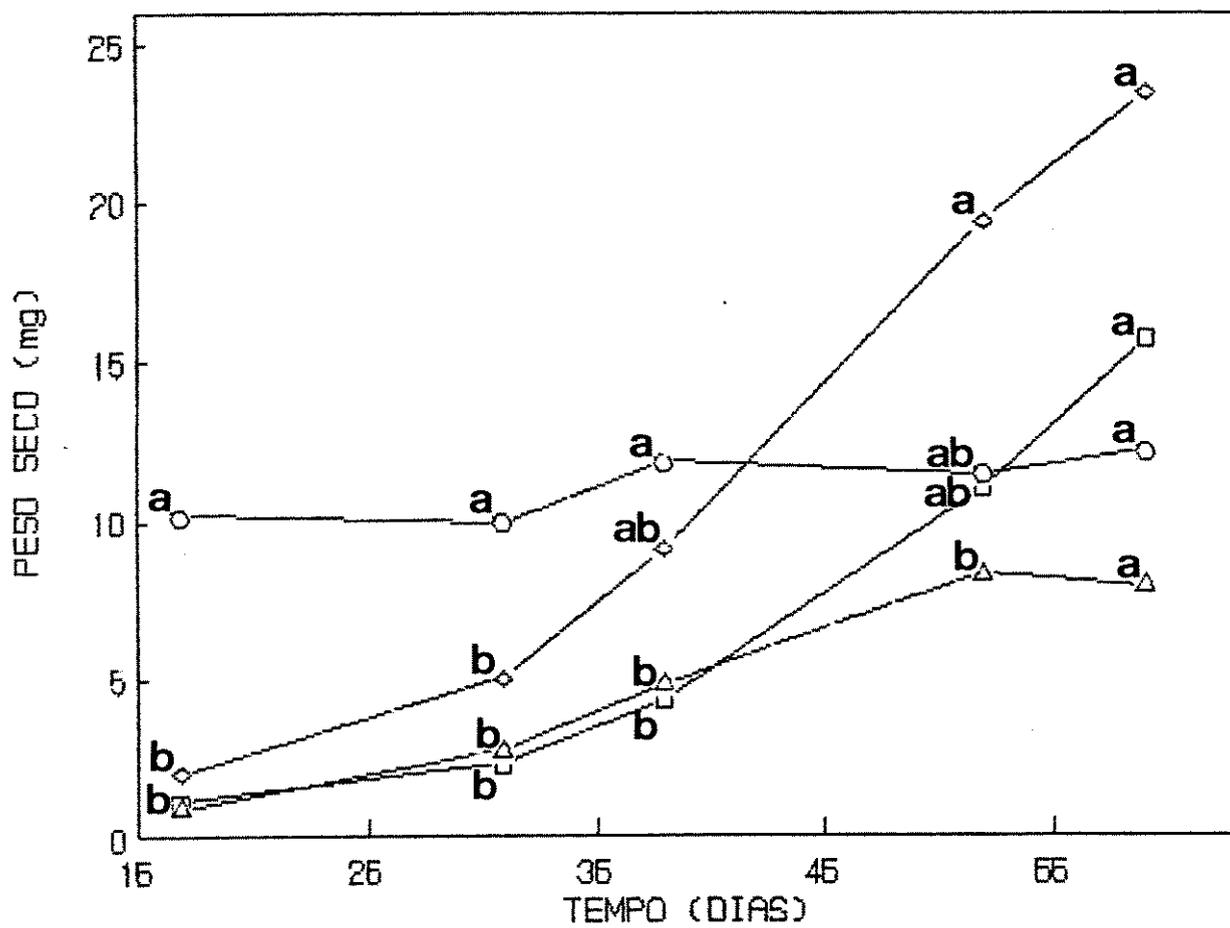


Figura 20: Peso seco de plantas de *Q. cordata* em condições de campo.

(□) parte aérea; (△) raiz; (◇) eixo, (O) cotilédones.
 Letras indicam comparação vertical por DMS_{5%} (Tukey)
 ou por F_{0,1%}.

3) Crescimento inicial em solução nutritiva de Hoagland

O comprimento da raiz sempre foi maior que o da parte aérea e a proporção disto não foi alterada pela solução nutritiva de Hoagland (figura 21A,B,C,D). Além disso os tratamentos não afetaram o comprimento da raiz e da parte aérea, e conseqüentemente do eixo da planta (figura 22).

O crescimento em peso seco da parte aérea e da raiz é mostrado na figura 23. O peso seco da raiz das plantas tratadas com solução nutritiva, duas vezes concentrada (2x), foi significativamente menor que o da raiz das plantas tratadas com água. A parte aérea permaneceu maior que a raiz, em peso seco no último dia de análise, com exceção das plantas tratadas com solução nutritiva duas vezes concentrada (2x), em que a diferença entre os pesos da raiz e da parte aérea não foi significativa. A raiz, em momento algum, ultrapassou os cotilédones em valores de peso seco, ao passo que a parte aérea, por volta do 50º dia de análise já apresentava valores maiores que os dos cotilédones. Estes não foram afetados pelos tratamentos com solução nutritiva. O crescimento do eixo, em peso seco, não foi alterado significativamente pela solução nutritiva, em nenhuma das concentrações testadas (figura 24). O peso seco da planta toda (incluindo cotilédones) não foi afetado pelos tratamentos. Contudo, pôde-se notar que as plantas tenderam a crescer menos em solução nutritiva, principalmente quando esta era mais concentrada.

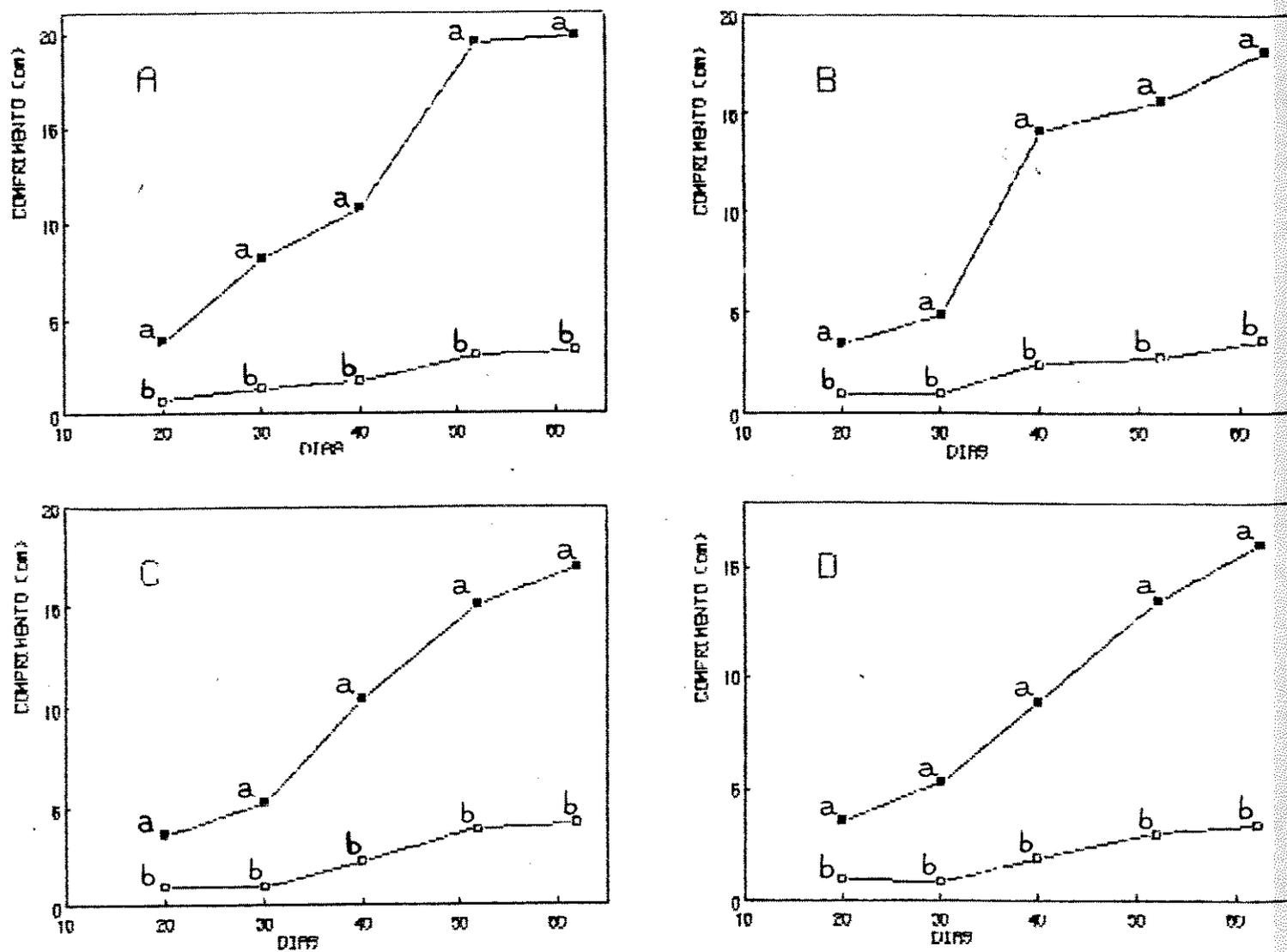


Figura 21: Comparação entre o comprimento da raiz e da parte aérea de plantas de *Q. cordata* tratadas com solução nutritiva de Hoagland.

A: Água; B: sol. nutritiva x/2; C: sol. nutritiva x;

D: sol. nutritiva 2x.

(■) raiz; (□) parte aérea.

Letras indicam comparação vertical pelo teste t.

Por $F_{0,1\%}$ não houve diferença entre os valores de parte aérea entre os tratamentos como também para raiz.

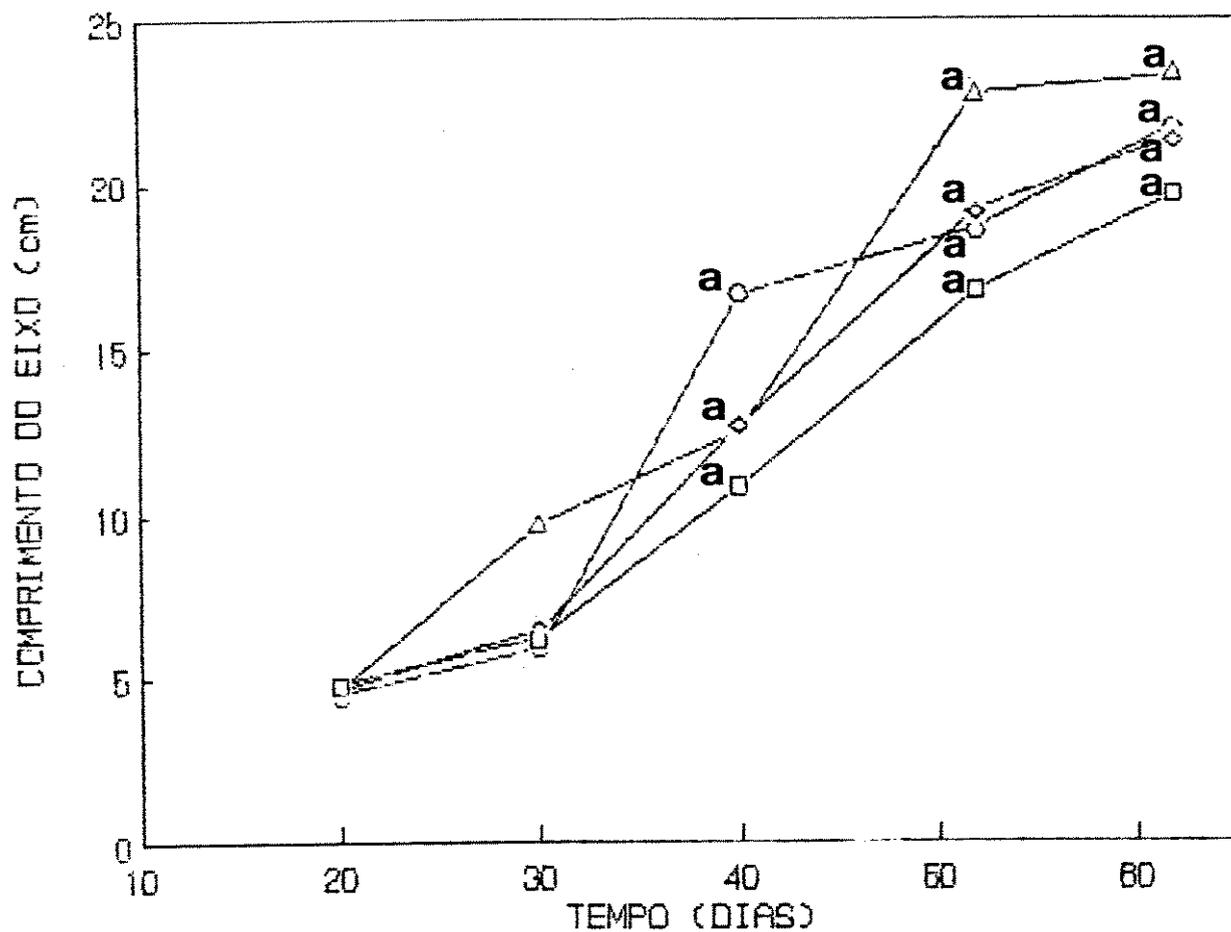


Figura 22: Comprimento do eixo de plantas de *Q. cordata* tratadas com solução nutritiva de Hoagland.
 (Δ) água; (○) sol. nutritiva x/2; (◇) sol. nutritiva x; (□) sol. nutritiva 2x.
 Letras indicam comparação vertical por $F_{0,1\%}$.

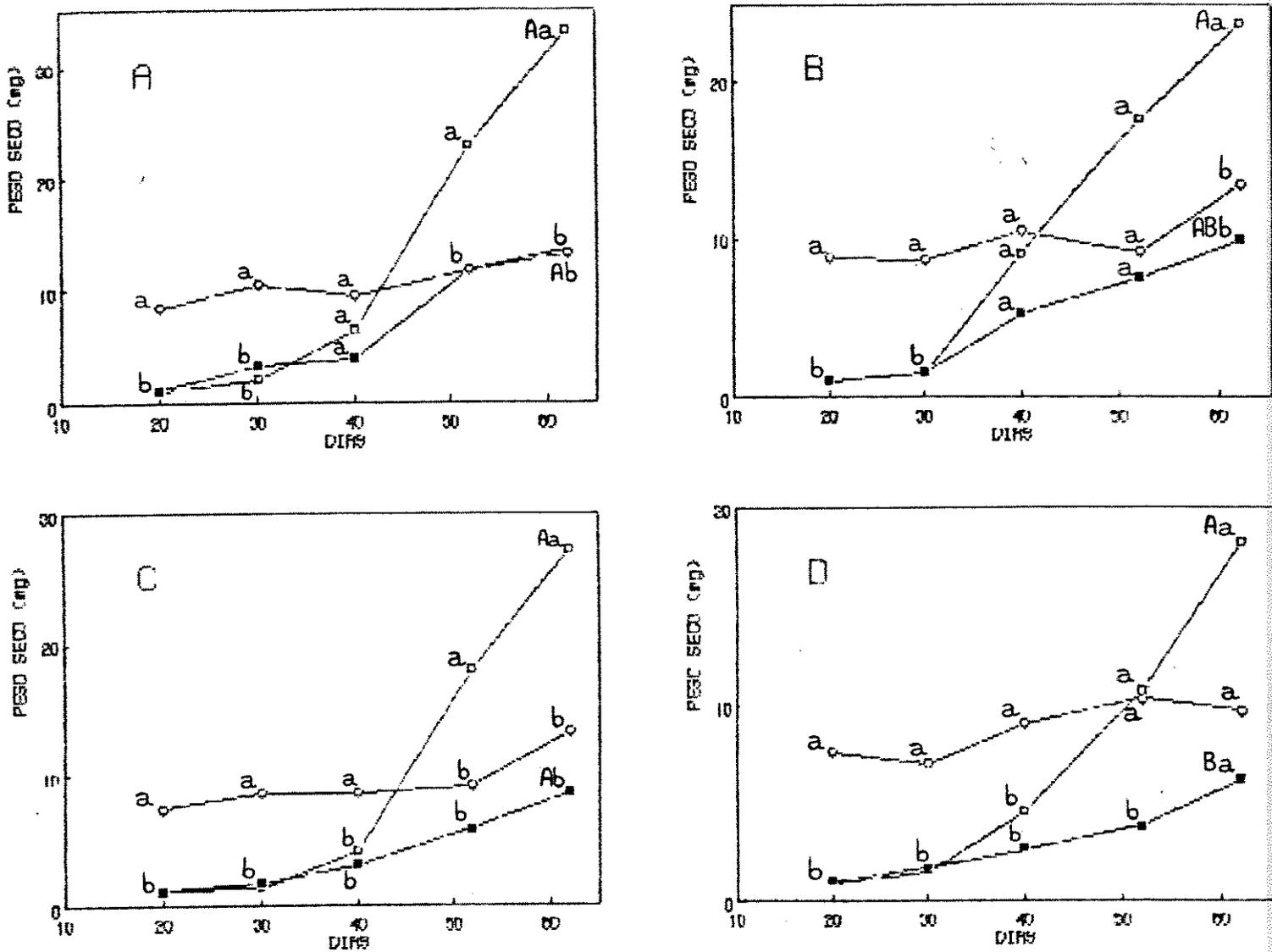


Figura 23: Comparação entre o peso seco da raiz e da parte aérea de plantas de *Q. cordata* tratadas com solução nutritiva de Hoagland.

(A) Água; (B) sol.nutritiva x/2; (C) sol.nutritiva x; (D) sol.nutritiva 2x.

(■) raiz; (□) parte aérea; (○) cotilédones.

Letras indicam comparação vertical por DMS_{5%} (Tukey).
Letras maiúsculas (dia 62) indicam comparação horizontal por DMS_{5%}.

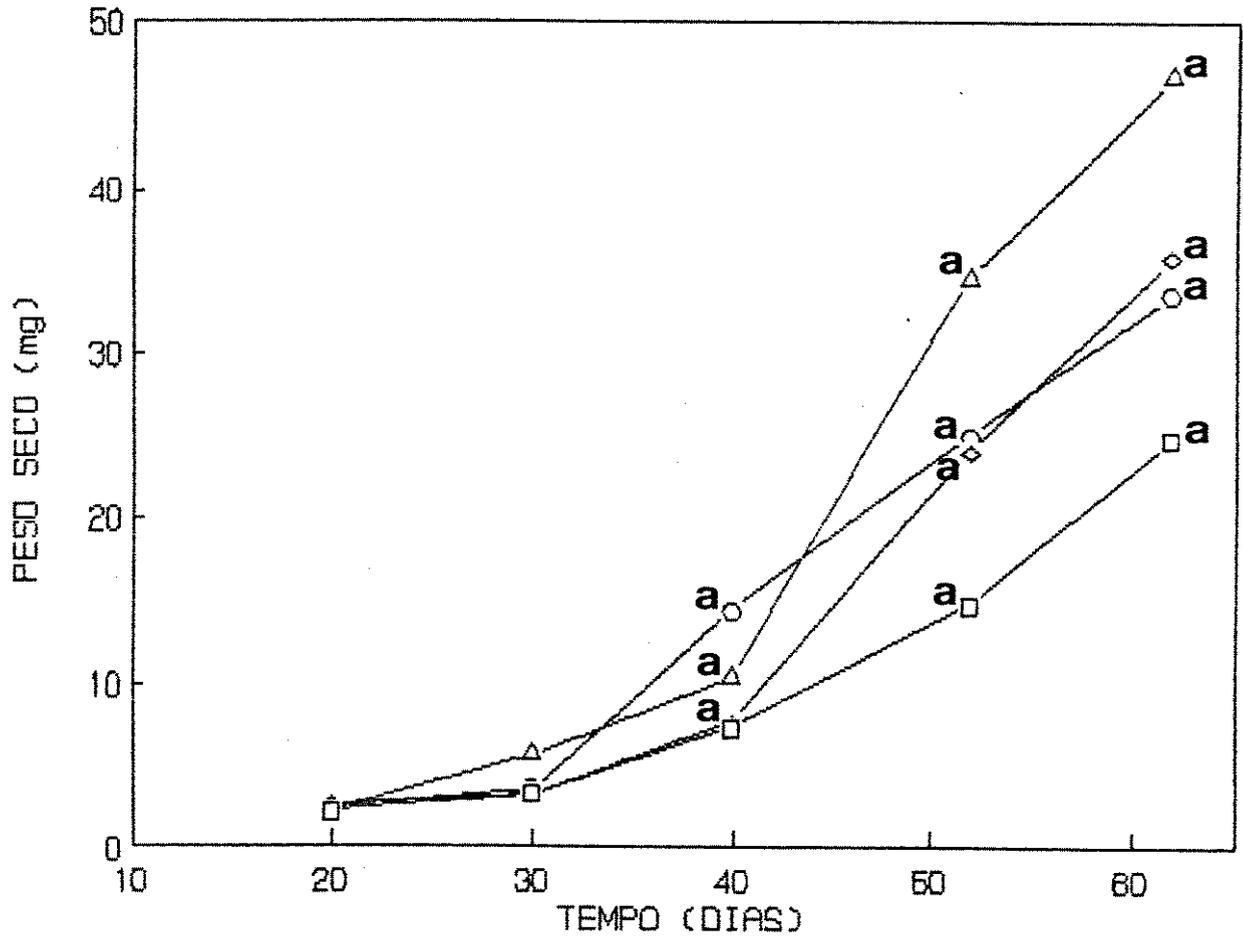


Figura 24: Peso seco do eixo de plantas de *Q. cordata* tratadas com solução nutritiva de Hoagland.

(Δ) água; (○) sol. nutritiva x/2; (◇) sol. nutritiva x; (□) sol. nutritiva 2x.

Letras indicam comparação vertical por $F_{0,1\%}$.

A figura 25 mostra a taxa de crescimento relativo (TCR) das plantas. Embora a figura sugira uma redução do crescimento relativo das plantas tratadas com solução nutritiva duas vezes concentrada, sabe-se que não houve diferença significativa pela estatística aplicada aos dados originais utilizados para o cálculo da TCR.

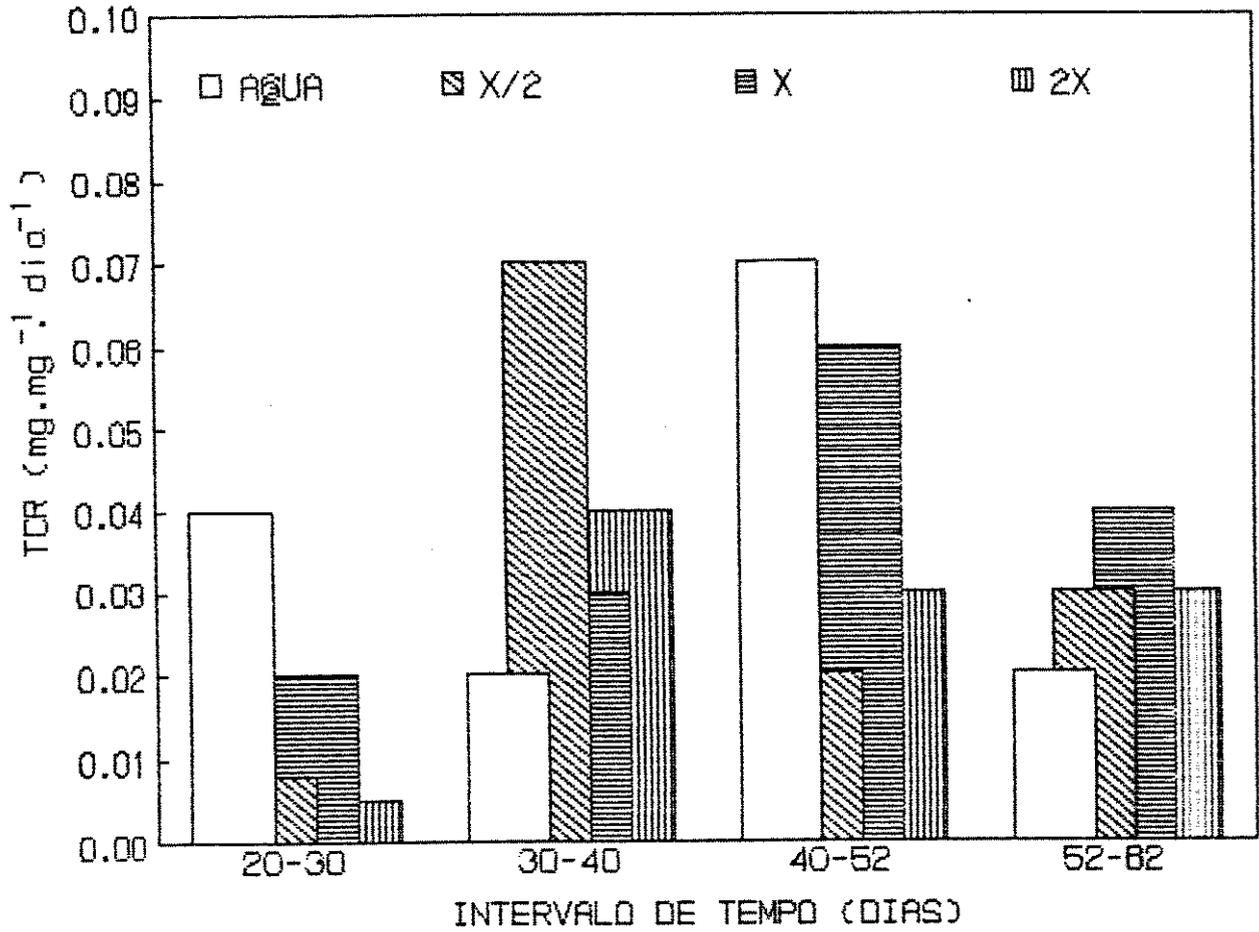


Figura 25: Taxa de crescimento relativo de plantas de *Q. cordata* tratadas com solução nutritiva de Hoagland.

4) Efeito da remoção de cotilédones

4.1) Remoção de cotilédones e aplicação de solução nutritiva (x)

O comprimento da parte aérea de plantas de Q. cordata foi afetado significativamente pelos tratamentos com solução nutritiva e remoção de cotilédones, aplicados simultaneamente, apenas nos 30^o e 52^o dias do crescimento (tabela 5). As plantas controle, tratadas com água ou solução nutritiva e que não sofreram remoção de cotilédones, não apresentaram diferenças em relação ao comprimento da parte aérea. A diferença entre plantas tratadas com água e solução nutritiva surgiu quando houve remoção de cotilédones. Plantas com remoção de 1/2 + 1/2 e 1 + 0 cotilédone, apresentaram um maior crescimento da parte aérea em solução nutritiva, no 30^o dia. Com a remoção de 1/2 + 0 cotilédone, as plantas apresentaram valores maiores para parte aérea em água, no 30^o dia, e em solução nutritiva no 52^o dia. Entre as plantas tratadas com água, apenas as que sofreram remoção de 1/2 + 0 cotilédone apresentaram valores significativamente diferentes e superiores ao controle, no 30^o dia. Neste mesmo dia, a remoção de 1/2 + 1/2 e 1 + 0 cotilédone promoveu o crescimento da parte aérea de plantas tratadas com solução nutritiva. O mesmo não ocorreu no 52^o dia, em que não houve nenhum efeito promotor, mas sim o inverso, na remoção de 1/2 + 1/2 e 1 + 1/2 cotilédone, entre as

Tabela 5: Comprimento (cm) da parte aérea de plantas de *Q. cordata*, tratadas com água e solução nutritiva de Hoagland e diferentes padrões de remoção de cotilédones.

Letras minúsculas: comparação horizontal; Letras maiúsculas: comparação vertical; sem letras: sem diferença significativa.

Dia	20		30		40	
	Água	sol.nutri.	Água	sol.nutri.	Água	sol.nutri.
0 + 0	0,8	1,1	1,5 aB	1,1 aCD	1,8	2,3
1/2 + 0	1,4	1,3	2,3 aA	1,7 bBC	2,6	2,3
1/2 + 1/2	1,0	1,2	1,8 bAB	3,6 aA	2,3	2,4
1 + 0	1,0	1,4	1,5 bB	2,1 aB	2,1	2,0
1 + 1/2	0,9	1,2	1,3 aB	1,3 aCD	2,2	3,4
1 + 1	1,2	1,0	1,2 aB	0,9 aD	1,2	1,1

Dia	52		62	
	Água	sol.nutri.	Água	sol.nutri.
0 + 0	3,2 aA	4,0 aA	3,4	4,3
1/2 + 0	3,0 bA	4,1 aA	4,6	4,3
1/2 + 1/2	3,3 aA	2,5 aB	2,4	3,8
1 + 0	3,0 aA	3,0 aAB	3,1	3,9
1 + 1/2	2,2 aA	2,4 aB	3,0	3,1
1 + 1	1,0	-	-	-

plantas tratadas com solução nutritiva. Esta mesma situação ocorreu para o peso seco da parte aérea, sendo que as plantas com remoção de $1/2 + 1/2$ cotilédones agora não apresentam diferença significativa entre água e solução nutritiva no 30º dia, mas sim no 52º dia, em que as plantas tratadas com água apresentaram valores maiores (tabela 6). Outra diferença é que o peso seco da parte aérea de plantas tratadas com água, e com remoção de $1 + 1/2$ cotilédones, foi significativamente inferior ao apresentado pelas plantas submetidas à remoção de $1/2 + 1/2$ cotilédones.

O comprimento da raiz apresentou efeito dos tratamentos no 52º dia (tabela 7). A diferença entre as plantas tratadas com água e solução nutritiva foi significativa apenas para aquelas que tiveram remoção de $1/2 + 1/2$ e $1 + 0$ cotilédones (cresceram mais as raízes de plantas tratadas com água). Entre as plantas tratadas com água, a remoção de $1 + 1/2$ cotilédones prejudicou o desenvolvimento da raiz. Por outro lado, entre as plantas tratadas com solução nutritiva, a remoção de $1/2 + 0$ cotilédones promoveu o desenvolvimento da raiz, em relação aos outros tipos de remoção, mas não em relação ao controle, o qual não se mostrou superior a nenhum dos tratamentos. Em relação ao peso seco da raiz, esta situação se modifica sendo que, neste mesmo dia, a remoção de $1/2 + 0$ cotilédones promove o desenvolvimento da raiz entre as plantas tratadas com solução nutritiva (tabela 8). No tratamento com água, a remoção de $1 + 1/2$ cotilédones afetou negativamente o crescimento da raiz, em peso seco. A diferença entre água e solução nutritiva só foi significativa para o peso seco da raiz de

Tabela 6: Peso seco (mg) da parte aérea de plantas de *Q. cordata*, tratadas com água e com solução nutritiva de Hoagland e diferentes padrões de remoção de cotilédones.

Letras minúsculas: comparação horizontal; Letras maiúsculas: comparação vertical; sem letras: sem diferença significativa.

Dia	20		30		40	
	Água	sol. nutri.	Água	sol. nutri.	Água	sol. nutri.
0 + 0	1,2	1,4	2,3 aB	1,5 aCD	6,6	4,4
1/2 + 0	1,9	1,9	4,5 aA	2,7 bBC	11,8	10,5
1/2 + 1/2	1,5	1,6	4,3 aA	3,5 aAB	8,3	9,7
1 + 0	1,5	2,0	2,6 bB	4,3 aA	7,8	7,2
1 + 1/2	1,4	1,5	1,7 aB	2,1 aCD	7,6	4,2
1 + 1	1,7	1,3	1,9 aB	1,1 aD	1,7	1,3

Dia	52		62	
	Água	sol. nutri.	Água	sol. nutri.
0 + 0	23,0 aAB	18,0 aB	33,4	27,2
1/2 + 0	18,3 bAB	32,8 aA	52,9	38,6
1/2 + 1/2	26,3 aA	9,2 bB	18,4	30,4
1 + 0	19,6 aAB	20,4 aAB	34,4	39,6
1 + 1/2	9,2 aB	7,6 aB	21,5	20,6
1 + 1	1,2	-	-	-

Tabela 7: Comprimento (cm) da raiz de plantas de *Q. cordata*, tratadas com água e com solução nutritiva de Hoagland e diferentes padrões de remoção de cotilédones.

Letras minúsculas: comparação horizontal; Letras maiúsculas: comparação vertical; sem letras: sem diferença significativa.

Dia	20		30		40	
	Água	sol. nutri.	Água	sol. nutri.	Água	sol. nutri.
0 + 0	3,9	3,7	8,2	5,4	10,7	10,5
1/2 + 0	6,3	7,1	9,3	7,1	16,6	14,6
1/2 + 1/2	6,7	6,1	1,9	9,1	13,4	11,9
1 + 0	7,0	5,6	7,7	8,3	10,8	11,7
1 + 1/2	4,0	5,4	4,0	6,3	10,0	7,4
1 + 1	6,2	6,0	6,2	5,4	3,5	5,3

Dia	52		62	
	Água	sol. nutri.	Água	sol. nutri.
0 + 0	19,5 aA	15,1 aAB	19,9	17,0
1/2 + 0	19,9 aA	22,7 aA	27,2	20,1
1/2 + 1/2	19,6 aA	13,4 bB	15,3	18,8
1 + 0	20,7 aA	8,4 bB	18,7	18,3
1 + 1/2	10,7 aB	11,5 aB	18,7	11,6
1 + 1	3,7	-	-	-

Tabela 8: Peso seco (mg) da raiz de plantas de *O. cordata*, tratadas com água e com solução nutritiva de Hoagland e diferentes padrões de remoção de cotilédones.

Letras minúsculas: comparação horizontal; Letras maiúsculas: comparação vertical; sem letras: sem diferença significativa.

Dia	20		30		40	
	Água	sol.nutri.	Água	sol.nutri.	Água	sol.nutri.
0 + 0	1,3	1,3	3,5	1,9	4,0	3,3
1/2 + 0	2,6	2,3	3,8	2,0	6,4	5,5
1/2 + 1/2	2,6	1,7	3,6	2,8	4,4	4,4
1 + 0	2,5	1,9	2,6	3,0	4,0	4,0
1 + 1/2	1,4	1,9	1,5	1,8	3,7	2,3
1 + 1	1,7	1,2	1,9	1,7	1,5	1,5

Dia	52		62	
	Água	sol.nutri.	Água	sol.nutri.
0 + 0	11,8 aA	6,0 aB	13,5 aB	8,8 aA
1/2 + 0	8,0 aA	13,4 aA	25,3 aA	12,0 bA
1/2 + 1/2	11,2 aA	4,8 bB	6,3 aB	9,2 aA
1 + 0	8,4 aA	5,4 aB	9,2 aB	11,6 aA
1 + 1/2	4,4 aB	3,4 aB	7,5 aB	5,7 aA
1 + 1	0,8	-	-	-

plantas com remoção de $1/2 + 1/2$ cotilédone, em que cresceram mais as que foram tratadas com água. Em relação ao peso seco, o desenvolvimento da raiz também sofreu influência dos tratamentos no 62º dia do crescimento. Neste caso o peso seco da raiz, entre as plantas tratadas com água, foi maior para aquelas com remoção de $1/2 + 0$ cotilédone. Também para estas, os valores foram significativamente superiores para raízes de plantas tratadas com água. Considerando-se o eixo da planta como um todo, houve influência dos tratamentos no dia 52 para comprimento e 30 e 52 para peso seco (tabelas 9 e 10). Quanto ao comprimento, o desenvolvimento do eixo teve influência negativa do tratamento com solução nutritiva para plantas com remoção de $1/2 + 1/2$ e $1 + 0$ cotilédone. Entre as plantas tratadas com água, as que sofreram remoção de $1 + 1/2$ cotilédone, desenvolveram-se menos que as demais. Entre as plantas tratadas com solução nutritiva, repetiu-se a situação ocorrida para o comprimento da raiz, onde a remoção de $1/2 + 0$ cotilédone promoveu o crescimento em relação aos outros tratamentos, mas não ao controle. Quanto ao peso seco do eixo, no 30º dia, a diferença entre água e solução nutritiva só foi significativa para plantas com remoção de $1/2 + 0$ cotilédone, tendo sido maiores os valores apresentados pelas que foram tratadas com água. Entre estas, a remoção de $1 + 1/2$ e $1 + 1$ cotilédone prejudicou o desenvolvimento do eixo, em peso seco. Para as plantas tratadas com solução nutritiva, neste dia, as plantas submetidas à remoção de $1 + 0$ cotilédone apresentaram valores de peso seco significativamente superiores ao controle. No 52º dia, as plantas

Tabela 9: Comprimento (cm) do eixo de plantas de *Q. cordata*, tratadas com água e com solução nutritiva de Hoagland e diferentes padrões de remoção de cotilédones.
 Letras minúsculas: comparação horizontal; Letras maiúsculas: comparação vertical; sem letras: sem diferença significativa.

Dia	20		30		40	
	Água	sol.nutri.	Água	sol.nutri.	Água	sol.nutri.
0 + 0	4,7	4,7	9,7	6,5	12,5	12,7
1/2 + 0	7,7	8,4	11,6	8,8	19,2	16,9
1/2 + 1/2	7,7	7,3	5,4	11,0	15,7	4,3
1 + 1	8,1	7,0	9,2	10,4	12,9	13,7
1 + 1/2	4,9	6,6	5,3	7,6	12,2	10,8
1 + 1	7,4	7,0	7,4	6,3	4,7	6,4

Dia	52		62	
	Água	sol.nutri.	Água	sol.nutri.
0 + 0	22,7 aA	19,1 aAB	23,3	21,3
1/2 + 0	22,9 aA	26,8 aA	31,8	24,4
1/2 + 1/2	22,9 aA	15,9 bB	17,7	22,6
1 + 0	23,7 aA	11,4 bB	21,8	22,2
1 + 1/2	12,9 aB	13,9 aB	21,7	14,7
1 + 1	4,7	-	-	-

Tabela 10: Peso seco (mg) do eixo de plantas de *Q. cordata*, tratadas com água e com solução nutritiva de Hoagland e diferentes padrões de remoção de cotilédones.

Letras minúsculas: comparação horizontal; Letras maiúsculas: comparação vertical; sem letras: sem diferença significativa.

Dia	20		30		40	
	Água	sol.nutri.	Água	sol.nutri.	Água	sol.nutri.
0 + 0	2,3	2,7	5,8 aAB	3,4 aB	10,6	7,8
1/2 + 0	4,5	4,2	8,3 aA	4,7 bAB	18,2	16,0
1/2 + 1/2	4,1	3,3	7,9 aA	6,3 aAB	12,7	14,0
1 + 0	4,0	3,9	5,2 aAB	7,3 aA	11,8	11,2
1 + 1/2	2,8	3,4	3,2 aB	3,9 aAB	11,3	6,5
1 + 1	3,6	4,4	3,6 aB	2,9 aB	3,2	2,8

Dia	52		62	
	Água	sol.nutri.	Água	sol.nutri.
0 + 0	34,8 aA	24,0 aB	46,8	36,0
1/2 + 0	26,3 bAB	46,2 aA	78,2	50,6
1/2 + 1/2	37,5 aA	14,0 bB	24,7	39,6
1 + 0	28,0 aAB	25,8 aB	43,6	51,2
1 + 1/2	13,6 aB	11,0 aB	29,0	26,3
1 + 1	2,0	-	-	-

com remoção de $1/2 + 0$ cotilédones tiveram um desenvolvimento superior em solução nutritiva, enquanto as com remoção de $1/2 + 1/2$ cotilédones desenvolveram-se melhor em água. A remoção de $1 + 1/2$ cotilédones afetou negativamente o crescimento do eixo entre as plantas tratadas com água, enquanto em solução nutritiva, plantas com remoção de $1/2 + 0$ cotilédones apresentaram valores superiores às demais. As plantas com remoção de $1 + 1$ cotilédones sobreviveram até o 40º dia de análise em solução nutritiva e até o 52º em água.

4.2) Remoção de cotilédones em diferentes dias e aplicação de solução nutritiva em diferentes concentrações.

A remoção de $1/2 + 1/2$ cotilédone e o tratamento com solução nutritiva (x) e (x/10) não tiveram efeito no comprimento da parte aérea de plantas de Q. cordata. O efeito da remoção de $1/2 + 1/2$ cotilédone foi significativo para plantas tratadas com solução nutritiva (x/10) as quais, no 30º dia, apresentaram um comprimento inferior ao controle (figura 26). Entre as plantas tratadas com solução nutritiva (x), o efeito da remoção de $1/2 + 1/2$ cotilédone no 20º dia de crescimento, manifestou-se, de forma prejudicial, entre as plantas coletadas no 40º dia (figura 27). Em relação ao peso seco da parte aérea, o efeito dos tratamentos foi significativo apenas no 20º dia, em que as plantas tratadas com solução nutritiva (x/10), submetidas à remoção de cotilédones no 10º dia, tiveram valores inferiores ao controle (figura 28). Tal situação repetiu-se entre plantas tratadas com solução nutritiva (x) (figura 29). Entre as plantas tratadas com solução nutritiva (x/10), em nenhum dos dias de análise houve diferença significativa entre os valores de comprimento da raiz que pudesse indicar qualquer efeito da remoção de $1/2 + 1/2$ cotilédone em diferentes dias (figura 30). O mesmo não ocorreu entre as plantas tratadas com solução nutritiva (x), em que, no 20º dia, as plantas apresentaram valores menores quando submetidas à remoção no 10º dia (figura 31). No entanto, as remoções nos 10º e 20º dias

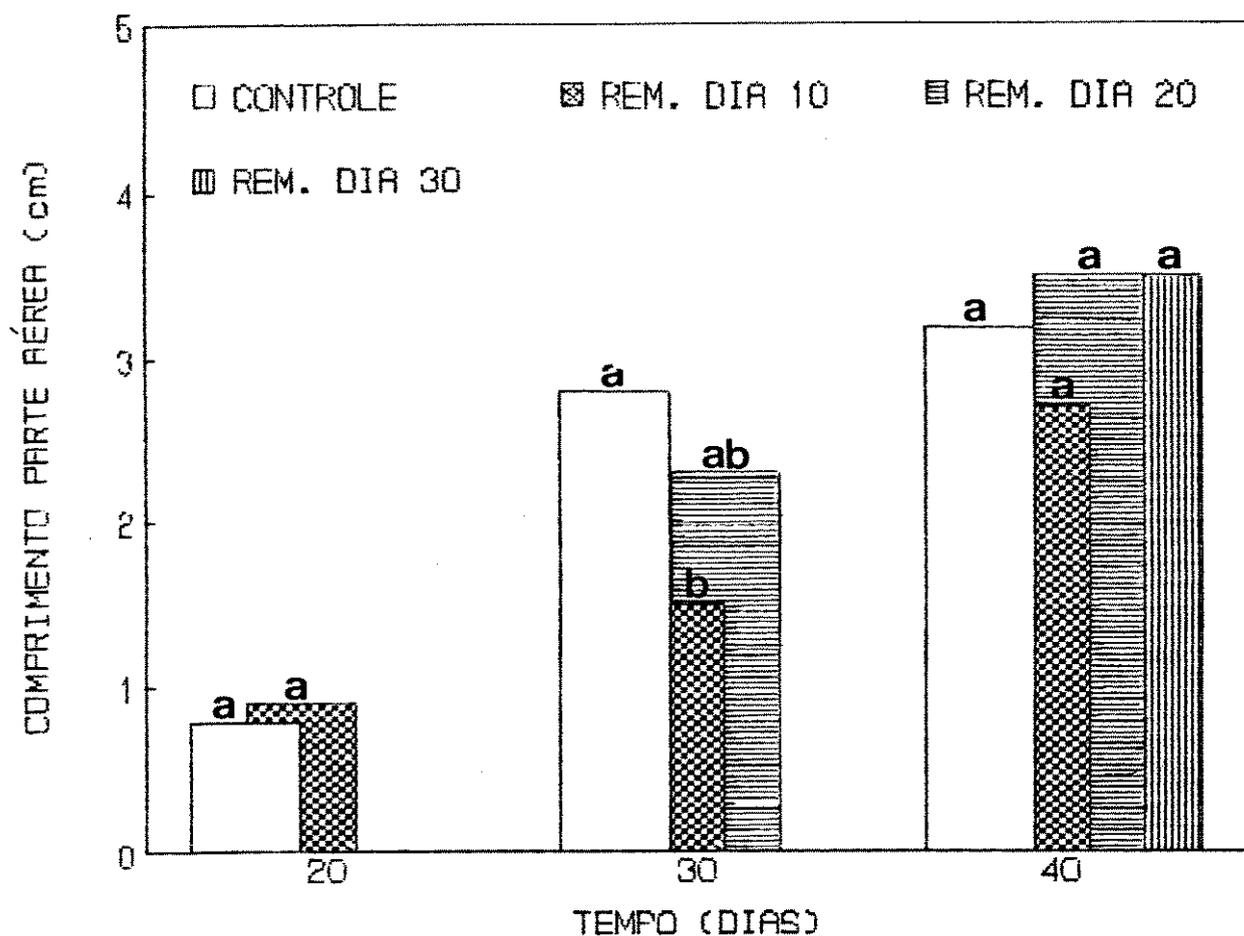


Figura 26: Comprimento da parte aérea de plantas de *Q. cordata* tratadas com solução nutritiva de Hoagland x/10, sob o efeito da remoção de 1/2 + 1/2 cotilédone, em diferentes dias.

Letras indicam comparação pelo teste t (dia 20), por DMS_{5%} (Tukey) (dia 30) e por F_{0,1%} (dia 40).

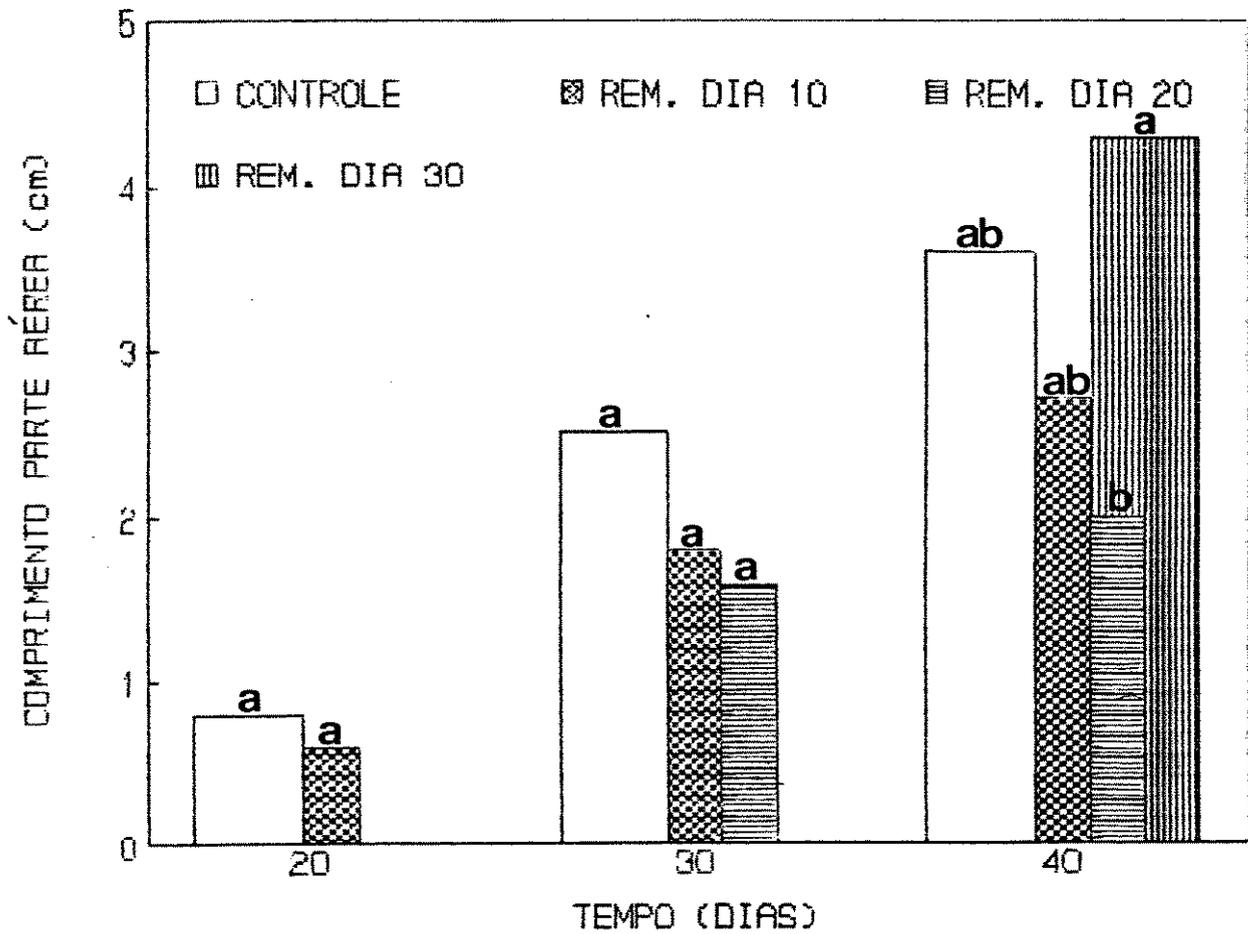


Figura 27: Comprimento da parte aérea de plantas de *Q. cordata* tratadas com solução nutritiva de Hoagland x, sob o efeito da remoção de 1/2 + 1/2 cotilédone, em diferentes dias.

Letras indicam comparação pelo teste t (dia 20) e por $F_{0,1\%}$ (dia 30) e $DMS_{5\%}$ (Tukey) (dia 40).

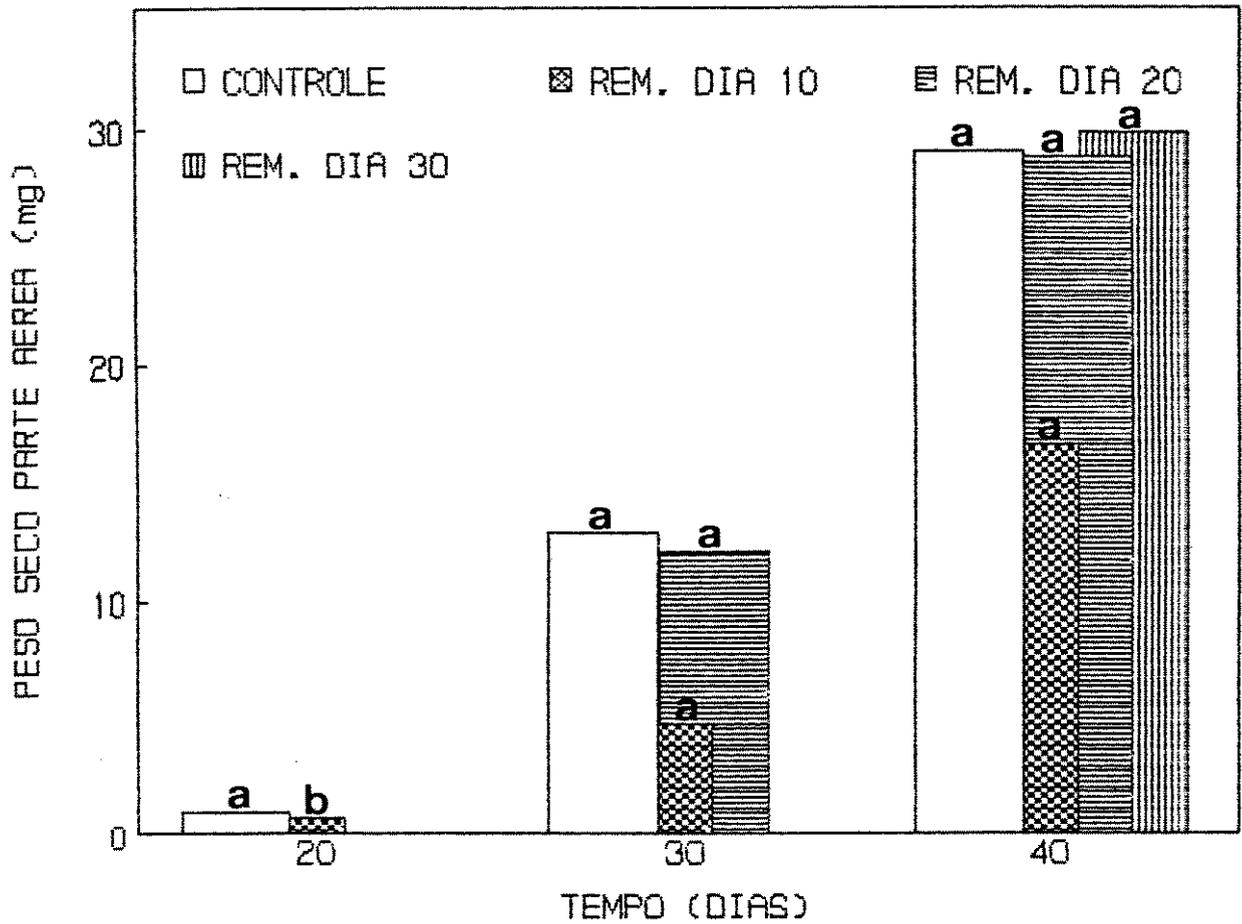


Figura 28: Peso seco da parte aérea de plantas de *Q. cordata* tratadas com solução nutritiva de Hoagland x/10, sob o efeito da remoção de 1/2 + 1/2 cotilédones, em diferentes dias.

Letras indicam comparação pelo teste t (dia 20) e por $F_{0,1\%}$ (dias 30 e 40).

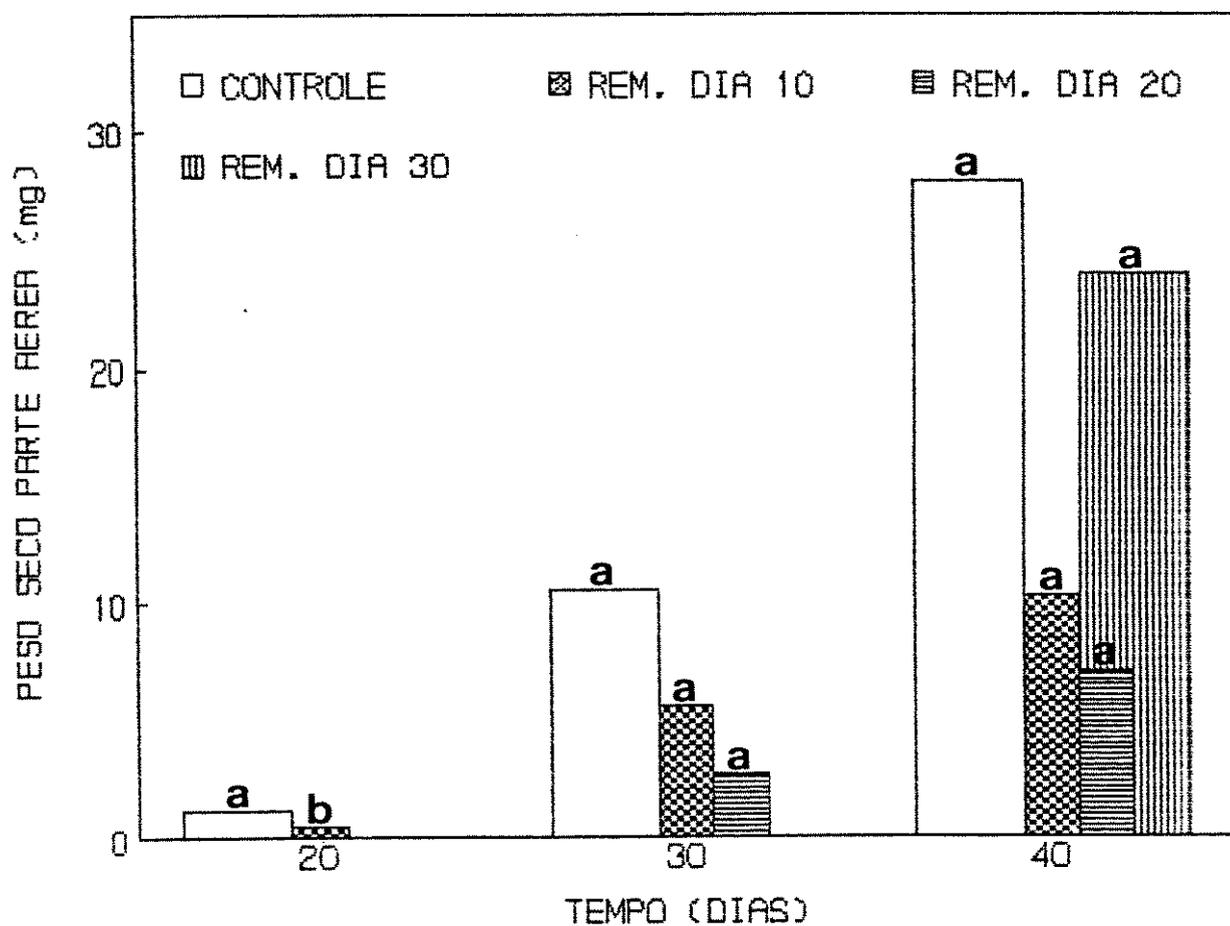


Figura 29: Peso seco da parte aérea de plantas de *Q. cordata* tratadas com solução nutritiva de Hoagland x, sob o efeito da remoção de 1/2 + 1/2 cotilédones, em diferentes dias.

Letras indicam comparação pelo teste t (dia 20) e por $F_{0,1\%}$ (dias 30 e 40).

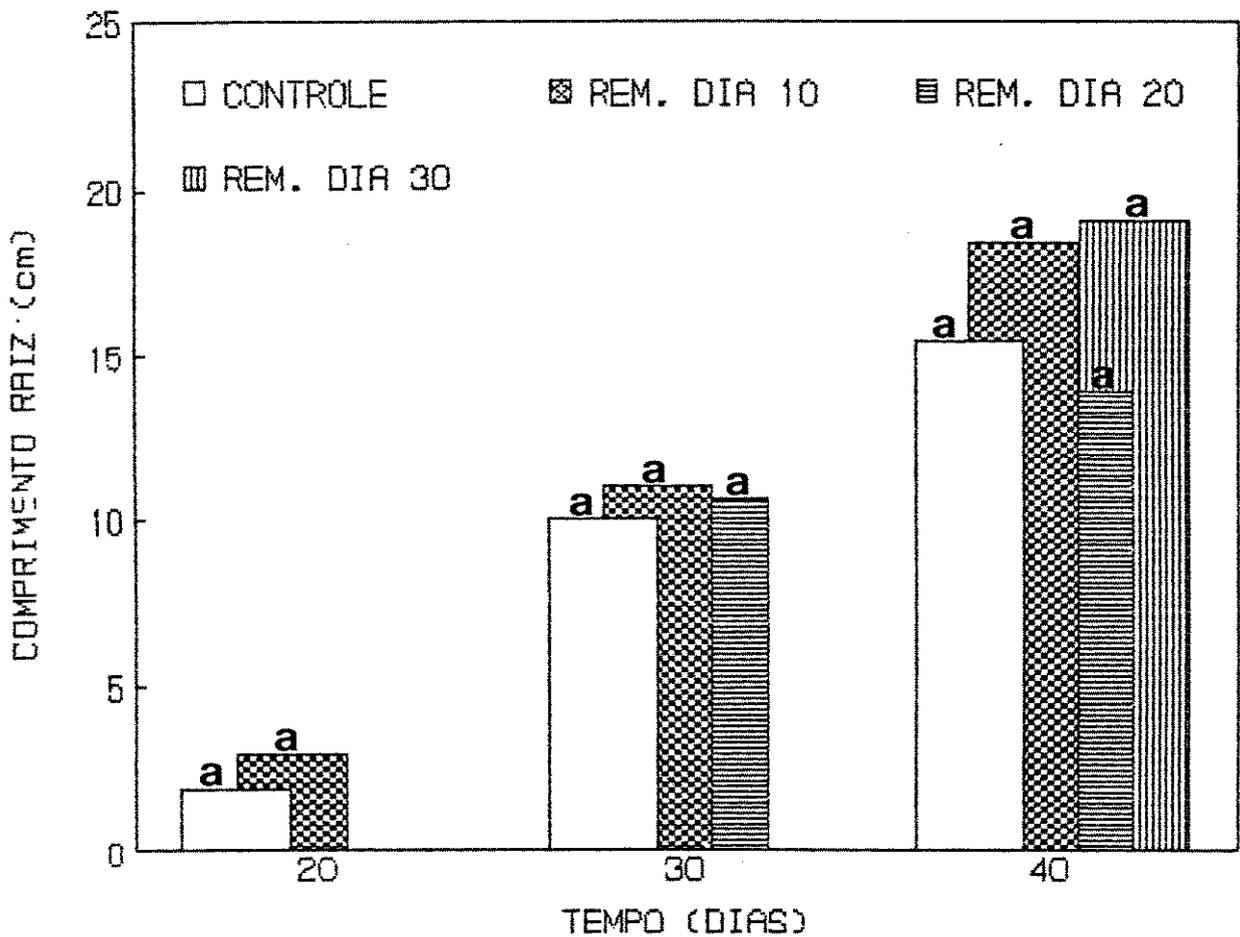


Figura 30: Comprimento da raiz de plantas de Q. cordata tratadas com solução nutritiva de Hoagland x/10, sob o efeito da remoção de 1/2 + 1/2 cotilédone, em diferentes dias.

Letras indicam comparação pelo teste t (dia 20) e por $F_{0,1\%}$ (dias 30 e 40).

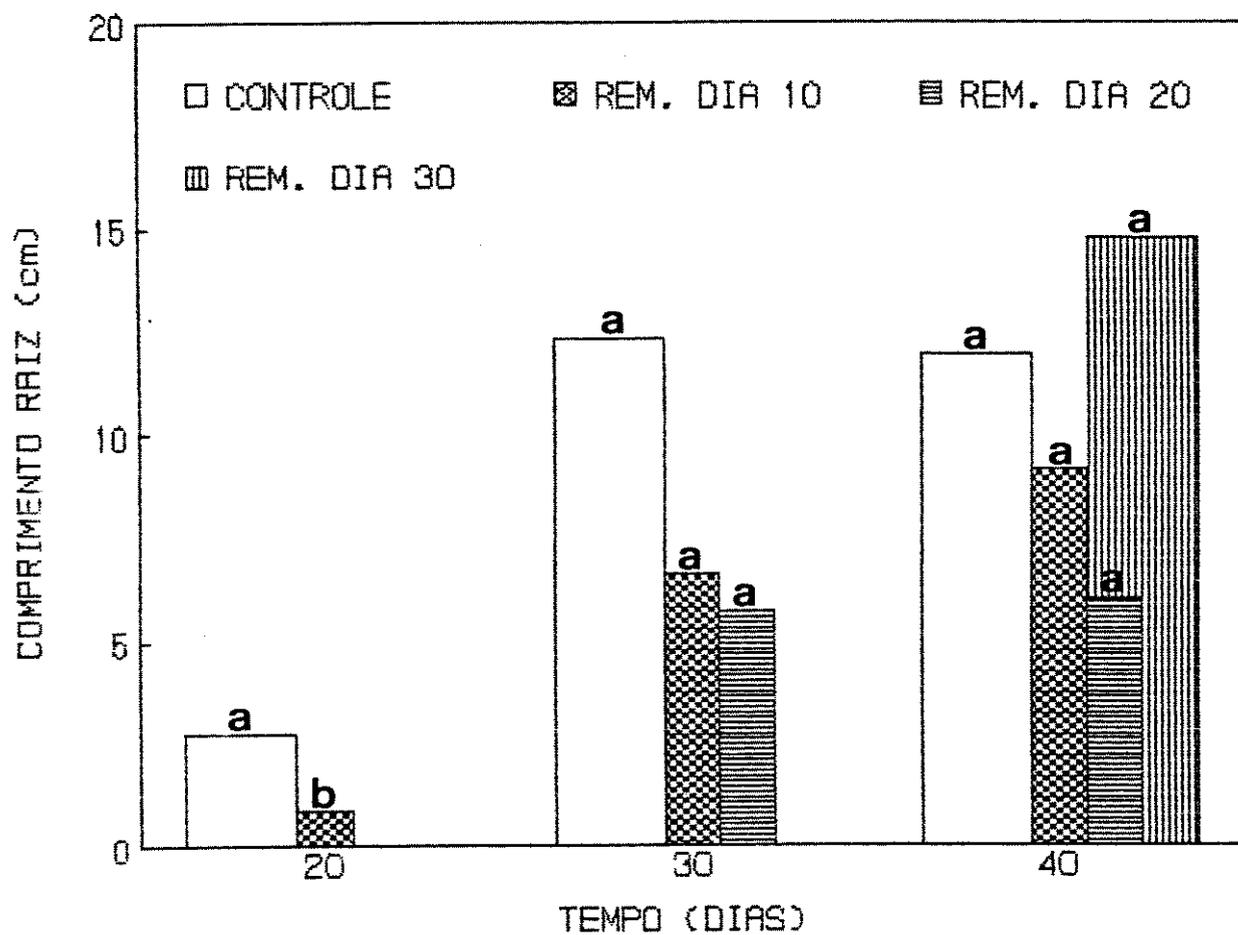


Figura 31: Comprimento da raiz de plantas de Q. cordata, tratadas com solução nutritiva de Hoagland x, sob o efeito da remoção de 1/2 + 1/2 cotilédone, em diferentes dias. Letras indicam comparação pelo teste t (dia 20) e por $F_{0,1\%}$ (dias 30 e 40).

provocaram efeito negativo no peso seco da raiz, verificado no 30º dia de crescimento, entre as plantas tratadas com solução nutritiva (x/10) (figura 32). Entre aquelas tratadas com solução nutritiva (x), o efeito surgiu no 20º dia, quando as plantas submetidas à remoção no 10º dia tiveram valores inferiores às controle (figura 33). Considerando-se o eixo de plantas tratadas com solução nutritiva (x/10) (figura 34) e (x) (figura 35), observa-se novamente o mesmo ocorrido com os valores de comprimento da raiz. Em relação ao tratamento com solução nutritiva (x/10), observa-se que a remoção no 10º dia prejudicou o desenvolvimento do eixo, uma vez que, no 30º dia, os valores de peso seco deste foram inferiores ao controle (figura 36). Entre as plantas tratadas com solução nutritiva (x), a diferença entre as plantas controle e com remoção no dia 10 manifestou-se no dia 20, sendo os valores destas últimas, inferiores aos das primeiras (figura 37).

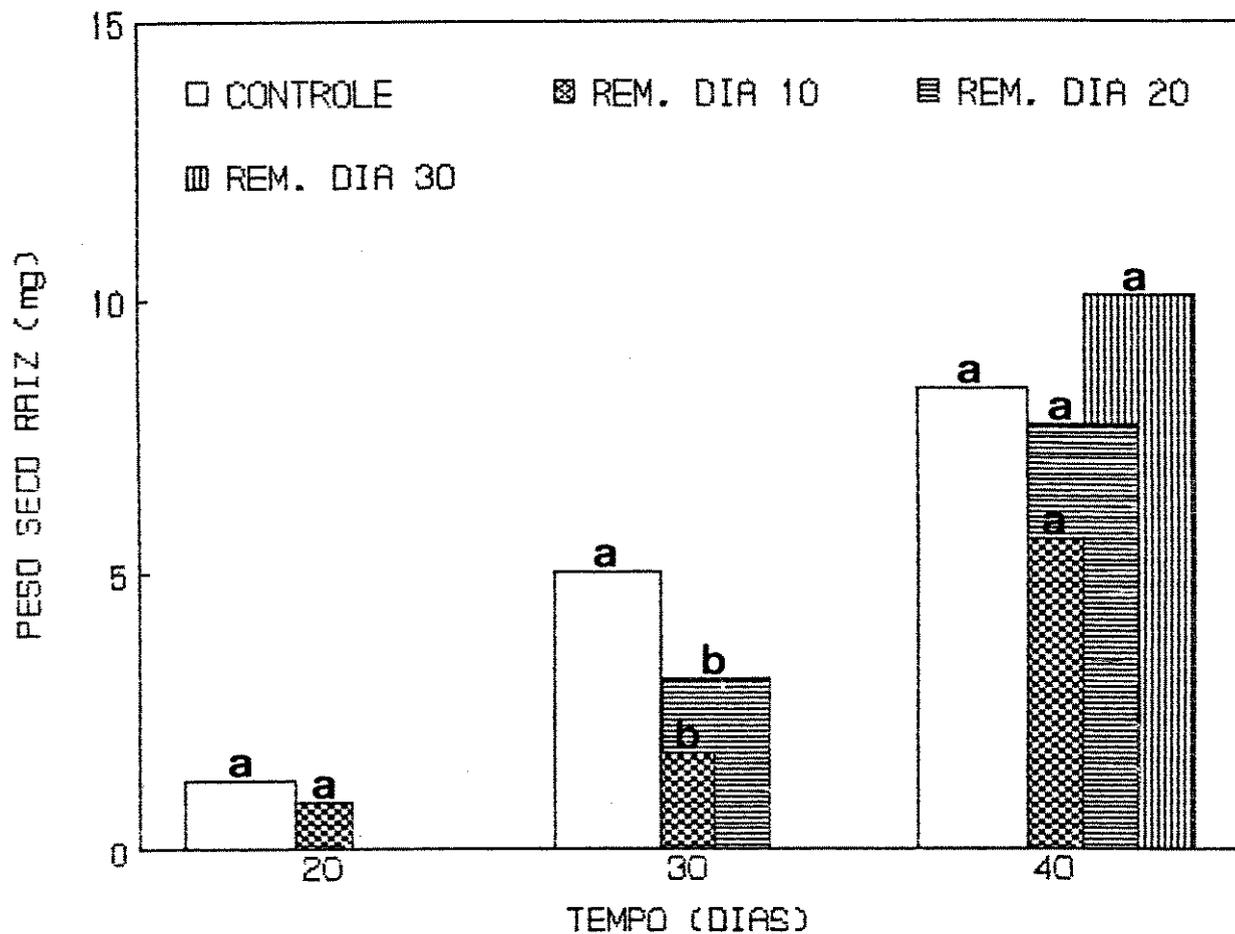


Figura 32: Peso seco da raiz de plantas de *Q. cordata*, tratadas com solução nutritiva de Hoagland x/10, sob o efeito da remoção de 1/2 + 1/2 cotilédones, em diferentes dias.

Letras indicam comparação pelo teste t (dia 20), por $DMS_{5\%}$ (Tukey) (dia 30) e $F_{0,1\%}$ (dia 40).

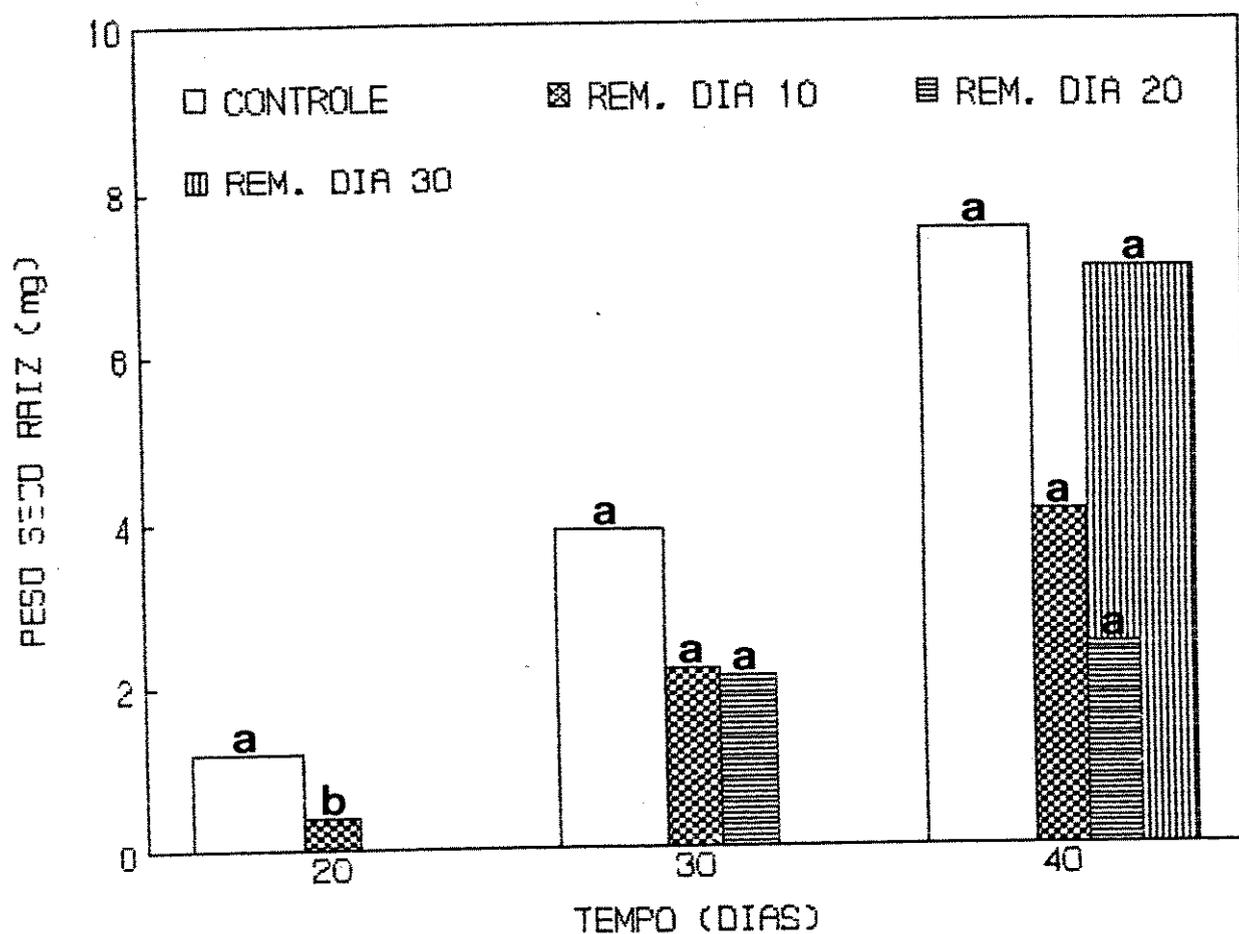


Figura 33: Peso seco da raiz de plantas de *Q. cordata*, tratadas com solução nutritiva de Hoagland x, sob o efeito da remoção de 1/2 + 1/2 cotilédones, em diferentes dias. Letras indicam comparação pelo teste t (dia 20) e por $F_{0,1\%}$ (dias 30 e 40).

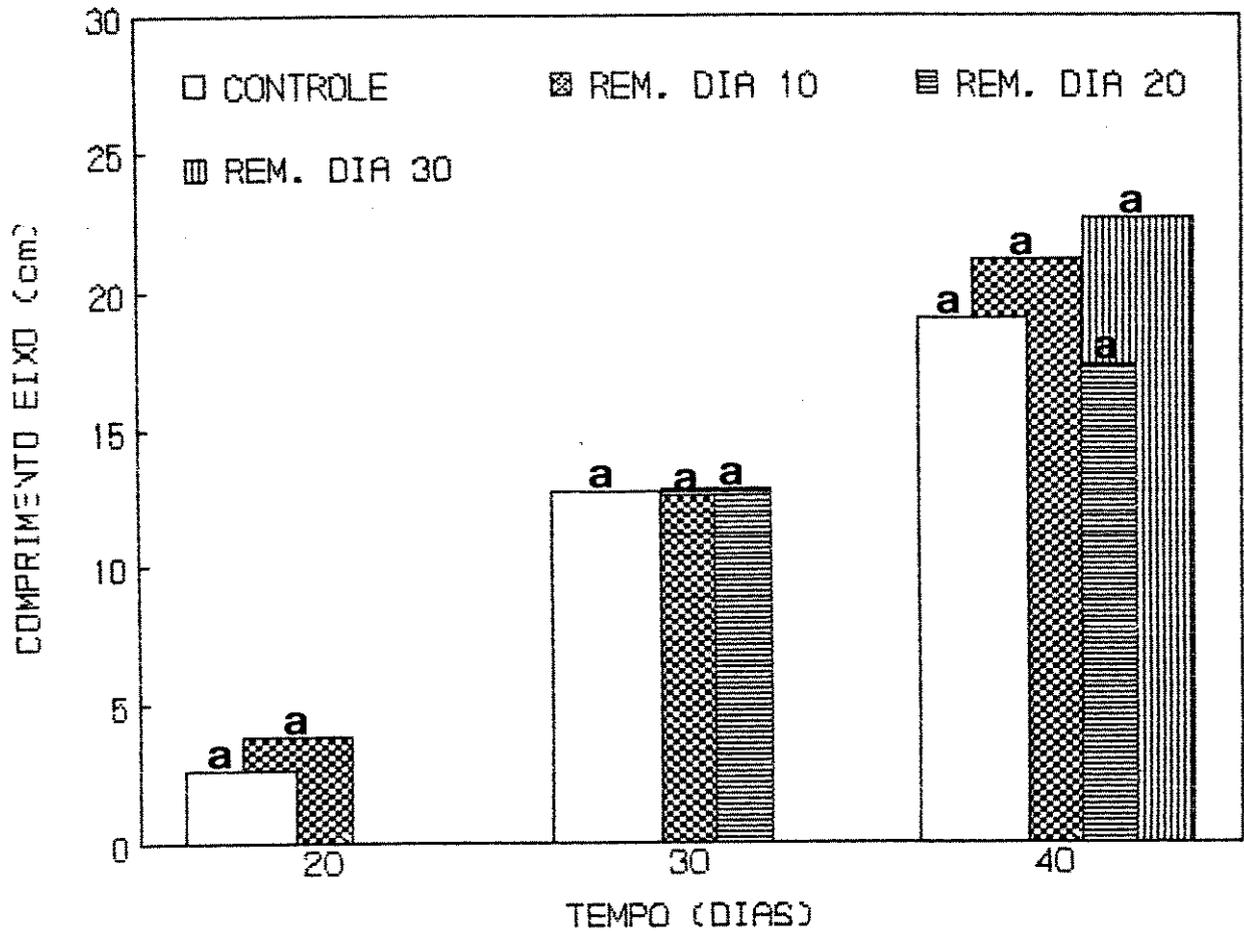


Figura 34: Comprimento do eixo de plantas de *Q. cordata*, tratadas com solução nutritiva de Hoagland $\times/10$, sob o efeito da remoção de $1/2 + 1/2$ cotilédones, em diferentes dias.

Letras indicam comparação pelo teste t (dia 20) e por $F_{0,1\%}$ (dias 30 e 40).

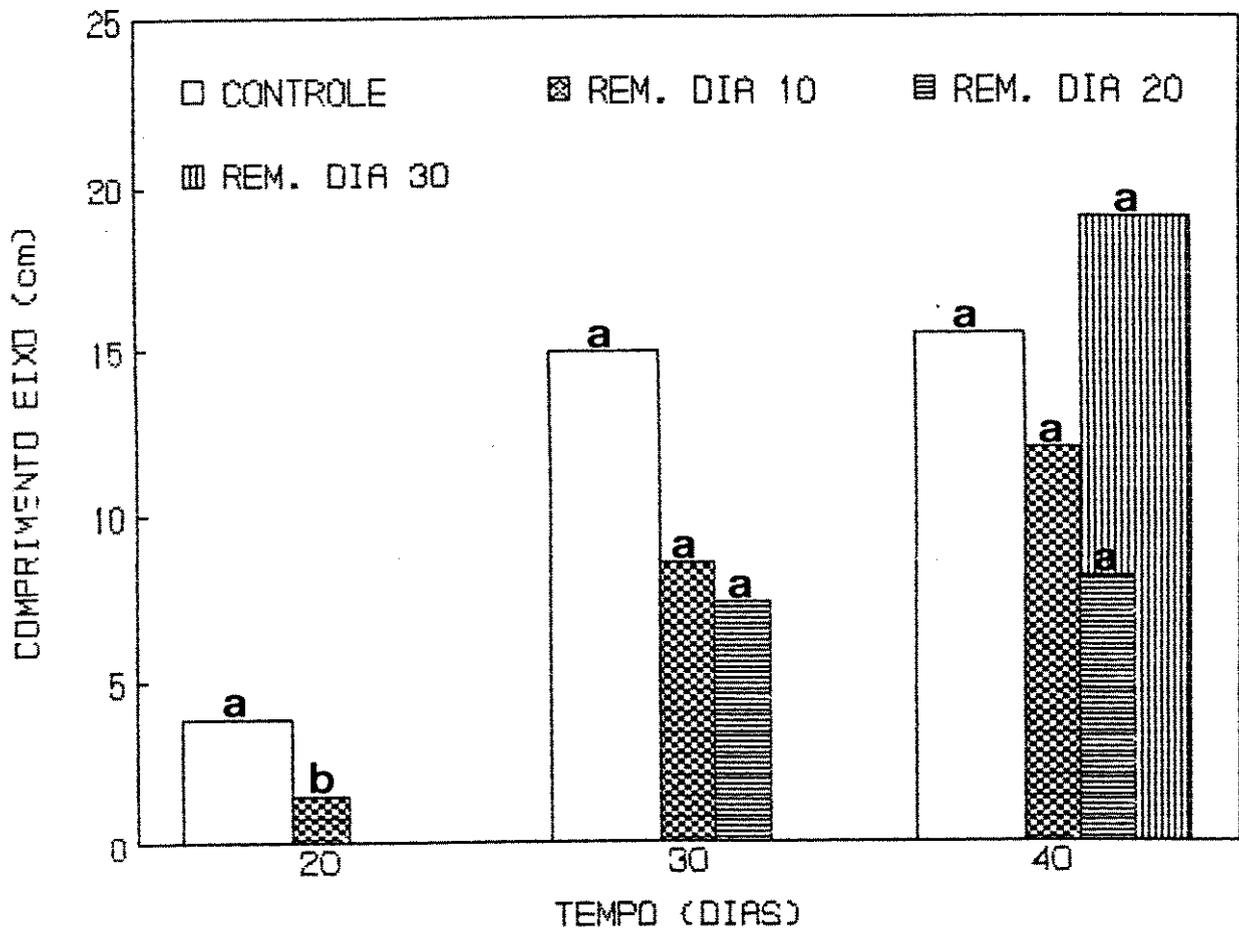


Figura 35: Comprimento do eixo de plantas de *Q. cordata*, tratadas com solução nutritiva de Hoagland x, sob o efeito da remoção de 1/2 + 1/2 cotilédones, em diferentes dias. Letras indicam comparação pelo teste t (dia 20) e por $F_{0,1\%}$ (dias 30 e 40).

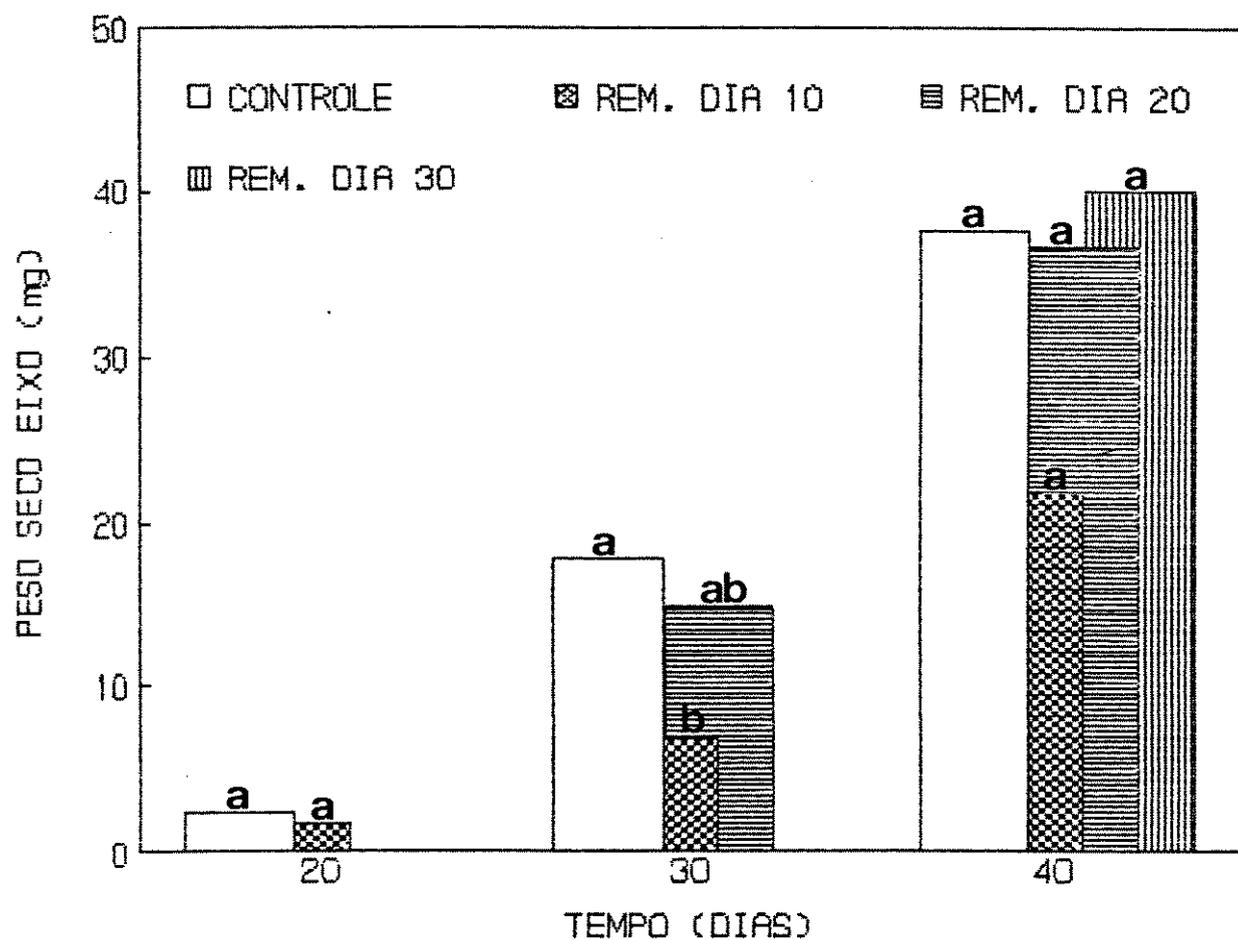


Figura 36: Peso seco do eixo de plantas de *Q. cordata*, tratadas com solução nutritiva de Hoagland x/10, sob o efeito da remoção de 1/2 + 1/2 cotilédones, em diferentes dias.

Letras indicam comparação pelo teste t (dia 20), por DMS_{5%} (Tukey) (dia 30) e por F_{0,1%} (dia 40).

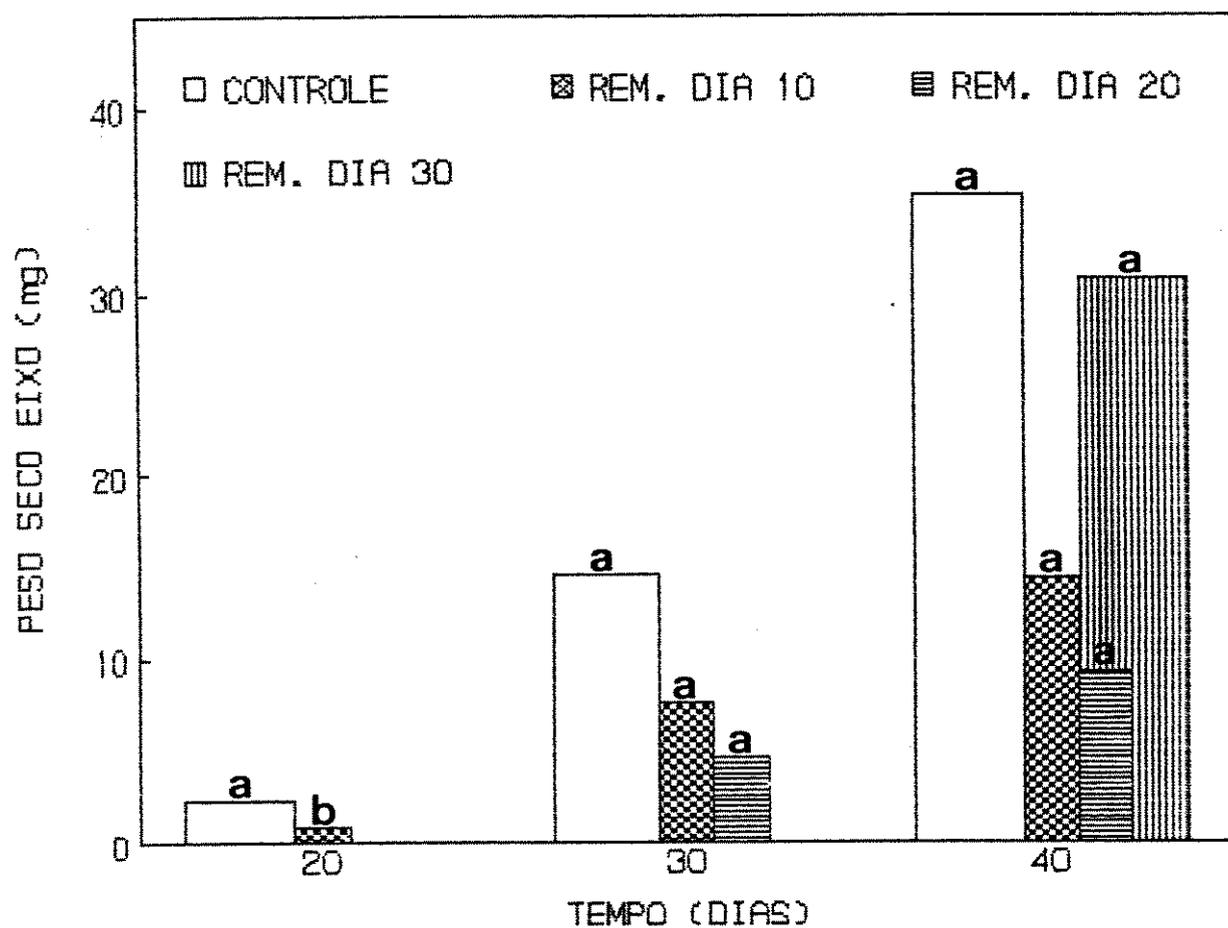


Figura 37: Peso seco do eixo de plantas de *Q. cordata*, tratadas com solução nutritiva de Hoagland x, sob o efeito da remoção de 1/2 + 1/2 cotilédones, em diferentes dias. Letras indicam comparação pelo teste t (dia 20) e por $F_{0,1\%}$ (dias 30 e 40).

4.3) Conteúdo de carboidratos - remoção de cotilédones

O conteúdo de açúcares solúveis diminui sensivelmente nas plantas submetidas à remoção de 1 + 1 cotilédones, em relação às submetidas à remoção de 1/2 + 1/2 cotilédones (figuras 38,39). O mesmo não ocorre com os PSA, cujo conteúdo, por mg de peso seco, nas raízes das plantas com remoção total de cotilédones aumenta e passa a ser significativamente maior do que o das plantas com remoção de 1/2 + 1/2 cotilédones (figura 40). No entanto, em $\mu\text{g/planta}$, o conteúdo de PSA é sempre menor nas plantas sem cotilédones e há uma redução deste no último dia de análise (figura 41).

O conteúdo de amido por mg de peso seco foi maior para raízes de plantas com remoção de 1 + 1 cotilédones (figura 42). O mesmo não ocorreu para o conteúdo de amido por planta, já que em todas as partes das plantas analisadas, este sempre esteve maior para as plantas com remoção parcial de cotilédones (figura 43).

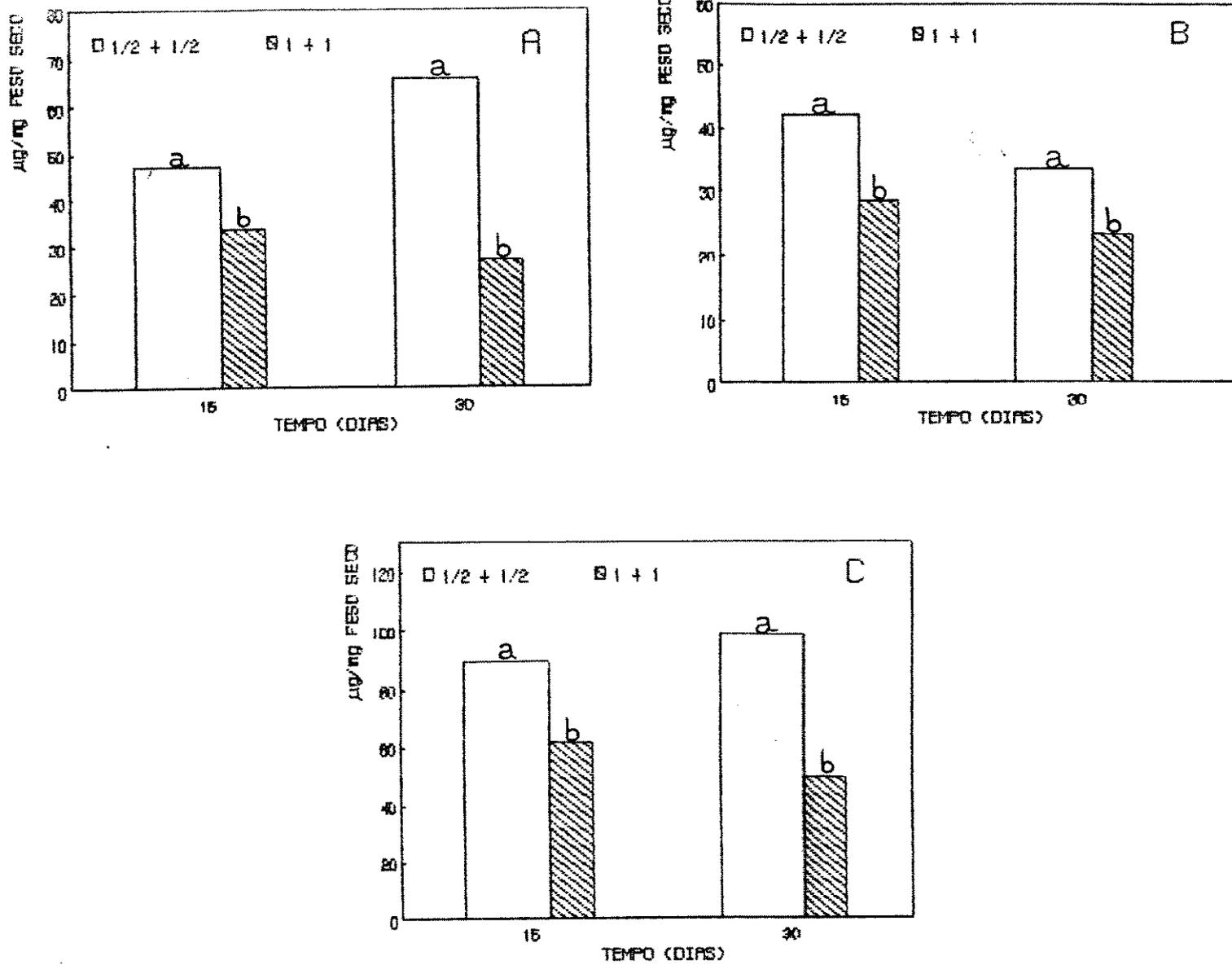


Figura 38: Conteúdo de açúcares solúveis ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de peso seco) em plantas de *Q. cordata* submetidas à remoção de 1/2 + 1/2 e 1 + 1 cotilédones.

A: parte aérea; B: raiz; C: eixo.

Letras indicam comparação pelo teste t.

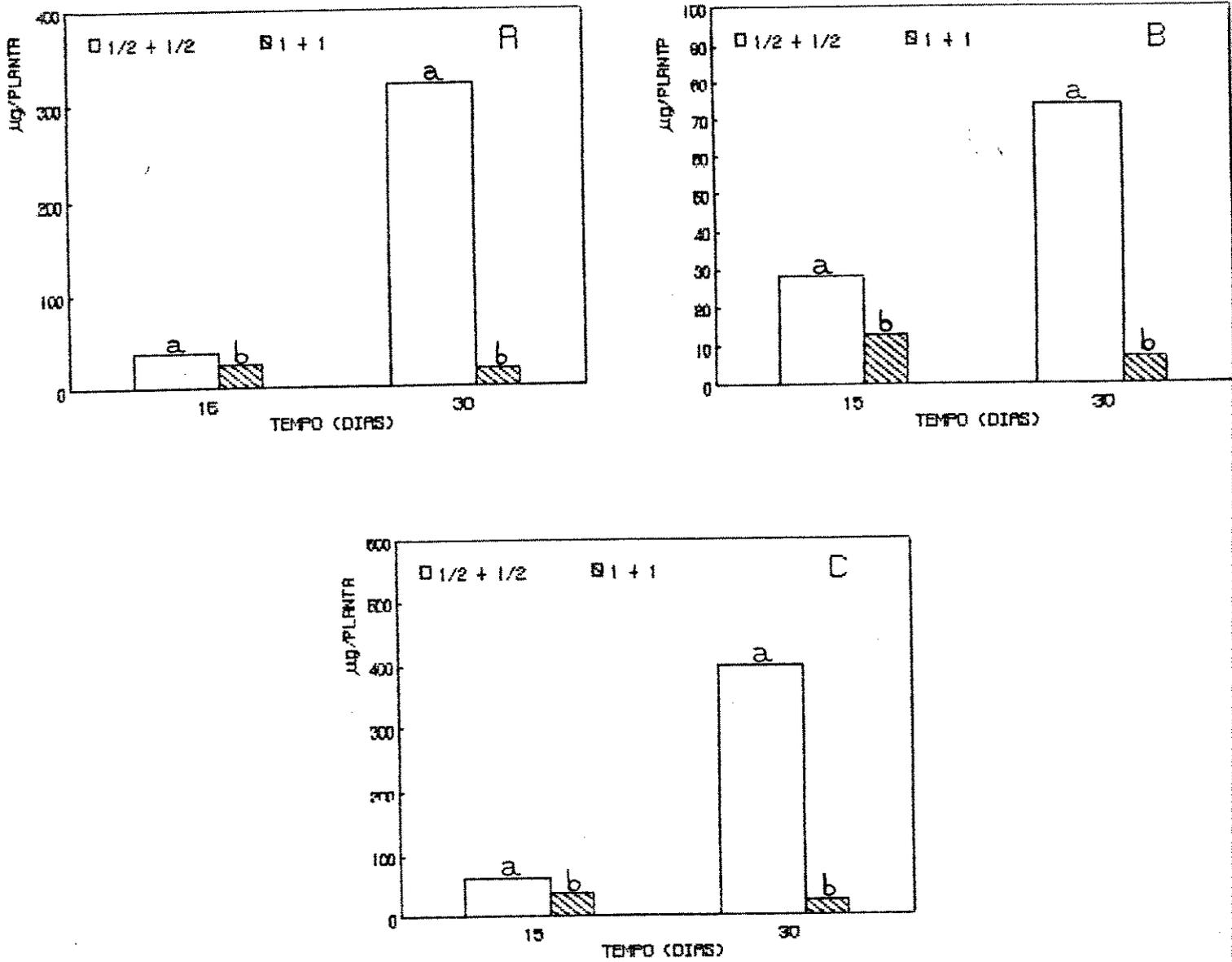


Figura 39: Conteúdo de açúcares solúveis (µg/planta) em plantas de *Q. cordata* submetidas à remoção de 1/2 + 1/2 e 1 + 1 cotilédones.

A: parte aérea; B: raiz; C: eixo.

Letras indicam comparação pelo teste t.

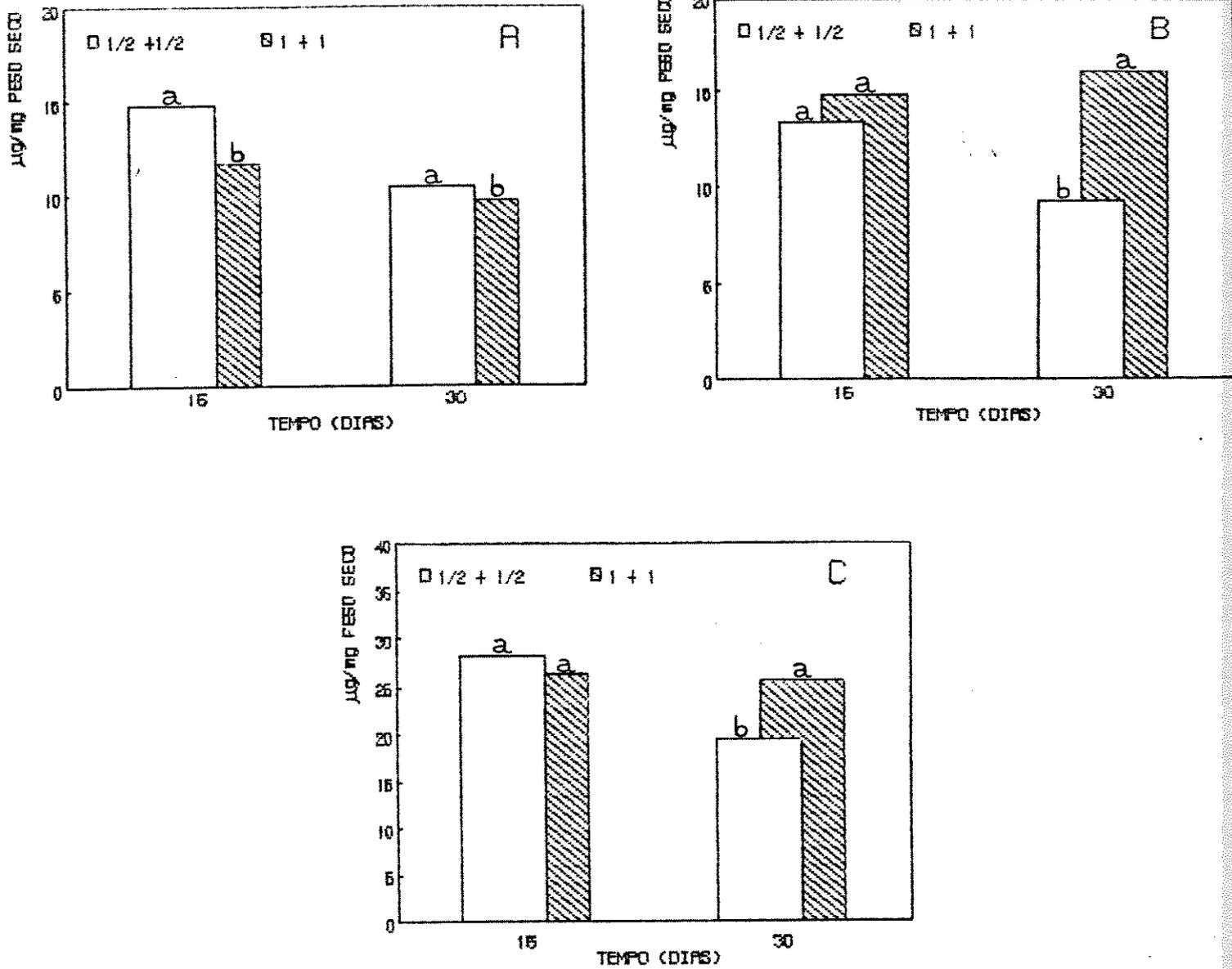


Figura 40: Conteúdo de polissacarídeos solúveis em água ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de peso seco) em plantas de *Q. cordata* submetidas à remoção de 1/2 + 1/2 e 1 + 1 cotilédones. A: parte aérea; B: raiz; C: eixo. Letras indicam comparação pelo teste t.

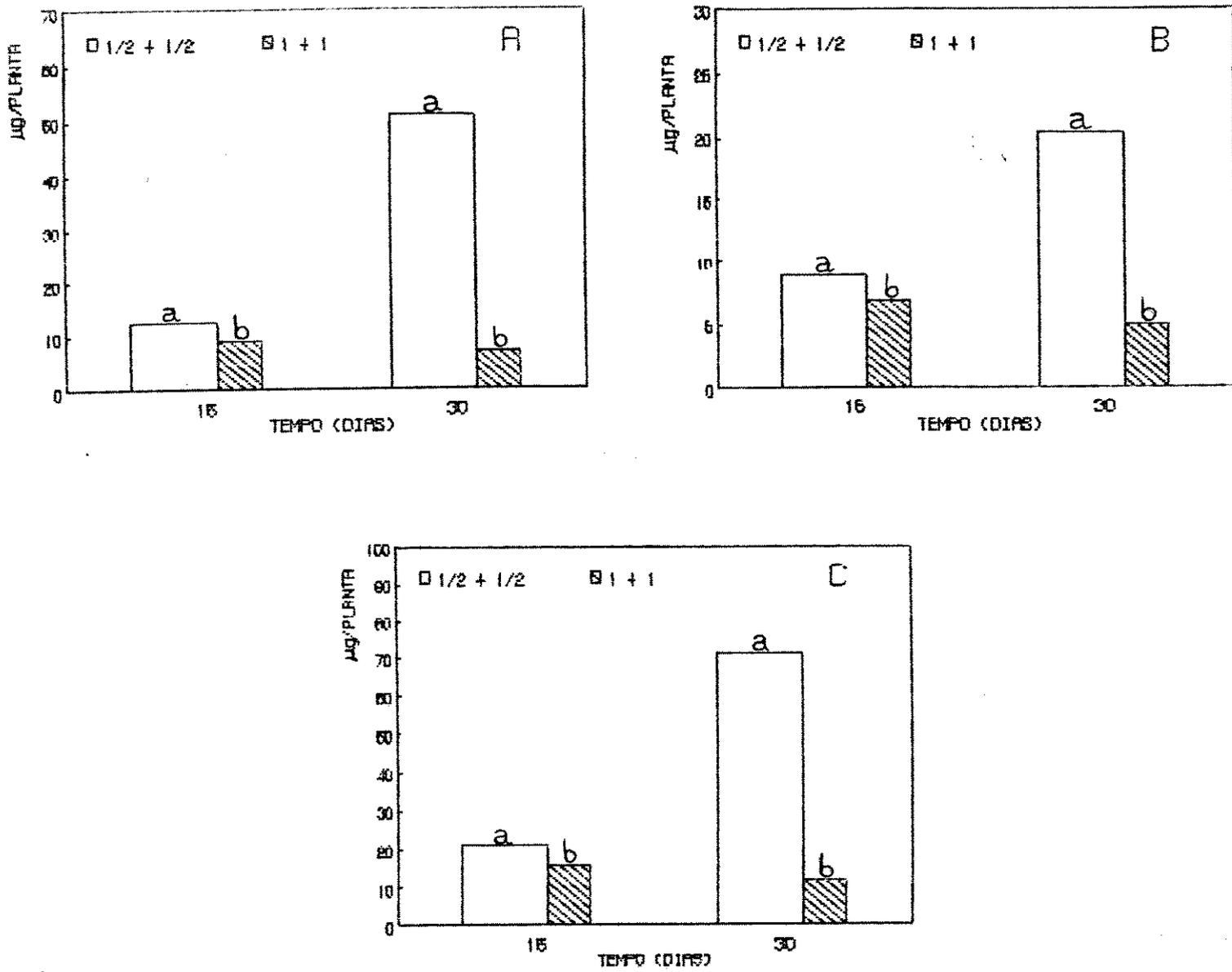


Figura 41: Conteúdo de polissacarídeos solúveis em água (µg/planta) em plantas de *Q. cordata* submetidas à remoção de 1/2 + 1/2 e 1 + 1 cotilédones.

A: parte aérea; B: raiz; C: eixo.

Letras indicam comparação pelo teste t.

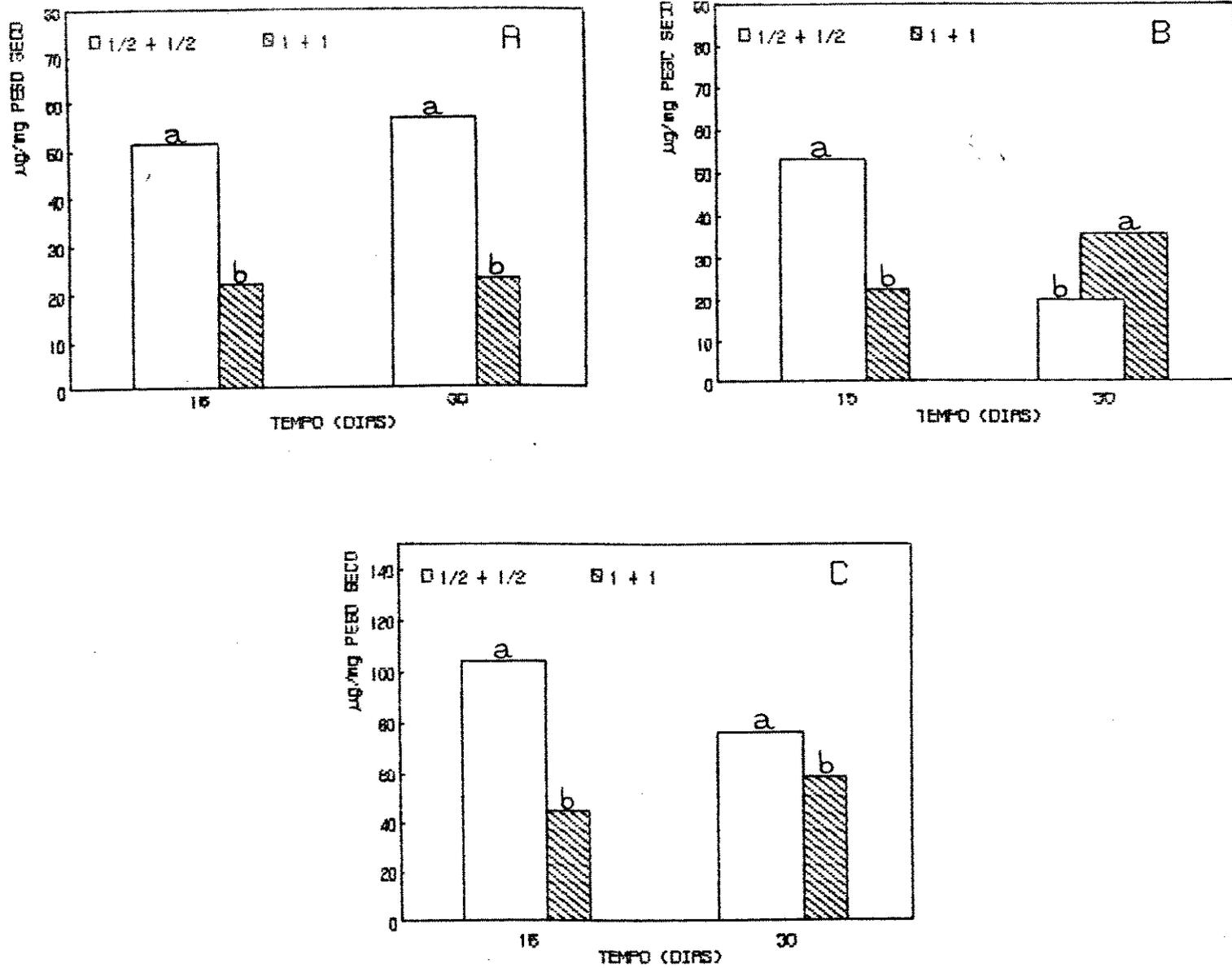


Figura 42: Conteúdo de amido ($\mu\text{g}/\text{mg}$ de peso seco) em plantas de *Q. cordata* submetidas à remoção de 1/2 + 1/2 e 1 + 1 cotilédones.

A: parte aérea; B: raiz; C: eixo.

Letras indicam comparação pelo teste t.

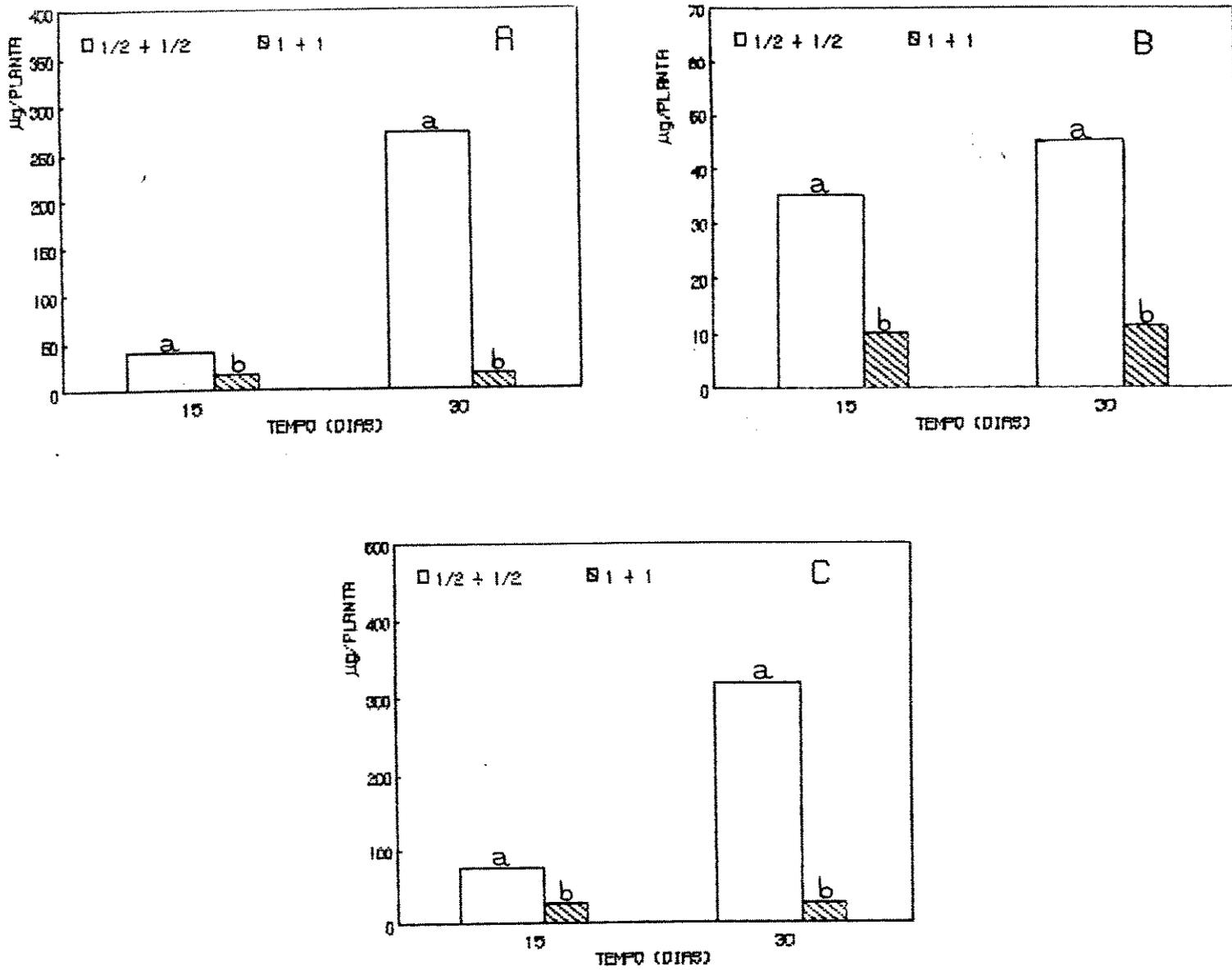


Figura 43: Conteúdo de amido ($\mu\text{g/planta}$) em plantas de *Q. cordata* submetidas à remoção de 1/2 + 1/2 e 1 + 1 cotilédone. A: parte aérea; B: raiz; C: eixo. Letras indicam comparação pelo teste t.

DISCUSSÃO

A característica das sementes de Q. cordata serem claras e escuras não é exclusividade da espécie uma vez que, entre outras típicas do cerrado, ocorre o mesmo fato. FELIPPE (1990a) mostrou que a espécie Q. grandiflora apresenta este mesmo padrão de separação de sementes, e que a porcentagem de sementes claras e escuras é correspondente à encontrada em frutos de Q. cordata. As sementes escuras de Q. grandiflora também são friáveis e, pelo teste do tetrazólio, apenas 2% são viáveis, o que não ocorre com as sementes escuras de Q. cordata, as quais não apresentaram nenhum indício de viabilidade pelo teste ou pela germinação. Segundo SILVA & FELIPPE (1986), sementes de Stylosantes macrocephala também separam-se em claras e escuras.

De acordo com FELIPPE (1990a), as sementes claras intactas de Q. grandiflora alcançam menos de 10% de germinação em 22 dias, enquanto sementes escarificadas manual ou quimicamente alcançam 90% de germinação em 12 dias. Sementes claras de Q. cordata, escarificadas manual ou quimicamente (remoção total do envoltório), alcançaram uma germinação final de ao redor de 20% indicando algum efeito prejudicial dos processos de escarificação sobre o embrião, ou a presença de promotores de germinação no envoltório, os quais teriam sido eliminados com a remoção deste. Além disso, a alta taxa de germinação de sementes intactas mostra que o envoltório da semente oferece pouca ou nenhuma barreira para o pro-

cesso, ao contrário do que ocorre com Q. grandiflora. A resistência, eventualmente causada pelo envoltório das sementes de Q. cordata, é facilmente superada pela parcial escarificação, a qual acelera o processo de embebição, bem como o de germinação, adiantando o início desta em relação às sementes intactas. Para estas, a embebição é mais lenta, mas atinge valores finais correspondentes às escarificadas. O mesmo não ocorre com sementes de Zornia reticulata, em que não houve embebição de sementes intactas após 168h, ao passo que a embebição de sementes escarificadas foi rápida e passou a ocorrer mais lentamente após uma hora (FELIPPE, 1984). Sementes intactas de Q. grandiflora atingiram 90% de embebição em 56h (FELIPPE, 1990a).

A inviabilidade de sementes escuras deve-se à ausência do embrião, constatada nas sementes clarificadas, tal qual ocorre nas sementes escuras de Q. grandiflora (FELIPPE, 1990a). A ausência de embrião também foi relatada por ACHUTTI (1978) que, em seu trabalho, examinou 2300 aquênios de Piptocarpha rotundifolia dos quais apenas 6 apresentavam embrião. O alto número de sementes escuras encontrado nos frutos e a sua disposição em relação às sementes claras no interior dos mesmos, sugere algum tipo de proteção ao embrião, uma vez que há o ataque de insetos a sementes que ainda se encontram no interior dos frutos. A disposição das sementes portanto, dificultaria o acesso destes insetos às sementes claras viáveis, assegurando a sobrevivência do embrião.

A germinação de sementes claras intactas de Q. cordata foi, ao final do experimento, estatisticamente melhor em luz do que em

escuro, a 25°C. ARASAKI & FELIPPE (1987) mostraram que sementes de Dalbergia miscolobium são indiferentes à luz para a germinação a 25°C. No entanto, segundo os autores, esta indiferença pode ser alterada pela interação de luz e temperatura. Para Actinocladum verticillatum (FILGUEIRAS & FELIPPE, 1986) e Kielmeyera coriacea (DIONELLO, 1978), ambas espécies de cerrado, a germinação ocorre melhor em luz do que em escuro, sendo as espécies consideradas fotoblásticas positivas pelos autores, nas temperaturas testadas. Apesar da diferença entre as porcentagens de germinação de sementes de Q. cordata sob luz branca e escuro ter sido estatisticamente significativa, a espécie pode ser considerada indiferente à luz, uma vez que, sob escuro, a germinação também foi consideravelmente elevada.

A viabilidade de sementes de Q. cordata pode ser considerada baixa se comparada com sementes da espécie de cerrado Zornia reticulata, as quais atingem 90% de germinação 2 anos após terem sido coletadas (FELIPPE, 1984). No entanto, se comparada com sementes de Zeyera digitalis, também uma espécie de cerrado, esta consideração parece não ser verdadeira, uma vez que as sementes desta perdem a viabilidade muito rapidamente, passando de 80% de germinação na época da coleta, a 37% após 50 dias de armazenamento (JOLY & FELIPPE, 1979b). A perda da viabilidade das sementes de Q. grandiflora é semelhante ao que ocorre com Q. cordata (M. TERESINHA PAULILO, comunicação pessoal). No entanto não se pode descartar a possibilidade das sementes terem entrado em processo de dormência, uma vez que a viabilidade foi testada apenas pela

germinação.

O crescimento inicial de Q. cordata segue os padrões apresentados por algumas espécies de cerrado. A maior contribuição da raiz no comprimento total da planta é observado em Kielmeyera coriacea (DIONELLO, 1978; ARASAKI & FELIPPE, 1991) e Q. grandiflora (M. TERESINHA PAULILO, comunicação pessoal). Em Q. cordata o comprimento da raiz chega a ser até 6 vezes maior que o comprimento da parte aérea. Tal característica corresponde à adaptação das espécies à profundidade do solo apresentada no ambiente de cerrado (RANZANI, 1963), a qual permite que as plantas de cerrado tenham disponibilidade de água durante todo o ano uma vez que seu sistema radicular é suficientemente profundo para alcançar o lençol freático. O peso seco da raiz de K. coriacea, inicialmente, é inferior ao da parte aérea, passando a ser significativamente maior que esta a partir do 4º mês de desenvolvimento (ARASAKI, 1988). Dentro do período em que foram analisadas as plantas de Q. cordata, o peso seco da raiz nunca foi significativamente inferior ao da parte aérea. Comparando-se os dados de peso seco da raiz de Q. grandiflora (FELIPPE & DALE, 1990), em que esta passa a ser significativamente maior que a parte aérea no 130º dia, pode-se esperar que o mesmo ocorreria com Q. cordata, em um período de desenvolvimento mais prolongado.

Apesar de terem apresentado taxas de crescimento relativo negativas em alguns períodos da análise, a TCR entre os 20º e 37º dias variou entre 0,003 e 0,1 mg.mg⁻¹.dia⁻¹. A taxa máxima foi consideravelmente elevada quando comparada com a taxa máxima ob-

tida para K. coriacea por ARASAKI (1988), de $0,023 \text{ mg.mg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ entre os 30^o e 180^o dias, em condições de campo, e por SELF (1989) de $0,035 \text{ mg.mg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ entre os 20^o e 100^o dias, em condições controladas. FELIPPE & DALE (1990) mostraram que, sob condições de temperatura e luminosidade controladas, plantas de Q. grandiflora apresentam taxas de crescimento que variam entre $0,008$ e $0,036 \text{ mg.mg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. Segundo M. TERESINHA PAULILO (comunicação pessoal), em condições naturais, a mesma espécie atinge uma taxa de até $0,085 \text{ mg.mg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. A faixa da TCR de Q. cordata, que é uma planta de cerrado, é na verdade semelhante à de algumas árvores da mata temperada como Acer pseudoplatanus ($0,03 \text{ d}^{-1}$), Betula verucosa ($0,07 \text{ d}^{-1}$) e Picea abies ($0,005 \text{ d}^{-1}$) e da floresta tropical como Khaya ivorensis ($0,027 \text{ d}^{-1}$) e Terminalia ivorensis ($0,10 \text{ d}^{-1}$). Os valores são entretanto, baixos quando comparados com espécies herbáceas, como as C₄ Amaranthus viridis ($0,4 \text{ d}^{-1}$), Zea mays ($0,3 \text{ d}^{-1}$) e a C₃ Faseolus vulgaris ($0,1-0,2 \text{ d}^{-1}$). Estes dados foram obtidos de DALE (1991).

Os polissacarídeos solúveis em água (PSA) são a forma de carboidratos que se apresenta em menor disponibilidade nas plantas de Q. cordata, no seu desenvolvimento inicial. Os açúcares solúveis apresentam-se em maior disponibilidade, enquanto o amido, representando a forma de carboidratos em reserva na planta, apresenta-se em concentrações bastante elevadas, em relação aos polissacarídeos solúveis em água. De um modo geral, os carboidratos podem ser tomados como parâmetro de análise de crescimento, uma vez que o aumento do seu conteúdo por mg de peso seco, acompanha

o crescimento da planta, em peso seco, ou há uma queda do conteúdo em função do crescimento intensivo da planta em um determinado período, como é o caso de polissacarídeos solúveis em água. O mesmo não ocorre para o conteúdo de PSA por planta, onde há um aumento deste, ainda que em pequena escala, simultaneamente com o crescimento da planta. Sendo assim, dentre os carboidratos analisados, os PSA são os únicos cuja produção não acompanha o aumento de matéria acumulada pela planta, como ocorre com açúcares solúveis e amido. ARASAKI (1988) sugere que o conteúdo de carboidratos solúveis totais possa ser utilizado como parâmetro de crescimento em plantas de K. coriacea, ressaltando porém, o fato de os mesmos serem compostos intermediários do metabolismo e não um produto final deste.

As plantas de Q. cordata apresentaram uma certa dificuldade de se desenvolverem em condições de campo. Tal dificuldade no entanto, parece restringir-se a um período crítico, já que após ele, as plantas alcançam valores de crescimento semelhantes aos apresentados por aquelas crescidas em casa de vegetação, porém com um certo atraso. Plantas de K. coriacea, sob condições controladas, apresentaram um crescimento 3 vezes maior que as plantas da mesma idade, em condições de campo (SELF, 1989).

O fato do crescimento das plantas não ter sido significativamente afetado pela solução nutritiva de Hoagland sugere uma forma de adaptação da espécie ao ambiente, em relação à independência de um suprimento mineral durante a fase inicial de seu desenvolvimento, dada à carência de nutrientes apresentada pelos

solos de cerrado. O crescimento de Q. grandiflora, a longo prazo, é negativamente afetado por solução nutritiva em concentração normal (x) ou diluída dez vezes (x/10), sendo que no primeiro caso, as plantas morrem entre os 60^o e 90^o dias (FELIPPE & DALE, 1990). Segundo os autores, o crescimento não é afetado até o 52^o dia de análise. Os dados sugerem que a alta concentração de P nos cotilédones seja suficiente para a fase inicial do crescimento, fazendo com que a espécie seja independente do suprimento externo deste elemento. Passada esta fase, a concentração de P tornar-se-ia tóxica, uma vez que, mesmo a solução nutritiva x/10 fornece uma concentração de P bastante acima da encontrada em solos de cerrado, ao qual a espécie está adaptada. Com base nesta afirmação, pode-se considerar que, com a remoção de cotilédones, eventualmente, as plantas de Q. cordata passariam a requerer um fornecimento externo de elementos, o que prejudicaria o seu desenvolvimento pela excessiva concentração dos mesmos, no caso do tratamento com solução nutritiva, ou pela sua escassez, no tratamento com água. No entanto, a toxidez parece ser mais prejudicial que a escassez de nutrientes, uma vez que plantas com remoção de 1 + 1 cotilédone sobrevivem por mais tempo em água do que em solução nutritiva. A progressiva independência das plantas em relação aos cotilédones pode ser levada em conta no caso em que a remoção tardia (30^o dia de crescimento) de 1/2 + 1/2 cotilédone em nada afeta o desenvolvimento das plantas até o final do experimento, enquanto a remoção no 10^o dia pode chegar a interferir negativamente no crescimento inicial das plantas, principalmente aquelas

tratadas com solução nutritiva em concentração normal (x). Esta independência no entanto, não seria esperada já que os cotilédones das plantas intactas não caíram até o final dos experimentos. Além disso, o aumento de matéria seca acumulada pelos cotilédones e o conteúdo de carboidratos encontrado nos mesmos mostram que, ao final dos experimentos, os cotilédones ainda se encontram fotossinteticamente ativos. Portanto seria esperado que houvesse um efeito prejudicial da remoção dos cotilédones, ainda que tardia, no crescimento das plantas que assim, perdem uma fonte de reserva ativa.

O comprometimento do desenvolvimento inicial das plantas de Q. cordata pela remoção de cotilédones, logo no 10º dia de crescimento, é comprovado pela concentração de carboidratos encontrada em plantas com remoção de 1 + 1 cotilédone. Especialmente a concentração de PSA mostra que o acúmulo de matéria por estas plantas foi menor, já que o seu conteúdo por mg de peso seco da raiz e do eixo permanece elevado no dia 30, enquanto diminui para plantas com remoção de 1/2 + 1/2 cotilédone.

Muitas vezes, a estatística aplicada aos resultados de crescimento obtidos para Q. cordata, modificou a idéia inicialmente transmitida pelas figuras e tabelas. Tal fato deve-se à grande variação dos dados, a qual retrata a variabilidade comumente apresentada por espécies não cultivadas. No presente trabalho houve uma variação muito grande nos coeficientes de variação (CV). Por exemplo, na figura 10, o CV para os valores do dia 10 foi 28,4%, enquanto para o dia 42 foi 64,9%. Na figura 20, o CV

para o dia 52 foi de 38,8%, enquanto o do dia 59 foi 72,1%; na figura 23 o CV variou de 11,3 a 81,3%. Valores tão altos de CV, como o obtido na figura 29 (90%), poderiam ser eventualmente reduzidos se fosse aumentado o número de plantas em cada amostragem, até que se obtivesse um experimento com pouca variação. ARASAKI (1988) obteve um CV de 83,59% em dados de peso seco de plantas de Kielmeyera coriacea. Para obter um CV aceitável (ao redor de 10%), o autor concluiu que seriam necessárias até 350 plantas por amostragem, o que inviabilizaria a montagem dos experimentos. Portanto, a alta variabilidade apresentada, principalmente por espécies de cerrado, é um problema muitas vezes inevitável, assim como ocorreu com Q. cordata, neste trabalho.

RESUMO

Neste trabalho foram estudados alguns aspectos da germinação, em laboratório e do crescimento inicial, em casa de vegetação e na Estação Experimental do Instituto Florestal no cerrado de Itirapina (campo), de Qualea cordata. Em casa de vegetação foram aplicados às plantas tratamentos de remoção de cotilédones e de solução nutritiva de Hoagland.

No que diz respeito à germinação, os itens abordados foram: escarificação de sementes, influência da luz e viabilidade em função do tempo. Os parâmetros de crescimento observados para análise do mesmo foram: comprimento da parte aérea, raiz e eixo; peso seco de cotilédones, parte aérea, raiz e eixo e conteúdo de carboidratos nas diferentes partes da planta. O eixo correspondeu à soma dos valores de parte aérea e raiz em todos os parâmetros de medida utilizados.

As sementes de Q. cordata não necessitam de escarificação para que se inicie o processo de germinação. Os processos de escarificação utilizados mostraram-se prejudiciais ao embrião, visto que a germinação foi negativamente afetada pelos mesmos. A escarificação parcial adiantou o início do processo de germinação. Estatisticamente, as sementes de Q. cordata germinaram melhor sob luz branca do que em escuro. No entanto, a porcentagem de germinação alcançada no escuro também foi consideravelmente elevada, o

que sugere que as sementes sejam indiferentes à luminosidade . A taxa de germinação começa a diminuir após um ano de armazenamento das sementes, o que pode ser consequência de perda de viabilidade. No entanto, a possibilidade de que as sementes tenham entrado em processo de dormência não pode ser descartada, uma vez que a viabilidade somente foi testada pela germinação.

O desenvolvimento da raiz, em comprimento, é mais intenso que o da parte aérea e portanto, a maior parte do comprimento do eixo total da planta é representada pela raiz.

Em peso seco, até o último dia de análise, a parte aérea e a raiz desenvolveram-se em valores que não diferiram significativamente, embora os dados sugiram um crescimento maior da parte aérea.

A apresentação do conteúdo de carboidratos acompanha o desenvolvimento das plantas direta ou inversamente, o que possibilita a utilização deste dado como parâmetro de crescimento.

As plantas de *Q. cordata* apresentam um crescimento mais rápido em casa de vegetação, em relação ao campo. Os valores finais de crescimento apresentados em casa de vegetação são apresentados no campo, por plantas 15 dias mais velhas.

A solução nutritiva de Hoagland, em concentração normal (x), não afetou o desenvolvimento das plantas durante o período de análise. No entanto, quando aplicada simultaneamente com o tratamento de remoção de cotilédones, em algumas situações, chegou a intensificar o efeito provocado pelo mesmo.

A remoção de cotilédones em diferentes dias mostrou a progressiva independência das plantas em relação aos cotilédones, em que plantas com remoção no 10º dia de crescimento foram afetadas negativamente, enquanto a remoção tardia não provocou nenhum efeito no desenvolvimento das plantas. Tal independência não seria esperada uma vez que, até o final dos experimentos, os cotilédones mostraram-se fotossinteticamente ativos, sendo uma fonte de reservas bastante abundante para a planta.

LITERATURA CITADA

- ACHUTTI, M.H.C. 1978. Aspectos morfológicos e anatômicos do sistema aéreo e subterrâneo e o óleo essencial das folhas de Piptocarpha rotundifolia (Less) Baker (Compositae). Tese de doutorado. USP. São Paulo, 212p.
- ARASAKI, F.R. 1988. Relação entre a parte aérea e o sistema radicular de Kielmeyera coriacea. Tese de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 96p.
- ARASAKI, F.R. & FELIPPE, G.M. 1987. Germinação de Dalbergia violacea, uma espécie dos cerrados. Revta brasil. Biol. 47: 457-463.
- ARASAKI, F.R. & FELIPPE, G.M. 1990. Crescimento inicial de Kielmeyera coriacea. Ciência e Cultura (no prelo).
- ARASAKI, F.R. & FELIPPE, G.M. 1991. Crescimento inicial e conteúdo de açúcares solúveis em Kielmeyera coriacea Mart. Hoehnea (submetido para publicação).
- ARENS, K. 1963. As plantas lenhosas dos campos cerrados como flora adaptada às deficiências minerais do solo. In I Simpósio so-

bre o cerrado (M.G.Ferri, ed.), São Paulo, Ed. E.Blucher Ltda e EDUSP, p. 249-265.

COUTINHO, L.M. 1978. O conceito de cerrado. Revta brasil. Bot. 1: 17-23.

COUTINHO, L.M. 1979. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. III. A precipitação atmosférica de nutrientes minerais. Revta brasil. Bot. 2: 97-101.

COUTINHO, L.M. 1990. O cerrado e a ecologia do fogo. Ciência Hoje 12: 22-30.

DALE, J.E. 1991. Do cerrado trees grow more slowly than other woody species? in Biologia de plantas do cerrado brasileiro: Reunião Internacional (no prelo).

DELOUCHE, J.C., STILL, T.W., RASPET, M. & LIENHARD, M. 1962. The tetrazolium test for seed viability. Miss. agric. exp. Stn. tech. bull. 51: 1 - 63.

DIONELLO, S.B. 1978. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de Kielmeyera coriacea Mart.. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 123 p.

- FELIPPE, G.M. 1984. Germinação de Zornia reticulata, uma espécie dos cerrados. Anais Congr. SBSP 4: 7-13
- FELIPPE, G.M. 1990a. Qualea grandiflora: the seed and its germination. Revta brasil. Bot. 13: 33-37.
- FELIPPE, G.M. 1990b. Germinação de Bidens gardneri, uma planta anual dos cerrados. Hoehnea 17: no prelo.
- FELIPPE, G.M. & ALENCASTRO, F.M.M.R.de 1966. Contribuição ao estudo da nervação foliar das Compositae dos cerrados: I. Tribus Helenieae, Heliantheae, Inuleae, Mutisieae e Senecionae. An. Acad. Brasil. Ci. 38(Supl.): 125 - 157.
- FELIPPE, G.M. & DALE, J.E. 1990. The effects of phosphate supply on growth of plants from brazilian cerrado: experiments with seedlings of the annual weed, Bidens gardneri Baaker (Compositae) and the tree, Qualea grandiflora (Mart.) (Vochysiaceae). Oecologia 82: 81-86.
- FELIPPE, G.M. & SILVA, J.C.S. 1984. Estudos de germinação em espécies do cerrado. Revta brasil. Bot. 7: 157-163
- FERRI, M.G. 1944. Transpiração de plantas permanentes dos "cerrados". Bol. Fac. Cienc. Letras da Univers. São Paulo, Botânica 44: 1 - 224.

- FERRI, M.G. 1973a. Sobre origem, manutenção e a transformação dos cerrados. Ecología - Asociación Argentina de Ecología 1: 5-10.
- FERRI, M.G. 1973b. Ecological problems in Latin America. In Genes, Enzymes, and Populations. (SBR & M.G. Ferri, ed.) New York, Plenum Press, p. 5-24.
- FERRI, M.G. 1975. Os cerrados de Minas Gerais. Ciência e Cultura 27: 1217 - 1220.
- FERRI, M.G. 1983. Os cerrados, um grupo de formas de vegetação semelhante às savanas. Revta Biol. 12: 491 - 500.
- FILGUEIRAS, T.S. & FELIPPE, G.M. 1986. Germination of Actinocladum verticillatum (Ness) McClure ex Soderstron, a bamboo from the brazilian "cerrado" vegetation: short communication. Hoehnea 13: 95-100.
- GODBOLD, D.L.; FRITZ, E. & HUTTERMANN, A. 1988. Aluminum toxicity and forest decline. Ecology 85: 3888-3892.
- GOODLAND, R. 1971. Oligotrofismo e alumínio no cerrado. In III Simpósio sobre o cerrado, (M.G. Ferri, ed.), São Paulo, EDUSP, p. 44 - 60.

- GOODLAND, R. & POLLARD, R. 1973. The Brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient. J. Ecol. 61: 219-224.
- HARIDASAN, M. 1982. Aluminium accumulating by some cerrado native species of central Brazil. Plant and Soil - 65: 265-273.
- HERINGER, E.P. 1974. Árvores úteis da região geoeconômica do D.F.; Pau-Terra, Jacaré, Umirirama, Quaruba, Ariana. Gênero Qualea. Dendrologia IX. Cerrado 6: 20 - 26.
- HOAGLAND, D.R. & ARNON, D.I. 1938. The water-culture method for growing plants without soil. Univ. Calif. Agric. Expt. Stn. Circ., 347.
- JOLY, C.A. & FELIPPE, G.M. 1979a. Dormência das sementes de Rapanea guianensis Aubl. Revta brasil. Bot. 2: 1-6.
- JOLY, C.A. & FELIPPE, G.M. 1979b. Germinação e fenologia de Zeyera digitalis (Vell.) Hoehnea 8: 35-40.
- LABORIAU, L.G., VÁLID, I.F.M. & HERINGER, E.P. 1964. Sobre o sistema reprodutivo de plantas dos cerrados I - Anais Acad. Brasil. Cienc. 36: 449-463.

LOPES, A.S. & COX, F.R. 1977. Cerrado vegetation in Brazil : an edaphic gradient. Agronomy Journal 69: 828-831.

McCREADY, R.M.; GUGGOLZ, J.; SILVEIRA, V. & OWENS, H.S. 1950. Determination of starch and amylose in vegetables. Anal. Chem. 22: 1156-1158.

MEDEIROS, R.A. & HARIDASAN, M. 1985. Seasonal variations in the foliar concentrations of nutrients in some aluminum accumulating and non-accumulating species of the cerrado region of central Brazil. Plant and Soil 88: 433-436.

POGGIANI, F. 1971. Estudo do crescimento e da atividade AIA-oxidásica em algumas espécies do cerrado. In III Simpósio sobre o cerrado. (M.G. Ferri, ed.), São Paulo, Ed. Edgar Blucher e EDUSP, p. 201-211.

RANZANI, G. 1963. Solos do cerrado. In Simpósio sobre o cerrado. (M.G. Ferri, ed.), São Paulo, EDUSP, p. 51-92.

RAW, A. & HAY, J. 1985. Fire and other factors affecting a population of Simarouba amara in "cerradão" near Brasília, Brazil. Revta brasil. Bot. 8: 101-107.

RIZZINI, C.T. 1963. A Flora do cerrado - análise florística das savanas centrais. In Simpósio sobre o cerrado (M.G. Ferri,

ed.), São Paulo, EDUSP, p. 127 - 177.

SELF, G.K. 1989. Studies of xylopodium formation and early growth in Kielmeyera coriacea Mart. PhD Thesis. University of Edinburgh. Edinburgh. 219p.

SILVA, J.C.S. & FELIPPE, G.M. 1986. Germination of Stylosantes macrocephala. Revta Brasil. Bot. 9: 263-268.

SNEDECOR, G.N. 1962. Statistical methods. Iowa, The Iowa State University Press, 534 p.

STAFLEU, F.A. 1953. A monograph of the Vochysiaceae. III. Qualea. Acta Botanica Neerlandica 2: 144 - 217.

UMBREIT, W.W., BURRIS, R.H. & STAUFFER, J.E. 1964. Manometric Techniques. 4th ed. Burges. Publ. Co., Min.

WARMING, E. & FERRI, M.G. 1973. Lagoa Santa e a vegetação de cerrados brasileiros. Belo Horizonte e São Paulo, Ed. Itatiaia e EDUSP, 362 p.

WILLIAMS, R.F. 1946. The physiology of plant growth with special reference to the concept of net assimilation rate. Ann. Bot. N.S. 10: 41-72.