



DALILA FIGUEIREDO 4691

Scheuchmann, et

"DESENVOLVIMENTO DE *Vernonia oxylepis*, UMA ESPECIE HERBACEA DO CERRADO".

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida pelo(a) candidato a) Dalila Figueiredo e aprovada pela Comissão Julgadora.

W Felipe

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

Orientadora: Rosely Rocha [Sharif t

1994

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL

UNIDADE	Be
N.º CHAMADA:	
	Sch 21d
V. Ex.	
TOMBO BC	21305
PROC.	286194
C	
D	
A	
PREÇO	ca\$ 800,00
DATA	30/03/94
N.º CPD	

CM-00057975-9

## AGRADECIMENTOS

A Profa. Dra. Rosely Rocha Sharif, pela orientação e oportunidade de realizar este trabalho.

Ao Prof. Dr. Gil Martins Felipe, pela revisão cuidadosa, sugestões e atenção dedicadas na fase final do trabalho.

A Profa. Dra. Angela Maria Ladeira e à Profa Dra. Lillian B. P. Zaidan pela revisão do trabalho e sugestões apresentadas na fase de pré-banca.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudos concedida.

Aos colegas, professores e funcionários do Departamento de Fisiologia Vegetal da UNICAMP, pelo convívio e auxílio prestados.

A Vilma Palazetti de Almeida pela amizade, atenção e ajuda dedicadas durante todas as etapas da realização deste trabalho.

## INDICE

	Página
INTRODUÇÃO .....	01.
MATERIAL E METODOS .....	16.
1. Material Vegetal .....	16.
2. Cultivo das Plantas .....	17.
3. Fotoperíodo .....	18.
4. Diferentes níveis de irrigação .....	19.
5. Poda da parte aérea .....	19.
6. Diferentes concentrações de fósforo e nitrogênio ....	20.
7. Aplicação de reguladores de crescimento .....	20.
8. Extração e dosagem de carboidratos do órgão subterrâneo .....	22.
9. Parâmetros utilizados .....	23.
10. Análise estatística .....	24.
RESULTADOS .....	25.
I. Desenvolvimento de plantas de <i>Vernonia oxylepis</i> em casa de vegetação .....	25.
II. Efeito de fatores ambientais sobre o desenvolvimento.	27.
1. Efeito do fotoperíodo .....	27.
2. Efeito da irrigação .....	56.
3. Efeito da disponibilidade de nitrogênio e fósforo.	62.

III. Efeito de reguladores de crescimento sobre o	
desenvolvimento .....	67.
1. Efeito de GA <sub>3</sub> e CCC .....	67.
2. Efeito de ABA .....	74.
3. Efeito de CEPA .....	77.
DISCUSSÃO .....	84.
RESUMO .....	107.
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	111.

## INTRODUÇÃO

A vegetação de cerrado apresenta uma fisionomia bastante característica e ocupa grande parte do território brasileiro. Além de ocorrer no Brasil Central, onde cobre grande parte dessa área, também ocorre em pequenas áreas disjuntas em São Paulo e no Nordeste (EITEN, 1977).

A ocupação desordenada da área central do país para expandir a produção agrícola é responsável pela devastação acelerada do cerrado, um dos mais ricos e extensos ecossistemas brasileiros. A adoção de medidas de preservação e manejo racional dos recursos existentes no cerrado, no entanto, depende de um maior conhecimento científico sobre os variados fatores envolvidos na ecologia da região (COUTINHO, 1990). Atualmente faz-se necessário um estudo mais profundo dessa formação vegetal, principalmente em relação à flora aí existente e aos mecanismos utilizados para a manutenção das espécies.

A flora dos cerrados está adaptada a solos pobres. Suas plantas não apresentam, tanto quanto se percebe, sinais de deficiências nutricionais. Algumas análises do teor mineral de seus órgãos não indicaram valores muito abaixo do encontrado nas plantas em geral. As espécies do cerrado certamente dispõem de mecanismos eficientes que lhes permitem sobrepujar as dificuldades nutricionais do solo e absorver o que é essencial para sobre-

viver (COUTINHO, 1990). Entretanto, essa limitação nutricional dos solos é considerada importante fator determinante dos cerrados, em muitas áreas de distribuição. Embora o clima predominante nessas regiões permita a existência de densas florestas, a pobreza nutricional do solo pode impedir o desenvolvimento desse tipo de vegetação, determinando a presença apenas de cerrados (COUTINHO, 1990).

As variações climáticas na região ocupada pelos cerrados são bastante definidas. Os cerrados localizam-se quase que inteiramente ao sul do equador (EITEN, 1972), desenvolvendo-se sob clima tropical, apresentando praticamente duas estações distintas. As médias de temperatura não variam muito no decorrer do ano, mas a distribuição das chuvas apresenta acentuada variação durante as estações, concentrando-se nos meses de novembro a março. De maio a setembro ocorre um período de seca que coincide com os meses mais frescos do inverno. Esse período mais seco, no inverno, tem também os dias mais curtos. O período de chuvas, no verão, corresponde aos dias mais longos (COUTINHO, 1976, 1990).

O fotoperíodo ou a duração dos dias é um dos fatores determinantes de muitas respostas fisiológicas apresentadas pelas plantas, inclusive a iniciação floral (BERNIER *et al.*, 1981). Além da floração, existem nas plantas diversos outros processos de crescimento influenciados pela duração relativa dos dias e das noites, como germinação de sementes, crescimento vegetativo, enraizamento, formação e desenvolvimento de órgãos de re-

serva, senescência, abscisão e dormência de gemas. A variação das respostas fisiológicas é enorme (VINCE-PRUE, 1975).

Como o comprimento do dia varia em função da latitude, pode ocorrer o desenvolvimento de ecótipos fisiológicos baseados na variação da resposta ao fotoperíodo. VINCE-PRUE (1975) e SALISBURY (1981) mostram as vantagens adaptativas que o fotoperíodo confere aos diferentes organismos. A resposta fotoperiódica pode acontecer evitando efeitos adversos de um condição ambiental desfavorável. A dormência, por exemplo, é uma resposta promovida, em geral, pelo encurtamento dos dias no outono, permitindo à planta preparar-se e sobreviver durante o inverno que se aproxima. O controle da floração pelo fotoperíodo faz com que todos os indivíduos de uma determinada população floresçam ao mesmo tempo. Esse sincronismo facilita a fecundação cruzada e o aparecimento de novos genótipos.

Os efeitos do comprimento do dia no desenvolvimento das plantas permaneceram desconhecidos até o começo desse século. Nessa época, Hans Klebs e Julien Tournois propuseram independentemente que a duração, mais que a quantidade diária de luz era importante na regulação da floração de certas plantas. Entretanto, foram Gardner e Allard, em 1923, que estabeleceram que as respostas ao comprimento relativo do dia e da noite tinham grande influência no controle da floração (THOMAS & VINCE-PRUE, 1984). Aqueles autores verificaram que a floração e outras respostas fisiológicas em plantas poderiam ser induzidas e/ou aceleradas por



dias mais curtos ou mais longos, dependendo da espécie e classificaram as plantas em grupos fotoperiódicos, introduzindo o termo fotoperiodismo. As plantas que respondem ao fotoperíodo são usualmente classificadas em dois grupos: plantas que respondem ou cuja resposta é acelerada quando o comprimento do dia é menor do que um determinado número de horas conhecido como fotoperíodo crítico e outro grupo de plantas cuja resposta fisiológica ocorre ou é acelerada quando o comprimento do dia é maior do que o fotoperíodo crítico. No primeiro grupo estão as plantas de dias curtos (PDC) e no segundo, aquelas chamadas de plantas de dias longos (PDL). As plantas onde o comprimento do dia parece não influenciar os processos fisiológicos são conhecidas como plantas não fotoperiódicas, de dias neutros (PDN) ou indiferentes. Existem outras espécies que requerem fotoperíodos curtos e longos numa determinada sequência: dias longos seguidos de dias curtos (PDLC) ou dias curtos seguidos de dias longos (PDCL). São conhecidas ainda espécies estenofotoperiódicas, cuja resposta fisiológica ocorre somente em comprimentos de dia intermediários. Por outro lado, as espécies ambifotoperiódicas respondem tanto a dias mais curtos como a dias mais longos, mas não a comprimentos de dia intermediários.

Com relação à sensibilidade ao fotoperíodo, as espécies podem ser classificadas em qualitativas ou quantitativas em suas respostas fotoperiódicas. As que têm comportamento qualitativo só respondem quando expostas ao fotoperíodo indutor. As

espécies com resposta quantitativa em relação à floração, por exemplo, podem florescer em qualquer fotoperíodo, mas esse processo pode ser acelerado ou ocorrer maior produção de flores em um determinado fotoperíodo (THOMAS & VINCE-PRUE, 1984). BERNIER (1988) acredita que espécies fotoperiódicas absolutas ou facultativas são semelhantes e que na maioria delas essa resposta é influenciada pela idade e condições de crescimento.

Muitas evidências mostram a ação de giberelina no alongamento do caule e na iniciação floral em plantas sensíveis ao fotoperíodo. O efeito de giberelinas na iniciação floral e desenvolvimento foi revisto por ZEEVAART (1978), VINCE-PRUE (1975; 1985) e PHARIS & KING (1985). Embora as respostas dos vários grupos de plantas sejam diversas, existem algumas características gerais.

A aplicação de giberelina pode substituir a necessidade de dias longos para a iniciação floral de plantas herbáceas. Pode também substituir tratamentos com baixa temperatura (vernalização) para plantas que requerem frio (BERNIER *et al.*, 1981 ; ZEEVAART, 1983 ; PHARIS & KING, 1985 ; KING *et al.* 1987 ; EVANS & LYONS, 1988).

Em plantas de dias curtos, a aplicação de giberelina é ineficaz ou inibitória na iniciação floral (BERNIER *et al.*, 1981 ; SHINOZAKI *et al.*, 1982 ; ZEEVAART, 1983 ; PHARIS & KING, 1985 ; TISSERAT & GALLETTA, 1988 ; DOZIER JR. *et al.* 1989) havendo exceções como crisântemo (PHARIS, 1972), *Impatiens* (NANDA *et*

al., 1967) e *Pharbitis* (OGAWA, 1981). Giberelina pode também inibir a floração em plantas de dias longos como *Fuchsia* (SACHS et al., 1967) e *Hieracium* (PETERSON & YEUNG, 1972).

Um dos melhores exemplos do envolvimento das giberelinas no controle do desenvolvimento das plantas é o rápido alongamento do caule, seguido de floração, exibido por certas plantas em roseta, após a transferência de condições de dias curtos para dias longos. A aplicação de giberelina nessas plantas crescendo em condições fotoperiódicas não indutivas pode estimular o alongamento do caule, enquanto uma redução no nível endógeno de giberelina pela aplicação de inibidores da biossíntese de giberelina como cloreto de 2-cloroetil-trimetilamônio (CCC) e cloreto de 2-isopropil-4-trimetilamônio (AMO 1618) pode inibir o alongamento normalmente induzido por dia longo. Essa inibição pode ser superada por uma aplicação de giberelina em seguida ao inibidor (PHARIS & KING, 1985).

Muitas giberelinas endógenas são encontradas nas plantas e mudanças na sua concentração no tecido do caule podem ocorrer após a indução fotoperiódica. Em espinafre (*Spinacea oleracea*), ocorre resposta à transferência de dia curto para dia longo com o alongamento do caule. Em plantas mantidas em dias curtos, a aplicação de giberelina também leva ao alongamento do caule. Foram identificadas seis giberelinas endógenas no caule das plantas além de mudanças nos níveis deste hormônio durante o tratamento com dias longos (ZEEVAART, 1971 ; METZGER & ZEEVAART,

1980a e 1980b ; METZGER & ZEEVAART, 1982)

Em *Agrostema githago*, JONES & ZEEVAART (1980a) verificaram processo idêntico àquele em espinafre. Ocorre alongamento do caule quando plantas são transferidas de dias curtos para dias longos e a aplicação de giberelina também leva ao alongamento. Esta resposta é inibida com a utilização de AMD 1618 ; a aplicação de giberelina após a aplicação do inibidor reverte a inibição do alongamento mostrando que giberelina tem um papel no controle fotoperiódico do alongamento do caule nesta espécie. Foram identificadas mudanças nos níveis endógenos de giberelina durante a indução fotoperiódica com dia longo e após o tratamento com AMD 1618 (JONES & ZEEVAART, 1980b). Os autores sugerem que o controle fotoperiódico no desenvolvimento das plantas é mediado por uma regulação no metabolismo de giberelinas.

Em relação às espécies do cerrado, são poucos os trabalhos realizados envolvendo fotoperíodo. COUTINHO (1976) estudando o papel do fogo na floração, verificou que as espécies herbáceas *Lantana montevidensis*, *Vernonia grandiflora*, *Wedelia glauca* e *Stylosanthes capitata* mostraram-se insensíveis ao fotoperíodo com relação à floração. Esta só ocorreu após a queima das plantas. O mesmo autor verificou, entretanto, que *Pfaffia jubata* só floresceu após a queima quando esta ocorreu em um período de seca ou fotoperíodo curto, sugerindo que este último pode ser um dos fatores ambientais controlando a floração de algumas espécies do cerrado. Baseando-se ainda em observações de campo, o autor su-

gere que certas espécies devam ter sua floração controlada por fotoperíodo. *Porophyllum lanceolatum*, uma composta herbácea que ocorre nos cerrados no Estado de São Paulo, foi classificada por FELIPPE et al. (1971b) como uma planta de dias curtos. A indução floral ocorre após a formação do quarto par de folhas, sendo necessários apenas 2 ciclos indutivos para ocorrer a floração. O crescimento dessa espécie em relação ao peso seco, foi sempre maior em plantas mantidas em dias longos. Ainda nessa espécie, FELIPPE & GIULIETTI (1971) observaram que o ácido giberélico promoveu o alongamento do caule em todos os tratamentos fotoperiódicos. A aplicação de giberelina não causou a floração de plantas mantidas em fotoperíodo não indutor. Em *P. lanceolatum*, a gibberelina provocou um aumento na partenocarpia (FELIPPE et al., 1971a).

MELHEM (1975) verificou que as plântulas de *Dipteryx alata*, uma leguminosa arbórea do cerrado, têm o crescimento acelerado em luz contínua. Em fotoperíodo longo, estas apresentaram maior altura e maior número de folhas, com folíolos significativamente maiores.

*Ocimum nudicaule*, uma espécie de campos cerrados, apresenta diferentes estádios fenológicos ao longo do ano, que parecem ser determinados mais por diferenças na temperatura do que pelo fotoperíodo (FIGUEIREDO-RIBEIRO & DIETRICH, 1981).

ZAIDAN & FELIPPE (1981) classificaram *Bidens gardneri* como uma espécie estenofotoperiódica, com floração ape-

nas em fotoperíodos de 12, 13 e 14 horas, não florescendo em fotoperíodos maiores ou menores. Os autores, neste trabalho, identificaram a espécie como *Bidens brasiliensis*. FELIPPE (1990) reavaliou o material como *Bidens gardneri*. Esta mesma espécie foi estudada por KLEIN *et al.* (1992), que confirmaram o seu caráter estenofotoperiódico: em casa de vegetação, os fotoperíodos de 12h e 14 h parecem ser, respectivamente, o limite mínimo e máximo para a floração; em plantas crescidas em condições de cerrado, a floração ocorreu entre dezembro e março, quando o fotoperíodo varia entre 13,6h (final de dezembro) e 12h (final de março). Além disso, os autores verificaram que plantas que não alcançaram um certo estágio do desenvolvimento vegetativo quando o fotoperíodo era favorável, permaneceram vegetativas até o próximo ano quando eram capazes de florescer, sob fotoperíodo apropriado. Ainda em relação ao crescimento dessa espécie, os mesmos autores mostram que a influência exercida pelo fotoperíodo varia com o tipo de solo: em 14h diárias de luz, os primeiros sinais visíveis de floração ocorreram em plantas crescidas em solo de mata; entretanto, a maior porcentagem de floração foi alcançada mais rapidamente em plantas crescendo em solo de cerrado, mostrando uma adaptação desse processo fisiológico às condições de solos pobres como o de cerrado.

Em *Viguiera discolor*, ISEJIMA *et al.* (1991) observaram que o fotoperíodo afetou o crescimento da parte aérea, maior em dias longos, e a ramificação das plantas, esta mais in-

tensa em dias curtos. Em relação à floração, esta espécie responde a dias curtos. Os autores analisaram também a parte subterrânea e verificaram que, apesar de ocorrer a tuberização em todos os fotoperíodos, houve uma promoção no número de tubérculos em fotoperíodos indutores da floração.

Outro fator ambiental importante no crescimento das plantas é a disponibilidade hídrica. A água corresponde a mais que 70% do peso do tecido vegetal e, em alguns casos excede 90%. É um componente essencial do citoplasma, participando direta ou indiretamente de todas as atividades metabólicas da célula. Tem uma função como solvente para o transporte de várias moléculas e está envolvida na manutenção da turgescência celular, da qual depende o desenvolvimento do organismo vegetal (LEVITT, 1980; BAKER, 1984; DAVIES et al., 1986). Um déficit hídrico, portanto, provoca alterações no desenvolvimento das plantas. A perda da turgescência provoca redução na expansão foliar, no alongamento do caule e no crescimento vegetal.

A quantidade de água disponível para as plantas provoca comportamentos diferentes na floração, dependendo da espécie. Em plantas de arroz, um déficit hídrico provocou um atraso na floração, com alta porcentagem de esterilidade e redução na produção de grãos (EKANAYAKE et al., 1989). Em *Clarkia unguiculata*, o número de flores produzidas foi menor em plantas sujeitas a estresse hídrico (SMITH-HUERTA & VASEK, 1987). Por outro lado, BERNIER et al. (1981) afirmam que, em muitas espécies, tra-

tamentos que reduzem o crescimento vegetativo, como condições de seca, podem promover a floração. Em plantas de amendoim, a floração foi adiantada em condições de disponibilidade hídrica menor (LEONG & ONG, 1983).

No clima tropical, o regime das chuvas parece exercer um grande controle sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas. A transição do período de seca para de umidade pode ter um papel decisivo no comportamento fisiológico de numerosas espécies nativas. Um suprimento hídrico deficiente, como um período de seca, provocou a eliminação das partes aéreas de algumas espécies do cerrado; o retorno a um abastecimento de água, como a chegada do período das chuvas, resultou em intenso rebrotamento e floração das plantas (COUTINHO, 1976; 1982; 1990). MANTOVANI & MARTINS (1988) verificaram que aumentos na precipitação média mensal, na temperatura média mensal e no fotoperíodo, correlacionam-se positivamente com o aumento do número de espécies em floração na Reserva Biológica de Moji-Guaçu, SP.

As plantas apresentam estratégias fisiológicas e morfológicas para suportar uma condição de deficiência hídrica. Plantas submetidas a estresse hídrico apresentam mudanças hormonais responsáveis por sintomas desse estresse, como inibição do crescimento, aumento da permeabilidade da raiz, perda de folhas e fechamento parcial ou total dos estômatos. Essas alterações aumentam as chances de sobrevivência da planta (WRIGHT, 1977).



O ácido abscísico (ABA) tem sido relacionado como o principal hormônio envolvido no mecanismo de fechamento estomático (TORREY, 1976; WALTON, 1980; MILBORROW, 1984; ZEEVAART & CREELMAN, 1988). Além disso, tem sido verificado um acúmulo de ABA endógeno em plantas submetidas à deficiência hídrica como alface (AHARONI *et al.*, 1977), *Xanthium strumarium* (ZEEVAART & BOYER, 1984), *Pisum sativum* e *Vicia faba* (CORNISH & ZEEVAART, 1986), *Commelina communis* (ZHANG *et al.*, 1987) e *Helianthus annuus* (HUBICK & REID, 1988).

O ácido abscísico foi relacionado também com a ocorrência da floração em várias espécies. Em plantas de trigo, foi verificada uma promoção da floração com aplicação de ABA (HALL & McWHA, 1981). DE BOUILLE *et al.* (1989) verificaram que a concentração de ABA era alta durante o estágio de pré-antese em *Brassica napus*. ABA também pode estar envolvido na floração de *Pharbitis nil* (SHINOZAKI, 1985). Por outro lado, em *Nicotiana tabacum*, a adição de ABA ao meio de cultura de explantes de caule inibiu a formação de gemas florais (BARENDSE *et al.*, 1985).

Assim, considerando-se o acúmulo de ABA endógeno em plantas submetidas à deficiência hídrica e o seu envolvimento na floração de várias espécies, o ácido abscísico poderia ser uma substância de crescimento envolvida na floração de plantas de cerrado após um período de seca.

Outra possível causa do aumento da resistência estomática foi atribuída ao acúmulo de etileno e seus precursores

(PALLAGY & RASCHKE, 1972; STUMPF & JOHNSON, 1987). Ocorre um aumento de etileno endógeno em plantas sob estresse hídrico (McMICHAEL *et al.*, 1972; ABELES, 1973; WRIGHT, 1977; WRIGHT, 1980; MILBORROW, 1981; HOFFMANN *et al.*, 1983; DAVIES *et al.*, 1986; SISLER & YANG, 1987). O nível de etileno endógeno também aumenta com a elevação da temperatura e em plantas que foram danificadas (KE & SALVEIT JR., 1989). No caso de plantas de cerrado, um ambiente onde ocorrem queimadas frequentemente, é possível que haja um aumento de etileno endógeno relacionado a esse fator. Nas queimadas, que ocorrem numa época seca, além do aumento de temperatura, as plantas perdem a parte aérea.

Em relação ao envolvimento do etileno na floração, o seu efeito varia bastante em diferentes espécies de plantas. Há muito tempo é conhecido o papel deste hormônio ou de compostos que liberam etileno em promover a floração em abacaxi e outras bromeliáceas (ABELES, 1973; ZEEVAART, 1978; BERNIER *et al.*, 1981). MEKERS *et al.* (1983) mostraram que a indução floral em algumas bromeliáceas pode ser retardada pela aplicação de AVG (aminoetoxivinilglicina), um inibidor da biossíntese de etileno. A aplicação de etileno exógeno é uma prática comercial para controlar a floração de espécies de bromeliáceas. Há, entretanto, poucos estudos sobre o papel do etileno endógeno com relação à floração. Em *Cichorium intybus*, a necessidade de vernalização pode ser substituída por tratamento com etileno (JOSEPH *et al.*, 1985). Em *Spinacea oleracea*, CREVECOEUR *et al.* (1986) verificaram

que as folhas de plantas induzidas à floração pela transferência de dias curtos para luz contínua liberaram mais etileno do que aquelas de plantas vegetativas. No cultivar Ideal de *Iris* holandesa, tratamento com etileno pode substituir a aplicação de altas temperaturas nos bulbos, necessária para que ocorra a floração, podendo-se supor que temperaturas elevadas tenham um efeito na produção endógena de etileno; o efeito da supressão da floração pelo armazenamento dos bulbos em CO<sub>2</sub> pode ser uma indicação de que o etileno endógeno estimula a formação da flor (DE MUNK & DUINEVELD, 1986). Entretanto, o etileno é eficiente como inibidor em várias plantas de dias curtos (ZEEVAART, 1978; BERNIER *et al*, 1981). Um atraso na floração de crisântemo foi observada com a aplicação de etileno (STANLEY & CROCKSHULL, 1989). Em *Bidens gardneri*, KLEIN (1991) não observou nenhum efeito aparente do etileno na floração das plantas.

Considerando-se que o cerrado é um ecossistema que está cada vez mais sujeito à devastação em função da agricultura e que pouco se sabe sobre as espécies vegetais que crescem nesse ambiente tão peculiar, procurou-se, com este trabalho, dar uma contribuição ao estudo do desenvolvimento de plantas do cerrado. *Vernonia oxylepis* é uma espécie herbácea da família Asteraceae. Foi observada no cerrado do município de Itirapina, São Paulo. Apresenta-se florida no verão, perdendo a parte aérea após a produção de aquênios. A planta possui um xilopódio/raiz espessada que funciona como órgão de reserva e, da parte superior (do xilo-

pódio), emergem novos ramos no início de um novo ciclo de crescimento (TERTULIANO & FIGUEIREDO-RIBEIRO, 1993). Este trabalho teve por objetivo estudar o desenvolvimento de *Vernonia oxylepis* em relação ao crescimento vegetativo, floração e desenvolvimento do órgão subterrâneo.

## MATERIAL E METODOS

### 1. Material Vegetal.

A espécie estudada é *Vernonia oxylepis* Sch. Bip., uma Asteraceae herbácea, com aproximadamente 30 cm de altura. Apresenta, ao longo do eixo principal, capítulos unilaterais com flores pequenas de cor lilás. Novos capítulos formam-se continuamente na região apical enquanto ocorre o alongamento do eixo principal, estando os capítulos mais velhos localizados na região mais basal deste eixo.

As plantas de *Vernonia oxylepis* foram encontradas em crescimento, no cerrado, no verão, brotando e florescendo a partir de setembro/outubro, com produção de aquênios entre dezembro/fevereiro. A partir daí, desaparecia a parte aérea e as plantas não tornavam a brotar no inverno. As plantas possuem um órgão subterrâneo, identificado como xilopódio/raiz espessada (TERTULIANO & FIGUEIREDO-RIBEIRO, 1993). Da porção xilopódio, emergem novos ramos no início de um novo ciclo de crescimento. Podem ocorrer ramos laterais, os quais podem florescer e também senescer com toda a parte aérea.

Foram utilizadas plantas obtidas a partir de aquênios coletados em um cerrado do município de Itirapina, São Paulo. Os aquênios eram armazenados em geladeira.

## 2. Cultivo das plantas.

Os aquênios coletados no campo foram colocados para germinar em gerbox com papel de filtro umedecido com água destilada e mantidos em câmara de germinação à temperatura de 25° C, sob luz constante. Após a germinação, as plântulas, com os dois cotilédones distendidos, foram transferidas para vasos plásticos de 500 ml de capacidade.

Nos vasos era colocada uma mistura de terra esterilizada e areia (1:1). Logo após o plantio, os vasos ficaram alguns dias sob umidificador, depois eram transferidos para bancadas cobertas com sombrite (corte de 50% de luz) e finalmente para bancadas descobertas. Em dois experimentos, os vasos receberam terra do cerrado de Itirapina, cuja composição pode ser encontrada no trabalho de KLEIN (1991). Areia fina lavada também foi utilizada.

Em apenas um dos experimentos de fotoperiodismo, as aquênios foram colocadas para germinar diretamente nos vasos plásticos (500 ml) contendo uma mistura de terra esterilizada e areia, na proporção de 1:1. A germinação foi baixa e o crescimento das plantas não foi uniforme.

A esterilização da terra foi feita através de fumigação com cloreto de metila.

A irrigação das plantas, com exceção dos experimentos envolvendo diferentes níveis de hidratação do solo, era feita de modo a manter a terra úmida, colocando-se água sempre que a su-

perficie da terra se apresentasse seca.

Todos os experimentos foram realizados em casa de vegetação do Departamento de Fisiologia Vegetal da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

### 3. Fotoperíodo.

Os vasos foram mantidos sobre bancadas.

Para o fotoperíodo natural, as plantas eram expostas à luz natural durante todo o dia. Segundo dados do Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo (IAG-USP), apresentados por KLEIN (1991), o fotoperíodo na cidade de São Paulo mostra uma variação durante o ano, com o limite máximo de 13,6h (final de dezembro) e o limite mínimo de 10,6h (julho). Devido à proximidade geográfica, esses dados podem ser extrapolados para a região dos experimentos.

No fotoperíodo de 8 horas, acima das bancadas (70 cm), está montado um sistema de cobertura com tecido preto. A cobertura era retirada diariamente às 9:00 horas e recolocada às 17:00 horas, mantendo as plantas expostas apenas a 8 horas de luz natural.

Para o fotoperíodo de 18 horas, 8 horas de luz natural eram complementadas por luz artificial incandescente.

#### 4. Diferentes níveis de irrigação.

As plantas, após 35 dias do plantio e com 5-7 folhas distendidas, foram separadas em três lotes, nos quais foram irrigadas em intervalos de tempo diferentes ou seja, um lote recebia água todos os dias, num segundo, as plantas eram irrigadas duas vezes por semana e no terceiro somente uma vez por semana. Os vasos foram mantidos em casa de vegetação, permanecendo em fotoperíodo natural.

#### 5. Poda da parte aérea.

A poda da parte aérea das plantas foi feita após o alongamento do eixo principal, floração e produção de aquênios. O eixo principal foi removido totalmente, sendo cortado rente ao solo, com auxílio de um bisturi. As plantas foram mantidas nos três fotoperíodos já descritos anteriormente (item 3) ou apenas em fotoperíodo de 8h. A irrigação era diária ou em intervalos diferentes (item 4).



#### 6. Diferentes concentrações de fósforo e nitrogênio.

As plantas foram cultivadas em areia fina lavada e irrigadas uma vez por semana com solução de Hoagland (HOAGLAND & ARNON, 1938), diluída 50% (Hoagland 50%), completa ou com as concentrações de fósforo ou nitrogênio modificadas. Os tratamentos foram os seguintes:

- I. solução de Hoagland 50% completa.
- II. solução de Hoagland 50% com a concentração de fósforo reduzida para 50%.
- III. solução de Hoagland 50% com a concentração de nitrogênio reduzida para 50%.
- IV. solução de Hoagland 50% sem fósforo.
- V. solução de Hoagland 50% sem nitrogênio.

#### 7. Aplicação de reguladores de crescimento.

O ácido giberélico ( $GA_3$ ) foi utilizado na concentração de  $1,44 \times 10^{-2}$  M. Uma gota de 10  $\mu$ l era depositada uma vez por semana no ápice das plantas.

Utilizou-se cloreto de 2-cloroetiltrimetil amônio (CCC) na concentração de  $6,32 \times 10^{-3}$  M. Aplicaram-se 20 ml da solução sobre a terra dos vasos, uma vez por semana.

Os tratamentos com GA<sub>3</sub> e CCC foram iniciados em diferentes etapas do crescimento das plantas, após o plantio. Em um grupo de plantas, as aplicações tiveram início após o aparecimento das duas primeiras folhas, ou seja, antes da iniciação dos capítulos. Num outro grupo, as primeiras aplicações foram feitas quando alguns capítulos já estavam visíveis a olho nu. Em um terceiro grupo de plantas, GA<sub>3</sub> e CCC foram aplicados após a produção de aquênios.

Os tratamentos com ABA foram iniciados antes da floração poder ser observada macroscopicamente, 32 dias após o plantio, em plantas com 5,0 folhas distendidas, em média. Foram utilizadas as concentrações de 10<sup>-3</sup> M e 10<sup>-4</sup> M e a aplicação de ABA foi feita com a deposição de uma gota de 10 µl da solução no ápice das plantas, uma vez por semana.

Foi feita a aplicação de ácido 2-cloroetil-fosfônico (CEPA), através da irrigação dos vasos com 20 ml da solução nas concentrações de 10<sup>-3</sup> M e 10<sup>-4</sup> M, uma vez por semana. Os tratamentos tiveram início 32 dias após o plantio, em plantas com 4-6 folhas distendidas, sem floração visível a olho nu.

Em todos os tratamentos, as plantas permaneceram em fotoperíodo natural.

## 8. Extração e dosagem de carboidratos do órgão subterrâneo.

A presença de amido no xilopódio/raiz espessada foi verificada em cortes a fresco em que se colocava uma gota de lugol (JOHANSEN, 1940). Para analisar a quantidade de açúcares solúveis armazenados no órgão subterrâneo das plantas mantidas em diferentes tratamentos, procedeu-se à extração com etanol 80% quente (POLLOCK & JONES, 1979).

A 500mg de material seco (em pó) foram adicionados 15 ml de etanol 80% a 80° C, seguindo-se centrifugação a 448 g por 15 min. A extração foi feita por 4 vezes consecutivas. Guardou-se o sobrenadante. O resíduo foi ressuspensionado com 15 ml de água destilada a 60° C por 20 min, com centrifugação por 15 min a 448 g por 2 vezes. Juntaram-se todos os sobrenadantes e estes foram concentrados em evaporador rotatório a 35° C com redução do volume até 5 ml. Esse material foi então congelado a -20° C.

Após descongelamento, fez-se a centrifugação por 5 minutos a 112 g. O sobrenadante foi guardado em geladeira para posterior centrifugação a 13000 g por 20 minutos, a 5-10° C. Obteve-se o sobrenadante, com a fração de oligossacarídeos. O precipitado foi retomado em 10 ml de água destilada e congelado a -20° C, para posterior dosagem da fração polissacarídica.

A dosagem de carboidratos para as duas frações foi feita com reagente de antrona 0,2% (YEMM & WILLIS, 1954), em ácido

sulfúrico 95%, adicionando-se 2,0 ml do reagente a 1,0 ml do extrato. As leituras de absorvância foram feitas em espectrofotômetro a 620 nm e os cálculos feitos através de uma curva padrão de frutose, com concentrações entre 10 e 50 ug/ml.

#### 9. Parâmetros utilizados.

Massa de matéria seca - Para a análise do conteúdo da massa de matéria seca da parte subterrânea, o material foi colocado no congelador para posterior liofilização. Em relação à parte aérea, o material foi seco em estufa a 80° C até a obtenção de peso constante.

Altura das plantas - A medida do eixo principal, da superfície da terra até a inserção da folha mais apical, foi feita com o auxílio de uma régua milimetrada.

Número de folhas do eixo principal - Foi contado o número de folhas do eixo principal, com exceção das folhas cotiledonares. Nas figuras é dado o número médio por planta.

Número de ramos laterais - Foi contado o número de ramos laterais mesmo que estes não estivessem alongados e se apresentassem reduzidos, apenas com folhas na axila das folhas do eixo principal. Nas figuras é dado o número médio por planta.

Porcentagem de plantas floridas - Calculada de acordo com o número de plantas floridas em relação ao número total de

plantas no tratamento.

Número de capítulos com botões florais - Número médio por planta.

Número de capítulos com flores em antese - Número médio por planta. Foram considerados os capítulos com pelo menos uma flor em antese.

Número total de capítulos produzidos por planta - Foram incluídos capítulos com botões, capítulos com flores em antese, capítulos com flores secas e capítulos com aquênios. Número médio por planta.

Com exceção dos primeiros experimentos, foi verificado o número de capítulos presentes no eixo principal, separadamente do total da planta, que incluía os ramos laterais.

Em todos os experimentos, nos parâmetros analisados, considerou-se o número de dias após o plantio.

#### 10. Análise estatística.

Para a análise estatística dos resultados, foi aplicada a análise de variância. As diferenças entre os tratamentos foram comparadas pela diferença mínima significativa (DMS 5% Tukey) de acordo com SNEDECOR (1962). Nos resultados apresentados, letras diferentes indicam valores estatisticamente diferentes.

## RESULTADOS

### I. DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE *Vernonia oxylepis*, EM CASA DE VEGETAÇÃO.

As plantas de *Vernonia oxylepis*, apresentam um órgão subterrâneo denominado xilopódio/raiz espessada. Em algumas plantas essa raiz aparece ramificada, com mais de um ramo espessado. Foi feito um acompanhamento, por 320 dias, em plantas crescidas em casa de vegetação, em relação à massa de matéria seca dessa parte espessada da raiz das plantas. Também foi medida a massa de matéria seca da parte aérea. A transferência das plântulas da câmaras de germinação para vasos foi feita no mês de setembro e as plantas permaneceram em fotoperíodo natural. O substrato foi uma mistura de terra esterilizada e areia. As medidas iniciaram-se em plantas com 32 dias de idade, com aproximadamente 4 folhas distendidas, sem sinais visíveis de floração. A partir daí, 5 plantas eram coletadas, inicialmente a cada 14 dias e depois em intervalos maiores, para observação da parte aérea e subterrânea. O experimento teve duração de 320 dias. Os resultados de aumento na massa de matéria seca da parte aérea e subterrânea são mostrados na FIGURA 1.

Com 74 dias de idade apareceram os botões florais; com cerca de 102 dias, as flores estavam abertas. Ao redor de 116

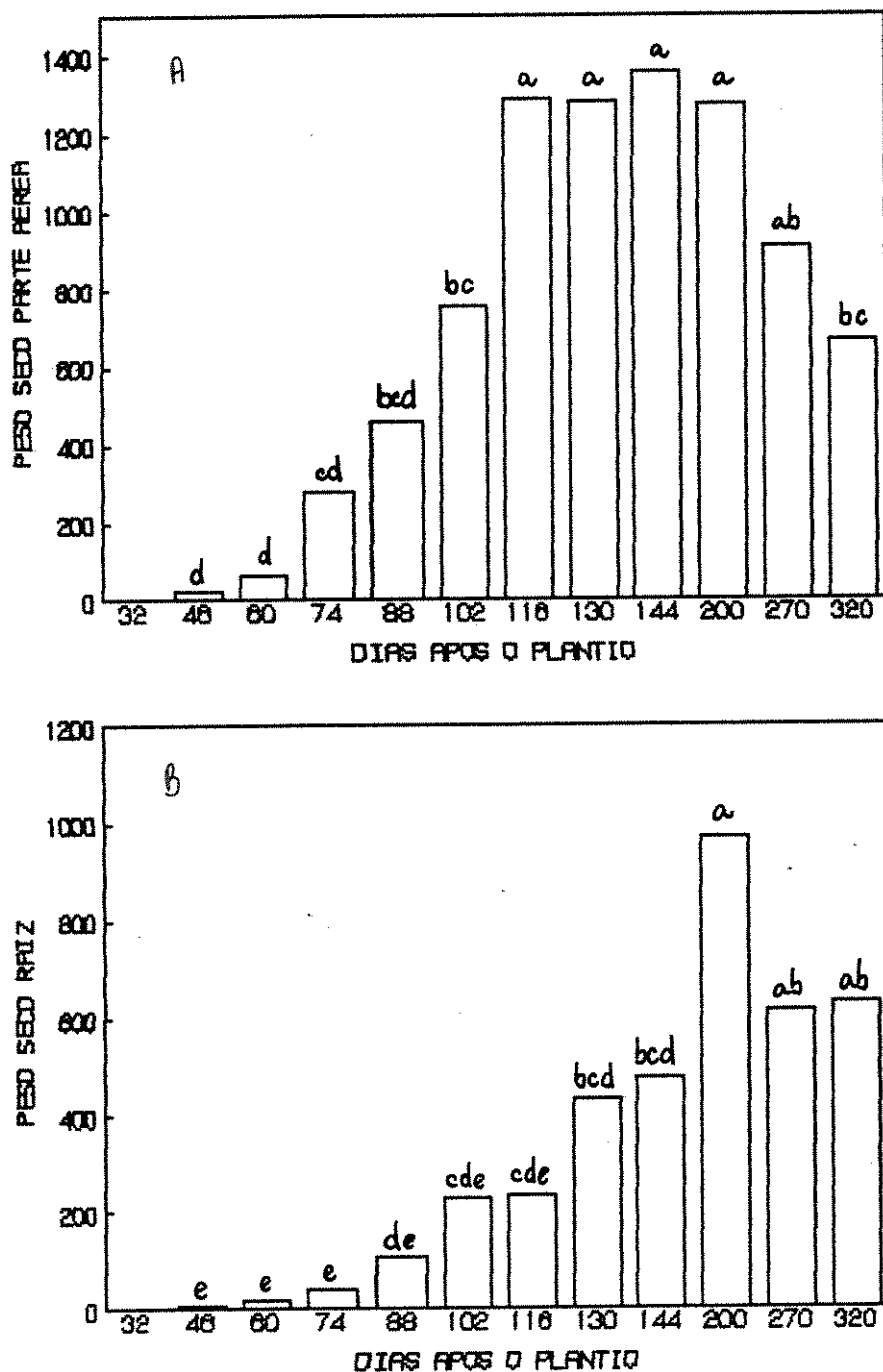


FIGURA 1. Crescimento expresso em massa de matéria seca (mg) da parte aérea<sup>(A)</sup> e subterrânea<sup>(B)</sup> de plantas de *Vernonia oxylepis*, durante o primeiro ciclo de desenvolvimento.

dias começou a produção de aquênios e a senescência foliar iniciou-se aproximadamente aos 200 dias após o plantio.

Observa-se, em relação a parte aérea, que o crescimento foi intenso até o início da produção de aquênios, quando ficou praticamente estabilizado. Até essa etapa, o aumento de matéria seca na raiz também teve um aumento gradativo. O maior aumento de massa de matéria seca da parte subterrânea coincidiu com o início da senescência das folhas, ao redor do dia 200. Esse parece ser o período de maior acúmulo de matéria seca na parte subterrânea durante o primeiro ciclo de crescimento das plantas. Depois disso, por volta dos 9 meses de idade (270 dias) decresce a massa de matéria seca da parte aérea que tem somente algumas folhas, já secando, no eixo principal, podendo ser observado o início da brotação. A diminuição observada na massa de matéria seca da raiz deve-se talvez, ao desvio de assimilados para o início do crescimento desses novos ramos.

## II. EFEITO DE FATORES AMBIENTAIS SOBRE O DESENVOLVIMENTO.

### 1. EFEITO DO FOTOPERÍODO.

Foram realizadas três séries de experimentos onde as plantas cresceram sob 3 diferentes fotoperíodos, que aqui serão chamados de EXPERIMENTO 1, 2 ou 3. As principais diferenças



entre estes experimentos são a idade das plantas quando os tratamentos foram iniciados, a época do ano em que foram feitos e o tipo de solo.

EXPERIMENTO 1 - Os tratamentos fotoperiódicos foram iniciados 41 dias após as plântulas serem transferidas da câmara de germinação para vasos com terra de cerrado em casa de vegetação (ou seja, as plantas ficaram esse período de 41 dias em fotoperíodo natural). O plantio em vasos com terra de cerrado foi feito no mês de dezembro, portanto numa época em que o número de horas diárias de luz (fotoperíodo natural - FN) era maior do que em outros períodos.

EXPERIMENTO 2 - Os tratamentos fotoperiódicos (8 h, 18 h e FN) foram iniciados em fevereiro, no mesmo dia em que as plântulas foram transferidas da câmara de germinação para vasos com terra de cerrado, em casa de vegetação.

EXPERIMENTO 3 - A semeadura foi feita em abril, diretamente em vasos contendo terra esterilizada e areia (1:1) já mantidos sob os 3 fotoperíodos (assim, as plantas foram submetidas aos tratamentos fotoperiódicos desde a germinação dos aquênios).

Em relação ao crescimento vegetativo, pode-se observar que as plantas no fotoperíodo de 18 horas apresentaram maior altura do que plantas crescidas sob 8 h e fotoperíodo natural (FN), este último, com valores intermediários entre 8 e 18 horas (FIG. 2A; 3A; 4A). Além disso, nesses resultados, principalmente nos EXPERIMENTOS 1 e 2, nota-se que as plantas mantidas

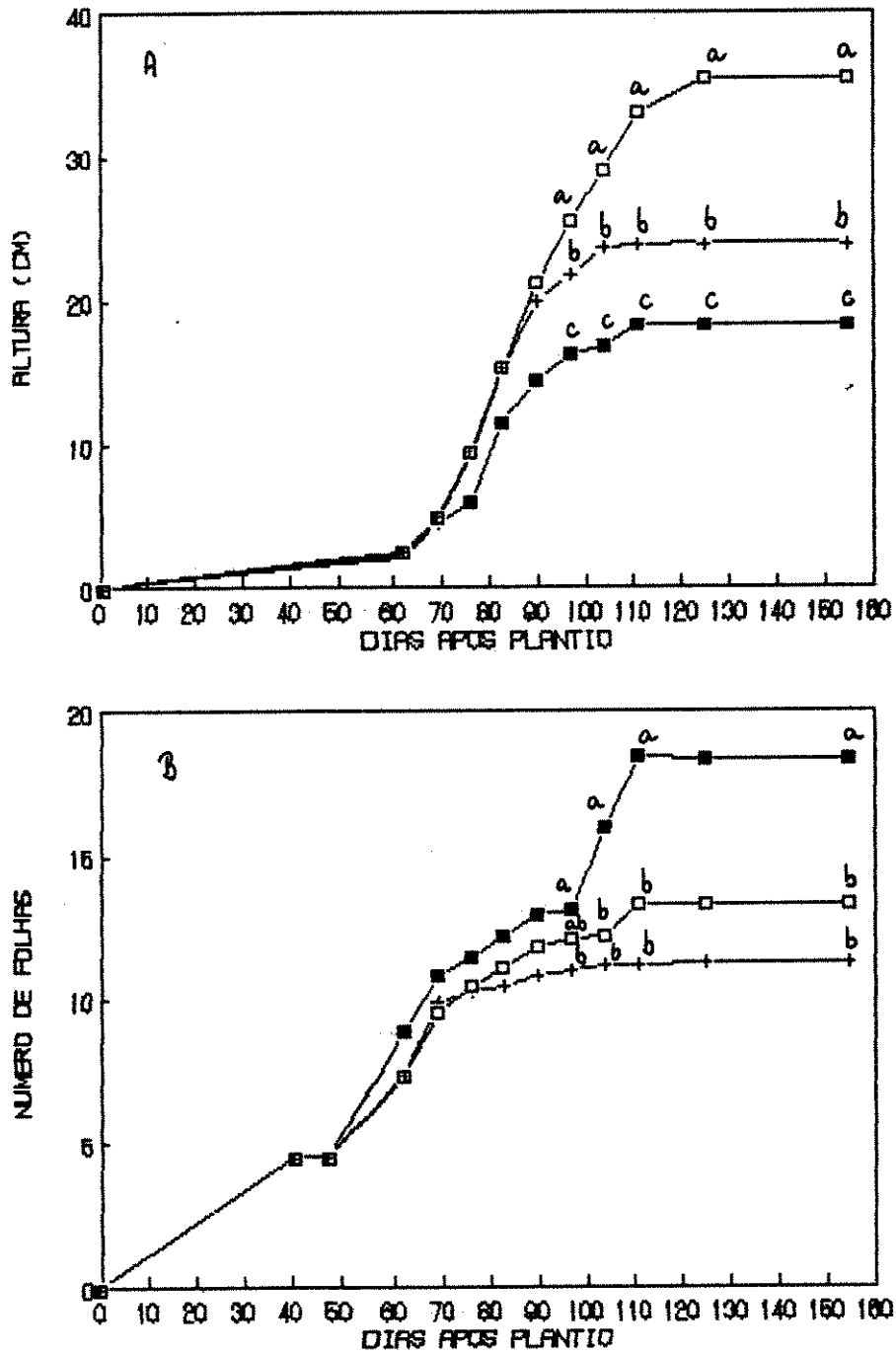


FIGURA 2. Efeito do fotoperíodo no crescimento de plantas de *Vernonia oxylepis* em relação a altura (A) e número total de folhas (B). Experimento 1.

- 8 horas de luz/dia
- + fotoperíodo natural
- 18 horas de luz/dia

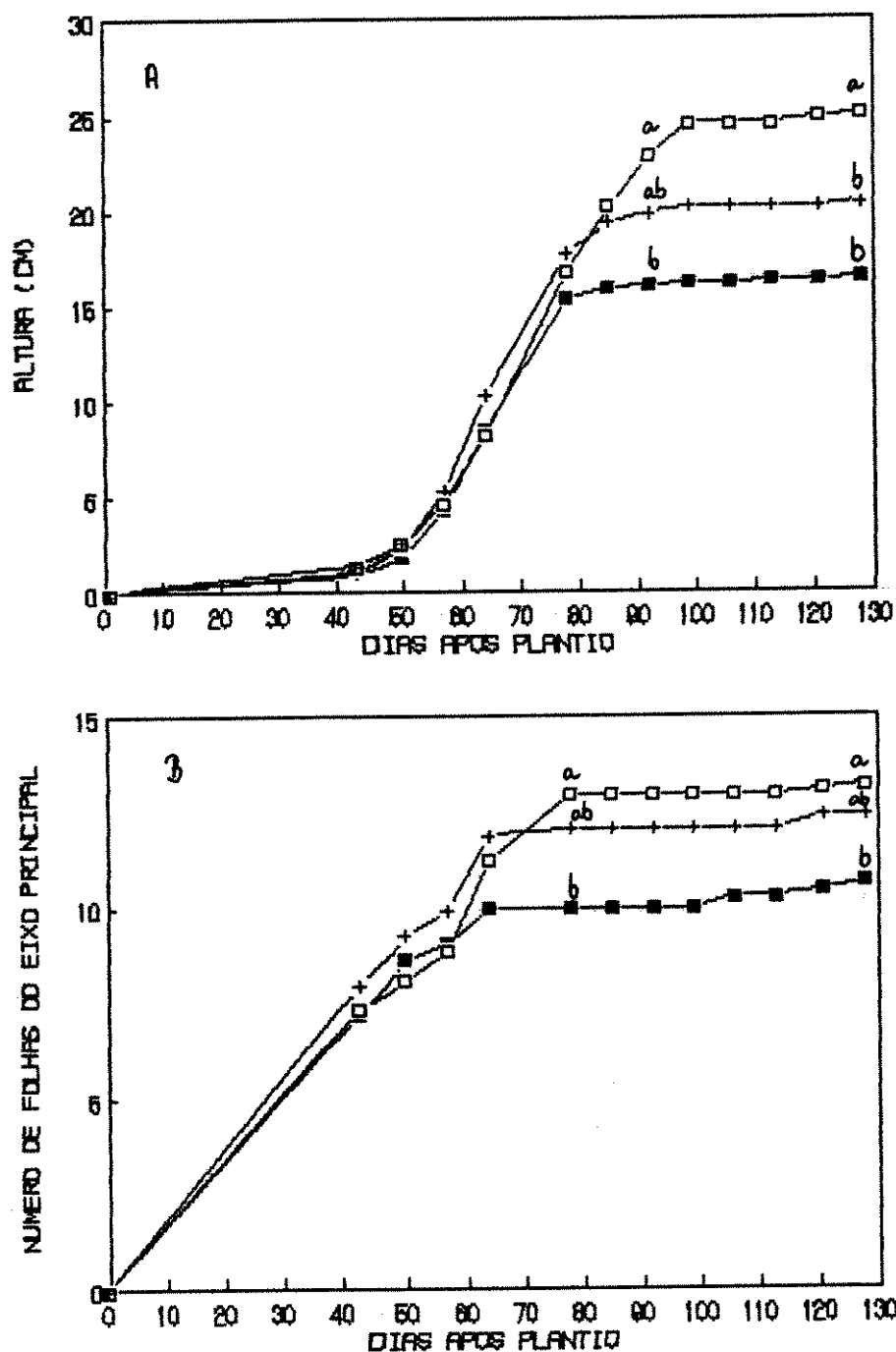


FIGURA 3. Efeito do fotoperíodo no crescimento de plantas de *Vernonia oxylepis* em relação a altura (A) e número de folhas do eixo principal (B). Experimento 2.

- 8 horas de luz/dia
- + fotoperíodo natural
- 18 horas de luz/dia

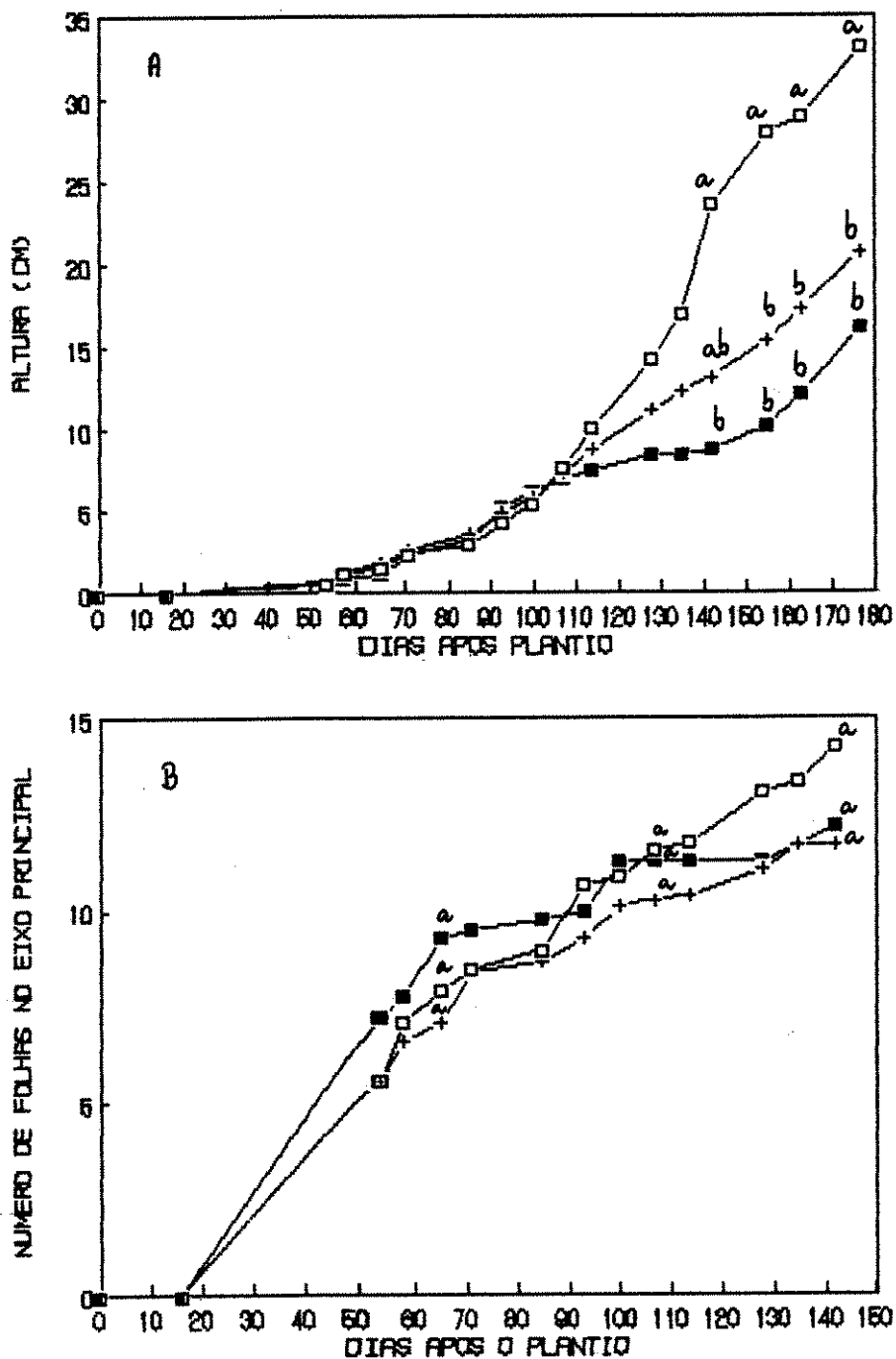


FIGURA 4. Efeito do fotoperíodo no crescimento de plantas de *Vernonia oxylepis* em relação a altura (A) e número de folhas do eixo principal (B). Experimento 3.

- 8 horas de luz/dia
- + fotoperíodo natural
- 18 horas de luz/dia

em 18 h continuaram a crescer em altura (até dia 100 ou 120), enquanto que nos outros tratamentos já havia ocorrido uma estabilização na altura das plantas (ao redor dos dias 90 a 100).

No EXPERIMENTO 1, não foi feita contagem de folhas no eixo principal separadamente dos ramos laterais e observou-se maior número de folhas (eixo principal e ramos laterais) em plantas crescidas em 8 horas de luz por dia (FIG. 2B).

Nos EXPERIMENTOS 2 e 3, foi contado o número de folhas no eixo principal, que foi um pouco maior em plantas que cresceram sob 18 horas de luz por dia em relação a 8 horas de fotoperíodo (FIG. 3B), mas não houve diferença significativa em relação aos outros fotoperíodos no EXPERIMENTO 3 (FIG. 4B).

No EXPERIMENTO 1, observou-se uma maior ramificação nas plantas crescidas em fotoperíodo de 8h que nos outros dois fotoperíodos (dados não apresentados aqui). Nos EXPERIMENTOS 2 e 3 foram contados os ramos laterais (FIG. 5A e 5B). Na FIGURA 5B, os resultados do EXPERIMENTO 3, mostram plantas mais ramificadas em fotoperíodo natural e de 8 h. O fotoperíodo natural nesse experimento, com plantio no mês de abril, era menor do que nos EXPERIMENTOS 1 e 2. No EXPERIMENTO 2, o número médio de ramos laterais foi pequeno (FIG. 5A); nos três fotoperíodos houve mais ramificação no EXPERIMENTO 3 do que no EXPERIMENTO 2.

O EXPERIMENTO 3 mostra algumas diferenças no crescimento vegetativo das plantas em relação aos dois experimentos anteriores. Quando se observa a altura do eixo principal, vê-se

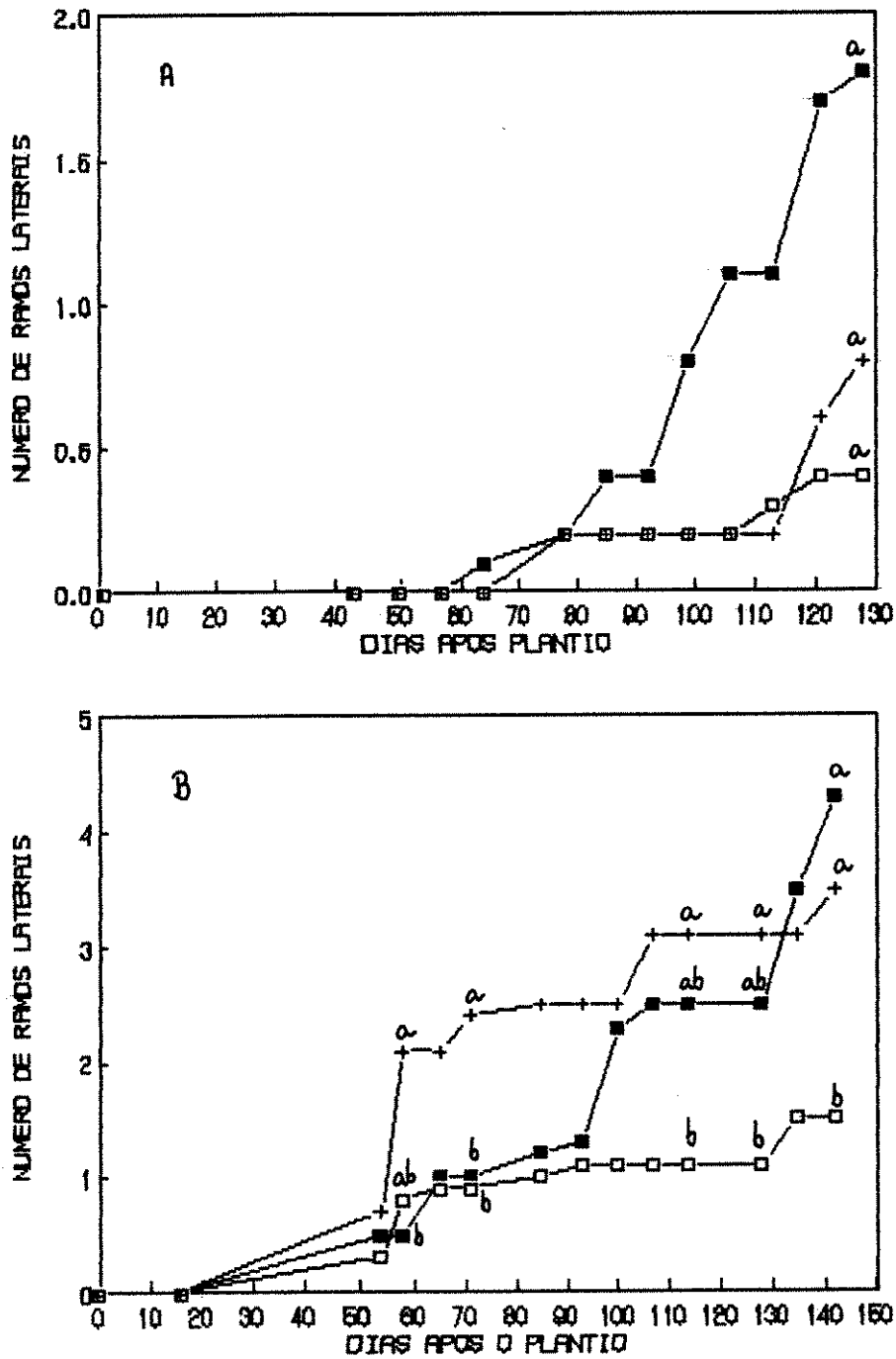


FIGURA 5. Efeito do fotoperíodo no crescimento de plantas de *Vernonia oxylepis* em relação ao número de ramos laterais.

Experimento 2 (A) e Experimento 3 (B).

- 8 horas de luz/dia
- + fotoperíodo natural
- 18 horas de luz/dia

que as plantas do EXPERIMENTO 3 atingiram a altura final muito depois do observado nos EXPERIMENTOS 1 e 2, isto é, apresentaram um crescimento mais lento (por exemplo, no fotoperíodo de 18 h as plantas ainda cresciam ao redor do dia 180, enquanto no EXPERIMENTO 1 a altura final ocorreu por volta do dia 120 e no EXPERIMENTO 2, por volta do dia 100. Além disso, pode-se também observar um atraso na floração das plantas nesse terceiro experimento: a produção máxima de botões ocorreu bem mais tarde neste último experimento. Esse crescimento mais lento das plantas no terceiro experimento, pode estar relacionado a vários fatores: diferença na metodologia, pois os aquênios foram colocados para germinar diretamente na terra e sob fotoperíodos de 8 h, 18 h e FN; diferença na época do plantio, com esse terceiro experimento iniciando-se no mês de abril, enquanto os outros dois tiveram início em dezembro (EXP. 1) e fevereiro (EXP.2) havendo portanto, no EXPERIMENTO 3, diminuição na temperatura e no fotoperíodo natural; diferença no tipo de substrato, pois utilizou-se terra de cerrado nos EXPERIMENTOS 1 e 2 e uma mistura de terra esterilizada e areia no EXPERIMENTO 3.

Notou-se, observando-se os três experimentos, que a germinação de aquênios em câmara com temperatura e luz constantes, levou a uma uniformização da germinação. Assim, o plantio nos experimentos posteriores foi feito sempre após a germinação dos aquênios em câmara a 25° C e luz constante.

Observando-se os resultados apresentados como porcentagem de plantas floridas (FIGURAS 6A; 6B e 6C) nota-se que as plantas floresceram nos 3 fotoperíodos testados, portanto, o fotoperíodo não é um fator responsável pela indução da floração em *Vernonia oxylepis*.

Pelas FIGURAS 7A, 7B e 7C, verifica-se o aparecimento de botões florais (visíveis a olho nu) aproximadamente 40-70 dias após o plantio.

Observa-se nos três experimentos que o número de capitulos com botões florais presentes em plantas do fotoperíodo de 18h é maior do que em plantas crescidas em 8h de luz por dia e FN (FIG. 7A; 7B; 7C). O fotoperíodo mais longo também levou a um atraso na antese das flores (FIG. 8A; 8B; 8C).

As FIGURAS 9A, 9B e 9C mostram que, embora as plantas de *Vernonia oxylepis* floresçam independentemente do fotoperíodo, 18 h diárias de luz levou a um aumento no número total de capitulos produzidos em relação a FN e fotoperíodo de 8 h nos EXPERIMENTOS 1 e 3. No EXPERIMENTO 2, 18 h promoveu este parâmetro em relação apenas a 8 h. A produção de maior número de flores parece estar relacionada com o alongamento do eixo principal (comparar com as FIGURAS 2A, 3A e 4A); as plantas com maior altura também foram aquelas crescidas em fotoperíodo mais longo.

Após a análise dos resultados acima, foi feito um outro experimento com tratamentos fotoperiódicos e tendo terra esterilizada: areia como substrato. Quando se observam os resulta-



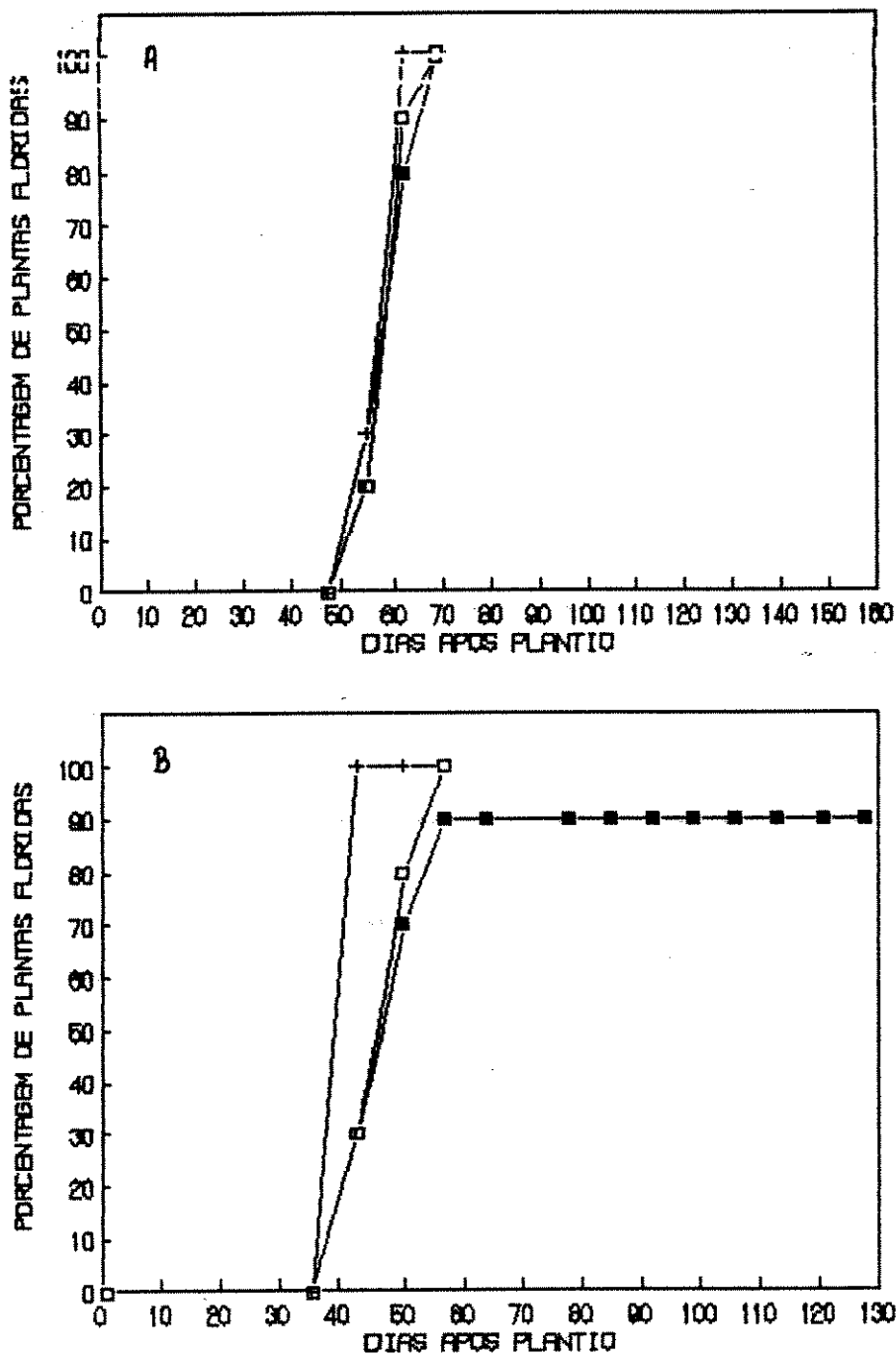


FIGURA 6. Efeito do fotoperíodo na floração de *Vernonia oxylepis* em relação à porcentagem de plantas floridas. Experimento 1 (A) e Experimento 2 (B).  
 ■ 8 horas de luz/dia  
 + fotoperíodo natural  
 □ 18 horas de luz/dia

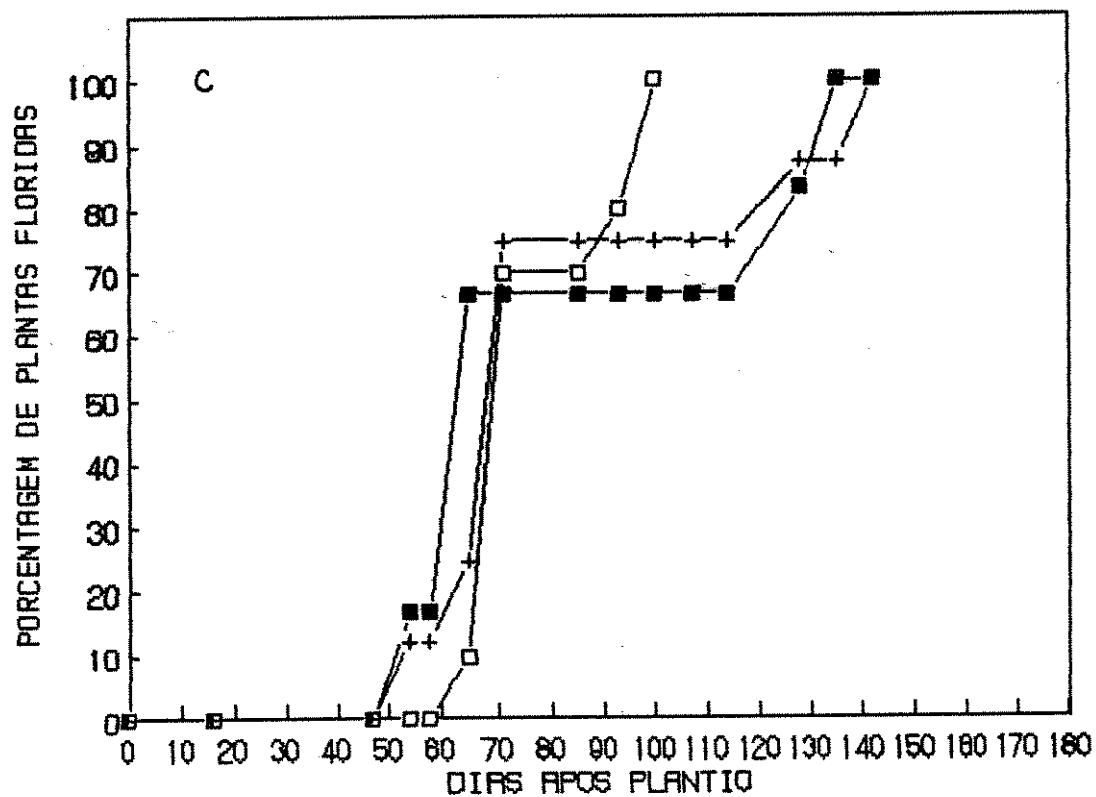


FIGURA 6. Efeito do fotoperíodo na floração de *Vernonia oxylepis* em relação à porcentagem de plantas floridas. Experimento 3 (c).

- 8 horas de luz/dia
- + fotoperíodo natural
- 18 horas de luz/dia

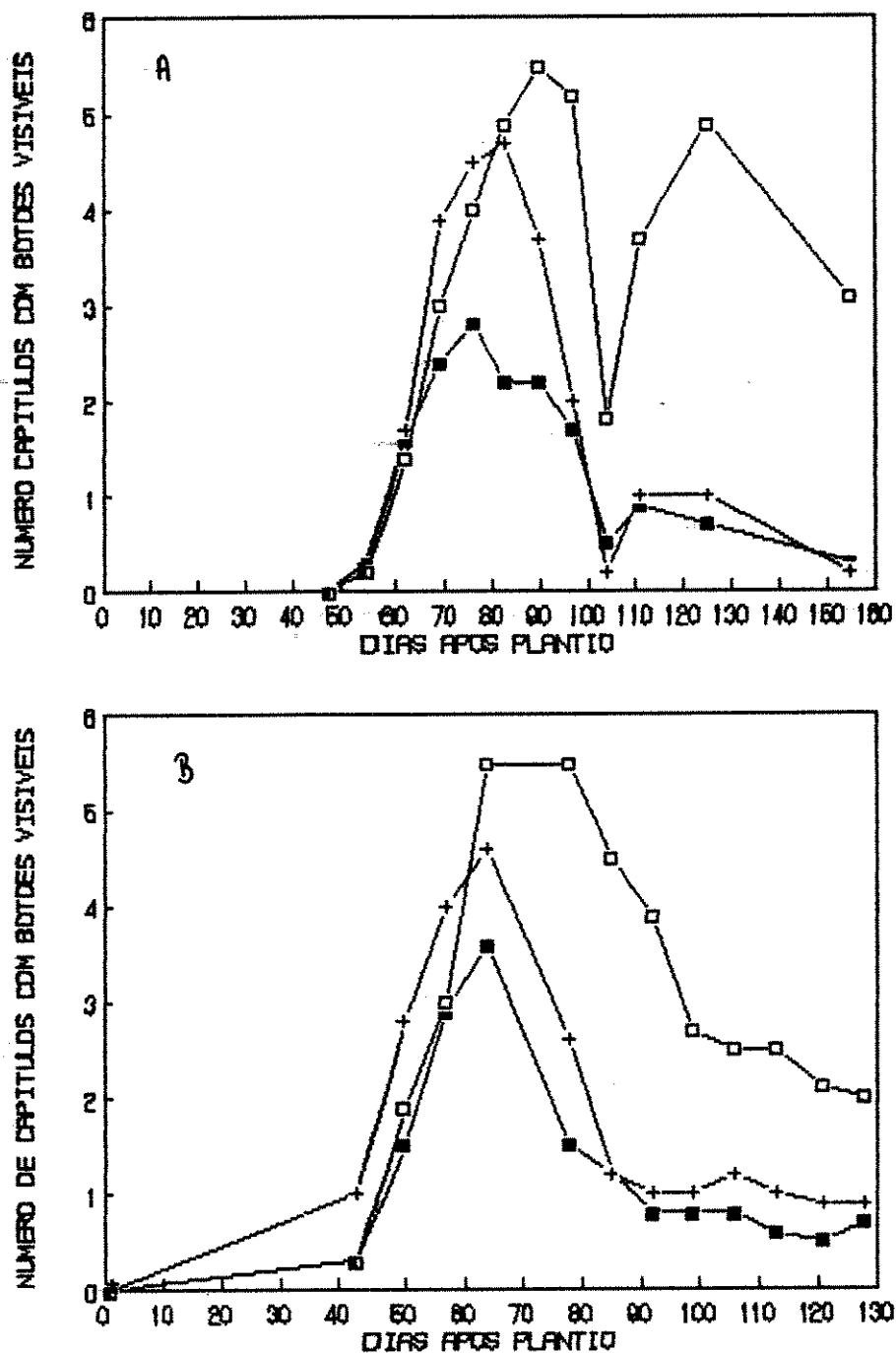


FIGURA 7. Efeito do fotoperíodo na floração de *Vernonia oxylepis* em relação ao número de capitulos com botões florais a cada dia de observação. Experimento 1 (A) e Experimento 2 (B).

- 8 horas de luz/dia
- + fotoperíodo natural
- 18 horas de luz/dia

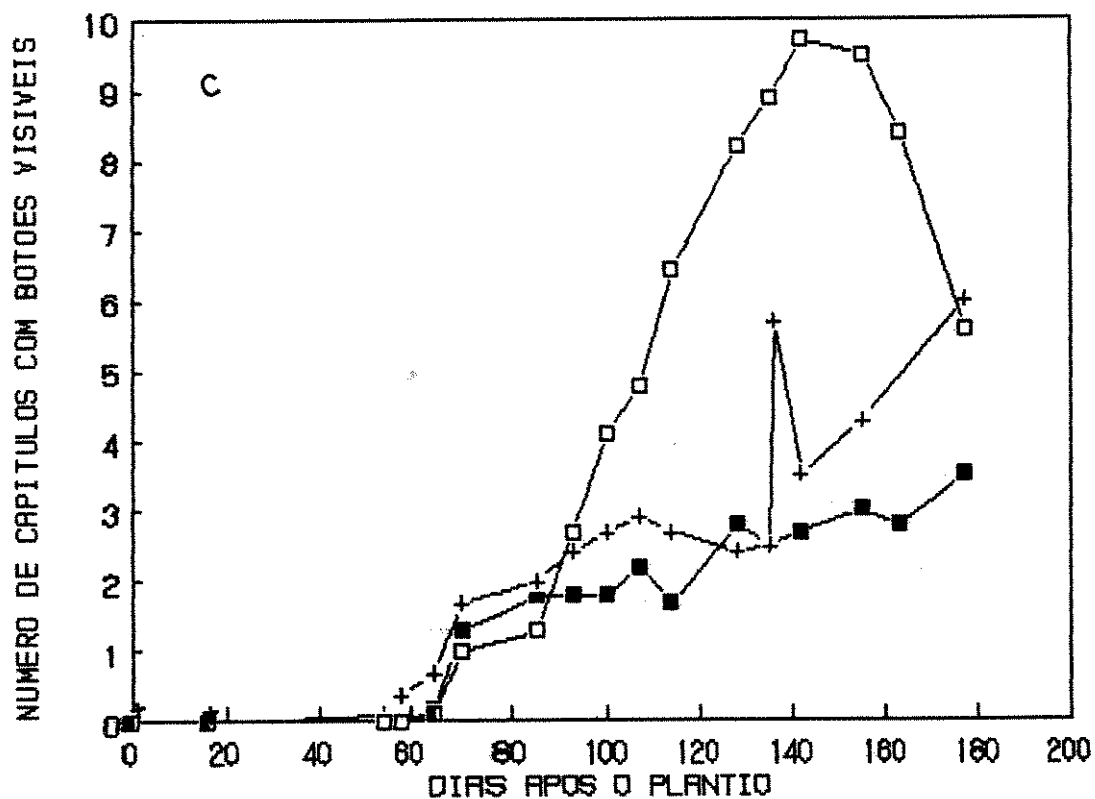


FIGURA 7. Efeito do fotoperíodo na floração de *Vernonia oxylepis* em relação ao número de capitulos com botões florais a cada dia de observação. Experimento 3 (c).

- 8 horas de luz/dia
- + fotoperíodo natural
- 18 horas de luz/dia

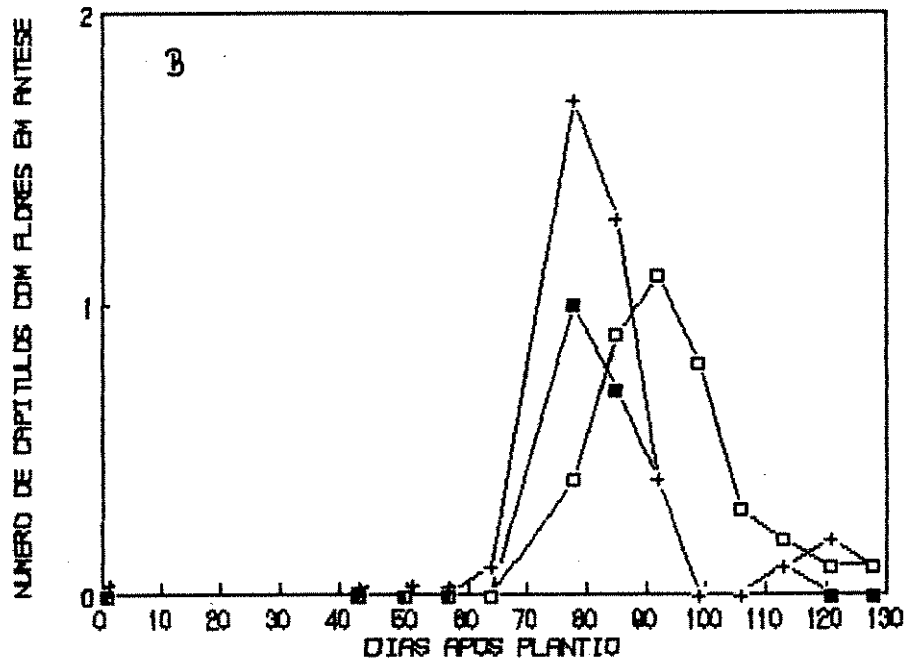
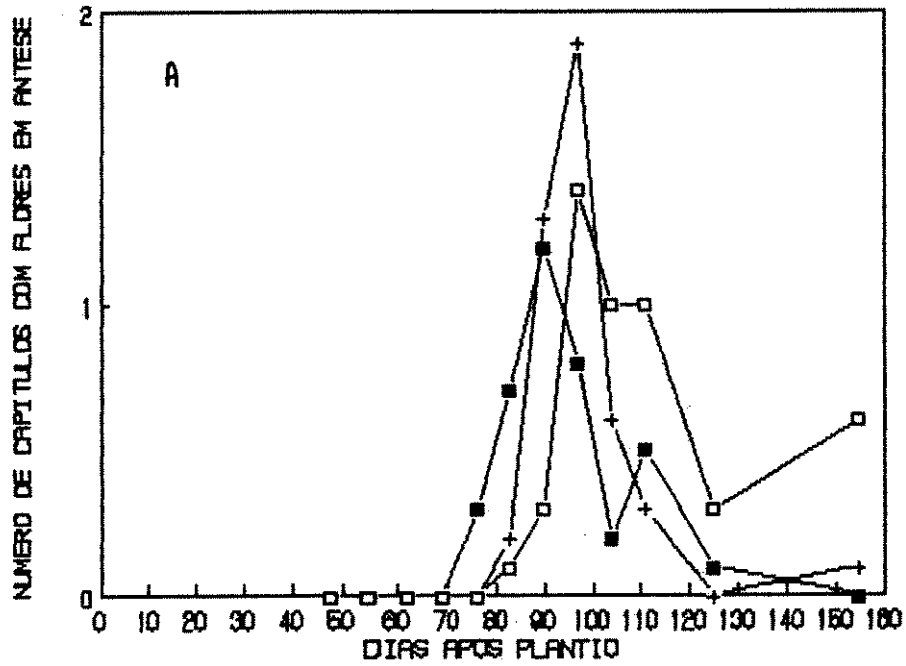


FIGURA 8. Efeito do fotoperíodo na floração de plantas de *Vernonia oxylepis* em relação ao número de capitulos com flores em antese a cada dia de observação.

Experimento 1 (A) e Experimento 2 (B).

- 8 horas de luz/dia
- + fotoperíodo natural
- 18 horas de luz/dia

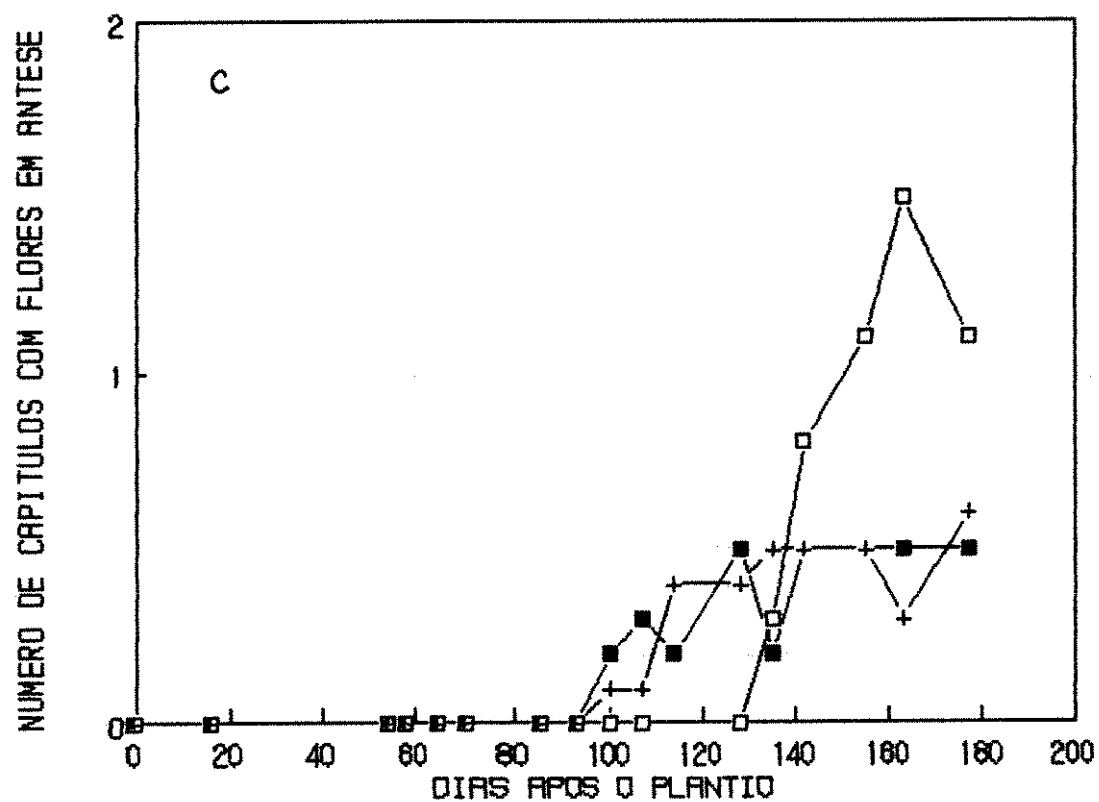


FIGURA 8. Efeito do fotoperíodo na floração de *Vernonia oxylepis* em relação ao número de capitulos com flores em antese a cada dia de observação. Experimento 3.

- 8 horas de luz/dia
- + fotoperíodo natural
- 18 horas de luz/dia

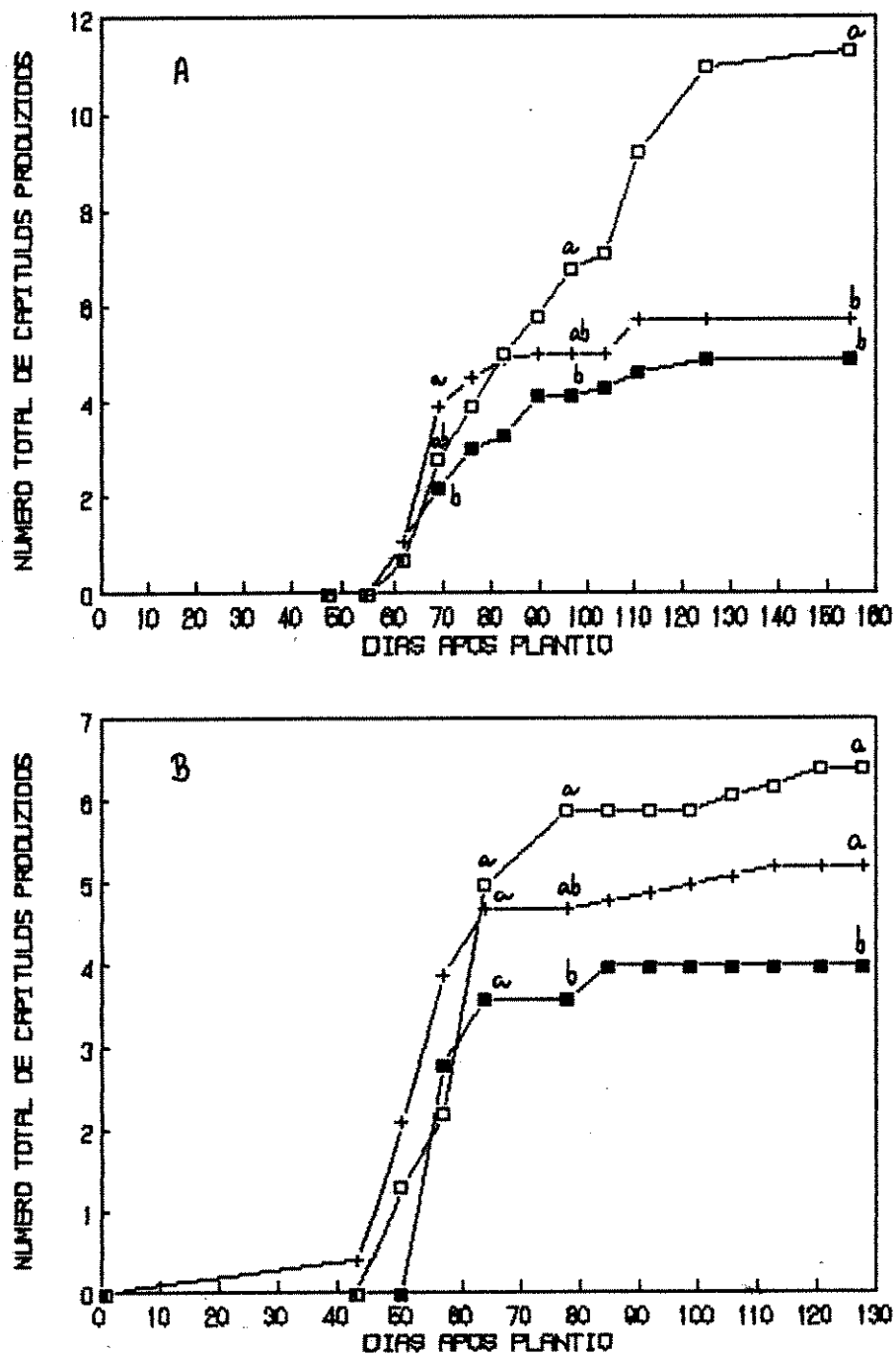


FIGURA 9. Efeito do fotoperíodo na floração de *Vernonia oxylepis* em relação ao número total de capitulos no eixo principal. Experimento 1 (A) e Experimento 2 (B).

■ 8 horas de luz/dia  
 + fotoperíodo natural  
 □ 18 horas de luz/dia

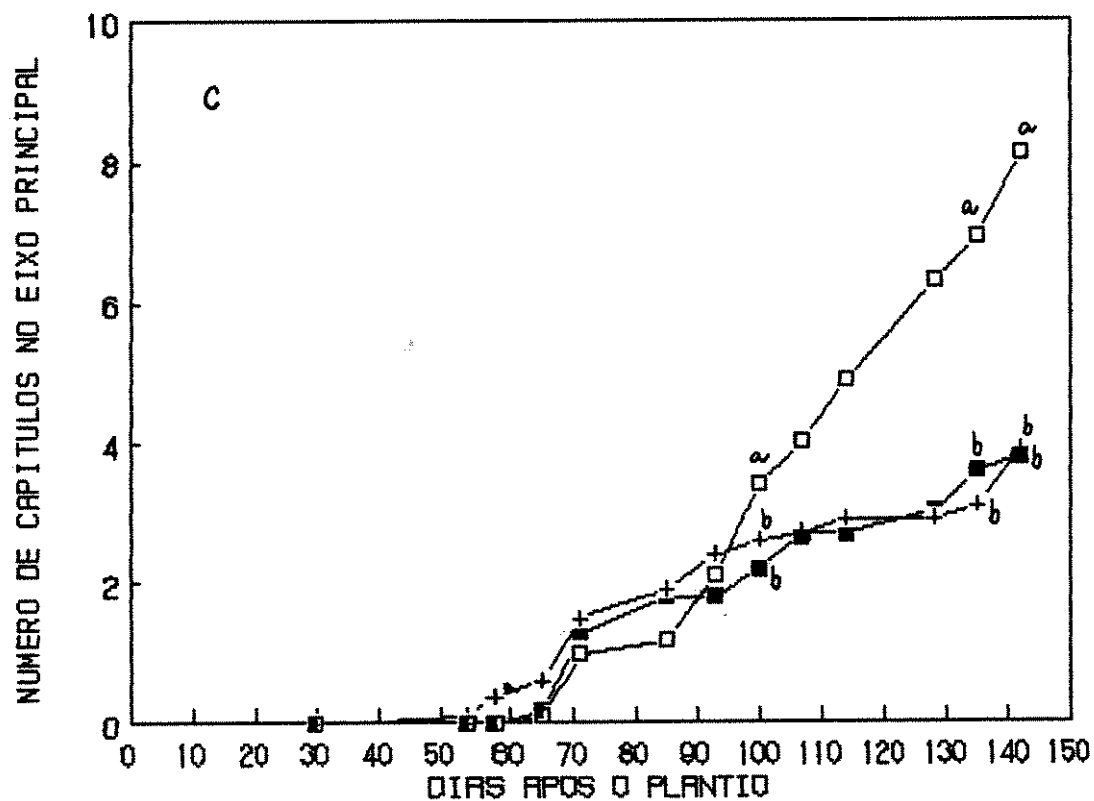


FIGURA 9. Efeito do fotoperíodo na floração de *Vernonia oxylepis* em relação ao número total de capitulos no eixo principal. Experimento 3 (c).  
 ■ 8 horas de luz/dia  
 + fotoperíodo natural  
 □ 18 horas de luz/dia



dos dos EXPERIMENTOS 1, 2 e 3, vê-se que no fotoperíodo de 18 h o alongamento do eixo principal continua por mais tempo que em 8h e FN e as plantas permanecem com botões florais por um período maior do que nos outros tratamentos, ou seja, o fotoperíodo mais longo parece prolongar o período de crescimento. O objetivo desse novo experimento era observar se a transferência das plantas para fotoperíodo de 18 h após as plantas terem florescido em fotoperíodo natural, ainda prolongaria o período de crescimento.

O plantio foi feito em dezembro. Em janeiro, após 43 dias do plantio em FN, as plantas, com os botões florais já visíveis foram transferidas para fotoperíodos de 8h e 18 h. A diferença entre este experimento e os descritos anteriormente é que as plantas foram transferidas para diferentes fotoperíodos quando já apresentavam botões florais visíveis.

As plantas mostraram ótimo crescimento. Portanto, vê-se que o substrato terra esterilizada: areia não foi o causador do atraso no crescimento e floração observado com as plantas do EXPERIMENTO 3. O plantio para este experimento foi feito no verão; sugere-se então que o plantio na época do outono (baixas temperaturas), como no EXPERIMENTO 3, pode levar a um crescimento mais lento.

Em relação à altura das plantas, observou-se que o fotoperíodo de 18 horas levou a um maior alongamento do eixo principal em relação ao de 8 horas. Vê-se na FIGURA 10 que, en-

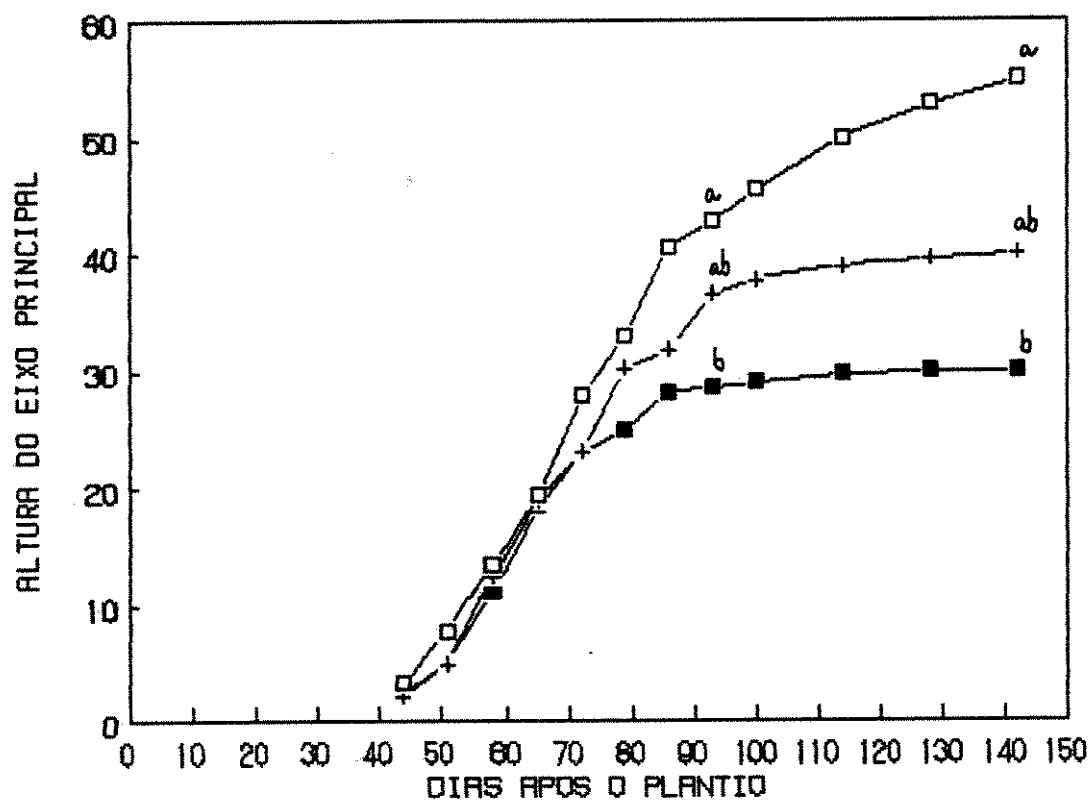


FIGURA 10. Efeito do fotoperíodo no crescimento de plantas de *Vernonia oxylepis* em relação a altura do eixo principal. Plantas em FN até dia 43.

- 8 horas de luz/dia
- + fotoperíodo natural (FN)
- 18 horas de luz/dia

quanto em FN e em 8 h as plantas já pararam o crescimento ao redor do dia 90, , as plantas em fotoperíodo de 18 horas continuam ainda a ganhar altura. Quando se observa o número de folhas produzidas no eixo principal, vê-se que, o fotoperíodo de 18 h levou a uma maior produção de folhas (FIG. 11A). As plantas também apresentaram menor ramificação quando mantidas em fotoperíodo de 18h (FIG. 11B).

Em relação à floração, este experimento mostra que mesmo quando os tratamentos fotoperiódicos foram iniciados após o início da floração das plantas, ou seja, quando os botões florais já estão visíveis, o crescimento em 18 horas de luz por dia levou a uma maior produção de botões. Enquanto nos outros tratamentos (8 h e fotoperíodo natural) ocorre uma diminuição no número de botões no eixo principal, as plantas mantidas em 18 h continuam a apresentar um grande número de botões por planta (FIG. 12A). Também nesse experimento foi observado que fotoperíodo mais longo levou a maior produção de capítulos no eixo principal (FIG. 12B), resultante provavelmente do alongamento do eixo e produção de botões por um tempo mais longo. Assim, observou-se que os resultados praticamente se repetem quando comparados os experimentos onde os tratamentos fotoperiódicos foram iniciados após a floração ou antes da floração das plantas. Assim, o fotoperíodo de 18 h levou a um prolongamento do período de crescimento, com produção de botões por um tempo mais longo e maior número de capítulos por planta.

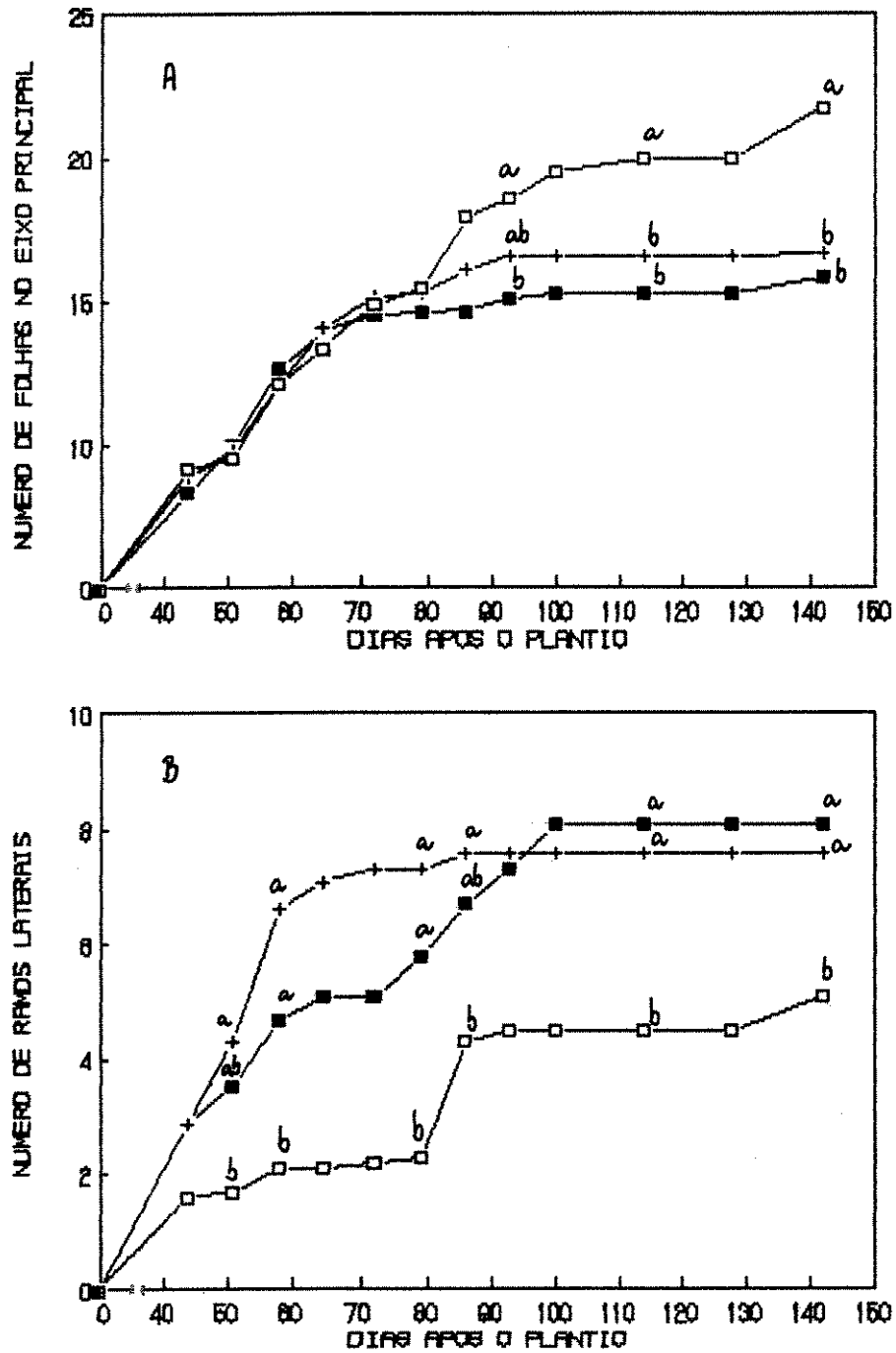


FIGURA 11. Efeito do fotoperíodo no crescimento de plantas de *Vernonia oxylepis* em relação ao número de folhas do eixo principal (A) e ao número de ramos laterais (B). Plantas em FN até dia 43.

- 8 horas de luz/dia
- + fotoperíodo natural (FN)
- 18 horas de luz/dia

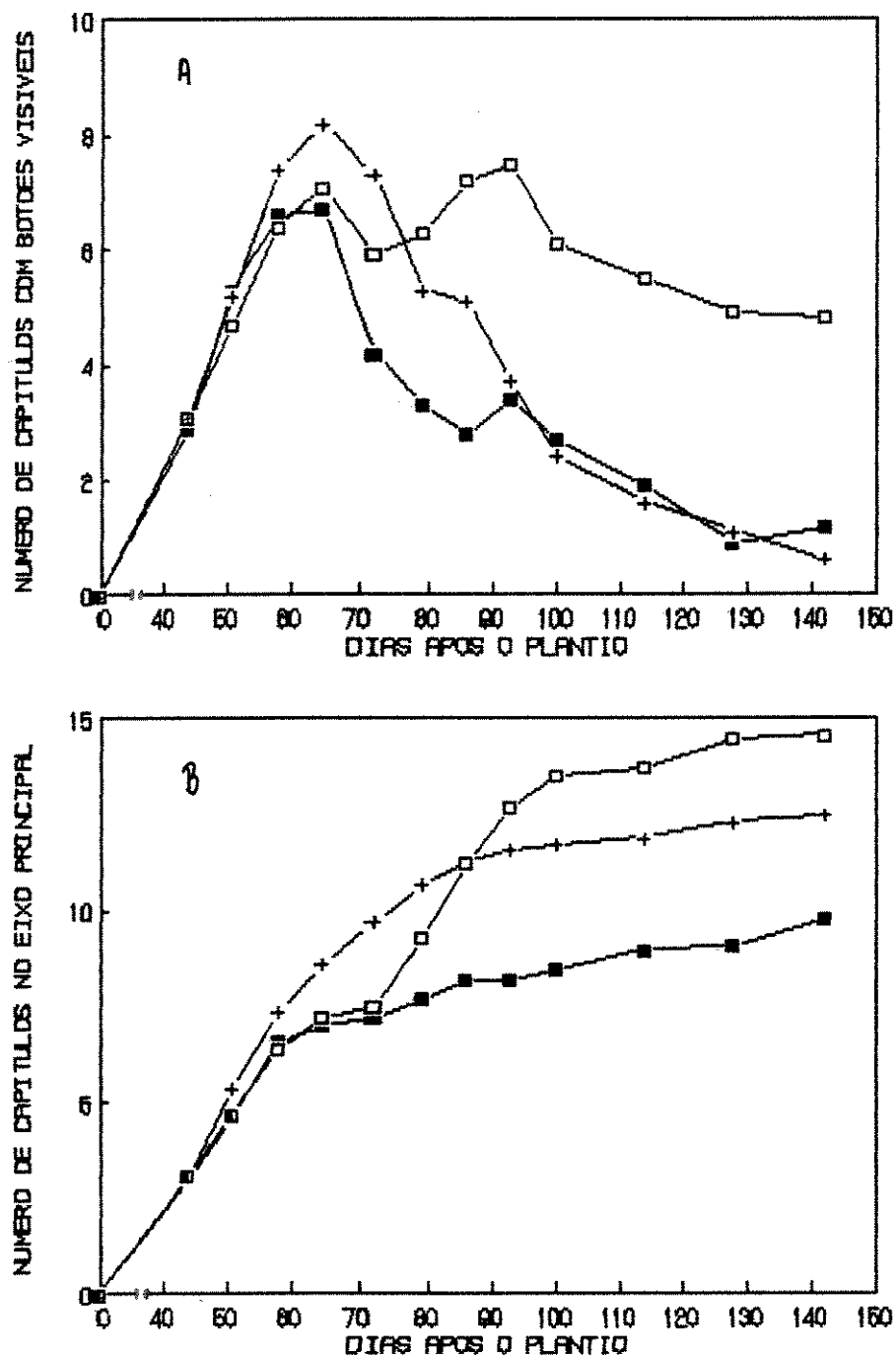


FIGURA 12. Efeito do fotoperíodo na floração de plantas de *Vernonia oxylepis* em relação ao número de capitulos com botões florais a cada dia de observação (A) e número total de capitulos no eixo principal (B). Plantas em FN até dia 43.

- 8 horas de luz/dia
- + fotoperíodo natural (FN)
- 18 horas de luz/dia

Neste experimento utilizaram-se as plantas que foram submetidas a FN, 8 e 18 horas diárias de luz desde 43 dias após o plantio, para uma medida de massa de matéria seca da parte aérea e da parte espessada do órgão subterrâneo das plantas. Essas medidas foram feitas 218 dias após o plantio e podem ser vistas na TABELA 1.

O experimento para se verificar o efeito do fotoperíodo no crescimento de plantas de *Vernonia oxylepis* foi bastante longo. Neste caso, numa coleta final de massa de matéria seca, fica difícil analisar o resultado obtido no tratamento de fotoperíodo natural e compará-lo aos outros dois tratamentos porque, neste experimento, com praticamente 7 meses de duração, de dezembro a julho, as plantas foram submetidas a fotoperíodos naturais bastante variáveis neste tratamento. Em relação à parte aérea, não foram observadas diferenças significativas nos valores de massa de matéria seca nos fotoperíodos de 8 e 18 horas. A massa de matéria seca de plantas em FN foi menor que em 18 horas de fotoperíodo. Observando-se os dois tratamentos extremos (8 e 18 horas) vê-se que houve diferença em relação a massa de matéria seca da raiz de plantas mantidas nesses fotoperíodos e o FN. Não foram observadas diferenças significativas na razão peso seco raiz/parte aérea ou peso seco raiz/planta inteira de plantas mantidas em 8 ou 18 horas diárias de luz. A razão peso seco raiz/parte aérea e raiz/planta inteira foi maior em FN do que em fotoperíodo de 18 horas.

TABELA 1. Massa de matéria seca (g) da parte aérea e da parte espessada do órgão subterrâneo de *Vernonia oxylepis* com 218 dias de idade, após tratamentos fotoperiódicos (8 h, FN e 18 h).  
 PA= parte aérea R= órgão subterrâneo  
 T= planta inteira

TRATAMENTO	PA	R	R/PA	R/T
FN	0,868 b	0,720 a	0,830 a	0,443 a
18 h	1,198 a	0,330 b	0,276 b	0,213 b
8 h	1,001 ab	0,432 b	0,472 ab	0,291 b

Na parte espessada do órgão subterrâneo das plantas deste último experimento, aos 218 dias de idade, foi verificado o conteúdo de carboidratos. Em cortes a fresco da parte espessada de raízes de plantas de *Vernonia oxylepis* não foi observada a coloração específica quando colocada uma gota de solução de lugol sobre o material para se evidenciar a presença de amido.

No final do experimento onde as plantas foram mantidas sob diferentes fotoperíodos foram feitas a extração e a dosagem de açúcares solúveis da parte espessada do órgão subterrâneo. Esses resultados são mostrados na TABELA 2.

Não foram observadas diferenças entre as quantidades de açúcares solúveis na fração oligossacarídica nos três fotoperíodos testados. Já na fração polissacarídica, observou-se uma queda da quantidade de açúcares em raízes de plantas crescidas sob 18 horas diárias de luz em relação ao fotoperíodo natural. Este experimento foi conduzido entre os meses de janeiro e julho, sendo portanto a coleta de material feita em um período de diminuição do fotoperíodo. Por isso talvez, não houve diferença entre o fotoperíodo natural e o de 8 horas.

Verificou-se também, se haveria uma retomada do crescimento caso as plantas iniciassem o tratamento fotoperiódico já em fase final de crescimento. Em outros dois experimentos, procurou-se verificar se a transferência para os diferentes fotoperíodos em maio, 100 dias após o plantio, quando as plantas já



TABELA 2. Açúcares solúveis nas frações de oligossacarídeo e polissacarídeo (mg/g peso seco) na parte espessada do órgão subterrâneo de plantas de *Vernonia oxylepis* com 218 dias de idade crescidas em diferentes fotoperíodos.

FOTOPERÍODO	Oligossacarídeos	Polissacarídeos
8 H	170,3 a	125,0 ab
18 H	170,9 a	45,0 b
FN	137,5 a	135,0 a

apresentavam aquênios e provavelmente iniciariam uma parada de crescimento, não levou a uma retomada do crescimento (dados não apresentados). Isto pôde ser observado em relação à altura das plantas, número de capítulos com botão floral e número de capítulos produzidos no eixo principal. Assim também, quando as plantas foram transferidas para fotoperíodos de 8 e 18 h em julho, 188 dias após o plantio, já com aquênios, não houveram mudanças no padrão de crescimento quando se observa a altura das plantas, número de botões no eixo principal e número de capítulos produzidos no eixo principal (dados não apresentados).

O efeito do fotoperíodo também foi estudado em plantas com a parte aérea retirada (no início do experimento). O experimento teve início em setembro em plantas com 160 dias de idade.

Observando-se os resultados da FIGURA 13A, nota-se que não houve diferença entre os efeitos dos 3 fotoperíodos testados. A brotação iniciou-se por volta de doze dias após a poda.

A partir daí, houve pequeno aumento no número de ramos, sendo verificado apenas o crescimento desses com posterior floração. No caso da floração desses ramos, pode ser observado o mesmo resultado de experimentos anteriores com fotoperíodo. Plantas mantidas em fotoperíodo de 18 horas continuaram a produzir botões, enquanto nos outros tratamentos o número de botões já era pequeno e as plantas já apresentavam flores secando

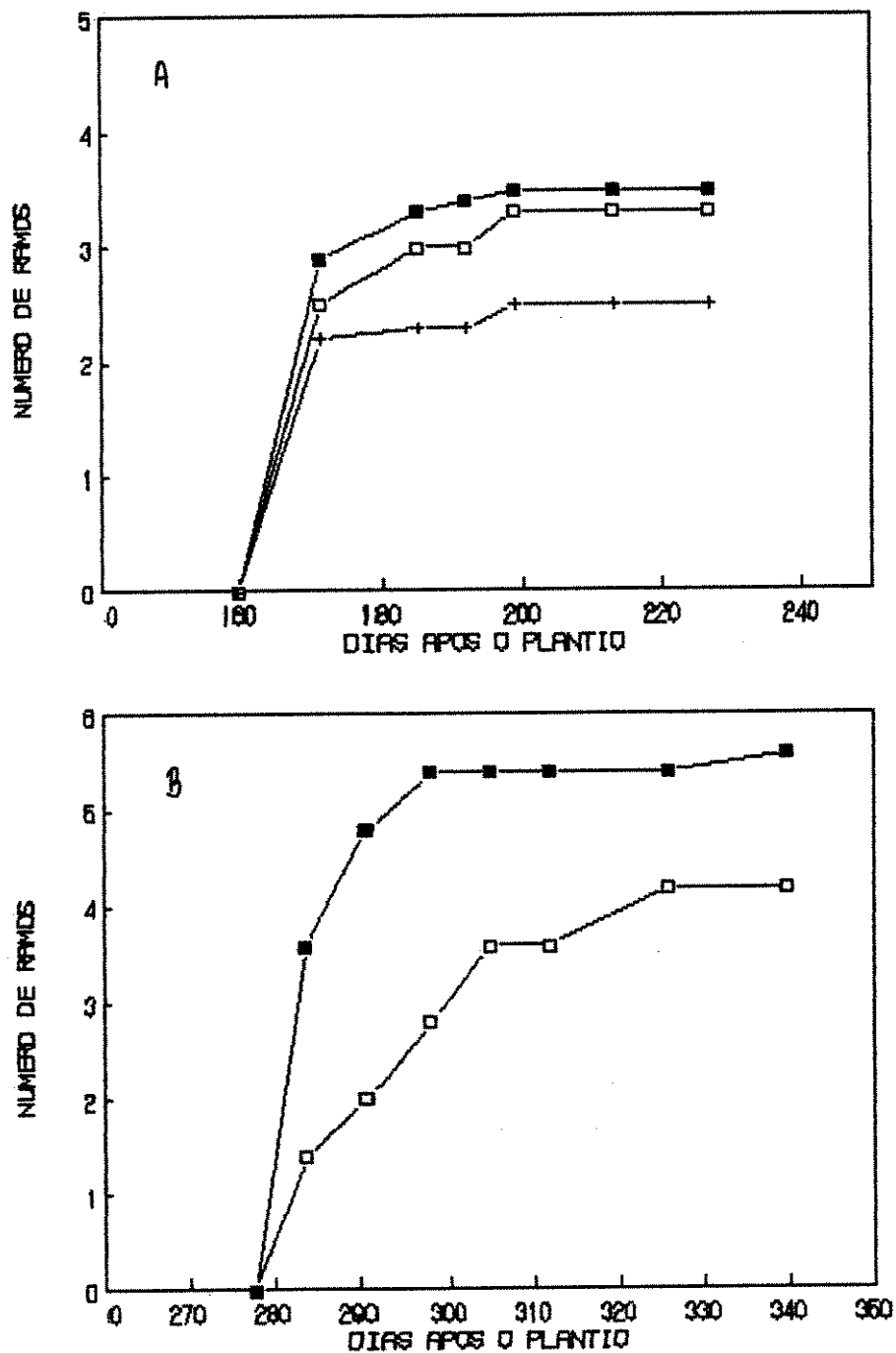


FIGURA 13. Efeito do fotoperíodo e da irrigação na brotação de novos ramos em *Vernonia oxylepis*.

(A) plantas crescidas em diferentes fotoperíodos

- 8 horas de luz/dia + fotoperíodo natural
- 18 horas de luz/dia

(B) plantas crescidas em 8 horas de luz/dia, com:

- irrigação diária
- irrigação semanal

Não há diferença significativa entre os tratamentos.

para produção de aquênios (dados não apresentados). Não houve brotação em plantas intactas.

Com a observação de que, em casa de vegetação, as plantas brotavam também em fotoperíodo mais curto, fator que no campo poderia estar inibindo a brotação de plantas no inverno, quando ocorre uma diminuição do fotoperíodo, fez-se novo experimento, introduzindo um novo fator: a irrigação das plantas. As plantas <sup>tiveram a parte aérea removida</sup> com 278 dias após o plantio em fotoperíodo de 8 horas. <sup>Algumas receberam irrigação semanal, outras foram irrigadas diariamente.</sup> Mantiveram-se também, plantas intactas nos dois casos, que não apresentaram brotação.

Pelos resultados, observou-se que não houve diferença na época do início da brotação das plantas (FIG. 13B). Após seis dias da poda, as plantas, nos dois tratamentos, já apresentavam brotos.

É interessante notar que as plantas com irrigação diária neste experimento, tiveram a brotação, após a poda, iniciada um pouco mais cedo do que aquelas mantidas em fotoperíodo de 8 horas no experimento anterior, além de produzirem maior número de ramos por planta. Essa diferença talvez se deva à idade das plantas nos dois experimentos quando fez-se a poda, sendo as plantas, nesse experimento, com diferentes tratamentos de irrigação, mais de 100 dias mais velhas.

## 2. EFEITO DA IRRIGAÇÃO.

O crescimento das plantas em relação à altura do eixo principal variou de acordo com a quantidade de água fornecida. Plantas irrigadas todos os dias apresentaram maior altura do que aquelas irrigadas 2 vezes por semana e estas foram maiores do que as irrigadas uma vez por semana (FIG. 14A). Entretanto, não foi observada diferença no número de folhas produzidas por planta entre os tratamentos de irrigação diária e 2 vezes por semana (FIG. 14B). As plantas que receberam água somente uma vez por semana, tiveram menor número de folhas no eixo principal do que aquelas dos outros dois tratamentos (FIG. 14B).

Em relação à floração, plantas que foram irrigadas somente uma vez por semana apresentaram estatisticamente menor número de capítulos em relação às plantas irrigadas diariamente (FIG. 15). Entretanto, o aparecimento de botões florais e a antese das flores ocorreram ao mesmo tempo nos três tratamentos (dados não apresentados).

Observou-se portanto, que uma diminuição na quantidade de água disponível às plantas, levou a um menor crescimento das plantas, tanto em altura do eixo principal, como em número de folhas. A floração também foi menor em relação ao número de capítulos produzidos, mas não no tempo necessário para o aparecimento destes.

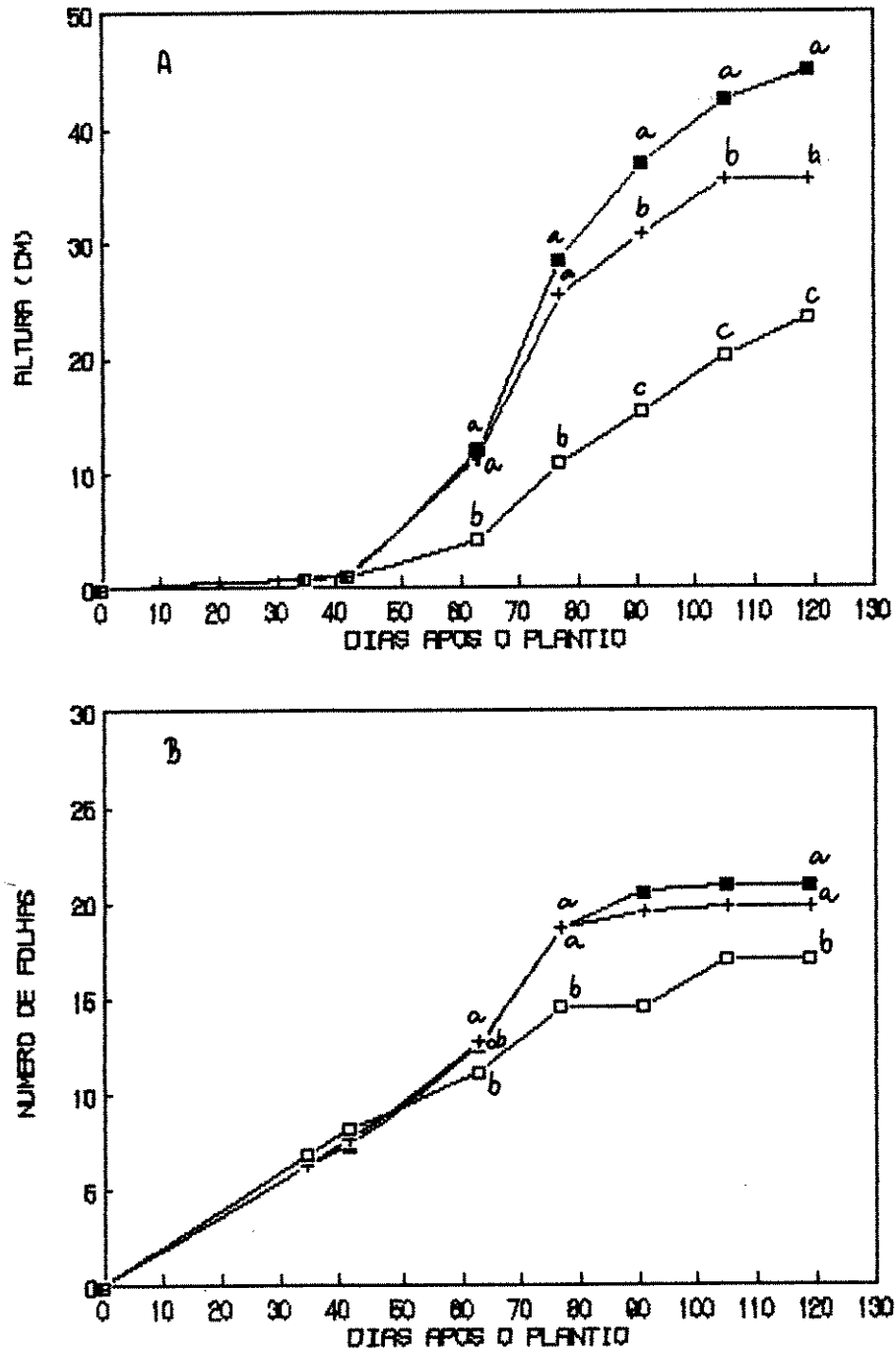


FIGURA 14. Efeito da irrigação no crescimento de *Vernonia oxylepis* em relação a altura (A) e número de folhas do eixo principal (B).

- irrigação diária
- + irrigação 2 vezes/semana
- irrigação 1 vez/semana

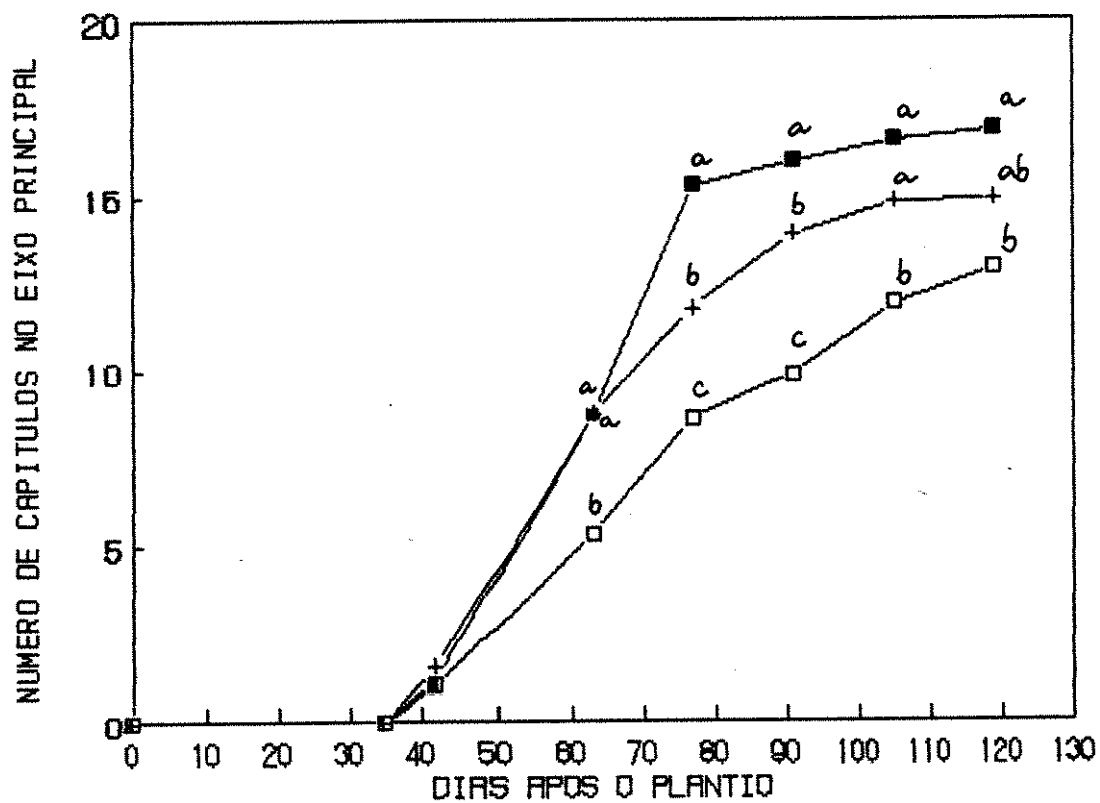


FIGURA 15. Efeito da irrigação na floração de *Vernonia oxylepis* em relação ao número total de capitulos no eixo principal.

- irrigação diária
- + irrigação 2 vezes/semana
- irrigação 1 vez/semana

Neste experimento onde as plantas foram tratadas com diferentes níveis de hidratação do solo, também foi feita coleta de massa de matéria seca da parte aérea e subterrânea. Pelos resultados mostrados na TABELA 3, verificou-se que quanto menor a quantidade de água fornecida às plantas, menor foi a massa de matéria seca da parte aérea. A quantidade de água também alterou o acúmulo de matéria seca na parte subterrânea, mas não houve diferença significativa entre o peso seco de plantas irrigadas duas vezes ou uma vez por semana. Mas o peso seco foi significativamente maior em raízes de plantas que foram irrigadas diariamente. As razões R/PA e R/T não foram afetadas pelos tratamentos.

Os açúcares solúveis foram dosados na parte espessada dos órgãos subterrâneos destas plantas. Verificaram-se valores mais elevados de carboidratos na fração oligossacarídeo nas plantas do experimento de irrigação (TABELA 4) do que no experimento com fotoperíodo (TABELA 2). Na TABELA 4, quando se observam os três tratamentos com irrigação, pode-se verificar uma diferença entre eles na fração oligossacarídica. Em relação à fração polissacarídica, não foi observada diferença significativa entre os tratamentos.



TABELA 3. Massa de matéria seca (g) da parte aérea e da parte espessada do órgão subterrâneo de *Vernonia oxylepis* com 123 dias de idade. P= parte aérea R= órgão subterrâneo T= planta inteira

FREQUENCIA DE IRRIGAÇÃO	PA	R	R/PA	R/T
diária	2,116 a	0,308 a	0,147 a	0,124 a
2vezes/semana	1,324 b	0,170 b	0,128 a	0,112 a
1 vez/semana	0,852 c	0,119 b	0,141 a	0,122 a

TABELA 4. Açúcares solúveis nas frações de oligossacarídeo e polissacarídeo (mg/g peso seco) na parte espessada do órgão subterrâneo de plantas de *Vernonia oxylepis* aos 123 dias de idade, crescidas com diferentes quantidades de água.

IRRIGAÇÃO	Oligossacarídeos	Polissacarídeos
diária	564,5 a	121,3 a
2 vezes/semana	345,0 c	121,3 a
1 vez/semana	429,4 b	101,3 a

### 3. EFEITO DA DISPONIBILIDADE DE NITROGENIO E FOSFORO.

Na análise do crescimento da parte aérea, verificou-se que a diminuição da concentração de fósforo para 50% em relação àquela da solução de Hoagland completa, praticamente não alterou o crescimento em altura ou o número de folhas (FIG. 16A; 16B). Com a remoção total de fósforo, a altura não foi afetada (FIG. 16A), mas o número de folhas foi reduzido em relação ao tratamento com apenas 50% de fósforo (FIG. 16B). Por outro lado, o crescimento em altura foi bastante afetado pela diminuição da concentração de nitrogênio, já quando esta foi reduzida a 50%. Enquanto a ausência de nitrogênio reduziu significativamente o número de folhas do eixo principal, a diminuição da concentração de nitrogênio para 50% não alterou significativamente este número de folhas em relação às plantas irrigadas com solução de Hoagland completa (FIG. 16A; 16B).

Com respeito à floração, as alterações na concentração de fósforo não alteraram a porcentagem de plantas floridas em relação à irrigação com solução de Hoagland completa (FIG. 17A), que alcançaram 100% de floração. Por outro lado, até o final do experimento, o tratamento irrigado com solução de Hoagland deficiente em nitrogênio apresentava poucas plantas floridas, sendo que, com a diminuição de nitrogênio pela metade, 53,8% das plantas estavam floridas. A falta total de nitrogênio levou a uma porcentagem de floração de somente 7,7% (FIG. 17A). Nos dois ca-

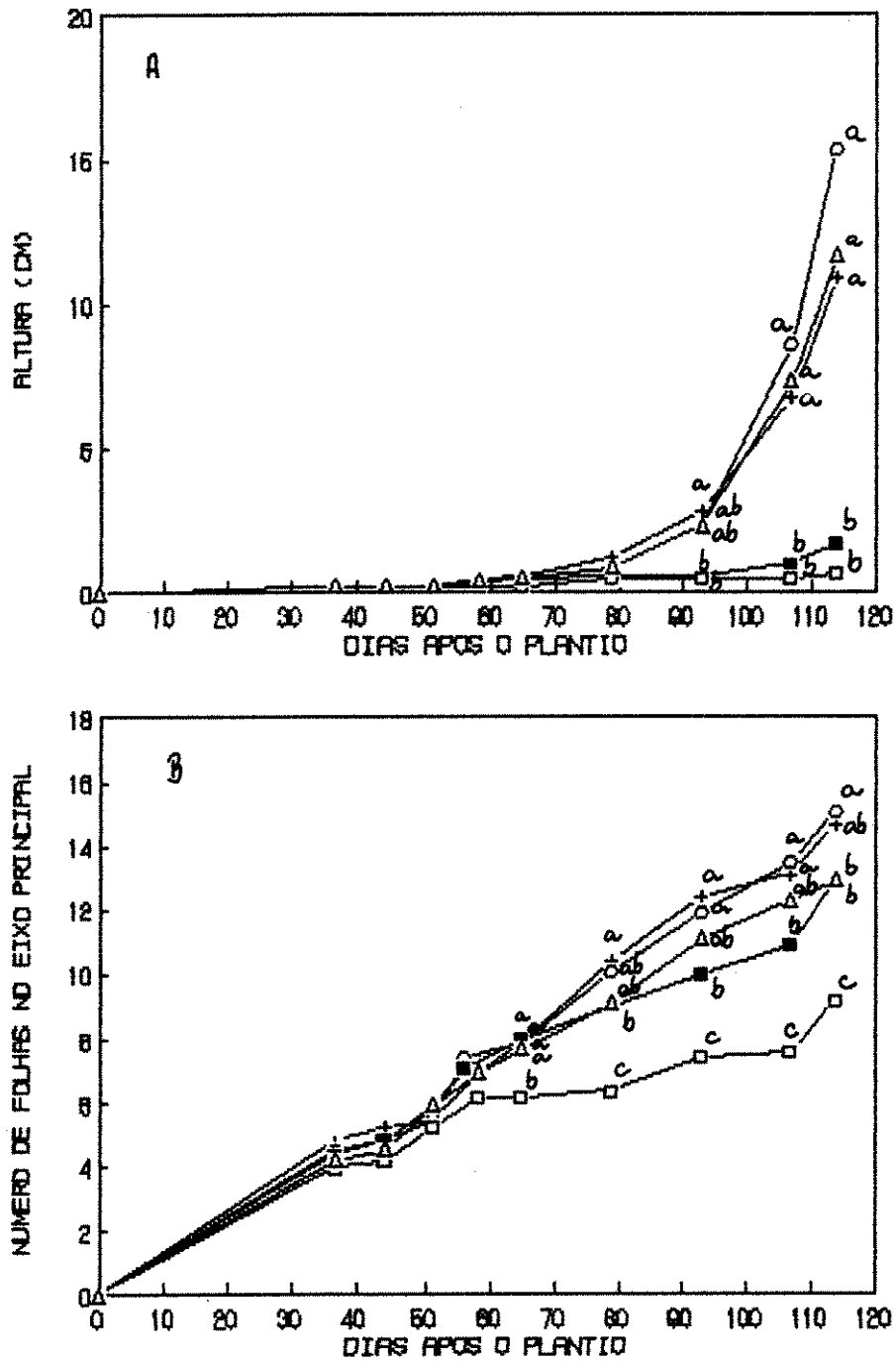


FIGURA 16. Efeito da disponibilidade de fósforo (P) e nitrogênio (N) no crescimento de *Vernonia oxylepis* em relação a altura (A) e número de folhas no eixo principal (B).

- + solução de Hoagland completa 50%
- o Hoagland com concentração de P em 50 %
- Δ Hoagland sem P
- Hoagland com concentração de N em 50 %
- Hoagland sem N

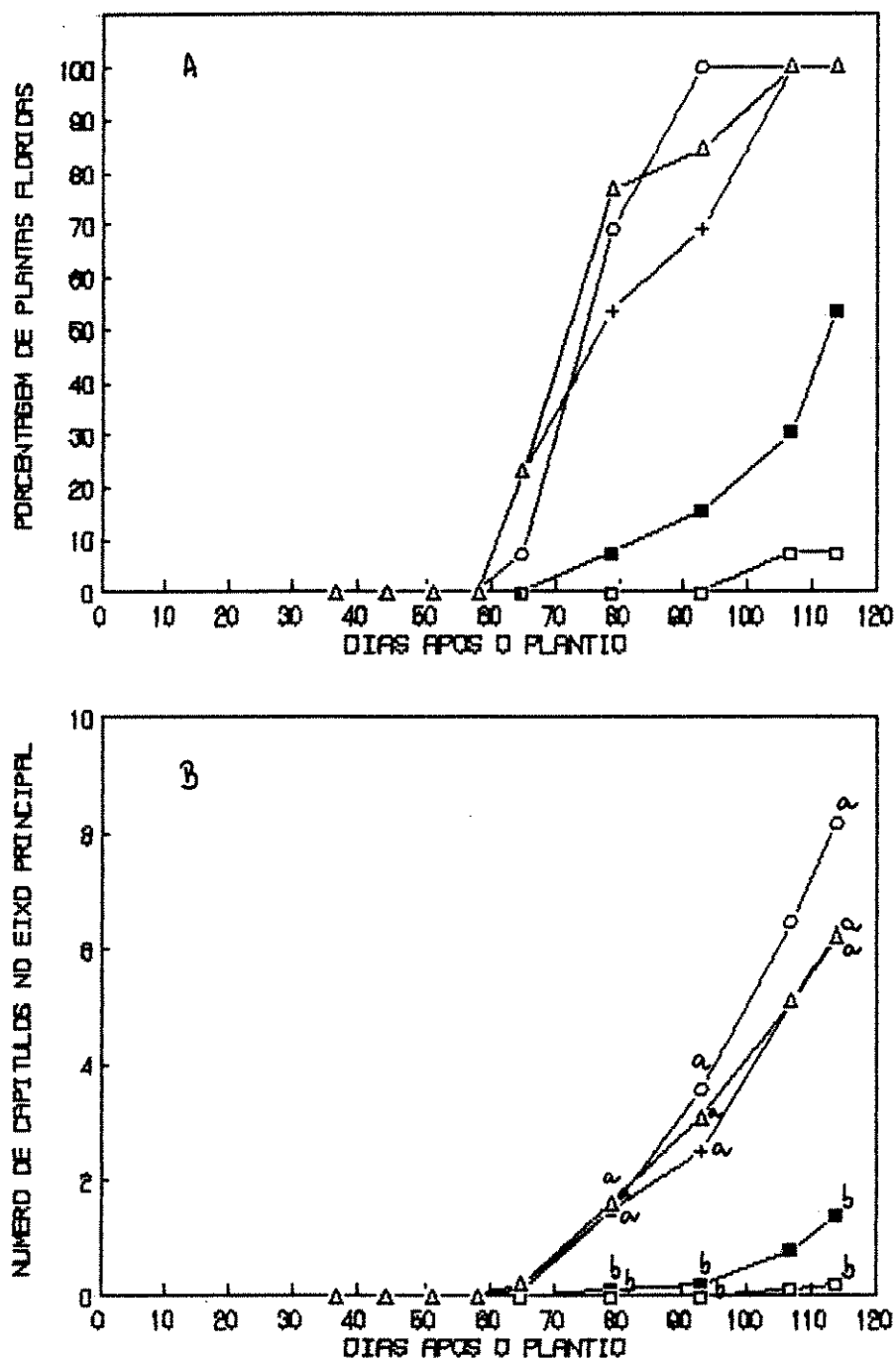


FIGURA 17. Efeito da disponibilidade de fósforo (P) e nitrogênio (N) na floração de *Vernonia oxylepis* em relação a porcentagem de floração (A) e número total de capitulos no eixo principal (B).

- + solução de Hoagland completa 50%
- O Hoagland com concentração de P em 50 %
- Δ Hoagland sem P
- Hoagland com concentração de N em 50 %
- Hoagland sem N

sos, no final do experimento, 114 dias após o plantio, as plantas se apresentavam apenas com botões, sem iniciar a antese de flores, o que já havia ocorrido nos outros tratamentos. Nas plantas controle, ou com diminuição da concentração de fósforo para 50%, a antese foi observada por volta de 107 dias após o plantio. No final das observações, estes tratamentos assim como aquele com ausência total de fósforo estavam com 30,8% das plantas com flores em antese.

Ainda em relação à floração, observa-se na FIGURA 17B), que as plantas irrigadas com uma concentração menor de nitrogênio também apresentavam menor número total de capítulos. Por outro lado, a diminuição na concentração de fósforo ou mesmo a ausência desse nutriente, além de não ter influenciado a porcentagem de plantas floridas ou a antese das flores, também não alterou o número de capítulos do eixo principal.

No final deste experimento também foi feita a análise do crescimento da parte aérea e subterrânea em relação a massa de matéria seca, cujos resultados estão mostrados na TABELA 5. Com respeito a parte aérea nota-se que uma diminuição na concentração de nitrogênio para 50% ou sua ausência total, reduziu significativamente a massa de matéria seca quando comparado com as plantas controle irrigadas com solução de Hoagland completa. Por outro lado, a falta total de fósforo não alterou a massa de matéria seca da parte aérea das plantas desse tratamento em relação às plantas controle. Uma redução na quantidade de fósforo

TABELA 5. Massa de matéria seca (g) da parte aérea e da parte espessada do órgão subterrâneo de *Vernonia oxylepis* com 114 dias de idade.  
 PA= parte aérea R=órgão subterrâneo  
 T= planta inteira

TRATAMENTO	PA	R	R/PA	R/T
Hoagland	0,244 b	0,187 a	0,833 bc	0,466 a
P 50 %	0,338 a	0,165 ab	0,535 c	0,331 b
sem P	0,218 b	0,109 bc	0,524 c	0,343 b
N 50 %	0,100 c	0,107 bc	1,136 ab	0,517 a
sem N	0,041 c	0,050 c	1,269 a	0,546 a

pela metade da concentração utilizada para as plantas controle mostrou até mesmo uma promoção na massa de matéria seca da parte aérea.

Na análise do crescimento da raiz, observou-se que a diminuição da quantidade de fósforo na solução de Hoagland pela metade, não alterou significativamente o acúmulo de matéria seca na parte espessada. Entretanto, a ausência de fósforo levou a uma diminuição da massa de matéria seca em relação a plantas irrigadas com solução de Hoagland completa. A diminuição de nitrogênio para 50% da concentração normal na solução de Hoagland também reduziu o acúmulo de matéria seca na raiz, com valor próximo ao tratamento com ausência de fósforo. Já a ausência de nitrogênio na solução de Hoagland usada para a irrigação das plantas reduziu mais acentuadamente o desenvolvimento da parte subterrânea (TABELA 5). A razão R/PA aumentou no tratamento em que nitrogênio estava ausente e a razão R/T foi diminuída na ausência ou redução da quantidade de fósforo (TABELA 5).

### III. EFEITO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO SOBRE O DESENVOLVIMENTO.

#### 1. EFEITO DE GA<sub>3</sub> E CCC.

Quando se observam os efeitos da aplicação de GA<sub>3</sub> e CCC desde antes da floração, verifica-se que o tratamento com



GA<sub>3</sub> levou a um maior alongamento do eixo principal em relação ao controle e ao tratamento com CCC; no fim do experimento, as diferenças não foram significativas em relação às plantas controle (FIG. 18A). Esse resultado também foi observado quando os tratamentos foram iniciados após o aparecimento de botões florais (FIG. 18B). Em relação ao número de folhas no eixo principal, não houve diferença significativa entre os tratamentos quando esses foram iniciados antes (FIG. 19A) ou após a floração (FIG. 19B). Também não houve diferença significativa no número de ramos laterais quando as plantas foram tratadas com GA<sub>3</sub> e CCC, iniciando-se o tratamento antes (FIG. 20A) ou após a floração (FIG. 20B) em relação ao controle.

O alongamento do eixo principal, promovido por aplicação de giberelina, não levou a um aumento no número de capítulos produzidos no eixo principal tanto no tratamento iniciado antes (FIG. 21A) ou após a floração (FIG. 21B).

A produção de botões florais não foi maior e não continuou por um tempo mais longo nas plantas tratadas com GA<sub>3</sub> (FIG. 22). Conseqüentemente, estas não tiveram maior número de capítulos no eixo principal do que as plantas controle ou tratadas com CCC. Isso ocorreu do mesmo modo em plantas com tratamento iniciado antes ou após a floração.

Quando os tratamentos foram iniciados mais tardiamente, em plantas já com aquênios, a aplicação de GA<sub>3</sub> não afetou mais o alongamento do eixo principal, o número de capítulos pro-

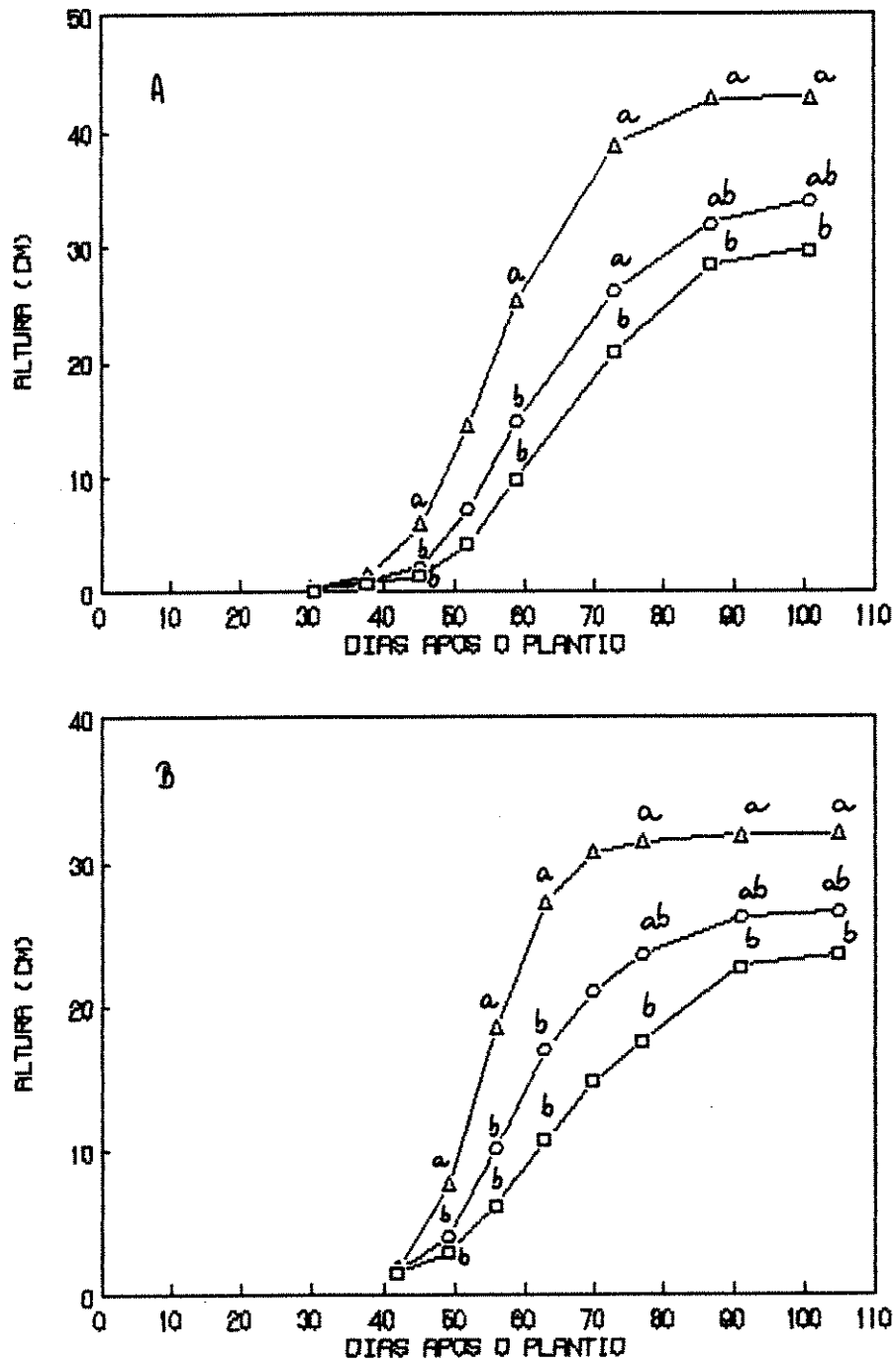


FIGURA 18. Efeito da aplicação de GA<sub>3</sub> e CCC no crescimento de plantas de *Vernonia oxylepis* em relação a altura do eixo principal. Tratamentos iniciados antes (A) ou depois da floração (B).

○ controle (FN)

△ GA<sub>3</sub>

□ CCC

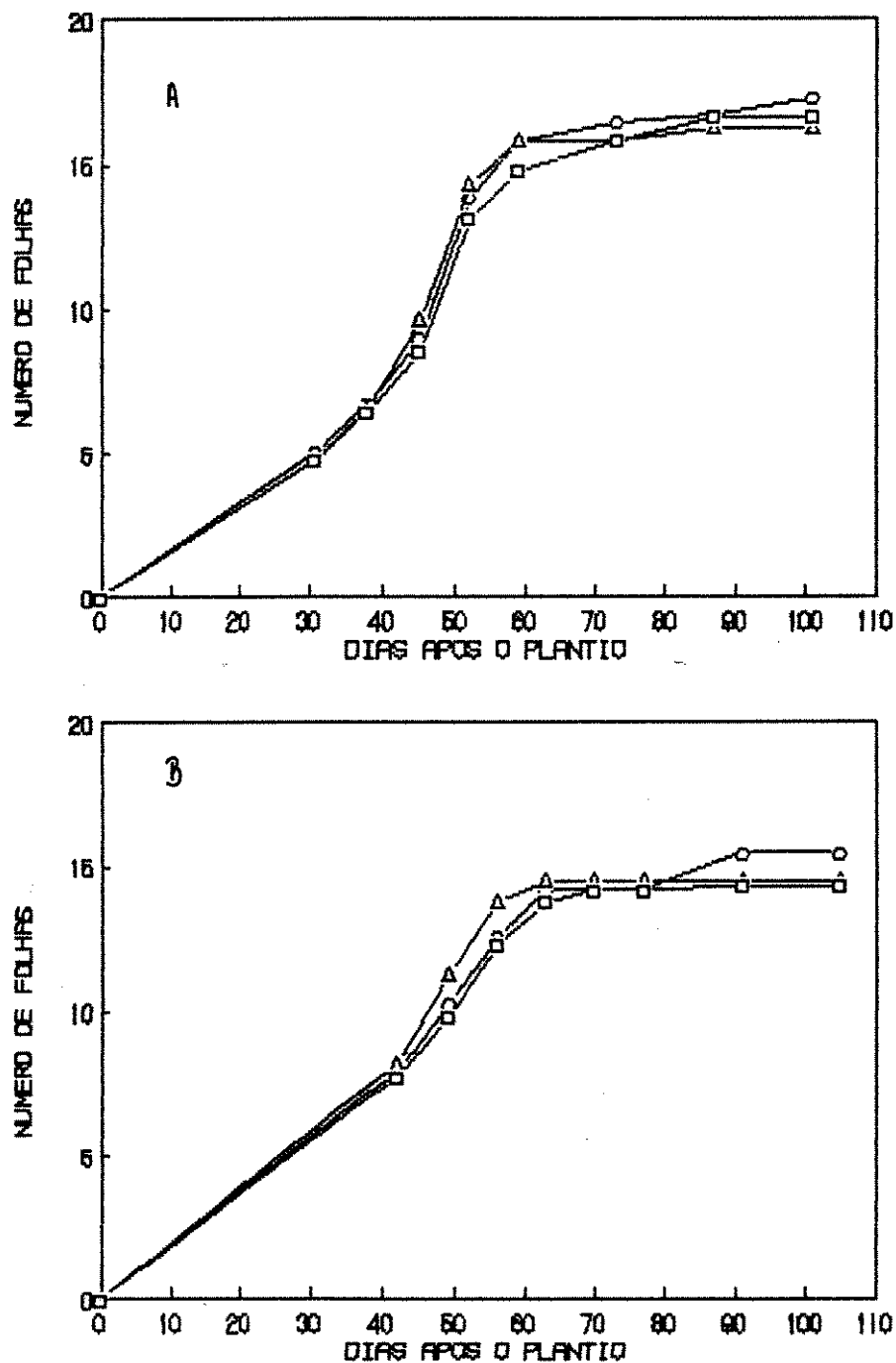


FIGURA 19. Efeito da aplicação de GA<sub>3</sub> e CCC no crescimento de plantas de *Vernonia oxylepis* em relação ao número de folhas no eixo principal. Tratamentos iniciados antes (A) ou depois da floração (B). Não há diferença significativa entre os tratamentos

○ controle (FN)  
 △ GA<sub>3</sub>  
 □ CCC

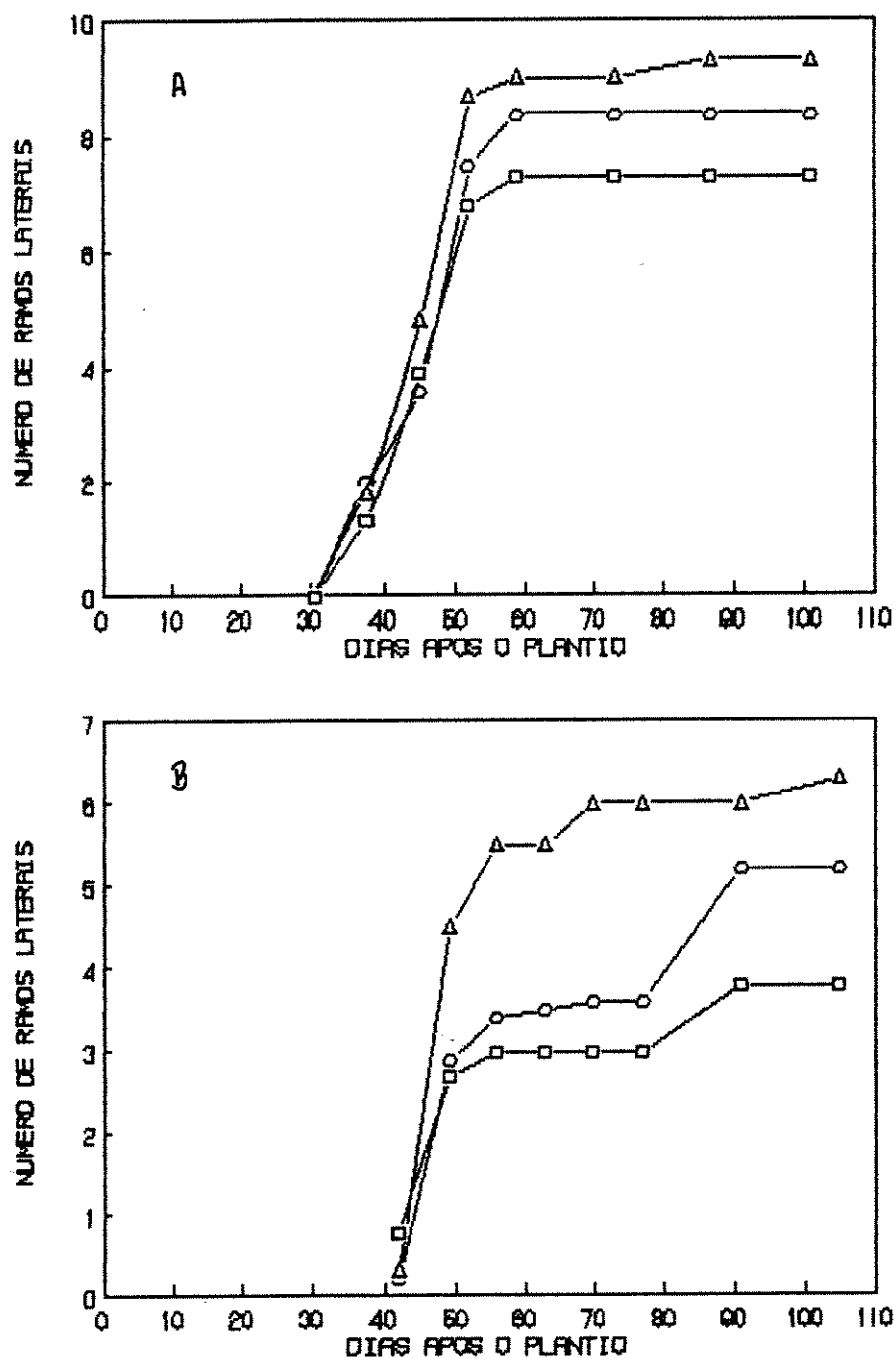


FIGURA 20. Efeito da aplicação de GA<sub>3</sub> e CCC no crescimento de plantas de *Vernonia oxylepis* em relação ao número de ramos laterais. Tratamentos iniciados antes (A) ou depois da floração (B). Não há diferença significativa entre os tratamentos.

○ controle (FN)  
 △ GA<sub>3</sub>  
 □ CCC

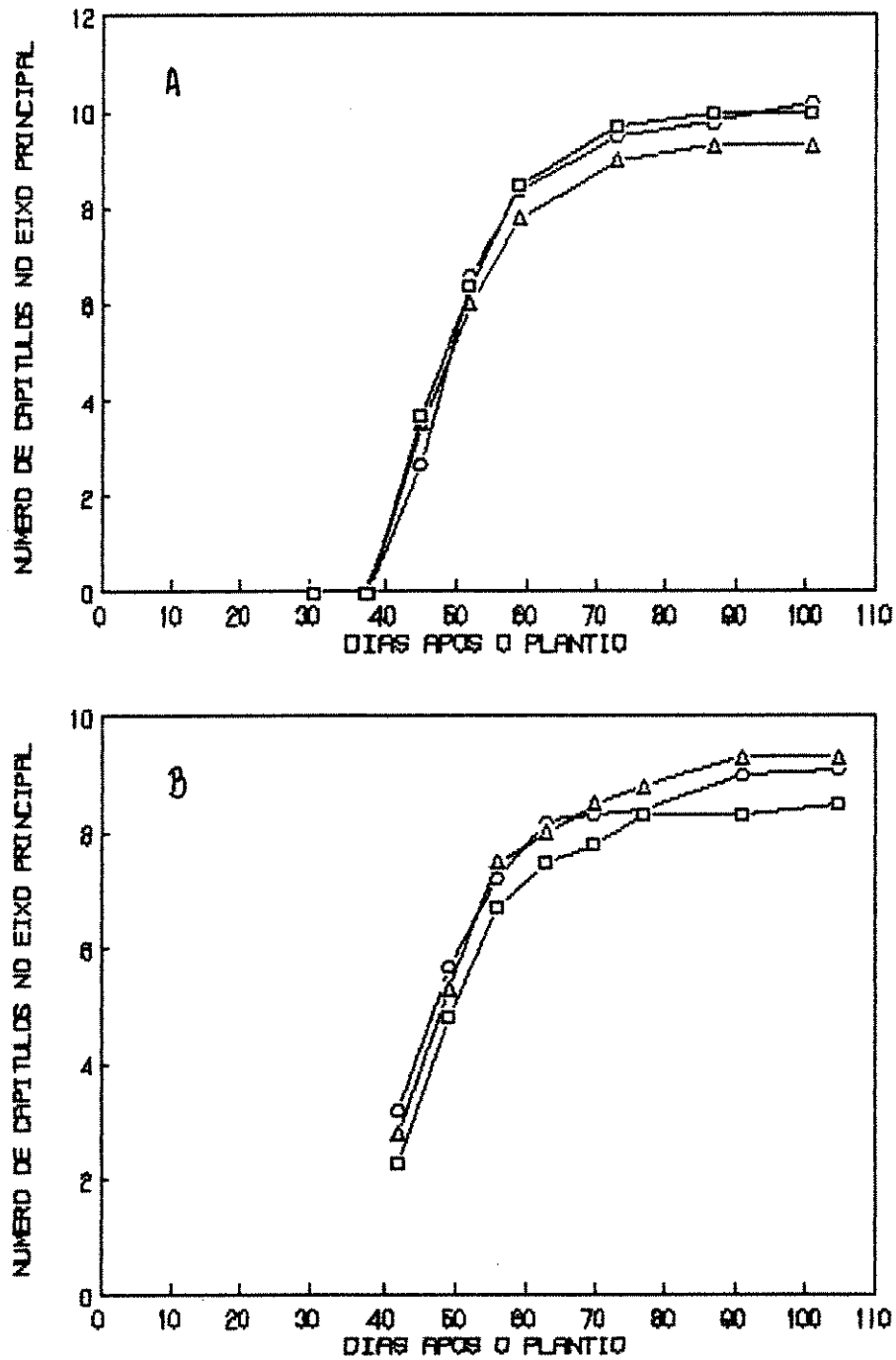


FIGURA 21. Efeito da aplicação de GA<sub>3</sub> e CCC na floração de plantas de *Vernonia oxylepis* em relação ao número total de capitulos no eixo principal. Tratamentos iniciados antes (A) ou depois da floração (B).

Não há diferença significativa entre os tratamentos.

- controle (FN)
- △ GA<sub>3</sub>
- CCC

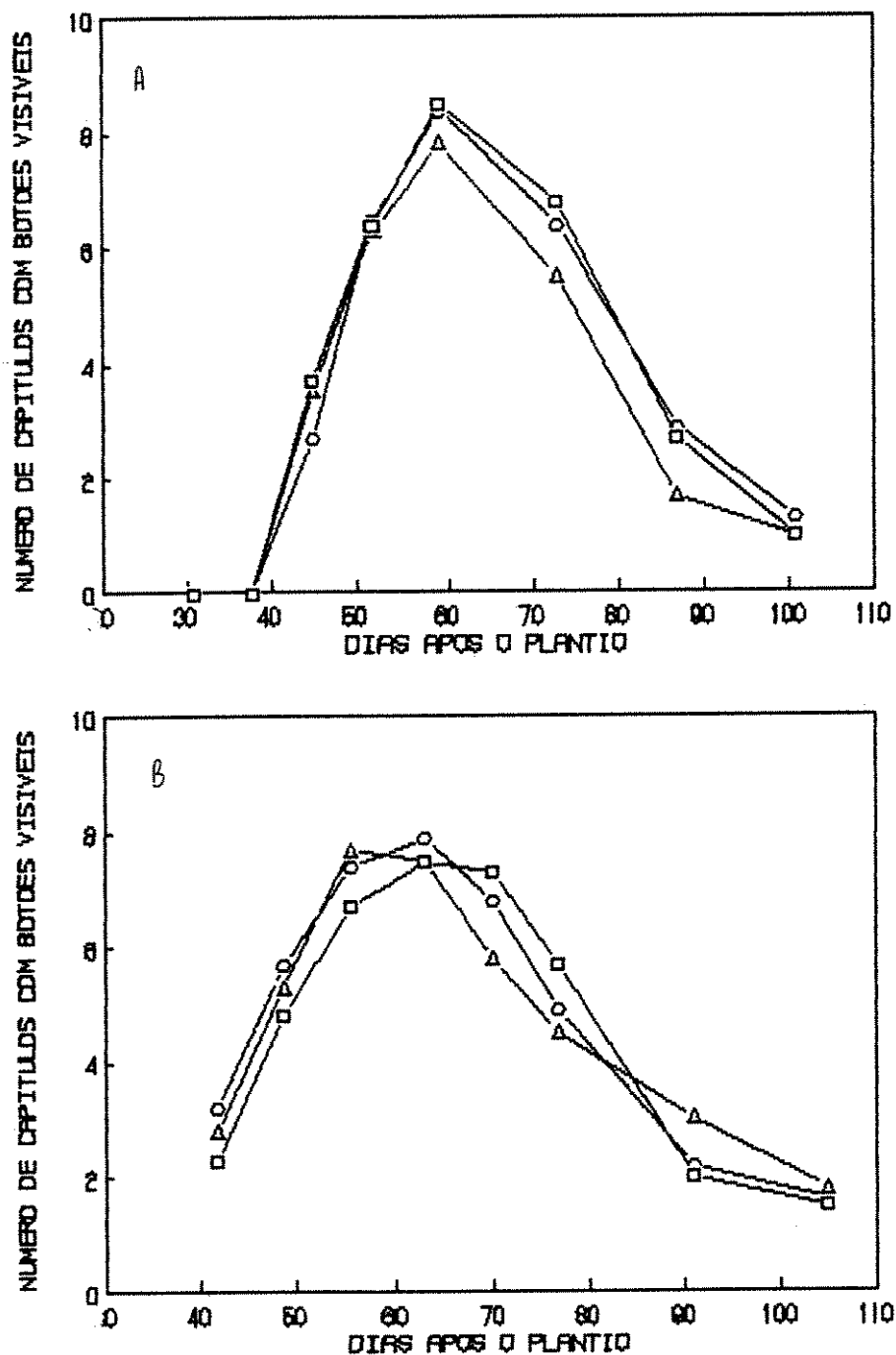


FIGURA 22. Efeito da aplicação de GA<sub>3</sub> e CCC na floração de plantas de *Vernonia oxylepis* em relação ao número de capitulos com botões florais a cada dia de observação. Tratamentos iniciados antes (A) ou depois da floração (B).

○ controle (FN)  
 Δ GA<sub>3</sub>  
 □ CCC

duzidos no eixo principal, o número de folhas e ramos laterais (dados não apresentados). Não ocorreram mudanças em relação à parada do crescimento das plantas ou retomada de crescimento com a aplicação de GA<sub>3</sub>.

Foi feita a análise da massa de matéria seca da parte espessada do órgão subterrâneo no final deste experimento, quando as plantas estavam com 154 dias após o plantio (TABELA 6). GA<sub>3</sub> aplicado desde o início da floração teve um efeito promotor no acúmulo de matéria seca da parte subterrânea. A aplicação de GA<sub>3</sub> antes do início da floração ou quando as plantas já estavam com aquênios, não alterou a quantidade de matéria seca da parte espessada do órgão subterrâneo.

## 2. EFEITO DE ABA.

Durante todo o experimento, terminado 4 meses após o plantio, não houve diferença em relação à altura do eixo principal, entre o controle e as plantas tratadas com ABA 10<sup>-3</sup> M ou 10<sup>-4</sup> M (FIG. 23A). Também não foram observadas diferenças no número de folhas do eixo principal (dados não apresentados) e no número de ramos laterais

(FIG. 23 B).

Em relação à floração, o tratamento com ABA 10<sup>-3</sup>M pareceu atrasar um pouco a antese das flores. As plantas do

TABELA 6. Massa de matéria seca (g) da parte espessada do órgão subterrâneo de *Vernonia oxylepis* com 154 dias de idade tratadas com GA<sub>3</sub> e CCC.

início trata/o	antes floração	após floração	após aquênios
TRATAMENTO			
Controle	0,775 a	0,528 b	0,672 a
GA	0,705 a	1,073 a	0,589 a
CCC	0,784 a	0,587 b	0,743 a



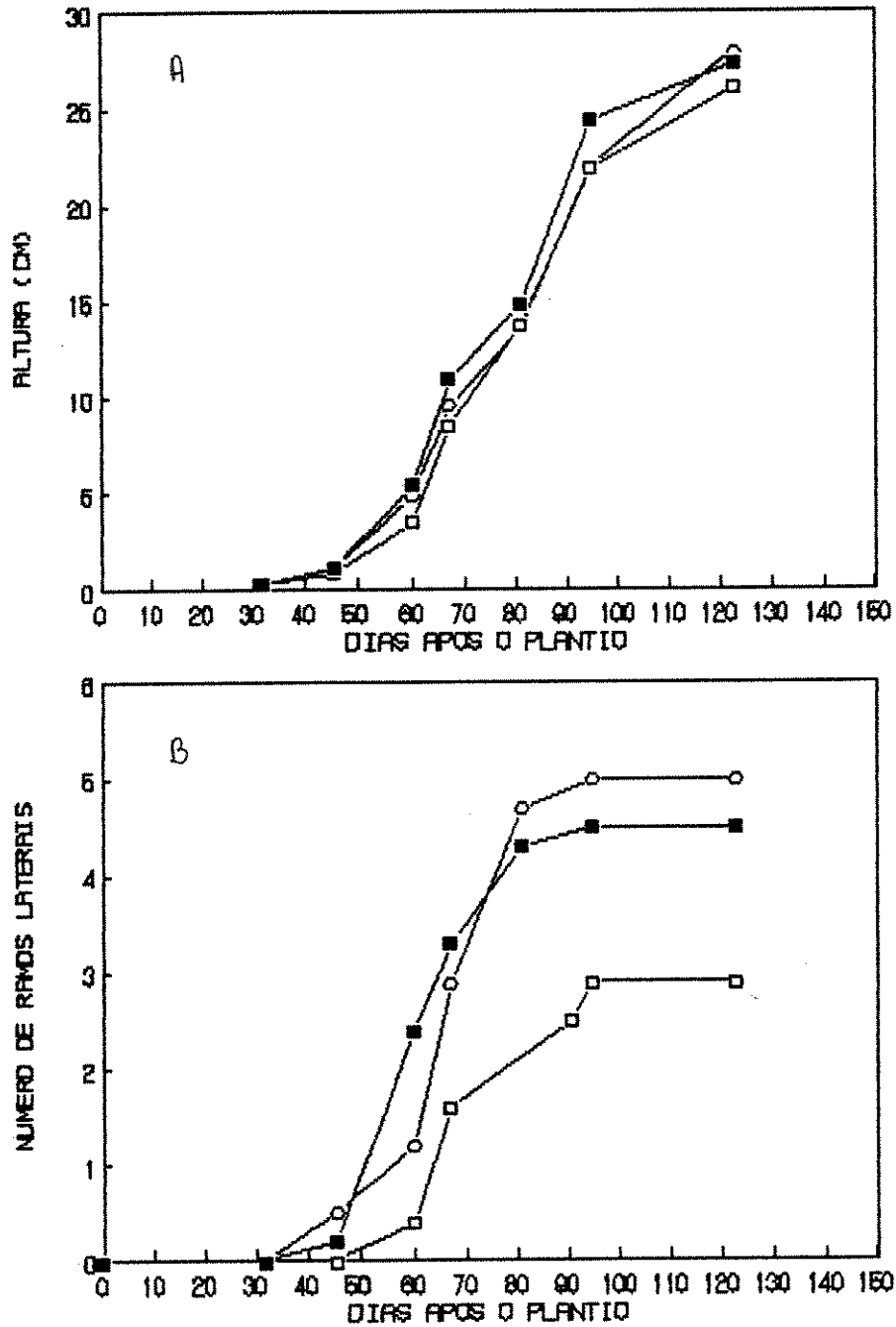


FIGURA 23. Efeito da aplicação de ABA no crescimento de *Vernonia oxylepis* em relação a altura do eixo principal (A) e número de ramos laterais (B). Não há diferença significativa entre os tratamentos.

○ controle (FN)  
 □ ABA 10<sup>-3</sup> M  
 ■ ABA 10<sup>-4</sup> M

controle e do tratamento com ABA  $10^{-4}$  M tinham flores abertas por volta do dia 81, enquanto nas plantas tratadas com ABA  $10^{-3}$  M a antese foi observada somente cerca de 15 dias depois (dados não apresentados). Entretanto, não se observou diferença no número de capítulos produzidos entre as plantas controle e aquelas tratadas com ABA em qualquer das concentrações utilizadas (FIG. 24). Portanto, a aplicação de ABA praticamente não alterou o crescimento das plantas, quando utilizado nas condições descritas neste trabalho.

Neste experimento com aplicação de ABA foi feita também, após 123 dias do plantio, a análise da parte aérea e da parte espessada do órgão subterrâneo em relação a massa de matéria seca. Pode-se observar na TABELA 7, que os tratamentos com ABA e o controle foram semelhantes entre si, estatisticamente, em relação à matéria seca da parte aérea e da parte espessada do órgão subterrâneo. Os tratamentos com ABA não afetaram nem a razão raiz/parte aérea, nem a razão raiz/planta inteira.

### 3. EFEITO DE CEPA.

Foram feitas duas coletas de dados, a primeira 30 dias após o início dos tratamentos e a segunda 91 dias após o início das aplicações de CEPA, portanto em plantas com 62 e 123 dias após o plantio respectivamente. Os resultados obtidos podem ser observado na TABELA 8.

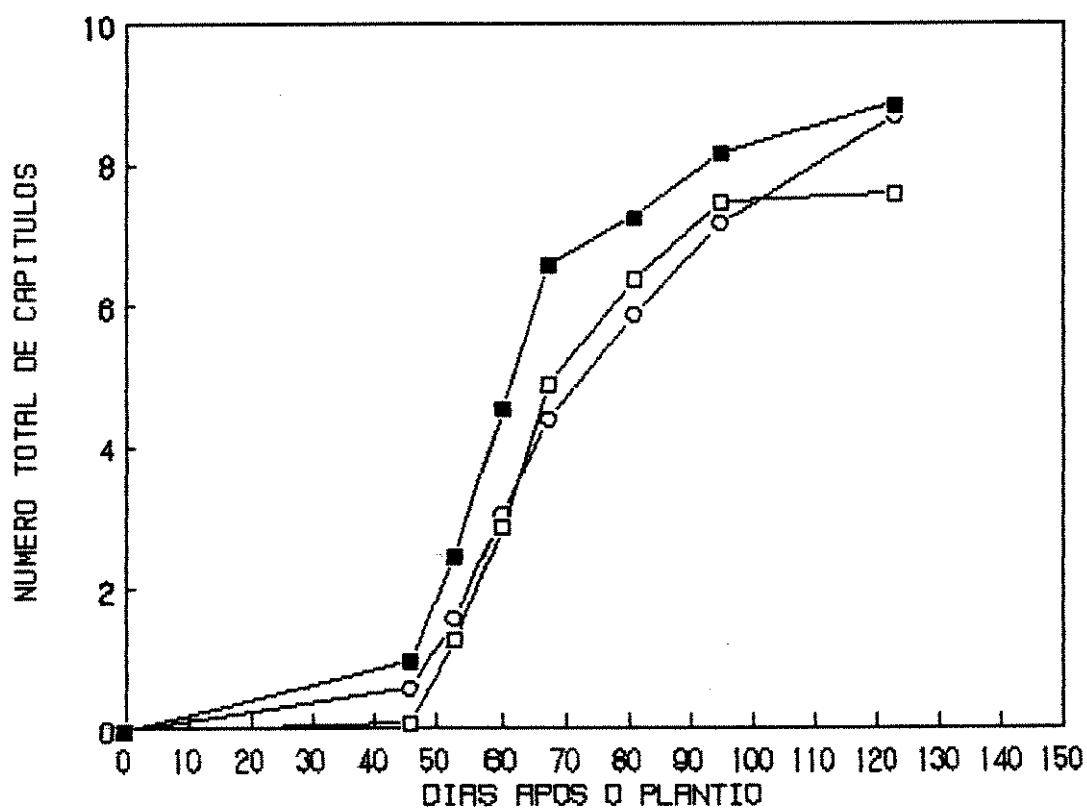


FIGURA 24. Efeito da aplicação de ABA na floração de *Vernonia oxylepis* em relação ao número total de capitulos no eixo principal. Não há diferença significativa entre os tratamentos.

- controle (FN)
- ABA 10<sup>-3</sup> M
- ABA 10<sup>-4</sup> M

TABELA 7. Massa de matéria seca (g) da parte aérea e da parte espessada do órgão subterrâneo de *Vernonia oxylepis* com 123 dias de idade.  
 PA= parte aérea R= órgão subterrâneo  
 T= planta inteira

TRATAMENTO	PA	R	R/PA	R/T
controle	0,715 a	0,303 a	0,433 a	0,296 a
ABA $10^{-3}$ M	0,599 a	0,205 a	0,350 a	0,249 a
ABA $10^{-4}$ M	0,586 a	0,301 a	0,507 a	0,326 a

TABELA 8. Efeito da aplicação de CEPA em plantas de *Vernonia oxylepis* com 62 e 123 dias de idade.

Plantas com 62 dias de idade			
	Controle	CEPA $10^{-3}$ M	CEPA $10^{-4}$ M
Altura (cm)	5,3 a	3,3 a	6,1 a
Nº de folhas	10,2 a	9,7 a	11,3 a
Nº de capítulos com botões	4,7 ab	2,7 b	5,3 a

Plantas com 123 dias de idade			
	Controle	CEPA $10^{-3}$ M	CEPA $10^{-4}$ M
Altura (cm)	25,6 a	22,9 a	30,1 a
Nº total de capítulos	8,0 a	7,8 a	8,6 a

Letras comparam na horizontal.

Observou-se que a concentração de  $10^{-3}$  M pareceu diminuir o crescimento inicial das plantas, fato observado já aos 30 dias após o início dos tratamentos, quando algumas plantas tratadas com essa concentração apresentavam seu desenvolvimento visivelmente prejudicado. Entretanto, a altura do eixo principal não foi afetada por CEPA (TABELA 8). Também não houve diferenças em relação ao número de folhas do eixo principal. Algumas plantas tratadas com CEPA  $10^{-3}$  M não resistiram até o final do experimento e foram descartadas ao redor de 80 dias após o plantio. Mas parece que as plantas que conseguiram resistir aos efeitos prejudiciais do CEPA no início de seu crescimento, cresceram normalmente, sem diferenças significativas em relação à altura do eixo principal quando comparadas àquelas do controle. Muitas plantas, nos dois tratamentos com CEPA estavam com folhas já secando sendo que algumas já haviam caído após 91 dias de tratamento. Este fato pode ser uma indicação do envolvimento de CEPA na senescência das plantas.

Em relação à floração, foi observado início da produção de botões florais 16 dias após o início dos tratamentos, tanto nas plantas controle como naquelas tratadas com CEPA. Entretanto, no tratamento com CEPA  $10^{-3}$  M observou-se menor porcentagem de plantas floridas (Controle = 54,5% ;  $10^{-3}$  M = 36,4% ;  $10^{-4}$  M = 45,5%). Uma semana depois, 100% das plantas controle já apresentavam botões, o tratamento com CEPA  $10^{-3}$  M tinha 81,8% das plantas floridas e CEPA  $10^{-4}$  M 90,9%. Apesar disso, 30 dias após

o início dos tratamentos, quando foram coletadas as primeiras plantas, notou-se que no tratamento com CEPA  $10^{-3}$  M as plantas apresentavam menor número de botões florais. Não houveram diferenças no número de botões florais entre plantas controle e plantas tratadas com CEPA  $10^{-4}$  M, quando foi feita esta primeira observação (dados não apresentados). Na segunda observação, 91 dias após o início dos tratamentos, também não foram observadas diferenças no número total de capítulos entre as plantas controle e aquelas tratadas com CEPA, tanto na concentração de  $10^{-3}$  ou  $10^{-4}$  M (dados não apresentados).

Também foi feita a análise de massa de matéria seca em relação ao crescimento da parte aérea e subterrânea nas plantas deste experimento com aplicação de CEPA. Pelos resultados mostrados na TABELA 9, não foram observadas diferenças significativas no peso seco entre as plantas controle e aquelas que foram irrigadas semanalmente com CEPA tanto em 30 ou 91 dias após o início dos tratamentos.

TABELA 9. Massa de matéria seca (g) da parte aérea e da parte espessada do órgão subterrâneo de *Vernonia oxylepis* com 62 e 123 dias de idade. PA= parte aérea R= órgão subterrâneo T= planta inteira

Plantas com 62 dias de idade				
TRATAMENTO	PA	R	R/PA	R/T
controle	0,197 a	0,054 a	0,279 a	0,211 a
CEPA $10^{-3}$ M	0,142 a	0,050 a	0,428 a	0,284 a
CEPA $10^{-4}$ M	0,201 a	0,055 a	0,278 a	0,214 a

Plantas com 123 dias de idade				
	PA	R	R/PA	R/T
controle	0,456 a	0,378 a	0,784 a	0,424 a
CEPA $10^{-3}$ M	0,453 a	0,309 a	0,722 a	0,400 a
CEPA $10^{-4}$ M	0,681 a	0,378 a	0,558 a	0,350 a



## DISCUSSÃO

As plantas de *Vernonia oxylepis* são indiferentes ao fotoperíodo para que ocorra a floração. Em todos os experimentos envolvendo tratamentos fotoperiódicos, as plantas floresceram no fotoperíodo de 8 e 18 horas ou quando cresceram em fotoperíodo natural. Entretanto, observou-se um efeito quantitativo do fotoperíodo no crescimento e floração das plantas. Em fotoperíodo de 8 horas as plantas eram menores em altura e apresentavam ramificação mais intensa. Por outro lado, plantas submetidas a fotoperíodo longo, de 18 horas, apresentaram maior alongamento do eixo principal, continuando a crescer em altura enquanto nos outros dois tratamentos, as plantas já haviam parado o seu crescimento. O fotoperíodo longo parece prolongar o período de crescimento das plantas. Do mesmo modo, as plantas crescidas em fotoperíodo de 18 horas produziram botões florais por mais tempo que nos outros tratamentos. Assim, em fotoperíodo longo, as plantas apresentaram maior número de capítulos.

As giberelinas estão envolvidas em promover a floração de várias espécies que requerem frio ou dias longos, sob condições não indutoras (BERNIER *et al.*, 1981; ZEEVAART, 1983; PHARIS & KING, 1985; KING *et al.*, 1987; CREVECOEUR *et al.*, 1988; EVANS & LYONS, 1988). Em *Lolium temulentum*, PHARIS *et al.*

(1987) verificaram um aumento de giberelina endógena um dia após a indução por dia longo. Por outro lado, BESNARD-WIBAUT *et al.* (1983), verificaram que a aplicação de GA<sub>3</sub> em plantas de *Silene armenia*, crescidas em fotoperíodo não indutor de 8 horas, levou a um alongamento do caule, mas não à floração. Outros resultados mostraram que aplicações de giberelina foram ineficazes ou inibiram a floração em plantas que necessitam de dias curtos (BERNIER *et al.*, 1981; ZEEVAART, 1983; PHARIS & KING, 1985; HEIDE *et al.*, 1987; TISSERAT & GALLETTA, 1988; DOZIER JR. *et al.*, 1989). Os níveis endógenos de giberelina diminuíram quando plantas de *Begonia cheimantha* foram colocadas em condições indutoras para a floração (ODEN & HEIDE, 1989).

Estudando a floração de *Lantana montevidensis*, uma espécie do cerrado, HADDAD (1991) verificou que a aplicação de giberelina não teve qualquer efeito e portanto, não deve estar relacionada com a floração dessa espécie. Em *Bidens gardneri*, também uma espécie do cerrado, a aplicação de ácido giberélico promoveu o alongamento do entrenó e modificações na forma das folhas, mas não apresentou efeito aparente na floração (KLEIN, 1991).

Neste trabalho, com *Vernonia oxylepis*, verificou-se que em fotoperíodo longo, as plantas mostraram maior alongamento do eixo principal e uma promoção na floração em termos do número de capítulos produzidos. Parece haver uma relação entre o

alongamento do eixo principal e a produção de capítulos. Entretanto, esse efeito parece ser diferente do alongamento do eixo causado por um aumento no nível de giberelina. Plantas tratadas com ácido giberélico apresentaram maior alongamento do eixo principal em relação às plantas controle, mas esse alongamento se estabilizou ao mesmo tempo nos dois casos, não sendo acompanhado por uma maior produção de botões florais e capítulos. O fato de alongar o eixo principal através da aplicação de giberelina não levou a um prolongamento do período de crescimento, assim como uma diminuição dos níveis endógenos de giberelina através da aplicação de CCC não levou a um adiantamento na parada de crescimento das plantas.

A resposta de floração à giberelina é geralmente acompanhada de aumento do alongamento do caule. O envolvimento das giberelinas nesse alongamento é reconhecido em várias espécies vegetais, mas a sua participação no controle da floração ainda é bastante discutida. Há considerável número de trabalhos que mostram que os hormônios vegetais estão envolvidos no processo de floração. MIGINIAC & SOTTA (1985) afirmam que provavelmente as giberelinas representam a classe de fitormônios que mais participa desse processo, mesmo quando são incapazes de provocar floração quando aplicadas às plantas. BERNIER (1988) assinala várias razões para a ocorrência de diferentes respostas em relação a esse aspecto: a espécie estudada e o seu estágio fisiológico.

co, em que condições as plantas se desenvolvem, o fotoperíodo, a temperatura, a utilização de outros fitormônios ou tratamentos associados à aplicação de giberelina representam fatores que podem interagir com um tratamento hormonal; qual giberelina seria realmente eficaz para determinada espécie de planta; qual o momento da aplicação desse regulador de crescimento. É conhecido que algumas etapas da via biossintética de giberelinas podem ser controladas pelo comprimento do dia (DAVIES et al., 1986 ; GRAEBE, 1987). HEIDE et al. (1987) questionam a possibilidade de que a giberelina aplicada às folhas de *Begonia cheimantha* não alcançaria o ápice ou que giberelinas específicas podem estar envolvidas na resposta de floração e que o GA<sub>3</sub> não seria convertido nessa giberelina. Em plântulas de *Salix*, JUNTILA & JENSEN (1988) verificaram que GA<sub>3</sub> e GA<sub>20</sub> induzem o alongamento do caule sob dias curtos, substituindo a transferência para dias longos, enquanto que GA<sub>44</sub>, GA<sub>53</sub> e GA<sub>19</sub> foram inativas. Em macieiras, a floração é inibida por GA<sub>3</sub> e promovida por GA<sub>4</sub> (LOONEY et al., 1985). Em *Lolium*, 2,2-dimetil GA<sub>4</sub>, GA<sub>32</sub> e GA<sub>5</sub> são mais ativas que GA<sub>3</sub>, enquanto que GA<sub>1</sub> é quase inativa (PHARIS et al., 1987). OGAWA (1981) e KING et al. (1987) verificaram que a aplicação de ácido giberélico antes ou logo após o início do período indutor de escuro promoveu a floração em *Pharbitis nil*, ; embora ocorra sempre o alongamento do caule, quanto mais tarde o momento da aplicação durante o período indutivo de escuro, menor a promoção

para a floração, sendo que esta não ocorreu, quando a aplicação foi feita depois do período de escuro.

Nos experimentos com *Vernonia oxylepis* fez-se a aplicação de giberelina e CCC nos diferentes estádios de desenvolvimento das plantas. Observou-se que a aplicação de giberelina promoveu o alongamento do eixo principal quando os tratamentos foram iniciados antes ou logo depois do aparecimento dos primeiros botões florais. Quando os tratamentos foram iniciados mais tardiamente, em plantas já com aquênios, para verificar se haveria uma retomada no crescimento, a aplicação de giberelina não promoveu mais o alongamento do eixo principal. Em todos os casos, entretanto, não foram observadas diferenças na floração das plantas tratadas com giberelina em relação às plantas controle.

Outro fator ambiental que afeta o desenvolvimento das plantas é a disponibilidade hídrica. No cerrado, como já foi mencionado anteriormente, encontra-se uma estação seca definida na época mais fria, de inverno, contrapondo-se a outra de chuvas, no verão. Em relação ao crescimento de *Vernonia oxylepis*, observou-se que, em casa de vegetação, uma diminuição na quantidade de água disponível às plantas levou a uma menor crescimento, tanto em altura do eixo principal, como em número de folhas. Verificou-se que quanto menor a quantidade de água fornecida às plantas, menor foi a massa de matéria seca da parte aérea. O aparecimento de botões florais e a antese das flores ocorreu ao mes-

mo tempo nos três tratamentos de hidratação do solo utilizados nesse trabalho: irrigação diária, irrigação duas vezes por semana e irrigação uma vez por semana, entretanto, neste último tratamento, houve menor número de capítulos produzidos no eixo principal do que nos outros dois tratamentos.

Observa-se portanto, que praticamente não ocorreram diferenças quando a irrigação das plantas se fez duas vezes por semana ou diariamente. Diferença bastante pequena foi observada em relação à altura do eixo principal. As plantas se desenvolvem muito bem mesmo que fiquem alguns dias sem receber água. Entretanto, uma redução maior na periodicidade da irrigação, com água fornecida apenas uma vez por semana, mostrou acentuada redução no crescimento geral das plantas, desde altura, número de folhas, peso seco da parte aérea e número de capítulos produzidos. Portanto, há uma tendência de que, em épocas de seca no cerrado, *Vernonia oxylepis*, uma espécie herbácea com sistema radicular pouco profundo, tenha seu crescimento inibido. Para as plantas do estrato herbáceo-subarbustivo, que de um modo geral apresentam raízes superficiais distribuídas logo nos primeiros 10-20 cm do solo, o período de estresse hídrico acaba provocando o dessecação e a morte de suas partes aéreas (COUTINHO, 1990).

Os efeitos do estresse hídrico alteram o balanço hormonal na planta (WRIGHT, 1978). Etileno, acredita-se, tem um papel em muitos sintomas associados ao estresse hídrico como abs-

cisão das folhas, flores e frutos, inibição do crescimento da raiz e folhas (WRIGHT, 1980). Em algodoeiro, Mc MICHAEL et al. (1972) verificaram que a seca causou abscisão das folhas, com um aumento na produção de etileno quando as plantas foram submetidas a deficiência hídrica, que voltou ao normal quando as plantas foram irrigadas. Para os autores, parece razoável que a função da indução da produção de etileno pela seca seja reduzir a transpiração, reduzindo a perda de água pela transpiração. Níveis aumentados de etileno também foram vistos em outras espécies de plantas submetidas a estresse hídrico como *Vicia faba* (EL-BELTRAGY & HALL, 1974), trigo (WRIGHT, 1977); (HOFFMANN et al., 1983), *Pinus taeda* (STUMPF & JOHNSON, 1987).

No cerrado, as plantas, após uma queimada, podem ficar expostas a uma concentração alta de etileno, presente na fumaça. Em *Lantana montevidensis*, uma planta de cerrado que tem a floração promovida após a queima, HADDAD (1991) verificou, entretanto, que a permanência das plantas por um período prolongado em contato com a fumaça não estimulou a floração. Além disso, o etileno não promoveu a floração de plantas intactas e inibiu a floração quando as plantas foram induzidas a florescer com a poda da parte aérea; plantas podadas que receberam aplicação de CEPA na concentração de 480 mg/l tiveram o crescimento bastante reduzido enquanto concentrações menores não afetaram o crescimento, embora a floração tenha sido reduzida.

As plantas de *Vernonia oxylepis* também foram encontradas em floração em regiões do cerrado que haviam sido queimadas e geralmente, após um período mais seco. Em relação ao envolvimento do etileno no crescimento dessa espécie, foi observado, neste trabalho, que a aplicação de CEPA mostrou um efeito inibidor no crescimento inicial das plantas. Estas tinham 32 dias após o plantio quando foram iniciados os tratamentos. Na primeira coleta de resultados, com 30 dias após o início dos tratamentos, pode-se observar plantas pouco desenvolvidas e com menor altura do eixo principal. Em relação à floração, o início da produção de capítulos se deu ao mesmo tempo nas plantas controle e naquelas tratadas. Porém, nessa fase, era menor a porcentagem de plantas floridas e o número de capítulos visíveis quando estas foram tratadas com CEPA. Essas diferenças no crescimento e floração das plantas, entretanto, só foram observadas com CEPA na concentração de  $10^{-3}$  M e 30 dias após o início dos tratamentos. Na segunda coleta, em plantas com 91 dias após o início dos tratamentos, ou com a aplicação de CEPA na concentração de  $10^{-4}$  M, não foram observadas diferenças entre plantas controle e aquelas tratadas.

O ácido abscísico (ABA) não parece ser o maior determinante da iniciação floral; entretanto, ele pode participar da regulação desse processo, pelo menos em algumas espécies (BERNIER, 1988). Algumas observações mostram que ABA exógeno é um inibidor da floração em muitas plantas de dias curtos e plantas de dias



longos crescidas em condições indutoras (ZEEVAART, 1978; BERNIER et al., 1981). Em *Nicotiana tabacum*, a aplicação de ABA em explantes do caule, inibiu a formação de gemas florais (BARENDSE et al., 1985). SHINOZAKI et al. (1982) verificaram que ABA não substituiu a necessidade de alta intensidade luminosa para floração em *Pharbitis nil*. Por outro lado, SHINOZAKI (1985) observou que nesta mesma espécie, a promoção do alongamento da raiz inibe a floração, sendo que quando cultivada em vasos grandes, a planta não floresceu; nessas condições, a aplicação de ABA promoveu a floração. Em plantas de trigo, a aplicação de ABA inicialmente inibiu o crescimento, entretanto, resultou em um aumento no número de folhas e perfilhos, mostrando um efeito promotor também na floração (HALL & McWHA, 1981). Foi verificado um aumento no nível endógeno de ABA durante o estágio de pré-antese em *Brassica napus* (De BOUILLE et al., 1989).

Em muitas espécies fotoperiódicas, os níveis endógenos de ABA não mostram relações com o fotoperíodo (BERNIER, 1988). Em *Perilla crista*, PURSE (1984), verificou que o exsudato de folhas induzidas aumentou a floração de explantes do caule em maior extensão que o de folhas não induzidas; entretanto, não há evidências de que o ABA tenha causado a floração: exsudatos de folhas induzidas ou não, continham quantidades similares de ABA. BERNIER (1988) sugere que o ABA poderia ser um inibidor geral, produzido mais ou menos constantemente, independentemente do fo-

toperíodo, podendo seu efeito ser superado pelo aumento de promotores em condições indutoras.

Segundo WRIGHT (1977), ABA é o primeiro regulador de crescimento que aumenta rapidamente sob estresse hídrico. ZHANG *et al.* (1987) verificaram que o aumento de ABA na epiderme coincide com um aumento do conteúdo de ABA nas raízes de plantas de *Commelina communis* em solos secos; os autores sugerem que nesse caso, ABA poderia se mover das raízes para a epiderme e restringir a abertura dos estômatos, mecanismo que pode ser importante em prover sensibilidade foliar na resposta à diminuição da umidade do solo. No caso de plantas do cerrado, ABA poderia estar envolvido na floração das plantas após uma queimada ou período de seca, considerando-se que o aumento da temperatura (DAIE & CAMPBELL, 1981) e o estresse hídrico (ZEEVAART & BOYER, 1984; CORNISH & ZEEVAART, 1986; ZEEVAART & CREELMAN, 1988) também levam a aumentos nos níveis endógenos de ABA. Entretanto, em plantas intactas de *Lantana montevidensis*, que floresce no cerrado após a queima, HADDAD (1991) verificou que a aplicação de ABA não promoveu a floração.

Em plantas de *Vernonia oxylepis*, a aplicação de ABA praticamente não alterou o crescimento das plantas nas condições descritas neste trabalho. Durante todo o experimento, não foram observadas diferenças em relação à altura do eixo principal, número de folhas e ramos laterais. A massa de matéria seca

da parte aérea foi um pouco menor nas plantas tratadas com ABA, entretanto, essa diferença não foi significativa. Em relação à floração, a aplicação de ABA na concentração de  $10^{-3}$  M atrasou um pouco a antese das flores, mas não foram observadas diferenças no número de capítulos produzidos no eixo principal entre as plantas controle e aquelas tratadas com ABA. Portanto, parece não haver um envolvimento do ABA no desenvolvimento dessa espécie. Deve-se considerar a hipótese de que as concentrações de ABA utilizadas bem como o modo de aplicação não tenham sido eficazes para provocar uma resposta aparente, podendo esses resultados serem diferentes em outras condições experimentais.

O crescimento em relação ao aumento da massa de matéria seca da parte aérea e subterrânea de plantas de *Vernonia oxylepis* foi analisado no final de cada experimento realizado neste trabalho. Observando-se os resultados, deve-se salientar aquele obtido em plantas crescidas em substratos com deficiência nutricional, neste caso, de fósforo e nitrogênio.

Quando se observa o crescimento das plantas num substrato com ausência de fósforo, vê-se que não houve diferença no aumento de matéria seca da parte aérea em relação às plantas que receberam solução de Hoagland completa. Porém, a ausência total deste nutriente, teve um efeito inibidor no aumento de matéria seca da parte subterrânea. As plantas crescidas em deficiên-

cia de nitrogênio (com sua concentração reduzida pela metade ou na sua ausência total) mostraram uma queda no acúmulo de matéria seca tanto na parte aérea como na parte subterrânea quando comparadas com plantas irrigadas com solução de Hoagland completa. Entretanto, o mais interessante é notar que, a diminuição da concentração de nitrogênio no substrato, torna maior a razão entre peso seco da raiz e peso seco da parte aérea. Em 1963, os resultados de RIZZINI (apud LABOURIAU, 1966) apontavam para a hipótese de que a composição química do solo de cerrado seria responsável pela formação do xilopódio em *Mimosa multipinna*. Segundo CHAPIN (1980), as espécies que se desenvolvem em solos inférteis, maximizam a aquisição de nutrientes, mantendo uma grande biomassa da raiz. Nesses habitats, as plantas apresentam uma alta razão raiz/parte aérea como uma resposta fenotípica à reduzida disponibilidade de nutrientes, sendo capazes de adquirir e manter reservas nutritivas e, assim, sobreviver à baixa disponibilidade de nutrientes no solo.

Nas observações feitas durante este trabalho, as plantas de *Vernonia oxylepis* foram encontradas em crescimento, no cerrado, no verão. Depois da produção de aquênios, ocorria a senescência da parte aérea e as plantas não tornavam a brotar no inverno, quando a duração dos dias e a disponibilidade de água são menores. Essa perda da parte aérea podia estar associada com a ocorrência do fogo em alguns locais onde as plantas se desen-

volviam. Em casa de vegetação, observou-se o aparecimento de novos ramos basais somente após a produção de aquênios, quando a parte aérea secava naturalmente, num processo bastante lento. A remoção da parte aérea estimulou o brotamento das plantas que ocorreu rapidamente nos experimentos onde a parte aérea foi removida após a produção de aquênios. Não ocorreu brotação em plantas que permaneceram intactas, sendo que estas mantiveram a parte aérea durante os experimentos. Não houve diferença no número de ramos que brotaram após a poda das plantas quando estas foram mantidas em fotoperíodo de 8 horas, 18 horas ou fotoperíodo natural, com a brotação iniciando-se por volta de 12 dias após a poda, nos três fotoperíodos. Com a introdução de uma nova variável, a disponibilidade hídrica, em fotoperíodo de 8 horas, observou-se uma tendência à maior produção de ramos após a poda, quando a quantidade de água fornecida às plantas foi maior. Assim, parece que o fotoperíodo curto por si só, não seria o fator limitante para que a brotação das plantas de *Vernonia oxylepis* ocorra no inverno. A quantidade de água que, no cerrado, torna-se pequena no inverno, poderia estar inibindo uma brotação mais intensa. Embora os resultados deste trabalho nesse sentido não permitam conclusões definitivas, este é um aspecto a ser melhor estudado.

Ainda em relação à remoção da parte aérea de plantas de *V. oxylepis*, observou-se que a brotação foi adiantada

quando a poda foi feita em plantas com mais idade em comparação com plantas com menor idade. Embora nos dois casos, as plantas já estivessem em fase de produção de aquênios, plantas mantidas em fotoperíodos de 8 horas e com irrigação diária iniciaram a brotação por volta de 12 dias após a poda quando esta foi feita em plantas com 160 dias após o plantio; este tempo foi reduzido pela metade quando as plantas tiveram a parte aérea removida 278 dias após o plantio, mostrando então uma influência da idade das plantas na brotação de novos ramos.

As plantas do cerrado, principalmente as herbáceas, estão constantemente sujeitas à perda da parte aérea pela ocorrência do fogo. Várias espécies perdem a parte aérea durante a estação mais seca, persistindo a parte subterrânea que rebrota no verão, com as chuvas. COUTINHO (1976) observou que em *Pfaffia guaphalioides* e *P. jubata* a remoção total da parte aérea estimulou o brotamento rápido e a floração das plantas; em *Lantana montevidensis*, a remoção da parte aérea também promoveu a floração. Nesta mesma espécie, HADDAD (1991) verificou que a remoção da parte aérea causada pelo fogo é o estímulo necessário para a floração, concluindo que esse efeito não é devido à remoção dos ápices ou folhas, mas à destruição dos caules. No cerrado de Moji Guaçu, MANTOVANI & MARTINS (1988) observaram que algumas espécies emitiram flores antes da abscisão foliar, enquanto que outras floresceram quando não havia folhas nas plantas.

A importância da presença das folhas no desenvolvimento da planta para a floração tem sido objeto de vários trabalhos, muitos relacionados com a herbivoria. As folhas estão certamente envolvidas na iniciação floral pois são fonte de fotossintatos e de vários hormônios vegetais, incluindo promotores/indutores da floração (ZEEVAART, 1976). Em *Piper aireianum*, o tempo para a floração foi maior quando parte da área foliar total da planta foi removida (MARQUIS, 1988). Em *Silene dioica*, a remoção de 50 ou 100% da área foliar antes e durante a fase de iniciação da floração resultou numa diminuição do número de flores iniciadas com maior atraso do pico de floração (ELMQVIST & GARDFJELL, 1988). Diminuição no número de flores também foi observada em *Baccharis halimifolia* quando as plantas tiveram 75% das folhas removidas (KRISCHIK & DENNO, 1990). Em *Panicum maximum*, a presença de folhas aumentou a taxa de crescimento e o grau de floração dos novos ramos laterais (RICHARDS *et al.*, 1988). Nas plantas de *Nicotiana tabacum*, o meristema apical normalmente se diferencia em flor depois de 30-40 nós; a remoção de folhas não teve efeito no número de nós produzidos antes da formação da flor, indicando que a conversão do meristema vegetativo para floral não é regulado pelo número de folhas na planta; entretanto, como as folhas certamente estão envolvidas na diferenciação floral, os autores sugerem que em *Nicotiana tabacum*, algumas folhas imaturas são suficientes como suprimento nutricional e

hormonal (McDANIEL, 1980).

Em relação à floração das plantas de *Vernonia oxylepis* com a remoção da parte aérea, o início do aparecimento de botões ocorreu ao mesmo tempo após o início da brotação nos diferentes tratamentos, com fotoperíodo ou disponibilidade de água, independentemente da idade das plantas. Em todos os casos, os primeiros botões florais estavam visíveis ao redor de 28 dias após o início do brotamento. Como não ocorreu o brotamento em plantas intactas, não se tem resultados aqui em relação ao efeito da poda da parte aérea na floração de plantas de *Vernonia oxylepis*. Os resultados obtidos mostram somente os efeitos do fotoperíodo e disponibilidade hídrica na floração de plantas que brotaram após a remoção da parte aérea. Estes praticamente repetiram os efeitos observados nos experimentos envolvendo fotoperíodo e disponibilidade hídrica já analisados: após a remoção da parte aérea não foram observadas diferenças na porcentagem de plantas floridas comparando-se tratamentos com diferentes fotoperíodos ou quantidade de água, sendo que nos diferentes casos esse valor foi alto, com 80 e 100% das plantas floridas; embora sem diferença significativa houve menor número de capítulos produzidos em plantas podadas que permaneceram em fotoperíodo de 8 horas em relação a fotoperíodo natural e 18 horas diárias de luz; após a remoção da parte aérea, as plantas que receberam menor quantidade



de água também tiveram a floração diminuída em relação ao número de capítulos.

No cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, MANTOVANI & MARTINS (1988) verificaram que as espécies herbáceas que perdem a parte aérea na estação desfavorável, persistindo com o órgão subterrâneo, florescem após a emissão de folhas, o que indica a necessidade de carboidratos antes da floração. Aparentemente, as reservas contidas nos órgãos subterrâneos são utilizadas principalmente para o brotamento.

A colocação acima parece ser válida para *Vernonia oxylepis*. O crescimento das plantas em relação a massa de matéria seca da parte aérea e subterrânea foi acompanhado durante aproximadamente 300 dias, durante o primeiro ciclo de desenvolvimento. Pode-se observar que a parte aérea apresentou uma fase de crescimento intenso até o início da produção de aquênios, quando o peso seco se estabilizou. Durante esse período, o aumento de matéria seca da raiz foi gradativo. Nessa fase de produção de aquênios, praticamente não houve aumento de peso seco da raiz, e tampouco uma diminuição deste, provavelmente pelo fato da parte aérea ser o principal consumidor de fotoassimilados nessa fase reprodutiva, recursos que não estavam sendo desviados da parte subterrânea. Em seguida, observou-se uma fase de maior acúmulo de matéria seca da raiz, coincidindo com o início da senescência da parte aérea, quando todas as reservas da planta devem estar acumuladas na

raiz, único órgão que é mantido até que ocorra o início da brotação. Aí então, quando a parte aérea estava seca e em seguida, com a brotação, observou-se uma diminuição no peso seco da raiz, indicando que esse órgão espessado tem provavelmente uma função de acumular reservas principalmente para a fase de brotamento de novos ramos.

O padrão de crescimento em relação ao aumento de matéria seca entre a parte aérea e subterrânea descrito acima se assemelha ao encontrado por ISEJIMA & FIGUEIREDO-RIBEIRO (1991) em *Viguiera discolor*. Estudando a partição de matéria seca entre as partes aérea e subterrânea dessa espécie, essas autoras verificaram um pequeno crescimento da parte subterrânea entre o período da indução floral e o desenvolvimento completo dos capítulos; nesta fase, a parte aérea constituiu o principal dreno para os fotoassimilados, com acelerado crescimento. Após a floração, as raízes passaram a ser o principal dreno, com uma queda na razão entre peso seco da parte aérea e peso seco da parte subterrânea. As autoras concluem que deve haver prioridade do processo floral na distribuição de fotoassimilados nesta espécie; nesse período, o desenvolvimento das raízes tuberosas é praticamente suprimido, sendo restabelecido somente a partir da frutificação e incrementado possivelmente com a entrada em dormência.

Em *Vernonia oxylepis*, a principal reserva acumulada nas raízes está sob a forma de polímeros de frutose (TERTULIANO & FIGUEIREDO-RIBEIRO, 1993).

Várias espécies vegetais apresentam frutanos, sobretudo as que pertencem às famílias Compositae e Gramineae. Os frutanos estão presentes em tubérculos, bulbos e raízes tuberosas, e também são encontrados em menor quantidade em caules, folhas, inflorescências, frutos e sementes (FIGUEIREDO-RIBEIRO *et al.*, 1992).

Os frutanos têm sido detectados em espécies nativas do cerrado (FIGUEIREDO-RIBEIRO *et al.*, 1986). Em *Viguiera discolor*, ISEJIMA *et al.* (1991) verificaram que a condição fotoperiódica que induz a floração (fotoperíodos curtos) pode alterar a composição de frutanos, embora sem perda da quantidade de frutanos total. Segundo os autores, isso poderia indicar que, nessa espécie, os frutanos têm outras funções além de fonte energética de reserva de carbono. Em *Viguiera discolor*, essa função poderia estar relacionada com a tolerância a estresses ambientais, visto que nos cerrados é frequente a ocorrência de invernos secos. Esse papel dos frutanos acumulados nas plantas também foi discutido por BROCKLEBANK & HENDRY (1989) que, estudando a ocorrência de carboidratos de reserva em várias espécies nativas britânicas, observaram que frutanos são armazenados em altas concentrações e que essa reserva não diminui durante o crescimento e desenvolvimento dos tecidos. Os autores sugerem que a função dos frutanos poderia ser a de regular o potencial osmótico.

O acúmulo de carboidratos em raízes de *Vernonia oxylepis* foi observado, neste trabalho, em plantas crescidas em diferentes fotoperíodos e com diferentes níveis de hidratação do solo. Observou-se que na fração oligossacarídica, houve uma quantidade maior de carboidratos no experimento onde as plantas receberam diferentes quantidades de água quando comparadas com o experimento de diferentes fotoperíodos. A diferença entre eles, além da idade das plantas (123 dias após o plantio no experimento com irrigação e 218 dias nas plantas do experimento de fotoperiodismo), foi a época do ano em que foram concluídos e o material foi coletado: no primeiro caso, o experimento foi realizado entre os meses de outubro e fevereiro, portanto, sendo concluído no verão; no experimento com fotoperíodos diferentes, as raízes das plantas foram coletadas em julho, isto é, no inverno. Assim a época do ano parece influenciar na quantidade de carboidratos acumulados no órgão subterrâneo. RUTHERFORD & DEACON (1974) verificaram que após o inverno ocorreu uma queda no teor de frutanos em raízes tuberosas de *Taraxacum officinale*.

Em relação à quantidade de polissacarídeos, não foram encontrados aqui dados semelhantes aos obtidos na literatura. Observou-se um valor menor de polissacarídeos em fotoperíodo de 18 horas, fotoperíodo que, no caso de *Vernonia oxylepis* levou a um maior número de capítulos por planta. Em *Viguiera discolor*, ISEJIMA *et al.* (1991) verificaram maior acúmulo de inulina em fo-

to períodos curtos que é condição indutora da floração; além disso, a quantidade de inulina foi sempre maior que de oligossacarídeos. No caso do experimento de hidratação do solo, a literatura sobre frutanos associa uma maior produção desse tipo de carboidrato de reserva com uma condição de seca. No caso de *Vernonia oxylepis*, não foram encontradas diferenças entre as plantas que receberam água diariamente, duas vezes por semana ou somente uma vez por semana. Isso pode significar que nesta espécie não exista uma relação entre acúmulo de frutanos e seca ou indicar que a irrigação somente uma vez por semana ainda não seria uma condição de pouca disponibilidade de água.

Segundo FIGUEIREDO-RIBEIRO *et al.* (1992), as variações em conteúdo e grau de polimerização dos frutanos como polissacarídeos de reserva estão associados ao desenvolvimento das plantas. Tais variações podem ocorrer também devido a fatores ambientais como temperatura e disponibilidade de água. Assim, a participação desses compostos na regulação osmótica das células pode estar associada à tolerância à seca. Embora existam evidências de que os frutanos desempenham esse papel nas plantas em que são armazenados, esta função não está completamente esclarecida, pois espécies que não armazenam frutanos também sobrevivem a fatores climáticos adversos como suprimento hídrico deficiente (FIGUEIREDO-RIBEIRO *et al.*, 1992).

Os resultados obtidos neste trabalho em relação a carboidratos de *Vernonia oxylepis* devem ser vistos como um ponto inicial no estudo do acúmulo de frutanos nas raízes dessa espécie. Deve-se ressaltar aqui que todos os experimentos para dosagem de carboidratos de reserva nas raízes necessitam de mais tempo e repetições para se chegar a um resultado definitivo. Com certeza, há necessidade de um trabalho mais elaborado. Os carboidratos acumulados no xilopódio/raiz espessada são frutanos. Na verdade, o carboidrato é inulina (TERTULIANO & FIGUEIREDO-RIBEIRO, 1993). Além disso, para se fazer as dosagens sempre foi necessária uma grande diluição do extrato, indicando concentrações elevadas de açúcares. De acordo com TERTULIANO & FIGUEIREDO-RIBEIRO (1993), *Vernonia oxylepis* apresenta 30% de frutanos em termos de peso de matéria seca. Portanto, acredita-se que, em estudos posteriores, essa espécie possa ser um bom material para o estudo dos frutanos como carboidrato de reserva.

Um outro aspecto observado no decorrer deste trabalho é o fato de *Vernonia oxylepis* ter apresentado várias características favoráveis para seu uso em ornamentação de jardins. É uma planta que produz grande número de aquênios sem problemas para a germinação. As plântulas se desenvolvem rapidamente e crescem muito bem em outros substratos que não a terra de cerrado. As plantas floresceram bastante cedo, produzindo grande número de capítulos, com flores pequenas, de cor lilás, muito vistosas.

Apresentam um eixo principal alongado com uma altura média de 30-40 cm. Em fotoperíodo longo, as plantas apresentaram maior alongamento do eixo principal, com maior produção de capítulos. Por outro lado, o fotoperíodo mais curto favorece a ramificação, podendo ser um aspecto interessante na ornamentação: plantas mais baixas, com maior número de ramos também com flores. Nesse aspecto, a poda da parte aérea é um recurso que pode ser utilizado para se obter maior número de ramos que emergem da porção xilopódio do órgão subterrâneo. Por último, deve-se considerar a presença desse órgão subterrâneo que permanece no solo quando a planta perde a parte aérea, após a produção de aquênios e senescência das folhas. Nessa fase do desenvolvimento da planta, outra espécie poderia ocupar o canteiro, sendo que as plantas de *Vernonia oxylepis* rebrotariam posteriormente para novo ciclo de crescimento, sem necessidade de novo plantio.

## RESUMO

O cerrado é um dos mais ricos e extensos ecossistemas brasileiros apresentando uma fisionomia bastante característica. Entretanto, a ocupação da área central do país para expandir a produção agrícola é responsável pela devastação das áreas de cerrado. Poucos são os estudos sobre essa formação vegetal com relação aos mecanismos utilizados para a sobrevivência das espécies aí existentes. A flora nativa dos cerrados está adaptada a solos pobres e, tanto quanto se percebe, não apresenta sinais de deficiência nutricional. As médias de temperatura não variam muito no decorrer do ano, mas a distribuição das chuvas apresenta uma variação, sendo acentuada nos meses de novembro a março e com um período de seca entre maio e setembro. Esse período de seca corresponde também a dias mais curtos; o período de chuvas corresponde a dias mais longos.

Neste trabalho, teve-se por objetivo estudar um pouco o desenvolvimento de uma espécie do cerrado, *Vernonia oxylepis*, analisando o crescimento vegetativo, floração e desenvolvimento da parte subterrânea em relação a alguns fatores ambientais e hormonais.

As plantas desta espécie mostraram-se independentes do fotoperíodo para a floração, entretanto, diferentes fotoperíodos afetaram o crescimento das plantas e certos aspectos da floração. Em 8 horas diárias de luz, as plantas apresentaram me-



nor altura e uma ramificação mais intensa. Por outro lado, em fotoperíodo de 18 horas, as plantas mostraram maior alongamento do eixo principal, continuando a crescer em altura e a produzir botões florais por mais tempo em relação aos outros fotoperíodos de 8 horas e natural. Assim, em fotoperíodo longo, as plantas apresentaram maior número de capítulos.

Esse padrão de crescimento das plantas de *Vernonia oxylepis* em fotoperíodo mais longo parece ser diferente do alongamento do eixo causado por um aumento nos níveis de gibberelina. O tratamento das plantas com ácido giberélico levou a um maior alongamento do eixo principal, mas esse alongamento se estabilizou ao mesmo tempo que nas plantas controle e não foi acompanhado por maior produção de capítulos.

Outro importante fator ambiental estudado foi a disponibilidade de água. Verificou-se que praticamente não ocorreram diferenças no crescimento das plantas quando a irrigação foi feita duas vezes por semana ou diariamente. As plantas se desenvolvem muito bem mesmo que fiquem alguns dias sem receber água. Entretanto, uma redução maior na periodicidade de irrigação, com as plantas recebendo água somente uma vez por semana, mostrou uma diminuição no crescimento das plantas: menor altura e redução no número de folhas, no peso seco da parte aérea e número de capítulos produzidos.

Quando se observa o crescimento em relação ao aumento de matéria seca da parte aérea e subterrânea, é interessante no-

tar que plantas crescidas em substratos com deficiência nutricional, principalmente com diminuição da concentração de nitrogênio, apresentam maior relação peso seco da raiz/peso seco da parte aérea, parecendo ser uma resposta fenotípica, mantendo reservas nutricionais, para sobreviver à baixa disponibilidade de nutrientes no solo.

A remoção da parte aérea estimulou o brotamento das plantas. Não houve diferença na brotação quando as plantas, foram mantidas em diferentes fotoperíodos. Entretanto, em fotoperíodos de 8 horas, observou-se uma tendência a maior produção de ramos, após a poda, em plantas que receberam maior quantidade de água. Assim, no cerrado, no inverno, a pequena quantidade de água associada a um fotoperíodo menor podem estar inibindo um brotamento mais intenso das plantas.

As plantas de *Vernonia oxylepis* foram encontradas em floração no cerrado, em regiões que haviam sido queimadas, após um período mais seco. Estudou-se o efeito do etileno no crescimento dessa espécie e foi observado que a aplicação de CEPA numa concentração de  $10^{-3}$  M teve um efeito inibidor no crescimento inicial das plantas, com menor altura, além de menor número de capítulos e porcentagem de plantas floridas. Entretanto, após cerca de 3 meses do início do tratamento ou na concentração de  $10^{-4}$  M, não foram observadas diferenças entre as plantas controle e aquelas tratadas com CEPA.

As aplicações de ácido abscísico (ABA) praticamente não alteraram o crescimento das plantas em relação à altura, número de folhas, ramificação ou número de capítulos produzidos. Houve apenas um pequeno atraso na antese das flores com aplicação de ABA  $10^{-3}$  M.

Foi feito um acompanhamento do crescimento das plantas em relação ao aumento de matéria seca da parte aérea e subterrânea, durante o primeiro ciclo de desenvolvimento, desde o plantio até a senescência da parte aérea e o brotamento de novos ramos. Observou-se que a parte espessada da raiz tem provavelmente uma função de acumular reservas principalmente para a fase de brotamento de novos ramos, após a senescência da parte aérea.

Acredita-se que a principal reserva acumulada nas raízes desta espécie está sob a forma de polímeros de frutose. Neste trabalho, o acúmulo de frutanos foi observado em plantas crescidas em diferentes fotoperíodos e diferentes níveis de hidratação do solo. É um aspecto que necessita de uma análise mais elaborada, mas os resultados obtidos indicam que *Vernonia oxylepis* pode ser um bom material para o estudo dessa categoria de carboidratos de reserva.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABELES, F.B. 1973. Ethylene in Plant Biology. Academic Press. London, 302 pp.
- AHARONI, M. ; BLUMENFELD, A. & RICHMOND, A.E. 1977. Hormonal activity in detached lettuce leaves affected by leaf water content. Plant Physiol. 59 : 1169-73.
- BAKER, D.A. 1984. Water Relations. In: Advanced Plant physiology. M.B. Wilkins (ed.). London, Pitman Publishing Inc. p. 297-318.
- BARENDSE, G.W.M.; CROES, A.F.; VAN DEN ENDE, G.; BOSVELD, M. & CREEMERS, T. 1985. Role of Hormones on Flower Bud Formation in Thin-Layer Explants of Tobacco. Biol. Plant. 27: 408-12.
- BERNIER, G. 1988. The control of floral evocation and morphogenesis. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 39: 175-219.
- BERNIER, G.; KINET, J.M. & SACHS, R.M. 1981. The Physiology of Flowering. Florida, CRC, v. 2, 231 p.
- BESNARD-WIBAUT, C.; NOIN, M.; ZEEVAART, J.A.D. 1983. Mitotic activities and levels of nuclear DNA in the apical meristem of *Silene armenia* (Strain S<sub>1,2</sub>) following application of gibberellin A<sub>3</sub>. Plant Cell Physiol. 24: 1269-79.
- BROCKLEBANK, K.J. & HENDRY, G.A.F. 1989. Characteristics of plant species which store different types of reserve carbohydrates. New Phytol. 112: 255-60.
- CHAPIN, F.S. 1980. The mineral nutrition of wild plants. Ann. Rev. Ecol. Syst. 11: 233-60.

- CORNISH, K. & ZEEVAART, J.A.D. 1986. Abscisic acid accumulation by in situ and isolated guard cells of *Pisum sativum* L. and *Vicia faba* L. in relation to water stress. Plant Physiol. **81**: 1017-21.
- COUTINHO, L.M. 1976. Contribuição ao conhecimento do papel ecológico das queimadas na floração de espécies do cerrado. São Paulo. Tese (Livre-Docência). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 173 p.
- COUTINHO, L.M. 1982. Ecological effects of fire in Brazilian Cerrado. In: Ecological Studies. B.J. Huntley and B. H. Walker (eds.). Berlin, Springer-Verlag. v. 42, p. 273-91.
- COUTINHO, L.M. 1990. O cerrado e a ecologia do fogo. Ciência Hoje, **12(68)**: 22-30.
- CREVECOEUR, M.; PENEL, C.; GASPAR, T.L. & GREPPIN, H. 1988. Induction florale et production d'ethylene chez l'épinard. Effect de l'acide gibberellique. C.R. Acad. Sci. Paris, **306**: 81-4.
- CREVECOEUR, M.; PENEL, C.; GREPPIN, H. & GASPAR, Th. 1986. Ethylene production in spinach leaves during floral induction. J. Exp. Bot. **37**: 1218-24.
- DAIE, J. & CAMPBELL, W.F. 1981. Response of tomato plants to stressfull temperatures. Plant Physiol. **67**: 26-9.
- DAVIES, P.J.; BIRNBERG, P.R., MAKI, S.L. & BRENNER, M.L. 1986. Photoperiod modification of (<sup>14</sup>C)gibberellin A<sub>12</sub> aldehyde metabolism in shoots of pea line G<sub>2</sub>. Plant Physiol. **81**: 991-6.
- DAVIES, W.J., METCALFE, J., LODGE, T.A. & DA COSTA, A.R. 1986. Plant Growth Substances and the Regulation of Growth under Drought. Aust. J. Plant. Physiol. **13**: 105-25.
- DE BOUILLE, P.; SOTTA, B.; MIGINIAC, E. & MERRIEN, A. 1989. Hormones and inflorescence development in oilseed rape. Plant Physiol. Biochem. **27**: 443-50.

- DE MUNK, W.J. & DUINEVELD, Th. L.J. 1986. The role of Ethylene in the Flowering Response of Bulbous Plants. Biol. Plant. 28: 85-90.
- DOZIER JR., W.A.; CAYLOR, A.W.; PITTS, J.A. & McGUIRE, J.A. 1989. Effect of fall application of gibberellic acid on delaying bloom and fruit yield of "Loring" peach. Hort. Sci. 24: 747.
- EITEN, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. Bot. Rev. 38 (2): 201-341.
- EITEN, G. 1977. Delimitação do conceito de cerrado. Arquivos do Jardim Botânico 21: 125-34.
- EKANAYAKE, I.J.; DE DATTA, S.K. & STEPONKUS, P.L. 1989. Spikelet Sterility and flowering Response of Rice to Water Stress at Anthesis. Ann. Bot. 63: 257-64.
- EL-BELTRAGY, A.S. & HALL, M.A. 1974. Effect of water stress upon endogenous ethylene levels in *Vicia faba*. New. phytol. 73: 47-60.
- ELMQVIST, T. & GARDFJELL, H. 1988. Differences between males and females of *Silene dioica*. Oecologia 77: 225-30.
- EVANS, M.R. & LYONS, R. 1988. Photoperiodic and gibberellins-induced growth and flowering responses of *Gaillardia x grandiflora*. Hort. Sci. 23: 584-6.
- FELIPPE, G.M. 1990. Germinação de aquênios de *Bidens gardneri*, uma planta anual do cerrado. Hoehnea 17: 7-11.
- FELIPPE, G.M. & GIULIETTI, A.M. 1971. Efeito do fotoperíodo, ácido giberélico e cloreto de 2-cloroetil trimetilamônio no crescimento de *Porophyllum lanceolatum* DC. Hoehnea 1: 41-60.
- FELIPPE, G.M.; GIULIETTI, A.M. & LUCAS, N.M.C. 1971a. Estudos de floração em *Porophyllum lanceolatum* DC. II- Efeito de GA e CCC na floração. Hoehnea 1: 29-40.

- FELIPPE, G.M.; LUCAS, N.M.C. & GIULIETTI, A.M. 1971b. Estudos de floração de *Porophyllum lanceolatum* DC. I- Efeito do fotoperíodo na floração. Hoehnea 1: 21-27.
- FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C.L. & DIETRICH, S.M.C. 1981. Variações estacionais nos compostos de reserva e no metabolismo do xilopódio de *Ocimum nudicaule* Benth. var. *anisifolia* Giul. (Labiatae). Rev. Bras. Bot. 4: 73-82.
- FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C.L.; DIETRICH, S.M.C.; CHU, E.P.; CARVALHO, M.A.M.; VIEIRA, C.C.J. & GRAZIANO, T.T. 1986. Reserve carbohydrates in underground organs of native Brazilian plants. Rev. Bras. Bot. 9(2): 159-66.
- FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C.L.; DIETRICH, S.M.C.; CARVALHO, M.A.M.; VIEIRA, C.C.J.; ISEJIMA, E.M.; DIAS-TAGLIACOZZO, G.M.; TERTULIANO, M.F. 1992. As múltiplas utilidades dos frutanos. Reserva de carboidratos de plantas nativas do cerrado. Ciência Hoje. 14(84): 16-18.
- GRAEBE, J.E. 1987. Gibberellin biosynthesis and control. Ann. Rev. Plant Physiol. 38: 419-65.
- HADDAD, C.R.B. 1991. Efeito do fogo na floração de *Lantana montevidensis* Briq., uma planta de cerrado. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. 97 p.
- HALL, H.K. & McWHA, J.A. 1981. Effects of Abscisic Acid on Growth of Wheat (*Triticum aestivum* L.). Ann. Bot. 47: 427-33.
- HEIDE, O.M.; BUSH, M.G. & EVANS, L.T. 1987. Inhibitory and promotive effects of gibberellic acid on floral initiation and development in *Poa pratensis* and *Bromus inermis*. Physiol. Plant. 69: 342-50.
- HOAGLAND, D.R. & ARNON, D.I. 1938. The water-culture methods for growing plant without soil. Circ. Calif. Agric. Expt. Stn. Ext. Serv., Berkeley, Calif. p. 347.

- HOFFMANN, N.G.; LIU, Y. & YANG, S.F. 1983. Changes in 1-(malonylamino)cyclopropane-1-carboxylic acid content in wilted wheat leaves in relation to their ethylene production rates and 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid content. Planta 157: 518-23.
- HUBICK, K.T. & REID, D.M. 1988. Effects of drought on transport and metabolism of abscisic acid in aeroponically grown *Helianthus annuus*. Physiol. Plant. 74: 317-25.
- ISEJIMA, E.M. & FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C.L. 1991. Partição da matéria seca durante o desenvolvimento de *Viguiera discolor*. Rev. Bras. Bot. 14: 107-114.
- ISEJIMA, E.M.; FIGUEIREDO RIBEIRO, R.C.L. & ZAIDAN, L.B.P. 1991. Fructan composition in adventitious tuberosus roots of *Viguiera discolor* Baker (Asteraceae) as influenced by daylength. New Phytol. 119: 149-54.
- JOHANSEN, D.A. 1940. Plant microtechnique. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc.
- JONES, M.G. & ZEEVAART, J.A.D. 1980a. Gibberellins and the photoperiodic control of stem elongation in the long-day plant *Agrostema githago* L.. Planta 149: 269-73.
- JONES, M.G. & ZEEVAART, J.A.D. 1980b. The Effect of Photoperiod on the levels of Seven Endogenous Gibberellins in the Long-Day Plant *Agrostema githago* L.. Planta 149: 274-9.
- JOSEPH, C.; BILLOT, J.; SOUDAIN, P. & COME, D. 1985. Effect of cold, anoxia and ethylene on the flowering ability of buds of *Chicorium intybus*. Physiol. Plant. 65: 146-50.
- JUNTILLA, O. & JENSEN, E. 1988. Gibberellins and photoperiodic control of shoot elongation in *Salix*. Physiol. Plant. 74: 371-6.
- KE, D. & SALVEIT JR., M.E. 1989. Wound induced ethylene production, phenolic metabolism and susceptibility to russet spotting in iceberg lettuce. Physiol. Plant. 76: 412-8.



- KING, R.W.; PHARIS, R.P.; MANDER, L.N. 1987. Gibberellins in relation to growth and flowering in *Pharbitis nil* Chois. Plant Physiol. 84: 1126-31.
- KLEIN, A.L. 1991. Crescimento e floração de *Bidens gardneri* BAKER. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas. 104 p.
- KLEIN, A.L.; Z Aidan, L.B.P.; FELIPPE, G.M. 1992. Flowering and heterophylly in *Bidens gardneri* Baker. Rev. Bras. Bot. 15: 199-44.
- KRISCHIK, V.A. & DENNO, R.F. 1990. Differences in environmental response between the sexes of the dioecious shrub *Baccharis halimifolia* (Compositae). Oecologia 83: 176-81.
- LABOURIAU, L.G. 1966. Revisão da Situação da Ecologia Vegetal nos Cerrados. Anais da Acad. Bras. de Ciências 38: 5-38.
- LEONG, S.K. & ONG, C.K. 1983. The influence of Temperature and Soil Water Deficit on the Development and Morphology of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.). J. Exp. Bot. 34: 1551-61.
- LEVITT, J. 1980. Water Stress. In: Responses of plants to environmental stress. Koslowski, T.T. (ed.). New York, Academic Press Inc., v. 2, p. 25-227.
- LOONEY, N.E.; PHARIS, R.P. & NOMA, M. 1985. Promotion of flowering in apple with gibberellin A<sub>4</sub> and C-3 epi-gibberellin A<sub>4</sub>. Planta 165: 292-4.
- MCDANIEL, C.N. 1980. Influence of Leaves and Roots on Meristem Development in *Nicotiana tabacum* L. cv. Wisconsin 38. Planta: 148: 462-7.
- MCMICHAEL, B.L.; JORDAN, W.R. & POWELL, R.D. 1972. An Effect of Water Stress on Ethylene Production by Intact Cotton Petioles. Plant Physiol. 49: 658-60.

- MANTOVANI, W. & MARTINS, F.R. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. Rev. Bras. Bot. 11: 101-12.
- MARQUIS, R.J. 1988. Phenological Variation in the Neotropical Understory Shrub *Piper arieianum*. Causes and Consequences. Ecology 69: 1552-65.
- MEKERS, O.; DE PROFT, M. & JACOBS, L. 1983. Prevention of unwanted flowering of ornamental Bromeliaceae by growth regulating chemicals. Acta Horticulturae 137: 217-23.
- MELHEM, T.S. 1975. Desenvolvimento da plântula de *Dipteryx alata* Vog. (Leguminosae-Lotoideae). Hoehnea 5: 91-121.
- METZGER, J.D. & ZEEVAART, J.A.D. 1980a. Identification of Six Endogenous Gibberellins in Spinach Shoots. Plant Physiol. 65: 623-6.
- METZGER, J.D. & ZEEVAART, J.A.D. 1980b. The effect of photo period on the levels of endogenous gibberellins in spinach as measured by combined gas chromatography-selected ions current monitoring. Plant Physiol. 66: 844-6.
- METZGER, J.D. & ZEEVAART, J.A.D. 1982. Photoperiodic control of Gibberellins Metabolism in Spinach. Plant Physiol. 69: 287-91.
- MIGINIAC, E. & SOTTA, B. 1985. Organ Correlation Affecting Flowering in Relation to Phytohormones. Biol. Plant. 27(4-5): 373-81.
- MILBORROW, B.V. 1981. Abscisic acid and other hormones. In: The physiology and biochemistry of drought resistance in plants. Paleg, L.G. & Aspinall, D. (eds.). Sydney, Acad. p. 348-88.
- MILBORROW, B.V. 1984. Inhibitors. In: Advanced Plant Physiology. Wilkins, M.B. (ed.). London, Pitman Publishing Inc., p. 76-110.

- NANDA, K.K., ANARADHA, T.A., LAL, K. 1967. Floral induction by gibberellic acid in *Impatiens balsamina* L. , a qualitative short-day plant. Planta 76: 367-70.
- ODEN, P.C. & HEIDE, D.M. 1989. Quantification of gibberellins and indoleacetic acid in *Begonia* leaves: Relationship with environment, regeneration and flowering. Plant Physiol. 76: 500-6.
- OGAWA, Y. 1981. Stimulation of the flowering of *Pharbitis nil* Choisy by gibberellin A<sub>3</sub>: time dependent action at the apex. Plant Cell Physiol. 22: 65-81.
- PALLAGY, C.R. & RASHKE, K. 1972. No stomatal response to ethylene. Plant Physiol. 49: 275-6.
- PETERSON, R.L. & YEUNG, E.C. 1972. Effect of two gibberellins on species of the rosette plant *Hieracium*. Bot. Gaz. 133: 190-8.
- PHARIS, R.P. 1972. Flowering of *Chrysanthemum* under non-inductive long day by gibberellins and N<sup>6</sup>-benzyladenine. Planta 105: 205-12.
- PHARIS, R. P. & KING, R. W. 1985. Gibberellins and reproductive development in seed plants. A. Rev. Plant. Physiol., 36: 517-68
- PHARIS, R.P.; EVANS, L.T.; KING, R.W.; MANDER, L.N. 1987. Gibberellins endogenous and applied in relation to flower induction in the long-day plant *Lolium temulentum*. Plant. Physiol. 84: 1132-8.
- PURSE, J.G. 1984. Phloem exudate of *Perilla crispa* and its effects on flowering of *P. crispa* shoot explants. J. Exp. Bot. 35: 227-38.
- RICHARDS, J.H. ; MUELLER, R.J. & MOTT, J.J. 1988. Tillering in Tussock Grasses in Relation to Defoliation and Apical Bud Removal. Ann. Bot. 62: 173-9.

- RUTHERFORD, P.P. & DEACON, A.C. 1974. Seasonal Variation in Dandelion Roots of Fructosan Composition, Metabolism and Response to Treatment with 2,4-dichlorophenoxyacetic Acid. Ann. Bot. 38: 251-60.
- SACHS, R.M.; KOFRANEK, A.M. & SHYR, S.Y. 1967. Gibberellin-induced inhibition of floral initiation in *Fuchsia*. Am. J. Bot. 54: 921-9.
- SALISBURY, F.B. 1981. Responses to photoperiod. In: Physiological Plant Ecology I. Encycl. Plant Physiol. O.L. Lange, P.S. Wobel, C.B. Osmond & H. Ziegler (eds.). Berlin, Springer-Verlag. New Series, vol.12A, p. 135-67.
- SHINOZAKI, M. 1985. Organ Correlation in Long-Day Flowering of *Pharbitis nil*. Biol. Plant. 27: 382-5.
- SHINOZAKI, M.; HIKICHI, M.; YOSHIDA, K.; WATANABE, K. & TAKIMOTO, A. 1982. Effect of high-intensity given prior to low temperature treatment on the long-day flowering of *Pharbitis nil*. Plant Cell Physiol. 23: 473-7.
- SISLER, E.C. & YANG, S.F. 1987. Ethylene. In: Models in plant physiology and biochemistry. Newman, D. & Witson, K.G. (eds.). Florida, CRC, v. 2, p.99-102.
- SMITH-HUERTA, N.L. & VASEK, F.C. 1987. Effects of environmental stress on components of reproduction in *Clarkia unguiculata*. Am. J. Bot. 74: 1-8.
- SNEDECOR, G.W. 1962. Statistical methods. Iowa, The Iowa State University Press.
- STANLEY, C.J. & COCKSHULL, K.E. 1989. The site of ethephon application and its effect on flower initiation and growth of chrysanthemum. J. Hort. Sci. 64: 341-50.
- STUMPF, N.J. & JOHNSON, J.D. 1987. Ethylene production by loblolly pine seedlings associated with water stress. Physiol. Plant. 69: 167-72.

- TERTULIANO, M.F. & FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C.L. 1993. Distribution of fructose polymers in herbaceous species of Asteraceae from the cerrado. New Phytol. 123: 741-9.
- THOMAS, B. & VINCE-PRUE, D. 1984. Juvenility, photoperiodism and vernalization. In: Advanced Plant Physiology. Wilkins, M.B. (ed.). London, Pitman Publishing Inc., p. 408-39.
- TISSERAT, B. & GALETTA, T.D. 1988. In vitro flowering in *Amaranthus*. Hort. Sci. 23: 210-2.
- TORREY, J.G. 1976. Root Hormones and Plant Growth. Ann. Rev. Plant Physiol. 27: 435-59.
- VINCE-PRUE, D. 1975. Photoperiodism in plants. Wilkins, M.B. (ed.). London, McGraw-Hill, 444 p.
- VINCE-PRUE, D. 1985. Photoperiod and hormones. In: Encyclopedia of Plant Physiology. Pharis, R.P., Reid, D.M. (eds). Springer-Verlag, v. 11, p. 308-64.
- WALTON, D.C. 1980. Biochemistry and physiology of abscisic acid. Plant Physiol. 31: 453-89.
- WRIGHT, S.T.C. 1977. The relationship between leaf water potential and the levels of abscisic acid and ethylene in excised wheat leaves. Planta 134: 183-9.
- WRIGHT, S.T.C. 1978. Phytohormones and stress phenomena. In: Phytohormones and related compounds: a comprehensive treatise, vol. II Phytohormones and the development of higher plants. Letham, D.S.; Goodwin, P.B.; Higgins, T.J.V. (eds.). Amsterdam, Elsevier. p. 495-536.
- WHIGHT, S.T.C. 1980. The Effect of Plant Growth Regulator Treatments on the Leaves of Ethylene Emanating from Excised Turgid and Wilted Wheat Leaves. Planta 148: 381-8.

- YEMM, E.M. & WILLIS, A.J. 1954. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. Biochem J. 57: 508-14.
- ZAIDAN, L.B.P. & FELIPPE, G.M., 1981. Floração de plantas do cerrado. I. *Bidens brasiliensis*. Ciência & Cultura 33: 747 (suplemento).
- ZEEVAART, J.A.D. 1971. Effects of photoperiod on growth rate and endogenous gibberellins in the long-day rosette plant spinach. Plant Physiol. 47: 821-7.
- ZEEVAART, J.A.D. 1976. Physiology of flower formation. Ann. Rev. Plant Physiol. 27: 321-48.
- ZEEVAART, J.A.D. 1978. Phytohormones and flower formation. In. Phytohormones and Related Compounds - A Comprehensive Treatise. D.S. Letham, P.B. Goodwin, T.J. Higgins (eds.). Elsevier, North Holland, Biomedical Press. v. 2, p. 291-327.
- ZEEVAART, J.A.D. 1983. Gibberellins and flowering. In: The Biochemistry and Physiology of Gibberellins. A. Crozier (ed.). 333-74. New York. Praeger. v. 2, p.333-74.
- ZEEVAART, J.A.D. & BOYER, G.L. 1984. Accumulation and Transport of Abscisic Acid and Its Metabolites in *Ricinus* and *Xanthium*. Plant Physiol. 74: 934-9.
- ZEEVAART, J.A.D. & CREELMAN, R.A. 1988. Metabolism and Physiology of abscisic acid. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 39: 439-73.
- ZHANG, J. ; SCHURR, V. & DAVIES, W.J. 1987. Control of Stomatal Behavior by Abscisic Acid which Apparently Originates in the Roots. J. Exp. Bot. 38: 1174-81.