
INSULA	Florianópolis	Nº 23	121-149	1994
--------	---------------	-------	---------	------

FENOLOGIA E ASPECTOS REPRODUTIVOS DE *PAEPALANTHUS POLYANTHUS*, (BONG.) KUNTH (ERIOCAULACEAE) EM BAIXADA ÚMIDA ENTRE DUNAS NA PRAIA DA JOAQUINA, ILHA DE SANTA CATARINA, SC.

"PHENOLOGY AND REPRODUCTIVE ASPECTS OF *PAEPALANTHUS POLYANTHUS* (BONG.) KUNTH (ERIOCAULACEAE) IN A SAND DUNE SLACK, JOAQUINA BEACH, ILHA DE SANTA CATARINA, SC, BRAZIL".

FERNANDA FARACO d'EÇA-NEVES*¹
TÂNIA TARABINI CASTELLANI*²

RESUMO

Indivíduos reprodutivos de *Paepalanthus polyanthus* foram acompanhados em 300 m² (n=120) e em 450 m² (n=123), em 1989 e em 1990, respectivamente, em uma baixada entre dunas na Praia da Joaquina. A produção média de umbelas por planta foi de 10,08 ((3,98) em 1989 e de 8,03 ((3,42) em 1990. O diâmetro médio da roseta foliar basal dos indivíduos reprodutivos foi de 22,98 cm ((4,66) e 21,15 cm ((3,76) nos 2 anos, respectivamente. Foi observado um tamanho mínimo para os indivíduos iniciarem reprodução e detectou-se uma relação positiva entre o tamanho da planta e a produção de umbelas. A maior frequência de indivíduos em floração ocorreu no mês de novembro, em ambos os anos, com pico de frutificação em dezembro. Cada indivíduo apresentou grande sincronia de maturação de flores em suas umbelas. A sequência de maturação de flores mais observada nas plantas foi, primeiro a abertura das flores masculinas, depois femininas e novamente masculinas. A expressão sexual dos indivíduos foi variada, ocorrendo, mais frequentemente indivíduos hermafroditas, algumas plantas que só maturaram flores masculinas e outras só femininas. A duração média do período reprodutivo,

* LABORATÓRIO DE ECOLOGIA TERRESTRE,
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CEP 88040-900, FLORIANÓPOLIS, SC

1 BOLSISTA CNPQ/DAP - UFSC

2 PROFESSORA DEPTO. BIOLOGIA

do início da formação de botões ao início da dispersão dos capítulos, foi de 91 dias, morrendo os indivíduos após a reprodução.

PALAVRAS CHAVES: *Paepalanthus polyanthus*, Eriocaulaceae, fenologia, expressão sexual, baixadas entre dunas arenosas.

ABSTRACT

All reproductive individuals of *Paepalanthus polyanthus* present in 300 m² (n=120) in 1989 and in 450 m² (n=123) in 1990 were accompanied in a sand dune slack in Joaquina Beach. The average number of umbels produced per plant was 10,09 ($\pm 3,98$) in 1989 and 8,03 ($\pm 3,42$) in 1990. The average diameter of foliar rosette of reproductive plants was 22,98 cm ($\pm 4,66$) and 21,15 cm ($\pm 3,76$) in these respective years. A minimum size to initiate flowering and a positive correlation between size and number of umbels produced per plant were detected. In both years, the highest frequency of individuals in flower occurred in November and the frutification peak in December. A great synchronism in flowering was observed between the umbels of an individual. The most frequent sequence of flower maturation was: male flowers first, female second, and again male. The sex expression was variable. Most plants were hermaphrodites, some matured only male flowers and others only female flowers. The length of reproductive period per plant was 91 days in average, considering the time from bud formation to the beginning of capitula dispersion. The plants died after reproduction.

KEY WORDS: *Paepalanthus polyanthus*, Eriocaulaceae, phenology, sex expression, sand dune slack.

INTRODUÇÃO

Paepalanthus polyanthus é uma espécie subarborescente que, no Estado de Santa Catarina, é encontrada em campos do planalto e nos campos arenosos do litoral, onde forma densos agrupamentos (MOLDENKE & SMITH, 1976).

Paepalanthus polyanthus reproduz apenas uma vez ao longo da vida, sendo assim, uma espécie monocárpica perene (CASTELLANI, 1990). Os indivíduos dessa espécie apresentam uma roseta basal com folhas linear-lanceoladas (MOLDENKE & SMITH, 1976) e formam, na época da reprodução, umbelas com um elevado número de capítulos, com cerca de 3500 capítulos desenvolvidos por planta (CASTELLANI, 1990). *P. polyanthus* é uma espécie monóica que apresenta, em média, 5,62 flores femininas e 13,85 flores masculinas em cada capítulo (d'ÁZEA NEVES & CASTELLANI, 1991).

Muitas espécies monocárpicas mostram um tamanho mínimo para iniciarem reprodução, podendo apresentar uma relação positiva entre tamanho e fecundidade (WERNER, 1975; HARPER, 1977; BOORMAN & FULLER, 1984; KACHI & HIROSE, 1985; KLEWOW & RAYNAL, 1985; BEGON *et alii*, 1986; JONG & KLINKHAMER, 1988).

Em plantas monóicas a expressão sexual pode variar, estando muitas vezes relacionada às condições ambientais como umidade, disponibilidade de luz e nutrientes no solo (WILLSON, 1983; RICHARDS, 1986). De acordo com RICHARDS (1986), existe uma tendência da expressão sexual ser controlada por balanço hormonal, idade, tamanho e vigor.

Os estudos fenológicos descrevem as diferentes fases do desenvolvimento dos indivíduos e a duração de cada uma delas. O início e a duração dessas fases variam de um ano para o outro, dependendo das condições climáticas, que podem adiar ou acelerar os processos de maturação e envelhecimento dos indivíduos (LARCHER, 1986).

No Brasil, estudos envolvendo aspectos fenológicos de plantas de dunas vêm sendo realizados tanto a nível de comunidades (HUECK, 1955; CORDAZZO & SEELIGER, 1988; PEREIRA *et alii*, 1992), quanto a nível

de populações (COSTA *et alii*, 1984, 1988a,b; CASTELLANI, 1990; MENDONÇA & CASTELLANI, 1993; SANTOS & ARRUDA, 1993).

O presente estudo tem como objetivos analisar o padrão fenológico de uma população de *Paepalanthus polyanthus*; determinar o tamanho dos indivíduos reprodutivos e a relação entre este e número de umbelas produzidas; assim como a seqüência na maturação de flores femininas e masculinas nos indivíduos da população.

MATERIAL E MÉTODOS

A área estudada localiza-se na Restinga da Praia da Joaquina, litoral leste da Ilha de Santa Catarina (27°36'40" S e 48°27'10" W), Florianópolis, SC. A área caracteriza-se por ser uma região de baixada úmida entre dunas, distante aproximadamente 500m da praia para o interior.

Os estudos de campo foram realizados do final de junho de 1989 a janeiro de 1990, e de julho a dezembro de 1990. Foram marcados e acompanhados os indivíduos reprodutivos presentes em uma área de 300m² no ano de 1989 (n=120) e em 450m² em 1990 (n=123), estando estas áreas em um trecho de baixada não alagável.

Em 1989, as amostragens foram mensais e, em 1990, semanais no início do período reprodutivo e quinzenais no final deste período.

Nestes acompanhamentos verificava-se o número de indivíduos nas diferentes fenofases. Quando ocorria assincronia entre as umbelas de um indivíduo, este era considerado na fenofase predominante.

Foram definidas cinco fenofases: 1) **Emissão de pedúnculos de umbelas**; 2) **Botão**: capítulos fechados e em desenvolvimento; 3) **Floração**; 4) **Frutificação**: capítulos com aspecto seco, posterior à floração; 5) **Dispersão**: capítulos em dispersão e já totalmente dispersos.

Na floração de 1990 foi registrada a fase de maturação das flores (masculina e/ou feminina) e a sincronia entre e dentro das umbelas de cada indivíduo. Para determinar a seqüência de maturação de flores, foi registrado, em 20 indivíduos, o momento da maturação de flores

masculinas e femininas. Também neste ano, foi estimada visualmente a porcentagem média de capítulos dispersos das umbelas de 38 plantas, ao longo da fenofase da dispersão. Cada umbela era subdividida em 4 frações, avaliando-se a porcentagem de capítulos dispersos, calculando-se, após, um valor médio para cada planta acompanhada.

Foi determinado o diâmetro da roseta foliar basal de cada indivíduo que iniciava reprodução, assim como o número de umbelas produzidas (vide Figura 1). Foi também registrada a mortalidade de indivíduos nas diferentes fenofases.

A relação entre o diâmetro dos indivíduos e o número de umbelas produzidas foi verificada através da análise de correlação, com base no coeficiente não-paramétrico de Spearman (ZAR, 1974), uma vez que as variáveis testadas não apresentaram distribuição Normal (teste do X^2 , Programa MICROSTAT, com 95% de confiança). Para o ajuste linear foi utilizada a Regressão de Média Geométrica (GMR), recomendada tanto para dados não-paramétricos como paramétricos, com base no Coeficiente de Pearson (KREBS, 1989).

Para caracterizar o período em estudo, foi construído um diagrama climático para a cidade de Florianópolis, conforme WALTER (1986). Os dados foram obtidos na Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Voo da Base Aérea de Florianópolis (DEPV-FL).

RESULTADOS

Caracterização Climática do Período de Estudo: Os anos de 1989 e 1990 apresentaram predominantemente períodos úmidos, com os maiores índices pluviométricos ocorrendo no início de 1990. Em 1989, foi observado apenas um pequeno período de seca no mês de junho (32,3mm). Em 1990, também no início do inverno, houve uma queda na precipitação (junho - 49,8mm), embora não o suficiente para caracterizar um período seco (Figura 2).

No primeiro ano, a temperatura variou de 25,5°C (média mensal máxima) a 15,4°C (média mensal mínima) e, no segundo ano, as

temperaturas médias extremas foram de 24,8°C e 14,5°C. As médias máximas e as médias mínimas ocorreram nos meses de fevereiro e julho, respectivamente, para os dois anos (Figura 2).

Padrão Fenológico da População: Em 1989, o pico de indivíduos emitindo pedúnculos ocorreu em setembro e o de indivíduos em botão ocorreu em outubro. Estas fenofases tiveram início em junho e término em janeiro (Figuras 3a e 3b).

O início de floração ocorreu no final de julho com pico em novembro e término em janeiro (Figura 3c). A frutificação iniciou em setembro, com seu pico em dezembro. A dispersão dos capítulos foi observada no início de novembro. O maior número de indivíduos em dispersão ocorreu em janeiro, e indivíduos com capítulos totalmente dispersos foram observados a partir de dezembro (Figuras 3d e 3e).

Em 1990, o maior número de indivíduos emitindo pedúnculo ocorreu em meados de setembro a início de outubro, terminando esta fenofase em novembro (Figura 4a). O maior número de plantas na fenofase de botão ocorreu de setembro a outubro, terminando em dezembro (Figura 4b). Indivíduos em emissão de pedúnculos e em botão foram amostrados pela primeira vez em agosto. Em visitas realizadas a campo um mês antes, não se registrou nenhuma planta reprodutiva.

A floração foi registrada a partir de setembro, com pico em novembro, apresentando poucos indivíduos floridos no final de dezembro (Figura 4c). Os indivíduos em fase de flor masculina foram mais frequentes que os em flor feminina, por haver duas etapas de maturação de flores masculinas (vide o próximo item). A frutificação ocorreu a partir do início de outubro e a dispersão cerca de 3 semanas após. Em dezembro, a maior parte dos indivíduos já estava em dispersão (Figura 4d). Plantas com capítulos totalmente dispersos foram registradas a partir de novembro (Figura 4e).

Análise da Sincronia de Floração: Foram feitas 87 observações de plantas na fase de flor feminina e, nestas, em 12 (13,78%) as plantas não mostraram sincronia na floração. Em 7 observações, a assincronia foi registrada entre as umbelas das plantas analisadas, observando-se: 4 plantas com umbelas em flor feminina e umbelas em flor masculinas, 2

plantas com umbelas em flor feminina e umbelas em botão e 1 planta com umbelas em flor feminina e outras já em início de dispersão.

Em 5 destas 12 plantas, a assincronia ocorreu dentro das umbelas, que apresentavam poucas flores masculinas, em ântese com as femininas. Esta assincronia ocorreu por haver capítulos em fases de floração diferentes, assim como por alguns capítulos apresentarem flores masculinas e femininas em ântese, simultaneamente.

De 184 observações de plantas na fase de flor masculina, em 8 (4,35%) as plantas não apresentavam sincronia entre suas umbelas. Observou-se 5 plantas com umbelas em flor masculina e umbelas em flor feminina, duas com umbelas em flor masculina e umbelas em botão e 1 planta com umbelas em flor masculina e umbelas iniciando dispersão.

A ocorrência de assincronia dentro e entre as umbelas de plantas de *P. polyanthus* pode também ser observada na Tabela 1.

Seqüência de Maturação de Flores: Foram observados tipos distintos de seqüência de maturação de flores (Tabela 1). No tipo A, o mais freqüente, ocorreu inicialmente a maturação de flores masculinas, depois femininas e por último masculinas. Neste, observou-se variações quanto ao tempo de duração de cada fase sexual. No tipo C, os indivíduos expressaram apenas flores masculinas, portanto, sem a formação de frutos. Já no tipo E, ocorreu apenas a formação de flores femininas.

Estimativa da Duração Média das Fenofases e do Tempo de Dispersão de Capítulos: A duração do período reprodutivo, do início da formação de botões ao início de dispersão de capítulos, foi em média de 91 dias. A fenofase de botão foi a de maior duração e a de floração a mais curta (Tabela 2).

De um total de 38 indivíduos acompanhados para avaliar o tempo de dispersão, a maioria apresentou mais de 80% de seus capítulos dispersos, após aproximadamente 5 semanas (Figura 5).

A Figura 6 mostra o tempo de dispersão para alguns indivíduos hermafroditas onde, inicialmente (1ª e 2ª semanas) a dispersão é mais acelerada e, nas semanas subseqüentes, ocorre de forma mais lenta.

Tamanho dos Indivíduos Reprodutivos e Número Médio de Umbelas Produzidas: O diâmetro médio destes indivíduos em 1989 e 1990 foi, respectivamente, 22,98cm e 21,15cm. Diâmetros mínimos de 12cm e 13cm foram registrados nestes anos. O número médio de umbelas

produzidas por indivíduo em 1989 foi, também, ligeiramente superior ao de 1990 (Tabelas 3 e 4).

A distribuição de tamanho dos indivíduos de *P. polyanthus*, nestes dois anos, apresentou a maior frequência de plantas com diâmetros em torno de 19 e 22cm. Poucos foram os indivíduos reprodutivos com diâmetro inferior a 17cm e superior a 30cm (Figura 7).

A distribuição do número de umbelas produzidas mostrou uma maior frequência de plantas com 7 a 9 umbelas. Plantas com apenas uma umbela e com mais de 17 foram mais raras na população (Figura 8).

Nesta população, pode-se considerar que existe correlação positiva entre o diâmetro da planta e o número de umbelas que ela produz (Figura 9).

Das plantas monitoradas em 1989, 4 (3,25%) apresentaram umbela secundária central e 15 (13,01%) umbelas secundárias laterais, com uma média de 2,05 umbelas secundárias produzidas nestas plantas (máx.=5, mín.=1). Das plantas observadas, 3 apresentaram os dois tipos de umbelas. Em 1990, 21 plantas (17,5%) apresentaram umbela secundária central e 32 (26,67%) umbelas secundárias laterais, com uma média de 1,81 umbelas secundárias produzidas (máx.=4, mín.=1).

Mortalidade de Indivíduos Reprodutivos: Em 1989, a mortalidade de indivíduos ocorreu nas fenofases de emissão de pedúnculo (n=4), botão (n=6) e floração (n=2), sendo que estas mortes totalizaram 10% dos indivíduos reprodutivos. As mortes nas fases de botão e floração ocorreram mais no final destas fenofases, em dezembro e janeiro, respectivamente.

A mortalidade foi menor em 1990 (5% da população reprodutiva) e ocorreu com maior frequência na fenofase de botão (n=4), a partir do final de outubro. Também foram registradas mortes nas fenofases de emissão de pedúnculo (n=1) e floração (n=1).

DISCUSSÃO

Padrões Fenológicos e Aspectos Reprodutivos: Em 1989, o período reprodutivo de *Paepalanthus polyanthus* iniciou no final de junho, após um breve período de déficit hídrico. Em 1990, o período reprodutivo iniciou cerca de um mês depois, em relação ao ano anterior.

Em 1990, ano de maior umidade, não ocorreram períodos secos, apesar da redução de pluviosidade em maio e junho. Estes dados podem sugerir que condições mais secas acelerem o início da fase reprodutiva desta espécie. A restrição de umidade já foi relatada como um mecanismo de indução de floração. Algumas espécies necessitam passar por períodos secos para responderem com maior sucesso a um aumento posterior de umidade (FERRI, 1979; LARCHER, 1986). Nesta população de *P. polyanthus*, o pico de floração ocorreu em períodos de umidade favorável, apesar de que em 1989 registrou-se uma relativa redução de pluviosidade na época deste pico. O final da estação reprodutiva se deu em períodos quentes e super-úmidos.

O padrão fenológico de *P. polyanthus* pode ser também reflexo do aumento das horas de luz e da temperatura, concordando com o sugerido por CORDAZZO & SEELIGER (1988) para plantas de dunas. FERRI (1979), CRAWLEY (1983) e LARCHER (1986) relatam a importância da temperatura na formação, desenvolvimento e abertura das flores e a do fotoperíodo na indução do início da floração, garantindo a sincronia entre os indivíduos. Mesmo tendo o período reprodutivo de *P. polyanthus* iniciado um pouco mais tarde em 1990, o pico de floração ocorreu no mesmo período que em 1989. Isto pode sugerir que, em 1990, os indivíduos atingiram o início da floração mais rapidamente, em função, talvez, de condições mais favoráveis de umidade e temperatura em outubro e novembro de 1990.

MOLDENKE & SMITH (1976) referem-se a um período de floração para *P. polyanthus* entre dezembro e abril, diferindo do observado neste estudo. Em dezembro são relativamente poucos os indivíduos em floração, estando a grande maioria com seus capítulos já dispersos. No trecho de baixada estudado, em abril, os indivíduos de *P. polyanthus* apresentavam-se vegetativos (TÂNIA T. CASTELLANI, observação pessoal).

CORDAZZO & SEELIGER (1988), trabalhando em dunas costeiras no Rio Grande do Sul, mostram que a floração ocorre na primavera, verão e outono, sendo muito rara a ocorrência de espécies em flor nos meses de inverno. Das 21 espécies perenes por eles estudadas,

apenas *Panicum racemosum* mostra um padrão similar ao de *P. polyanthus*, iniciando a floração a partir do final do inverno e se prolongando até a primavera.

Em formações de dunas no Estado de São Paulo (HUECK, 1955) e no Espírito Santo (PEREIRA *et alii*, 1992), o maior número de espécies em floração ocorre na primavera e verão, respectivamente. Nestas regiões, observa-se um expressivo aumento no número de espécies em flor nos meses de inverno, em relação à região do Rio Grande do Sul. Das 25 espécies estudadas por HUECK (1955), 4 florescem de maneira similar a *P. polyanthus*, ou seja, a partir do final do inverno, com pico de floração na primavera.

Em Santa Catarina, também nas dunas da Praia da Joaquina, SANTOS & ARRUDA (1993) mostram que *Ipomoea pes-caprae* tem pico de floração no verão e que o de *Ipomoea imperati* (= *I. stolonifera*) ocorre de novembro a abril. Nesta mesma região, MENDONÇA & CASTELLANI (1993) relatam a floração de *Drosera brevifolia* em meses de verão e outono.

De uma forma geral, em áreas de dunas, um baixo número de espécies floresce a partir do inverno. Entretanto, comparações de padrões fenológicos entre estas comunidades tornam-se difíceis e imprecisas em função de diferenças de abordagem (estudos de comunidades e de populações) e de metodologias empregadas.

A Figura 10 apresenta possíveis tipos de reprodução em *P. polyanthus*. Havendo assincronia entre e dentro das umbelas de um indivíduo, pode ocorrer geitonogamia, caso a planta seja autocompatível. Como esta assincronia não é muito freqüente, poderia-se sugerir que a reprodução cruzada seria a mais esperada para essa espécie. Porém, como a maturação de flores masculinas ocorre principalmente no início da floração do indivíduo, isto pode aumentar as chances de geitonogamia, uma vez que grãos de pólen podem permanecer na inflorescência (FAEGRI & PIJL, 1979).

A autofecundação tende a garantir a reprodução em ambientes onde o transporte de pólen é pouco eficiente e a densidade de indivíduos é baixa (WILLSON, 1983). No caso de *P. polyanthus*, a autofecundação

poderia ser importante devido à possível dificuldade na transferência de pólen via polinizadores. Observa-se em campo uma baixa frequência de visitantes florais que sejam potenciais polinizadores (VERA L.V. DE ARRUDA, comunicação pessoal). Por outro lado, os indivíduos de *P. polyanthus* apresentam uma distribuição agregada que facilitaria o transporte de pólen pelos polinizadores. Ligado a isto, a existência simultânea de plantas em flor feminina e em flor masculina ao longo de toda a floração é outro fator que viabilizaria a reprodução cruzada.

A seqüência de maturação observada em *P. polyanthus* parece comum em plantas monóicas, sendo discutida em função do maior custo das flores femininas, que tendem a ser produzidas mais tardiamente tanto na vida do indivíduo, quanto na estação reprodutiva (WILLSON, 1983; RICHARDS, 1986).

Em função da variação na expressão sexual observada em *P. polyanthus*, os indivíduos desta espécie podem se apresentar como: 1) unissexuais, se apenas flores de um sexo forem maturadas nos capítulos de suas umbelas, sendo, desta forma, estruturalmente monóicos e funcionalmente dióicos, ou 2) hermafroditas, se flores dos dois sexos forem maturadas nos capítulos das umbelas e, neste caso, os indivíduos são estrutural e funcionalmente monóicos. Esta variação na expressão sexual pode ser observada pela análise de capítulos já em fase de dispersão, onde constata-se, para alguns, que apesar de presentes, não ocorreu a ântese das flores femininas ou masculinas.

A expressão de apenas um sexo pode estar relacionada a fatores ambientais. RICHARDS (1986) comenta que em microambientes com condições ótimas, onde as plantas podem ocorrer com maior vigor, a expressão de apenas flores femininas é mais freqüente. Entretanto, no presente estudo, não se pode determinar que fatores estão atuando na expressão sexual de *P. polyanthus*.

Tamanho dos Indivíduos Reprodutivos, Produção de Umbelas e Mortalidade na Reprodução: A existência de um tamanho mínimo para os indivíduos entrarem em reprodução foi também evidenciada para *Andropogon arenarius*, *Androtrichum trigynum* (COSTA *et alii*, 1988a,b), *Drosera brevifolia* (MENDONÇA & CASTELLANI, 1993) e

para plantas monocárpicas de dunas (BOORMAN & FULLER, 1984; KACHI & HIROSE, 1985; JONG & KLINKHAMER, 1988).

A relação positiva entre o diâmetro do indivíduo reprodutivo e a produção de umbelas em *P. polyanthus* foi também descrita por CASTELLANI (1990), sendo esta relação freqüente tanto em espécies monocárpicas como policárpicas (HARPER, 1977; BEGON *et alii*, 1986).

Os dados obtidos para *P. polyanthus* em 1988 (CASTELLANI, 1990) mostram um diâmetro mínimo para reprodução na classe de 15 a 17,9 cm e que a maior parte dos indivíduos reprodutivos apresentavam diâmetros entre 19 e 27cm. Em 1989 e 1990, a média de umbelas produzidas e o tamanho médio de diâmetro foram ligeiramente inferiores. É interessante comentar que ocorreu um expressivo déficit hídrico em junho de 1988 (CASTELLANI, 1990), registrando-se um aumento de umidade em 1989 e 1990. Isto está, de certa forma, de acordo com o observado para *Andropogon arenarius* (COSTA *et alii*, 1988a) que apresenta tamanhos maiores para reproduzir em dunas mais secas e tamanhos menores em ambientes mais úmidos.

A mortalidade dos indivíduos reprodutivos de *P. polyanthus* pode estar relacionada com o fator hídrico, uma vez que no ano mais seco, a proporção de mortes foi superior. CASTELLANI (1990) mostra que em 1988 a taxa de mortalidade dos indivíduos reprodutivos foi de 14%.

A maior mortalidade de indivíduos reprodutivos em 1989 e 1990 ocorreu nas fenofases de botão e floração, podendo estar associada a condições ambientais menos favoráveis, uma vez que a maioria dos indivíduos que morreu reproduziu fora do pico destas fenofases. As maiores taxas de mortalidade de indivíduos que floresceram em 1988 ocorreram no início e final da floração (agosto e dezembro, respectivamente) (CASTELLANI, 1990).

AGRADECIMENTOS

Aos professores Vera L.V. de Arruda e Daniel B. Falkenberg e à bióloga Karla Z. Scherer pelas sugestões feitas numa primeira versão deste trabalho, ao biólogo Paulo C.A. Garcia e a Marco A. Oliveira pela digitação, confecções de tabelas e auxílios na impressão. Ao CNPq e ao DAP/UFSC pela concessão de bolsas de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEGON, M., HARPER, J.L. & TOWNSEND, C.R. 1986. Ecology: individuals, populations and communities. London, Blackwell Scientific Publications, 876p.
- BOORMAN, L.A. & FULLER, R.M. 1984. The comparative ecology of two sand dune biennials: *Lactuca virosa* L. and *Cynoglossum officinale* L.. New Phytol. 69:609-629.
- CASTELLANI, T.T. 1990. Aspectos da ecologia reprodutiva de *Paepalanthus polyanthus* (Bong.) Kunth (Eriocaulaceae) nas dunas da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC. In: ACIESP (org.), II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: estrutura, função e manejo. Águas de Lindóia, ACIESP, vol. 3, p:488-498.
- CORDAZZO, C.V. & SEELIGER, U. 1988. Phenological and biogeographical aspects of coastal dune plant communities in Southern Brazil. Vegetatio, 75:169-173.
- COSTA, C.S.B., SEELIGER, U. & CORDAZZO, C.V. 1984. Aspectos da ecologia populacional do *Panicum racemosm* (Spreng) nas dunas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. In: Lacerda, L.D., Araújo, D.S.D., Cerqueira, R. & Turcq. B., (orgs), Restingas: origem, estrutura, processos. Niterói, CEUFF, p:395-411.
- COSTA, C.S.B., SEELIGER, U. & CORDAZZO, C.V. 1988a. Dinâmica populacional e distribuição horizontal de *Androtrichum trigynum* (Spreng.) Pfeiffer (Cyperaceae) em brejos e dunas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. Acta Limnol. Brasil., 11:813-842.
- COSTA, C.S.B., SEELIGER, U. & CORDAZZO, C.V. 1988b. Distribution and fenology of *Andropogon arenarius* Hackel on coastal dunes of Rio Grande do Sul, Brasil. Revta. Brasil. Biol., 48 (3):527-536.
- CRAWLEY, M.J. 1983. Herbivory: The dynamics of animal-plant interactions. Los Angeles, University of California Press, 437p.
- d'EÇA NEVES, F.F. & CASTELLANI, T.T. 1992. Aspectos preliminares da fenologia, produção de sementes e dos riscos de pré-dispersão de

- Paepalanthus polyanthus* (BONG.) KUNTH (Eriocaulaceae). In: III Encontro de Botânicos do Paraná e Santa Catarina. Florianópolis, p. 44.
- FAEGRI, K. & PIJL, L. van der 1979. The principles of pollination ecology. Oxford, Pergamon Press, 244 p.
- FERRI, M.G. 1979. Fisiologia Vegetal 2. São Paulo, EPU/EDUSP, 392p.
- HARPER, J.L. 1977. Population Biology of Plants. London, Academic Press, 892p.
- HUECK, K. 1955. Plantas e formação organogênica das dunas do litoral paulista - Parte 1. São Paulo, Instituto de Botânica, p:5-130.
- JONG, T.J. de & KLINKHAMER, P.G.L. 1988. Population ecology of the biennials *Cirsium vulgare* and *Cynoglossum officinale* in a coastal sand dune area. J. Ecol., 76:366-382.
- KACHI, N. & HIROSE, T. 1985. Population dynamics of *Oenothera glazioviana* in a sand dune system with special reference to the adaptive significance of size-dependent reproduction. J. Ecol., 73:887-901.
- KLEMOW, K.M. & RAYNAL, D.J. 1985. Demography of two facultative biennial plant species in an unproductive habitat. J. Ecol., 73:147-167.
- KREBS, C.J. 1989. Ecological Methodology. New York, Harper & Row Publishers, 654p.
- LARCHER, W. 1986. Ecofisiologia Vegetal. São Paulo, EPU, 319p.
- MENDONÇA, E.N. & CASTELLANI, T.T. 1993. Aspectos da ecologia populacional de *Drosera brevifolia* Pursh em um trecho de baixada úmida de dunas, Florianópolis, SC. Biotemas, 6(1):31-48.
- MOLDENKE, H.N. & SMITH, L.B. 1976. Eriocauláceas. In: REITZ, R. (ed). Flora Ilustrada Catarinense. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues, 94p.
- PEREIRA, O.J., THOMAZ, L.D. & ARAÚJO, D.S.D. 1992. Fitossociologia da vegetação de ante dunas da restinga de Setiba/Guarapari e em Interlagos/Villa Velha. ES. Bol. Mus. Biol. Mello Leitão. (N. sér.) 11:65-75.

- RICHARDS, A.J. 1986. Plant Breeding Systems. London, George Allen & Unwin, 529p.
- SANTOS, C.R. & ARRUDA, V.L.V. 1993. Ecologia floral de *Ipomoea pes-caprae* (L.) Sweet e *Ipomoea stolonifera* (Cyr.) Gmel. (Convolvulaceae). In: ACIESP (org.), III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira: subsídios a um gerenciamento ambiental. Serra Negra, ACIESP, p:31-33.
- WERNER, P.A. 1975. Predictions of fate from rosette size in Teasel (*Dipsacus fullonum* L.). Oecologia, 20:197-201.
- WALTER, H. 1986. Vegetação e zonas climáticas: Tratado de Ecologia Global. São Paulo, EPU, 325p.
- WILLSON, M.F. 1983. Plant reproductive ecology. New York, John Wiley & Sons, 282p.
- ZAR, J.H. 1974. Bioestatistical analysis. Englewood Cliffs, N. J. Prentice-Hall, 620p.

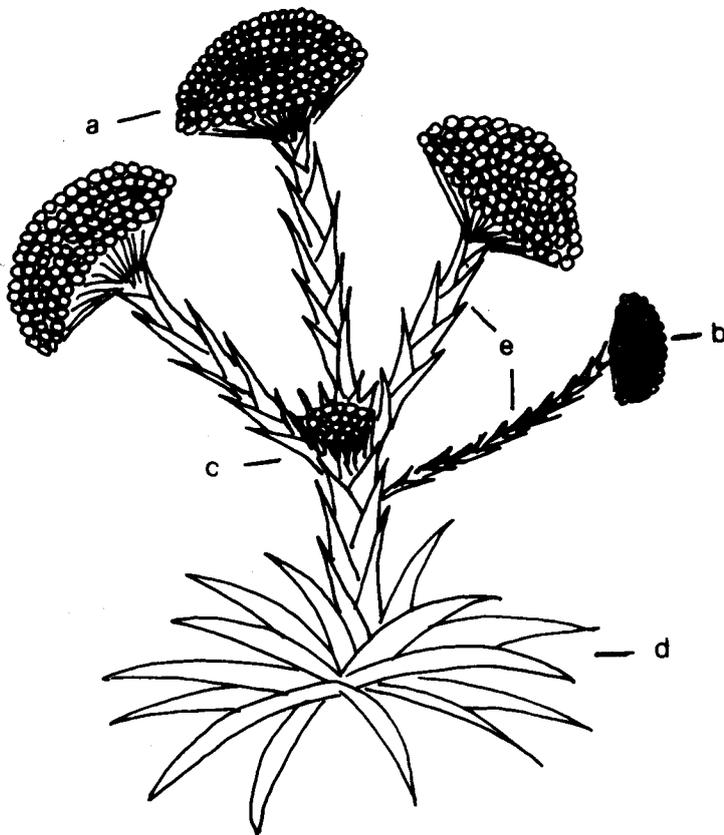


FIGURA 1: Representação esquemática de *P. polyanthus* com as denominações utilizadas neste estudo. a) umbela primária; b) umbela secundária lateral (este tipo ocorre tardiamente, é menor e em menor número); c) umbela secundária central (quando presente ocorre apenas uma por planta); d) roseta foliar basal; e e) pedúnculos das umbelas. O esquema não está em escala.

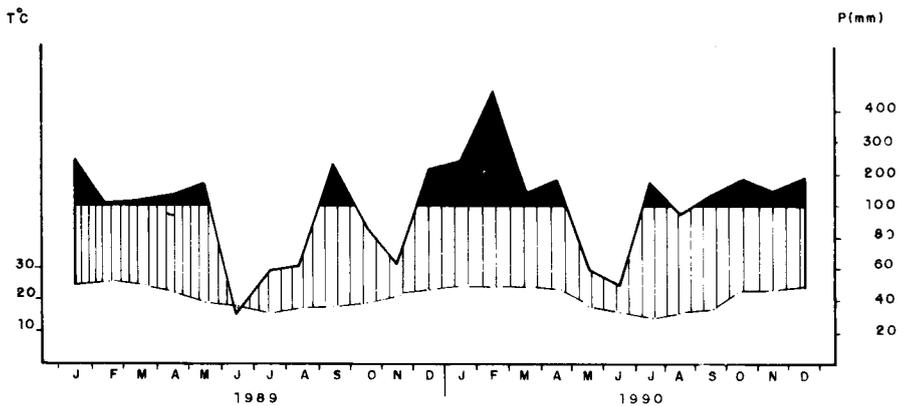
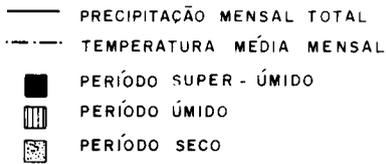


FIGURA 2: Diagrama Climático com as médias mensais de temperatura e precipitação total mensal para os anos de 1989 e 1990, para Florianópolis, SC.

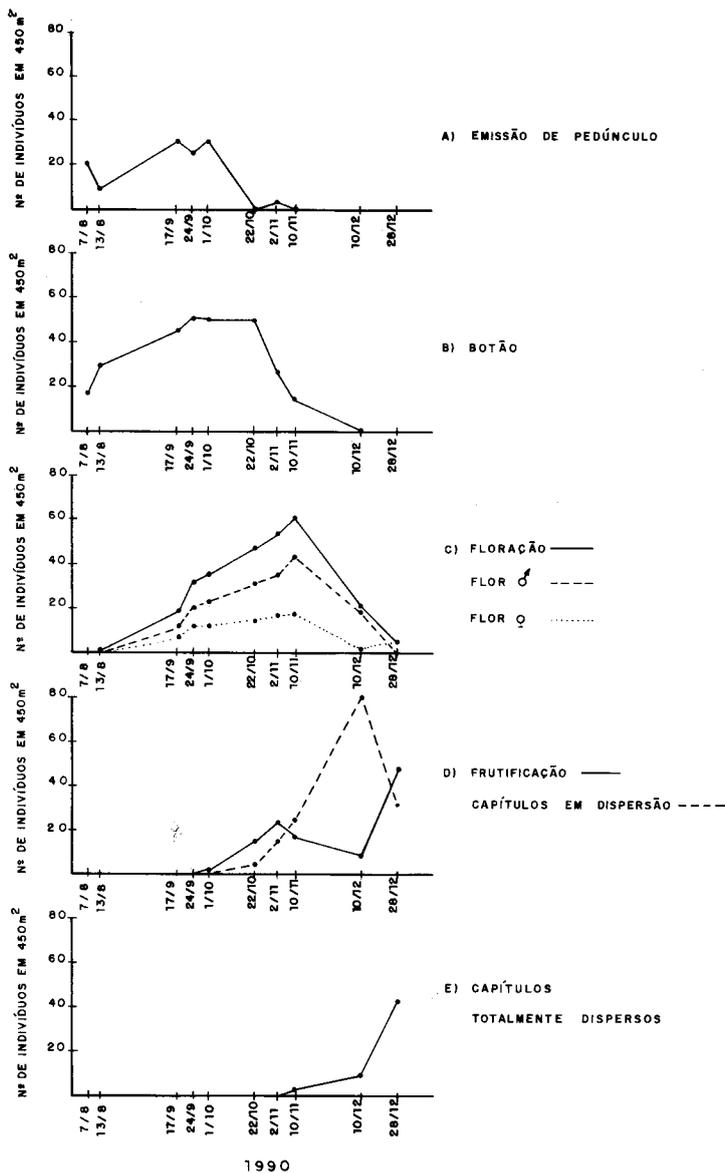


FIGURA 4: Número de indivíduos reprodutivos de *Paepalanthus polyanthus* em diferentes fenofases, entre 7/8/90 e 28/12/90, amostrados em 450m² num trecho de baixada entre dunas, Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC.

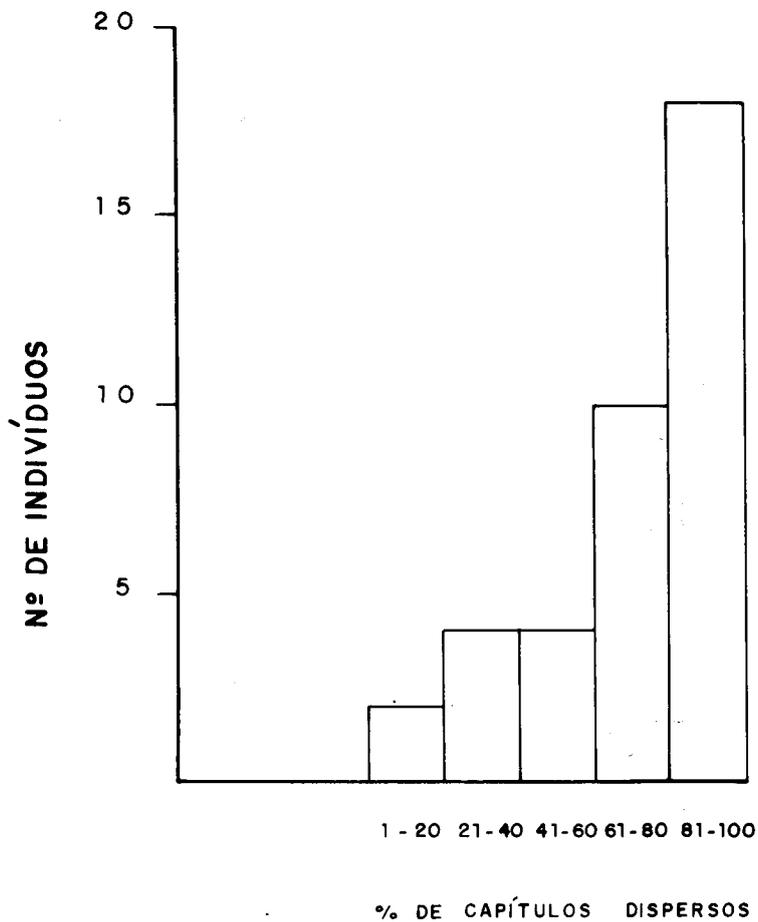


FIGURA 5: Estimativa média da porcentagem de capítulos dispersos por umbela nos indivíduos de *Paepalanthus polyanthus* num intervalo de 5 semanas, para o ano de 1990 (n=38).

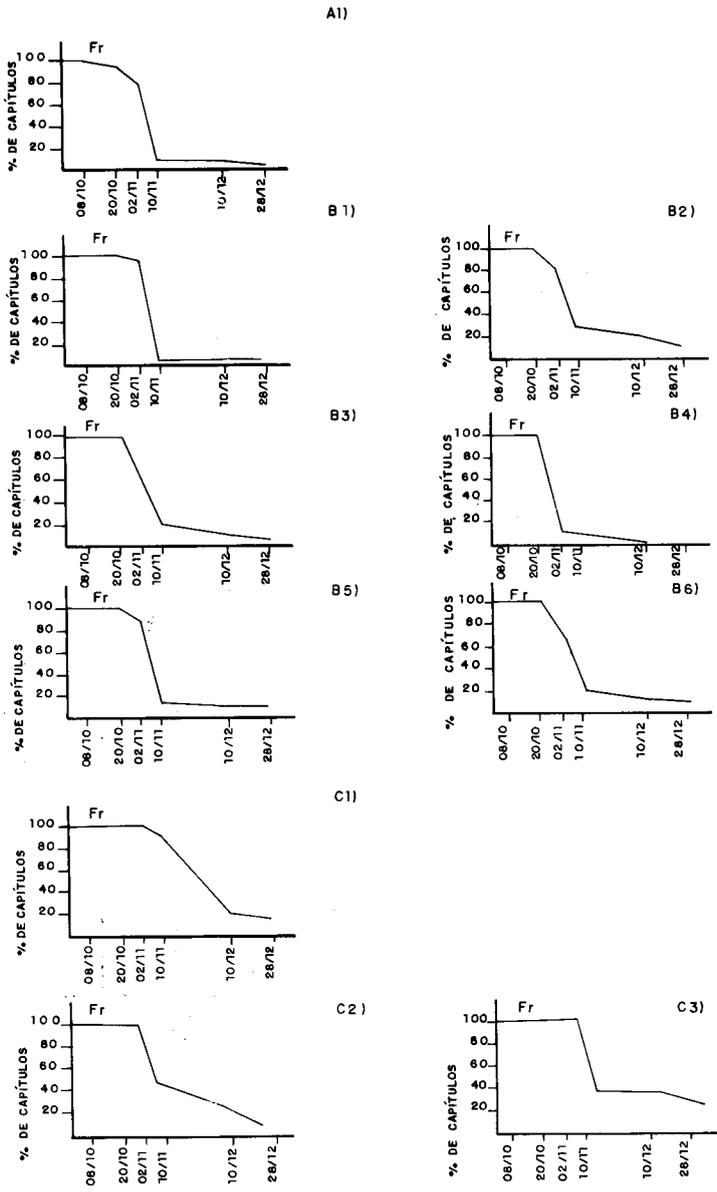


FIGURA 6: Dispersão de capítulos em 10 indivíduos de *Paepalanthus polyanthus*. O eixo y indica a porcentagem média de capítulos presentes nas umbelas, ou seja, que ainda não dispersaram. Em A, indivíduo que iniciou dispersão após 8/10/90; em B, indivíduos que iniciaram dispersão após 22/10/90, e em C, indivíduos que iniciaram dispersão após 2/11/90. Fr representa fase de frutificação.

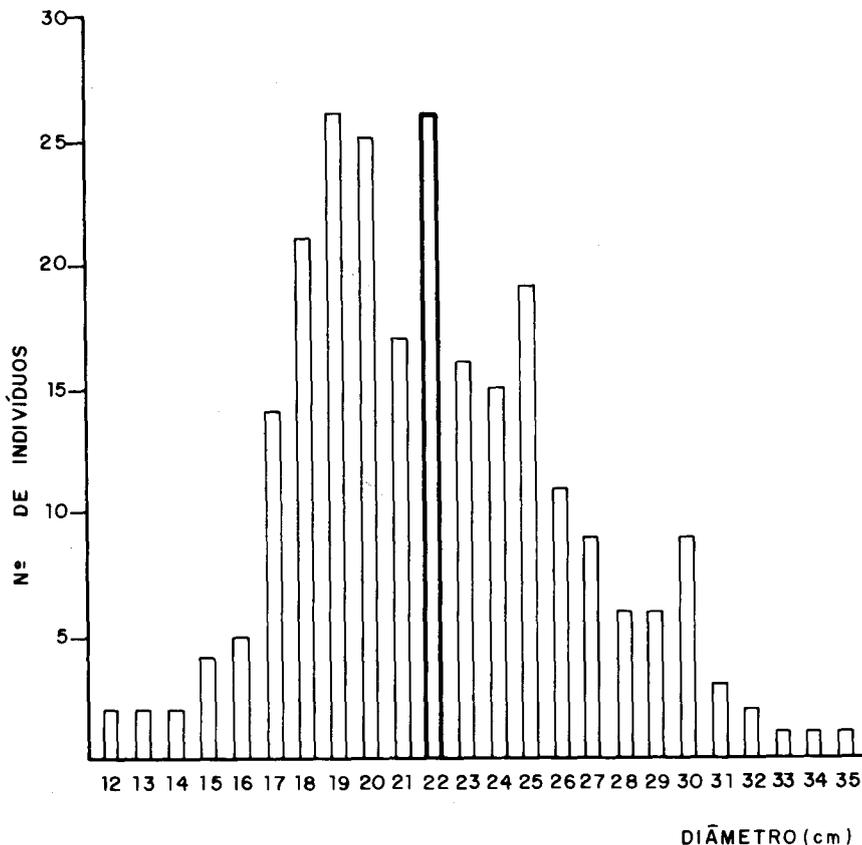


FIGURA 7: Distribuição do diâmetro da roseta foliar basal (cm), nos 243 indivíduos reprodutivos de *Paepalanthus polyanthus* amostrados nos anos de 1989 e 1990 (\bar{x} =22,06, S =4,32, Erro padrão=0,28), em um trecho de baixada entre dunas, Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC.

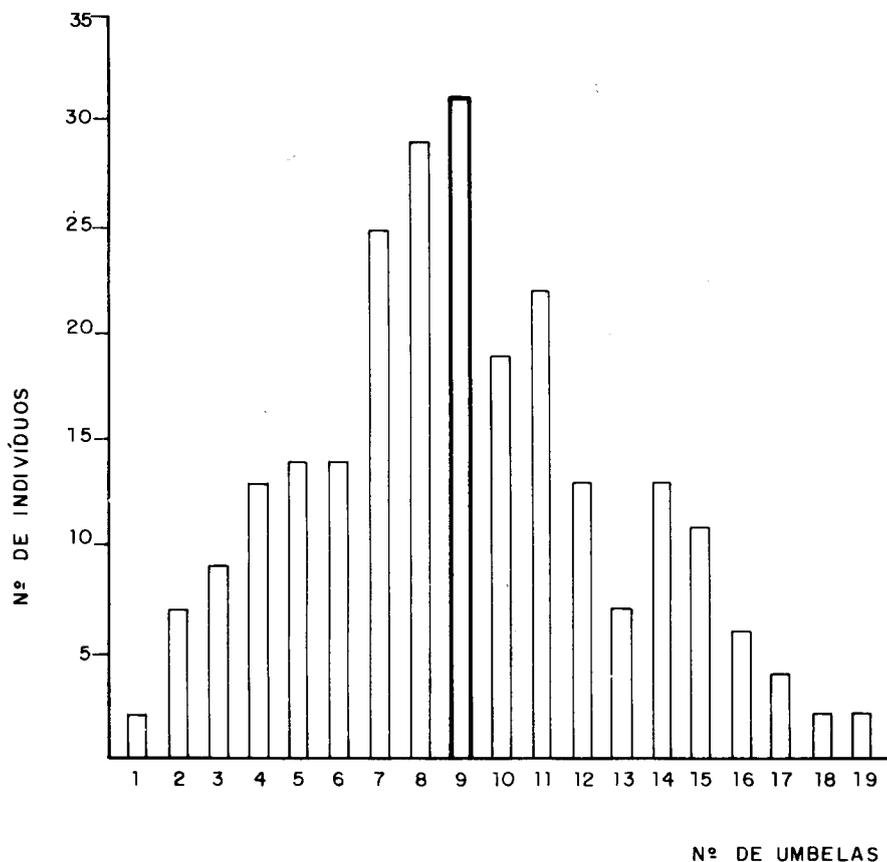


FIGURA 8: Distribuição do número de umbelas produzidas por cada indivíduo, nos 243 indivíduos reprodutivos de *Paepalanthus polyanthus* amostrados nos anos de 1989 e 1990 ($\bar{x}=9,05$, $S=4,32$, Erro padrão=0,25), em um trecho de baixada entre dunas, Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC.

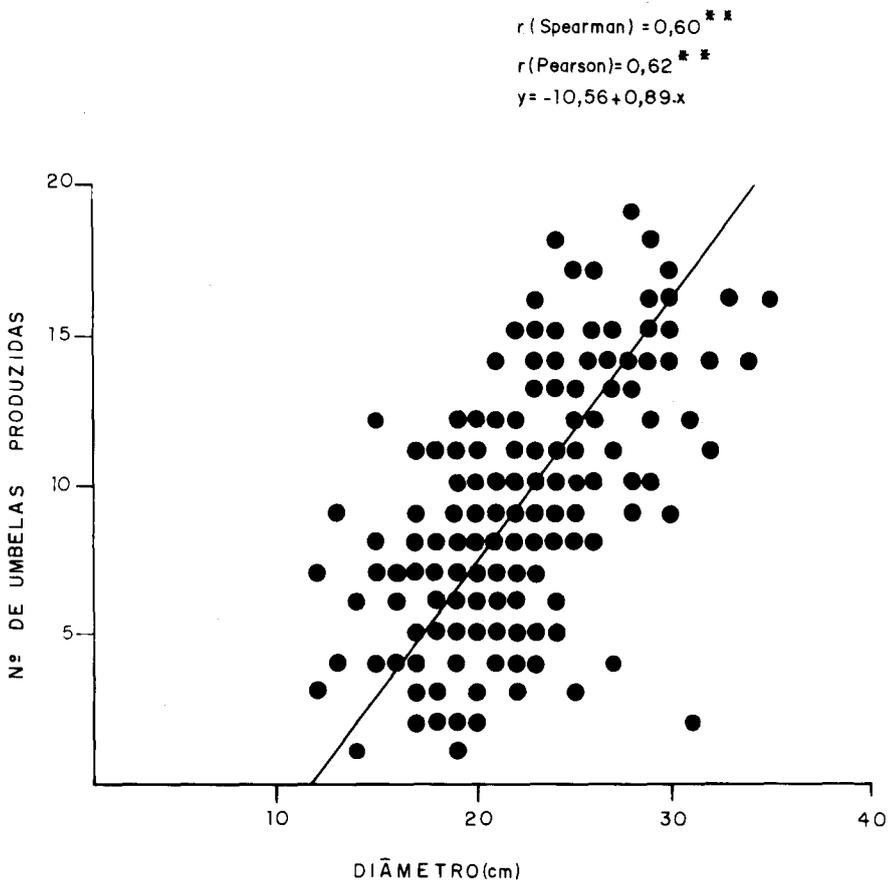


FIGURA 9: Relação entre o diâmetro da roseta foliar de *Paepalanthus polyanthus* e o número de umbelas produzidas. **Coeficientes de correlação significativos ($P < 0,001$, $n=243$). As sobreposições de dados não estão representadas. A equação de regressão (GMR) é mostrada na figura.

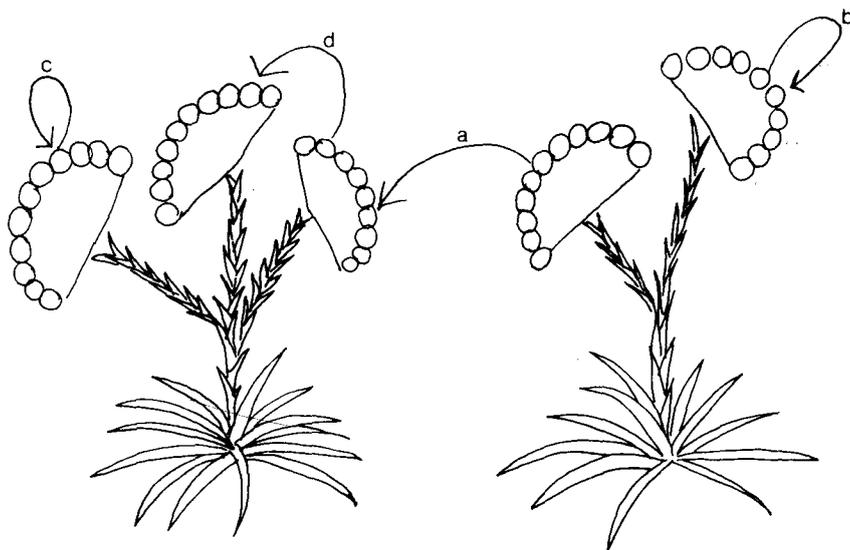


FIGURA 10: Possíveis padrões de reprodução em *Paepalanthus polyanthus*: a) fecundação cruzada (alogamia tipo xenogamia); b) alogamia tipo geitonogamia (entre capitulos); c) alogamia tipo geitonogamia (entre flores dentro do capítulo); d) alogamia tipo geitonogamia (entre umbelas).

TABELA 1: Tipos de seqüência de maturação de flores em indivíduos de *Paepalanthus polyanthus* (n=20), onde BF representa indivíduos com umbelas em fase final de botão, ♂ - umbelas em flor masculina, ♀ - umbelas em flor feminina, IFR - início de frutificação e IDC - início de dispersão de capítulos. As mudanças de fase são mostradas para cada semana, da fenofase final de botão ao início da frutificação. As plantas foram registradas em flor pela 1ª vez em 17/9/90 (n=10) e em 24/9/90 (n=10).

TIPOS	MATURAÇÃO DE FLORES (SEMANAS)						Nº DE PLANTAS
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	
A	BF	♂	♀ ¹	♂	IFR		6
	BF	♂	♀	♀ ♂ ²	IFR		2
	BF	♂	♀	♂	♂	IFR	1
	BF	♂	♂	♀	♂	IFR	1
B	BF	♂	♂	♀	IFR		2
	BF	♂	♀	♀	IFR		2
C	BF	♂	♂	♂	IDC ³		4
D	BF	♀	♂	♂	♀	IFR	1
E	BF	♀	♀	♀	IFR		1

1 - Uma planta apresentou umbelas com flores ♀ e ♂ .

2 - Estas plantas apresentaram umbelas assíncronas, com 1/3 destas em fase de flor ♂ .

3 - Nestas plantas não ocorreu formação de frutos

TABELA 2: Estimativa da duração de cada estágio reprodutivo de indivíduos de *Paepalanthus polyanthus* (n=20). Em A, os indivíduos analisados foram registrados iniciando a formação de botões em 7/8/90 (n=5) e em 13/8/90 (n=15); em B, foram registrados em flor pela primeira vez em 17/9/90 (n=10) e em 24/9/90 (n=10) e em C, iniciaram frutificação em 8/10/90 (n=11), em 22/10/90 (n=2), em 2/11/90 (n=6) e em 10/11/90 (n=1).

ESTÁGIO REPRODUTIVO	TEMPO DE DURAÇÃO (DIAS)	
	$\bar{X} \pm S$	
	MÍN	MÁX
A) INÍCIO DA FORMAÇÃO DE BOTÕES ATÉ INÍCIO DE FLORAÇÃO	42 ± 4	36 50
B) INÍCIO DE FLORAÇÃO ATÉ INÍCIO DE FRUTIFICAÇÃO	22 ± 3	21 28
C) INÍCIO DE FRUTIFICAÇÃO ATÉ INÍCIO DE DISPERSÃO	27 ± 13	8 63

TABELA 3: Diâmetros (\emptyset) médio (\bar{x}), mínimo e máximo da roseta foliar de *Paepalanthus polyanthus* no início da fase reprodutiva e números médio, mínimo e máximo de umbelas produzidas no ano de 1989. n = número de indivíduos amostrados.

	$\bar{X} \pm S$	MÍN	MÁX	n	ERRO PADRÃO DA \bar{X}
\emptyset DA ROSETA FOLIAR (cm)	22,98 \pm 4,66	12	35	12 0	0,43
Nº DE UMBELAS	10,09 \pm 3,98	2	19	12 0	0,36

TABELA 4: Diâmetros (\emptyset) médio (\bar{x}), mínimo e máximo da roseta foliar de *Paepalanthus polyanthus* no início da fase reprodutiva e números médio, mínimo e máximo de umbelas produzidas no ano de 1990. n = número de indivíduos amostrados.

	$\bar{X} \pm S$	MÍN	MÁX	n	ERRO PADRÃO DA \bar{X}
\emptyset DA ROSETA FOLIAR (cm)	21,15 \pm 3,76	13	34	123	0,34
Nº DE UMBELAS	8,03 \pm 3,42	1	17	123	0,31