

Observações sobre a biologia reprodutiva de *Pistia stratiotes* L. (Araceae) (1)

Carolina Joana da Silva (2)

Resumo

Estudos sobre a biologia reprodutiva e crescimento de *Pistia stratiotes* L. foram desenvolvidos com plantas crescendo em lagos de várzea, componentes do sistema de lagos denominados Janauacá e no rio Solimões. Também foram feitas algumas observações sobre o ataque de herbívoros nessas plantas. Os resultados mostraram que: essa planta investe mais energia para produção de folhas, quando jovem e para a produção de estolões, quando adultas; fatores abióticos parecem ser mais importantes para o controle de *Pistia*, do que herbívoros; reprodução sexuada parece estar entrando num processo de degeneração; sementes não parecem ser importantes para a propagação, durante a enchente, nas áreas estudadas.

INTRODUÇÃO

Pistia stratiotes L. (Araceae) é uma planta aquática, pantropical, flutuante, estolonífera, conhecida vulgarmente como: "alface-de-água, erva-de-Santa Luzia, golfo, lentilha-da-água, mururé-pajé" no Amazonas; "pajé", no Marajó e "pasta", no Ceará (Pio Correa, 1931).

Segundo Sculthorpe (1967), produz abundantes estolões e parece que a disseminação por sementes, as quais são pequenas e liberadas em grandes quantidades, contribui significativamente para sua dispersão sobre longas extensões. Wild (1961) presume que *Pistia* tem sua principal propagação via sementes.

Spence (1964) *apud* Sculthorpe (1967) chama atenção para a possibilidade de que a extensão de habitat disponível para germinação de hidrófitas é significativamente mais reduzida do que para o desenvolvimento de propágulos vegetativos e indivíduos adultos.

Baker (1965) evidenciou que ervas frequentemente possuem o que ele chamou de

"genótipo de propósito múltiplo". Esse genótipo permite às ervas sobreviverem e reproduzirem numa grande extensão de condições ambientais. *Pistia* parece encaixar muito bem nessa descrição de ervas, pois tem sua mais larga distribuição em águas tropicais e subtropicais do Velho e Novo Mundo (Wiid, 1961; Sculthorpe, 1967; Hall & Okali, 1964; Oliveira, 1977). Sua origem, como de muitas hidrófitas aparentemente pantropicais, não é conhecida acuradamente; a possibilidade de que *Pistia* tenha sido introduzida em numerosas áreas é aumentada por seu antigo uso medicinal no tratamento de erisipelas e cura de escoriações, sendo seu uso descrito por Plínio, em A.D. 77 (Wild, 1961 e Sculthorpe, 1967).

A maioria das pesquisas desenvolvidas com *Pistia* tratam principalmente de produtividade, controle e erradicação. Existem alguns trabalhos sobre composição química e taxa de evapotranspiração, porém, dados referentes à biologia propriamente dita são escassos.

Flutuação sazonal em ervas aquáticas é um fenômeno bem conhecido. Em Ibadan (Nigéria), Pettet & Pettet (1970) *apud* Hall & Okali (1974) relataram que *Pistia* cresce muito durante a estação seca (novembro-março) mas morre consideravelmente durante a estação chuvosa, (maio-setembro). Esses autores atribuem a morte de *Pistia* ao enfraquecimento das plantas, como um resultado de condições desfavoráveis ao crescimento, como frio, tempo nublado e diluição dos nutrientes pela chuva, o que predispõem as plantas a uma epidemia por vírus. Entretanto Petr (1968) observou que no lago Volta, Ghana, *Pistia* cresceu mais vigorosamente durante a estação chuvosa do que na estação seca. Attionu (1970) estudan-

(1) — Trabalho de Tese apresentado ao INPA/FUA, para obtenção do Título de Mestre em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Ecologia.

(2) — Docente da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso — Departamento de Biologia, Cuiabá. Bolsista da CAPES.

do comportamento de *Pistia*, no mesmo lago, encontrou biomassa dessa planta, em duas partes do lago, mais baixa no meio da estação seca do que no fim do período de chuvas e o padrão de distribuição espacial de *Pistia*, na parte sul do lago, parecendo ser determinado, para algumas extensões, pelo pH e conteúdo de nutrientes na água do lago.

Além das condições físico-químicas e nutricionais, o tipo do corpo de água, seja rio, lago ou represa, também pode influir na flutuação sazonal de ervas aquáticas.

Quando forma emaranhados, com extensas superfícies, *Pistia* pode bloquear canais de irrigação, instalações elétricas e portos. Obstruindo canais, pode dificultar movimentos de barcos, resultando na diminuição da atividade pesqueira. Essa situação é agravada quando tais emaranhados são colonizados por outras espécies. Attionu (1979) observou que grandes extensões cobertas de *Pistia*, no lago Volta, reduz ou impede completamente a circulação das águas e penetração de luz, trazendo consequências negativas para a oxigenação da água e fotossíntese, o que pode influenciar no crescimento de plantas aquáticas submersas, algas e fauna de invertebrados (Sculthorpe, 1967; Buscemi, 1958; Little, 1966 *apud* Attionu, 1970).

Pistia também acarreta problemas relacionados com a saúde pública. Muitos pesquisadores têm relatado que emaranhados de *Pistia* servem como local preferido para moluscos, vetores de bilharzioses e mosquitos vetores de encefalites e filarioses (Seabrook, 1950; Chow, 1963; Chamberlain *et al.*, 1959; Paperhal, 1968 *apud* Attionu, 1970).

Como erva daninha, *Pistia* pode constituir séria ameaça para plantações de arroz, em planícies, pois interfere nessa cultura, reduzindo áreas de cultivo de até mais de 20 a 30%, dependendo da profundidade da água (Widyanto & Soerjani, 1974).

A massiva invasão do lago Kariba, Zâmbia, por plantas flutuantes, mostrou que planejamento de construção de lagos em regiões mais quentes deveriam incluir precauções para proteger a água de perda e obstrução por plantas (Little, 1966).

Segundo Oliveira (1977), em condições experimentais, a evapotranspiração de *Pistia* excede a evaporação de uma superfície livre de água, em torno de 30%; a autora salienta que este valor pode estar subestimado, pois a presença de pragas pode ter interferido para reduzir a taxa de evapotranspiração de *Pistia*.

Remoção de *Pistia* tem sido manual, no delta do Nilo, na Nigéria e na Índia e o herbicida Simazine a 0,6 gr/m² tem sido relatado como bom controle (Wild, 1961). Experimentos com Diquat têm dado excelente controle de *Pistia* (Weldon *et al.*, 1961).

Pistia é usada, junto com *Eichhornia crassipes*, como alimento para patos e porcos por todo o leste e sul da Ásia (Pirie, 1960 *apud* Sculthorpe, 1967). Essas duas plantas, juntamente com outras, são coletadas em grande quantidade e usadas como alimento para porco e gado e como adubo na África Tropical, Índia e sudoeste da Ásia (Perdue, 1958 *apud* Sculthorpe, 1967). Segundo Widyanto & Soerjani (1974), *Pistia* também serve de alimento para peixes.

Preparados com folhas de *Pistia* são tomados na Índia, para tosse e asma; cataplasma de folhas são ditas possuírem efeitos laxativos e diuréticos; micoses de cabelos podem ser tratados esfregando as cinzas das plantas no couro cabeludo (Chopra *et al.*, 1965 *apud* Sculthorpe, 1967).

Na Amazônia Central, Junk (1970), ao estabelecer os principais habitats colonizados por macrófitas aquáticas, encontrou *Pistia stratiotes* flutuando regularmente junto com grandes ilhas de gramíneas no rio Solimões-Amazonas e formando emaranhados nos lagos de várzea sujeitos a grandes níveis de flutuação.

Segundo Junk (no prelo), a massa de vegetação flutuante alcança grandes proporções durante a enchente, na várzea; as plantas surgem em parte, de sementes e esporos e em parte de plantas que sobrevivem durante a seca.

Junk (comunicação pessoal) observou que no Alto Solimões, grandes ilhas separam o rio em braços, sendo que na vazante um deles não é navegável devido a sua baixa profundidade e fica sem comunicação com o rio quan-

do a vazante é drástica. Como *Pistia* é a primeira planta que desce o rio com os repiques (primeiras manifestações anuais da cheia) e a enchente propriamente dita, ele sugere que tais plantas poderiam ficar encalhadas nesses locais, de modo que quando viessem as enchentes, seriam as primeiras a sair.

Pistia de diferentes tamanhos têm levado pesquisadores a supor que existam mais espécies, além de *P. stratiotes*. Engler (1878) mostra uma extensa lista de espécies em sinonímia.

Junk (comunicação pessoal) observou que ao colocar *Pistia* grandes em lagos com menos nutrientes, elas ficavam pequenas. Quando ele colocava as pequenas na entrada de lagos que recebiam água do Solimões (com mais nutrientes), estas não aumentavam de tamanho. Hall & Okali (1974), estudando tamanho de *Pistia* em duas áreas, observam que, onde as plantas eram menores, elas estavam localizadas longe do barranco no centro do canal e que o rio, para chegar nesse local, percorre longas distâncias do seu curso, perdendo nutrientes para as plantas fixas; as plantas maiores ficavam junto à encosta numa baía que é alimentada por um tributário que corre somente 1-5 km, até alcançar esse local, sugerindo serem esses fatores responsáveis pelo tamanho maior de *Pistia*, na baía. Provavelmente o tamanho de *Pistia* está relacionado com nutrientes.

O objetivo deste trabalho foi o de realizar estudos sobre a biologia reprodutiva e crescimento de *Pistia* e fazer algumas observações sobre herbívoros atacando essa planta.

ÁREA DE ESTUDO

Estudos sobre a produção de folhas e estolões, predação por herbívoros, foram feitos no lago Castanho.

O lago Castanho é um lago de várzea, componente do sistema de lagos denominado Janauacá; localizando-se a mais ou menos 50 km a sudoeste de Manaus. Sua limnologia é determinada pelo rio Solimões, ao qual está ligado durante o ano todo pelo paraná do Ja-

nauacá, de modo que as oscilações no nível do rio Solimões influenciam o nível da água do lago. Essas variações de nível da água causam grandes modificações sazonais nas condições físico-químicas do lago. Suas águas são consideradas mistas, porém, na enchente, há predominância de água branca, vinda do rio Solimões.

Schmidt (1973), estudando as condições físico-químicas do lago Castanho, encontrou condutividade elétrica variando entre 20 e 50 μScm^{-1} e pH, na superfície, variando entre 6,3 e 7,4; níveis de $\text{PO}_4\text{-P}$ eram baixos, mas o total de P era relativamente alto, entre 5 e 210 $\mu\text{g}/1$. Valores de N total variaram entre 0,4 e 1,0 mg/1 e de $\text{NO}_3\text{-N}$ e NO_2 foram muito baixos, às vezes não detectáveis.

Os dados relacionados com a floração e reprodução foram obtidos a partir de coletas e observações no rio Solimões (entre as ilhas Urutu e Maria Antônia), lago Baixo, Igarapé dos Três Buracos e lago Castanho (Fig. 1).

MATERIAIS E MÉTODOS

MATERIAIS

A descrição da espécie aqui dada é baseada nas descrições de Michaux, 1820; Blume, 1835; Engler, 1878; Pio Correa, 1931 e em observações feitas no decorrer do trabalho. *Pistia stratiotes* L., da família das Aráceas, é uma erva aquática flutuante, estolonífera com inúmeras raízes imersas, de até 40 cm de comprimento. Suas folhas, com formato de rosetas, são emergentes, esponjosas, sésseis, às vezes estreitando-se em pecíolos, obovado-cuneadas até ovadas, fendidas ou inteiras no ápice, que é arredondado ou subtruncado; mais ou menos cotonosa-pubescente nos dois lados, verde pálido e saliente nervadas na página inferior, nervuras 7-13 flabeladas, com 3-12 cm de comprimento e 15-55 mm de largura.

A inflorescência de *Pistia* (Fig. 2) é uma espata foliácea, esbranquiçada, lisa internamente e pilosa na parte externa, obliquamente campanulada gibosa e fechada embaixo, contraída no centro e aberta e quase orbicular

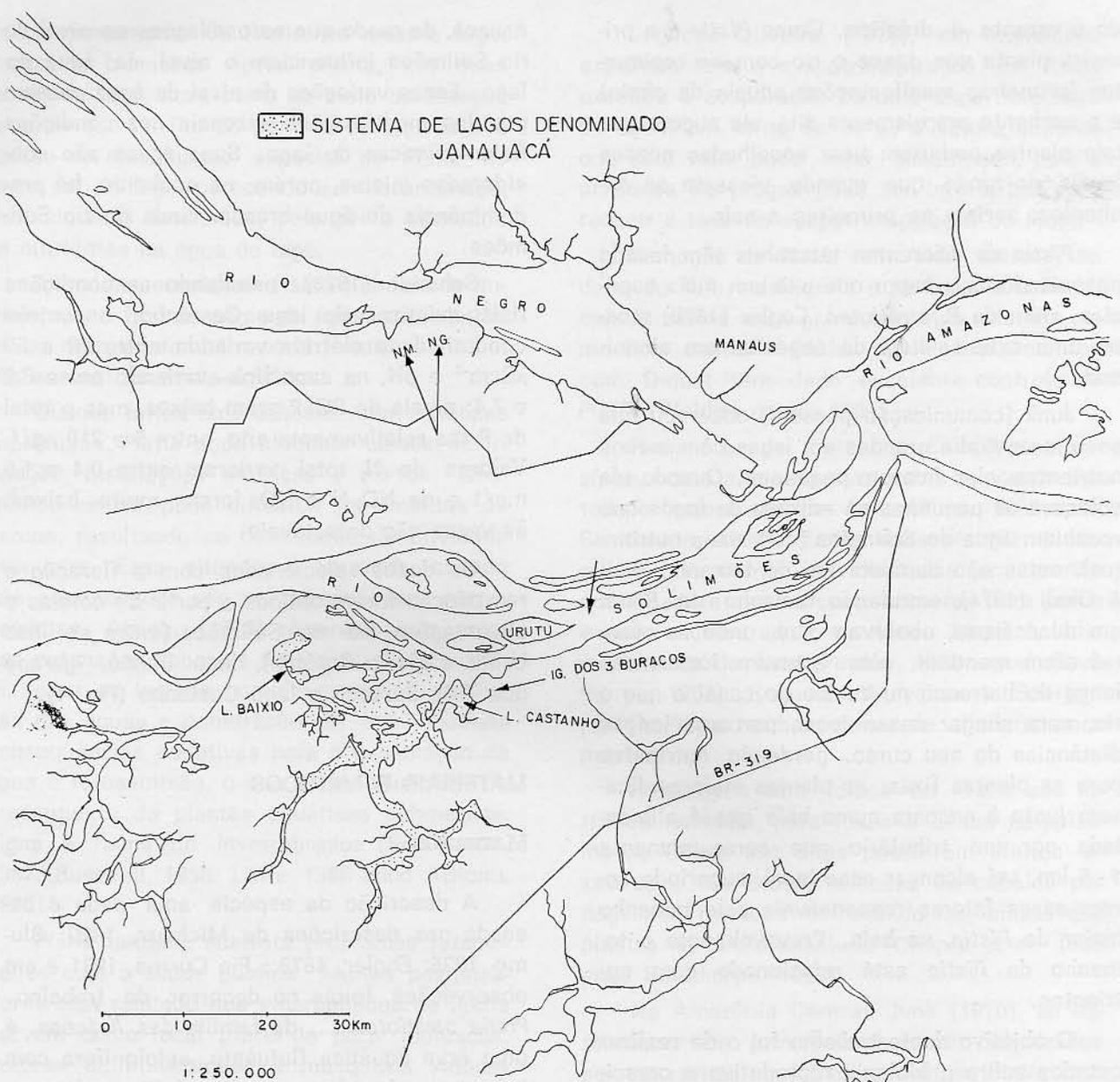


Fig. 1 — Localização da área de estudo.

em cima, com 0,5-2,3 cm de comprimento. A espádice é curta, tendo na parte inferior as flores femininas solitárias e na parte superior as masculinas, de 2-8, reunidas em verticilos. Entre as flores femininas e masculinas há um anel esverdeado, dilatado e dotado de escamas verde, decíduas. Segundo Engler (1878), esse anel corresponderia a flores abortadas.

O ovário é monocarpelar, unilocular, fixo obliquamente ao eixo da espádice; fruto baga, elipsóide ou ovóide, poli ou oligospermico, contendo numerosas sementes oblongas ou ovói-

des de testa rugosa e albúmen abundante e farinoso.

Os trabalhos foram desenvolvidos com *Pistia* de diferentes tamanhos, no que diz respeito à parte aérea. No rio Solimões foram usadas somente plantas robustas que possuem folha maior medindo até 21,5 cm de comprimento e que são as primeiras plantas a descer o rio com as enchentes. No lago Baixo, lago Castanho, igarapé dos Três Buracos, as plantas são pequenas, com a folha maior ao redor de 7 cm de comprimento.

MÉTODOS

OBSERVAÇÕES EM CAIXAS EXPERIMENTAIS, NO LAGO CASTANHO

Produção de folhas e estolões

As observações foram feitas a partir de agosto de 1977 e concluídas em maio de 1978. As plantas foram colocadas em 12 caixas flutuantes de tela verde, com malha de 1 X 1 mm, com dimensões de 50 X 50 X 50 cm, que deixava passar 53% de luz. Em cada caixa foram colocadas 5 plantas marcadas com fio de *nylon*, com nós amarrados às raízes, para identificação das plantas. As observações foram feitas quinzenalmente. As caixas ficavam fixas às árvores próximas e flutuavam devido a pedaços de isopor ou garrafas de plástico vazias e fechadas amarradas a elas.

Neste experimento, foram observadas a produção e queda de folhas e a estratégia usada pela planta-mãe na produção de estolões primários (F_1) e secundários (F_2) e das folhas destes. Para saber quantas folhas foram produzidas, a cada quinzena, foi contado o número de folhas que as plantas apresentavam e marcada a folha mais nova de cada planta; assim que, daí a 15 dias, o número de folhas que as plantas apresentavam, além da folha marcada e das folhas velhas, indicava o número de folhas novas produzidas.

O número de folhas caídas foi obtido a partir do número total de folhas que as plantas possuíam na quinzena anterior, menos o número de folhas que elas apresentavam daí a 15 dias, sem contar as folhas novas.

Em cada observação, foram contados o número de estolões F_1 e F_2 , que se mantinham ligados à planta-mãe e o número de folhas que eles apresentavam.

As plantas usadas para iniciar os estudos foram coletadas no lago Castanho, sendo portanto, pequenas; as perdidas durante o experimento foram substituídas por estolões com mais de 4 folhas produzidas nas caixas flutuantes. Os dados obtidos das plantas substituídas só foram consideradas 15 dias após a substituição.

OBSERVAÇÕES NA BIOLOGIA REPRODUTIVA EM PLANTAS CULTIVADAS EM BACIAS, NO LABORATÓRIO DE ECOLOGIA (INPA) E NO CAMPO

Ritmo floral

Para acompanhar o ritmo floral, as plantas foram cultivadas, em bacias plásticas, com água tratada da torneira (vinda do rio Negro) atrás da casa da Ecologia (INPA), onde recebiam luz do sol pela manhã e eram sombreadas pelas árvores, à tarde. Foram marcadas 45 inflorescências para observar a abertura da espata, receptividade do estigma, deiscência da antera, duração da flor masculina, frutificação, liberação das sementes e germinação.

Sistema de polinização

Para verificar se o mecanismo usado pela planta na reprodução era o de auto-polinização, foram isoladas plantas solitárias com inflorescências fechadas, em aquários cobertos com tela, com malha de 2 X 2 mm; na segunda réplica, usaram-se vasilhas cheias de água, cobertas de tela com malha menor que 1 mm². Vasilhas com plantas florescendo, sem cober-

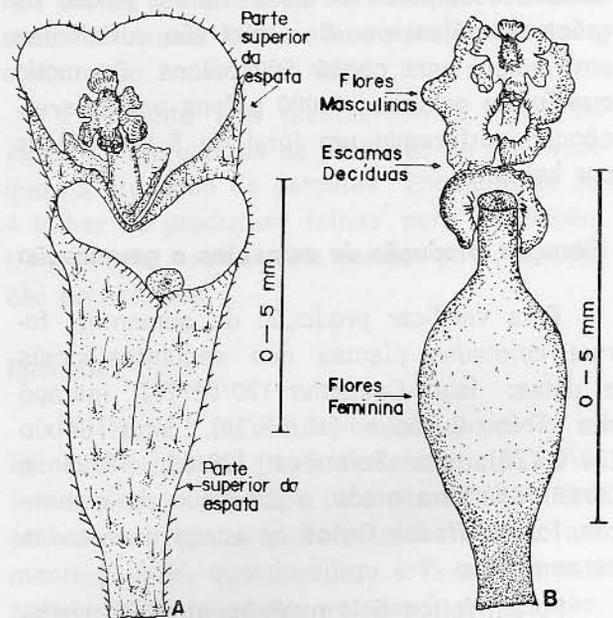


Fig. 2 — Inflorescência de *Pistia stratiotes* L., com (A) e sem (B) espata.

tura, permitindo o acesso de insetos polinizadores, foram colocadas ao lado das plantas experimentais como controle.

Em outras plantas foi verificada a polinização cruzada, decepando-se as flores masculinas das inflorescências, na fase de antese, em que somente a parte inferior da espata (flor feminina) estava aberta. Essas plantas foram mantidas juntas com as plantas-controle.

Além desse experimento, observou-se no campo e no INPA, se haviam insetos antófilos nas inflorescências durante o dia.

Fertilidade dos grãos de pólen

Para o teste de fertilidade dos grãos de pólen, foi empregado o corante Cotton Blue, utilizado por Darlington & La Cour (1965). Segundo esse método, os grãos de pólen que se mostram corados de roxo são considerados férteis e os que não se coram, estéreis. As plantas foram coletadas no mês de maio. Foram usadas 5 plantas de cada local: rio Solimões, igarapé dos Três Buracos e lago Baixio. De cada planta foi tirada uma inflorescência fechada para evitar contaminação com pólen de outras espécies. Foram tiradas 4 flores por inflorescência e delas feitas duas lâminas; cada uma com pólen de duas flores, já que os grãos de pólen, por flor, não são suficientes em número para contar 500 pólenes. De modo que foram contados 1.000 pólenes por inflorescência, perfazendo um total de 5.000 pólenes por habitat.

Floração, produção de sementes e germinação

Para verificar produção de sementes, foram coletadas plantas nos seguintes locais e datas: lago Castanho (20/06/78); igarapé dos Três Buracos (16/05/78), lago Baixio (30/05/78); rio Solimões (26/05, 16/05 e 30/05/78). Para medir a produção de sementes, foram tirados frutos ao acaso e contadas as sementes.

Foram feitos dois experimentos de germinação: o primeiro para verificar o número de sementes germinadas por fruto trazidas do rio Solimões, lago Castanho e lago Baixio. As se-

mentes foram colocadas em beckers com água até o nível de 10 cm de altura. Foram usados 10 frutos por local, cada fruto num becker. O segundo foi feito para testar germinação em dois níveis de profundidade: 10 e 30 cm. Foram usadas 25 sementes, liberadas de 5 frutos coletados no lago Castanho. Foram feitas 3 réplicas do segundo experimento. Foram trazidas, também, 40 amostras de solo do lago Castanho, do mesmo local onde, na enchente, há grande quantidade de *Pistia*. Metade das amostras de solo foram peneiradas para ver se havia sementes de *Pistia*. A outra metade foi colocada em bacias plásticas com água para ver se ocorria germinação. Camadas de matéria orgânica, principalmente de capim e outras plantas aquáticas, formadas na vazante e depositados sobre as árvores, também foram colocadas para observar germinação eventual de sementes.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

QUEDA E PRODUÇÃO DE FOLHAS

Varição no número de folhas mantidas pela planta-mãe, folhas caídas e folhas novas produzidas são mostradas na figura 3. A variação no número de folhas nas plantas foi de zero a 12. A variação mínima foi a zero, devido ao ataque de insetos no meristema apical, daí ter sido grande o desvio-padrão na terceira e quarta quinzena. Salienta-se que, mesmo quando as plantas já tinham sofrido o ataque, ainda produziam e mantinham estolões ligados a ela, por mais ou menos 15 dias, sendo por isso consideradas nos resultados.

Pistia produziu e perdeu folhas durante todo o período de estudo. Porém, a queda de folhas foi maior que a produção na vazante, quando, segundo Junk (no prelo), pode haver uma deficiência de nutrientes na água quase estagnada do lago. A produção de folhas novas superou a perda, quando começaram os primeiros repiquetes, em novembro, trazendo águas do Solimões, mais ricas em nutrientes.

Um teste de χ^2 mostrou que as diferenças no número de folhas produzidas na vazante e na fase dos repiquetes, foram significati-

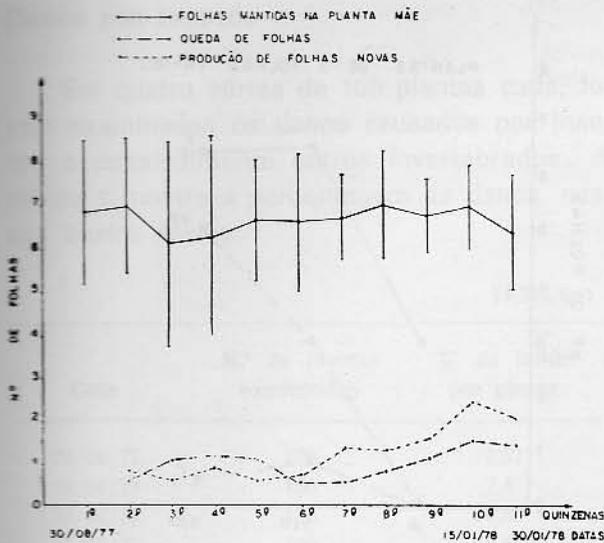


Fig. 3 — Médias de produção de folhas novas e queda de folhas, médias e desvio-padrão das folhas mantidas na planta-mãe, de 25-40 plantas.

vas ao nível de 0,1. Attionu (1970) observou, em condições experimentais, que o aumento da concentração de nutrientes em solução de cultura, favorece a produção de folhas novas. Como folhas novas apresentam níveis de nutrientes superiores ao de folhas maduras (Long, 1961; Salisbury & Ross, 1968), maior produção de folhas novas, na fase dos repiquetes, poderia ser devido ao aumento de nutrientes na água.

Convém esclarecer que, no início do experimento, as plantas eram mais velhas, portanto mais suscetíveis de perderem folhas e no final, com os constantes repiquetes, as plantas das caixas perdiam-se com mais frequência, sendo substituídas por plantas mais jovens, que deveriam produzir folhas mais rapidamente do que as mais velhas. A suposição de que plantas mais jovens produzem mais folhas, num espaço de tempo, do que as mais velhas, foi confirmada nos experimentos com 20 plantas de 2 folhas, 20 de 3 folhas e 20 de 4 folhas, colocadas em caixas flutuantes. A figura 4 mostra os resultados desse experimento. Ao compararmos as plantas de 2 folhas com plantas de 3 e 4 folhas, 21 dias após o início dos experimentos, nota-se que as primeiras alcançam o número de folhas próximo ao da planta adulta, ao mesmo tempo que as

de 3 e 4 folhas. Um teste de Mann-Whitney, entre plantas de 2 e 4 folhas, indicou que as diferenças são significativas, ao nível de 0,01, ou seja, a produção, em média, de folhas, nos primeiros 21 dias é maior nas plantas de 2 folhas do que nas de 4 folhas, entre o 21.º e o 35.º dia, o teste de Mann-Whitney mostrou que a diferença na produção de folhas, por plantas de 2 e 4 folhas, não foi significativa.

Quando se compara o número de estolões produzidos pelas plantas de 2 e 4 folhas, nos primeiros 21 dias, observa-se que as plantas de 4 folhas produziram mais estolões do que as de 2 folhas. Um teste de χ^2 mostrou que essas diferenças são significativas ao nível de 0,1. No segundo período do experimento, o teste de χ^2 mostrou que a diferença no número de estolões produzidos entre plantas de 2 e 4 folhas não era significativa.

Ainda que plantas de 4 folhas tenham produzido, no primeiro período, mais estolões que as de 2 folhas, conseqüentemente maior número de folhas por estolões, um teste de Mann-Whitney mostrou que a produção, em média, de folhas por plantas de 2 folhas é igual ao de plantas com 4 folhas. Isso acontece porque quando a planta-mãe tem maior número de estolões, geralmente esses têm menos folhas e quando ela tem menos estolões, esses têm mais folhas. Isso está evidenciado e discutido no próximo item.

É evidente que plantas com 2 folhas investem mais energia na produção de folhas do que na produção de estolões. Enquanto as de 4 folhas só produzem folhas para reposição, transferindo, assim, mais energia para a produção de estolões.

ESTOLÕES

A figura 5 mostra como são mantidos os estolões primários (F_1) e secundários (F_2) e as folhas desses estolões pela planta-mãe. Esta só mantém ligadas a ela plantas F_1 e F_2 , raramente F_3 pois, quando surge a F_3 a F_1 já está suficientemente adulta, separando-se da mãe. O número de estolões primários e secundários, produzidos pela planta-mãe e ligados a ela não ultrapassa a 6 e 3, respectivamente.

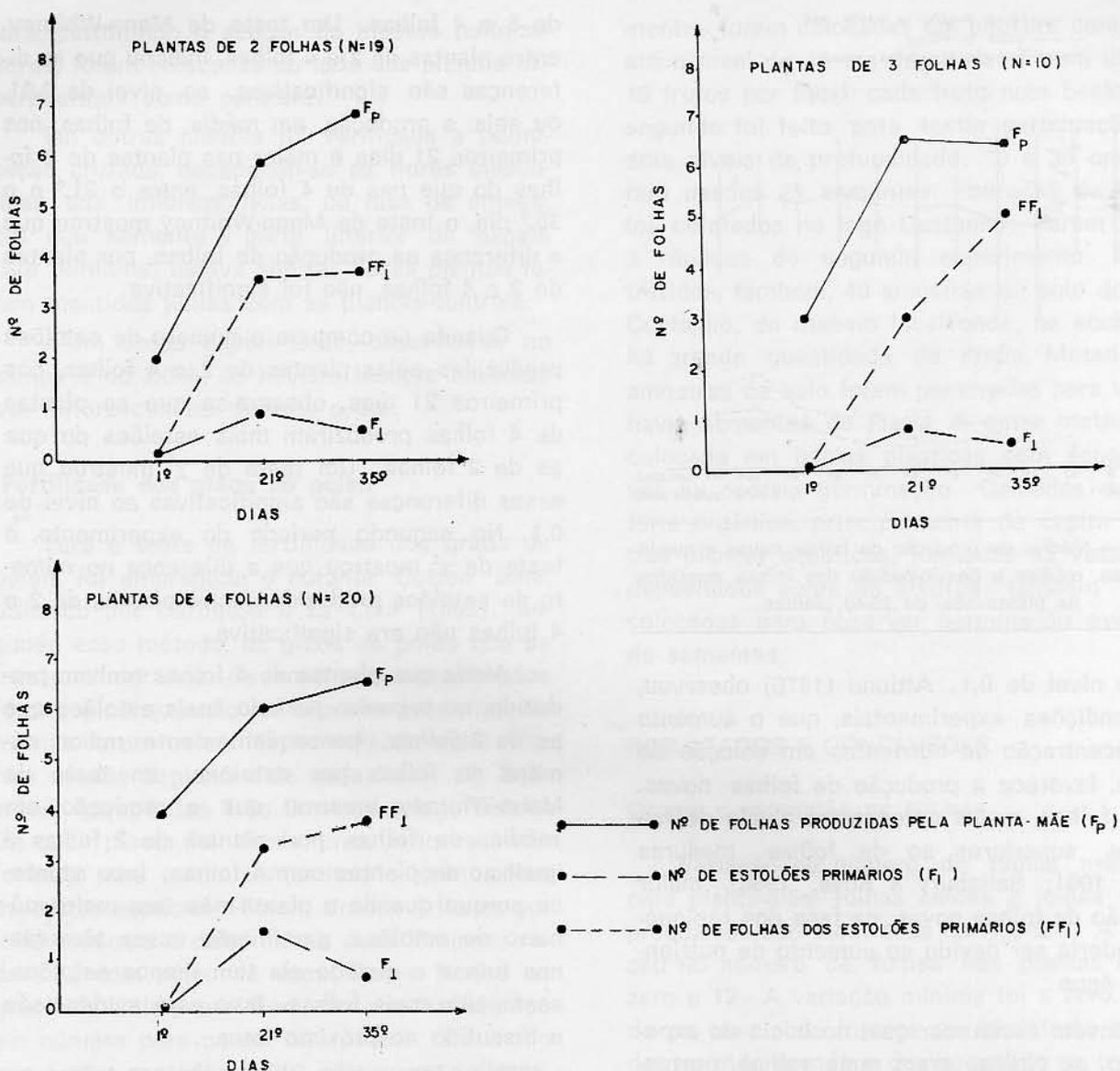


Fig. 4 — Produção de folhas e estolões primários (F₁) por plantas de 2,3 e 4 folhas (N = número de plantas observadas).

As plantas F₁ são separadas da mãe, antes que a F₂ chegue ao mesmo número de folhas da F₁. A planta-mãe mantém uma constância no número de folhas; ao invés de crescer mais, elas canalizam a energia na produção de estolões, reforçando o que já tinha sido observado em plantas de 2 e 4 folhas. A figura 6 apresenta um esquema da propagação via estolões.

Ao compararmos na figura 5 o número de estolões na planta-mãe e o número de folhas que eles apresentam, observa-se um antagonismo que sugere que a planta-mãe apresenta uma estratégia na produção e manutenção de

estolões F₁, ou seja, quando ela tem menor número de estolões, estes possuem mais folhas e quando ela tem maior número de estolões, estes têm menos folhas. A figura 4 mostra uma tendência que reforça esse antagonismo.

Quando se compara o número de folhas dos estolões F₁ e o número de estolões F₂, nota-se um certo paralelismo, o qual pode indicar que quando estolões F₁ têm mais folhas, ou seja, são mais velhos, eles têm mais estolões secundários e quando eles têm menos folhas, portanto mais jovens, têm menos estolões secundários.

DANOS POR INSETOS

Em quatro séries de 100 plantas cada, foram examinados os danos causados por insetos e possivelmente outros invertebrados. A tabela 1 mostra a percentagem de danos, nessas quatro séries.

Junk (no prelo) cita o gafanhoto *Paullinia acuminata* (Acrididae) como um parasita que desempenha um papel importante na redução do crescimento de *Pistia stratiotes* e outras macrófitas. Além desse gafanhoto, foi encontrado, no decorrer deste trabalho, um coleóptero adulto da família Cucurlionidae, comendo

TABELA 1 — Plantas atacadas

Data	N.º de plantas examinadas	\bar{x} de folhas por planta	N.º de plantas com meristema atacado	N.º de plantas com folhas atacadas	N.º de folhas atacadas por planta
09/08/77	100	6,32	20	12	1,75
19/08/77	100	7,4	7	42	1,97
30/08/77	100	6,45	25	62	2,89
16/09/77	100	6,87	17	87	3,15
TOTAL e %	400		69 = 17,25%	203 = 50,75%	2,24

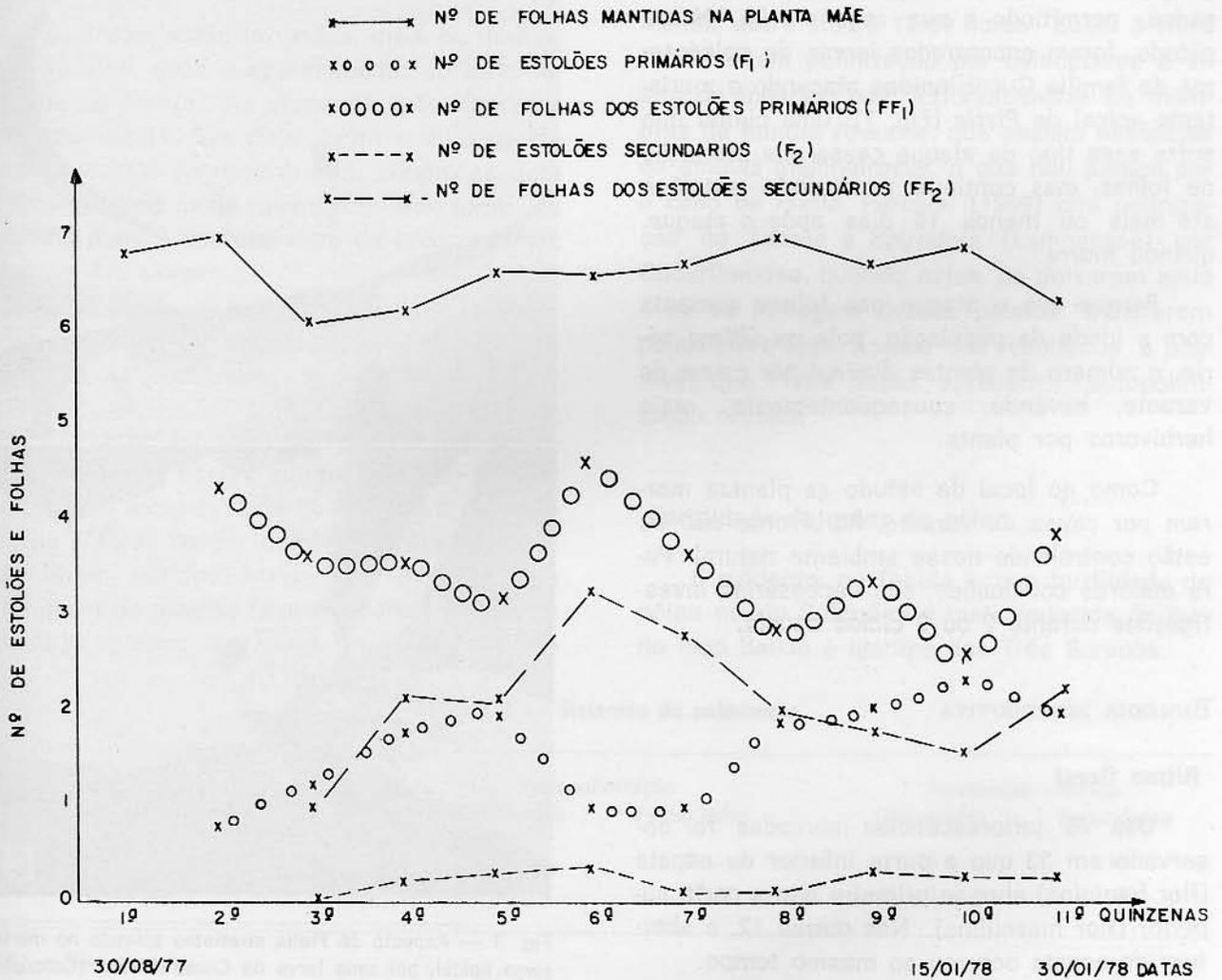


Fig. 5 — Médias de produção de estolões primários (F₁), secundários (F₂) e folhas destes, de 25-40 plantas.

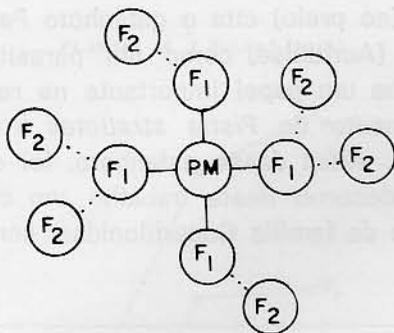


Fig. 6 — Esquema da propagação vegetativa (via estolões) vista de cima. PM = planta-mãe; F₁ = estolão primário; F₂ = estolão secundário.

folhas de *Pistia*. Attionu (1970) mostra o ataque de *Pistia* pela larva da mariposa *Tortrix* sp. (Lepidoptera). Porém, ele salienta que a destruição da planta não é completa porque o inseto deixa a planta com raízes e brotos intocados, permitindo a sua regeneração. Neste estudo, foram encontradas larvas de coleópteros da família Cucurilionidae atacando o meristema apical de *Pistia* (Fig. 7); uma planta que sofre esse tipo de ataque cessa sua produção de folhas, mas continua produzindo estolões até mais ou menos 15 dias após o ataque, quando morre.

Parece que o ataque nas folhas aumenta com a idade da população, pois na última série, o número de plantas diminuiu por causa da vazante, havendo, conseqüentemente, mais herbívoros por planta.

Como no local de estudo as plantas morrem por causa da vazante, herbívoros não as estão controlando nesse ambiente natural. Para maiores conclusões, são necessárias investigações durante 2 ou 3 ciclos anuais.

BIOLOGIA REPRODUTIVA

Ritmo floral

Das 45 inflorescências marcadas, foi observado em 33 que a parte inferior da espata (flor feminina) abre-se primeiro que a parte superior (flor masculina). Nas outras 12, a abertura da espata ocorreu ao mesmo tempo.

A inflorescência abriu tanto à noite como durante o dia. Ela aparece no centro da planta

(Fig. 7) e a medida que são produzidas novas folhas, é empurrada para fora, de modo que quando o fruto está maduro, ele se encontra na parte mais externa da planta (Fig. 7), libe-

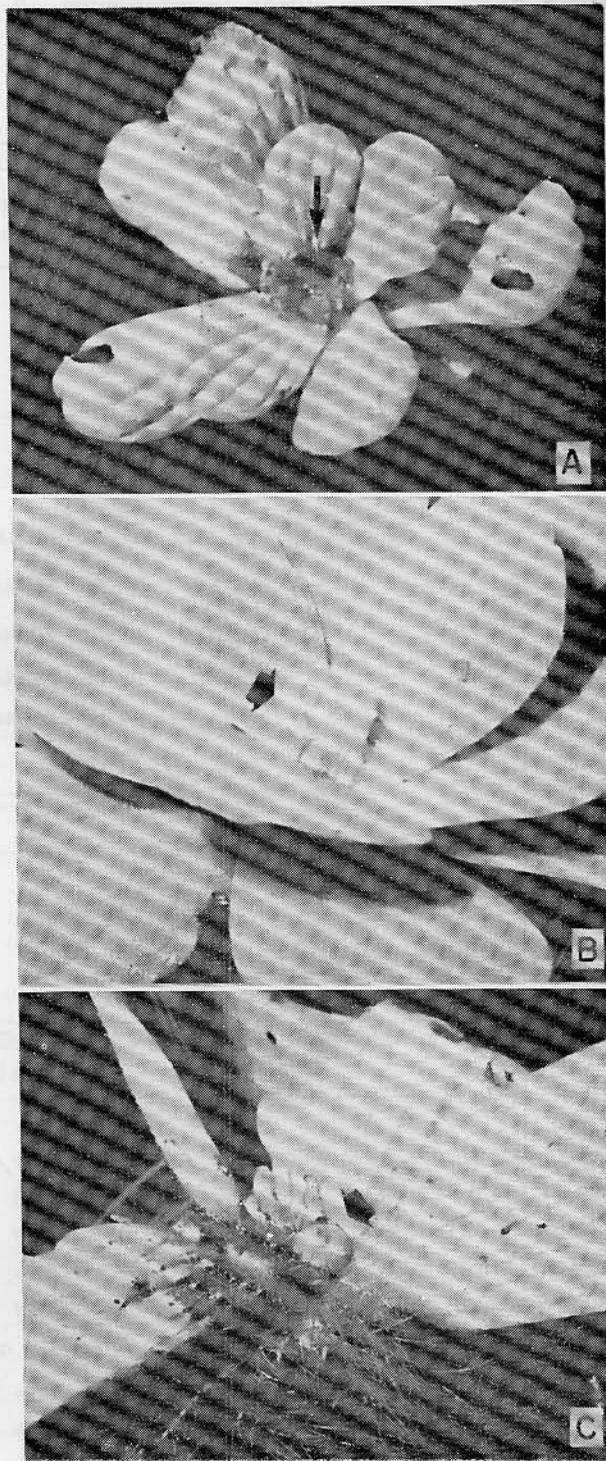


Fig. 7 — Aspecto de *Pistia stratiotes* atacada no meristema apical, por uma larva de Cucurilionidae (Coleoptera). B. Posição da inflorescência aberta. C. Posição do fruto.

rando as sementes diretamente na água. Às vezes as sementes podem enroscar-se nas raízes.

Cada planta apresenta geralmente 1 a 2 inflorescências, em diferentes estágios de antese, além do botão e fruto.

A figura 8 mostra as fases de antese, de frutificação e germinação, em dias. Os dias nos quais o estigma torna-se e permanece receptivo coincidem com aqueles em que ocorrem a deiscência da antera. Essas sobreposição, em dias, poderia favorecer a auto-polinização.

Segundo Percival (1969), longevidade do androceu tende a ser um caráter de família; as flores masculinas de *Pistia* caem, em média, 3,68 dias após a abertura da parte superior da espata.

Os frutos estão formados, mais ou menos, aos 13 dias, após o aparecimento da inflorescência na planta. As sementes são liberadas ao redor de 19 dias após surgir a inflorescência na planta; se encontrarem condições para germinar, isso pode acontecer em torno do 28.º dia após o aparecimento da inflorescência que lhe deu origem.

Sistema de polinização

Conforme foi visto na figura 8, há condições para que ocorra autopolinização, no que se refere à receptividade do estigma e deiscência da antera. Porém, como mostra a tabela 2, não foram obtidos frutos nos experimentos nos quais as plantas ficaram isoladas. Por outro lado, quando as flores masculinas foram

decepidadas, houve formação de frutos, sugerindo, assim, a interferência de um polinizador.

Conforme o observado, *Pistia stratiotes* não apresenta a maioria das síndromes descritas por Percival (1969) e Faegri & Van der Pijl (1976) para polinizadores abióticos (hidrofilia, anemofilia).

Não há condições de ocorrer gitonogamia (fecundação entre flores vizinhas do mesmo indivíduo) porque uma segunda inflorescência só surge 6 dias após a primeira, quando o estigma não está mais receptivo e suas flores masculinas já caíram.

Na época de floração, o único inseto antófilo observado, durante o dia, na inflorescência de *Pistia*, foi um coleóptero da família Cucurilionidae. As observações só foram feitas pela manhã, entre 8:00 e 12:00 horas. Baker & Hurd (1968) citam polinização por coleópteros e visita de moscas nas inflorescências de membros da família Araceae, que exalam essências de aminas malcheirosas, o que não parece ser o caso de *Pistia*. Percival (1969) cita polinização de *Lemna* e *Spirodela* (Lemnaceae) por Cucurilionidae, quando estas, ao deixarem seus ovos na folhagem dessas plantas, transferem pólen entre elas. Apesar dos resultados, é possível que *Pistia* possa apresentar autopolinização cruzada.

Fertilidade de grãos de pólen

É evidente, na Tabela 3, que fertilidade de pólen no rio Solimões é mais reduzida do que no lago Baixio e Igarapé dos Três Buracos.

TABELA 2 — Sistemas de polinização

Replicações	Autopolinização		Polinização cruzada	
	Observadas	Fecundadas	Observadas	Fecundadas
23/11/77 — 05/01/78	7	0	19	19
15/04/78 — 20/06/78	10	1*	8	4

(*) — Tela rasgada.

Autopolinização = plantas isoladas, solitárias, com inflorescência fechada, em aquários cobertos com tela.

Polinização cruzada = plantas com flores masculinas decepidadas, na fase de antese, em que somente a parte inferior da espata estava aberta (flor feminina), colocadas em vasilhas sem cobertura.

Para verificar se as diferenças nas porcentagens de pólen férteis, nos três locais, eram significativas, foi aplicado um teste unilateral a posteriori (Student-Newman Kewl, Sokal & Rohlf: 240) o qual mostrou que as médias das porcentagens, não são homogêneas (rio Solimões < lago Baixio < igarapé dos Três Buracos).

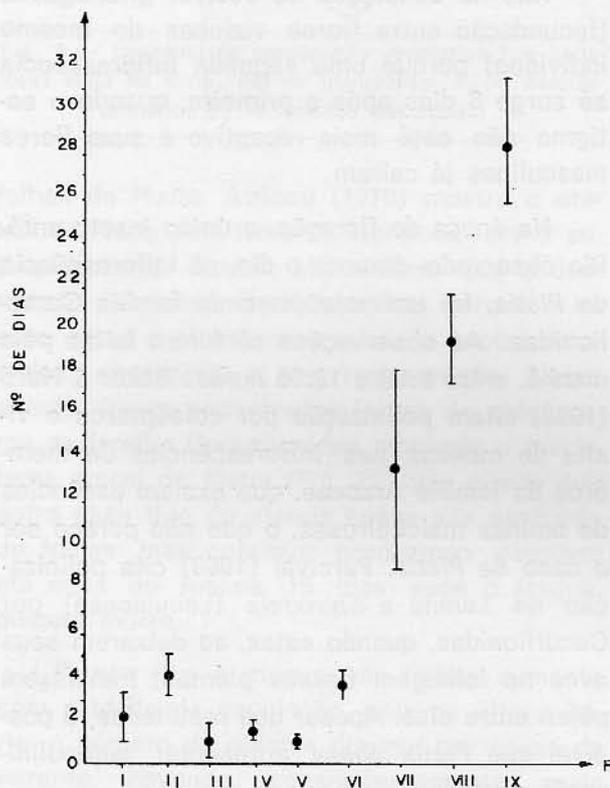


Fig. 8 — Fases de floração, frutificação e germinação.

- I — Abertura da parte superior da espata, t_0 = aparecimento da inflorescência na planta
 - II — Abertura da parte superior da espata, t_0 = aparecimento da inflorescência
 - III — Tempo que o estigma torna-se receptivo, t_0 = abertura da parte inferior
 - IV — Tempo que o estigma permanece receptivo, t_0 = abertura da parte inferior da espata
 - V — Deiscência da antena, t_0 = abertura da parte inferior da espata
 - VI — Longevidade do androceu, t_0 = abertura da parte superior da espata até a queda das flores masculinas
 - VII — Formação do fruto, t_0 = aparecimento da inflorescência na planta
 - VIII — Liberação das sementes, t_0 = aparecimento da inflorescência na planta
 - IX — Germinação das sementes, t_0 = aparecimento da inflorescência na planta
- t_0 = Início das fases especificadas.

TABELA 3 — Fertilidade de pólen

Rio Solimões	Igarapé dos Três Buracos	Lago Baixio
69,8%	99,8%	78,7%
45,8%	99,9%	96,5%
41,4%	99,6%	97,5%
48,6%	98,1%	96,1%
59,4%	99,9%	92,8%
\bar{x} 53,0%	99,4%	92,7%

Porcentagens de pólen férteis, no mês de maio de 1978, (Número de pólen examinados por local = 5.000).

Possivelmente, a baixa fertilidade de pólen das plantas do rio Solimões em relação às plantas do lago Baixio, e destas em relação às do igarapé dos Três Buracos, deve-se mais a causas genéticas do que ao fato dos três locais serem ambientes ecologicamente distintos.

Floração, frutificação e produção de sementes

No lago Janauacá, *Pistia* começa a aparecer com a subida das águas, em dezembro, início da estação chuvosa e ocupa extensões consideráveis no pico da enchente, maio-junho, na estação seca. Seu declínio dá-se com a descida no nível da água, nos meses de agosto-setembro, meados da estação seca. Sua floração e frutificação no igarapé dos Três Buracos, lago Castanho e lago Baixio começa com a subida do nível da água. No rio Solimões, desde o início de dezembro, já flutuam plantas com flores e frutos. Plantas cultivadas em bacias de plástico com água, no INPA, produziram flores e frutos em qualquer época do ano.

Durante a vazante, no mês de outubro, foram encontradas nos fundos dos igarapés e de lagos, que na enchente têm grande proliferação de *Pistia*, pequenos grupos dessas plantas na lama, encahados entre as gramíneas. Examinando-as não havia nenhuma com flor ou fruto.

Estimativas de produção de sementes para 4 populações naturais de *Pistia* são apresentadas na Tabela 4.

Para verificar se as diferenças eram significativas, foi feito um teste de Kruskal-Wallis,

tomando-se todos os dados porque não foi possível normalizar as distribuições I, II, III e IV, com o auxílio de transformações ($\sqrt{x + 0,5}$, $\log(x+1)$), que mostrou diferenças significativas, ao nível de 5%. Como o objetivo era saber quais locais têm número de sementes diferentes entre si, foi adotado o procedimento de tomar, ao acaso, nos locais I, II, III, 42 dados para igualar ao número do local IV. Então, foi feito um teste não paramétrico de comparação múltipla (SNK modificado Zar, 1974: 126). O resultado do teste mostrou que, com exceção do lago Baixio (III) e Igarapé dos Três Buracos (II), o número de sementes por fruto foi diferente entre os locais. Essa diferença resulta, provavelmente, de vários fatores ecológicos agindo nos locais.

A baixa percentagem de pólen fértil, no rio Solimões, pode ser um dos fatores responsáveis pela baixa produção de sementes, nesse local.

Aspectos da germinação de *Pistia*

A tabela 5 mostra a média de sementes que germinam por fruto de plantas trazidas do lago Castanho, lago Baixio e rio Solimões. A germinação parece ser maior no rio Solimões, porém, a série é muito pequena para afirmar isso.

As sementes, ao serem colocadas para germinar, ficam flutuando e afundam 2-6 dias depois, ou afundam assim que tocam a água. Elas germinam no fundo, tanto as que flutuam inicialmente, como as que afundam logo. Após mais ou menos 7 dias, as sementes sobem à superfície, já em estágio de plântulas. Wild (1961) descreve que as sementes de *Pistia* flu-

tuam na água por dois dias, então afundam e germinam; as plântulas aparecem na superfície 5 dias depois.

A tabela 6 dá o número de sementes germinadas em duas profundidades diferentes. As sementes foram liberadas de 5 frutos de plantas que vieram do lago Castanho. Elas germinaram no fundo do becker, mas na profundidade de 30 cm, nenhuma plântula subiu à superfície. Parece que profundidade é um fator que pode influenciar a propagação via sementes.

Nos experimentos com solos, com camada orgânica de capim e outras plantas aquáticas, não houve germinação de *Pistia*, e nos solos peneirados não foram encontradas sementes.

Mesmo produzindo sementes no campo, *Pistia* não foi encontrada germinando nas áreas estudadas.

Hall & Okali (1974), estudando a genologia de *Pistia*, no lago Volta, também não encontraram plântulas. Eles sugerem que isso acontece devido à necessidade de as sementes ficarem expostas ao ar, onde caem, para germinar, conforme observaram Datta & Biswas (1970) *apud* Hall & Okali (1974). Ainda segundo Datta & Biswas (1969) *apud* Mitchell (1974), germinação de sementes de *Pistia stratiotes* aumenta quando são armazenadas.

Provavelmente, as plantas que sobrevivem na vazante, nos fundos de igarapés e lagos, são as que na cheia recolonizam através de reprodução vegetativa a área de estudo.

Attionu (1970) mostra que as plantas encahadas regeneram e que as enraizadas apresentam maior capacidade de regeneração do que as não enraizadas.

TABELA 4 — Produção de sementes em populações naturais de *Pistia stratiotes*

Locais de coleta	N.º de coletas	N.º de frutos amostrados	Sementes/Fruto	
			\bar{x}	$\pm s$
I — Lago Castanho	1	60	6,73	3,29
II — Igarapé dos 3 Buracos	1	100	9,32	4,14
III — Lago Baixio	1	100	9,06	3,13
IV — Rio Solimões	3	42	4,09	3,74

FRUTOS ANORMAIS

Nas coletas e exames de *Pistia*, foram encontrados no rio Solimões e Igarapé dos Três Buracos, dois tipos de plantas. Um tipo corresponde às plantas que possuem as características morfológicas vegetativas-reprodutivas, semelhantes às descritas. Outro tipo, embora idêntico nos caracteres vegetativos, é diferente quanto aos reprodutivos. Esse não é citado na literatura consultada e não foi encontrado nos herbários do INPA e do Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

A inflorescência dessas plantas, quando fechada, assemelha-se externamente aos botões das plantas com frutos normais, com um ligeiro entumescimento, na parte correspondente ao ovário, o qual aumenta gradativamente com o passar dos dias, até atingir o tamanho e forma externa do fruto normal.

O "fruto anormal" (Fig. 9) está composto de uma média de 13 estruturas, que corresponderiam às sementes (Fig. 10) no fruto normal (Fig. 9). A parede dessas estruturas são finas e transparentes, deixando antever, dentro delas, microestruturas; cada estrutura contém, em média, 95 microestruturas.

Após mais ou menos 15 dias do seu aparecimento na planta, as estruturas rompem-se, deixando as microestruturas soltas no fruto anormal. Em torno dos 20 dias, o fruto anormal está no estágio máximo de desenvolvimento, localizando-se na parte mais externa da planta, então ele abre-se irregularmente, liberando as microestruturas.

A parte superior da espata não se abre; as flores masculinas podem estar completas, disformes ou não estão presentes.

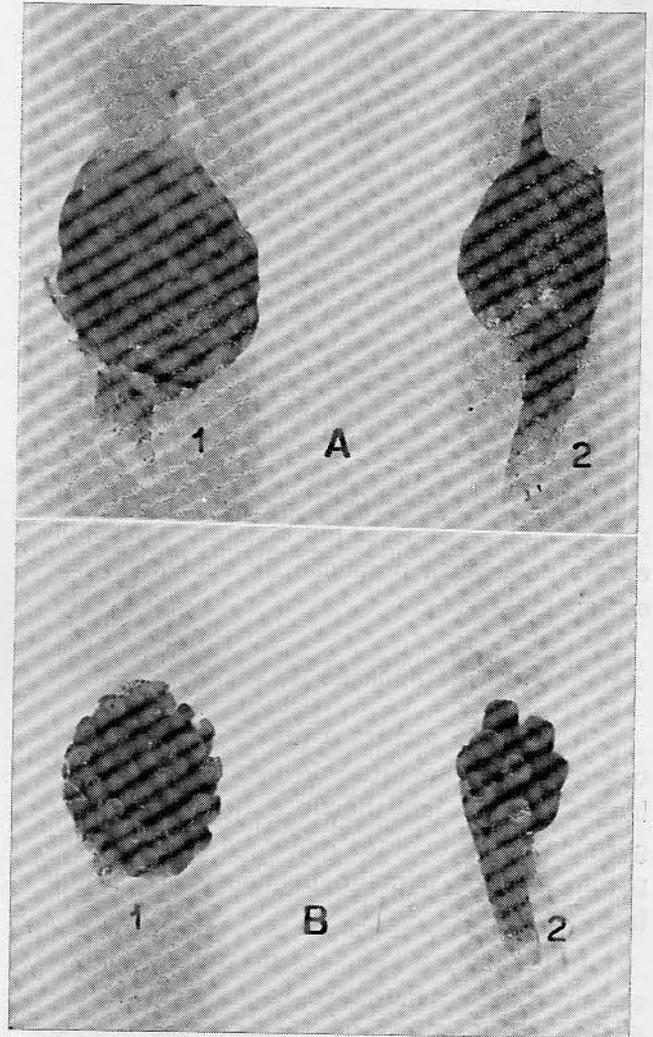


Fig. 9 — Aspectos do fruto anormal (1) e do normal (2), mostrando em A, com o pericarpo e em B, sem o pericarpo.

TABELA 5 — Germinação de sementes, por fruto

Local de coleta	Duração do experim.	I			II			%
		\bar{x}	\pm	S	\bar{x}	\pm	S	
Lago Castanho	21/06 — 21/07/78	6,6		1,65	1,6		1,77	24,2
Lago Baixo	01/06 — 10/07/78	9,2		3,48	1,0		1,63	10,8
Rio Solimões*	23/05 — 03/07/78	4,7		3,19	1,0		1,63	21,3

I — Média de sementes em frutos, colocados para germinar.

II — Médio, desvio-padrão e percentagens germinadas em 10 frutos.

(*) — Frutos normais (vide item 4.5).

TABELA 6 — Germinação de sementes de Pistia, em duas profundidades

Replicações	10 cm				30 cm						
	Sementes colocadas para germinar N.º	Sementes germinadas %	Plântulas q/subiram à superfície N.º	Sementes colocadas para germinar N.º	Sementes germinadas %	Plântulas q/subiram à superfície N.º	Sementes colocadas para germinar N.º	Sementes germinadas %	Plântulas q/subiram à superfície N.º		
1.ª série	25	8	32%	8	32%	8	25	11	44%	0	0
2.ª série	25	13	52%	13	52%	13	25	6	24%	0	0
3.ª série	25	9	36%	9	36%	9	25	7	28%	0	0
TOTAL	75	30	40%	30	40%	30	75	24	32%	0	0

Observações...

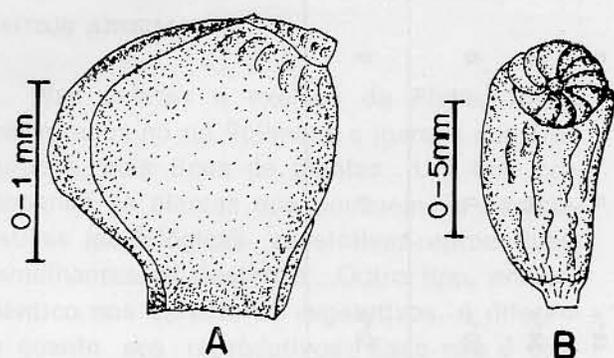


Fig. 10 — Estrutura correspondente à semente no fruto anormal (A) e semente do fruto normal (B).

A partir da observação no campo, que plantas coletadas com frutos anormais apresentavam freqüentemente maior número de órgãos reprodutivos do que as com frutos normais, foi feito um experimento, em caixas flutuantes, no lago Castanho, para verificar o número de frutos e estolões produzidos por plantas, num espaço de 15 dias. Foram usadas 10 plantas em botão; 5 plantas que produzem frutos normais e 5 que produzem frutos anormais. As plantas foram coletadas no igarapé dos Três Buracos.

A tabela 7 dá a média de frutos e estolões produzidos em 15 dias e as principais diferenças entre os dois tipos de plantas, obtidas a partir de dados observados no campo.

TABELA 7 — Diferenças externas entre os dois tipos de frutos

Plantas com fruto normal	Plantas com fruto anormal
A inflorescência surge como botão, passa por distintas fases de antese até a formação do fruto;	A inflorescência surge imitando um botão normal, porém só desenvolvendo a parte correspondente ao ovário; a parte da espata, onde ficam as flores masculinas, não abre;
flores masculinas de 2-8, inteiras, nunca ausentes;	flores masculinas até 6, às vezes disformes e freqüentemente ausentes;
frutos dos estolões produzidos por essas plantas são iguais à planta-mãe, isto é, normais;	frutos dos estolões produzidos por essas plantas são iguais à planta-mãe, isto é, anormais;
produziram, em caixas flutuantes, uma média de 1,3 frutos por planta, em 15 dias;	produziram, em caixas flutuantes, uma média de 2,7 anormais por planta, em 15 dias;
produziram, em caixas flutuantes, uma média de 4 estolões primários e 8 secundários, por planta, em 15 dias.	produziram, em caixas flutuantes, uma média de 4 estolões primários e 7 secundários por planta, em 15 dias.

Graziela Maciel Barroso — Jardim Botânico do Rio de Janeiro (comunicação pessoal), comparando a morfologia externa do fruto anormal com o fruto normal, enfatizou que aquele não possuía características de um fruto.

Nanuza Luiza de Menezes — UPS (comunicação pessoal), examinando cortes anatômicos dos frutos anormais, não encontrou características que indicassem serem eles órgãos florais.

Elliot Watanabe Kitagima — USP (comunicação pessoal), examinando os dois tipos de frutos, em preparações "leaf deap" para microscópio eletrônico, detectou partículas esféricas de 30 mm de diâmetro, com comportamento celular semelhante a vírus, nos frutos anormais. Estão sendo feitos estudos para tentar a purificação do vírus.

CONCLUSÕES GERAIS E DISCUSSÃO

Segundo Mitchell (1974), há uma tendência entre plantas aquáticas para o desenvolvimento de propagação vegetativa, muitas vezes aparentemente acompanhadas pela diminuição da reprodução sexual. Portanto, não é estranho que *Pistia* produza aproximadamente um fruto, no mesmo espaço de tempo em que são produzidos, em média, 4 estolões primários (F₁) e 8 estolões secundários (F₂).

Porém, ao analisar os seguintes fatos:

a) investimento de mais energia, por plantas jovens, na produção de folhas e por plantas adultas, na produção de estolões;

b) inflorescência pequena, sem mecanismos aparentes (cor, odor) para atração de polinizadores, em comparação com algumas aráceas que apresentam inflorescências grandes, coloridas e odoríferas;

c) baixa fertilidade dos grãos de pólen em plantas do rio Solimões, na época de floração;

d) frutos com poucas sementes;

e) baixa produção de sementes em plantas do rio Solimões, na época da frutificação;

f) dependência da emersão da plântula à nível de 30 cm de profundidade de água;

g) não ter encontrado sementes nos solos examinados e plântulas na área de estudo;

h) presença de plantas isoladas nos fundos dos igarapés e lagos, na vazante;

i) presença de frutos anormais em plantas do rio Solimões e igarapé dos Três Buracos;

parece que:

1 — reprodução sexuada está entrando num processo de degeneração;

2 — sementes não são importantes para a propagação, durante a enchente, nas áreas estudadas;

3 — reprodução vegetativa sobrepõe à reprodução sexuada, como um mecanismo compensatório da perda de fertilidade sexual.

Walker (1978), discutindo os problemas da evolução sexual, mencionados por Maynard-Smith (1971) e William (1973), no seu trabalho, mantém a partir de evidências na natureza, que a condição primitiva, ancestral, no reino vegetal é a coexistência de todos os tipos de reprodução (esporos, gametas e reprodução vegetativa, via brotos) e que o tipo reprodutivo derivado resulta, por abandono de um ou dois dos três mecanismos reprodutivos.

Pistia seria um exemplo de redução do tipo reprodutivo sexual, graças ao reforço compensatório da reprodução vegetativa, via estolão.

Observações...

Faegri & Van der Pijl (1976) citam que em algumas plantas aquáticas, o processo sexual é eliminado de todo e que Lemnaceae é o melhor exemplo conhecido.

A partir das observações sobre reprodução e crescimento vegetativo intensivo, pode-se aceitar o "genótipo de propósito múltiplo", proposto para ervas invasoras, por Baker (1965). Mesmo sendo uma erva, em condições naturais na Amazônia Central, *Pistia* é aparentemente controlada mais por fatores abióticos do que por herbívoros. É necessário verificar se, em condições mais constantes, como as das represas, um controle via herbívoros poderia evoluir. Estudos nesse sentido estão sendo iniciados, no momento, na Divisão de Peixe e Pesca do INPA.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico (CNPq) - Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), Fundação Universidade do Amazonas (FUA), Fundação Universidade Federal Mato Grosso e a CAPES, por possibilitarem a realização do Curso de Mestrado. À Doutora Ilse Walker, orientadora de tese, pelo apoio, sugestões e críticas e ainda ao Doutor Wolfgang J. Junk, pela sugestão do tema e apoio no decorrer do trabalho.

SUMMARY

Studies were made on the reproductive biology and growth of *Pistia stratiotes* L. on plants growing in varzea lakes (of the Janauaca lake system and in the rio Solimões). Some observations were also made on herbivore predation of the species. The results indicate that young plants invest more energy in leaf production while adult plants invest more energy in stolon production. Abiotic factors (dry period) seem to be more important in the control of the plant populations than herbivores. Sexual reproduction seems to be entering a degenerative stage. During the low-water period the populations of the study areas are dying out; germination of seeds does not seem to play an important role in the build-up of the populations in the area during rising water, rather it is the result of vegetative reproduction of isolated surviving plants.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATTIONU, R.N.
1970 — **Eco-Physiological studies on Pistia stratiotes L. with special reference to its occurrence on the Volata Lak in Ghana.** Thesis for M. Sc. Degree, University of Ghana.
- BAKER, H.G.
1965 — Characteristics and Modes of origin of weeds. In: Baker, H.G. & Stebbins, G.L. (eds). **The genetics of colonizing species:** New York, Academic Press, p. 147-172.
- BAKER, H.G. & HURD, P.D., Jr.
1968 — Intrafloral ecology. **Annual Review of Entomology**, 13: 385-414.
- BLUME, C.L.
1835 — Commentationes Botanicae. **Rumphia**, 1: 73-80.
- DARLINGTON C.D. & LA COUR, L.P.
1965 — **The handling of the chromossomes.** 4 ed. London, George Allen and Unwin.
- ENGLER, A.
1878 — ARACEAE. In: Martius, C.F. Ph. de, **Flora Brasiliensis**, fasc. 76, 3 (2): 1212-216, Tab. 52.
- FAEGRI, K. & VAN DER PIJL, L.
1976 — **The principles of pollination Ecology.** Oxford, Pergamon Press, 291p.
- HALL, J.B. & OKALI, D.V.V.
1974 — Phenology and productivity of **Pistia stratiotes L.** on the Volta lake, Ghana. **The Journal Applied Ecology**, 11 (2): 709-725.
- JUNK, W.J.
1970 — Investigations on the ecology and production biology of the "floating meadows (Paspalo-Echinochloetum) on the Middle Amazon. I. The gloating vegetation and its ecology. **Amazoniana**, 2: 449-495.
s/d — Ecology of swamps of the Middle Amazon. In: **Ecosystems of the world.** Amsterdam, Elsevier (no prelo).
- LITTLE, E.C.S.
1966 — The invasion of Man-made lakes by plants. Man-made lakes: **Proc. 15th Symp. Inst. Biol.**, London, ed. R.H. Lowe — McConnell, Academic Press, 75-86. 16, 1733.
- LONG, C.
1961 — **Biochemist's handbook.** New Jersey, Princeton, 1132p.
- MICHAUX, A.
1820 — Flora Boreali. **Americana**, 2: 162. Paris.
- MITCHELL, D.S.
1974 — The developement of excessive populations of aquatic plants. In: **Aquatic vegetation and its use and control.** Paris, UNESCO, 38-49.
- OLIVEIRA, S.S.
1877 — **Produtividade primária, evapotranspiração da baronesa (Eichhornia crassipes) e alface d'água (Pistia stratiotes) em condições de clima tropical.** Dissertação de mestrado. CEPLAC — CEPEC.
- PERCIVAL, M.
1963 — **Floral biology.** London, Pergamon Press., 243p.
- PETR, T.
1968 — Population changes in aquatic invertebrates living on two water plants in a tropical man-made. **Hidrobiologia**, 32 (384): 449-485.
- PIO CORREA, M.
1931 — **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas.** Rio de Janeiro. Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola. v. 3 p. 234-236.
- SALISBURY, F.B. & ROSS, C.
1969 — **Plant physiology.** Belmont, Wadsworth Publishing Company Inc. 747p.
- SCHMIDT, G.W.F.
1973 — Primary production of phytoplankton in the three types of Amazonian waters. II. The Limnology of a tropical flood-plain lake in Central Amazonia (lago Castanho). **Amazoniana**, 4 (2): 139-203.
- SCULTHORPE, C.D.
1967 — **The biology of aquatic vascular plants.** London, Edward Arnold, 610p.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J.
1969 — **Biometry.** San Francisco, W.H. Freeman and Company. 776p.
- WALKER, I.
1978 — The evolution of sexual reproduction as a repair mechanism. Part I. A model for self-repair and its biological implications. **Acta Biotheoretica**, 27, 3/4: 133-158.
- WELDON, L.W.; BLACKBURN, R.D. & SEAMAN, D.E.
1961 — Recent advances in aquatic weed control. **Proceedings**, 21: 107-114.
- WIDYANTO, Z. & SOERJANI, M.
1974 — The growth of **Eichhornia crassipes**, **Salvinia molesta** and **Pistia stratiotes** in different levels of N, P, K and Ca contents of water cultures. **Proc. SEA Workshop on aquatic weeds.** Malangi, 18p.
- WILD, H.
1961 — Harmful aquatic plants in Africa and Madagascar. **Kirkia**, 2: 1-64.

(Aceito para publicação em 02/09/80)