

PAULO SERGIO DE FIGUEIREDO



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

Paulo Sérgio de Figueiredo

e aprovada pela Comissão Julgadora.

Rosely R. Sharif 17/2/93

EFEITO DE FATORES AMBIENTAIS NA DORMÊNCIA DO XILOPÓDIO DE
GOMPHRENA PROSTRATA MART.

Tese apresentada ao Instituto
de Biologia da Universidade
Estadual de Campinas, como
pré-requisito para a obtenção
do título de Doutor em
Ciências

Orientador: Profa. Dra. Rosely Rocha Sharif *OK*

CAMPINAS

1993



92/159
F469e

19274/BC

AGRADECIMENTOS

A Profa. Dra. Rosely Rocha Sharif pela orientação, amizade, confiança e incentivo.

A Profa. Emilia C. Girnos pela orientação na parte anatômica deste trabalho, confecção dos desenhos e fotografias assim como pela revisão do texto.

Aos Professores Dr. Ivany F.M. Válio, Dra. Ana M.M.A. Lagôa e Dra. Lilian B.P. Zaidan, pelas valiosas sugestões dadas por ocasião da pré-banca.

Ao Centro de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas (CPQBA) da Universidade Estadual de Campinas e ao departamento de Fisiologia e Bioquímica do Instituto de Botânica de São Paulo pela permissão da utilização de equipamentos, instalações e pelo apoio técnico.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e a Fundação de Apoio a Pesquisa da Unicamp (FAEP), pelo suporte financeiro para a realização deste trabalho.

Ao Depto. de Biologia da Universidade Federal do Maranhão pelo afastamento concedido e à CAPES pela concessão da bolsa.

Aos professores, funcionários e amigos do Departamento de Fisiologia Vegetal da Universidade Estadual de Campinas pelo auxílio e amizade.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
2.1. Material Biológico.....	9
2.2. Obtenção de dados climáticos.....	9
2.3. Germinação das sementes.....	9
2.4. Fenodinâmica, curva de crescimento das plantas jovens e teor de umidade em xilopódios.....	10
2.5. Análise morfológica e anatômica do xilopódio de plantas em desenvolvimento.....	10
2.6. Capacidade de brotação de xilopódios de plantas em desenvolvimento, após a remoção da parte aérea.....	11
2.7. Efeito de fatores ambientais na floração e brotação em xilopódios de plantas jovens em desenvolvimento.....	12
2.7.1. Efeito do fotoperíodo.....	12
2.7.2. Efeito do regime de temperatura equivalente ao período da primavera/verão.....	13
2.8. Fenodinâmica de plantas adultas.....	13
2.9. Capacidade de brotação de xilopódios de plantas adultas durante o ano, após a remoção da parte aérea.....	14
2.10. Determinação do teor de umidade na camada superficial do solo no cerrado.....	15
2.11. Determinação do teor de umidade em xilopódios de plantas adultas no cerrado.....	15
2.12. Cultivo das plantas para os experimentos.....	15
2.13. Regime de hidratação das plantas durante os experimentos de indução e quebra da dormência.....	16
2.14. Efeito da intensidade de luz.....	18
2.14.1. Na fenodinâmica das plantas durante a primavera/verão.....	18
2.14.2. Na fenodinâmica das plantas durante o outono/inverno.....	19
2.14.3. Na brotação dos xilopódios após a quebra da dormência, através da remoção da parte aérea.....	19

2.15. Efeito de fatores ambientais na indução da dormência.....	19
2.15.1. Efeito simultâneo das três variáveis ambientais.....	20
2.15.2. Efeito do fotoperíodo.....	20
2.15.3. Efeito do regime de temperatura equivalente ao outono/inverno.....	21
2.15.4. Efeito da disponibilidade hídrica.....	21
2.16. Efeito de fatores ambientais na quebra da dormência.....	21
2.16.1. Efeito simultâneo das três variáveis ambien- tais.....	22
2.16.2. Efeito do fotoperíodo.....	22
2.16.3. Efeito do regime de temperatura equivalente à primavera/verão.....	22
2.16.4. Efeito da disponibilidade hídrica.....	23
2.16.5. Efeito de choques de 5 ^o C.....	23
2.16.6. Efeito das condições climáticas subsequentes ao choque.....	24
2.16.7. Efeito da manutenção das plantas sob tempera- tura noturna mínima de 17 ^o C durante o inverno.....	25
2.17. Efeito de substâncias reguladoras de crescimento na dormência.....	25
2.17.1. Efeito da aplicação de ácido giberélico (GA ₃), 6-Benzilaminopurina (6-BA), ácido cloroetil- fosfônico (CEPA) e ácido abscísico (ABA).....	25
2.17.2. Efeito da remoção de ápices vegetativos e re- moção seguida da aplicação de ácido naftaleno- acético (NAA).....	26
2.18. Análise estatística.....	26
3. RESULTADOS.....	27
3.1. Dados climáticos na Reserva Biológica de Mogi-Guaçu.....	27
3.2. Desenvolvimento de plântulas.....	29
3.2.1. Germinação das sementes e fenodinâmica da po- pulação.....	29
3.2.2. Crescimento, diferenciação de gemas e teor de umidade em xilopódios.....	32
3.2.3. Morfologia e anatomia do xilopódio durante o	

desenvolvimento.....	32
3.2.4. Capacidade de brotação das gemas nos xilopódios, após a remoção da parte aérea.....	39
3.3. Efeito de fatores do ambiente na floração e brotação das gemas nos xilopódios de plantas jovens, durante a primeira estação de crescimento.....	39
3.3.1. Efeito do fotoperíodo.....	42
3.3.2. Efeito do regime de temperatura equivalente ao período da primavera/verão.....	42
3.4. Fenodinâmica de plantas adultas de <i>G. prostrata</i> crescendo no cerrado.....	42
3.5. Capacidade de brotação de xilopódios de plantas adultas em diferentes períodos do ano, após a remoção da parte aérea.....	46
3.5.1. Experimentos em casa de vegetação.....	46
3.5.2. Experimentos no cerrado.....	46
3.6. Teor de umidade na camada superficial do solo e em xilopódios no final da estação seca e início da estação chuvosa.....	46
3.7. Umidade disponível para as plantas com os regimes de hidratação adotados, simulando a disponibilidade hídrica da primavera/verão ou outono/inverno, em casa de vegetação e câmaras de crescimento.....	51
3.8. Efeito da intensidade de luz na fenodinâmica das plantas e na brotação dos xilopódios, após a remoção da parte aérea.....	54
3.8.1. Na fenodinâmica das plantas durante a primavera/verão e outono/inverno.....	54
3.8.2. Na brotação dos xilopódios após a quebra da dormência através da remoção da parte aérea.....	56
3.9. Efeito de fatores ambientais na indução da dormência.....	56
3.9.1. Efeito simultâneo das três variáveis ambientais.....	56
3.9.2. Efeito do fotoperíodo.....	56
3.9.3. Efeito do regime de temperatura.....	60
3.9.4. Efeito da disponibilidade hídrica.....	60

3.10. Efeito de fatores ambientais na quebra da dormência.....	63
3.10.1. Efeito simultâneo das três variáveis ambientais.....	63
3.10.2. Efeito do fotoperíodo.....	63
3.10.3. Efeito do regime de temperatura.....	63
3.10.4. Efeito da disponibilidade hídrica.....	66
3.10.5. Efeito de choques de 5°C.....	66
3.10.6. Efeito das condições climáticas subsequentes ao choque.....	66
3.10.7. Efeito da manutenção das plantas sob temperatura mínima de 17°C durante o inverno.....	66
3.11. Efeito de substâncias reguladoras de crescimento na dormência.....	70
3.11.1. Efeito de GA ₃ , 6-BA e CEPA.....	70
3.11.2. Efeito da aplicação de ABA após a remoção da parte aérea.....	70
3.11.3. Efeito da remoção dos ápices vegetativos e remoção seguida da aplicação de NAA.....	70
4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.....	73
5. RESUMO.....	85
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87

1. INTRODUÇÃO

Fora das regiões equatoriais ocorrem variações sazonais nas condições climáticas. Estas variações são mais acentuadas com relação à intensidade de luz solar, ao comprimento do dia, à temperatura e, frequentemente, às chuvas (WAREING & PHILLIPS, 1981). O ambiente sofre mudanças cíclicas de tal modo que estações favoráveis para o crescimento são usualmente separadas por períodos em que o desenvolvimento deve ser lento ou até inteiramente suspenso. Portanto, o sucesso de uma espécie no seu ambiente depende não somente da sua resistência às condições climáticas adversas, como também da sua habilidade de sincronizar seu ciclo de crescimento e reprodução com as mudanças estacionais (VILLIERS, 1975).

Períodos de interrupção do crescimento são comuns à maioria das plantas (LEOPOLD & KRIEDMANN, 1975), ocorrendo em sementes, gemas de órgãos subterrâneos de espécies herbáceas perenes como rizomas, bulbos e tubérculos (VEGIS, 1964; BIDWELL, 1974; VILLIERS, 1975; WAREING & PHILLIPS, 1981). Este período é denominado dormência e pode ser definido como a habilidade do órgão em reter a viabilidade, mantendo baixa atividade metabólica, sem nenhum crescimento observável (BERRIE, 1985).

Dormência é o resultado de uma adaptação extremamente útil às condições ambientais que prevalecem onde a espécie ou variedade se origina. Órgãos de plantas em desenvolvimento são menos resistentes às condições externas desfavoráveis como frio, seca ou calor, do que órgãos maduros. Órgãos dormentes são especialmente resistentes, sendo que a interrupção do crescimento e início da dormência antes da estação desfavorável, asseguram a sobrevivência da planta (VEGIS, 1964). Dormência sendo um mecanismo de defesa contra condições adversas, deve ocorrer no momento certo e perdurar por um período adequado. A liberação da dormência deve ocorrer quando as condições ambientais forem favoráveis para o crescimento. Pressupõe-se, portanto, que este seja um evento precisamente controlado (BIDWELL, 1974).

A suspensão e reativação do crescimento em sincronia com as estações sugerem que sinais do ambiente podem ser

interpretados e usados para controlar o desenvolvimento e o metabolismo (VILLIERS, 1975). Segundo VEGIS (1964), a condição de dormência em plantas é induzida por fatores externos sendo que os sinais ambientais diferem entre as espécies devido às características do clima da estação desfavorável as quais as espécies se adaptaram. Por outro lado, a maioria dos estados de dormência requer condições ambientais especiais para a sua liberação que são diferentes daquelas que impõe dormência e podem não suportar crescimento ativo (VILLIERS, 1975).

A maioria do conhecimento sobre o processo de dormência em plantas e sobre os fatores ambientais que induzem a dormência em gemas ou promovem a sua liberação, vêm de trabalhos e observações feitas em espécies de regiões temperadas. Estas espécies estão adaptadas para sobreviver em regiões nas quais a estação desfavorável para o crescimento ou é quente e seca durante o verão ou fria durante o inverno, ou ainda uma combinação de verões quentes e secos e invernos frios (VEGIS, 1964).

Pouco é conhecido sobre a dormência como um mecanismo de sobrevivência a condições quentes e secas. Alguns autores supõem que a falta de água pode ser um dos fatores indutores da dormência ou então carência de nutrientes, particularmente de nitrogênio (BIDWELL, 1974; SALISBURY & ROSS, 1985). Fotoperíodo e temperatura são fatores que também podem estar envolvidos. Em bulbos de *Allium cepa* que tornam-se dormentes durante o verão, a dormência é induzida por dias longos. Tanto em *A. cepa* como em rizomas de *Convallaria magalis*, temperaturas baixas quebram a dormência (WAREING & PHILLIPS, 1981). Em *Anemone coronaria*, observou-se uma interação entre dias longos e temperaturas altas na indução da dormência (BEN-HOD *et al.*, 1988). BERRIE (1985), considera que a interrupção do crescimento em gramíneas durante o verão quente e seco, pode estar relacionada mais com quiescência do que com dormência.

Em espécies arbóreas que sobrevivem, no estado dormente, às condições de baixas temperaturas de inverno em regiões temperadas, não somente as gemas mas a planta toda torna-se dormente. Vários órgãos de reserva de plantas bienais, ou de

herbáceas perenes como bulbos, tubérculos e cormos, sobrevivem ao inverno nesta condição (BIDWELL, 1974).

Em espécies arbóreas, a entrada em dormência caracteriza-se por alterações morfológicas nas regiões meristemáticas com o encurtamento dos entrenós e diferenciação de folhas modificadas (catáfilos) que envolvem a gema e a protegem contra dessecação e perda de calor. Estas estruturas podem ter uma função reguladora na dormência, restringindo trocas gasosas ou atuando como fonte de inibidores (LEOPOLD & KRIEDMANN, 1975; SALISBURY & ROSS, 1985).

Na maioria das espécies, durante o período total de ausência de crescimento das gemas a intensidade da dormência varia. Segundo VEGIS (1964), dormência verdadeira é um estado no qual o crescimento normal não pode ser reassumido imediatamente qualquer que seja a condição externa. As plantas ou seus órgãos não se encontram em dormência verdadeira durante todo o seu período de repouso e nem tampouco, entram subitamente neste estado. Inicialmente o órgão da planta encontra-se em pré-dormência, onde a capacidade de crescimento é limitada a uma escala estreita de condições ambientais. Este é considerado um estado de dormência relativa ou condicional e tratamentos como desfolhação, fotoperíodo ou temperatura adequados podem induzir crescimento (VEGIS, 1964; WAREING & PHILLIPS, 1981; SALISBURY & ROSS, 1985). Posteriormente as plantas entram em dormência verdadeira, onde a repressão da atividade de crescimento é mais forte. Neste caso, o crescimento normal imediato não pode ser induzido e a quebra da dormência depende de exposição prolongada ao frio. Após o término da dormência verdadeira o órgão da planta entra em uma fase de pós-dormência, onde o órgão permanece em dormência relativa como na pré-dormência, e é capaz de reiniciar crescimento dentro dos limites de determinadas condições externas.

Um dos mais importantes fatores que afetam e controlam a indução da dormência em regiões com invernos frios é o comprimento do dia. Na maioria das espécies estudadas, dias longos promovem o crescimento vegetativo e dias mais curtos, do fim do verão e início do outono induzem a interrupção do

crescimento e o início da dormência (WAREING & PHILLIPS, 1981). Basicamente, não há diferença essencial entre a indução da dormência por dias curtos quer seja em gemas da parte aérea de espécies arbóreas, quer seja em gemas de órgão subterrâneos, sendo que a dormência inicia-se somente após a formação destes órgãos ter sido completada (VEGIS, 1964; BIDWELL, 1974).

As gemas terminais formadas durante o verão ou outono, permanecem dormentes até a primavera seguinte. A liberação da dormência requer, em várias espécies, exposição a períodos de resfriamento cuja duração varia entre diferentes espécies, sendo que temperaturas de 5-7⁰C são mais efetivas. O crescimento das gemas requer temperaturas mais altas após o resfriamento e, portanto, embora a necessidade de frio seja satisfeita, frequentemente em janeiro nas regiões temperadas, as gemas permanecem no estado de pós-dormência até a primavera devido às baixas temperaturas (WAREING & PHILLIPS, 1981). Em algumas espécies, dias longos ou choques de temperatura alta também são efetivos na quebra da dormência (BIDWELL, 1974; LEOPOLD & KRIEDMANN, 1975), o que sugere um possível efeito destes fatores na liberação da dormência sob condições naturais.

Embora estes mecanismos de dormência sejam os mais bem estudados e documentados na literatura, alguns de seus aspectos permanecem ainda controvertidos. Várias espécies mostram insensibilidade ao fotoperíodo. Indução da dormência por dias curtos tem sido obtida em plântulas de várias espécies em condições de laboratório, entretanto, em plantas adultas de algumas destas espécies, assim como em várias outras espécies de regiões temperadas, a interrupção do crescimento e a formação de gemas dormentes ocorrem durante o verão quando os dias são ainda longos (WAREING & PHILLIPS, 1981; POWELL, 1987). Estas e algumas outras observações têm sido consideradas como evidências de que dormência, em algumas espécies, pode ser determinada primariamente por ritmos endógenos anuais (WAREING, 1956; BUNNING, 1956; MOORE, 1989)

Para as espécies de regiões tropicais, o conhecimento sobre a fisiologia da dormência em gemas e dos fatores ambientais na sua indução e liberação são ainda escassos. Alguns autores

consideram que em várias espécies destas regiões, a dormência estaria sob controle endógeno (KORIBA, 1958; MOORE, 1989), ou seria o resultado de uma interação entre fatores endógenos e exógenos (HUXLEY & VAN ECK, 1974; LONGMAN, 1978; BREITSPRECHER & BETHEL, 1990).

Não obstante, o controle da dormência tem sido atribuído a vários fatores climáticos. Início da dormência tem sido associado à seca sazonal (ALVIM, 1964; HOPKINS, 1970 a), ao fotoperíodo (NJOKU, 1964; HOPKINS, 1970 a,b), e a baixas temperaturas noturnas (LONGMAN, 1969). A retomada do crescimento tem sido correlacionada com o decréscimo da temperatura seguido de aumento (JEFFERS & BOALER, 1966), aumento do fotoperíodo (HOPKINS, 1970 a; FRANKIE *et al.*, 1974), seca seguida de aumento da disponibilidade hídrica (SALE, 1970), maior disponibilidade hídrica (OPLER *et al.*, 1976) e fogo (HOPKINS, 1970 b; COUTINHO, 1976).

O processo de dormência assegurando a sobrevivência das espécies adquire grande significado em regiões periodicamente secas como as extensas áreas de cerrado em regiões tropicais. A grande maioria destas áreas está sob a ação de um clima tropical típico: quente e úmido com estação chuvosa de verão e com invernos secos e tépidos (REIS, 1971). A estação seca estende-se por 4 a 6 meses (RIZZINI & HERINGER, 1961), sendo a média de precipitação nos meses mais secos de 10 a 30 mm (EITEN, 1971). Nestas condições, muitas espécies procuram temporariamente, abrigo dentro do solo, protegendo-se da seca, das temperaturas elevadas na superfície e do fogo que ocorre com frequência nestas áreas, no final do período seco (RAWITSCHER & RACHID, 1946).

Segundo RAWITSCHER (1948), a vegetação natural do cerrado é composta quase que exclusivamente de plantas perenes. Muitas destas espécies são herbáceas cuja principal característica fenológica é a existência de uma longa fase de repouso ou dormência. Estas espécies são hemicriptófitas ou geófitas cujos órgãos aéreos sazonais são renovados a cada ano; suas partes subterrâneas perenes (bulbos, rizomas ou xilopódios), persistem neste estágio latente até o início do novo ciclo de atividade na estação chuvosa (MONASTERIO & SARMIENTO, 1984). Dentre estes

órgãos subterrâneos predominam os xilopódios que constituem um tipo especial de estrutura subterrânea formados, geralmente, pela junção da raiz primária com o hipocótilo. São lignificados, de consistência extremamente dura e de forma bastante variável. Situam-se superficialmente na parte mais seca do solo e são providos de água e reservas alimentares que permitem sua sobrevivência na estação seca (RAWITSCHER & RACHID, 1946; RIZZINI & HERINGER, 1961). Uma das mais notáveis características do xilopódio é seu poder gemífero. As gemas formam-se na parte superior do órgão e desenvolvem-se periodicamente dando origem a novas partes aéreas (RIZZINI & HERINGER, 1961; RIZZINI, 1965).

No cerrado da Reserva Biológica de Mogi-Guaçu, onde este trabalho foi realizado, a abscisão foliar e a morte dos ramos de brotamento das espécies perenes evidenciam-se a partir de maio e têm seu máximo em julho e agosto. Após a abscisão foliar ou coincidindo com ela, ocorre uma fase de paralização das atividades de crescimento que caracteriza o período de dormência. De uma maneira geral, a dormência inicia-se em maio coincidindo com a época de diminuição da pluviosidade, da temperatura e do comprimento do dia (MANTOVANI, 1983). Em princípio, todos estes fatores podem estar envolvidos com a indução da dormência. Para a grande maioria das espécies nesse cerrado, a brotação e o reinício do crescimento evidenciam-se a partir de setembro e outubro. Nestes meses ocorrem aumentos acentuados na precipitação média mensal e nas médias de temperatura (MANTOVANI, 1983). Da mesma forma, estes fatores, assim como o aumento do fotoperíodo que ocorre nesta época, podem estar envolvidos com a quebra da dormência e com a retomada do crescimento.

Uma das questões interessantes sobre a dormência em xilopódios no cerrado é a que diz respeito à disponibilidade hídrica para a brotação. O início da dormência nestes órgãos coincide com o início da seca. Pode-se supor que a restrição hídrica determine a ausência de brotação e neste caso estaríamos diante de um processo de quiescência, como sugere BERRIE (1985) para gramíneas em regiões quentes e secas. No entanto, é relevante a observação de vários autores de que a brotação em várias espécies antecede as primeiras chuvas (RAWITSCHER &

RACHID, 1946; RAWITSCHER, 1948; RIZZINI & HERINGER, 1961; FERRI, 1983).

Segundo RAWITSCHER e RACHID (1946) o conteúdo de água nos xilopódios é consideravelmente alto mesmo durante o período seco. Segundo os autores, este alto conteúdo de água é que permite a brotação na primavera, antes da queda das primeiras chuvas.

Assume-se frequentemente que os fitormônios desempenham um papel principal na regulação da dormência. Com exceção de auxinas para as quais existem poucas evidências (LEOPOLD & KRIEDMANN, 1975; POWELL, 1987), praticamente todos os demais grupos de fitormônios têm sido associados, de uma forma ou de outra, com o período prolongado de dormência durante estações desfavoráveis para o crescimento (WAREING & SAUNDERS, 1971; LEOPOLD & KRIEDMANN, 1975; WAREING & PHILLIPS, 1981; SALISBURY & ROSS, 1981; BERRIE, 1985; POWELL, 1987; MOORE, 1989).

Estudos sobre as variações nos níveis endógenos dos fitormônios têm mostrado que, em várias espécies, o conteúdo de giberelinas e citocininas diminuem durante o desenvolvimento da dormência e aumentam durante a sua quebra, sendo o oposto observado com relação ao ácido abscísico (WAREING & PHILLIPS, 1981; MOORE, 1989). Por outro lado, aplicações de substâncias promotoras de crescimento como giberelinas, citocininas e etileno podem, em muitos casos, quebrar a dormência das gemas, enquanto ABA tem um efeito inibidor na brotação (ABELES, 1973 *in* BERRIE, 1985; SALISBURY & ROSS, 1981; WAREING & PHILLIPS, 1981; POWELL, 1987).

Todas estas evidências sugerem que dormência envolve a participação tanto de substâncias promotoras quanto de inibidoras do crescimento. No entanto, como foi salientado recentemente por POWELL (1987) e MOORE (1989), muitos trabalhos são necessários ainda para elucidar o mecanismo da regulação hormonal da dormência.

Gomphrena prostrata Mart., a espécie utilizada neste trabalho, é um subarbusto perene da família Amaranthaceae, com cerca de 30 cm de altura. O sistema subterrâneo é constituído por um xilopódio espessado, lenhoso, não ramificado e superficialmente dotado de várias gemas. Segundo SIQUEIRA (1985),

esta espécie ocorre somente nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, ocupando áreas de cerrados e campos rupestres. Esta espécie já foi estudada por HANDRO (1964, 1966,) e por ESTELITA-TEIXEIRA & HANDRO (1984), que verificaram aspectos da anatomia, estrutura foliar, venação e nutrição mineral das plantas.

O objetivo deste trabalho foi estudar a dormência em xilopódios de plantas jovens e adultas de *Gomphrena prostrata* Mart., dando ênfase a influência de fatores ambientais como disponibilidade hídrica, temperatura e fotoperíodo, tanto na indução como na liberação da dormência.

Tratando-se de uma planta de cerrado e partindo-se do pressuposto que períodos de atividade e dormência estão profundamente relacionados com as variações climáticas, procurou-se caracterizar o período de dormência determinando seu início, duração e término em plantas desenvolvendo-se no cerrado, correlacionando os dados obtidos com as variações climáticas na região. O envolvimento de substâncias reguladoras do crescimento foi investigada procurando discriminar, entre os diferentes grupos de fitormônios, aqueles que pudessem estar envolvidos com o processo.

2. MATERIAL E METODOS

2.1. Material biológico

Foram utilizadas sementes e plantas de *Gomphrena prostrata* Mart. coletadas em áreas de Campo Cerrado na Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi-Guaçu. Esta reserva situa-se entre 22^o15'S, 47^o8'W, no município de Mogi-Guaçu, Estado de São Paulo.

2.2. Obtenção de dados climáticos

Os dados climáticos foram obtidos dos Boletins do Departamento de Água e Energia Elétrica da Secretaria de Obras e Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Estes dados foram coletados na Estação Hidrometeorológica da Campininha, situada a 22^o15'S, 47^o8'W, na altitude de 600m, na Estação Experimental de Mogi-Guaçu. Valores do fotoperíodo para a latitude de 23^o39'S foram fornecidos pelo Instituto Astronômico e Geofísico de São Paulo.

2.3. Germinação das sementes

Sementes de *G. prostrata* foram coletadas de plantas no cerrado a partir da primeira frutificação que ocorre em novembro, e colocadas para germinar em placas de Petri com duas folhas de papel de filtro umedecidas com água destilada. As sementes foram mantidas em câmaras de germinação a 30^oC sob luz contínua. A contagem das sementes germinadas foi feita diariamente, considerando-se como germinação a protrusão da radícula. Para estabelecer-se a curva de germinação utilizaram-se 5 repetições de 150 sementes.

2.4. Fenodinâmica, curva de crescimento das plantas jovens e teor de umidade em xilopódios

Cerca de 750 sementes germinadas foram plantadas em sacos plásticos perfurados contendo terra de cerrado, e mantidos em casa de vegetação durante os primeiros 30 dias de desenvolvimento. Após este período, as plantas jovens foram replantadas em uma área de 60m² de cerrado na Reserva Biológica de Mogi-Guaçu. Para a determinação da fenodinâmica, uma sub-amostra de 40 plântulas foi numerada com estacas e o desenvolvimento acompanhado semanalmente observando-se a senescência, ocorrência de floração ou brotação de gemas nos xilopódios.

Amostras de 10 plantas jovens da população foram coletadas a cada 20 dias após a germinação, durante o período de dezembro a julho. O método de coleta consistiu em remoção, com auxílio de pá e enxada, da planta e da terra adjacente colocando-as imediatamente em vasos para o transporte até o laboratório, de forma a evitar a desidratação. Nestas amostras foram feitas observações morfológicas do xilopódio, sob lupa, verificando-se a presença e o número de gemas, assim como determinações da massa de matéria fresca e seca da parte aérea e subterrânea separadamente. Massa da matéria seca foi determinada após secagem do material em estufa a 80^oC até a estabilização da massa.

O teor de umidade nos xilopódios foi determinado com base na massa de matéria fresca (BEWLEY & BLACK, 1982) de acordo com a expressão:

$$(\text{Massa fresca} - \text{Massa seca} / \text{Massa fresca}) \times 100. \text{EE}$$

2.5. Análise morfológica e anatômica do xilopódio de plantas em desenvolvimento

Para o estudo morfológico e anatômico dos xilopódios de *Gomphrena prostrata* foram utilizadas amostras de 5 plantas crescendo sob condições naturais no cerrado, nas idades de 40,

80, 100 e 140 dias de desenvolvimento. Estas plantas foram observadas a fresco ou fixadas em ácido fenoxiacético (FAA 50) e posteriormente mantidas em etanol a 70%.

Foram feitas secções transversais e longitudinais à mão livre com auxílio de lâmina de barbear comum, ou em micrótomo rotatório "Reichert". O material seccionado em micrótomo foi antes submetido ao processo de desidratação em série alcoólica, passando em seguida por série xilólica, sendo então incluído em parafina (SASS, 1951). A espessura das secções variou de 10 a 15 μm , de acordo com a estrutura do órgão.

O material seccionado foi montado em lâminas semipermanentes, utilizando-se como meio de montagem gelatina glicerínada (DOP & GAUTIER, 1909) e em lâminas permanentes montadas com Bálsamo do Canadá (JOHANSEN, 1940). A coloração utilizada foi Hemalumen de Mayer (modificado)/Safranina (SASS, 1951), ou então Safranina/Azul de Astra (GERLACH, 1939).

Os desenhos de natureza morfológica foram feitos com ajuda de estereomicroscópio Wild, provido de câmara clara.

As fotomicrografias foram obtidas com fotomicroscópio Carl Zeiss, modelo AXIOSCOP, utilizando-se filme Kodacolor 100 ASA.

As escalas referentes aos desenhos foram obtidas projetando-se uma régua nas mesmas condições óticas utilizadas na confecção dos desenhos. As escalas das fotomicrografias foram obtidas fotografando-se uma lâmina micrométrica e ampliando os negativos nas mesmas condições das fotomicrografias.

2.6. Capacidade de brotação de xilopódios de plantas em desenvolvimento, após a remoção da parte aérea

Amostras de plantas jovens foram coletadas, a cada 20 dias no período de janeiro a julho, seguindo a mesma metodologia e do mesmo estoque de plantas descrito no item 2.4. Após a remoção da parte aérea com tesoura, as plantas foram mantidas em casa de vegetação com o substrato permanentemente úmido. A porcentagem de plantas que brotaram e o número de gemas que

brotaram por xilopódio foram contados diariamente, comparando-se os resultados com amostras de plantas intactas. A disposição superficial das gemas permitiu a contagem de todas as gemas que brotaram. Utilizaram-se 10 plantas por tratamento.

O tempo médio de brotação e o respectivo desvio padrão foram determinados de acordo com LABOURIAU (1983), utilizando-se as expressões:

$$\bar{t} = \frac{\sum n_i t_i}{\sum n_i} \quad s_t = \sqrt{\frac{\sum n_i (t_i - \bar{t})^2}{(-1 + \sum n_i)}}$$

onde:

\bar{t} = Tempo médio de brotação

s_t = desvio padrão de \bar{t}

n_i = nº de gemas que brotam

nos intervalos t_{i-1} — t_i

t_i = tempos de brotação

2.7. Efeito de fatores ambientais na floração e brotação em xilopódios de plantas jovens em desenvolvimento

Para estes experimentos foram selecionadas plantas, com gemas diferenciadas no xilopódio, aos 96 dias de idade em março. Estas plantas eram provenientes de sementes germinadas em novembro e cultivadas em vasos com terra de cerrado, sob condições ambientais de luz, temperatura e hidratação proveniente da precipitação no período. Este procedimento foi adotado para que se obtivessem plantas cujo desenvolvimento fosse análogo ao de plantas crescendo no cerrado.

2.7.1. Efeito do fotoperíodo

A partir do momento da diferenciação das gemas nos xilopódios, as plantas foram submetidas aos fotoperíodos de 10:30h, 11:30h, 12:00h, 12:30h, 13:30h e fotoperíodo natural. Em todos os tratamentos fotoperiódicos, com exceção do fotoperíodo natural, as plantas receberam 8 horas diárias de luz natural em casa de vegetação sendo posteriormente transferidas para câmaras escuras. A complementação luminosa correspondente a cada fotoperíodo foi feita com lâmpada fluorescente, sendo a

intensidade, ao nível das plantas, de $1,6 \text{ uE.m.}^{-2}\text{s}^{-1}$.

A terra nos vasos foi irrigada até a capacidade de campo a cada 5 dias, mantendo-se uma disponibilidade hídrica de acordo com a figura 17 B. Utilizou-se uma amostra de 8 plantas por tratamento. As observações foram feitas semanalmente determinando-se o número de plantas que floresceram ou cujos xilopódios brotaram no período de março a julho.

2.7.2. Efeito do regime de temperatura equivalente ao período da primavera/verão.

A partir do momento da diferenciação das gemas nos xilopódios, em março, uma amostra de 10 plantas jovens foi transferida para uma câmara de crescimento Conviron mantida sob regime de temperatura de $29/17^{\circ}\text{C}$ (diurna/noturna) que corresponde, respectivamente, às médias das temperaturas máximas e mínimas no cerrado durante a primavera/verão. O Fotoperíodo foi ajustado mensalmente, simulando as condições do período de outono/inverno, variando de 12:00h a 10:30h. A terra nos vasos foi irrigada até a capacidade de campo a cada 5 dias determinando uma disponibilidade hídrica de acordo com a figura 19 B.

Como controle, uma amostra de 10 plantas foi mantida em casa de vegetação sob condições semi-naturais. Fotoperíodo variando de 12:00h a 10:36h, regime de temperatura, em média, de $27,5/13^{\circ}\text{C}$ e irrigação a cada 5 dias determinando uma disponibilidade hídrica de acordo com a figura 17 B.

Foram feitas observações semanais determinando-se o número de plantas que floresceram ou cujos xilopódios brotaram de março a junho.

2.8. Fenodinâmica de plantas adultas

Para a determinação da fenodinâmica da população de plantas adultas, foi utilizada uma amostra de 40 plantas marcadas com estacas numeradas na área de ocorrência da espécie no cerrado. As plantas foram escolhidas, ao acaso, ao longo de uma

trilha de aproximadamente 1200 metros de extensão. Nessas plantas foram feitas observações semanais no início, e posteriormente quinzenais, determinando-se o número de ramos em flor, de ramos vegetativos e de ramos com sintomas de senescência. Observava-se ainda a ocorrência de brotação de gemas axilares e de gemas dos xilopódios.

Considerou-se como fenofase de floração o aparecimento do botão floral e como fenofase de senescência o amarelecimento e dessecação de todos os ramos. Determinou-se como fenofase de brotação a presença de gemas em desenvolvimento com comprimento inferior a 0,5 cm e que, posteriormente, originavam novos ramos. As plantas foram observadas por um período de dois anos e nove meses, iniciando em janeiro de 1990 e terminando em setembro de 1992.

2.9. Capacidade de brotação de xilopódios de plantas adultas durante o ano após a remoção da parte aérea

A capacidade de brotação foi testada mensalmente em plantas adultas, coletando-se amostras de plantas vegetativas estabelecidas naturalmente no cerrado. As plantas foram coletadas junto com a terra adjacente com auxílio de pá e enxada. A seguir, foram colocadas em vasos para o transporte até o laboratório. A remoção da parte aérea foi feita com tesoura e os vasos foram irrigados diariamente. Como controle foram mantidas plantas intactas. Determinou-se diariamente o número de xilopódios que brotavam assim como o número de gemas que brotavam por xilopódio.

Utilizou-se uma amostra de 10 plantas por tratamento. O tempo médio de brotação e o respectivo desvio padrão foram calculados de acordo com LABOURIAU (1983).

No cerrado, a capacidade de brotação foi testada a cada dois meses em amostras de 10 plantas adultas selecionadas ao acaso. A remoção da parte aérea foi feita com tesoura e o número de xilopódios que brotavam, assim como o número de gemas que brotavam por xilopódio, foi contado a cada sete dias. Utilizaram-se amostras de 10 plantas intactas como controle.

2.10. Determinação do teor de umidade na camada superficial do solo no cerrado

O teor de umidade foi determinado pelo método gravimétrico (REICHARDT, 1975), na camada superficial de 15 cm de solo a cada intervalo de 15 dias entre o final da estação seca em agosto até a metade da estação chuvosa em novembro. Cinco amostras de solo, em locais determinados ao acaso, foram removidas com auxílio de uma pá e colocadas em latas de alumínio com capacidade para 950 ml. As latas foram vedadas com fita adesiva e transportadas para o laboratório onde determinou-se a massa de matéria fresca. Posteriormente as amostras foram colocadas para secar nas próprias latas, já destampadas, em estufa a 105^oC até estabilização do peso.

O teor de umidade foi determinado com base na massa de matéria seca de acordo com a expressão:

$$(\text{Massa fresca} - \text{Massa seca} / \text{Massa seca}) \times 100.$$

2.11. Determinação do teor de umidade em xilopódios de plantas adultas no cerrado.

Amostras de cinco plantas foram coletadas, ao acaso, mensalmente no cerrado, no período de agosto a novembro. Para evitar a desidratação, as plantas foram removidas com a terra adjacente com auxílio de pá e enxada e colocadas em vasos para o transporte até o laboratório. Os xilopódios foram então destacados e limpos com pincel e, após a determinação da massa da matéria fresca, as amostras foram colocadas para secar em estufa a 105^oC até a estabilização da massa. O teor de umidade foi determinado com base na massa de matéria fresca de acordo com a expressão:

$$(\text{Massa fresca} - \text{Massa seca} / \text{Massa fresca}) \times 100$$

2.12. Cultivo das plantas para os experimentos

Para se obter plantas que estivessem na mesma fase de desenvolvimento que a população no cerrado, optou-se por cultivá-las sob as condições mais naturais possíveis. Plantas coletadas no cerrado foram mantidas em vasos, com terra de cerrado, na própria Reserva ou ao ar livre nas dependências do Departamento de Fisiologia Vegetal da UNICAMP, ou ainda em canteiros previamente preparados com uma camada de 20 cm de terra de cerrado. Em todos os casos, o regime de irrigação foi a precipitação natural do período em questão com irrigação artificial somente quando se observava uma desidratação acentuada da terra nos vasos.

Para os experimentos mantidos em casa de vegetação ou câmaras de crescimento, determinava-se a fenofase de desenvolvimento das plantas no cerrado através da fenodinâmica, e utilizavam-se as plantas em estoque cuja fenofase correspondesse à da população no campo.

2.13. Regime de hidratação das plantas durante os experimentos de indução e quebra da dormência

Para estabelecer o regime de hidratação das plantas durante os experimentos, tomou-se como base a disponibilidade hídrica no cerrado durante os meses chuvosos de outubro a março e dos meses secos de abril a setembro. Para isto determinou-se a precipitação média de 1971 a 1989 no cerrado nestes dois diferentes períodos.

	Período	
	out a março	abril a set
Media da precipitação mensal no cerrado no período de 1971 a 1989	176,40 mm	51,20 mm
Valores convertidos para a área da superfície dos vasos	3380 ml	952ml

Estes valores foram então convertidos considerando-se a

área da superfície dos vasos utilizados nos experimentos, multiplicando-se o valor da precipitação pela área da superfície dos vasos.

Considerando-se que a terra nos vasos seria irrigada até a capacidade de campo a intervalos regulares, determinou-se a quantidade de água necessária para a hidratação até este ponto em amostras de 5 vasos com terra deixados para secar ao ar livre em casa de vegetação por 3 e 7 dias, obtendo-se os valores de 235 ml e 275 ml respectivamente. Considerou-se como capacidade de campo o máximo de hidratação possível sem a ocorrência de escoamento de água excedente. Adotou-se o regime de hidratação de forma que a quantidade total de água recebida pelas plantas a cada período de 30 dias, correspondesse aproximadamente aos valores médios da precipitação dos meses secos ou chuvosos respectivamente.

	durante o período chuvoso	durante o período seco
Volume de água adicionado	235 ml a cada 3 dias	275 ml a cada 7 dias
Total de água recebido a cada 30 dias	2350ml	1375ml

Como a irrigação semanal correspondente ao período seco mostrou-se na prática, insatisfatória (ocorrendo murchamento dos ramos da parte aérea), reduziu-se o intervalo de irrigação de 7 para 5 dias. As plantas passaram a receber então 1650 ml de água a cada 30 dias.

O regime de irrigação a cada 3 ou 5 dias foi utilizado para hidratar as plantas durante a primavera/verão ou outono/inverno respectivamente, nos experimentos conduzidos em casa de vegetação ou em câmaras de crescimento, e também para verificar o efeito específico da disponibilidade hídrica na indução e quebra de dormência.

Para a determinação do teor de umidade disponível para as plantas nos dois regimes de irrigação adotados, utilizou-se a seguinte metodologia:

Amostras de 5 plantas colocadas em vasos com igual volume de terra de cerrado e mantidas em casa de vegetação, foram hidratadas até que se atingisse a capacidade de campo da terra e irrigadas com igual volume de água a cada 3 ou 5 dias. As amostras foram pesadas diariamente durante 10 dias. Após este período determinou-se a massa de cada planta. As amostras de terra em cada vaso foram secas em estufa a 105°C , em latas de alumínio, até a estabilização da massa. Os valores da massa diária em cada amostra nos dois tratamentos, após a subtração da massa de cada planta e vaso correspondentes, foram utilizados para se determinar a curva de umidade disponível para as plantas em cada regime de irrigação.

Para se obter uma curva representativa dos diferentes períodos da época seca e chuvosa, o mesmo procedimento foi repetido durante os meses chuvosos de novembro, janeiro e março e durante os meses secos de abril e junho.

O teor de umidade diário nos vasos foi calculado com base na massa de matéria seca das amostras de terra.

Nos experimentos realizados em câmaras de crescimento utilizou-se a mesma metodologia para determinar o teor de umidade da terra nos vasos nas diferentes condições experimentais.

2.14. Efeito da intensidade de luz

2.14.1. Na fenodinâmica das plantas durante a primavera/verão

Plantas inicialmente na fenofase de floração e brotação, em novembro, foram mantidas sob intensidades luminosas máximas de $290 \mu\text{E.m.}^{-2}\text{s}^{-1}$ e $840 \mu\text{E.m.}^{-2}\text{s}^{-1}$, que foram obtidas colocando as plantas sob 3 e 2 telas de sombrite respectivamente. Como controle, plantas na mesma fenofase inicial foram mantidas sob exposição a luz natural ($2060 \mu\text{E.m.}^{-2}\text{s}^{-1}$).

A intensidade luminosa (radiação fotossinteticamente ativa) nas diferentes condições foi medida às 12 horas, utilizando-se o sensor de radiação de um sistema portátil de

fotossíntese LICOR modelo LI 6200. Utilizou-se uma amostra de 7 plantas por tratamento.

As plantas foram observadas semanalmente anotando-se o número de ramos vegetativos, de ramos em flor, em frutificação e de plantas em que ocorria brotação nos xilopódios.

2.14.2. Na fenodinâmica da plantas durante o outono/inverno

Plantas na fase de dormência em abril foram submetidas as diferentes intensidades luminosas descritas no item anterior. Utilizou-se uma amostra de 7 plantas por tratamento anotando-se o número de plantas que floresciam e de plantas em que ocorria brotação das gemas nos xilopódios.

2.14.3. Na brotação dos xilopódios após a quebra da dormência através da remoção da parte aérea

Plantas na fase de dormência em abril, após a remoção da parte aérea com tesoura, foram colocadas sob as diferentes condições de intensidade luminosa descritas no item 2.14.1. Foram feitas observações diárias anotando-se o número de xilopódios que brotavam e de gemas que brotavam por xilopódio.

Utilizou-se uma amostra de 7 plantas por tratamento. O tempo médio de brotação e o respectivo desvio padrão foram calculados de acordo com LABOURIAU (1983).

2.15. Efeito de fatores ambientais na indução da dormência

Nos experimentos realizados para verificar o efeito de fatores ambientais na indução da dormência, as plantas selecionadas para o início dos experimentos encontravam-se na fase de floração e brotação. Este procedimento foi adotado para se homogeneizar a amostra com relação a fase inicial de desenvolvimento, permitindo comparações não só da intensidade, como também da frequência dos eventos fenológicos que ocorrem neste período. Considerou-se como dormência a fase do ciclo anual

das plantas caracterizada por ausência de floração e brotação periódica que ocorre durante a estação seca. Em contrapartida, considerou-se como fase ativa, ou de ausência de dormência, a que ocorre durante a estação chuvosa caracterizada por floração e brotação periódica.

Em todos os experimentos utilizou-se uma amostra de 10 plantas por tratamento. As observações foram feitas semanalmente anotando-se o número de ramos em flor, de ramos vegetativos, em frutificação e de plantas em que ocorria brotação das gemas nos xilopódios.

2.15.1. Efeito simultâneo das três variáveis ambientais

Plantas na fenofase de floração e brotação que ocorre em janeiro foram transferidas para o Fitotron mantido sob condições ambientais equivalentes às do período seco de outono/inverno. Fotoperíodo foi mantido em 10:40h. A temperatura foi mantida em 26/10°C que corresponde, respectivamente, às médias das temperaturas máximas e mínimas no cerrado durante o período de abril a setembro. As plantas foram irrigadas a cada 5 dias determinando uma disponibilidade hídrica de acordo com a figura 18 B.

Como controle, plantas na mesma fenofase foram mantidas em casa de vegetação, sob condições semi-naturais de primavera/verão. Fotoperíodo variando de 13:15h a 12:12h e temperatura, em média, de 33/18°C. As plantas foram irrigadas a cada 3 dias determinando uma disponibilidade hídrica de acordo com a figura 16 A.

2.15.2. Efeito do fotoperíodo

Plantas na fenofase de floração e brotação que ocorre em novembro foram colocadas sob fotoperíodo de 8, 10, 12, 14 horas e fotoperíodo natural em casa de vegetação. Em todos os tratamentos fotoperiódicos, com exceção do fotoperíodo natural, as plantas receberam 8 horas diárias de luz natural em casa de vegetação, sendo posteriormente transferidas para câmaras escuras. A

complementação luminosa correspondente a cada fotoperíodo foi feita com lâmpada fluorescente, sendo a intensidade luminosa ao nível das plantas de $1,6 \mu\text{E.m.}^{-2}\text{s}^{-1}$. Em todos os tratamentos as plantas foram irrigadas a cada 3 dias mantendo uma disponibilidade hídrica de acordo com a figura 16 A.

2.15.3. Efeito do regime de temperatura equivalente ao outono/inverno

Plantas na fenofase de floração e brotação, em setembro, foram transferidas para câmaras de crescimento Conviron mantidas sob regime de temperatura de $26/10^{\circ}\text{C}$ que corresponde, respectivamente, às médias das temperaturas máximas e mínimas no cerrado durante o outono/inverno. O fotoperíodo foi ajustado mensalmente acompanhando a variação do fotoperíodo natural, de 12:00h a 13:30h de setembro a janeiro e posteriormente a 12:50h em fevereiro. As plantas foram irrigadas a cada 3 dias mantendo uma disponibilidade hídrica de acordo com a figura 19 A.

Como controle foram mantidas plantas em casa de vegetação sob condições semi-naturais de primavera/verão. Fotoperíodo natural, regime de temperatura, em média de $34/16^{\circ}\text{C}$ e irrigação a cada 3 dias mantendo uma disponibilidade hídrica de acordo com a figura 16 A.

2.15.4. Efeito da disponibilidade hídrica

Plantas na fenofase de floração e brotação em novembro, foram mantidas em casa de vegetação sob condições ambientais de luz e temperatura. No tratamento, as plantas foram irrigadas a cada 5 dias, mantendo uma disponibilidade hídrica de acordo com a figura 16 B. No controle, as plantas foram irrigadas a cada 3 dias, mantendo uma disponibilidade hídrica de acordo com a figura 16 A.

2.16. Efeito de fatores ambientais na quebra da dormência.

Estes experimentos iniciaram-se a partir de abril sendo que todas as plantas selecionadas encontravam-se inicialmente vegetativas e as gemas dormentes nos xilopódios.

2.16.1. Efeito simultâneo das três variáveis ambientais

Amostras de 10 plantas foram transferidas para o Fitotron mantido sob condições ambientais equivalentes às da primavera/verão. Fotoperíodo foi mantido em 13:30h e temperatura em 29/17°C. As plantas foram irrigadas a cada 3 dias determinando uma disponibilidade hídrica de acordo com a figura 18 A.

Como controle, amostras de 10 plantas foram mantidas em casa de vegetação sob condições semi-naturais de outono/inverno. Fotoperíodo variando de 11:30h a 10:42h. Temperatura, em média, de 27,5/13°C e irrigação a cada 5 dias determinando uma disponibilidade hídrica de acordo com a figura 17 B.

Foram feitas observações semanais anotando-se o número de plantas cujos xilopódios brotavam.

2.16.2. Efeito do fotoperíodo

As plantas foram submetidas a fotoperíodos de 8h, 10h, 12h, 14h e fotoperíodo natural. Em todos os tratamentos fotoperiódicos, com exceção do fotoperíodo natural, as plantas receberam 8 horas de luz diária em casa de vegetação sendo posteriormente transferidas para câmaras escuras. A complementação luminosa correspondente a cada fotoperíodo foi feita com lâmpada fluorescente, sendo a intensidade luminosa ao nível das plantas de $1,6 \text{ uE.m}^{-2}\text{s}^{-1}$. As plantas foram irrigadas a cada 5 dias mantendo uma disponibilidade hídrica de acordo com a figura 17 B.

Utilizou-se uma amostra de 10 plantas por tratamento. Foram feitas observações semanais anotando-se o número de plantas que floresciam e o de plantas em cujos xilopódios ocorria brotação.

2.16.3. Efeito do regime de temperatura equivalente à

primavera/verão

Plantas na fase de dormência em maio foram transferidas para a câmara de crescimento Conviron mantida sob regime de temperatura de 29/17°C. O fotoperíodo foi ajustado mensalmente acompanhando a variação natural, de 11:00h a 10:40h. As plantas foram irrigadas a cada 5 dias mantendo uma disponibilidade hídrica de acordo com a figura 19 B.

Como controle foram mantidas plantas em casa de vegetação sob condições semi-naturais de outono/inverno. Fotoperíodo natural, regime de temperatura, em média, de 25,5/13°C e irrigação a cada 5 dias determinando uma disponibilidade hídrica de acordo com a figura 17 B.

Utilizou-se uma amostra de 10 plantas por tratamento. Foram feitas observações semanais anotando-se o número de plantas que floresciam e o de plantas em cujos xilopódios ocorria brotação.

2.16.4. Efeito da disponibilidade hídrica

As plantas foram mantidas em casa de vegetação sob condições ambientais de luz e temperatura. No tratamento, as plantas foram irrigadas a cada 3 dias mantendo uma disponibilidade hídrica de acordo com a figura 17 A.

No controle, as plantas foram irrigadas a cada 5 dias mantendo uma disponibilidade hídrica de acordo com a figura 17 B.

Utilizou-se uma amostra de 10 plantas por tratamento. Foram feitas observações semanais anotando-se o número de plantas que floresciam e de plantas cujos xilopódios brotavam.

2.16.5. Efeito de choques de 5°C

Nestes experimentos procurou-se simular as condições ambientais às quais as plantas são expostas em seu ambiente natural, onde as temperaturas mínimas atingem valores próximos a 5°C durante a madrugada, das 4:00 às 6:00 horas aproximadamente.

Plantas na fase de dormência em junho receberam choques

de 5^oC de 2:30h minutos de duração (das 3:30h às 6:00 horas) durante 4, 8, 12 e 16 noites consecutivas. Os tratamentos foram dados transferindo-se as plantas diariamente às 19 horas, para câmaras de crescimento Conviron mantidas à temperatura ambiente (14^oC) e programadas para 5^oC no período especificado.

Para possibilitar que todos os tratamentos se completassem ao mesmo tempo, foram transferidas inicialmente as plantas que receberam 16 noites de tratamento, sendo que a cada 4 dias iniciavam-se os tratamentos de 12, 8 e 4 noites respectivamente.

Como controle, as plantas foram mantidas em casa de vegetação sob condições ambientais com a temperatura mínima atingindo 13^oC.

Após os tratamentos as plantas foram mantidas sob condições ambientais em casa de vegetação, sendo que a temperatura mínima registrada durante o período foi de 12^oC.

Durante e após os tratamentos, as plantas foram irrigadas a cada 5 dias mantendo uma disponibilidade hídrica de acordo com a figura 17 B. Foram feitas observações diárias anotando-se o número de plantas cujos xilopódios brotavam e o número de gemas que brotavam por xilopódio.

2.16.6. Efeito das condições climáticas subsequentes ao choque

Plantas que receberam no início de julho 0 ou 4 noites consecutivas de choques de 5^oC em câmaras de crescimento, de acordo com a metodologia descrita no item anterior, foram em seguida, mantidas sob as condições ambientais do mês de julho (fotoperíodo de 10:42h e temperatura, em média, de 25/10^oC), ou transferidas para câmaras de crescimento Conviron mantidas sob condições ambientais equivalentes às do mês de agosto (fotoperíodo de 11:20h e temperatura de 27/11^oC).

Durante e após os tratamentos, a temperatura mínima registrada na casa de vegetação foi de 9^oC. Em todos os tratamentos as plantas foram irrigadas a cada 5 dias.

Utilizou-se uma amostra de 10 plantas por tratamento.

Foram feitas observações diárias anotando-se o número de plantas cujos xilopódios brotavam e o número de gemas que brotavam por xilopódio.

2.16.7. Efeito da manutenção das plantas sob temperatura noturna mínima de 17°C durante o inverno.

A ausência de temperaturas noturnas baixas durante todo o inverno foi obtida mantendo amostras de 10 plantas em casa de vegetação com sistema de aquecimento interno. Este sistema era automaticamente acionado, impedindo que a temperatura no ambiente atingisse valores inferiores a 17°C.

Foram feitas observações semanais de junho a setembro e o período de brotação, assim como o número de plantas cujos xilopódios brotaram, foram comparados com os de amostras de 10 plantas envasadas, mantidas sob condições ambientais em casa de vegetação, e de plantas sob condições naturais no cerrado.

Nos experimentos mantidos em casa de vegetação as plantas foram irrigadas a cada 5 dias.

2.17. Efeito de substâncias reguladoras de crescimento na dormência

2.17.1. Efeito da aplicação de ácido giberélico (GA_3), 6-benzilaminopurina (6-BA), ácido cloroetilfosfônico (CEPA) e ácido abscísico (ABA).

A aplicação de GA_3 , 6-BA e CEPA foi feita em plantas intactas na fase de dormência em junho, mantidas em casa de vegetação e irrigadas a cada 5 dias. ABA foi aplicado após a remoção da parte aérea das plantas.

O método de aplicação consistiu em pincelar 3 ml da solução, sobre as gemas expostas na região proximal do xilopódio, por três dias consecutivos. Foram testadas as concentrações de 10^{-3} e 10^{-5} M para cada substância. Utilizaram-se GA_3 , 6-BA e ABA da Sigma. CEPA foi aplicado na forma de ethrel da Union Carbide.

Como controle foi pincelado igual volume de água destilada sobre as gemas. Nos experimentos com GA₃, 6-BA e CEPA utilizou-se uma amostra de 7 plantas e nos experimentos com ABA, uma amostra de 10 plantas por tratamento. As observações foram feitas diariamente anotando-se o número de plantas cujos xilopódios brotavam.

2.17.2. Efeito da remoção de ápices vegetativos e remoção seguida da aplicação de ácido nafatalenoacético (NAA).

No primeiro tratamento, amostras de plantas tiveram seus ápices vegetativos removidos com auxílio de tesoura. O tratamento eliminou tanto os ápices quanto os primórdios de folhas adjacentes em expansão. No segundo tratamento as plantas tiveram seus ápices removidos seguido da aplicação, no local da remoção, de NAA em lanolina na concentração de $5 \cdot 10^{-3} M$.

Como controle foram mantidas plantas intactas e plantas cuja remoção dos ápices foi seguida da aplicação de lanolina.

Utilizou-se uma amostra de 7 plantas por tratamento. Foram feitas observações diárias anotando-se o número de plantas cujos xilopódios brotavam.

2.18. Análise estatística

O número de plantas que floresceu ou brotou em cada tratamento foi comparado empregando-se o teste de Fisher, testando-se a hipótese de nulidade de proporções iguais entre tratamentos (Gomes, 1985).

A comparação entre o número médio de gemas que brotaram em cada tratamento foi feita através de análise de variância simples seguida do teste de Tukey ao nível de 5% (Gomes, 1985)

Nos gráficos e tabelas, letras diferentes indicam valores estatisticamente diferentes com $p < 5\%$, exceto nos casos em que o nível de significância é indicado.

3. RESULTADOS

3.1. Dados climáticos na Reserva Biológica de Mogi-Guaçu.

Nas figuras 1,2 e 3 os valores de fotoperíodo e das médias de precipitação e temperatura no período de 1971 a 1989, são utilizados para caracterizar o clima no cerrado da Reserva Biológica de Mogi-Guaçu. Além disto, as médias da precipitação e da temperatura no período em questão servem como referência para se detectar possíveis diferenças entre os valores esperados (segundo a média) e os observados nos anos em que se acompanhou a fenologia da espécie no campo.

Na figura 1 observa-se que o fotoperíodo na região é máximo em dezembro atingindo 13 horas e 36 minutos. A partir daí ocorre um declínio gradativo atingindo valores inferiores a 12 horas de luz na segunda quinzena de março e o seu valor mínimo, de 10 horas e 36 minutos, em junho. A partir de julho, o aumento do fotoperíodo é também gradual, atingindo a duração de 12 horas de luz na segunda quinzena de setembro. Portanto, dias mais curtos, inferiores a 12 horas de luz, ocorrem a partir da segunda quinzena de março até a primeira quinzena de setembro. Dias mais longos, superiores a 12 horas de luz, ocorrem a partir da segunda quinzena de setembro até a primeira quinzena de março.

Na figura 2 observa-se que o período seco estende-se em média, de abril a setembro coincidindo, portanto, com a época de ocorrência de dias mais curtos. O período chuvoso inicia-se em outubro estendendo-se até março, coincidindo com a época de ocorrência de dias mais longos. Com relação à média da precipitação no período de 1971 a 1989, o ano de 1990 apresentou períodos secos mais pronunciados nos meses de maio e junho e um período de precipitação bem abaixo da média nos meses de novembro e dezembro. No ano de 1991, o período chuvoso estendeu-se até abril com a precipitação atingindo valores bastante acima da média nos meses de março e abril. Este período foi seguido por uma seca rigorosa de maio a setembro com os valores de precipitação bastante abaixo da média. Como no ano anterior, a

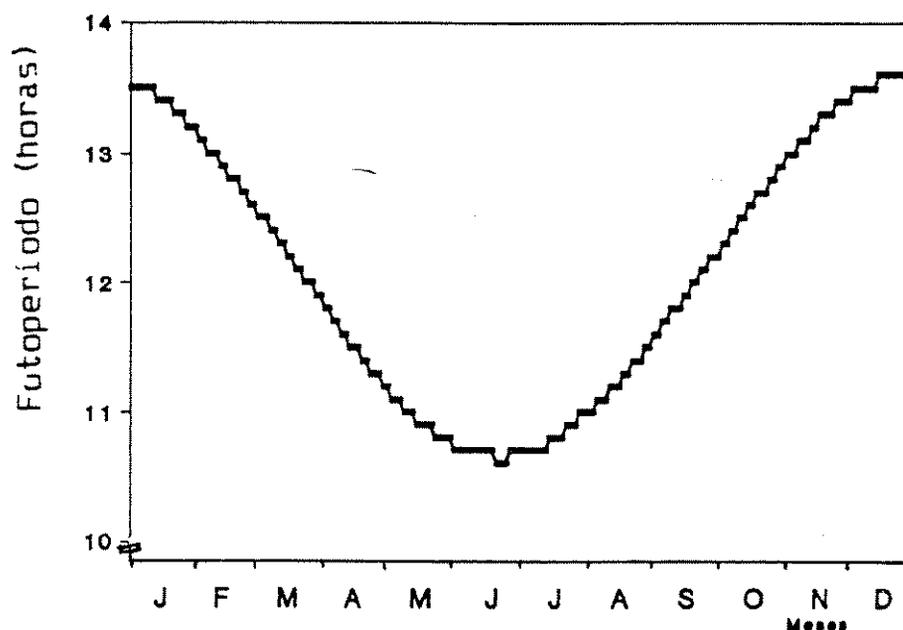


Fig. 1: Fotoperíodo teórico mensal para a latitude de $23^{\circ} 39'$ Sul
 Fonte: Instituto Astronômico e Geofísico - SP.

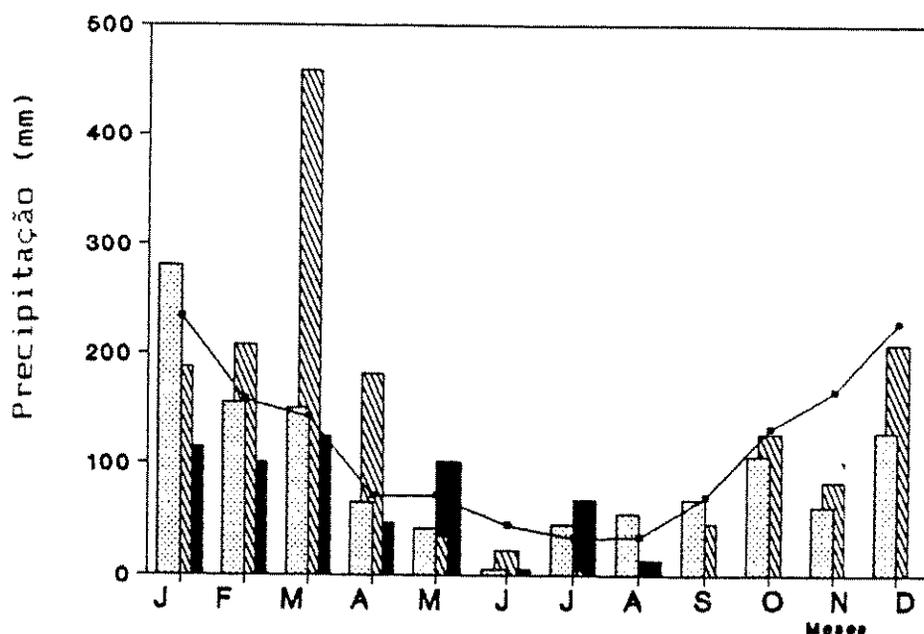


Fig. 2: Precipitação mensal no cerrado da Reserva Biológica de Mogi-Guaçu, São Paulo.

ano de 1990
 ano de 1991
 ano de 1992
 Média dos índices mensais de 1971 a 1989

precipitação em novembro esteve bastante abaixo da média. No ano de 1992, a precipitação esteve bastante abaixo da média nos meses de janeiro e fevereiro. Durante a estação seca, a precipitação esteve acima da média nos meses de maio e julho e abaixo da média nos demais meses.

Na figura 3 observa-se que o período de temperaturas mais baixas coincide com a estação seca e dias mais curtos, extendendo-se de abril a setembro. As temperaturas mais elevadas, que coincidem com a estação chuvosa e dias mais longos, estendem-se de outubro a março.

No ano de 1990 os meses de março, abril, outubro, novembro e dezembro foram mais quentes que a média enquanto que nos meses de julho, agosto e setembro as temperaturas máximas e médias mensais estiveram abaixo dos valores de referência (figura 3 A). Na figura 3B observa-se que as temperaturas no ano de 1991 mostram poucas diferenças com relação as médias do período de 1971 a 1989, com exceção dos meses de fevereiro e março onde as temperaturas máximas e médias mensais estiveram abaixo dos valores de referência e dos meses de outubro, novembro e dezembro onde as temperaturas máximas estiveram acima desses valores. No ano de 1992 observa-se que os meses de abril, maio e junho foram mais quentes que a média (figura 3 C).

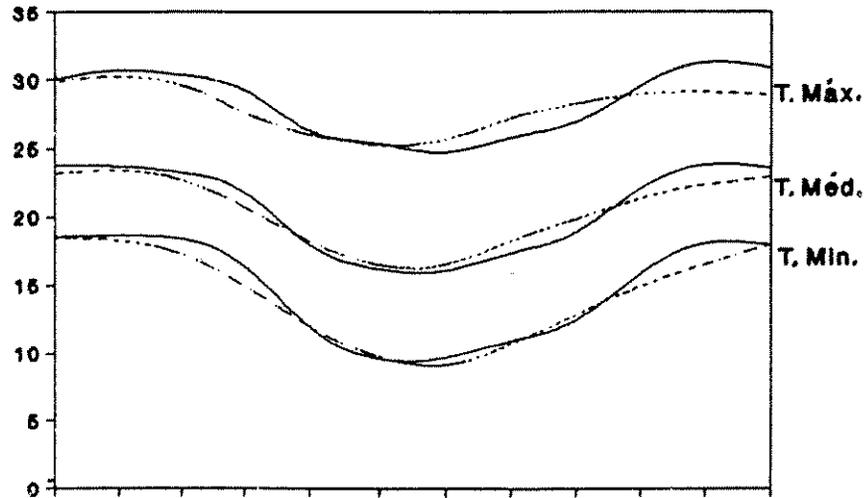
3.2. Desenvolvimento de plântulas

3.2.1. Germinação das sementes e fenodinâmica da população

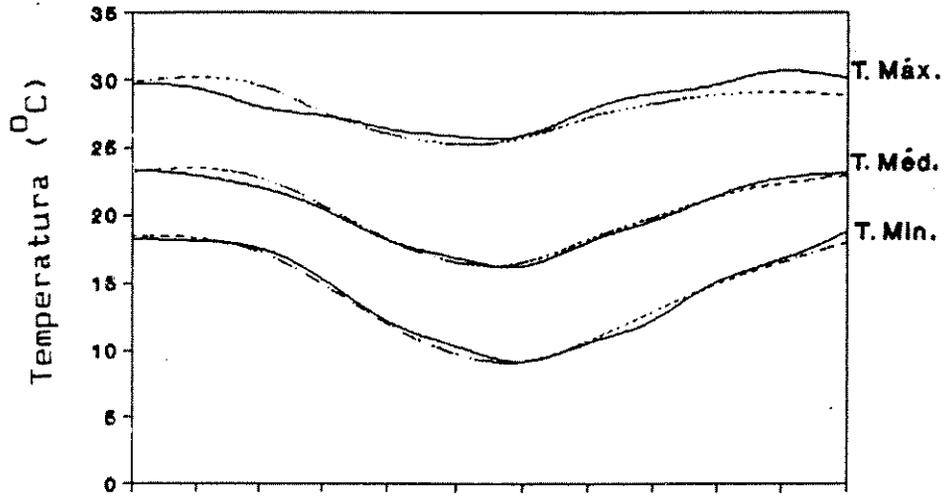
A figura 4 mostra que sementes de *G. prostrata* são quiescentes, com a germinação iniciando-se a partir do terceiro dia e atingindo cerca de 85% no décimo dia.

Na figura 5 observa-se que plantas provenientes de sementes, produzidas durante o primeiro período de frutificação em novembro, não florescem na primeira estação de crescimento de novembro a agosto. Senescência total da parte aérea ocorre somente em 10% das plantas e as gemas que se diferenciaram no xilopódio brotam em julho. As plantas florescem em setembro e

A



B



C

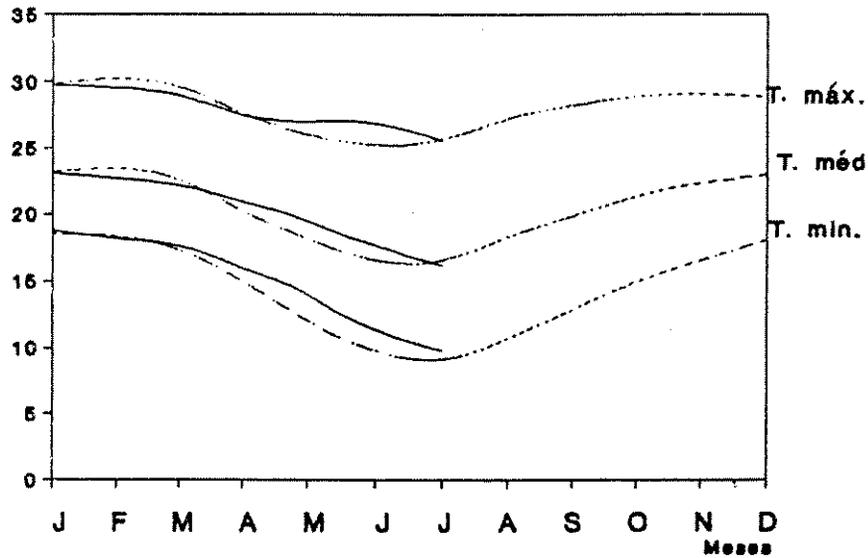


Fig. 3: Médias das temperaturas mensais no cerrado da Reserva Biológica de Mogi-Guaçu, São Paulo.

A - ano de 1990

B - ano de 1991

C - ano de 1992

— No ano especificado

--- Médias mensais de 1971 a 1989

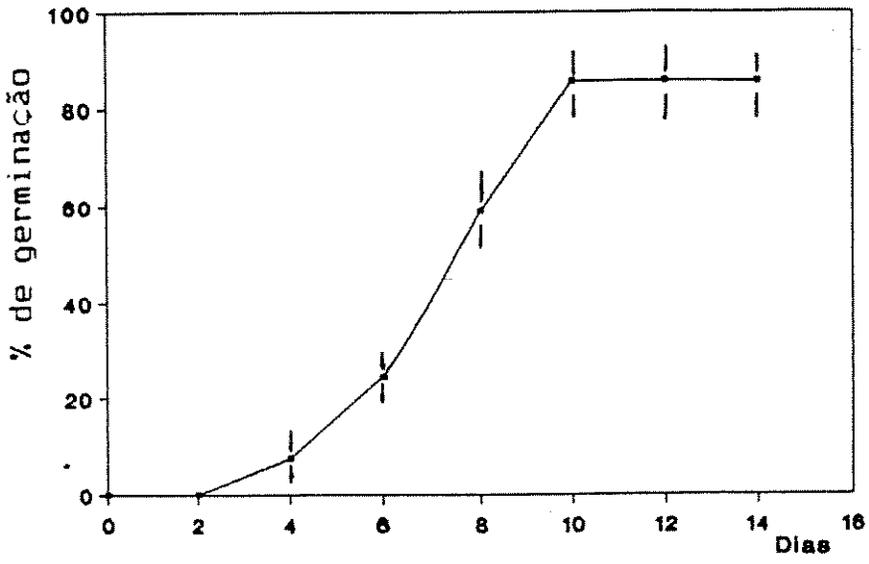


Fig. 4 : Germinação de sementes de *G. prostrata*, sob condições controladas à 30^o C

Barras verticais representam o desvio padrão da média

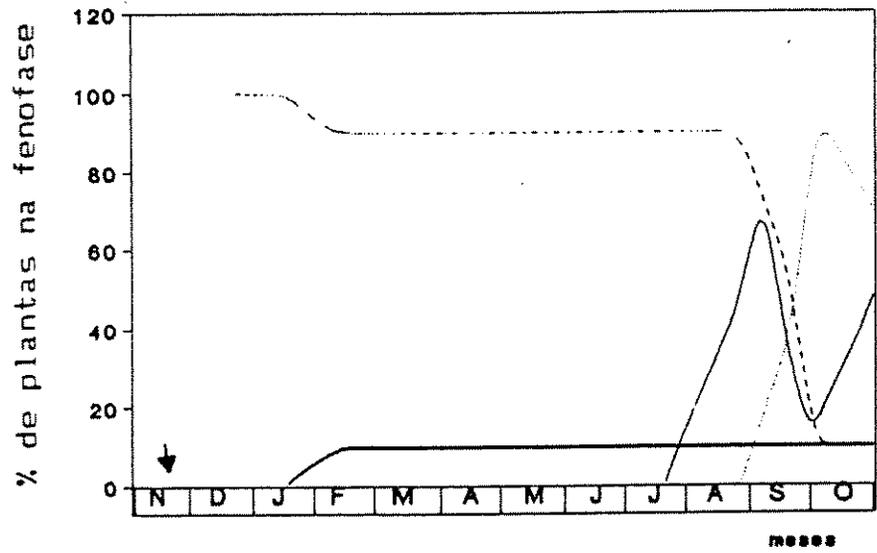


Fig. 5: Fenodinâmica de plantas jovens de *G. prostrata* crescendo no cerrado de Mogi-Guaçú, SP. durante a primeira estação de crescimento no ano de 1990

--- Crescimento vegetativo Floração — Brotação
— Senescência da parte aérea ↓ Germinação

outubro, entrando posteriormente em uma nova fenofase de brotação.

3.2.2. Crescimento, diferenciação de gemas e teor de umidade em xilopódios.

Na figura 6 observa-se que as plantas jovens, crescendo sob condições naturais no cerrado, atingem cerca da metade da massa de matéria seca máxima da parte subterrânea (raiz e xilopódio) em março, no final do período chuvoso, após cem dias de crescimento. Nesta fase, quando a parte aérea das plantas já atingiu a sua máxima massa de matéria seca, ocorre quebra da dominância apical com a liberação das gemas axilares (somente gemas axilares do cotilédone são liberadas) e diferenciação das gemas no xilopódio. O crescimento da parte subterrânea continua durante a estação seca com o xilopódio atingindo sua máxima massa de matéria seca após cento e quarenta dias, em abril. Durante este período, novas gemas diferenciam-se atingindo uma média de 5 gemas por xilopódio em maio, após cento e sessenta dias de desenvolvimento.

Na figura 7 observa-se que o teor de umidade em xilopódios durante este período é inicialmente alto com cerca de 83% de umidade. Observa-se um declínio gradativo, a medida que aumenta a massa de matéria seca do órgão, atingindo 66% de umidade em abril e mantendo-se neste nível durante a estação seca até o mes de julho, onde se reduz a 59% de umidade.

3.2.3. Morfologia e anatomia do xilopódio durante o desenvolvimento

Desde muito cedo (aproximadamente 8 dias após a germinação), o sistema subterrâneo de *G. prostrata* apresenta um entumescimento da região correspondente ao hipocótilo e à base da raiz primária que, com o desenvolvimento posterior, dará origem ao xilopódio.

Com 40 dias de desenvolvimento, a planta jovem mede aproximadamente 7,5 cm de comprimento, sendo 6,5 cm

Tabela 3: Capacidade de brotação de xilopódios de plantas adultas de *G. prostrata* durante os anos de 90/91, após a remoção da parte aérea.

Tabela 3: Capacidade de brotação de xilopódios de plantas adultas de *G. prostrata* durante os anos de 90/91, após a remoção da parte aérea.

meses	estação chuvosa												estação seca		
	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set			
% de xilopódios cujas gemas brotam	PI 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PR 100 ^a	100 ^a	100 ^a	90 ^a	100 ^a	100 ^a	90 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	90 ^a	100 ^a	100 ^a	90 ^a	90 ^a
número médio de gemas que brotam/xilopódio	9,3 ^a	15,0 ^a	10,6 ^a	9,9 ^a	13,5 ^a	14,0 ^a	13,3 ^a	17,0 ^a	13,8 ^a	9,7 ^a	12,4 ^a	12,4 ^a	11,2 ^a	11,2 ^a	11,2 ^a
tempo médio de brotação (dias)	8,2	12,4	10,2	7,9	12,8	15,5	8,8	10,8	11,5	12,1	11,2	11,2	9,5	9,5	9,5
desvio padrão do tempo médio	3,6	3,2	4,4	3,7	3,5	4,3	3,9	4,4	3,2	5,6	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1

PI - Plantas intactas
 PR - Plantas com a parte aérea removida

As letras são utilizadas para comparação entre os valores na horizontal.

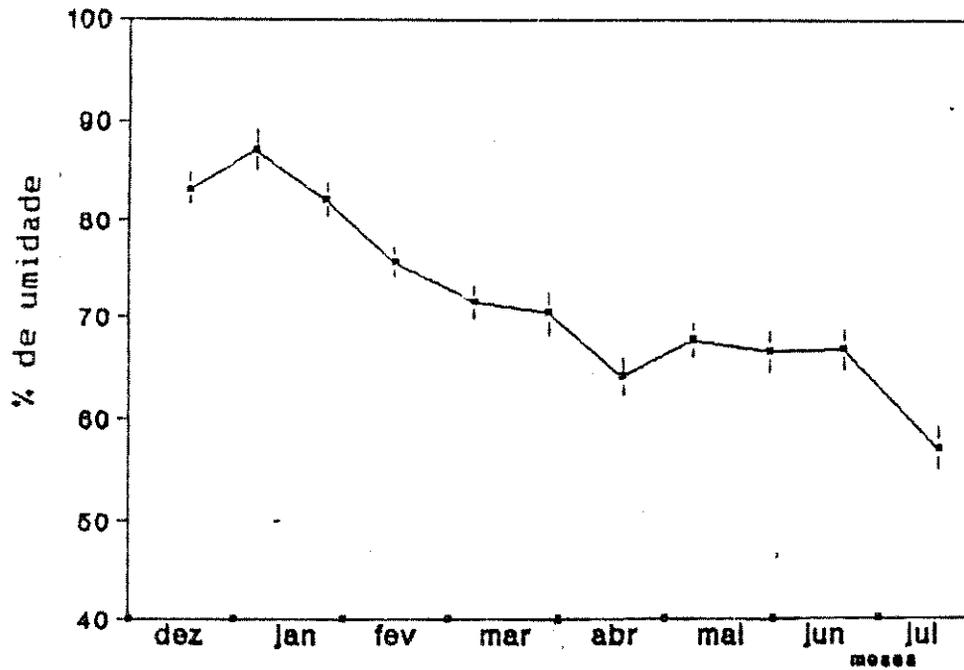


Fig. 7: Porcentagem de umidade em xilopódios de plantas jovens de *G. prostrata* crescendo no cerrado de Mogi-Guaçú, SP. durante a primeira estação de crescimento no ano de 1990.

Barras verticais representam o desvio padrão da média

correspondente à parte subterrânea formada pelo xilopódio que continua numa raiz primária pivotante com inúmeras ramificações (figura 8A).

A parte aérea apresenta entrenós muito curtos, com os cotilédones e o par de eófilos totalmente expandidos e dois pares de metáfilos. Tanto os cotilédones quanto as folhas subsequentes têm disposição oposta cruzada.

Os cotilédones são glabros, têm forma lanceolada, ápice agudo e base atenuada, com o pecíolo achatado e relativamente longo (figura 8B). Os eófilos têm o comprimento semelhante ao dos cotilédones, são pubescentes e possuem forma ovada com ápice agudo e base obtusa. O pecíolo é longo, piloso e levemente achatado (figura 8C). Os metáfilos são pubescentes, têm pecíolo curto e forma variando de ovada (figura 8D) a elíptica, ápice agudo e base obtusa (figura 8D) a atenuada.

A secção longitudinal da região apical do xilopódio com 40 dias de desenvolvimento mostra estrutura primária, embora a epiderme já tenha sido substituída por um revestimento secundário, a periderme (figura 9A). Notam-se as gemas axilares dos cotilédones (figura 9A-C), que são protegidas por longos tricomas simples, pluricelulares (figura 9A, B).

Aos 80 dias de desenvolvimento (figura 10A), o xilopódio encontra-se mais desenvolvido com inúmeras raízes secundárias finas e densamente ramificadas. As folhas cotiledonares mostram sinais de deterioração e suas gemas axilares iniciam o desenvolvimento originando ramos laterais. Nesta fase, o xilopódio ainda não apresenta gemas adventícias.

A partir dos 100 dias de desenvolvimento, inicia-se a formação de gemas adventícias no ápice do xilopódio de algumas plantas. Estas gemas surgem próximo às gemas axilares dos cotilédones e formam-se na superfície do órgão, logo abaixo da periderme, originando-se aparentemente, da desdiferenciação do parênquima cortical.

Anatomicamente a estrutura destas gemas não difere da estrutura das gemas axilares e apical do caule. O meristema apical da gema adventícia possui uma túnica formada por duas camadas de células pequenas e retangulares. Abaixo da túnica, um

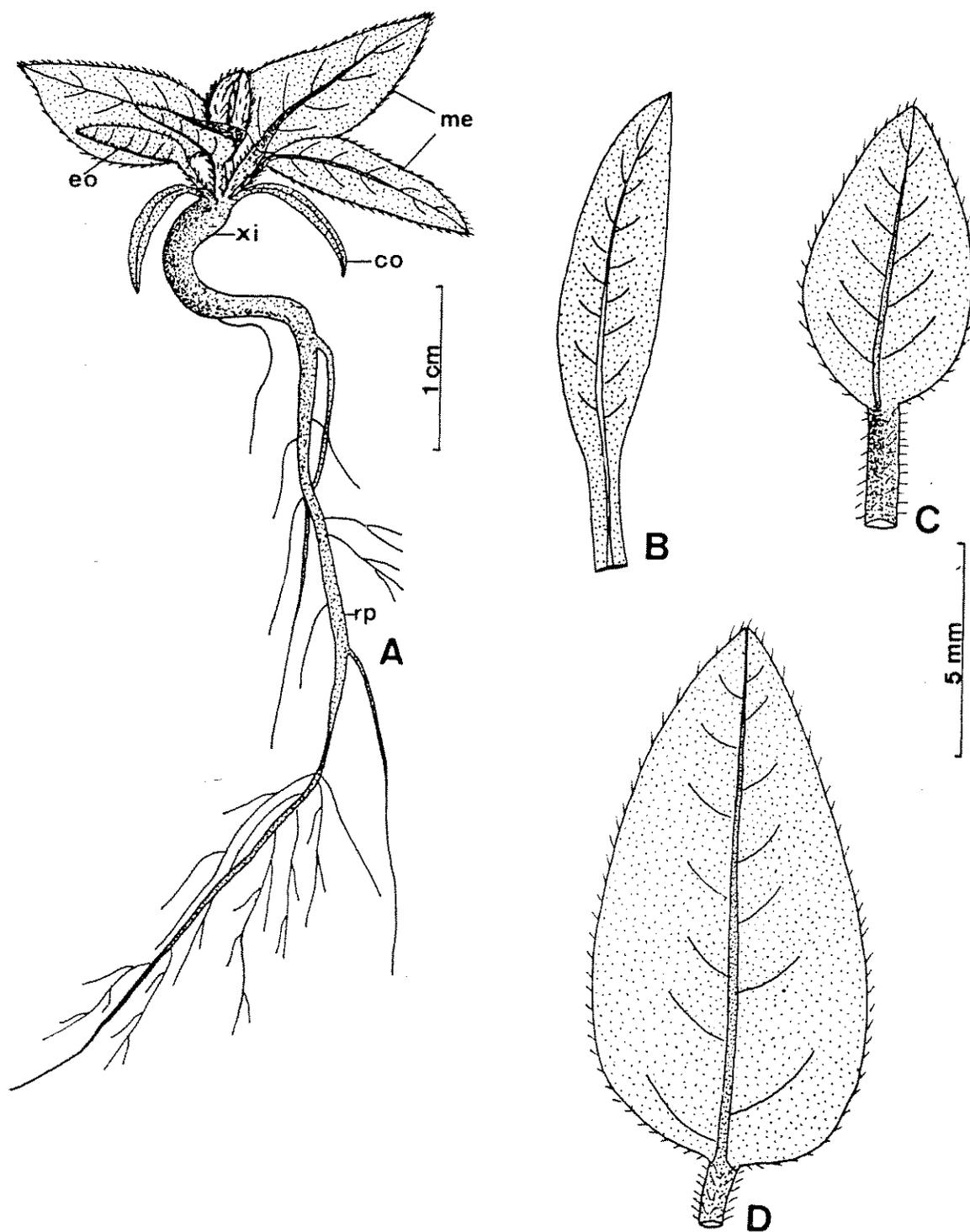


Fig. 8: Desenho de uma planta de *G. prostrata* com 40 dias de desenvolvimento

A - Vista geral da planta

B - Folha cotiledonar

C - Eófilo

D - Metáfilo

co - cotilédone; eo - eófilo; me - metáfilo; rp - raiz principal; xi - xilopódio

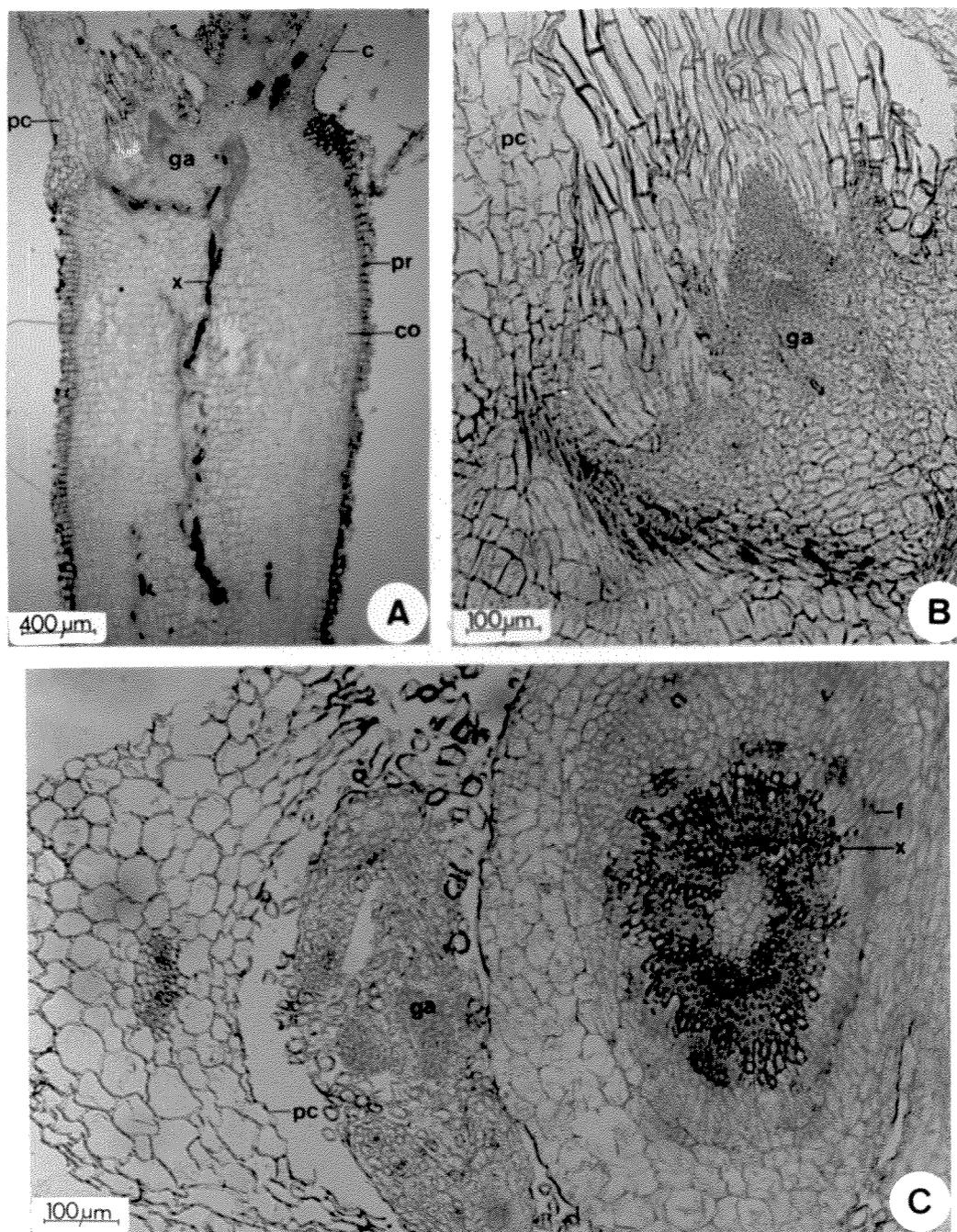


Fig. 9: Fotomicrografias de plantas de *B. prostrata* com 40 dias de desenvolvimento.

A,B - Secções longitudinais da região apical do xilopódio.
 A - Vista geral (25x); B - Detalhe da gema axilar do cotilédone (100x).

C - Secção transversal da região apical do xilopódio evidenciando o pecíolo cotiledonar, a gema axilar do cotilédone e a região basal do caule (100x)

c - caule; co - córtex; f - floema; ga - gema axilar; pc - pecíolo cotiledonar; pr - periderme; x - xilema

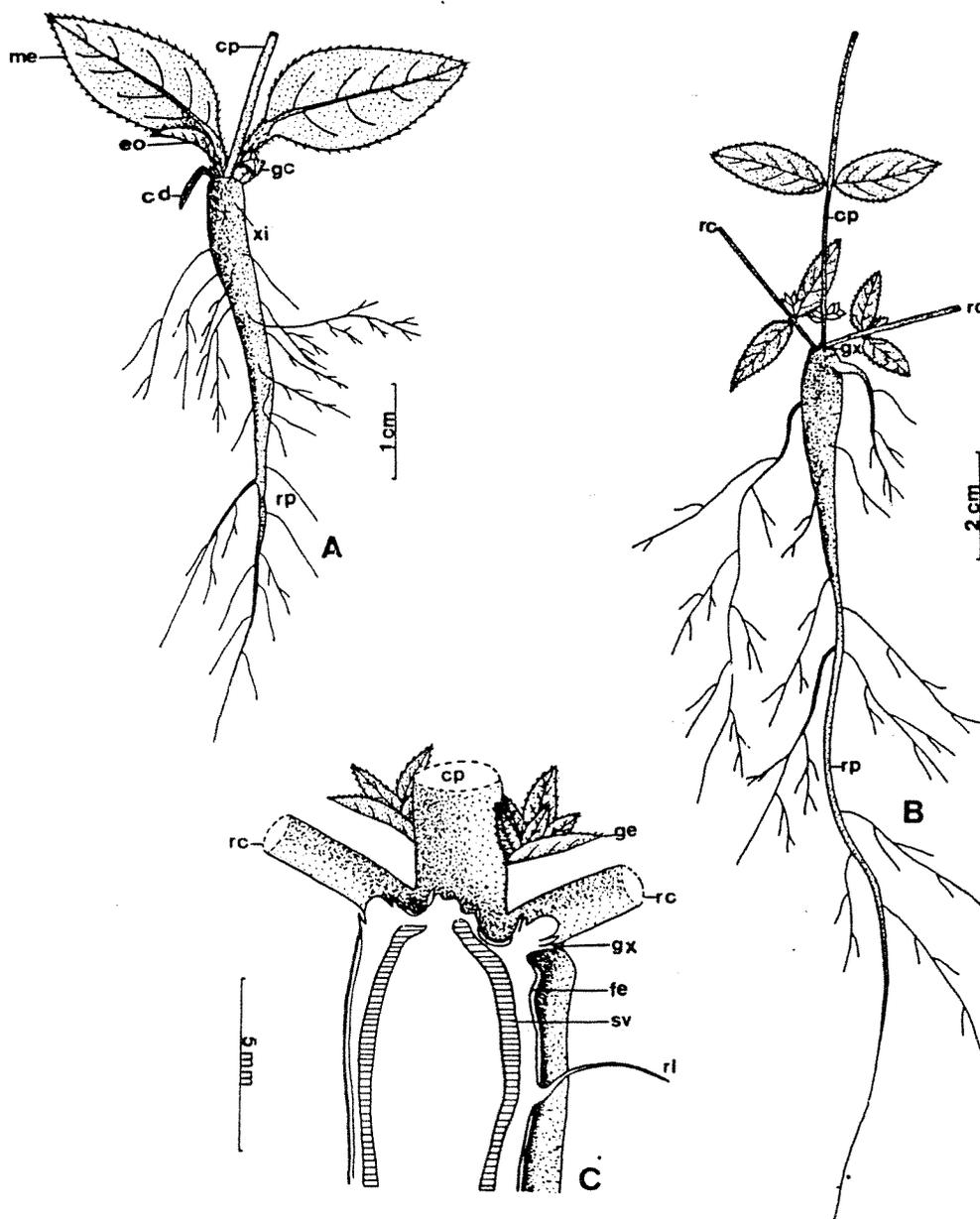


Fig. 10: Desenhos de plantas de *G. prostrata* em diferentes estádios de desenvolvimento

A - Plantas com 80 dias

B - Plantas com 140 dias

C - Diagrama da secção tangencial da região apical do xilopódio de uma planta com 140 dias, passando pelas gemas adventícias

cd - cotilédone em senescência; cp - caule principal; eo - eófilo; fe - felogênio; gc - gema axilar do cotilédone; ge - gema axilar do eófilo; gx - gema do xilopódio; me - metáfilo; rc - ramo axilar do cotilédone; rl - raiz lateral; rp - raiz principal; sv - sistema vascular; xi - xilopódio.

grupo de células irregulares constitui o corpo. Lateralmente ao corpo, surgem primórdios foliares, que se curvam sobre o meristema apical. Toda esta estrutura é recoberta por inúmeros tricomas simples pluricelulares (figura 11 A).

Com 140 dias (figura 10 B, C), os ramos laterais provenientes do desenvolvimento das gemas axilares dos cotilédones estão bem desenvolvidos. Além destes, as gemas axilares dos eofilos e metáfilos podem também brotar, originando novos ramos. No ápice do xilopódio é possível observar várias gemas adventícias. O xilopódio apresenta-se com crescimento secundário acentuado. A estrutura deste órgão é complexa (figura 11 B, C), pois apresenta crescimento secundário anômalo com vários cordões cambiais de origem parenquimática.

Em secção transversal (figura 11 B) e longitudinal (figura 11 C) observa-se que as gemas adventícias são superficiais, aparecendo como protuberâncias que rompem a periderme, e são protegidas por uma grande quantidade de tricomas. Estas gemas podem formar-se muito próximas umas das outras.

3.2.4. Capacidade de brotação das gemas nos xilopódios, após a remoção da parte aérea.

Na tabela 1 observa-se que a remoção da parte aérea estimula a brotação das gemas. Este efeito é observado a partir do momento em que as gemas se diferenciam nos xilopódios, o que ocorre em plantas com 94 dias de idade, em março. Todas as gemas presentes no xilopódio são liberadas observando-se um aumento da porcentagem de xilopódios e do número médio de gemas que brotam de março a maio. Não há diferenças com relação ao tempo médio de brotação nas diferentes idades e períodos do ano analisados.

3.3. Efeito de fatores do ambiente na floração e brotação das gemas nos xilopódios de plantas jovens, durante a primeira estação de crescimento.

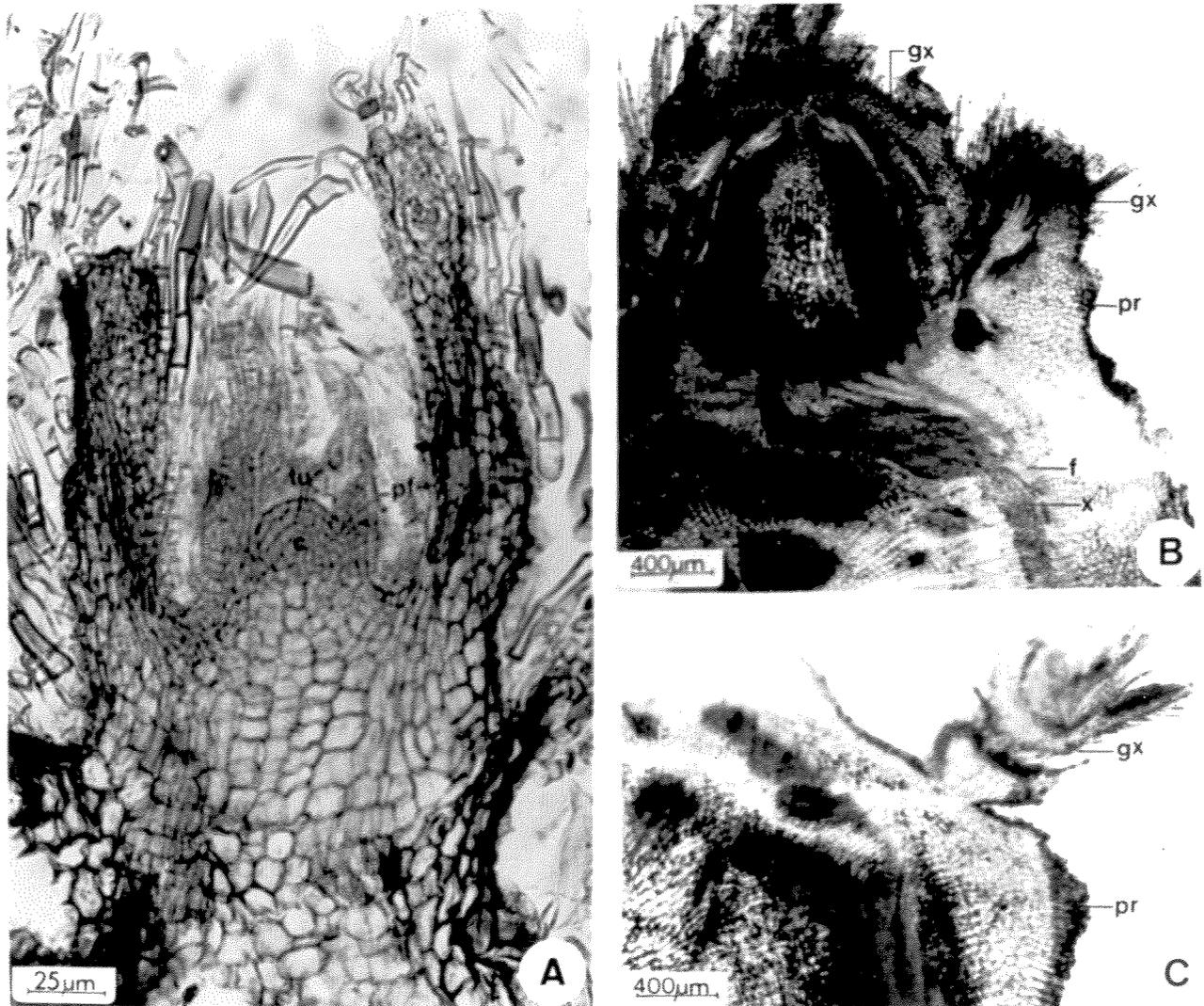


Fig. 11: Fotomicrografias de plantas de *G. prostrata* com 100 (A) e 140 (B,C) dias de desenvolvimento

- A - Secção longitudinal da região apical do xilopódio evidenciando uma gema adventícia (400x)
- B - Secção transversal da região apical do xilopódio evidenciando 2 gemas adventícias contíguas (100x)
- C - Secção longitudinal da região apical do xilopódio, passando tangencialmente a uma gema adventícia (100x)

c - corpo; f - floema; gx - gema adventícia do xilopódio; pf - primórdios foliares; pr - periderme; tu - túnica

Tabela 1: Capacidade de brotação de xilopódios de plantas jovens de *G. prostrata* durante o desenvolvimento, após a remoção da parte aérea.

meses		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
idade (dias)		60	80	94	125	162	199	214	249
% dos xilopódios cu- jas gemas brotam	PI	0	0	0	0	0	0	0	0
	PR	0 ^c	0 ^c	40 ^b	80 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a
número médio de gemas que brotam/xilopó- dócio		0,0 ^c	0,0 ^c	0,6 ^c	1,9 ^b	4,0 ^a	3,5 ^a	3,0 ^a	3,9 ^a
tempo médio de brotação (dias)		-	-	7,0	8,4	11,4	9,4	16,9	9,7
desvio padrão do tempo mé- dio		-	-	2,7	4,9	3,8	1,9	8,5	3,3

PI - Plantas intactas

PR - Plantas com a parte aérea removida

As letras são utilizadas para a comparação entre os valores na horizontal

3.3.1. Efeito do fotoperíodo

Na tabela 2 observa-se que 62,5% das plantas jovens submetidas ao fotoperíodo de 13:30h florescem, em julho. A floração é acompanhada da brotação das gemas nos xilopódios, com 62,5% das plantas brotando em julho. Sob fotoperíodo de 12:30h, 25% das plantas brotam em junho, sendo este valor não significativo quando comparado com a brotação sob fotoperíodos mais curtos.

3.3.2. Efeito do regime de temperatura equivalente ao período da primavera/verão

Na figura 12 observa-se que 50% das plantas jovens florescem e brotam quando submetidas ao regime de temperatura equivalente ao do período primavera/verão, a partir do momento da diferenciação das gemas nos xilopódios. No controle, 10% das plantas florescem e brotam.

3.4. Fenodinâmica de plantas adultas de *G. prostrata* crescendo no cerrado.

Nas figuras 13 A, B e C está apresentada a fenodinâmica de plantas adultas crescendo no cerrado durante os anos de 1990, 1991 e parte do ano de 1992 respectivamente. Observa-se um comportamento semelhante em todo o período analisado, com as plantas apresentando picos de floração e brotação periódicos durante a estação chuvosa, de outubro a março, a cada intervalo de aproximadamente 60 dias. Floração antecede ou coincide com a brotação das gemas nos xilopódios. O pico de floração e brotação em março, no final da estação chuvosa, é atenuado com uma menor porcentagem de plantas entrando na fenofase.

Durante a estação seca, de abril a setembro, as plantas não florescem e as gemas permanecem dormentes até o final de julho e início de agosto. Nesta época ocorre quebra da dormência das gemas nos xilopódios, em plantas ainda vegetativas, reiniciando o novo ciclo de atividades característico da estação

tabela 2: Efeito do fotoperíodo na porcentagem de floração (F1) e brotação (Br) de plantas jovens de *G. prostrata* durante a primeira estação de crescimento.

fotoperíodo		meses/idade (dias)								
		março		abril		maio		junho		julho
		96	115	127	149	156	170	185	197	213
fotop. natural	F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Br	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30h	F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Br	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30h	F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Br	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00h	F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0 ^b
	Br	0	0	0	0	0	0	0	0	0 ^b
12:30h	F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0 ^B
	Br	0	0	0	0	0	0	0	25	25 ^{ab}
13:30h	F1	0	0	0	0	25	25	50	62,5	62,5 ^A
	Br	0	0	0	0	0	0	25	50	62,5 ^a

As letras comparam a porcentagem final de floração (maiúsculas) ou de brotação (minúsculas) entre tratamentos.

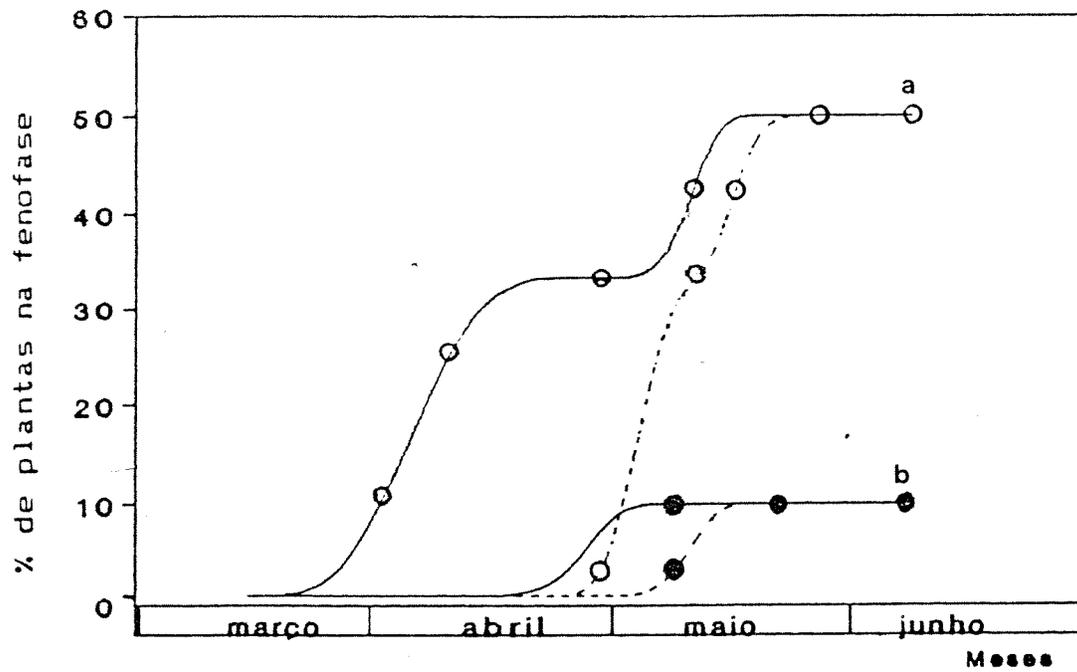


Fig. 12: Efeito do regime de temperatura equivalente a primavera/verão na floração e brotação em plantas jovens de *G. prostrata* desenvolvendo-se durante o outono/inverno

- floração --- brotação
- Temperatura equivalente à primavera/verão
- Temperatura de outono/inverno (controle)

As letras comparam a porcentagem final de floração ou de brotação entre tratamentos. Letras diferentes indicam valores estatisticamente diferentes com $p < 0,07$.

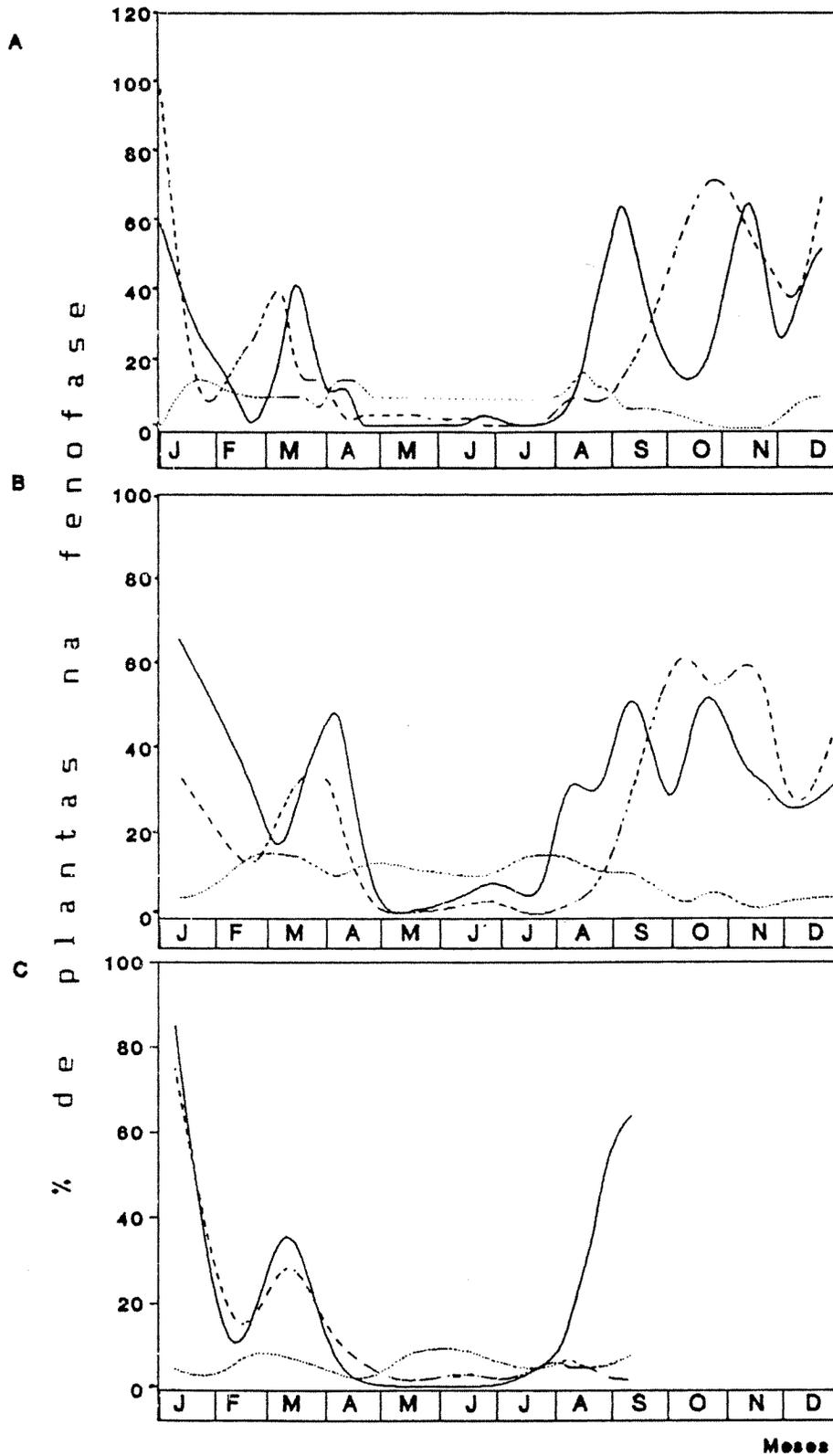


Fig. 13: Fenodinâmica de plantas de *G. prostrata* crescendo no cerrado de Mogi-Guaçu, SP.

A - no ano de 1990 B - no ano de 1991 C - no ano de 1992

--- Floração — Brotação
 Senescência da parte aérea

chuvosa.

Na figura 14 observa-se o aspecto das plantas durante a primavera/verão evidenciando a floração e início da brotação das gemas nos xilopódios.

3.5. Capacidade de brotação de xilopódios de plantas adultas em diferentes períodos do ano, após a remoção da parte aérea.

3.5.1 Experimentos em casa de vegetação

Na tabela 3 observa-se que, independente do período do ano, a remoção da parte aérea das plantas estimula a brotação nos xilopódios. Não há diferenças com relação ao número de gemas que brotam ou com o tempo médio de brotação durante todo o ano.

3.5.2. Experimentos no cerrado

Este experimento foi realizado para verificar se a eliminação da parte aérea no campo também estimularia a brotação, dado que nos experimentos anteriores as plantas eram removidas e os xilopódios hidratados diariamente. Observa-se que a eliminação da parte aérea, em diferentes períodos do ano, também induz a brotação dos xilopódios, não havendo diferenças com relação ao número médio de gemas que brotam após 14 dias da poda (Tabela 4).

3.6. Teor de umidade na camada superficial do solo e em xilopódios no final da estação seca e início da estação chuvosa.

Na figura 15 observa-se que no final da estação seca, em agosto, o teor de umidade na camada superficial do solo no cerrado, após um período de aproximadamente 23 dias sem chuvas, atinge o valor de 10%. Com o início das chuvas, em setembro e outubro, a umidade do solo aumenta atingindo valores de aproximadamente 17%. Nesta figura observa-se ainda que períodos



Fig. 14: Aspecto geral de uma planta de *G. prostrata* crescendo durante a primavera/verão, evidenciando floração e brotação das gemas no xilopódio.

Seta indica gemas brotando

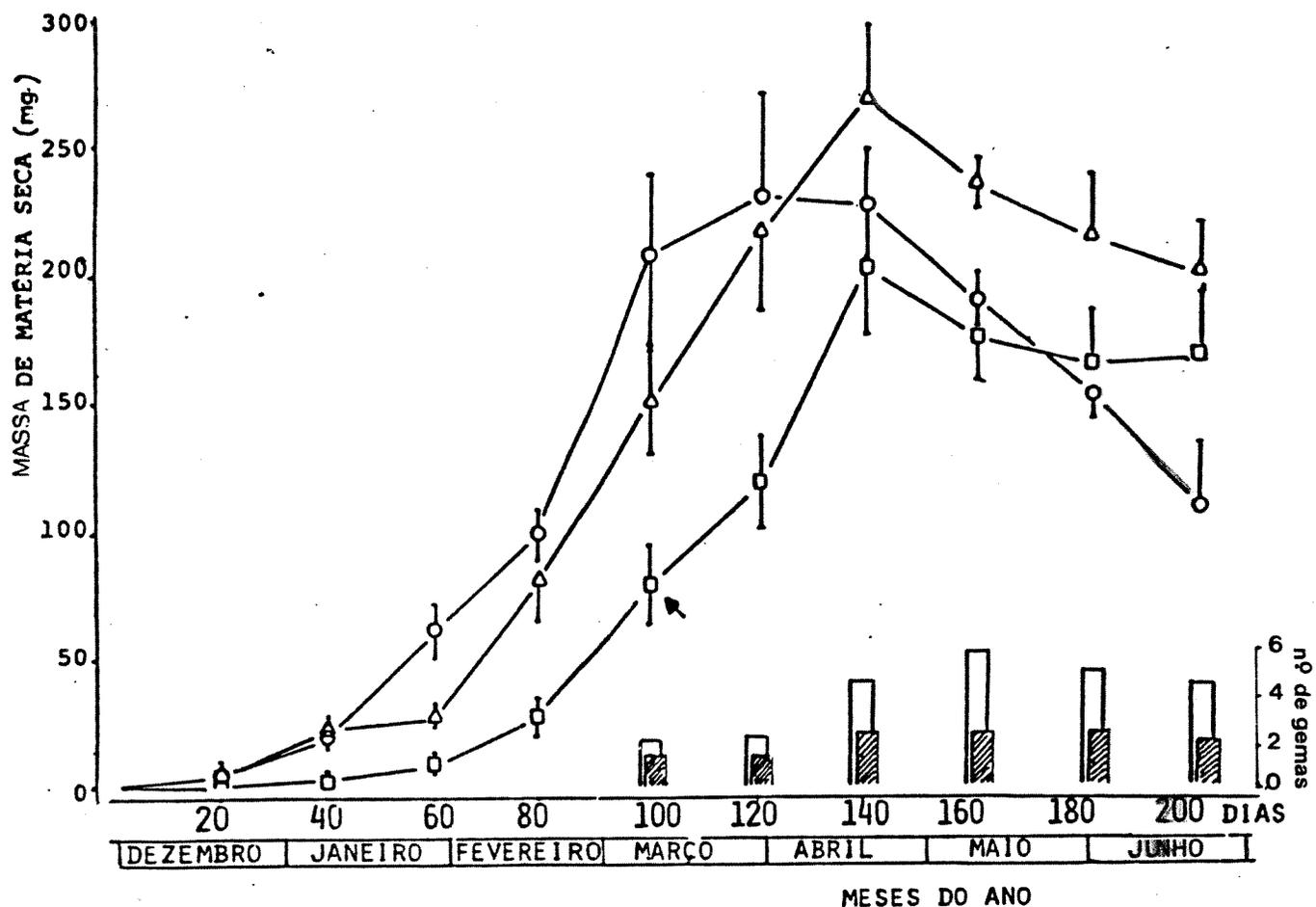


Fig. 6: Crescimento em massa de matéria seca de *G. prostrata*, brotação de gemas axilares dos cotilédones e diferenciação de gemas no xilopódio, em plantas crescidas no cerrado de Mogi-Guaçu, SP. no ano de 1990.

- parte aérea △ parte subterrânea (raiz e xilopódio)
 □ xilopódio ◻ nº médio de gemas/xilopódio
 ▨ nº médio de gemas axilares que brotam
 ⚡ diferenciação de gemas no xilopódio
 Barras verticais representam o desvio padrão da média

tabela 4: Capacidade de brotação de xilopódios de plantas adultas de *G. prostrata* durante os anos de 90/91, após a remoção da parte aérea das plantas no cerrado.

meses		set	nov	jan	mar	mai	jul
% de xilopódios cujas gemas brotam após 14 dias	PI	0	0	0	0	0	0
	PR	90 ^a	100 ^a	80 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a
numero médio de gemas que brotam/xilopódio		13,2 ^a	10,5 ^a	12,3 ^a	11,0 ^a	14,2 ^a	10,4 ^a

PI - Plantas intactas

PR - Plantas com a parte aérea removida

As letras são utilizadas para comparação entre valores na horizontal.

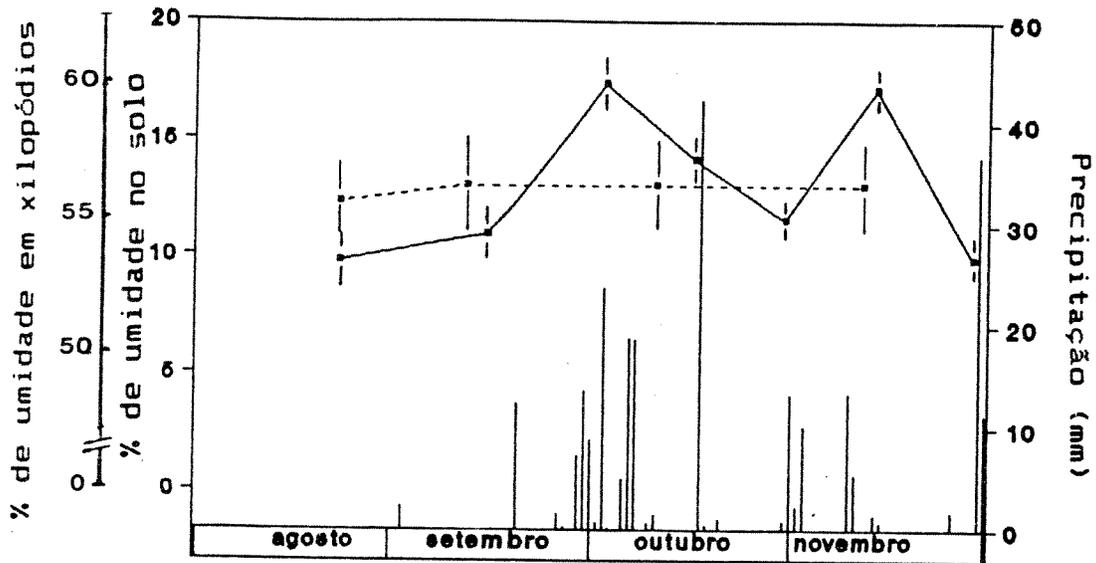


Fig. 15: Precipitação diária e teor de umidade na camada superficial do solo e em xilopódios no cerrado de Mogi-Guaçú, SP no final da seca e início do período chuvoso em 1991.

| Precipitação ◊ Solo --- Xilopódios
Barras verticais representam o desvio padrão da média

ocasionais de ausência de chuvas, por aproximadamente 15 dias, ocorrem com relativa frequência durante a estação chuvosa. Nestes casos, a umidade na camada superficial do solo pode cair a níveis próximos aos observados no final da estação seca.

O teor de umidade nos xilopódios, durante todo o período, permanece constante ao redor de 56%.

3.7. Umidade disponível para as plantas com os regimes de hidratação adotados, simulando a disponibilidade hídrica da primavera/verão ou outono/inverno, em casa de vegetação e câmaras de crescimento

Na figura 16 observa-se que, com o regime de hidratação a cada 3 ou 5 dias durante a estação chuvosa em casa de vegetação, o teor de umidade da terra nos vasos variou de 25% (capacidade de campo) a aproximadamente 15% (figura 16 A) e 8% (figura 16 B) respectivamente.

Com hidratação a cada 3 dias, a umidade mínima disponível esteve próxima à observada no cerrado durante as chuvas (17% - figura 15), indicando que as plantas não sofreram deficiência hídrica com este regime. Com hidratação a cada 5 dias, as plantas foram periodicamente submetidas a uma deficiência hídrica equivalente à observada no cerrado no final da estação seca (10% - figura 15)

Com o regime de hidratação a cada 3 ou 5 dias em casa de vegetação durante a estação seca, a umidade da terra nos vasos variou da capacidade de campo (25%) a aproximadamente 17% (figura 17 A) e 10% (figura 17 B) respectivamente, o que corresponde aos níveis de umidade observados durante as chuvas e final da estação seca respectivamente.

Resultados semelhantes foram obtidos utilizando-se os mesmos regimes de hidratação em câmaras de crescimento.

No Fitotron, com o regime de hidratação a cada 3 dias sob condições simuladas de primavera/verão, a umidade da terra nos vasos variou da capacidade de campo (24% de umidade) a aproximadamente 16% (figura 18 A). Sob condições simuladas de outono/inverno, a umidade da terra nos vasos variou da capacidade

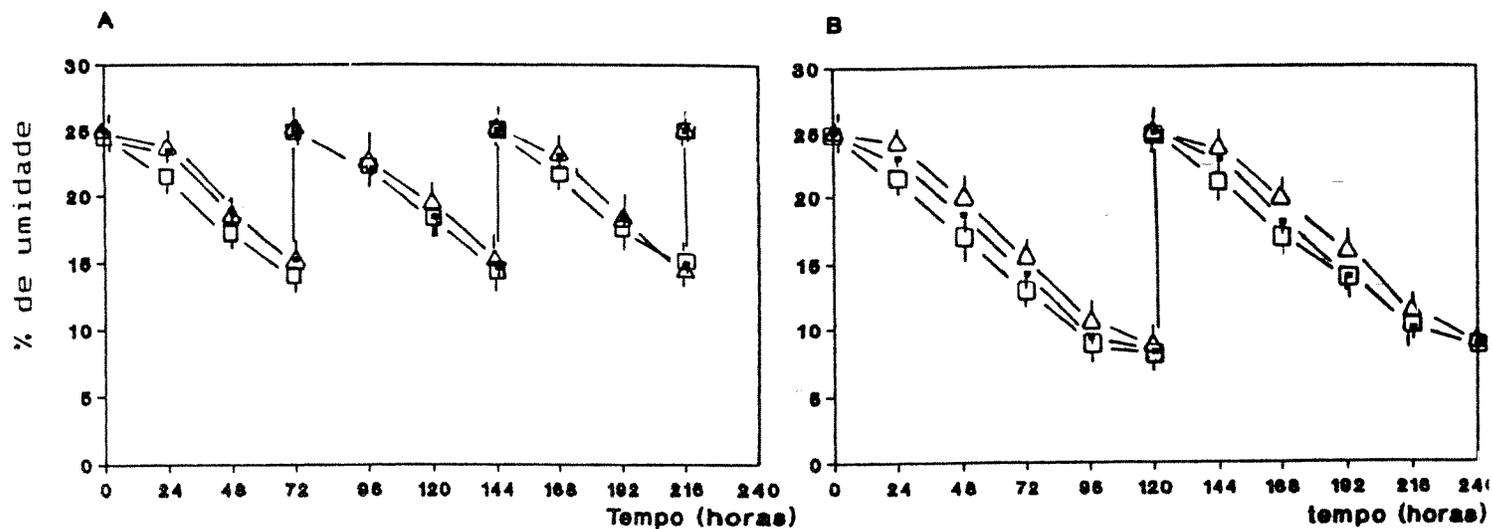


Fig. 16: Teor de umidade da terra nos vasos com hidratação a cada 3 ou 5 dias durante a estação chuvosa

A - Hidratação a cada 3 dias B - Hidratação a cada 5 dias

□ novembro □ janeiro △ março

Barras verticais representam o desvio padrão da média

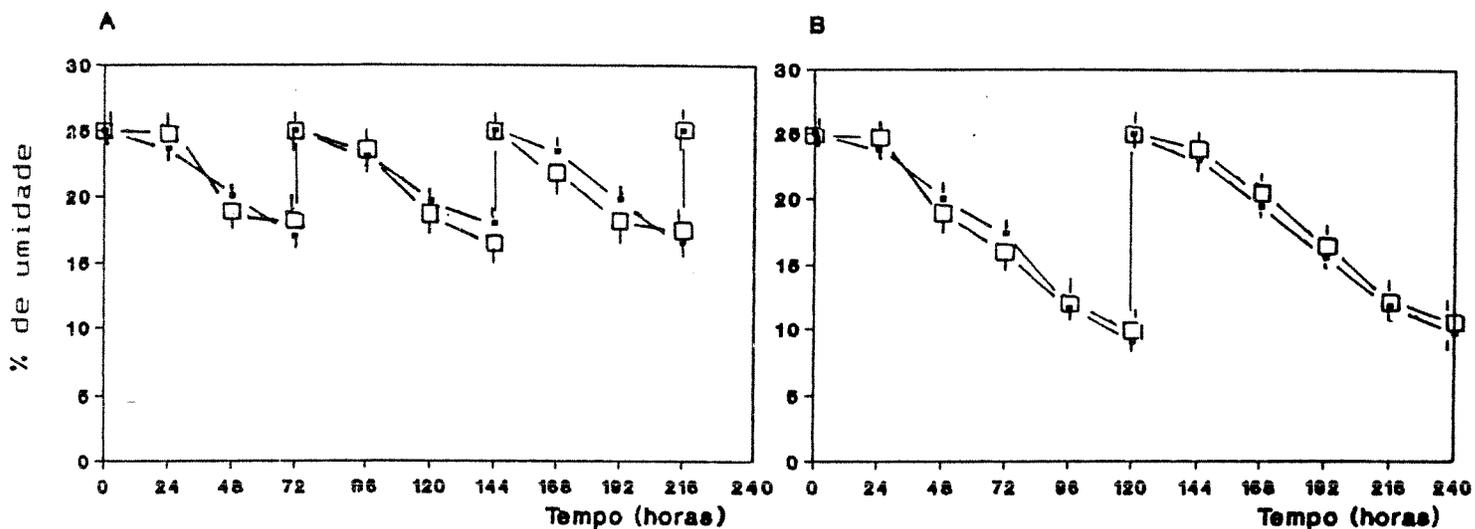


Fig. 17: Teor de umidade da terra nos vasos com irrigação a cada 3 ou 5 dias durante a estação seca

A - Hidratação a cada 3 dias B - Hidratação a cada 5 dias

□ abril □ junho

Barras verticais representam o desvio padrão da média

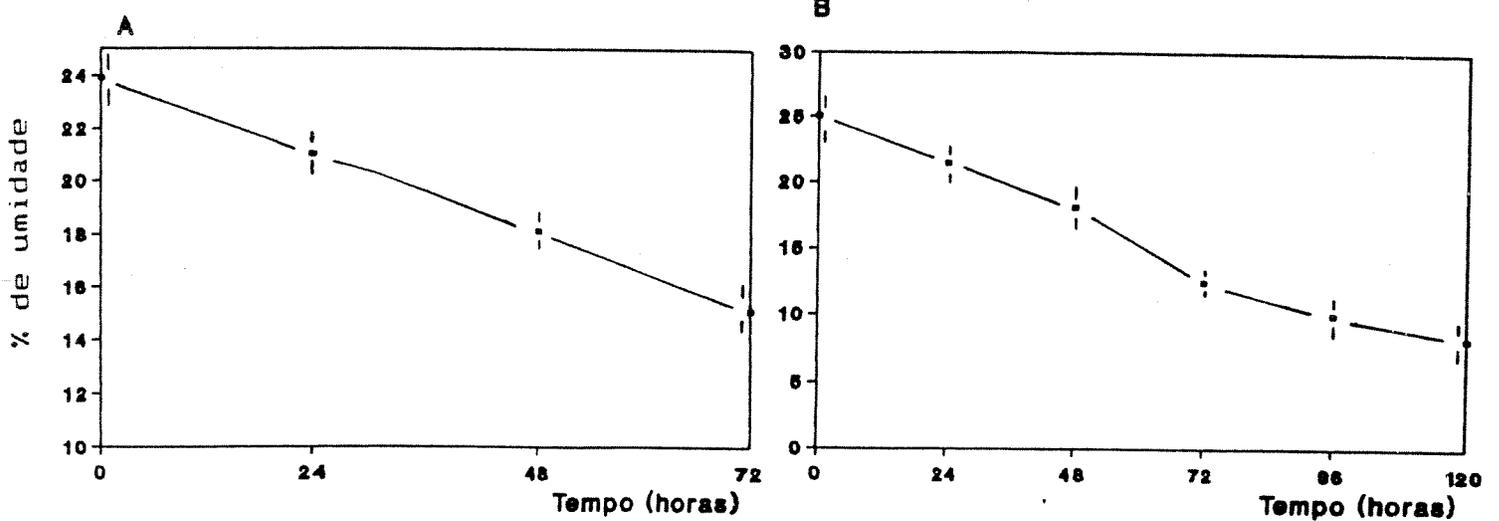


Fig. 18: Teor de umidade da terra nos vasos com hidratação a cada 3 ou 5 dias sob condições simuladas de primavera/verão ou outono/inverno respectivamente, no Fitotron

- A - Hidratação a cada 3 dias (condições de primavera/verão)
 B - Hidratação a cada 5 dias (condições de outono/inverno)
 Barras verticais representam o desvio padrão da média

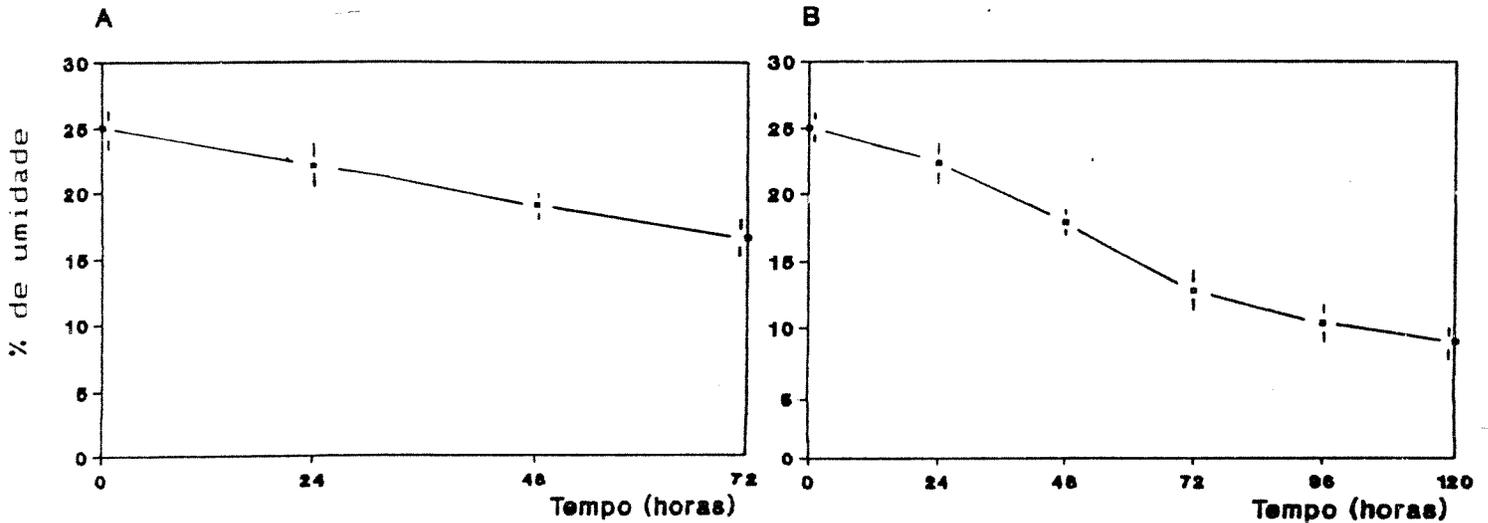


Fig. 19: Teor de umidade da terra nos vasos com hidratação a cada 3 ou 5 dias sob regime de temperatura equivalente ao outono/inverno ou primavera/verão respectivamente, em camaras de crescimento

- A - Hidratação a cada 3 dias (temperatura de outono/inverno)
 B - Hidratação a cada 5 dias (temperatura de primavera/verão)
 Barras verticais representam o desvio padrão da média

de campo (25% de umidade) a aproximadamente 10% (figura 18 B).

Em câmaras de crescimento Conviron, com hidratação a cada 3 dias sob regime de temperatura equivalente ao outono/inverno, a umidade da terra nos vasos variou da capacidade de campo (25% de umidade) a aproximadamente 17% (figura 19 A). Com hidratação a cada 5 dias sob regime de temperatura equivalente a primavera/verão, a umidade da terra nos vasos variou da capacidade de campo (25% de umidade) a aproximadamente 10% (figura 19 B).

3.8. Efeito da intensidade de luz na fenodinâmica das plantas e na brotação em xilopódios, após a remoção da parte aérea

Estes experimentos foram realizados para verificar se os eventos fenológicos que ocorrem durante a primavera/verão e outono/inverno, ou ainda a brotação dos xilopódios após a quebra da dormência, eram afetados pela redução da intensidade luminosa, uma vez que, nos experimentos conduzidos em câmaras de crescimento Conviron e no Fitotron, as plantas seriam submetidas a intensidades de luz reduzidas ($290 \mu\text{E.m.}^{-2}\text{s}^{-1}$ e $660 \mu\text{E.m.}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente), enquanto no controle as plantas seriam submetidas à intensidade de luz natural ($2060 \mu\text{E.m.}^{-2}\text{s}^{-1}$).

3.8.1. Na fenodinâmica das plantas durante a primavera/verão e outono/inverno

Na figura 20 A observa-se que a redução da intensidade luminosa para $840 \mu\text{E.m.}^{-2}\text{s}^{-1}$ ou para $290 \mu\text{E.m.}^{-2}\text{s}^{-1}$ não afeta a fenodinâmica da floração das plantas durante a primavera/verão. O mesmo resultado observa-se com relação a fenodinâmica da brotação (figura 20 B). A redução da intensidade luminosa também não afeta a fenodinâmica das plantas durante o outono/inverno. Tanto em plantas tratadas (290 e $840 \mu\text{E.m.}^{-2}\text{s}^{-1}$) como no controle ($2060 \mu\text{E.m.}^{-2}\text{s}^{-1}$) não ocorre floração ou brotação das gemas nos xilopódios.

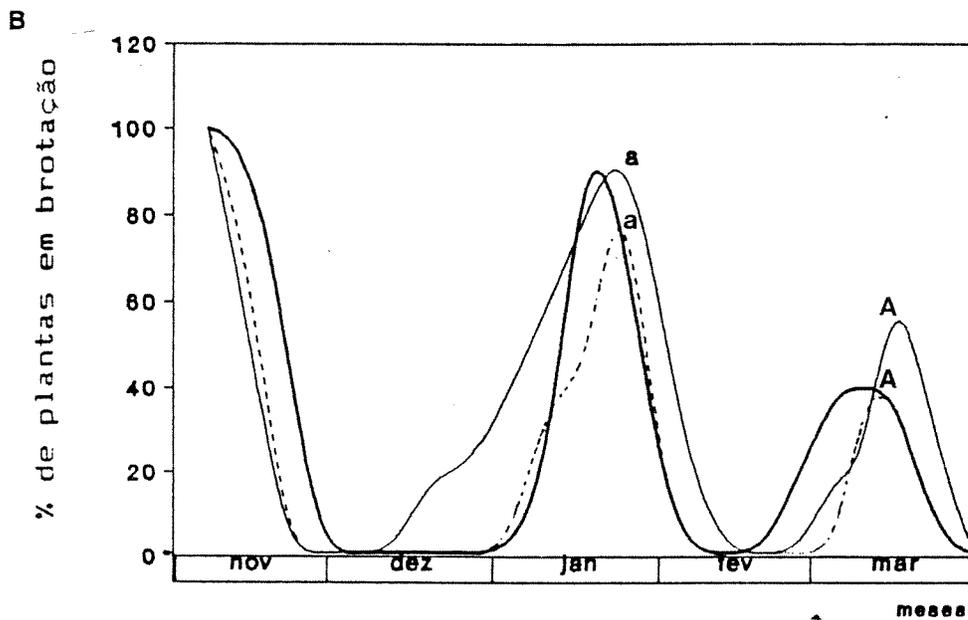
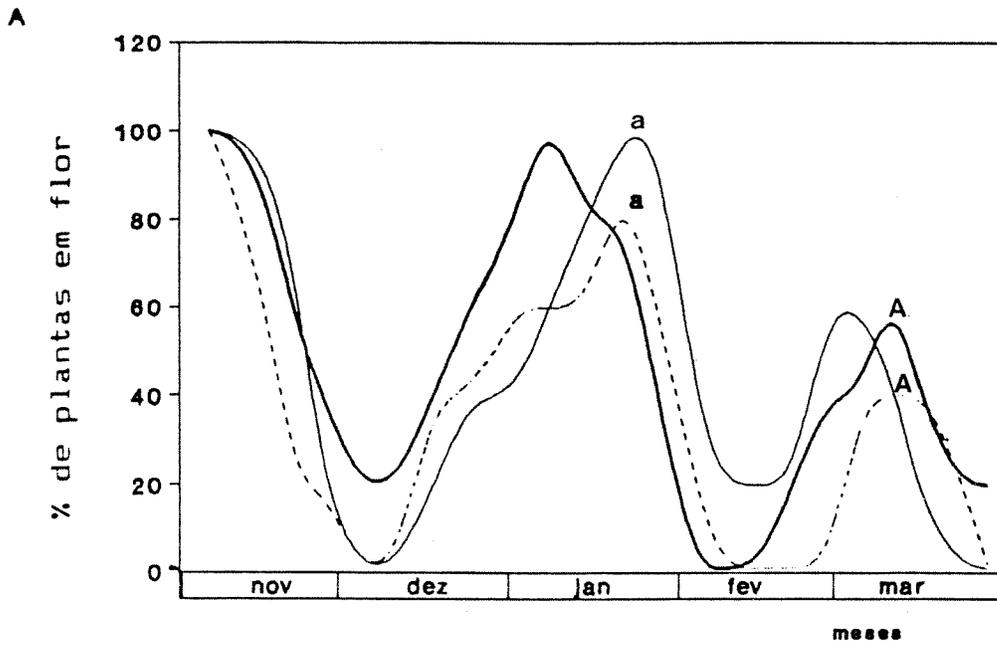


Fig. 20: Efeito da intensidade de luz na fenodinâmica da floração e brotação em plantas de *G. prostrata*

A - Floração B - Brotação
 — 2060 $\mu\text{E.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (intens. total) 840 $\mu\text{E.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ — 290 $\mu\text{E.m}^{-2}\text{s}^{-1}$
 As letras comparam a porcentagem de floração ou de brotação entre tratamentos no período.

3.8.2. Na brotação em xilopódios após a quebra da dormência através da remoção da parte aérea.

Na tabela 5 observa-se que a redução da intensidade luminosa não afeta a brotação nos xilopódios. Tanto a porcentagem, como o número médio de gemas que brotam e o tempo médio de brotação são mantidos em plantas tratadas e controle.

3.9. Efeito de fatores ambientais na indução da dormência.

3.9.1. Efeito simultâneo das três variáveis ambientais

Os experimentos sobre o efeito simultâneo das três variáveis ambientais (fotoperíodo, temperatura e disponibilidade hídrica), foram idealizados para verificar se indução e liberação da dormência são processos controlados exclusivamente por estes fatores.

Na figura 21 A observa-se que condições climáticas equivalentes ao período de outono/inverno, impostas à plantas crescendo durante o verão, induzem floração contínua nas plantas. Plantas controle, cultivadas sob condições semi-naturais de verão, mantêm o ritmo periódico de floração voltando a florescer após aproximadamente 60 dias.

A brotação das gemas no xilopódio não é afetada por este tratamento. Tanto em plantas submetidas à condições equivalentes ao período do outono/inverno como em plantas controle, os xilopódios voltam a brotar após aproximadamente 60 dias (figura 21 B).

3.9.2. Efeito do fotoperíodo

Na figura 22 A observa-se que, em plantas mantidas sob fotoperíodo de 8 e 10 horas de luz, o pico de floração em janeiro é atenuado (30% e 50% respectivamente), sendo esta redução significativa sob 8 horas de luz. Não há diferenças entre plantas submetidas ao fotoperíodo natural, 12 e 14 horas de luz que

Tabela 5 :Efeito da intensidade de luz na brotação em xilopódios de plantas de *G. prostrata*, após a remoção da parte aérea.

	intensidade de luz ($\mu\text{E.m.}^{-2}\text{s}^{-1}$)		
	290	840	2060 (intens. total)
% de xilopódios cujas gemas brotam	100	100	100
n ^o médio de gemas que brotam/xilopódio	12,8 ^a	10,4 ^a	13,3 ^a
tempo médio de brotação (dias)	9,6	11,2	8,1
desvio padrão do tempo médio	3,4	4,4	3,6

Letras comparam o n^o médio de gemas que brotam entre tratamentos.

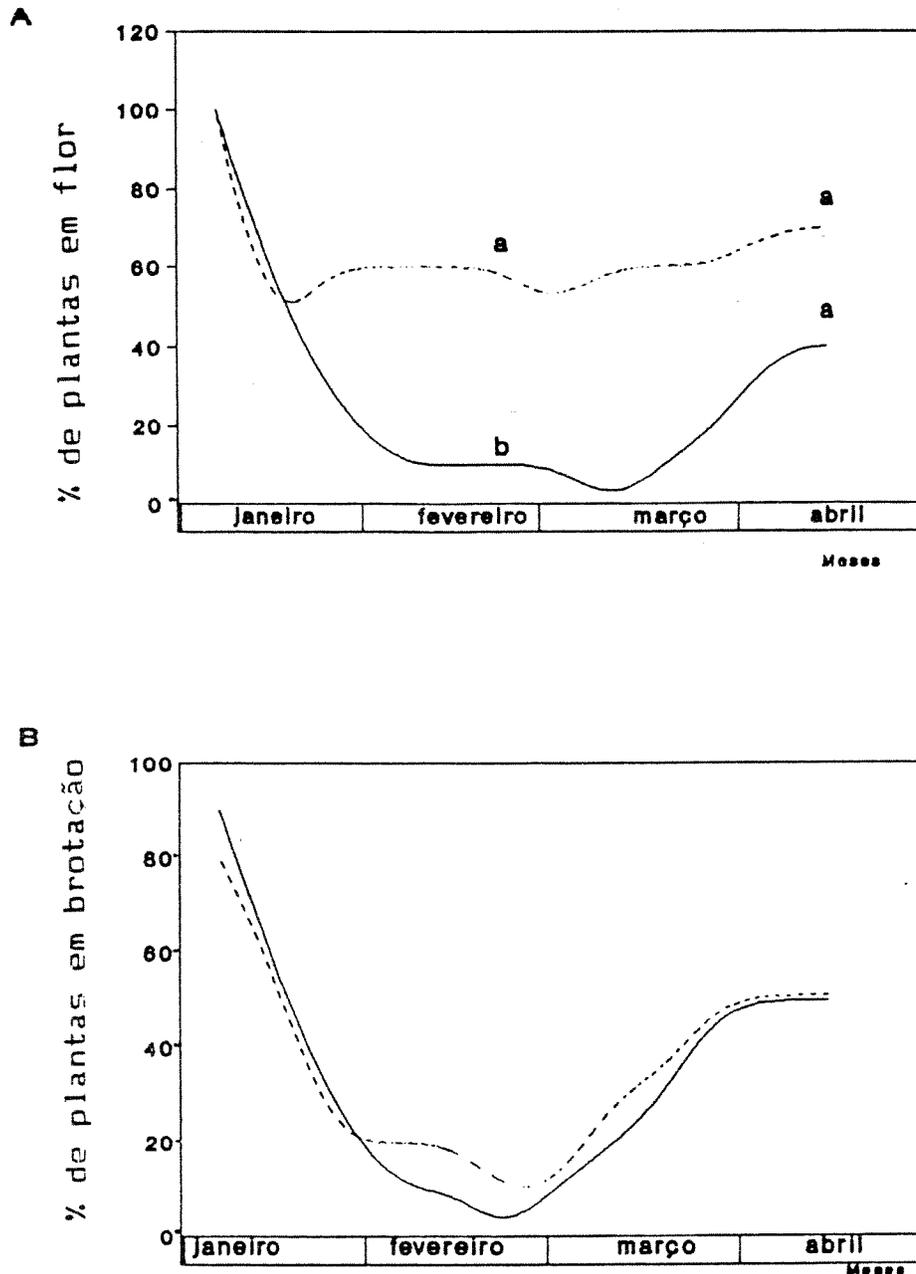


Fig. 21: Efeito das condições climáticas de outono/inverno na fenodinâmica da floração e brotação de plantas de *G. prostrata* desenvolvendo-se durante o verão

A - Floração

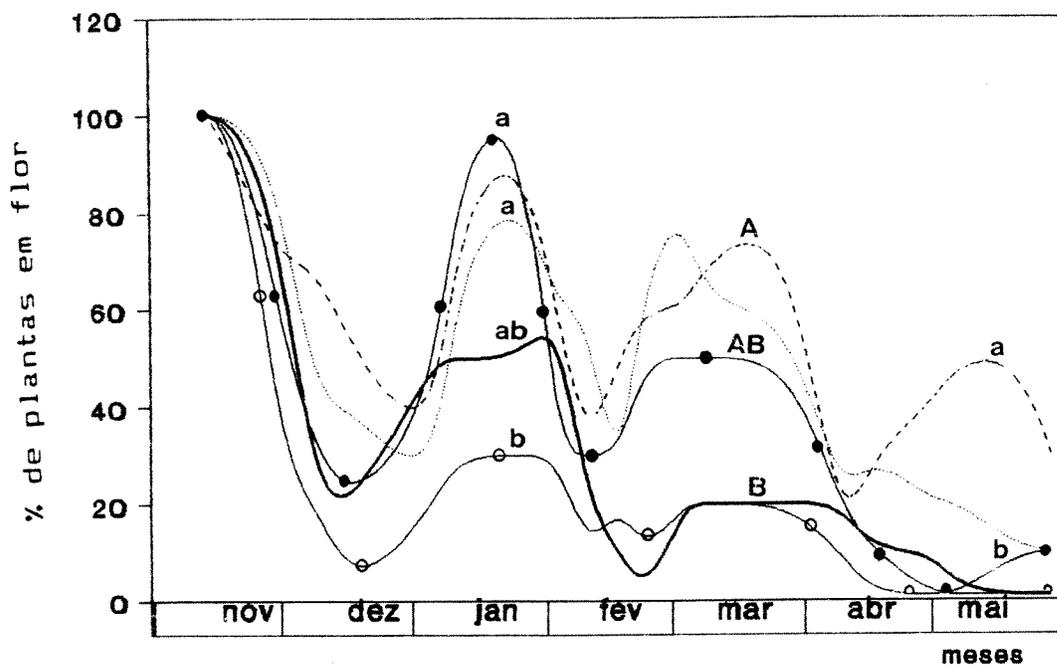
B - Brotação

---- condições climáticas de outono/inverno

— condições climáticas de verão (controle)

As letras comparam a porcentagem de floração entre tratamentos no período

A



B

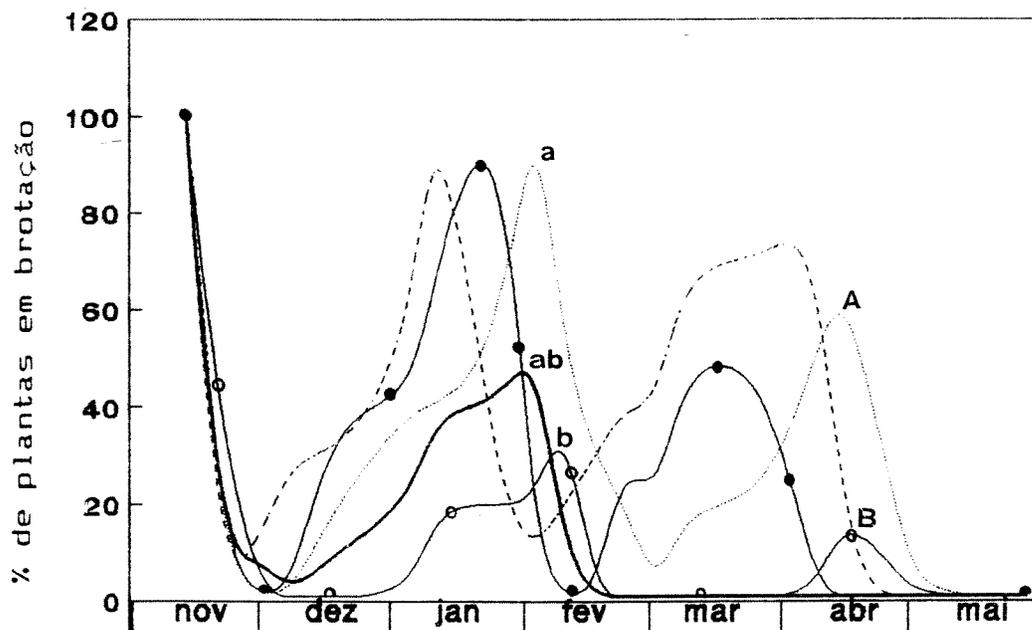


Fig. 22: Efeito do fotoperíodo na fenodinâmica da floração e da brotação em plantas de *G. prostrata*

A - Floração

B - Brotação

● Fotoperíodo natural

○ 8 horas de luz

— 10 horas

..... 12 horas

--- 14 horas

As letras comparam a porcentagem de floração ou de brotação entre tratamentos em um mesmo período

apresentam picos de floração de 100%, 80% e 90% respectivamente. Em março, plantas submetidas a fotoperíodos de 8 e 10 horas apresentam uma redução significativa no pico de floração (20%), quando comparadas com plantas sob fotoperíodos de 12 e 14 horas (80%), enquanto sob fotoperíodo natural 50% das plantas florescem. Observa-se em maio um novo pico de floração com 50% das plantas voltando a florescer sob fotoperíodo de 14 horas.

Resultado semelhante pode ser observado na figura 22 B. Em janeiro ocorre uma atenuação do pico de brotação em plantas submetidas aos fotoperíodos de 8 e 10 horas (30% e 50% respectivamente), sendo esta redução significativa sob fotoperíodo de 8 horas. Não há diferenças entre plantas submetidas ao fotoperíodo natural, 12 e 14 horas de luz com 90% das plantas brotando. Em março, por ocasião do segundo pico, plantas submetidas aos fotoperíodos de 8 e 10 horas não brotam. Embora ocorra um atraso no pico de brotação em plantas submetidas ao fotoperíodo de 12 horas, tanto neste como sob fotoperíodo de 14 horas, um número significativamente maior de plantas volta a brotar (60% e 80% respectivamente) quando comparado com plantas sob fotoperíodo de 8 e 10 horas. Sob fotoperíodo natural 50% das plantas brotam.

3.9.3. Efeito do regime de temperatura

Na figura 23 A observa-se que o regime de temperatura equivalente ao outono/inverno afeta inicialmente a fenodinâmica, induzindo floração contínua de setembro a novembro. Posteriormente, de novembro a janeiro, não há diferenças entre tratamento e controle mantendo-se tanto a intensidade como a frequência de floração.

O regime de temperatura equivalente ao outono/inverno não afeta a fenodinâmica da brotação (figura 23 B).

3.9.4. Efeito da disponibilidade hídrica

Na figura 24 A observa-se que independentemente do regime de hidratação, a fenodinâmica da floração permanece inalterada.

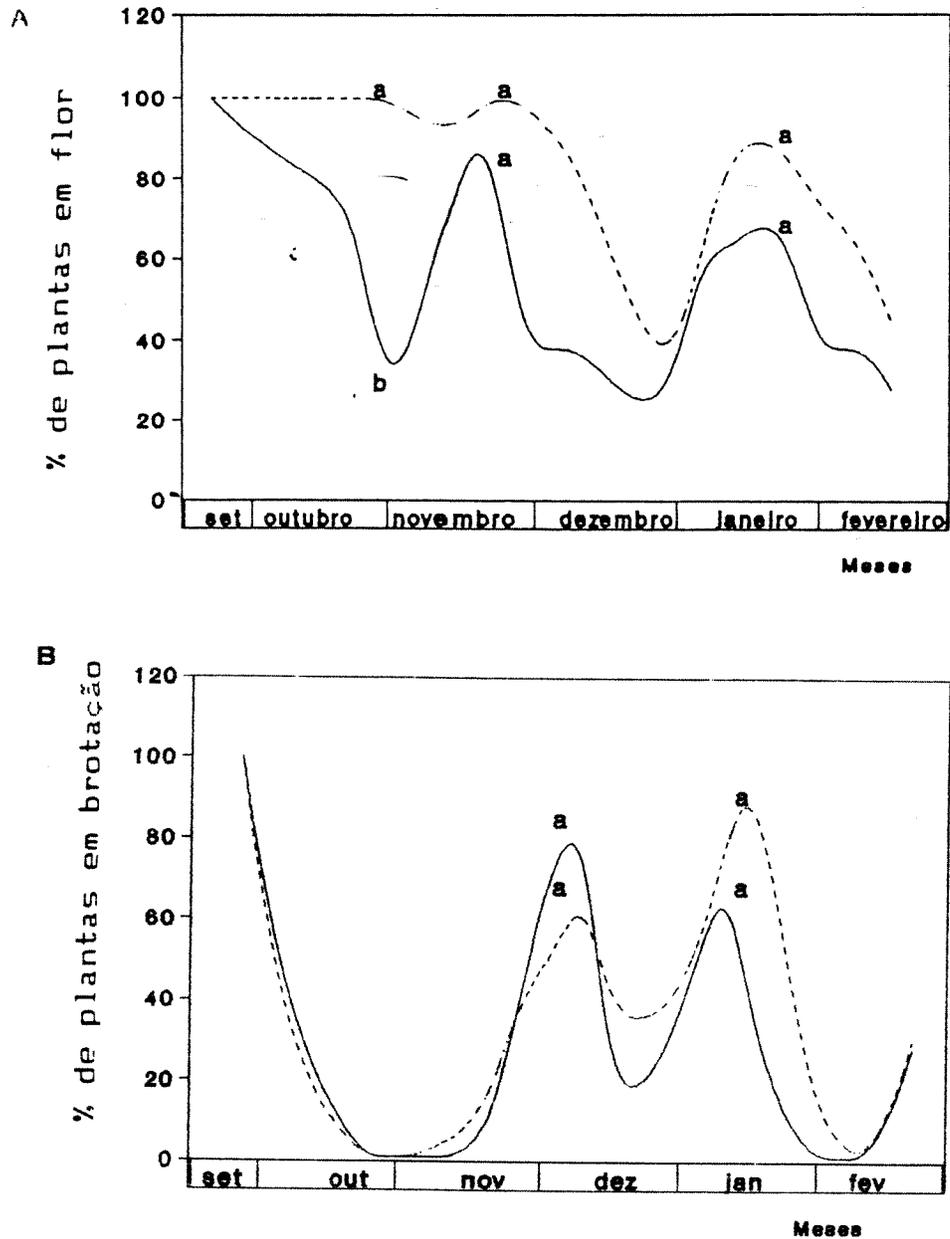


Fig. 23: Efeito do regime de temperatura equivalente ao outono/inverno na fenodinâmica da floração e brotação de plantas de *G. prostrata* desenvolvendo-se durante a primavera/verão

A - Floração

B - Brotação

---- Temperatura equivalente ao outono/inverno

— Temperatura da primavera/verão

As letras comparam a porcentagem de floração ou de brotação entre tratamentos em um mesmo período.

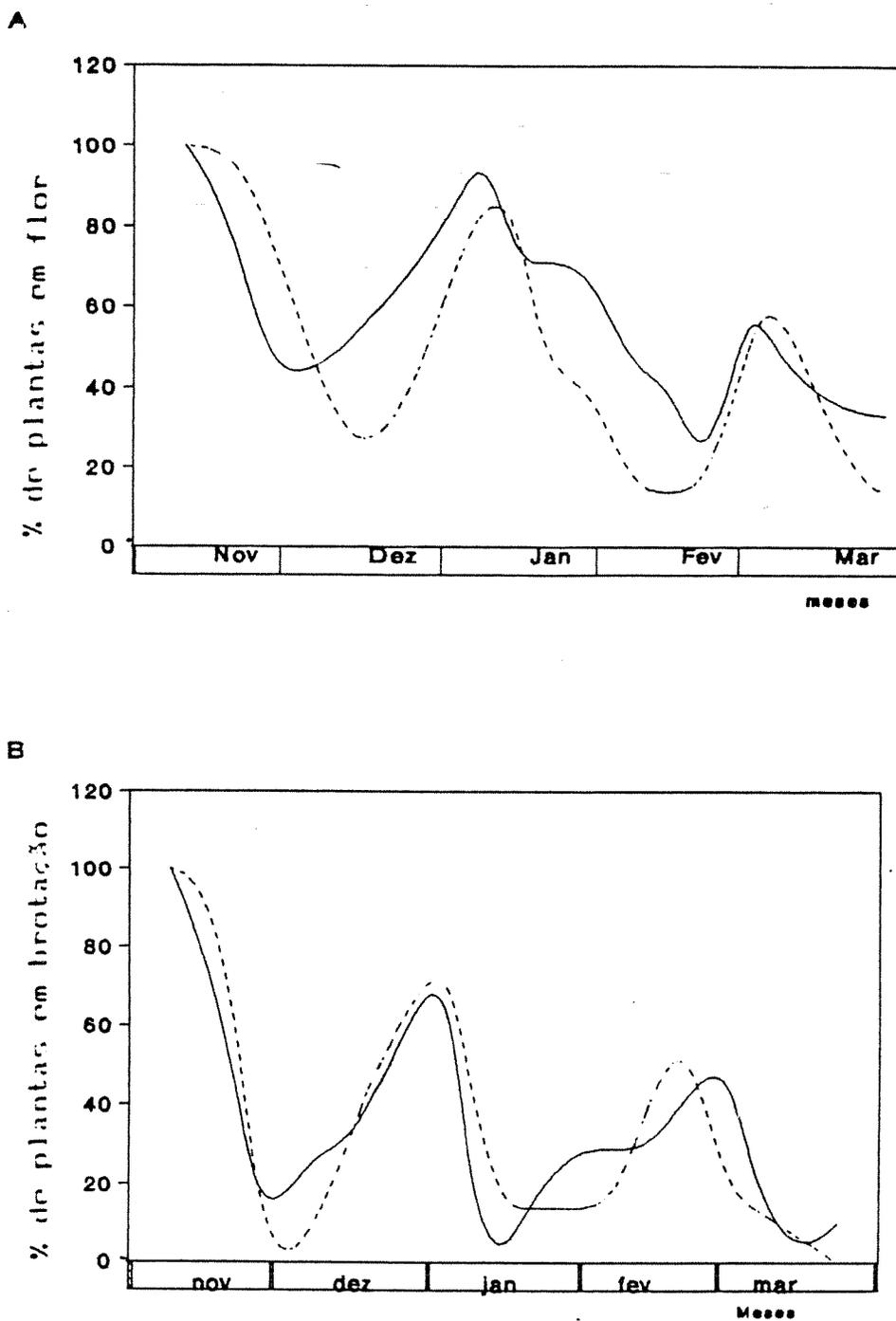


Fig.24: Efeito da disponibilidade hídrica na fenodinâmica da floração e brotação de plantas de *G. prostrata* desenvolvendo-se durante a primavera/verão

A - Floração

B - Brotação

---- hidratação a cada 3 dias

— hidratação a cada 5 dias

Nos dois regimes de hidratação adotados é mantida tanto a frequência como a intensidade de floração.

O mesmo resultado observa-se com relação a fenodinâmica da brotação (figura 24 B).

3.10. Efeito de fatores ambientais na quebra da dormência.

3.10.1. Efeito simultâneo das três variáveis ambientais.

Na figura 25 observa-se que condições climáticas equivalentes a primavera/verão impostas a plantas crescendo durante o outono/inverno, induzem brotação das gemas nos xilopódios. Em plantas controle, mantidas sob condições semi-naturais de outono/inverno, as gemas permanecem dormentes.

3.10.2. Efeito do fotoperíodo

Na figura 26 A observa-se que um maior número de plantas floresce sob fotoperíodos de 12 e 14 horas de luz, sendo os resultados estatisticamente significativos se comparados com a floração sob fotoperíodo de 8 e 10 horas. Não há diferenças estatisticamente significativas entre a floração sob fotoperíodo natural e os demais tratamentos.

Na figura 26 B observa-se que 50% das plantas brotam quando submetidas a fotoperíodos de 12 e 14 horas. Sob fotoperíodo natural, 8 e 10 horas de luz apenas 10% das plantas brotam.

3.10.3. Efeito do regime de temperatura

O regime de temperatura equivalente a primavera/verão, imposto a plantas crescendo durante o outono/inverno, não afeta a floração ou brotação das gemas nos xilopódios. Tanto em plantas tratadas como no controle, não ocorre floração ou brotação das gemas.

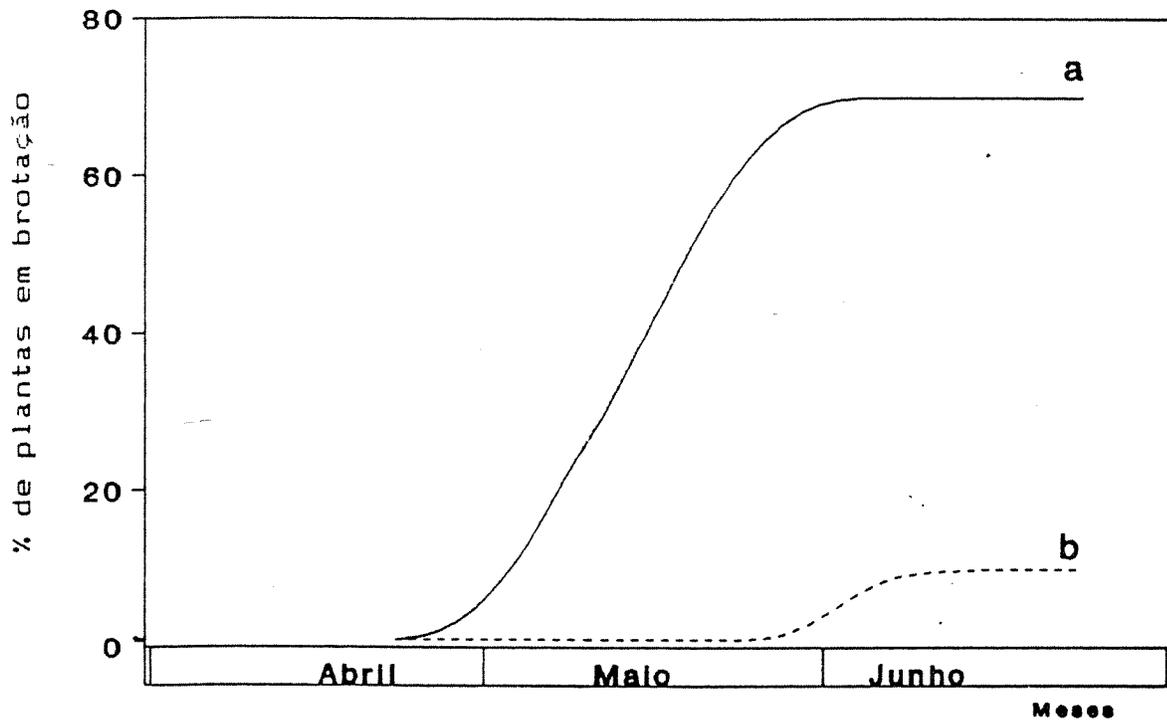


Fig. 25: Efeito das condições climáticas da primavera/verão na brotação de xilopódios de plantas de *G. prostrata* desenvolvendo-se durante o outono/inverno

- condições climáticas de primavera/verão
- condições climáticas de outono/inverno (controle)

As letras comparam a porcentagem final de brotação entre tratamentos

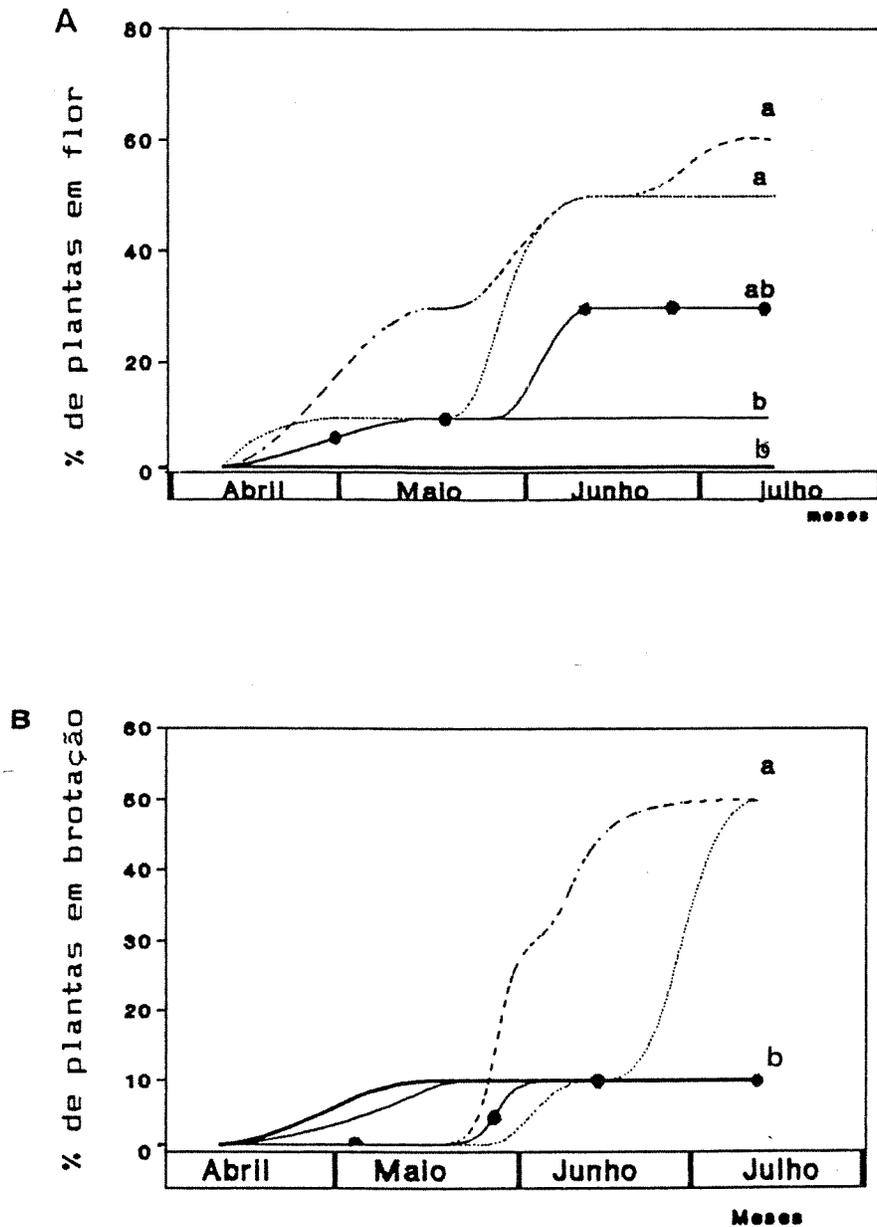


Fig. 26: Efeito do fotoperíodo na floração e brotação de plantas de *G. prostrata* desenvolvendo-se durante o outono/inverno

A - Floração B - Brotação

● fotoperíodo natural — 8 horas de luz — 10 horas

..... 12 horas - - - 14 horas

As letras comparam a porcentagem final de floração ou de brotação entre tratamentos com $p < 0,07$.

3.10.4. Efeito da disponibilidade hídrica

Na figura 27 observa-se que o aumento da disponibilidade hídrica durante o outono/inverno, não afeta a floração ou brotação das gemas nos xilopódios. Tanto em plantas tratadas como no controle, a porcentagem de floração e brotação permanece em níveis baixos e estatisticamente equivalentes.

3.10.5. Efeito de choques de 5°C.

Na tabela 6 observa-se que choques de 5°C induzem brotação nos xilopódios, embora um pequeno número de gemas seja liberada da dormência com o tratamento. Tanto a porcentagem como o número médio de gemas que brotam/xilopódio não são afetados pelo número de noites consecutivas de choque.

3.10.6. Efeito das condições climáticas subsequentes ao choque.

Na tabela 7 observa-se que uma maior porcentagem de plantas brotam quando choques de 5°C são seguidos de fotoperíodo e regime de temperatura equivalentes ao mês de agosto, embora o valor observado não seja significativamente diferente do obtido em plantas cujo choque de 5°C foi seguido de condições de fotoperíodo e temperatura de julho. A tabela mostra ainda que choques seguidos de fotoperíodo e temperatura de agosto aumentam significativamente o número médio de gemas que brotam/xilopódio.

3.10.7. Efeito da manutenção das plantas sob temperatura mínima de 17°C durante o inverno.

Na figura 28 observa-se que as temperaturas mínimas no ambiente atingem valores próximos a 5°C no mês de junho, final de julho e durante o mês de agosto. Tanto em plantas envasadas, mantidas sob condições ambientais como em plantas sob condições naturais no cerrado, a quebra da dormência ocorre no final de julho sendo que cerca de 60% das plantas brotam até o final de

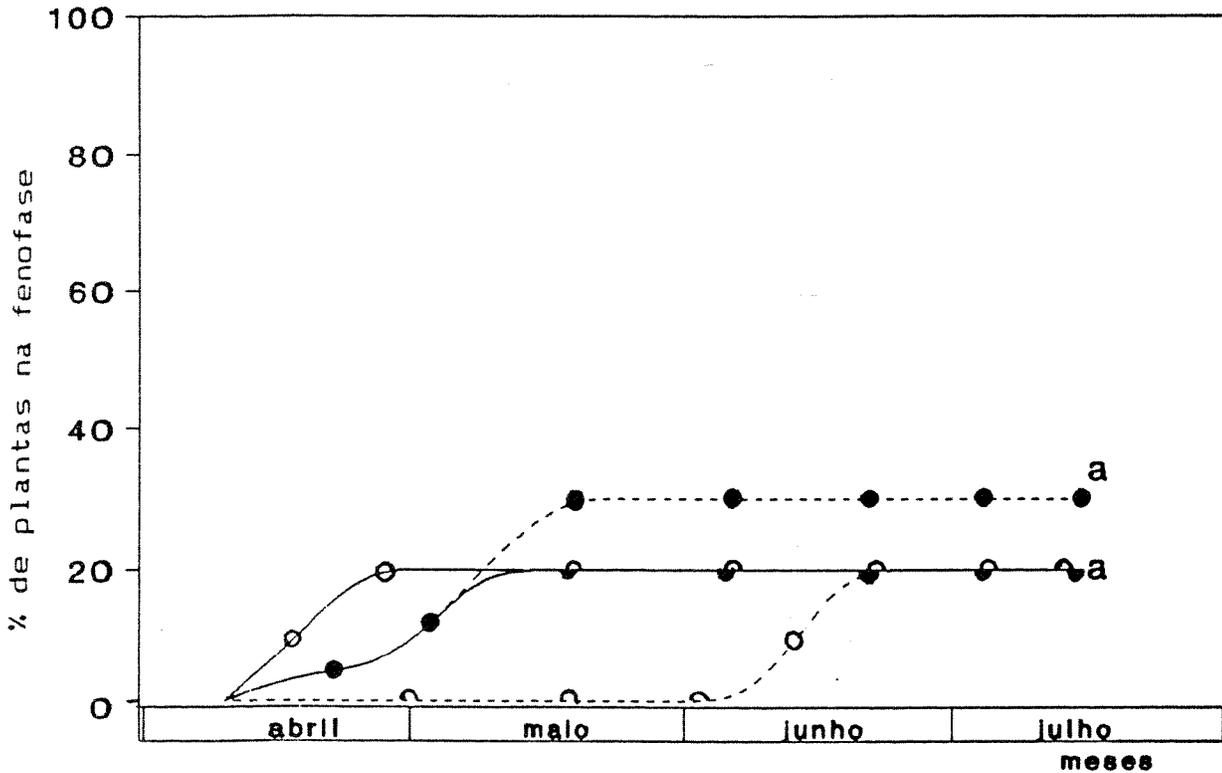


Fig. 27: Efeito da disponibilidade hídrica na floração e brotação de plantas de *G. prostrata* desenvolvendo-se durante o outono/inverno

---- Floração — Brotação
 ○ hidratação a cada 3 dias ● hidratação a cada 5 dias

As letras comparam a porcentagem final de floração ou de brotação entre tratamentos

tabela 6: Efeito de choques de 5°C, durante um número variável de noites consecutivas no inverno, na quebra da dormência em xilopódios de plantas de G. prostrata.

n ^o de noites consecutivas	% de xilopódios cujas gemas brotam após 14 dias	n ^o médio de gemas que brotam/xilopódio
0	0 ^b	0,0 ^a
4	50 ^a	0,7 ^a
8	50 ^a	0,5 ^a
12	60 ^a	0,8 ^a
16	50 ^a	0,8 ^a

Letras comparam a porcentagem ou o n^o médio de gemas que brotam entre tratamentos.

tabela 7: Efeito de choques de 5°C durante 4 noites consecutivas no inverno, seguido de condições climáticas de julho ou equivalentes ao mês de agosto, na quebra da dormência em xilopódios de plantas de G. prostrata.

n ^o de noites consecutivas de choque	condição climática subsequente	% de xilop. cujas gemas brotam após 14 dias	n ^o médio de gemas que brotam/xilop.
0	julho	0 ^b	0,0 ^c
4		40 ^{ab}	1,2 ^b
0	agosto	0 ^b	0,0 ^c
4		70 ^a	5,8 ^a

Letras comparam a porcentagem ou o n^o médio de gemas que brotam entre tratamentos.

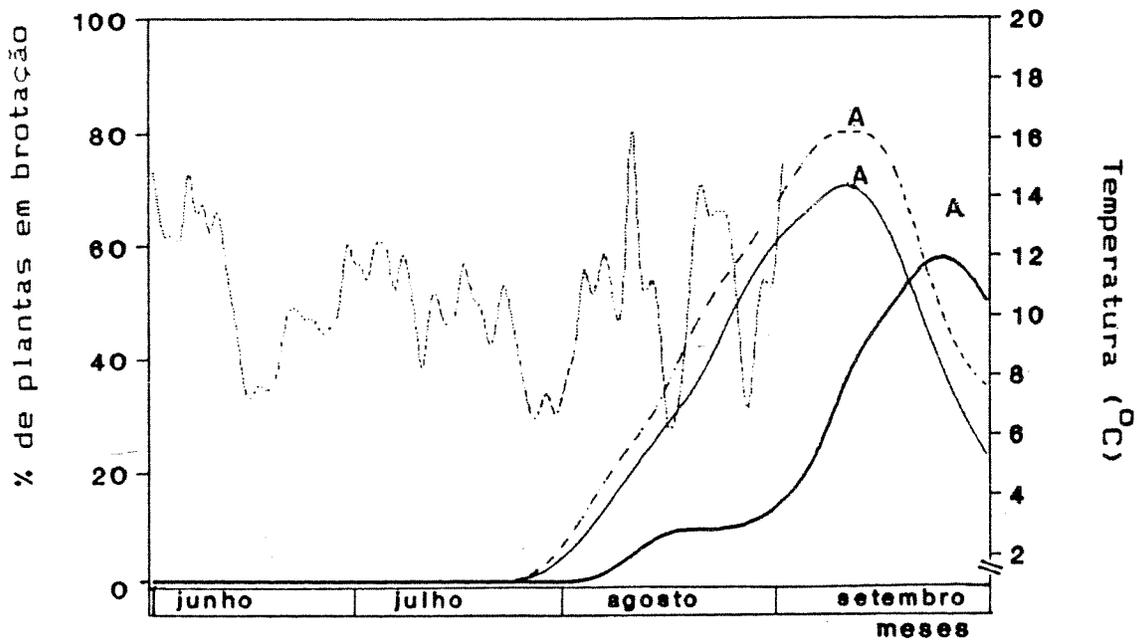


Fig. 28: Efeito da manutenção das plantas de *G. prostrata* sob temperatura noturna mínima de 17°C durante o inverno, na quebra da dormência nos xilopódios

- Plantas mantidas sob temperatura mínima de 17°C
- Plantas mantidas sob condições ambientais (controle)
- Plantas sob condições naturais no cerrado
- Temperaturas mínimas no ambiente

Letras comparam a porcentagem máxima de brotação entre tratamentos

agosto. Sob temperatura mínima de 17°C, um número significativamente menor de plantas (10%) brotam durante o mês de agosto. Nessas plantas, a quebra da dormência ocorre no início de setembro, com 60% das plantas brotando na segunda quinzena deste mês.

3.11. Efeito de substâncias reguladoras de crescimento na dormência

3.11.1. Efeito de GA₃, 6-BA e CEPA.

Na tabela 8 observa-se que GA₃, nas duas concentrações testadas, estimula a brotação das gemas nos xilopódios. Após 10 dias da aplicação, 57% das plantas brotam. Tanto 6-BA como CEPA não têm efeito na brotação das gemas.

3.11.2. Efeito da aplicação de ABA após a remoção da parte aérea.

Na tabela 9 observa-se que, nas duas concentrações testadas, a aplicação de ABA por 3 dias consecutivos tem um efeito inibidor na brotação. No sexto, oitavo e décimo dia após a primeira aplicação, um número significativamente menor de plantas tratadas brotam. O efeito inibidor não é permanente, após o 12º dia da primeira aplicação, a porcentagem de brotação em plantas tratadas se iguala a de plantas não tratadas.

3.11.3. Efeito da remoção dos ápices vegetativos e remoção seguida da aplicação de NAA.

Na tabela 10 observa-se que a remoção dos ápices vegetativos estimula a brotação das gemas do xilopódio. Após 12 dias do tratamento, 86% das plantas tratadas brotam. A aplicação de NAA após a remoção dos ápices inibe a brotação, apenas 14% das plantas tratadas brotam 12 dias após o tratamento.

Tabela B: Porcentagem de xilopódios que brotam em plantas intactas de G. prostrata, após a aplicação de GA₃, 6-BA e CEPA por 3 dias consecutivos.

Fitormônio	concentração	Dias após a 1 ^o aplicação						
		0	2	4	6	8	10	12
GA ₃	10 ⁻³ M	0	0	14	43	57	57	57 ^a
	10 ⁻⁵ M	0	0	0	14	43	57	57
6-BA	10 ⁻³ M	0	0	0	0	0	0	0 ^b
	10 ⁻⁵ M	0	0	0	0	0	0	0
CEPA	10 ⁻³ M	0	0	0	0	0	0	0
	10 ⁻⁵ M	0	0	0	0	0	0	0
controle (H ₂ O destilada)	-	0	0	0	0	0	0	0

Letras comparam a porcentagem final de brotação entre tratamentos

Tabela 9 : Porcentagem de xilopódios que brotam em plantas de *G. prostrata* após a remoção da parte aérea e remoção seguida da aplicação de ABA por 3 dias consecutivos.

tratamento	dias após a 1 ^o aplicação						
	0	2	4	6	8	10	12
remoção da parte aérea	0	0	20	60 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a
remoção + ABA (10 ⁻³ M)	0	0	0	0 ^b	10 ^b	30 ^b	60 ^a
remoção + ABA (10 ⁻⁵ M)	0	0	0	0 ^b	10 ^b	20 ^b	60 ^a
controle (remoção + H ₂ O)	0	0	30	80 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a

Letras comparam a porcentagem de brotação entre tratamentos em uma mesma coluna.

Tabela 10: Porcentagem de xilopódios que brotam em plantas de *G. prostrata* após a remoção dos ápices vegetativos e remoção seguida da aplicação de NAA em lanolina.

tratamento	dias após o tratamento						
	0	2	4	6	8	10	12
plantas intactas	0	0	0	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b
remoção dos ápices	0	0	0	14 ^b	57 ^a	71 ^a	86 ^a
remoção + NAA (5.10 ⁻³ M)	0	0	0	0 ^b	0 ^b	14 ^b	14 ^b
remoção + lanolina	0	0	0	29 ^b	71 ^a	86 ^a	100 ^a

Letras comparam a porcentagem de brotação entre tratamentos em uma mesma coluna.

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Plantas de *Gomphrena prostrata* Mart. não se reproduzem vegetativamente e, portanto, a produção de sementes e germinação são eventos fundamentais para a manutenção da espécie no cerrado. Um grande número de sementes quiescentes são produzidas durante a estação chuvosa a partir de novembro, sendo possível observar, neste período, várias plântulas em desenvolvimento no cerrado.

Plantas desenvolvendo-se a partir de sementes produzidas durante a primeira frutificação em novembro, não florescem durante o primeiro período de crescimento. Em março, no final da estação chuvosa, ocorre quebra da dominância apical com a liberação de gemas axilares dos cotilédones originando novos ramos, e diferenciação de gemas nos xilopódios. Tanto estas gemas como as que se diferenciam posteriormente durante a estação seca permanecem em dormência.

As gemas dormentes que se formam durante o outono/inverno são morfológicamente semelhantes às que se diferenciam durante a primavera/verão tanto no xilopódio como na parte aérea. Estas gemas não são envolvidas por catáfios que caracterizam morfológicamente a entrada em dormência de gemas de plantas arbóreas de regiões temperadas (WAREING & PHILLIPS, 1981). Estruturas como catáfios ou túnicas são comuns em várias espécies do cerrado, inclusive na família Amaranthaceae, e têm sido interpretadas como elementos de proteção contra a seca, fogo e calor (RACHID-EDWARDS, 1956; RIZZINI, 1965; COUTINHO, 1976). Embora não tenham sido feitas observações detalhadas, estas estruturas parecem ser ausentes também em xilopódios de plantas adultas.

Após o primeiro período de crescimento, o comportamento das plantas jovens torna-se idêntico ao de plantas adultas. A quebra da dormência nos xilopódios ocorre em agosto e as plantas exibem picos de floração e brotação periódicos durante a estação chuvosa, em sincronia com as plantas adultas estabelecidas naturalmente no cerrado.

A eliminação da parte aérea, a partir do momento em que

as gemas se diferenciam no xilopódio até o final desta fase inicial de crescimento em julho, estimula a brotação liberando as gemas da dormência. Isto indica que as gemas são mantidas em dormência relativa durante este período. Neste tipo de dormência a repressão da atividade de crescimento é mais fraca que no caso de dormência verdadeira e desfolhação ou transferência para condições favoráveis de fotoperíodo ou temperatura podem reestabelecer o crescimento. (VEGIS, 1964; WAREING & PHILLIPS, 1981; SALISBURY & ROSS, 1985). Esta dormência caracteriza-se por uma inibição correlativa exercida pela parte aérea (SAMISH, 1954, WITKOWSKA-ZUK, 1969) que, no caso de *G. prostrata*, permanece durante a estação seca.

Embora haja uma redução do conteúdo de água dos xilopódios das plantas jovens durante a estação seca, o teor de umidade mantido é relativamente alto (ao redor de 65%) e constante. Redução em níveis comparáveis aos de xilopódios de plantas adultas só se observa em julho, no final da estação seca, quando já se completou o desenvolvimento. O fato das primeiras gemas que se diferenciam em março, ainda durante a estação chuvosa em xilopódios com aproximadamente 75% de umidade, permanecerem dormentes, indica que restrição hídrica não é o fator responsável pela indução e manutenção desta dormência.

Cerca de 60% das plantas jovens florescem se mantidas sob dias longos de 13:30h, a partir do momento da diferenciação das gemas em março, indicando que a floração é um fenômeno fotoperiódico e que o fotoperíodo crítico, nas condições de temperatura de março a julho, está entre 12:30h e 13:30h.

O fato de algumas plantas não florescerem sob dias longos pode ser o resultado da variabilidade genética na população. No entanto, pode ser considerada também como uma indicação de que o fotoperíodo não é o único fator envolvido.

Em geral, as respostas fotoperiódicas das plantas são profundamente afetadas pela temperatura (VINCE-PRUE, 1975; SALISBURY & ROSS, 1985; BERNIER, 1988; ZAIDAN *et al.*, 1991), sendo possível uma interação entre estes dois fatores na floração de plantas jovens de *G. prostrata*. A manutenção destas plantas sob ~~fotoperíodo não indutor e regime de temperatura equivalente~~

ao período da primavera verão, tem um efeito promotor na floração corroborando esta hipótese.

Tanto sob fotoperíodo quanto sob regime de temperatura equivalentes a primavera/verão, a floração antecedeu a brotação das gemas do xilopódio e esta só ocorreu em plantas que floresceram. Isto sugere que a passagem do estágio vegetativo para floral é que determinou a quebra da dormência das gemas e que fotoperíodo e temperatura têm, portanto, um efeito indireto na quebra da dormência.

Sob condições naturais no cerrado, estas plantas são submetidas a fotoperíodos inferiores a 12:30h e a uma redução gradual da temperatura a partir de março. A redução no comprimento dos dias, possivelmente associada à queda da temperatura no início do outono, inibe a floração durante esta fase inicial de crescimento. Em plantas jovens vegetativas, as gemas que se diferenciam no xilopódio permanecem dormentes.

Plantas adultas de *G. prostrata* no cerrado mostram um padrão fenológico marcadamente sazonal. Durante a primavera/verão apresentam um crescimento exuberante ocorrendo floração, frutificação, produção de sementes e brotação simultânea de gemas axilares e de gemas dos xilopódios. Floração e brotação são eventos sincronizados e apresentam uma periodicidade definida. Em geral, floração antecede ou coincide com a brotação sugerindo, como o que se observou em plantas jovens, que a passagem do estágio vegetativo para floral esteja relacionada com a liberação das gemas.

Embora *G. prostrata* tenha sido descrita como hemicriptófita (Mantovani, 1983), não ocorre senescência e morte da parte aérea das plantas durante a estação seca. O crescimento vegetativo continua durante o outono/inverno, no entanto, as plantas não florescem e as gemas nos xilopódios permanecem dormentes.

Independentemente do período do ano, a remoção da parte aérea estimula a brotação no xilopódio, indicando que as gemas encontram-se em dormência relativa não só durante o outono/inverno, como também nos intervalos entre brotações sucessivas da primavera/verão. Este comportamento difere do

observado na maioria das espécies de regiões temperadas onde dormência é constituída de diferentes fases. Nessas plantas, durante a estação desfavorável para o crescimento, a dormência relativa antecede e segue um período de dormência verdadeira onde a repressão da atividade de crescimento é mais profunda e as gemas não brotam mesmo após desfolhação ou transferência para condições ambientais favoráveis para o crescimento (VEGIS, 1964; WITKOWSKA-ZUK, 1969; LONGMAN, 1978; WAREING & PHILLIPS, 1981).

Devido ao fato da floração e brotação serem eventos aparentemente relacionados, a dormência em *G. prostrata* passou a ser considerada como ausência de floração e brotação periódicas que caracterizam o desenvolvimento durante a estação seca.

Quando plantas de *G. prostrata* crescendo durante o verão são submetidas a condições climáticas de outono/inverno, a brotação das gemas nos xilopódios volta a ocorrer após 60 dias. Os novos ramos provenientes da brotação inicial, tanto dos xilopódios como das gemas axilares, florescem precocemente tornando a floração um evento contínuo. Este "esforço reprodutivo" parece ter sido consequência de um estresse provocado pela súbita mudança das condições ambientais, pois todas as plantas entraram em senescência e morreram em abril. A mudança de floração periódica para contínua parece ter sido provocada pela alteração da temperatura, como foi observado no experimento sobre o efeito isolado do regime de temperatura de outono/inverno. Embora os resultados possam ser considerados como uma resposta das plantas a um estresse ambiental, eles também indicam que a indução da dormência é um fenômeno complexo. Aparentemente, a ocorrência dos eventos fenológicos característicos da fase ativa de desenvolvimento depende de um ritmo endógeno nas plantas e a dormência não pode ser induzida, ao menos de forma imediata, pelas condições ambientais que prevalecem durante o outono/inverno.

A possibilidade de que a entrada em dormência em várias espécies seja determinada primariamente por ritmos endógenos anuais tem sido considerada por vários autores (BUNNING, 1956; WAREING, 1956; WITKOWSKA-ZUK, 1969; VILLIERS, 1975; LONGMAN, 1978; MOORE, 1989; BREITSPRECHER & BETHEL, 1990). As evidências

neste sentido vêm do fato de que embora em plântulas de várias espécies de regiões temperadas dormência possa ser induzida por dias curtos, a interrupção do crescimento e início da dormência em plantas adultas inicia-se durante o verão ou início do outono, quando os dias são ainda longos e as condições ambientais favoráveis para o crescimento. Corroboram esta hipótese as observações de que várias espécies são insensíveis ao fotoperíodo, que é considerado o principal fator indutor da dormência nestas regiões, e de que em algumas espécies sensíveis, a dormência inicia-se mesmo se as plantas são mantidas sob dias longos (WAREING, 1956; VILLIERS, 1975; MOORE, 1989).

O controle endógeno da dormência tem sido demonstrado também em espécies de regiões tropicais. Em cacau, plantas mantidas sob condições ambientais constantes mostram crescimento periódico alternando fases de crescimento e dormência (GREATHOUSE *et al.*, 1971). Em várias espécies, observações fenológicas que mostram o início da dormência durante períodos favoráveis para o crescimento e a periodicidade de crescimento sob condições climáticas constantes, têm sido consideradas como evidência de controle endógeno (KORIBA, 1958; NJOKU, 1963), ou de interação entre fatores endógenos e exógenos (HUXLEY & VAN ECK, 1974; LONGMAN, 1978; BREITSPRECHER & BETHEL, 1990).

Sob condições naturais no cerrado, a população de plantas de *G. prostrata* exibe picos de floração e brotação de menor intensidade no final da estação chuvosa, em março. Pode-se considerar que esta redução de intensidade caracteriza o início da fase de dormência e, neste caso, este comportamento parece estar relacionado com o encurtamento dos dias. Plantas submetidas a fotoperíodos de 8 e 10 horas exibem precocemente uma atenuação na intensidade do pico de floração e brotação, em janeiro, com a fase de dormência manifestando-se já em março. Fotoperíodos de 12 e 14 horas têm efeito oposto, estimulando a floração e brotação no final da estação chuvosa. O fotoperíodo crítico que está entre 12:30h e 13:30h em plantas jovens varia com a idade, estando entre 10 e 12 horas em plantas adultas.

Embora as plantas mostrem sensibilidade ao fotoperíodo, a resposta não é imediata já que floração e brotação voltam a

ocorrer após dois meses de exposição a dias curtos, em janeiro. Por outro lado, mesmo se mantidas sob dias longos de 14 horas, as plantas entram em dormência, embora o período de floração seja estendido até maio. Estes resultados corroboram a hipótese de que as plantas possuem um ritmo endógeno que condiciona a ocorrência de floração e brotação periódicas e a entrada em dormência.

O fotoperíodo, portanto, parece ter apenas um papel modulador, como sugerido para algumas espécies por WAREING (1956) e BREITSPRECHER e BETHEL (1990), que interage com o ritmo endógeno e sincroniza o período de atividade e dormência com as estações favoráveis e desfavoráveis para o crescimento.

Quando plantas crescendo durante a primavera/verão são submetidas ao regime de temperatura equivalente ao outono/inverno, a fenodinâmica da brotação não é alterada e embora a floração torne-se, inicialmente um evento contínuo, as plantas voltam a florescer periodicamente como no controle.

No cerrado, a queda gradual da temperatura começa a ocorrer a partir de março, coincidindo com a época da redução da intensidade do pico de floração e brotação. No entanto, embora a temperatura no cerrado no ano de 1990 tenha permanecido alta e relativamente constante nos meses de março e abril, não houve alteração no comportamento das plantas. Estas evidências sugerem que a indução da dormência não está, ao menos diretamente, relacionada com a queda da temperatura no início do outono.

Períodos ocasionais de ausência de chuvas por aproximadamente 15 dias durante a estação chuvosa podem determinar uma desidratação acentuada na camada superficial do solo. Nestes casos, a umidade pode cair aos níveis semelhantes aos observados no final da estação seca. Pode-se considerar que a capacidade dos xilopódios de armazenar água é que permite a continuidade do crescimento e a manutenção da periodicidade dos eventos fenológicos. Por outro lado, esta característica dos xilopódios evidencia uma relativa independência das plantas com relação à disponibilidade hídrica. Outra evidência pode ser constatada a partir da observação da fenodinâmica das plantas. No ano de 1991, o prolongamento da estação chuvosa até abril, ~~provocado por índices de precipitação anormalmente altos, não~~

retardou o início da dormência. Experimentalmente, a redução periódica da disponibilidade hídrica aos níveis comparáveis ao da estação seca durante a primavera/verão, não induz dormência nas plantas. Tomadas em conjunto, estas evidências indicam que a entrada em dormência não está diretamente relacionada com a redução da disponibilidade hídrica que caracteriza o início da estação seca, como tem sido observado em várias espécies de savanas e florestas tropicais periodicamente secas (NJOKU, 1964; HOPKINS, 1970 a,b; HUXLEY & VAN ECK, 1974; OPLER *et al.*, 1976; BREITSPRECHER & BETHEL, 1990).

Sob condições naturais no cerrado, o período de dormência estende-se até o início de agosto quando súbitamente as gemas são liberadas e as plantas, ainda vegetativas, entram numa nova fenofase de brotação.

Como observado por outros autores para espécies no cerrado e em savanas (RAWITSCHER & RACHID, 1946; RIZZINI & HERINGER, 1961; HOPKINS, 1970 b; FERRI, 1983) a quebra da dormência antecede as primeiras chuvas. Nesta ocasião, o teor de umidade nos xilopódios de *B. prostrata* é alto, como observado em outras espécies no cerrado (RAWITSCHER & RACHID, 1946; RAWITSCHER, 1948), e equivalente ao do período chuvoso. Isto indica uma relativa independência da disponibilidade hídrica considerando-se que o teor de umidade na camada superficial do solo é baixo, estando ao redor de 10% de umidade. Somando-se a estas observações o fato de que, experimentalmente, o aumento da disponibilidade hídrica não promove a brotação, pode-se concluir que a quebra da dormência não está relacionada com o aumento da disponibilidade hídrica no final da estação seca.

A quebra da dormência sob condições naturais no cerrado parece também não estar relacionada com o aumento isolado do fotoperíodo ou da temperatura característicos da primavera. Experimentalmente, temperaturas altas equivalentes à primavera/verão não quebram a dormência das gemas e as plantas são sensíveis a fotoperíodo igual ou superior a 12 horas, sendo seu efeito indireto sobre a dormência das gemas.

Embora isoladamente o aumento da temperatura ou da disponibilidade hídrica não quebrem a dormência e dias longos

tenham somente um efeito indireto, a dormência nos xilopódios pode ser quebrada por exposição das plantas às condições climáticas da primavera/verão. Isto indica que durante o outono/inverno ela é mantida pelas condições ambientais que prevalecem neste período, e que a quebra da dormência pode ocorrer como resultado de uma interação entre estes fatores ambientais com a chegada da primavera.

Não obstante, este não pode ser considerado o mecanismo de quebra da dormência sob condições naturais no cerrado. A liberação das gemas ocorre entre o final de julho e início de agosto, antes de qualquer aumento na disponibilidade hídrica, sob fotoperíodo curto (entre 11 horas e 11 horas e 20 minutos) e temperatura relativamente baixa (em média 27/11°C). Experimentalmente, demonstrou-se que sob estas condições de fotoperíodo e temperatura não ocorre quebra da dormência das gemas.

Em espécies de regiões temperadas que sobrevivem às temperaturas baixas de inverno na condição dormente, a quebra da dormência das gemas é condicionada por baixa temperatura. Em geral, as plantas precisam ser expostas a temperatura entre 5-7°C por períodos prolongados e, embora o requerimento de frio seja satisfeito ainda durante o inverno, as gemas permanecem em dormência relativa. A retomada do crescimento ocorre com a chegada das condições climáticas mais favoráveis, particularmente de temperatura, na primavera (WAREING, 1956; WAREING & PHILLIPS, 1981; BERRIE, 1985; POWELL, 1987; MOORE, 1989).

No cerrado da Estação Experimental de Mogi-Guaçu, as plantas são expostas anualmente durante o inverno, a períodos intermitentes de frio de curta duração (entre 1 e 5 dias), nos quais a temperatura noturna atinge valores próximos a 5°C. Em *Ocimum nudicaule* Benth, uma espécie do cerrado, o armazenamento de fragmentos de xilopódios por uma semana sob temperaturas de 5°C e 5-28°C promovem a liberação das gemas sugerindo um possível efeito deste fator ambiental na quebra da dormência (FIGUEIREDO-RIBEIRO & DIETRICH, 1983)

Em *G. prostrata*, choques de 5°C tiveram um ligeiro efeito promotor da brotação. Uma ou outra gema foi liberada nos

xilopódios quando, após os choques, as plantas foram mantidas sob condições ambientais do mês de julho. Choques dados entre 4 e 16 noites consecutivas tiveram o mesmo efeito indicando que a liberação destas gemas independe de exposição prolongada ao frio.

A dormência foi efetivamente quebrada, com várias gemas brotando na maioria das plantas, quando os choques de 5°C foram seguidos das condições de fotoperíodo e temperatura característicos do mês de agosto, época em que ocorre a quebra da dormência nos xilopódios das plantas desta espécie no cerrado.

Estes resultados sugerem a possibilidade de que períodos curtos de temperaturas baixas, próximas a 5°C, associados ao ligeiro aumento do fotoperíodo ou temperatura, ou a ambos, sejam os fatores responsáveis pela quebra sincronizada da dormência que ocorre anualmente no início de agosto. Corrobora a hipótese o fato de que em plantas envasadas expostas naturalmente aos curtos períodos de temperaturas próximas a 5°C, a quebra da dormência ocorreu simultaneamente com a da população no cerrado no início de agosto, enquanto em plantas que não receberam nenhum tratamento de frio durante todo o inverno, a quebra da dormência nos xilopódios foi retardada, ocorrendo somente em setembro com a chegada da primavera. Nesta época, o fotoperíodo aproxima-se de 12 horas de duração e a temperatura atinge, em média, 28/14°C. Este mecanismo de quebra da dormência representa uma estratégia adaptativa que assegura o crescimento vigoroso da parte aérea sob condições ambientais mais favoráveis e após a ocorrência das temperaturas mais baixas do ano. Além disso, a antecipação da quebra da dormência e da retomada do crescimento antecipam a fase reprodutiva e devem aumentar a probabilidade de germinação e sobrevivência das plântulas durante a estação chuvosa, que é o processo fundamental para a manutenção da população.

COUTINHO (1976) observou que períodos de seca severa e as queimadas que ocorrem frequentemente no final da estação seca no cerrado, constituem fatores ambientais que quebram a dormência das gemas. Muitas espécies da flora herbáceo-subarborescente são dependentes do fogo ou da seca para florescer, sendo seus efeitos relacionados com a eliminação da parte aérea que, além de estimularem a brotação, atuam também como fatores

sincronizadores da floração. Em *G. prostrata*, qualquer fator que eliminasse a parte aérea poderia estimular a quebra da dormência e, embora as gemas não apresentem características morfológicas que possam ser associadas com resistência ao fogo, várias gemas nos xilopódios são subterrâneas e poderiam sobreviver às queimadas.

Considerando-se que queimadas não ocorrem no cerrado da Reserva Biológica de Mogi-Guaçu há pelo menos 15 anos e durante os três anos de observações o período seco não foi severo o suficiente para provocar a eliminação da parte aérea, a estratégia adaptativa da população de *G. prostrata*, com a quebra sincronizada e precoce da dormência durante a estação seca e a consequente antecipação da fase reprodutiva, independe da ocorrência destes eventos.

Vários autores têm considerado que o efeito da remoção da parte aérea das plantas está relacionado com a eliminação de inibidores (MEGURO, 1969; COUTINHO, 1976; HADDAD, 1991). Embora estes autores estivessem particularmente interessados na indução floral provocada por este tratamento, fica claro nestes trabalhos que a remoção da parte aérea estimula a liberação das gemas e que, portanto, o seu efeito pode estar relacionado também com a eliminação de inibidores da brotação.

Com relação à regulação hormonal da dormência as principais evidências na literatura indicam o envolvimento tanto de substâncias promotoras como de inibidoras

O envolvimento de giberelinas, citocininas e ácido abscísico têm sido particularmente investigados desde os trabalhos de HEMBERG (1949 a,b), relacionando dormência das gemas com altas concentrações de inibidores e os de WAREING e colaboradores (PHILLIPS & WAREING, 1958, 1959; EAGLES & WAREING, 1964; WAREING & SAUNDERS, 1971) sugerindo o envolvimento de ABA e que o ciclo anual de crescimento e dormência seria regulado por um balanço entre inibidores endógenos e giberelinas.

Desde então, várias linhas de evidências têm indicado o envolvimento de giberelinas. Em várias espécies de regiões temperadas os níveis endógenos de giberelinas diminuem no início da dormência, tanto sob condições naturais como experimentalmente

sob dias curtos, e aumentam sob dias longos ou após tratamentos de frio que quebram a dormência (WAREING & PHILLIPS, 1981; POWELL, 1987; MOORE, 1989). Aplicações de giberelinas quebram a dormência das gemas e podem substituir o requerimento de frio em várias espécies (VEGIS, 1964; WAREING & PHILLIPS, 1981). Evidências da mesma natureza têm sido obtidas com relação ao envolvimento de ABA (HASEGAWA & HASHIMOTO, 1973; WRIGTH, 1975; WAREING & PHILLIPS, 1981; MATTYSSE & SCOTH, 1984). No entanto, a ausência de correlação entre ABA e dormência das gemas em várias espécies tem levado mais recentemente a um questionamento do papel deste fitormônio na indução e manutenção da dormência (WANG *et al.*, 1987; POWELL, 1987; ZEEVAART & CREELMAN, 1988).

Em *G. prostrata* os resultados obtidos provenientes da aplicação de substâncias reguladoras de crescimento permitem somente uma análise superficial, discriminando entre os diferentes grupos de substâncias reguladoras, aquelas que possivelmente estariam relacionadas com a dormência das gemas.

Em plantas intactas crescendo durante o outono/inverno a quebra da dormência das gemas nos xilopódios por GA_3 e o efeito inibidor de ABA na brotação dos xilopódios após a remoção da parte aérea das plantas, sugerem que estes dois grupos de fitormônios podem estar envolvidos com o período prolongado de dormência que ocorre durante o outono/inverno. A aplicação de 6-BA e de CEPA não promovem a brotação sugerindo que citocininas e etileno não estariam envolvidos.

A observação de que a quebra da dormência é promovida pela remoção dos ápices vegetativos e que este efeito é revertido pela aplicação de NAA sugerem que auxinas podem estar também envolvidas com o processo. Neste caso, dormência seria mantida por dominância apical, um processo de inibição correlativa envolvendo auxinas, no qual a região apical em crescimento ativo inibe o desenvolvimento das gemas axilares e ocasionalmente gemas adventícias (BERRIE, 1985). Este mecanismo poderia ser o responsável pela dormência durante os intervalos entre brotações sucessivas na primavera/verão, onde a passagem do estágio vegetativo para floral coincide com a liberação das gemas no xilopódio, e durante parte do outono/inverno, já que tratamentos

que induzem a floração também promovem a liberação das gemas. Considerando esta hipótese, giberelinas e ABA poderiam estar envolvidos com a quebra sincronizada da dormência que ocorre em plantas vegetativas no final da estação seca.

5. RESUMO

Fora das regiões equatoriais ocorrem variações sazonais nas condições climáticas. A suspensão e reativação do crescimento em sincronia com as estações sugerem que sinais do ambiente podem ser interpretados e usados para controlar o desenvolvimento.

Períodos de suspensão do crescimento são comuns à maioria das plantas sendo denominados de dormência e podem ser definidos como a habilidade de reter a viabilidade, mantendo baixa atividade metabólica, sem nenhum crescimento observável.

Nos cerrados, dormência ocorre durante a estação seca, época em que os dias são mais curtos e as temperaturas mais baixas. Em plantas jovens de *G. prostrata* desenvolvendo-se no cerrado durante a primeira estação de crescimento, a entrada em dormência parece ocorrer como resultado de uma interação entre o encurtamento dos dias e a queda da temperatura no início do outono.

Plantas adultas de *Gomphrena prostrata* exibem um padrão fenológico marcadamente sazonal. Durante a primavera/verão, floração e brotação ocorrem de maneira sincronizada, apresentam uma periodicidade definida e são eventos aparentemente relacionados. Durante o outono/inverno, as plantas não florescem nem brotam, embora não ocorra senescência da parte aérea. Durante a estação seca a dormência caracteriza-se como ausência de floração e brotação periódicas. As gemas nos xilopódios são mantidas em dormência relativa, um processo de inibição correlativa exercida pela parte aérea.

A entrada em dormência não está diretamente relacionada com as reduções da disponibilidade hídrica e da temperatura no início do outono. Os resultados sugerem que a dormência é um fenômeno determinado primariamente por um ritmo endógeno nas plantas. O fotoperíodo pode afetar este ritmo e assim, o encurtamento dos dias no final do verão e início do outono age como um fator modulador que sincroniza o ciclo de atividade e dormência com as estações favoráveis e desfavoráveis para o

crescimento.

Durante o outono/inverno, a dormência é mantida pelas condições ambientais que prevalecem neste período e o retorno das condições mais favoráveis para o crescimento na primavera podem quebrá-la. No entanto, sob condições naturais a quebra da dormência ocorre durante o inverno e parece depender das temperaturas baixas as quais as plantas são anualmente expostas, seguidas de um ligeiro aumento do fotoperíodo e da temperatura em julho.

Com relação à regulação hormonal da dormência dois mecanismos são propostos. Nos intervalos entre brotações sucessivas da primavera/verão e parte do outono/inverno, a dormência poderia ser mantida por dominância apical, um processo de inibição correlativa envolvendo auxinas. A quebra sincronizada da dormência no final do inverno pode envolver a participação de giberelinas e ácido abicísico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIM, P.T., 1964. Periodicidade do crescimento das árvores em climas tropicais. Anais do XV Congresso da Sociedade Botânica do Brasil. p. 405-422. Porto Alegre.
- BEN-HOD, G., KIGEL, J. and STEINITZ, B., 1988. Dormancy and flowering in *Anemone coronaria* L. as affected by photoperiod and temperature. Ann. Bot., 61: 623-33.
- BERNIER, G., 1988. The control of evocation floral and morphogenesis. Ann. Rev. Plant. Phisiol. Plant Mol. Biol. 39: 175-219.
- BERRIE, G., 1985. Germination and dormancy. In Wilkins, M.B. ed. Advanced Plant Physiology. p. 440-462. Pitman Publishing Inc. Martshfield, Massachusets.
- BEWLEY, J.D. & BLACK, M., 1982. Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination. Vol.2. Springer-Verlag. Berlin. 375 p.
- BIDWELL, R.G.S., 1974. Plant physiology. McMillan Publishing Co., Inc. New York. 726 p.
- BREITSPRECHER, A. & BETHEL, J.S., 1990. Stem-growth periodicity of trees in a tropical wet forest of Costa Rica. Ecology. 71 (3): 1156-1164.
- BUNNING, E., 1956. Endogenous rhythms in plants. Ann.- Rev. Plant. Phisiol. 7: 71-90.
- COUTINHO, L.M., 1976. Contribuição ao conhecimento do papel ecológico das queimadas na floracão de espécies do cerrado. Tese de Livre-Docência. Instituto de Biociências. Universidade Estadual de São Paulo. 173 p.

- DOP, P., GAUTIÉ, A, 1909. *Manual de techique botanique*. J. Lamane. ed. Paris. 534 p.
- EAGLES, C.F. & WAREING, P.F., 1964. Role of growth substances in the regulation of bud dormancy. *Physiol. Plant.* 17: 697-709.
- EITEN, G., 1971. The cerrado vegetation of Brazil. *The Bot. Rew.* 38 (2): 201-341.
- ESTELITA-TEIXEIRA, M.E. & HANDRO, W., 1984. Leaf ultrastructure in species of *Gomphrena prostrata* and *Pfaffia* (Amaranthaceae). *Can. J. Bot.* 62: 812-817.
- FERRI, M.G., 1983. Os cerrados, um grupo de formas de vegetação semelhantes às savanas. *Revista de Biologia.* 12: 491-500.
- FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.L.C. & DIETRICH, S.M.C., 1983. Sugar content and metabolic activities in cold-stored fragmented xylopodium of *Ocimum nudicaule* Benth. var. *anisifolia* Giul. (Labiatae). *J. Exp. Bot.* 34 (141): 476-483.
- FRANKIE, G.W., BAKER, H.G. and OPLER, P.A., 1974. Comparative phenological studies of trees in a tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *J. Ecology.* 62: 881-913
- GERLACH, G., 1939. *Botanische microtechnik, eine einfthrung*. George Thieme ed. Stuttgart.
- GOMES, F.P., 1985. *Curso de Estatística Experimental*. Ed. Livraria Nobel S.A., S. Paulo. 466 p.
- GREATHOUSE, D.L., LAETSCH, W.M. and PHYNNEY, B.O., 1971. The shoot-growth rhythm of a tropical tree, *Teobroma cacao*.

Am. J. Bot. 58: 281-6.

HADDAD, C.R.B., 1991. Efeito do fogo na floração de *Lantana montevidensis* (Briq.), uma planta de cerrado. Tese de Doutorado apresentada no Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas. 97 p.

HANDRO, W., 1964. Contribuição ao estudo da venação e anatomia foliar das Amaranthaceas dos cerrados. An. Acad. Bras. de Ciências. 36 (4): 479-499.

HANDRO, W., 1966. Escleromorfismo foliar e nutrição mineral em *Gomphrena prostrata* Mart. An. Acad. Bras. de Ciências. (suplemento). 38: 225-42.

HASEGAWA, K. & HASHIMOTO, T., 1973. Quantitative changes of batatasins and abscisic acid in relation to the development of dormancy in yam bulbils. Plant & Cell Physiol. 14: 369-377.

HEMBERG, T. 1949 a. Growth inhibiting substances in buds of *Fraxinus*. Physiol. Plant. 2: 37-44.

HEMBERG, T., 1949 b. Significance of growth inhibiting substances and auxins for the rest-period of the potato tuber. Physiol. Plant. 2: 24-36.

HOPKINS, B., 1970 a. Vegetation of the Olokemeji Forest Reserve, Nigeria. VI. The plants on the forest site with special reference to their seasonal growth. J. Ecology. 58 (3): 765-793.

HOPKINS, B., 1970 b. Vegetation of the Olokemeji Forest Reserve, Nigeria. VII. The plants on the savanna site with special reference to their seasonal growth. J. Ecology. 58 (3): 795-825.

- HUXLEY, P.A. & VAN ECK, W.A., 1974. Seasonal changes in growth and development of some woody perennials near Kampala, Uganda. *J. Ecology*. 62: 579-92.
- JEFFERS, J.N.R. & BOALER, S.B., 1966. Ecology of a Miombo site, Lupa North Forest Reserve in Tanzania. I. Weather and plant growth, 1962-64. *J. Ecology*. 54 (2): 447-63.
- JOHANSEN, D.A., 1940. *Plant microtechnique*. Mc-Graw-Hill Book, New York. 523 p.
- KORIBA, K., 1958. On the periodicity of tree-growth in the tropics, with reference to the mode of branching, leaf-fall, and the formation of the resting bud. *Gardens Bulletin, Singapore*. 17: 11-81.
- LABOURIAU, L.G., 1983. *A germinação das sementes*. Ed. Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos. Washington. 174 p.
- LEOPOLD, A.C. & KRIEDMANN, P.E., 1975. *Plant growth and development*. McGraw-Hill, Inc. USA. 545 p.
- LONGMAN, K.A., 1969. The dormancy and survival of plants in the humid tropics. *In Dormancy and survival*. Ed. H.W. Woolhouse. *Symp. Soc. Exp. Biol.* 23: 471-88.
- LONGMAN, K.A., 1978. Control of shoot extension and dormancy: external and internal factors. *In Tropical trees as living systems*. Ed. P.B. Towlinson & M.H. Zimmermann. p. 465-495. Cambridge University Press. Cambridge.
- MANTOVANI, W., 1983. *Composição e similaridade florística, fenologia e espectro biológico do cerrado da Reserva Biológica de Mogí-Guaçú, Estado de São Paulo*. Tese de Doutorado apresentada no Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas. 147 p.

- MATTYSSE, A.G. & SCOTH, T.K., 1984. Functions of hormones at the whole plant level of organization. In A. Pirson and M.H. Zimmermann eds. *Encyclopedia of Plant Physiology*. (New Series), vol. 10, p. 219-243. Springer-Verlag. New York.
- MEGURO, M., 1969. Fatores que regulam a floração em *Imperata brasiliensis* Trin. (Gramineae). *Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. Uni. São Paulo*. 331, Botânica n^o 24: 103-126.
- MONASTERIO, M. & SARMIENTO, G., 1984. *The Ecology of Neotropical savannas*. Harward University Press, USA. 235 p.
- MOORE, T.C., 1989. *Biochemistry and physiology of plant hormones*. Springer-verlag. New York. 330 p.
- NJOKU, E., 1963. Seazonal periodicity in the growth and development of some forest trees in Nigeria. I. Observations on mature trees. *J. Ecol.* 51: 617-24.
- NJOKU, E., 1964. Seazonal periodicity in the growth and development of some forest trees in Nigeria. II. Observations on seedlings. *J. Ecology*. 52: 19-26.
- OPLER, P.A., FRANKIE, G.W. and BAKER, H.G., 1976. Rainfall as a factor in the release, timing, and sincronization of anthesis by tropical trees and shrubs. *J. Biogeography*. 3: 231-36.
- PHILLIPS, I.D.J. & WAREING, P.F., 1958. Studies in dormancy of sycamore. I. Seazonal changes in the growth-substances content of the shoot. *J. Exp. Bot.* 9: 350-64.
- PHILLIPS, I.D.J. & WAREING, P.F., 1959. Studies in dormancy of sycamore. II. The effect of daylength on the natural growth-inhibitor content of the shoot. *J. Exp. Bot.* 10:

504-14.

POWELL, L.E., 1987. The hormonal control of bud and seed dormancy in woody plants. *In Plant hormones and their role in plant growth and development*. P.J. Davies ed. p. 539-552. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht. Netherlands.

RACHID-EDWARDS, M., 1956. Alguns dispositivos para a proteção de plantas contra a seca e o fogo. *Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. Univ. S. Paulo.* n^o 209. Botânica n^o 13. p. 39-68.

RAWITSCHER, F., 1948. The water economy of the vegetation of the "Campos Cerrados" in southern Brazil. *J. Ecology.* 36 (2): 237-267.

RAWITSCHER, F. & RACHID, M., 1946. Troncos subterrâneos de plantas brasileiras. *An. Acad. Bras. de Ciências.* 18 (4): 261-80.

REICHARDT, K., 1975. Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera. Ed. Centro de Energia Nuclear na Agricultura/USP e Fundação Cargill. S. Paulo.

REIS, A.C.S., 1971. Climatologia dos cerrados. *In III Simpósio sobre o Cerrado.* p. 15-24. Ed. Universidade de São Paulo.

RIZZINI, C.T., 1965. Estudos experimentais sobre o xilopódio e outros órgãos tuberosos de plantas do cerrado. *An. da Acad. Bras. de Ciênc.* 37 (1): 87-113.

RIZZINI, C.T. & HERINGER, E.P., 1961. Underground organs of plants from some southern brasilian savannas, with special reference to the xylopodium. *Phyton.* 17 (1): 105-124.

- SALE, P.M.J., 1970. Growth, flowering and fruiting of cacao under controlled soil moisture conditions. *J. Hort. Sci.* 45: 99-118.
- SALISBURY, F.B. & ROSS, C.W., 1985. *Plant Physiology*. Wadsworth Publishing Co., Belmont. California. 540 p.
- SAMISH, R.M., 1954. Dormancy in woody plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 5: 183-204.
- SASS, 1951. *Botanical microtechnique*. State Press. Iowa. 228p.
- SIQUEIRA, J.C., 1985. Contribuição ao conhecimento taxônomico das espécies do gênero *Gomphrena* L. (Amaranthaceae) que ocorrem nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. *Pesquisas. Botânica* n^o 37. Eduni-Sul. Instituto Anchietano de Pesquisas. São Leopoldo. R.G.S.
- VEGIS, A., 1964. Dormancy in higher plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 15: 185-224.
- VILLIERS, T.A., 1975. *Dormancy and the survival of plants*. Edward-Arnold, Ltda. London. 68 p.
- VINCE-PRUE, D., 1975. *Photoperiodism in plants*. McGraw-Hill Book Co. London. 444 p.
- WANG, S.Y., JI, Z.L., SUN, T. and FAUST, M., 1987. Effect of thidiazuron on abscisic acid content in apple and bud relative to dormancy. *Physiol. Plant.* 75: 105-109.
- WAREING, P.F., 1956. Photoperiodism in woody plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 7: 191-214.
- WAREING, P.F. & PHILLIPS, I.D.J., 1981. *Growth and differentiation in plants*. Pergamon Press. England. 343 p.

- WAREING, P.F. & SAUNDERS, P.F., 1971. Hormones and dormancy. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 22: 261-288.
- WITKOWSKA-ZUK, L., 1969. Investigations on the bud dormancy of *Populus x berolinensis* Dipp. I. Annual cycle of the shoot apex development. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae.* 38 (3): 373-389.
- WRIGHT, S.T.C., 1975. Seasonal changes in the levels of free and bound abscisic acid in blackcurrent (*Ribes nigrum*) buds and beech (*Fagus sylvatica*) buds. *J. Exp. Bot.* 26: 161-174.
- ZAIDAN, L.B.F., DIETRICH, S.M.C. and SCHWABE, W.W., 1991. Effects of temperature and photoperiod on flowering in *Hyptis brevipes*. *Physiol. Plant.* 81: 221-226.
- ZEEVAART, J.A. & CREELMAN, R.A. 1988. metabolism and physiology of abscisic acid. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 39: 439-73.