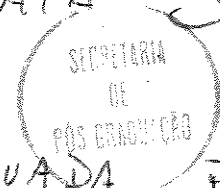


ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL
DA TESE DEFENDIDA PELA CANDIDATA SANDRA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



APARECIDA LIEBERG E APROVADA PELA
COMISSÃO JULGADORA

SANDRA APARECIDA LIEBERG

LIE 3226

TOLERÂNCIA À INUNDAÇÃO E ASPECTOS
DEMOGRÁFICOS DE INGA AFFINIS DC.

Orientador: Dr. CARLOS ALERIDO JOLY

Tese apresentada ao Ins-
tituto de Biologia da
Universidade Estadual de
Campinas para a obtenção
do título de MESTRE EM
ECOLOGIA

L621t

12632/BC

Julho/1990

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

Dedico aos meus pais

Hans e Santina

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Carlos Alfredo Joly, meu orientador, que sempre enfrentou comigo todas as dificuldades no trabalho, preocupando-se e incentivando-me constantemente e pela amizade sincera que sempre me dedicou.

Ao José Reinaldo Spigolon pela ajuda em todas as fases desse trabalho, mas principalmente por tudo que aprendemos e vivemos juntos durante esse tempo de convivência.

Ao Prof. Flávio A. M. dos Santos pelo apoio na área de estatística e por estar sempre disposto a discutir os problemas surgidos durante a realização desse trabalho.

Aos membros da pré-banca Dr. Ivany F.M. Válio, Dra. Ana M. A. Tozzi e a Dra. Eliana R.F. Martins pelas críticas e sugestões.

A todos os professores do Departamento de Botânica da UNICAMP que sempre estiveram dispostos a esclarecer dúvidas.

A Carmen S. Zickel pela paciência e disposição no auxílio com os programas de computação.

Aos meus irmãos Sonia e Roberto e meus cunhados Norton e Nelcy, pelo apoio e incentivo.

A Izabel P. de Assis Tozzi, técnica do laboratório de Ecologia Vegetal, por acompanhar meus experimentos de germinação.

A todos os funcionários do Departamento de Botânica da UNICAMP, pela prontidão no atendimento, quando solicitado.

A Lavínia Joly pelo apoio, incentivo e principalmente a amizade e carinho que sempre me dedicou.

Aos meus amigos de departamento, Sandro, Suzana, Marcos, Wagner, Roseli, Mônica, Silvia, Renata, João, Luciano, Marcia, Dionete, Estela, Maricy, Patricia, pelo apoio e incentivo.

A Daniela, minha amiga de curso e de vida.

As minhas amigas de Brotas Dalva e Rose, pela ajuda na coleta dos dados de campo, mas principalmente pelo apoio e amizade.

A CNPQ, FAPESP e a Fundação MB pelo suporte financeiro.

A todos que de uma forma direta ou indireta contribuíram para a realização desse trabalho.

A todos,

OBRIGADA.

CONTEÚDO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.	
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE.....	15
3.2. DESCRIÇÃO DA ÁREA.....	17
3.3. CONDIÇÕES CLIMÁTICAS.....	20
3.4. DISTRIBUIÇÃO DAS PLANTAS.....	24
3.5. PESO DE SEMENTES E FRUTOS.....	25
3.6. TAXA DE TRANSFORMAÇÃO DE BOTÃO FLORAL-FRUTO.....	25
3.7. TESTE DE GERMINAÇÃO	
3.7.1. TESTE DE GERMINAÇÃO EM LABORATÓRIO.....	26
3.7.2. TESTE DE GERMINAÇÃO EM VIVEIRO.....	27
3.8. TESTE DE TOLERÂNCIA E EFEITO DA INUNDAÇÃO	
3.8.1. PLANTAS SUBMETIDAS A DIFERENTES REGIMES D'ÁGUA.....	28
3.8.2. PAPEL DAS LENTICELAS HIPERTRÓFICAS E RAÍZES ADVENTÍCIAS NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS INUNDADAS.....	30
4. RESULTADOS	
4.1. DISTRIBUIÇÃO DAS PLANTAS.....	32
4.2. PESO DE SEMENTES E FRUTOS.....	46
4.3. TAXA DE TRANSFORMAÇÃO DE BOTÃO FLORAL-FRUTO.....	46

4.4. TESTE DE GERMINAÇÃO	
4.4.1. TESTE DE GERMINAÇÃO EM LABORATÓRIO.....	48
4.4.2. TESTE DE GERMINAÇÃO EM VIVEIRO.....	51
4.5. TESTE DE TOLERÂNCIA E EFEITO DA INUNDAÇÃO	
4.5.1. PLANTAS SUBMETIDAS À DIFERENTES REGIMES D'ÁGUA.....	52
4.5.2. PAPEL DAS LENTICELAS HIPERTRÓFICAS E RAÍZES ADVENTÍCIAS NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS INUNDADAS.....	64
5. DISCUSSÃO	
5.1. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E ESTRUTURA DA POPULAÇÃO DA ESPÉCIE ESTUDADA.....	75
5.2. TAXA DE TRANSFORMAÇÃO DE BOTÃO FLORAL-FRUTO.....	79
5.3. TESTE DE GERMINAÇÃO.....	82
5.4. TESTE DE TOLERÂNCIA E EFEITO DA INUNDAÇÃO	
5.4.1. PLANTAS SUBMETIDAS À DIFERENTES REGIMES D'ÁGUA.....	85
5.4.2. PAPEL DAS LENTICELAS HIPERTRÓFICAS E RAÍZES ADVENTÍCIAS NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS INUNDADAS.....	90
6. CONCLUSÕES.....	96
7. BIBLIOGRAFIA.....	97

FIGURAS

Figura 1. Localização geográfica da bacia do rio Jacaré-Pepira, SP.....	18
Figura 2. Distribuição das parcelas (5x10m), na área de estudo do rio Jacaré-Pepira, Fazenda Gamelão, Brotas, SP.....	19
Figura 3. Balanço hídrico para o ano de 1987 na região de Brotas, SP.....	21
Figura 4. Balanço hídrico para o ano de 1987 na região de Brotas, SP.....	22
Figura 5. Distribuição espacial da população de <i>Inga affinis</i> na área de estudo, Fazenda Gamelão, Brotas, SP.....	34
Figura 6. Porcentagem de indivíduos de <i>Inga affinis</i> por estágio de desenvolvimento para o ano de 1987. n= 232. Fazenda Gamelão, Brotas, SP.....	35
Tabela 7. Porcentagem de indivíduos de <i>Inga affinis</i> por estágio de desenvolvimento para o ano de 1988. n= 410. Fazenda Gamelão, Brotas, SP.....	35
Figura 8. Distribuição do número de plantas de <i>Inga affinis</i> por classe de altura (m) na área de estudo, para o ano de 1987. Fazenda Gamelão, Brotas, SP.....	36
Figura 9. Distribuição do número de plantas de <i>Inga affinis</i> por classe de perímetro (cm) na área de estudo, para o ano de 1987. Fazenda Gamelão, Brotas, SP.....	37
Figura 10. Distribuição do número de plantas de <i>Inga affinis</i> por classe de altura (m) na área de estudo, para o ano de 1988. Fazenda Gamelão, Brotas, SP.....	39
Figura 11. Distribuição do número de plantas de <i>Inga affinis</i> por classe de perímetro (cm) na área de estudo, para o ano de 1988. Fazenda Gamelão, Brotas, SP.....	40
Figura 12. Distribuição espacial de PLÂNTULAS de <i>Inga affinis</i> na área de estudo, para o ano de 1987 e 1988. Fazenda Gamelão, Brotas, SP.....	42
Figura 13. Distribuição espacial de PLANTAS JUVENIS de <i>Inga affinis</i> na área de estudo, para o ano de 1987 e 1988. Fazenda Gamelão, Brotas, SP.....	43
Figura 14. Distribuição espacial de PLANTAS ADULTAS de <i>Inga affinis</i> na área de estudo, para o ano de 1987 e 1988. Fazenda Gamelão, Brotas, SP.....	44

Figura 15. Distribuição espacial de PLANTAS MORTAS de <i>Inga affinis</i> na área de estudo, para o ano de 1987 e 1988. Fazenda Gamelão, Brotas, SP.....	45
Figura 16. Teste de germinação com sementes não armazenadas de <i>Inga affinis</i>	49
Figura 17. Teste de germinação com sementes armazenadas de <i>Inga affinis</i>	50
Figura 18. Altura das plantas de <i>Inga affinis</i> , ao longo do tempo, submetidas a diferentes tratamentos de saturação hídrica do solo. Água corrente, Água parada e controle.....	55
Figura 19. Comprimento de raiz de plantas de <i>Inga affinis</i> ao longo do tempo.....	56
Figura 20. Média do peso seco total de plantas de <i>Inga affinis</i> ao longo do tempo, submetidas a diferentes tratamentos de saturação hídrica do solo. Água corrente, água parada e controle.....	58
Figura 21. Porcentagem acumulativa de peso seco e regressão linear para diferentes partes de plantas de <i>Inga affinis</i> , ao longo do tempo. PLANTAS NÃO INUNDADAS....	60
Figura 22. Porcentagem acumulativa de peso seco e regressão linear para diferentes partes de plantas de <i>Inga affinis</i> , ao longo do tempo. PLANTAS INUNDADAS COM ÁGUA CORRENTE.....	61
Figura 23. Porcentagem acumulativa de peso seco e regressão linear para diferentes partes de plantas de <i>Inga affinis</i> , ao longo do tempo. PLANTAS INUNDADAS COM ÁGUA PARADA.....	62
Figura 24. Porcentagem de aerênquima em raiz de <i>Inga affinis</i> submetidas a diferentes tratamentos de saturação hídrica do solo. PLANTAS INUNDADAS COM ÁGUA CORRENTE, ÁGUA PARADA E PLANTAS NÃO INUNDADAS.....	63
Figura 25. Altura média de plantas de <i>Inga affinis</i> submetidas a diferentes tratamentos de saturação hídrica do solo. PLANTAS INUNDADAS: COM RAIZ ADVENTÍCIA E COM LENTICELA HIPERTRÓFICA; SEM RAIZ ADVENTÍCIA E SEM LENTICELA HIPERTRÓFICA; SEM RAIZ ADVENTÍCIA E COM LENTICELA HIPERTRÓFICA; E PLANTAS NÃO INUNDADAS.....	70
Figura 26. Porcentagem acumulativa de peso seco e regressão linear para diferentes estruturas de plantas de <i>Inga affinis</i> . PLANTAS NÃO INUNDADAS.....	71

- Figura 27. Porcentagem acumulativa de peso seco e regressão linear para diferentes estruturas de plantas de *Inga affinis*. PLANTAS INUNDADAS COM RAIZ ADVENTÍCIA E COM LENTICELA HIPERTRÓFICA.....72
- Figura 28. Porcentagem acumulativa de peso seco e regressão linear para diferentes estruturas de plantas de *Inga affinis*. PLANTAS INUNDADAS SEM RAIZ ADVENTÍCIA E COM LENTICELA HIPERTRÓFICA.....73
- Figura 29. Porcentagem acumulativa de peso seco e regressão linear para diferentes estruturas de plantas de *Inga affinis*. PLANTAS INUNDADAS SEM RAIZ ADVENTÍCIA E SEM LENTICELA HIPERTRÓFICA.....74

TABELAS

Tabela 1.	Balanço hídrico do município de Brotas, SP, para o ano de 1987.....	23
Tabela 2.	Balanço hídrico do município de Brotas, SP, para o ano de 1987.....	23
Tabela 3.	Número de indivíduos de <i>Inga affinis</i> e mortalidade por estágio de desenvolvimento por parcela para os anos de 1987 e 1988, e quantidade de plântulas novas em 1988. Fazenda Gamelão, Brotas, SP.....	33
Tabela 4.	Índice de Morisita, coeficiente de dispersão e teste qui-quadrado de aderência à distribuição de Poisson para diferentes estágios de desenvolvimento de <i>Inga affinis</i> , para o ano de 1987 e 1988. Fazenda Gamelão, Brotas, SP.....	41
Tabela 5.	Germinação de sementes de <i>Inga affinis</i> dentro de frutos intactos.....	51
Tabela 6.	Regressão linear entre altura e tempo. PLANTAS INUNDADAS COM ÁGUA PARADA, ÁGUA PARADA E PLANTAS NÃO INUNDADAS.....	53
Tabela 7.	Parâmetros da regressão linear entre porcentagem de peso seco e tempo, em plantas de <i>Inga affinis</i> . PLANTAS INUNDADAS COM ÁGUA CORRENTE, ÁGUA PARADA E PLANTAS NÃO INUNDADAS.....	59
Tabela 8.	Covariância entre pesos secos dos tratamentos de plantas de <i>Inga affinis</i> . PLANTAS INUNDADAS COM ÁGUA CORRENTE E ÁGUA PARADA.....	59
Tabela 9.	Parâmetros da regressão linear entre log (altura) e tempo em plantas de <i>Inga affinis</i> com remoção ou não de raízes adventícias e lenticelas hipertróficas e plantas não inundadas.....	64
Tabela 10.	Parâmetros da regressão linear entre porcentagem de peso seco e tempo em plantas de <i>Inga affinis</i> com remoção ou não de raízes adventícias e lenticelas hipertróficas e plantas não inundadas.....	65
Tabela 11.	Covariância entre peso seco do experimento com plantas inundadas de <i>Inga affinis</i> com remoção ou não de raízes adventícias e lenticelas hipertróficas.....	66

Tabela 12. Peso seco total e desvio padrão para as diferentes estruturas de *Inga affinis* com remoção ou não de raízes adventícias e lenticelas hipertróficas, após cinco meses de inundação.....68

Tabela 13. Média e desvio padrão do número de folhas produzidas por *Inga affinis*, após cinco meses de inundação, ao longo do tempo, com remoção ou não de raízes adventícias e lenticelas hipertróficas.....69

RESUMO

As matas ciliares são formações que ocorrem ao longo dos cursos d'água. Sua retirada causa danos irreversíveis ao ambiente como o assoreamento dos rios e desequilíbrio na fauna e flora desse ecótono. Estudos demográficos e das estratégias de ocupação das espécies desse ambiente, são de crucial importância para a compreensão da dinâmica desta formação. Esses dados fornecerão subsídios para a sua preservação.

Em levantamentos preliminares ao longo do rio Jacaré-Pepira observou-se que *Inga affinis* DC. é uma espécie muito abundante na região. Essa espécie ocorre nas margens do rio, assegurando estabilidade do solo e evitando o assoreamento do rio. O presente estudo teve como objetivos: estudar a distribuição espacial e etária da espécie; comparar o desenvolvimento de indivíduos submetidos a diferentes níveis de saturação hídrica do solo; determinar em laboratório, o potencial de germinação das sementes; e contribuir para o conhecimento das estratégias adaptativas de espécies arbóreas de mata ciliar.

Para o estudo de distribuição espacial da espécie, todas as plantas de *Inga affinis* foram plaqueadas e mapeadas sendo estimada a altura e obtido o perímetro a altura do peito. Esse mapeamento foi refeito após um ano para verificar o aparecimento, morte e crescimento dos indivíduos. No primeiro ano foram plaqueadas 232 plantas, das quais 29% eram plântulas, 43% juvenis, 26% adultas e 2% mortas. Após um ano foram plaqueadas 410 plantas, sendo 49% plântulas, 26% juvenis, 16% adultas e 9% mortas.

Esses dados sugerem que em 1987 a frutificação foi menor ou houve restrições na germinação e/ou estabelecimento das plântulas.

A análise do padrão de distribuição espacial pelo Índice de Morisita e o índice de dispersão mostraram que as plantas seguem uma distribuição contagiosa para os três estádios de desenvolvimento.

Em *Inga affinis* as fenofase são sincronizadas na população. O tempo de desenvolvimento para a formação do fruto, a partir do botão, é de cerca de 4 meses e a taxa de conversão de botão em fruto é de 8%.

Os testes relativos ao potencial de germinação de *Inga affinis* mostraram que as sementes são fotoblasticamente neutras e que o arilo e a casca não interfere no processo de germinação. A taxa de germinação para esses tratamentos é de cerca de 90%. As sementes são viáveis por 10 dias a temperatura ambiente. As sementes colocadas para germinar imersas em água atingem 70% de germinação. A semente germina dentro do fruto com a radícula perfurando a vagem. Sementes armazenadas em água destilada a 5° C, tem sua longevidade prolongada.

As plantas dessa espécie desenvolvem, quando inundadas, raízes adventícias e lenticelas hipertróficas. Plantas inundadas com água parada e água corrente não diferem em relação ao peso seco. Porém ambas diferem de plantas não inundadas.

A remoção experimental de raízes adventícias e/ou lenticelas hipertróficas pode causar variação em relação a alocação de biomassa para as diferentes partes da planta.

SUMMARY

Although protected by legislation since 1934 the forests along river margins, i.e. Gallery Forests, are still being cut and/or burnt in the interior of the State of São Paulo. The destruction of these forests result in irreversible environmental damages, such as soil erosion and silting up the rivers and water reservoirs. The preservation and management of this ecotone relies on the knowledge of the strategies evolved by plant species to occupy this environment, and of the dynamics of the ecosystem.

A preliminary survey of the margins of the Jacaré-Pepira river showed that *Inga affinis* DC. is abundant in river margins subjected to periodical floodings. The presence of *Inga affinis* assures the stability of the banks, reducing erosion and its consequences. These characteristics led us to carry a research projet with the following objectives:

- a) to study the spacial and age distribution of a population of *Inga affinis* in the margin of the Jacaré-Pepira river;
- b) to test, in a plant nursey, the response of 5 months old plantas of *Inga affinis* subjected to flooding with stagnant and moving water;
- c) to establish the role of adventitious roots and hypertrophic lenticels in plants subjected to flooding;
- d) to study, in controled conditions, the germination potencial of seeds of *Inga affinis*;

e) to increase the Knowledge of the adaptive strategies evolved by Gallery Forest trees to occupy flood-prone areas.

The spatial distribution and age structure were studied in a grid of 21 parcels, of 50m each, where all plants of *Inga affinis* were measured (height and perimeter at breast height) and mapped. After one year the area was mapped again to establish recruitment, growth and mortality. In the first year (September, 1987) there were 232 plants present in the grid, of which 29% were seedling, 43% juvenile, 26% adult and 2% dead. In the following year (September, 1988) there were 410 plants present, of which 49% were seedlings, 26% juvenile, 16% adult and 9% dead. The data suggests that in 1987 either fruit production or germination and/or seedling establishment was lower.

The statical analyses of the spatial distribution, using Morisita's Index and the Dispersion Coefficient, showed that seedlings, juvenile and adult plants present a contagious pattern.

The population presented a synchronous pattern of flowering and fruiting. Only 8% of the flower buds reach, after 4 months, the fruit stage.

Germination reached >90% in all treatments, showing that the seeds of *Inga affinis* are not light sensitive. The aril and the seed pod delay the start of the germination process without affecting the final percentage of germination seeds. The seeds are able to germinate completely submersed, although in this case germination reaches only 70%. Seed viability lasts only

10 days at room temperature, but seeds stored at 5 °C are able to keep its viability for longer periods.

Flooded plants develop hypertrophic lenticels and adventitious roots. In both flooding treatments, with stagnant water and with moving water, the growth rate of the plants was considerably reduced. The removal of adventitious roots and/or the sealing of hypertrophic lenticels resulted in a change in the pattern of resource allocation to leaves, shoot and roots

INTRODUÇÃO

As matas ciliares são formações vegetais que ocorrem ao longo dos cursos d'água. Essas matas são facilmente reconhecidas fisionalmente quando ocorrem em áreas dominadas por formações abertas, como cerrados, campos ou caatingas, devido à drástica mudança de fisionomia (MARIANO et al., 1982). Nessa situação são chamadas especificamente de matas de galerias (RIZZINI, 1979). Cinturões de florestas sempre verdes frequentemente penetram em regiões áridas ao longo dos rios, onde a umidade do solo compensa as estações secas do ano (RICHARDS, 1952).

Já em áreas onde há formações florestais, a distinção fisionômica não é tão evidente, devido a sobreposição das duas formações, necessitando de estudos florísticos para a sua identificação (RODRIGUES, 1989). Nesse caso, essa formação recebe a denominação de mata ripária (RIZZINI, 1979).

Apesar de haver uma generalização do termo mata ciliar, como sendo a formação que acompanha os cursos d'água, ocorrem diferenças tanto fisionômica como florística entre essas áreas. Essas diferenças são determinadas principalmente por elementos abióticos, tais como: tipo de solo, topografia, frequência de inundação, profundidade do lençol freático e temperatura (RODRIGUES, 1989).

As interações entre as características abióticas, promovem uma alta heterogeneidade florística em pequenas áreas, ocorrendo um grande número de espécies (GIBBS & LEITÃO FILHO, 1978; GIBBS et al., 1980; RODRIGUES, 1989). Essa heterogeneidade

espacial é tão intensa que alguns autores sugerem que cada rio tem fatores únicos que irão determinar sua vegetação (NILSSON et al., 1988).

A composição de espécies em matas ciliares geralmente varia no sentido perpendicular ao rio, devido a um complexo gradiente de fatores ecológicos (KOZLOWSKI, 1984). Nesse tipo de formação os fatores edáficos sobrepõem-se aos efeitos climáticos que geralmente ocorrem na distribuição espacial de determinado tipo de formação.

No Estado de São Paulo é comum o aparecimento de espécies típicas de mata de planalto em áreas ribeirinhas. Esse tipo de formação ocorre em barrancos, onde a flutuação do lençol freático não interfere na determinação das espécies que vão ocupar essa faixa (LEITÃO FILHO, 1982; RODRIGUES, 1989).

A maioria dos trabalhos de mata ciliar desenvolvidos em território paulista está relacionado com a florística e fitossociologia. Dentre esses trabalhos, podemos destacar os levantamentos feitos em mata ciliar em Mogi-Guaçu (GIBBS & LEITÃO FILHO, 1978; GIBBS et al., 1980; MANTOVANI et al., 1989), na Reserva de Porto Ferreira (BERTONI & MARTINS, 1987), no rio Corumbataí (CAMARGO et al., 1971), na Fazenda Santa Eliza em Brotas (SALIS & JOLY, 1988), entre outros. Esses projetos visam o conhecimento da vegetação regional, para, em muitos casos, oferecerem subsídios para projetos de recomposição da mata ciliar.

Pelos levantamentos feitos podemos concluir que não existe exclusividade a nível de família ou gênero na ocupação de áreas inundadas. A variação pode ocorrer no mesmo gênero. Há vários exemplos de plantas tropicais de porte arbóreo que ocupam ambientes diferentes como *Plathymania reticulata* que aparece somente no cerrado e *P.* *foliolosa* que ocorre em floresta úmida, *Hymenaea stigonocarpa* de cerrado e *H.* *stilhocarpa* de mata úmida, *Zeyhera montana* de cerrado e *Z.* *tuberosa* de mata (RIZZINI, 1979), *Pseudobombax marginata* de cerrado e *P.* *grandiflora* de mata ciliar (JOLY & CRAWFORD, 1982). Essa variação também é comum em espécies arbóreas que ocupam regiões temperadas, como ocorre por exemplo com *Nyssa aquatica* que tolera melhor a inundação do que *Nyssa sylvatica* (HALL e SMITH, 1955). Em espécies de *Eucalyptus* há variação de mais para menos tolerante à inundação em: *E.* *grandis*, *E.* *robusta* e *E.* *saligna* (CLEMENS et al., 1978) e plântulas de *E.* *camaldulensis* que tolera mais a inundação que plântulas de *E.* *globulus* (SENA GOMES & KOZLOWSKI, 1980a).

Após o conhecimento das espécies que ocupam ambientes ribeirinhos, surge a necessidade de compreender a estratégia das espécies para ocupar tais áreas.

Historicamente as plantas eram classificadas em três categorias de acordo com sua resistência a anoxia: as verdadeiramente resistentes, onde ocorre modificação do metabolismo celular; nas aparentemente resistentes, ocorre reorganização morfológica e anatômica e as não resistentes onde as plantas entram em dormência ou morrem (VARTAPETIAN et al., 1978). Porém, existem alguns exemplos de plantas que quando inundadas podem apresentar

tanto mecanismos metabólicos como anatômicos (KOZLOWSKY, 1982).

Basicamente existe duas escolas enfocando os mecanismos de sobrevivência de plantas em solo inundado. A escola metabólica defende que as plantas têm capacidade de controlar o metabolismo respiratório do sistema radicular, ativando rotas anaeróbicas quando em estresse (CRAWFORD, 1978; JOLY, 1982; JOLY & CRAWFORD, 1982). A escola anatômica defende que as plantas apresentam adaptações morfo-anatômicas, como hipertrofia das lenticelas e desenvolvimento de raízes adventícias, que permitem a difusão de oxigênio da parte aérea para o sistema radicular, não necessitando, portanto, de adaptações metabólicas (ARMSTRONG, 1979).

Atualmente é aceito que na maioria dos casos ocorre uma estratégia adaptativa que seria formada pela combinação das modificações anatômicas e adaptações metabólicas (JOLY, 1990)

Vários fatores estão envolvidos na adaptação de plantas a ambientes inundados. Quando o solo é inundado, diminui a troca de gases entre o solo e o ar. A baixa solubilidade e a baixa difusão de oxigênio na água são responsáveis pela redução de troca de oxigênio entre o solo e a atmosfera (KEELEY, 1979). O oxigênio do solo é rapidamente consumido por microorganismos tornando o ambiente anaeróbico (PONNAMPERUMA, 1984). A pobre aeração do solo e a inundação induzem alterações morfológicas e fisiológicas nas plantas. Geralmente há diminuição da taxa de fotossíntese, causada pela redução de absorção de água, e fechamento dos estômatos. Com a redução da troca de gases diminui a permeabilidade da raiz, restringindo a absorção de minerais e causando alterações no balanço hormonal. A saturação hídrica do solo reduz o nível de oxí-

gênio disponível, ocasionando acúmulo de substâncias, tais como ácidos graxos voláteis, compostos fenólicos, gases, alcóois, hidrocarbonetos, etc (CRAWFORD, 1982; KOZLOWSKI, 1982).

As modificações morfológicas e anômicas mais comuns que ocorrem quando as plantas são inundadas são: aumento da quantidade de espaços intercelulares no parênquima cortical da raiz (TROUGHT & DREW, 1980); formação de raízes adventícias na porção submersa do caule (SENA GOMES & KOZLOWSKI, 1980b; WAMPLE & REID, 1978; TSUKAHARA & KOZLOWSKI, 1985; GILL, 1975; TANG & KOZLOWSKI, 1982b); hipertrofia de lenticelas do caule (HOOK, 1984; NEWSONE et al., 1982); redução da atividade cambial no caule (TANG & KOZLOWSKI, 1982a, 1982b); redução do comprimento da raiz principal (GEISLER, 1965); abscisão de folhas (HOOK et al., 1971; KOZLOWSKI, 1982); abscisão de flores e frutos (KOZLOWSKI, 1984); redução no crescimento em altura de plântulas (LINHART & BAKER, 1973; HOOK & SCHOLTENS, 1978); redução da área foliar (TROUGHT & DREW, 1980, 1981; WENKERT et al., 1981); alteração na forma das mitocôndrias e na disposição de suas cristas nas células das raízes (VARTAPETIAN et al., 1978).

A consequência desses fatores, na maioria das vezes, é a redução do crescimento e da biomassa total em muitas espécies.

Com a inundação ocorrem mudanças na distribuição vertical do sistema radicular. O crescimento de novas raízes é concentrado principalmente na camada superior do solo onde a troca de gases é mais ativa (DREW & SISWORO, 1979; JACKSON & DREW, 1984; WALDREN et al., 1987).

HALL & SMITH (1955) consideram que as raízes adventícias são meramente sintomas de estresse à inundação, enquanto outros autores apontam evidências de que a capacidade de sobrevivência de árvores à inundação depende da atividade fisiológica das raízes adventícias (HOSNER & BOYCE, 1962).

Respostas à inundação, como epinastia de folhas, hipertrofia de lenticelas e formação de raízes adventícias, têm sido atribuídas ao etileno. Em espécies de *Eucalyptus* ocorre variação hormonal principalmente do etileno. Esse hormônio produz respostas anatômicas em plantas não inundadas e sua produção é estimulada em solos com pouca aeração ou solos inundados (BRADFORD & YANG, 1981; SENA GOMES & KOZLOWSKI, 1980a). Quando as plantas são expostas ao etileno, este induz sintomas similares a aqueles causados pela inundação (KAWASE, 1981).

Para alguns autores a sensibilidade de uma planta a anoxia, origina-se principalmente a partir do aumento da concentração de componentes tóxicos intracelulares. Por exemplo, o etanol produzido pela glicólise é altamente tóxico para as células (PRADET & BOMSEL, 1978). Assim, os produtos tóxicos como etanol e lactato produzidos pela respiração anaeróbica seriam responsáveis pela destruição da célula (CHIRKOVA, 1978). O acúmulo de etanol em plantas inundadas seria consequência do aumento da atividade da enzima desidrogenase alcoólica (HARBORNE, 1977). Porém, JACKSON et al. (1982) discordam que somente o etanol seja responsável por esses danos, pois a concentração encontrada em plantas inundadas é baixa. Sugerem então, que o etanol seria um dos fatores a danificar as plantas, não sendo o único e nem o principal.

Com 10 semanas de inundação, plântulas das espécies arbóreas de *Gmelina arborea*, *Ictona grandis* e *Nauclea diderrichii* tiveram aumento da concentração de etanol de 4, 14 e 16 vezes respectivamente. Após a drenagem do solo, a concentração de etanol decaiu nas três espécies. Porém somente em *G. arborea*, esta ficou semelhante ao controle (OSNOBI & OSUNDINA, 1987).

Em muitas espécies, a inundação provoca fechamento dos estômatos tanto naquelas de hábito herbáceo, como em *Phaseolus vulgaris* (MOLDAU, 1973), como em arbóreas, como em *Melaleuca quinguanerxia* e *Eraxinus pennsylvanica* (SENA GOMES & KOZLOWSKI, 1980b e 1980c). Em *Ulmus americana* a resposta dos estômatos também está relacionada com a idade da folha (NEWSOME et al., 1982). REGEHR et al. (1975) sugerem que o fechamento dos estômatos em *Populus deltoides* pode estar associado com a migração de íons de potássio da célula-guarda resultando em mudanças osmóticas e consequentemente perda do turgor.

A movimentação ou não da água, quantidade de nutrientes, época do ano e tempo de inundação são parâmetros importantes para a estratégia de sobrevivência de plantas sujeitas à inundação (CRAWFORD, 1982; HOOK et al., 1970; JOLY, 1986).

Em *Spartina patens*, o desenvolvimento de aerênquima em raiz, em ambiente encharcado é função da idade da planta e drenagem do solo (BURDICK, 1989). YU et al. (1969) sugerem que as raízes novas aumentam mais facilmente a quantidade de aerênquima que as raízes velhas.

A formação de aerênquima é explicada como sendo o resultado da baixa concentração de oxigênio na porção basal da raiz (MCPHERSON, 1939), da síntese e acúmulo de etanol nas raízes (DREW et al., 1979); elevação da temperatura e/ou alteração do fluxo de luz. Esses fatores resultariam no acúmulo de etileno que causa a formação de aerênquima (LUXMOORE et al., 1972).

A deficiência de nitrogênio pode induzir a formação de aerênquima através da desintegração cortical em raízes de *Zea mays* (KONINGS & VERSCHUREN, 1980). Em *Nardus stricta* o baixo nível de nutrientes e o aumento da hipoxia aumentam a quantidade de aerênquima (SMIRNOFF & CRAWFORD, 1983).

Em regiões temperadas a inundação ocorre no inverno, período em que as plantas estão em dormência, sendo pequeno o efeito do estresse no seu metabolismo. Mesmo as espécies tolerantes não podem passar mais de 40% do tempo inundadas, na estação propícia ao seu crescimento (CRAWFORD, 1982).

Nos trópicos a extravasão dos rios ocorre no verão, com altas temperaturas e quando o crescimento é favorável, tendo a planta que alocar recursos tanto para se desenvolver como para enfrentar o estresse. Nessa região, a movimentação ou não da água e o tempo de inundação são cruciais para a sobrevivência da espécie (JOLY, 1988).

JOLY & CRAWFORD (1982) compararam o nível de etanol, lactato, succinato e ácido málico, assim como o efeito da saturação hídrica do solo, na respiração aeróbica e anaeróbica, em cinco espécies arbóreas tropicais, encontrando diferentes estratégias adotadas pelas mesmas para enfrentar o estresse. Em

Sebastiania klotzchiana ocorre aceleração da via fermentativa, com aumento de nove vezes na atividade da desidrogenase alcoólica e um aumento do nível de etanol no sistema radicular, aumento esse que é maior do que o apresentado pelas espécies temperadas. A estratégia dessa espécie é a aceleração da glicólise para compensar o baixo rendimento energético do metabolismo anaeróbico. A espécie possui mecanismos de difundir o etanol acumulado do sistema radicular para o meio. Em *Hymenocallis courbaril* var. *stigmocarpa*, apesar de não haver mudanças morfológicas na base do caule em plantas inundadas, há difusão de oxigênio da parte aérea para o sistema radicular. Nas plantas inundadas de *Chorisia speciosa* ocorrem modificações morfológicas na base do caule com diminuição do incremento do peso seco da parte aérea (JOLY, 1988).

A interferência humana nas formações vegetais de espécies nativas tropicais resulta não só em taxas de extinção dos organismos, mas em toda a sequência de evolução, que pode ser mudada ou amputada por alterações ou aniquilamento do ambiente original (SIOLI, 1986).

A retirada da mata ciliar, através de corte seletivo ou não, causa danos irreversíveis ao ambiente, como o assoreamento das nascentes, córregos e rios, bem como a extinção de espécies animais específicas desse ambiente (STEINBLUMS et al., 1984). A mata ciliar atua como um filtro entre terrenos mais altos e o ecossistema aquático. Dessa forma as matas ciliares são sistemas que funcionam como reguladores do fluxo de água, sedimentos e nutrientes entre os terrenos mais altos e o ecossistema

aquático (LIMA, 1989). A mata ciliar desempenha funções hidrológicas devido aos seguintes fatores: envolvimento do sistema radicular com o solo, acarretando na estabilização de áreas ribanceiras; controle do ciclo de nutrientes; impede o carregamento de sedimentos para o rio, mantendo a qualidade e quantidade da água; formação de nichos de reprodução, proteção e alimentação para a ictiofauna do rio e interceptação e absorção da radiação solar, contribuindo para a estabilidade térmica dos pequenos cursos d'água (LIMA, 1989).

Estudos mostram que a mata ciliar remove o NO_3^- e conseqüentemente controla o nível de poluição, já que o N-nítrico assim como o fósforo são nutrientes limitadores do crescimento de algas em cursos d'água, atuando de forma a diminuir a transparência da água (LIMA, 1989).

Foi constatado que em áreas florestais menos de 1% da água precipitada sofre escoamento superficial, enquanto em áreas aradas esse valor alcança cerca de 6% (MARQUES et al., 1961). Essa água que escorre carrega, inevitavelmente, partículas de solo que serão depositadas em cursos d'água, daí a importância de técnicas de conservação de solo que permitem eliminar esse problema.

A alta diversidade de peixes em águas pobres em nutrientes pode ser explicada por seu regime alimentar. Frequentemente esses peixes não se alimentam dos itens derivados do ciclo biológico aquático, mas dos itens da floresta. Muitas espécies de peixes alimentam-se das folhas, sementes, frutos ou de invertebrados terrestres que tem sua subsistência na vegetação ripária (GOTTSBERGER, 1978).

Muitos peixes atuam como dispersores de propágulos. No rio Madeira foram encontradas no intestino de diversas espécies de peixes, sementes intactas de várias espécies arbóreas vegetais como *Annona hypoglauca*, *Eicus* sp, *Licania* sp, *Protium* sp, *Simaba* sp, entre outras. Em outros casos, os peixes destroem as sementes como em *Nectandra amazonum*, *Anacardium* sp, etc (GOTTSBERGER, 1978).

O Estado de São Paulo tem cerca de 5% de sua cobertura vegetal nativa (VICTOR, 1975), sendo que a demanda de madeira para queima e outros fins é maior do que a produção de essências exóticas. Com isso a vegetação ribeirinha vem sendo rapidamente destruída, apesar de estar protegida pela legislação.

Projetos de recuperação de matas ciliares como o que está sendo desenvolvido na Bacia do rio Jacaré-Pepira, são cruciais para preservação de áreas sujeitas à inundação. Esses projetos estão também fornecendo informações a respeito do desenvolvimento de espécies nativas em condições naturais (JOLY et al., 1988; SPIGOLON et al., 1989).

Estudos da dinâmica populacional das espécies, assim como informações a respeito do seu padrão de distribuição, taxa de sobrevivência de plântulas, porcentagem de germinação, sistema reprodutivos entre outros, são de extrema importância para subsidiar projetos que visam recompor áreas degradadas. Essas informações assegurarão o desenvolvimento e aplicação de uma metodologia adequada para implantação de projetos dessa natureza.

No entanto, não existem trabalhos de demografia em mata ciliar. O estudo demográfico visa identificar as causas das mudanças nas populações ao longo do tempo (SILVERTOWN, 1987). Diversos fatores precisam ser conhecidos para o entendimento da dinâmica das populações de plantas. Dentre esses fatores, podemos citar: quantidade de propágulos dispersos, mecanismos de dormência, expressividade do banco de sementes do solo, recrutamento de plântulas, frequência e intensidade de reprodução e crescimento, efeito de predadores e a estrutura da população, entre outros (SILVERTOWN, 1987).

Cada fase do ciclo de vida de um organismo tem suas restrições, como por exemplo: a germinação e o estabelecimento de plântulas compõem uma das fases mais suscetíveis do ciclo de vida de uma planta (SOLBRIG, 1980). Geralmente nessa etapa ocorrem as maiores taxas de mortalidade, sendo que os fatores que mais influenciam são a falta d'água e a herbivoria (SOLBRIG, 1980).

A taxa de nascimento, a taxa de mortalidade, a imigração e a emigração determinam como o número total de indivíduos na população muda no tempo (HARPER, 1977).

Em levantamentos preliminares ao longo do rio Jacaré-Pepira (Brotas, SP) observou-se que *Inga affinis* DC. é uma espécie muito abundante na região. Tem características de pioneira, ocorrendo nas margens do rio, principalmente em áreas sujeitas a inundação periódica, assegurando estabilidade do solo e evitando o assoreamento do rio. Essa espécie possui frutos comestíveis para peixes e pássaros tendo um importante papel na comunidade ribeirinha. Por essas características, *Inga affinis* DC. foi escolhi-

da para o estudo da distribuição espacial e etária, bem como, dos mecanismos de tolerância a ambientes inundados.

Esse estudo é parte integrante do projeto "ESTUDO, PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DAS MATAS CILIARES DA BACIA DO RIO JACARÉ-PEPIRA, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL, BROTAS, SP.". Esse projeto é coordenado pelo prof. Dr. Carlos A. Joly, e visa o conhecimento de diversas áreas, para fornecer subsídios para recomposição das matas ciliares do rio Jacaré-Pepira.

2.OBJETIVOS

- Estudar a distribuição espacial e etária de *Inga affinis* DC.;
- comparar o desenvolvimento de indivíduos submetidos a diferentes níveis de saturação hídrica;
- determinar o papel das lenticelas hipertróficas e raízes adventícias no desenvolvimento de plantas inundadas;
- determinar, em laboratório, o potencial de germinação das sementes e
- contribuir para o conhecimento das estratégias adaptativas das espécies de mata ciliar.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE

Inga affinis DC. pertence à família Mimosaceae. Esse gênero é composto de 350 a 400 espécies. Segundo BURKART (1979) *Inga affinis* é: "árvore de 6 a 15 metros de altura, com 20 a 40 cm de diâmetro na altura do peito, ferrugínea-pubescente. Folhas de 3-5 jugas, folíolos lanceolados, acima lustrosos, quase glabros e obscuros quando secos, em baixo pálidos e pubescentes, às vezes os apicais muito grandes medindo 5-15 cm de comprimento por 2-7,5 cm de largura, pecíolo viloso não alado, ráquis claramente alada. Glândulas raqueal em pratinho mediano, séssil ou muito pouco elevado em taça. Espigas 1-2 axilares, hirtulas, conóides, com flores brancas e abrindo-se desde a base, brácteas menores do que o cálice, este de 6-9 mm de comprimento, corola 15-17 mm de comprimento, estames cerca de 4 cm de comprimento. Vagem linear um pouco encurvada, grossa, de 6-11 cm de comprimento por 1,6-2,3 cm de largura, bordo largo estriado, mais longo do que as faces.

A madeira branca é utilizada para tabuado, forro, pau-de-fósforo, lenha e carvão".

Folhas pinadas. Estípulas pequenas. Estames numerosos com filetes monodelfos, constituindo um tubo estaminal que ultrapassa o comprimento da corola. Os grãos de polén são agrupados em políades. Fruto tipo legume bacáceo (BARROSO, 1984). Sementes envolvidas por um arilo, que é o endocarpo polposo branco e adocicado podendo funcionar como um substituto da testa (GUNN, 1984).

Inga affinis ocorre em todo o Brasil, principalmente nas margens dos rios. Por sua polpa adocicada, é conhecido como Ingá-doce.

3.2 DESCRIÇÃO DA ÁREA

O trabalho foi desenvolvido nas margens do rio Jacaré-Pepira, na Fazenda Gamelão, município de Brotas, São Paulo (48°50'W; 22°08'S e 470m de altitude).

O rio Jacaré-Pepira é afluente da margem direita do rio Tietê, tendo 194 Km de extensão. Nasce na Serra de São Pedro, percorre 13 municípios e deságua na represa de Ibitinga (figura 1). Sua profundidade máxima é de 12m, com largura de até 30m, tendo muitos meandros, trechos encachoeirados, áreas mansas e de várzeas, esta última utilizada em algumas regiões para o cultivo de arroz. É um rio que não recebe dejetos industriais, sendo o problema maior de poluição causado por esgoto doméstico e produtos agrotóxicos utilizados em plantações adjacentes.

A área de estudo foi escolhida por estar sujeita a inundação periódica na época das chuvas (verão), quando a altura da água acima do solo pode chegar a 1,20m. A topografia da área é bastante irregular e instável mudando após cada período de chuva. Existe um pequeno riacho permanente cortando a área e várias linhas de depressão (figura 2). Foi observada a ocorrência de muitos indivíduos de *Inga affinis*, *Croton urucurana*, *Urcara* sp, *Equisetum* sp e uma espécie de *Myrtaceae*.

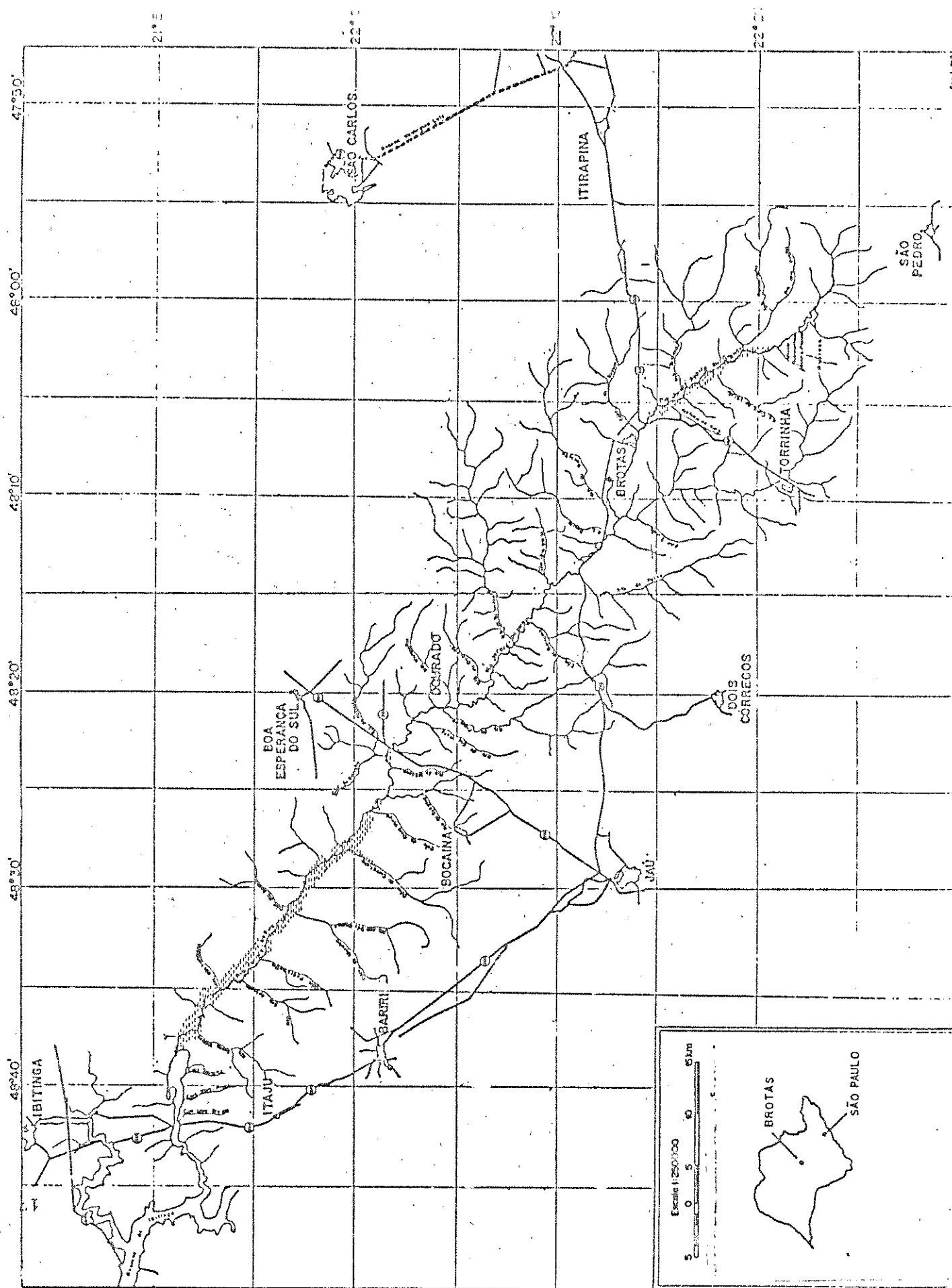


Fig 1. Localização geográfica da Bacia do rio Jacaré-Pepira, SP.

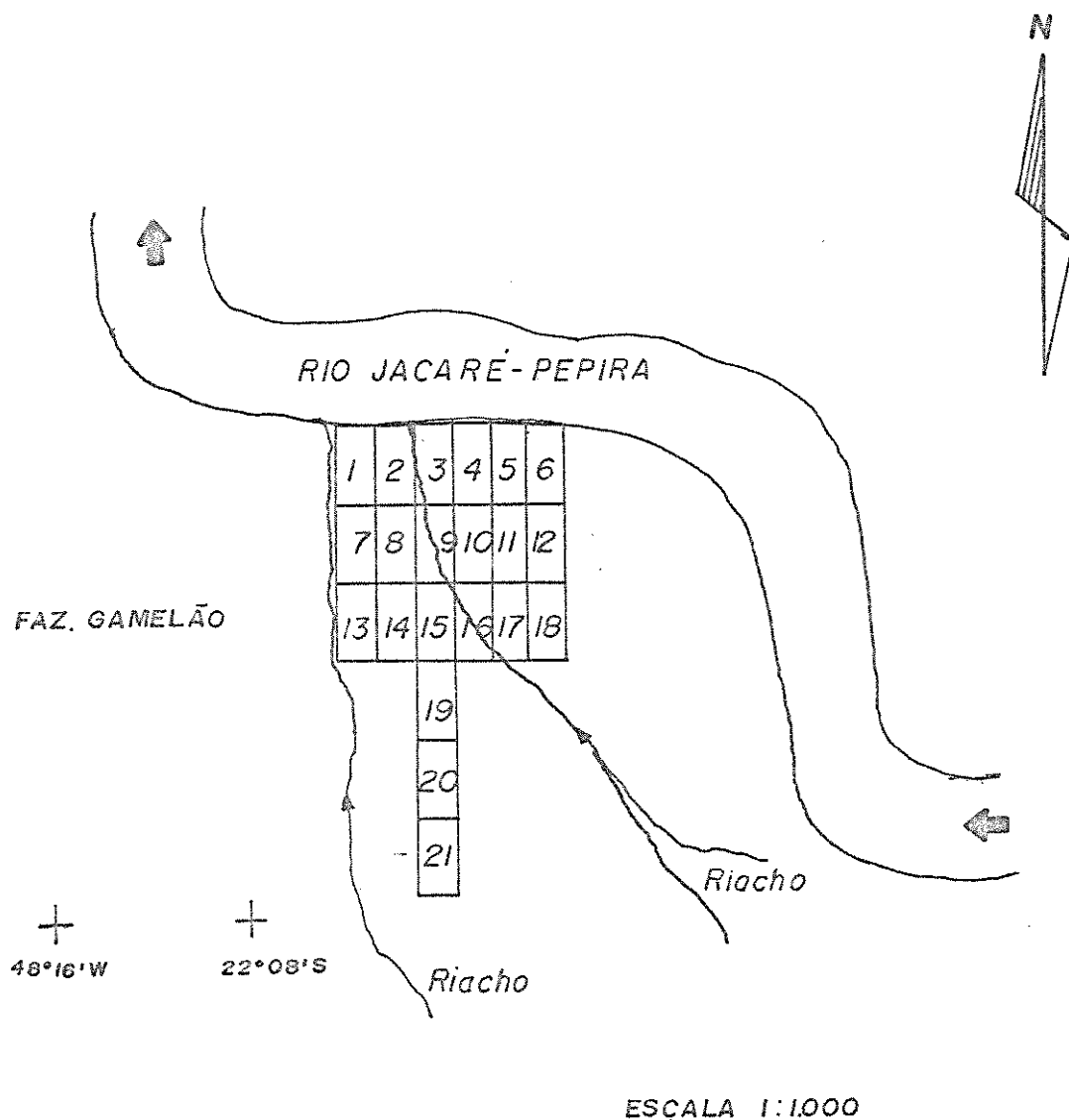


Fig 2. Distribuição das parcelas (5x10m) na área de estudo do rio Jacaré-Pepira, Fazenda Gamelão, Brotas, SP.

3.3 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Os balanços hídricos, obtidos pelo método de THORNTHWAITE & MATHER (1955), da região do estudo para o ano de 1987 e 1988 estão representados nas figuras 3 e 4 e tabelas 1 e 2, respectivamente. Os dados de precipitação e temperaturas máxima e mínima, foram obtidos na Fazenda Novo Mundo (Brotas, SP). Em 1987 a estação seca ocorreu de março a outubro, a precipitação pluvial foi de 1.325mm concentrando-se principalmente nos meses de janeiro, fevereiro, maio, novembro e dezembro, sendo este último o mês mais chuvoso (318mm). O déficit hídrico ocorreu nos meses de março, abril, julho, agosto e outubro. As temperaturas do ar mais baixas ocorreram no mês de junho e as mais altas no mês de janeiro.

Em 1988 a precipitação total foi de 1.288mm ocorrendo principalmente de janeiro a abril e de outubro a dezembro. O mês mais chuvoso foi janeiro (323mm). Houve déficit hídrico nos meses de maio a setembro, novembro e dezembro e excedente hídrico em janeiro, abril e outubro. As temperaturas do ar mais baixas foram no mês de julho e as mais altas no mês de janeiro.

O clima desta região é bastante seco como foi constatado pelos balanços hídricos. A área de estudo está sujeita diretamente às variações do lençol freático, e apesar deste ser relacionado com a precipitação, os dados de déficit hídrico do solo não correspondem exatamente as condições hídricas da área específica do estudo.

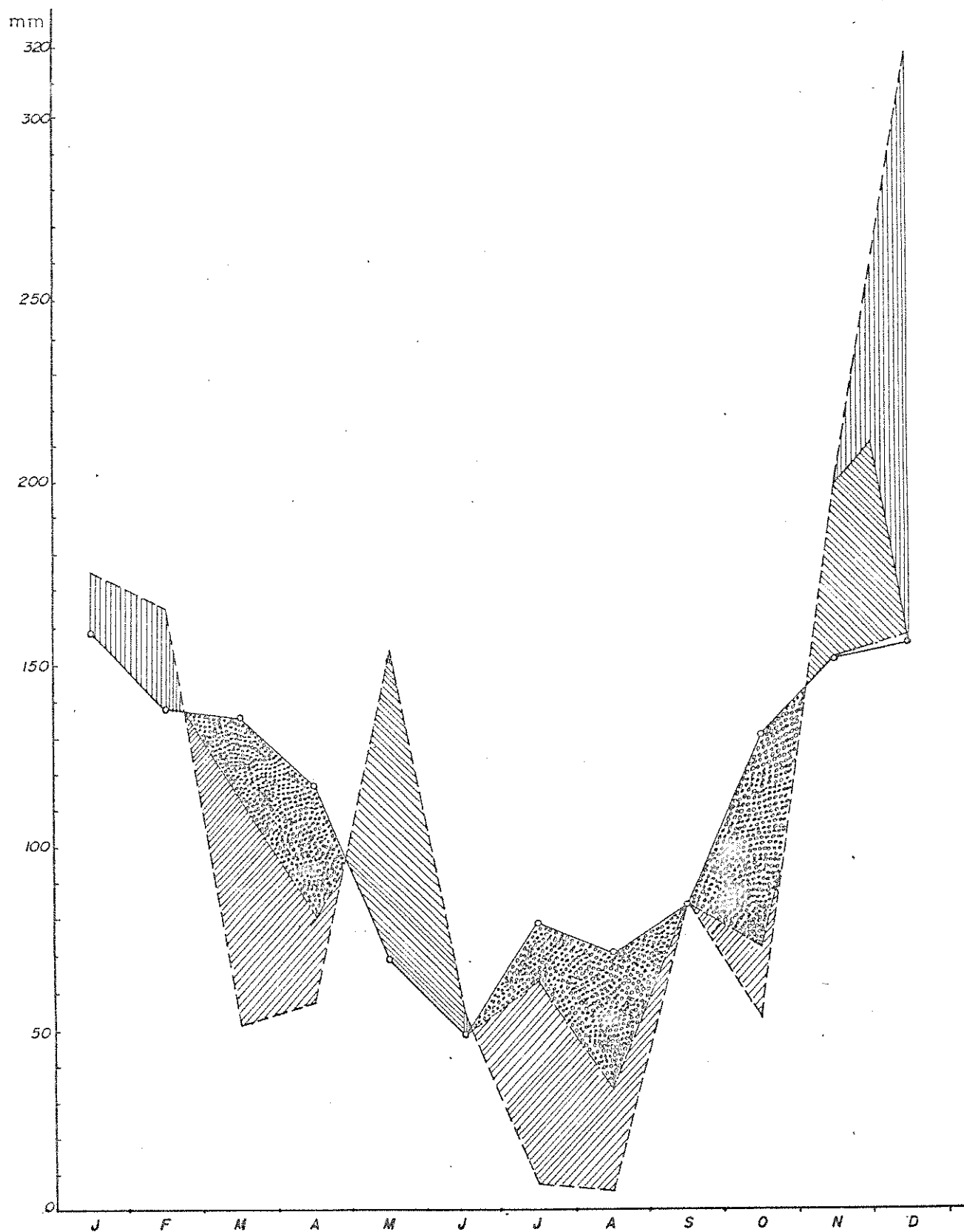


Fig 3-Balanco hídrico para o ano de 1987 na região de Brotas, SP.

——— precipitação
 ——— evapotranspiração potencial
 ——— evapotranspiração real
 exedente hídrico
 retirada da umidade do solo
 reposição da umidade do solo
 deficiência hídrica

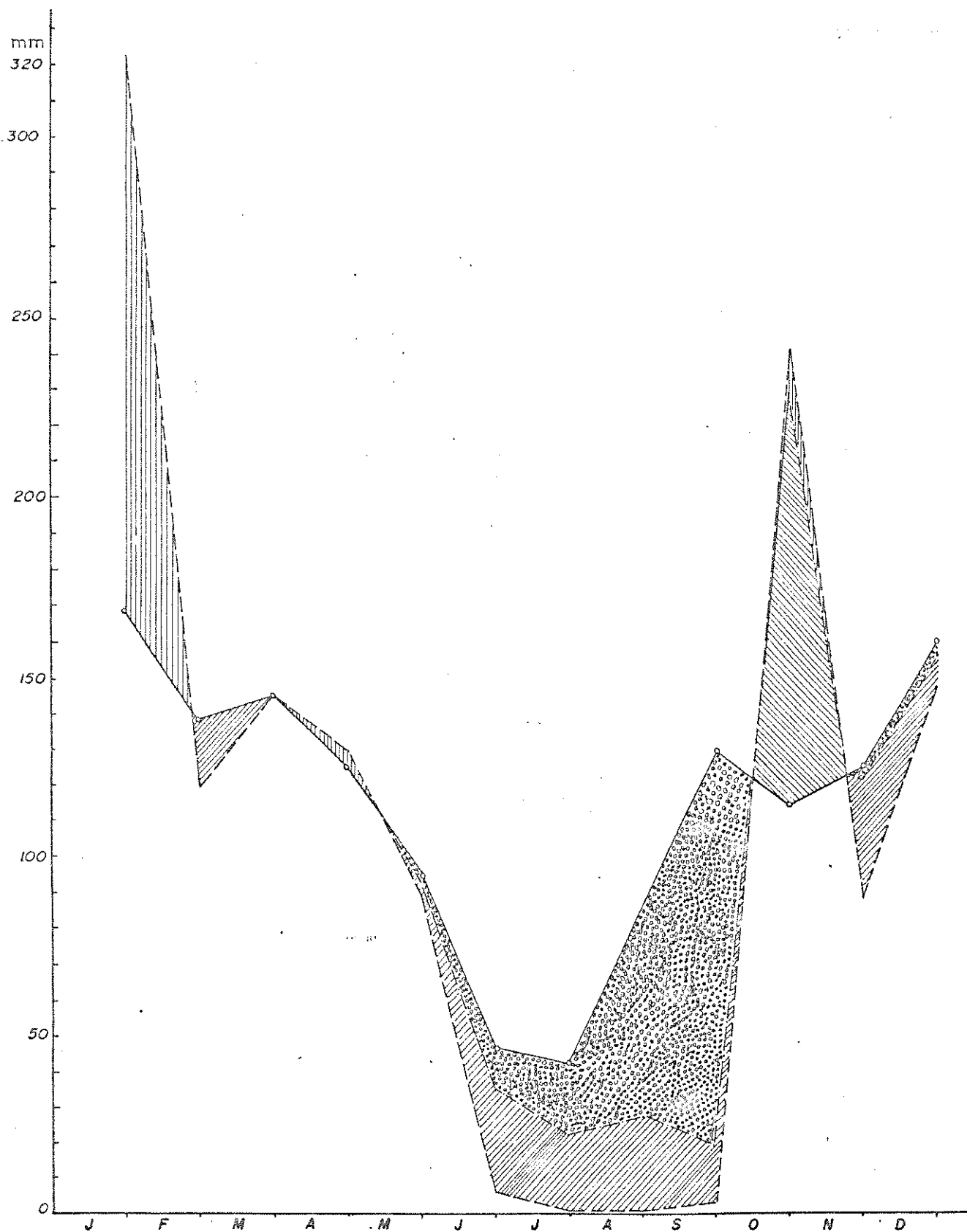


Fig 4-Balanco hídrico para o ano de 1988 na região de Brotas, SP.

— — — precipitação
 ————— evapotranspiração potencial
 evapotranspiração real
 ||||| excedente hídrico
 \\\\\\\\\\\ retirada da umidade do solo
 //\\\\\\\\ reposição da umidade do solo
 deficiência hídrica

TABELA 1- Balanço hídrico do município de Brotas, SP, para o ano de 1987, segundo o método de THORNTWHAITE & MATHER (1955).

mês	temp média	EP não correc corrig tabul	evapot potenc EP	precip pluvial P	saldo P-EP	neg acum E(P-EP)	retenção	evapot real ER	def.hid DEF	exc. hid EXC
1	2	3	4	5	6	7	RET ALT	9 10	11	12 13
jan	27.3	4.6	34.5	159	175	+16	0	125 0	159	0 16
fev	26.9	4.6	30.0	138	165	+27	0	125 0	138	0 27
mar	26.2	4.3	31.5	136	51	-85	85	62 -63	114	22 0
abr	25.6	4.0	29.1	116	57	-59	144	39 -23	80	36 0
mai	21.6	2.4	28.5	68	154	+86	0	125 +86	68	0 0
jun	19.5	1.8	27.0	49	55	+6	0	125 0	49	0 6
jul	22.7	2.8	28.2	79	7	-72	72	69 -56	63	16 0
ago	21.4	2.4	29.4	71	5	-66	138	40 -29	34	37 0
set	22.6	2.8	30.0	84	84	0	138	40 0	84	0 0
out	25.7	4.0	32.7	131	54	-77	215	22 -18	72	59 0
nov	27.2	4.6	33.0	152	200	+48	70	70 +48	152	0 0
dez	26.5	4.5	34.8	157	318	+161	0	125 +55	157	0 106
ano	24.4	-	-	1340	1325	-15	-	- +/-189	1170	170 155

TABELA 2 - Balanço hídrico do município de Brotas, SP, para o ano de 1988, segundo o método de THORNTWHAITE & MATHER (1955).

mês	temp média	ep não correc. corrig tabul.	evapotrans potencial EP	precip pluvial P	saldo P-EP	neg. acumul. E(P-EP)	retenção	evapot. real ER	def.hid. DEF	exce.hid. EXC
1	2	3	4	5	6	7	8	RET ALT	9 10	11 12 13
jan	28.20	4.9	34.5	169	323	+154	0	125 +42	169	0 112
fev	26.85	4.6	30.0	138	119	-19	19	106 -19	138	0 0
mar	26.99	4.6	31.5	145	145	0	19	106 0	145	0 0
abr	26.09	4.3	29.1	125	129	+4	15	110 +4	125	0 2
mai	23.76	3.3	28.5	94	88	-6	21	105 -5	93	1 0
jun	19.58	1.7	27.0	46	6	-40	61	76 -29	35	11 0
jul	19.15	1.5	28.2	42	0	-42	103	54 -22	22	20 0
ago	22.87	2.9	29.4	85	0	-85	189	27 -27	27	58 0
set	26.15	4.3	30.0	129	2	-127	316	10 -17	19	110 0
out	24.63	3.5	32.7	114	241	+127	0	125 +115	114	0 12
nov	25.00	3.8	33.0	125	88	-37	37	92 -33	121	4 0
dez	26.81	4.6	34.8	160	147	-13	50	83 -9	156	4 0
ano	24.67	-	-	1372	1288	-84	-	- +/-161	1164	208 124

3.4 DISTRIBUIÇÃO DAS PLANTAS

Foram montadas 21(vinte e uma) parcelas de 5 por 10m conforme mostra a figura 2. Todas as plantas vivas de *Inga affinis* foram plaquedas e mapeadas, sendo estimada a altura e obtido o perímetro a altura do peito. Na obtenção dos dados no campo, somente foi obtido o perímetro à altura do peito em plantas maiores de 1,5m de altura. Nas plantas entre 0,5 e 1,5m o perímetro foi obtido na base das plantas e nos indivíduos menores de 0,5m de altura, o perímetro foi estimado.

GATSUK et al (1980) sugerem que várias mudanças na morfologia, anatomia, fisiologia e bioquímica no curso da ontogênia são dados em um momento particular do desenvolvimento do indivíduo e não pela idade cronológica. As plantas seriam classificadas, então por seu estágio de desenvolvimento. Estes estádios seriam indicados por mudanças morfológicas, que são correlatas com mudanças fisiológicas do indivíduo. Nesse caso, a duração de cada estágio é fixada geneticamente, mas as condições ambientais influenciam diretamente nesse aspecto. Assim, diferentes plantas podem permanecer em determinado estágio por diferentes períodos.

Em *Inga affinis* é possível a determinação de três estádios de desenvolvimento: plântula, juvenil e adulto. Plântula, por ter germinação hipógena, os cotilédones ficam enterrados, persistentes e facilmente identificados em indivíduos com até 0,5m de altura. Como a floração nessa espécie é anual e sincronizada para toda a população é possível determinar o estágio adulto pelo aparecimento de elementos reprodutivos; assim, o es-

tádio juvenil são plantas maiores de 0,5m, sem cotilédones, em estágio vegetativo.

O mapeamento foi feito quando houve nova floração (setembro, cerca de 1 ano após o primeiro mapeamento) para verificar o aparecimento, morte e crescimento dos indivíduos.

A análise estatística do padrão da distribuição espacial das plantas foi feita utilizando-se o índice de Morisita, o coeficiente de dispersão e o teste qui-quadrado para aderência à distribuição de Poisson (BROWER & ZAR, 1984).

3.5 PESO DE SEMENTES E FRUTOS

Foram separados aleatoriamente 25 (vinte e cinco) frutos de diversos indivíduos de *Inga affinis*. Destes, foi obtido o peso fresco, em balança semi-analítica, com a finalidade de determinar a proporção de biomassa alocada para a vagem, para o arilo e para a semente. As sementes foram pesadas individualmente. Posteriormente foi contado o número de sementes por fruto e o número de sementes predadas por fruto.

3.6 TAXA DE TRANSFORMAÇÃO BOTÃO FLORAL-FRUTO

A taxa de transformação de botão em fruto foi verificada através da contagem em 400 (quatrocentas) inflorescências, em seis árvores adultas de *Inga affinis*. Foi contado o número de botões, suas cicatrizes e o número de frutos formados por inflorescência.

3.7 TESTE DE GERMINAÇÃO

3.7.1 TESTE DE GERMINAÇÃO EM LABORATÓRIO

Os testes relativos ao potencial de germinação das sementes de *Inga affinis* foram realizados com sementes retiradas de frutos maduros, coletados em várias árvores, em fevereiro de 1989 nas margens do rio Jacaré-Pepira. Após a coleta, 100(cem) sementes foram colocadas para germinar em placas de Gerbox (10x10cm), previamente forrada com papel de filtro umedecido com água destilada. Foram utilizadas 5(cinco) repetições de 20(vinte) sementes cada, por tratamento. A germinação foi constatada com o aparecimento da radícula.

Os testes foram feitos para os seguintes tratamentos: sementes com arilo e sem arilo, no claro e escuro; sementes, sem arilo no claro, completamente imersas em água destilada

Um lote de sementes foi armazenado em água destilada e colocado em geladeira a 5°C. A água destilada foi trocada semanalmente. Após 3 (três) meses de armazenamento os testes relativos ao potencial germinativo foram repetidos.

Para verificar a longevidade das sementes, o teste de germinação no claro foi repetido após 10 (dez), 20(vinte) e 25 (vinte e cinco) dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Para os testes no claro, as placas foram mantidas sob luz fluorescente branca contínua. Nos testes de escuro, as placas foram colocadas dentro de 3(três) sacos plásticos pretos. As placas de Gerbox foram colocadas em germinador FANEM à temperatura

constante de 25°C. A contagem das sementes germinadas no escuro foi feita sob luz verde de segurança.

Foram feitos testes com 21 (vinte e um) frutos intactos para verificar a influência da vagem na germinação. Esses frutos foram distribuídos em (6) seis placas de Gerbox, previamente forradas com papel de filtro umedecido com água destilada. As placas foram mantidas em germinador FANEM à 25°C.

A análise estatística foi feita com análise de variância e teste "à posteriori" LSD ($P < 0,01$). Os dados foram transformados em valores angular (SOKAL & ROHLF, 1981).

3.7.2 TESTE DE GERMINAÇÃO EM VIVEIRO

Foram colocadas 350 (trezentas e cinquenta) sementes para germinar em sacos de polietileno contendo uma mistura de terra, areia e esterco, irrigados diariamente. A germinação foi constatada com o aparecimento do primeiro par foliar.

3.8 TESTE DE TOLERÂNCIA E EFEITO DA INUNDAÇÃO

3.8.1 PLANTAS SUBMETIDAS À DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS

Sementes de *Inga affinis* foram coletadas ao longo das margens do rio Jacaré-Pepira. Essas sementes foram semeadas em sacos de polietileno contendo uma mistura de terra, areia e adubo. Cinco meses após a semeadura as plantas foram numeradas e sorteadas para o experimento de inundação. Como havia uma grande variação no tamanho dos indivíduos, foram selecionados somente os que estavam com altura entre 20(vinte) e 40(quarenta) cm para obtenção dos dados. O experimento foi montado no viveiro do Consórcio do rio Jacaré em Brotas. As plantas ficaram sob sombrite com 30% de luz. O experimento teve 3(três) tratamentos, cada um com 50(cinquenta) repetições. Dois tratamentos foram inundados com cerca de 3(três) cm de água acima da superfície do solo, para garantir sua saturação hídrica. Um destes consistiu de água corrente e o outro de água parada, que foi trocada semanalmente para evitar acúmulo de substâncias tóxicas e também porque na natureza a água nunca é totalmente estagnada. As plantas foram colocadas dentro de caixas d'água e foi montado um sistema com mangueiras para que a água fluísse continuamente. O terceiro tratamento (controle) foi mantido fora d'água e recebeu irrigação quando necessário. A cada coleta de dados foi medida a altura das plantas acima da superfície do solo. Foram observadas as modificações morfológicas nas plantas para os diferentes tratamentos.

A intervalos regulares (40 dias) foram sorteadas 4(quatro) plantas de cada tratamento. Cada planta foi separada em raiz, caule e folha. As amostras foram colocadas para secar em estufa a 80°C por 48 horas e pesadas em balança semi-analítica.

As análises da variação temporal na alocação de peso seco para as diferentes partes das plantas foram feitas utilizando-se regressões lineares. A análise de covariância testou a diferença entre os tratamentos (SOKAL & ROHLF, 1981).

Com o objetivo de analisar o crescimento em altura das plantas no tempo, foram feitas regressões lineares. Os tratamentos dentro de cada experimento foram comparados utilizando-se a análise de covariância entre as linhas de regressão (SOKAL & ROHLF, 1981).

Foi estimada a porcentagem de aerênquima nas raízes e nas raízes adventícias através do método do picnômetro (JOLY, 1982). Foram feitas 4(quatro) amostras de cada tratamento e 3(três) medidas por planta para cada tipo de raiz.

3.8.2 PAPEL DAS LENTICELAS HIPERTRÓFICAS E RAÍZES ADVENTÍCIAS NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS INUNDADAS.

Foi montado um experimento para determinar o papel das lenticelas hipertróficas e das raízes adventícias na capacidade de sobrevivência e na taxa de crescimento de plantas jovens de *Inga affinis*.

As plantas foram inundadas com água corrente até cerca de 5 (cinco) cm acima do nível do solo, para garantir a saturação hídrica deste. Todos os indivíduos de *Inga affinis*, quando inundados, desenvolvem lenticelas hipertróficas e raízes adventícias. Para esse experimento a impermeabilização das lenticelas foi feita com lanolina em um tratamento e as raízes adventícias foram cortadas rente ao caule com estilete em dois tratamentos. Foram montados os seguintes tratamentos:

- a- plantas sem lenticelas hipertróficas e sem raízes adventícias;
- b- plantas com lenticelas hipertróficas e raízes adventícias;
- c- plantas com lenticelas hipertróficas e sem raízes adventícias;
- d- plantas não inundadas (controle) regadas diariamente.

Foram feitas coletas de dados mensais por 5 (cinco) meses, pois as plantas no campo não ficam inundadas mais do que esse período. Para cada coleta foram sorteadas 6 (seis) plantas por tratamento e separadas em raiz, caule e folha. As amostras foram colocadas para secar em estufa a 80°C por 48 horas e pesadas em balança semi-analítica. A cada coleta foi medida a altura das

plantas acima da superfície do solo e nos indivíduos coletados foi medido também o comprimento das raízes. Foram observadas periodicamente as modificações morfológicas (lenticelas hipertróficas e raízes adventícias) nas plantas para os diferentes tratamentos.

As análises da variação temporal na alocação de peso seco para as diferentes partes das plantas foram feitas utilizando-se regressões lineares. A análise de covariância testou a diferença entre os tratamentos (SOKAL & ROHLF, 1981).

Com o objetivo de analisar o crescimento em altura das plantas ao longo do tempo, foram feitas regressões, testando vários modelos, e o que apresentou melhor aderência foi o modelo multiplicativo ($Y=aX^b$). Os tratamentos dentro de cada experimento foram comparados utilizando-se a análise de covariância entre as linhas de regressões (SOKAL & ROHLF, 1981).

4. RESULTADOS

4.1 DISTRIBUIÇÃO DAS PLANTAS

No primeiro ano foram plaqueadas e mapeadas 232 plantas de *Inga affinis* (tabela 3 e figura 5) das quais 29% eram plântulas, 43% juvenis, 26% adultas e 2% mortas (figura 6).

No campo foi observado que alguns indivíduos com aproximadamente 2,5m de altura apresentavam elementos reprodutivos, porém nem todas as plantas com essa altura floresceram. Isso demonstra que o critério de altura não é um bom indicador para determinar estádios de desenvolvimento nessa espécie. A reprodução é efetiva em árvores com até 18m, que é altura máxima dos indivíduos na área de estudo.

Na figura 8, notamos que há um grande número de indivíduos menores que 0,5 metro de altura e poucos indivíduos entre 1 e 2 metros, um aumento do número de indivíduos entre 2 e 3 metros e uma queda na classe de 3 e 4 metros e assim por diante. As classes de altura tem picos alternados, ou seja, ocorre grande quantidade de indivíduos em uma classe e pequena quantidade de indivíduos na classe subsequente.

Tabela 3 - Número plantas de *Inga affinis* por estágio de desenvolvimento por parcela em 1987 e 1988; mortalidade entre 1987 e 1988. Quantidade de plântulas novas em 1988. Mortos em 1987: 2%. Faz. Gamelão, Brotas, SP.

PARCELA	PLÂNTULA		JUVENIL		ADULTO		MORTALIDADE			PLÂNTULAS NOVAS
	1987	1988	1987	1988	1987	1988	P	J	A	
1	-	6	-	-	1	1	-	-	-	6
2	-	3	4	1	2	3	-	2	-	3
3	2	4	8	9	4	4	1	-	-	4
4	2	2	5	2	2	5	1	-	-	1
5	1	-	3	4	-	-	-	-	-	-
6	-	1	-	2	-	-	-	-	-	3
7	-	3	8	7	4	4	-	-	1	3
8	14	8	11	13	6	5	3	1	2	1
9	-	2	4	3	-	1	-	-	-	2
10	-	40	6	4	7	7	-	1	1	40
11	3	34	5	5	5	5	-	2	-	33
12	2	4	8	13	3	3	-	-	-	7
13	-	11	6	2	4	5	-	2	1	11
14	1	3	6	7	2	2	-	-	-	3
15	1	11	1	2	2	2	-	-	-	11
16	-	1	4	3	3	3	-	-	-	-
17	2	11	5	5	4	4	-	2	-	11
18	1	2	5	8	3	3	-	1	-	5
19	3	33	2	6	2	2	1	-	-	35
20	36	21	9	7	4	5	13	3	-	-
21	-	2	1	2	1	1	-	-	-	3
total	68	202	101	105	59	65	19	14	5	182
%	29	49	43	26	26	16	5	3	1	

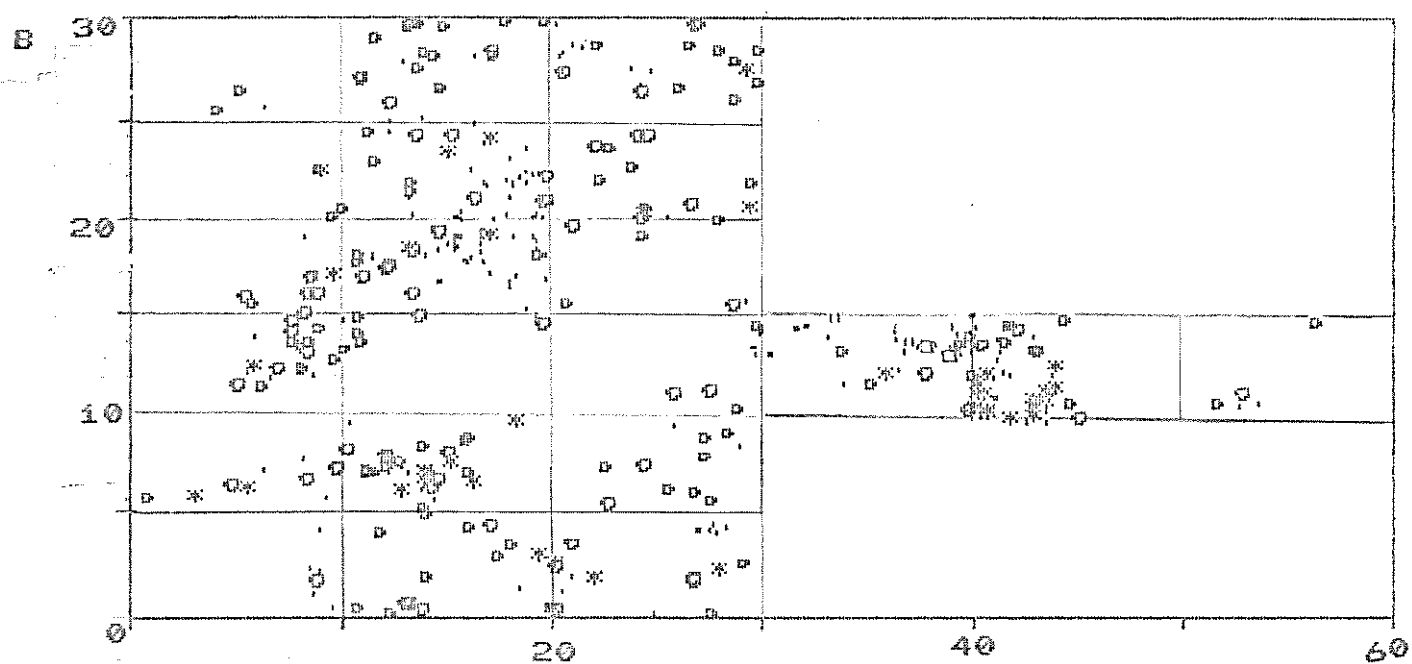
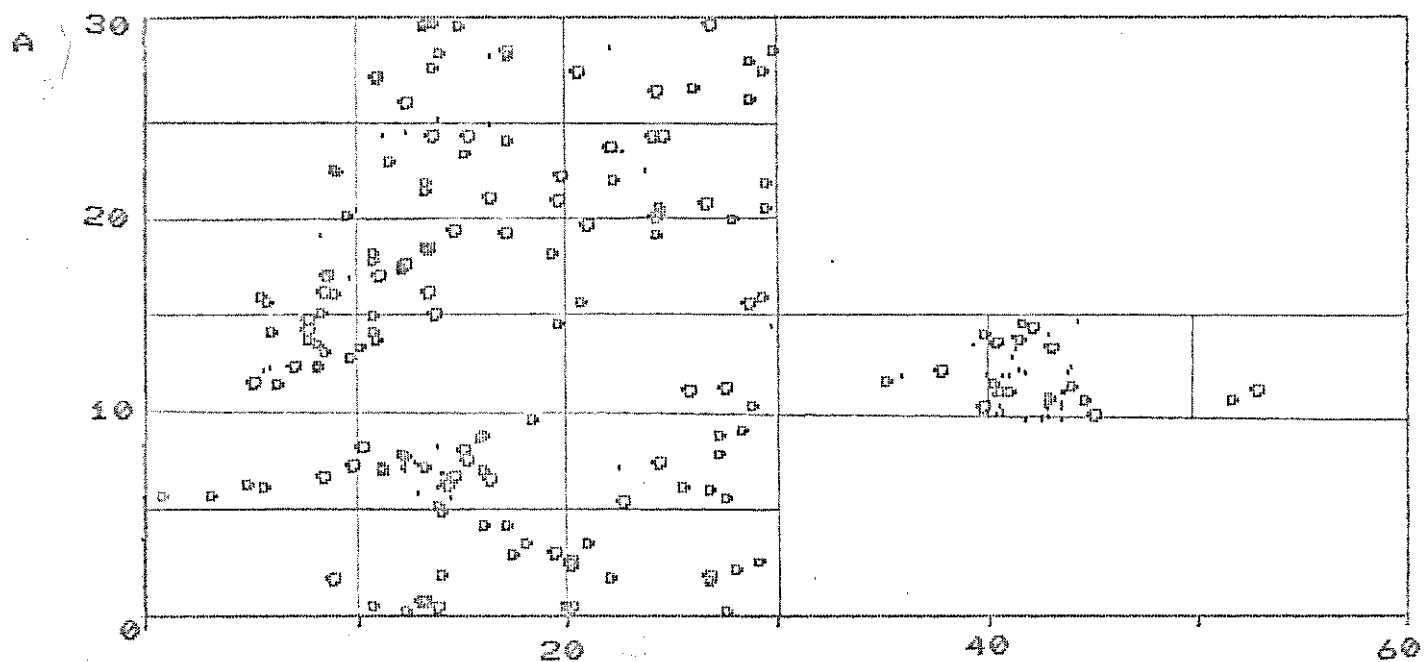


Fig 5-Distribuição espacial da população de *Inga affinis* na área de estudo. Fazenda Gamelão, Brotas, SP. -plântula; o-juvenil; O-adulto. A: 1987; B: 1988.

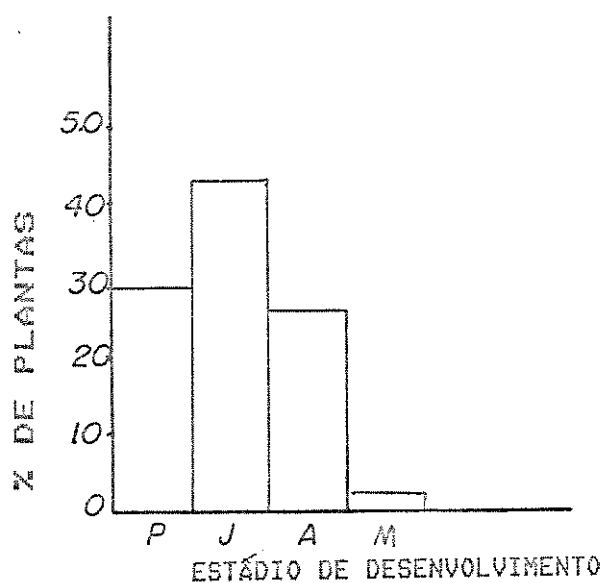


Fig 6-Número de indivíduos de *Inga affinis* por estágio de desenvolvimento para o ano de 1987. Fazenda Gamelão, Brotas, SP. n total= 232. P-plântula; J-juvenil; A-adulto; M-mortas.

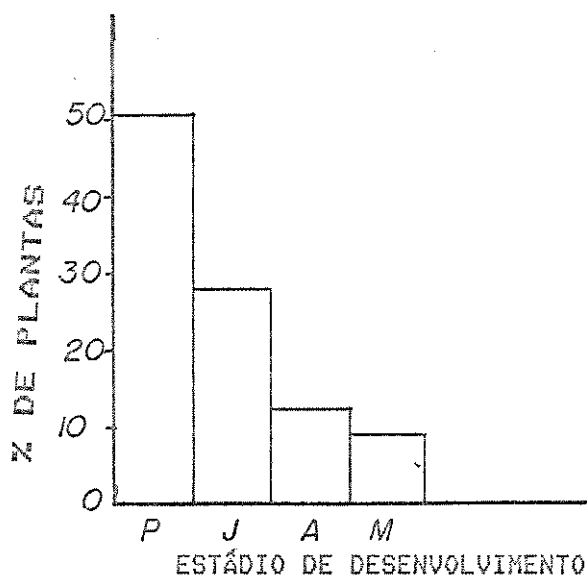


Fig 7-Número de indivíduos de *Inga affinis* por estágio de desenvolvimento para o ano de 1988. Fazenda Gamelão, Brotas, SP. n total= 410. P-plântula; J-juvenil; A-adulto; M-mortas.

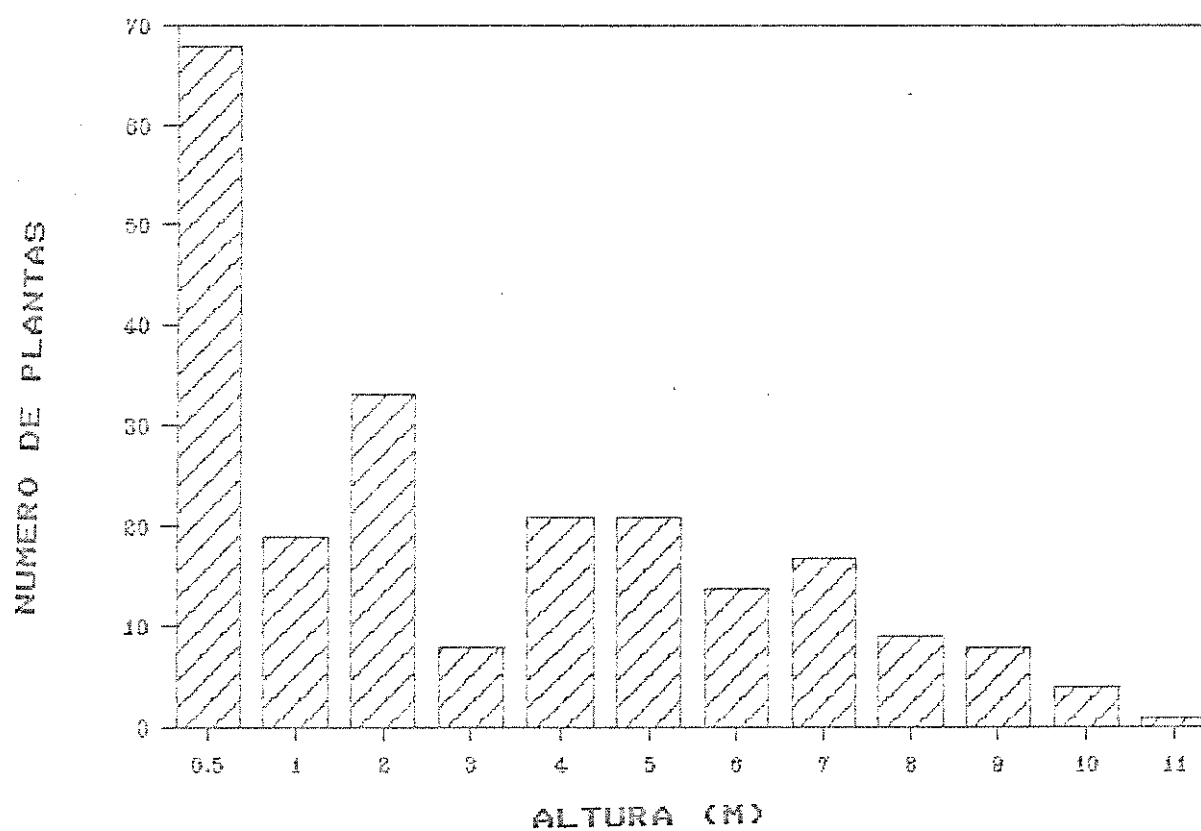


Fig 8-Distribuição do número de plantas de *Inga affinis* por classe de altura(m) na área de estudo para o ano de 1987. Fazenda Gamelão, Brotas, SP.

A figura 9 mostra os indivíduos divididos por classe de perímetro. Pela distribuição das classes de perímetros, notamos que há um grande número de indivíduos com menos de 5 cm, uma queda na classe seguinte e novamente picos alternados com classes com poucos indivíduos e classes com muitos indivíduos.

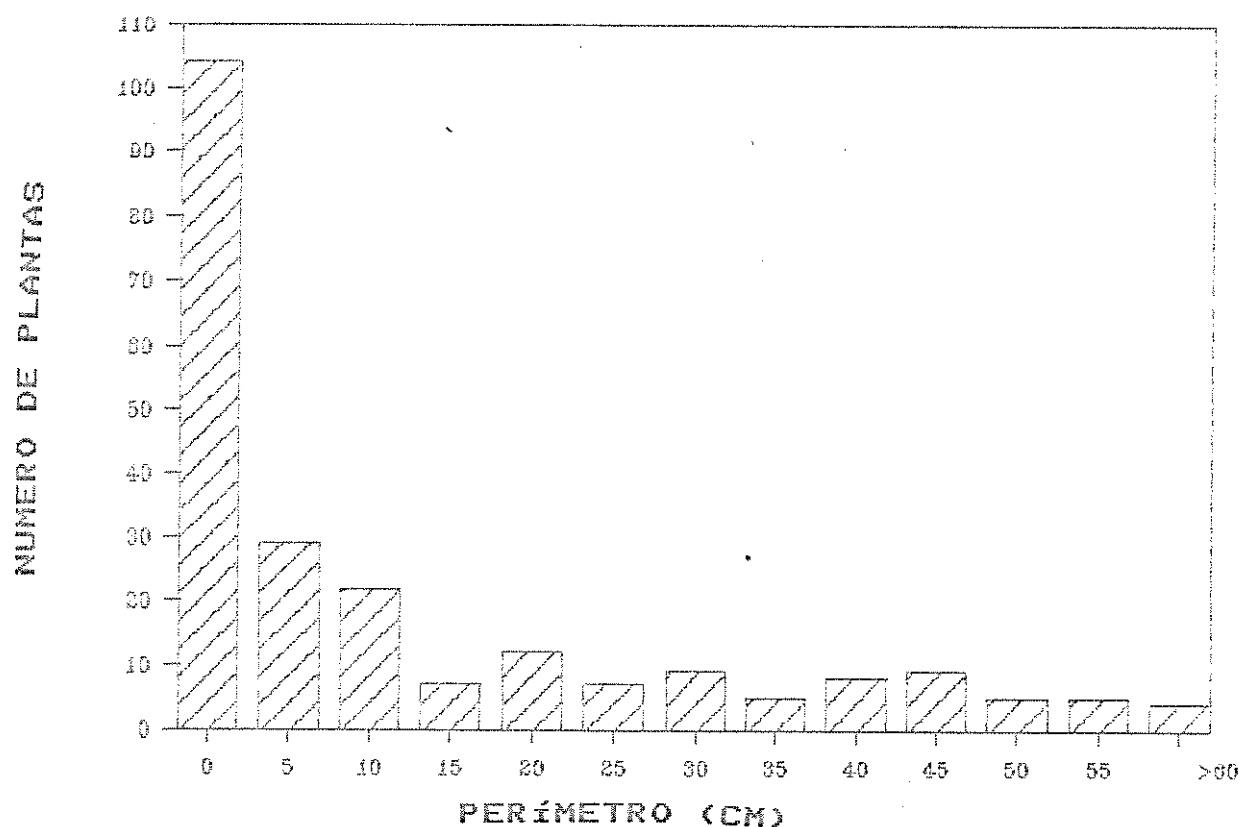


Fig 9-Distribuição do número de plantas de *Inga affinis* por classe de perímetro(cm) na área de estudo para o ano de 1987. Fazenda Gamelão, Brotas, SP.

Após 1 ano o mapeamento foi refeito (figura 5B). Houve 9% de mortalidade sendo 5 (13%) plantas adultas, 14 (37%) jovens e 19 (50%) plântulas das quais 13 (68%) ocorreram na parcela 20 (tabela 3 e figura 7).

A população de *Inga affinis* na área de estudo foi para 410 indivíduos, distribuídos em 49% plântulas, 26% juvenis, 16% adultas e 9% mortas. O aumento se deu principalmente nas parcelas 10, 11, 13, 15, 17 e 19 (tabela 3). No segundo censo 28 plantas mudaram de estágio em relação ao primeiro ano: 19 plântulas para juvenil; 9 de juvenil para adulto.

A distribuição por classe de altura para o ano de 1988 está representada na figura 10. Novamente notamos um grande número de plantas menores que 0,5 metros de altura, na classe de 0,5 a 1 metro observa-se uma queda do número de plantas (cerca de 1/5 comparada com a classe anterior) e picos alternados com poucos e muitos indivíduos por classe de altura.

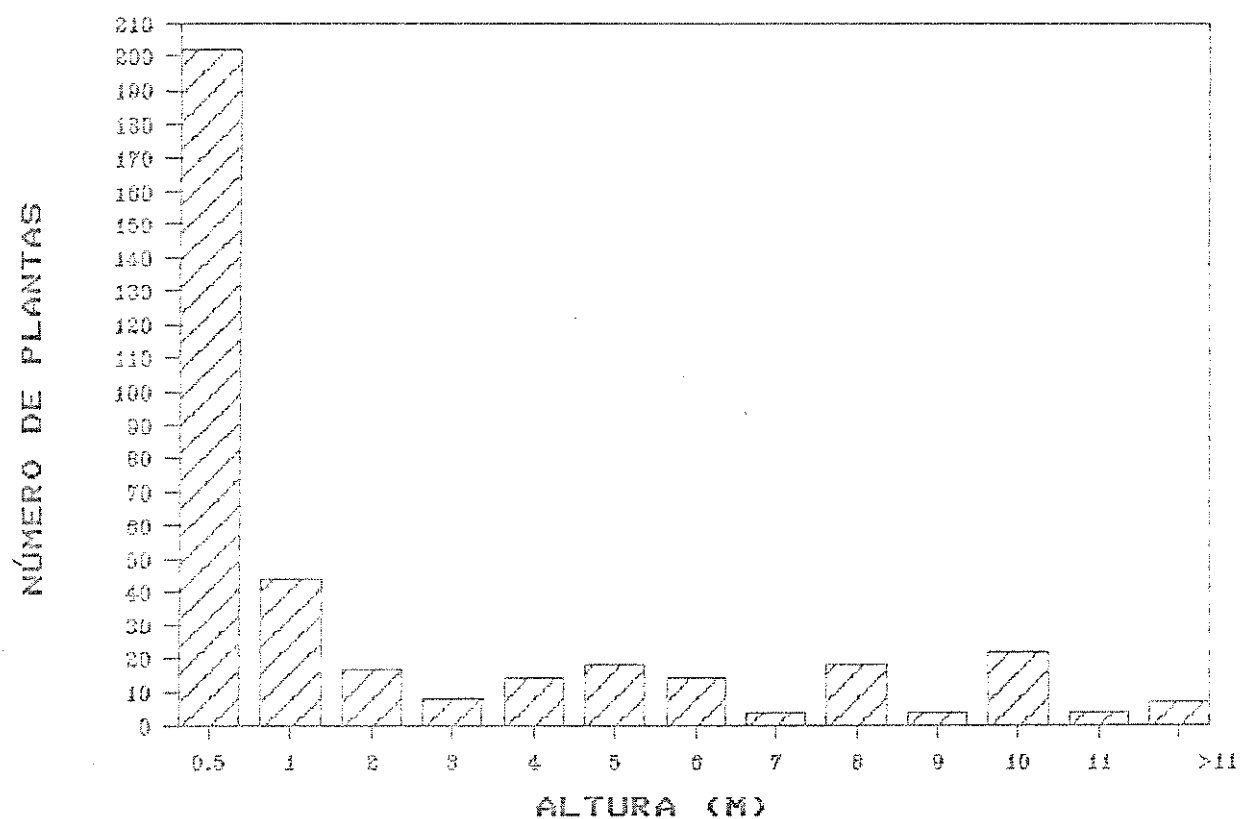


Fig 10-Distribuição do número de plantas de *Inga affinis*, por classe de altura(m), na área de estudo para o ano de 1988. Fazenda Gamelão, Brotas, SP.

A distribuição por classe de perímetro (figura 11), revela que ocorre um grande número de plantas com perímetro menor que 5 cm. A classe seguinte tem cerca de 10% da classe anterior e novamente picos alternados com poucos e muitos indivíduos por classe de perímetro.

Comparando os dois anos amostrados, verificamos que o número de indivíduos aumentou para os três estádios. O número de plântulas foi de 68 para 202; no estágio juvenil de 101 para 105 indivíduos e no estágio adulto de 59 para 65. Porém, este aumento foi proporcionalmente diferente entre os estádios.

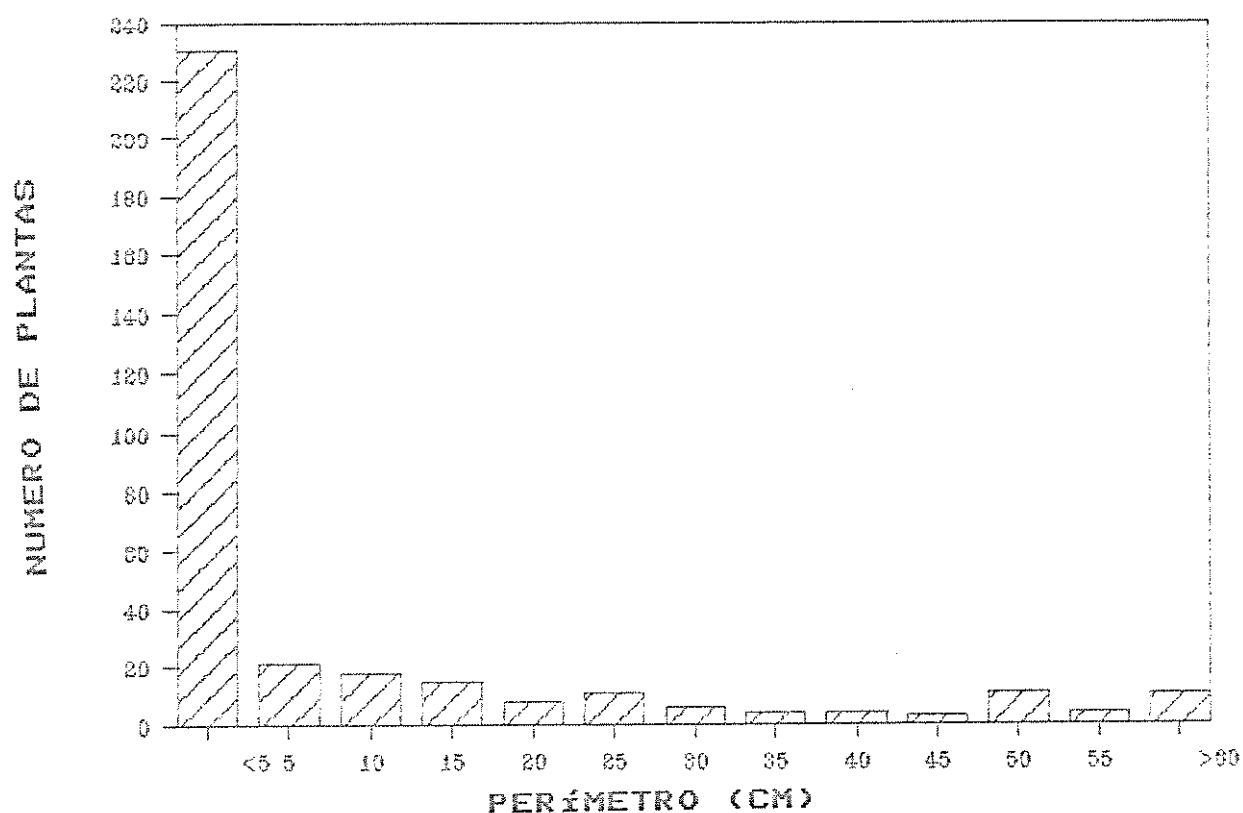


Fig 11-Distribuição do número de plantas de *Inga affinis*, por classe de perímetro (cm), na área de estudo para o ano de 1988. Fazenda Gamelão, Brotas, SP.

A análise do padrão de distribuição espacial da espécie no ano de 1988 pelo índice de Morisita, mostrou que as plantas seguem uma distribuição contagiosa para os três estádios: plântula (figura 12), juvenil (figura 13) e adulto (figura 14 e tabela 4) e também para plantas mortas (figura 15). O coeficiente de dispersão confirma esses resultados indicando uma distribuição contagiosa, inclusive quanto a mortalidade das plantas. Isso sugere que a mortalidade nessa espécie é independente da densidade.

A análise pela distribuição de Poisson demonstrou que a espécie não segue uma distribuição randômica para os diferentes estádios de desenvolvimento (tabela 4).

Tabela 4 - índice de Morisita, coeficiente de dispersão e teste qui-quadrado de aderência à distribuição de Poisson (** $P < 0.01$), para diferentes estádios de desenvolvimento de *Inga affinis* para o ano de 1987 e 1988. Fazenda Gamelão, Brotas, SP.

estádio\ano	ÍNDICE DE MORISITA		COEFICIENTE DE DISPERSÃO		POISSON χ^2	
	1987	1988	1987	1988	1987	1988
plântula	6,7	2,4	20.2	15.0	80,0**	277,5**
juvenil	1,2	1,3	1.9	2.6	50,8**	98,6**
adulto	1,1	1,1	1.3	1.2	62,8**	44,2**
mortas	-	4.2	-	7.0		47,5**

total	1,9	1,5	11.0	10.9		

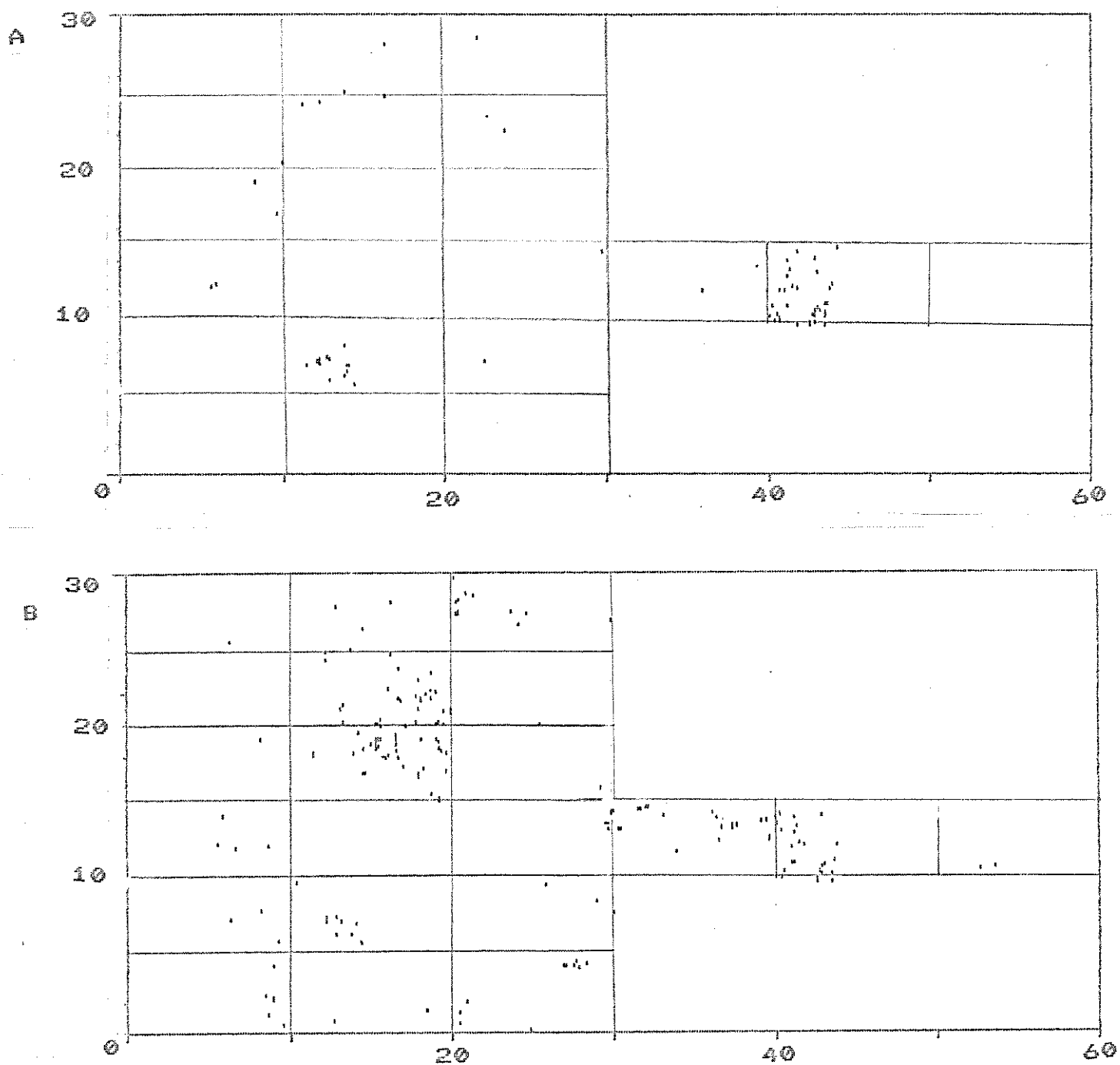


Fig 12-Distribuição espacial de PLÂNTULAS de *Inga affinis* na área de estudo. A-1987; B-1988. Fazenda Gamelão, Brotas, SP.

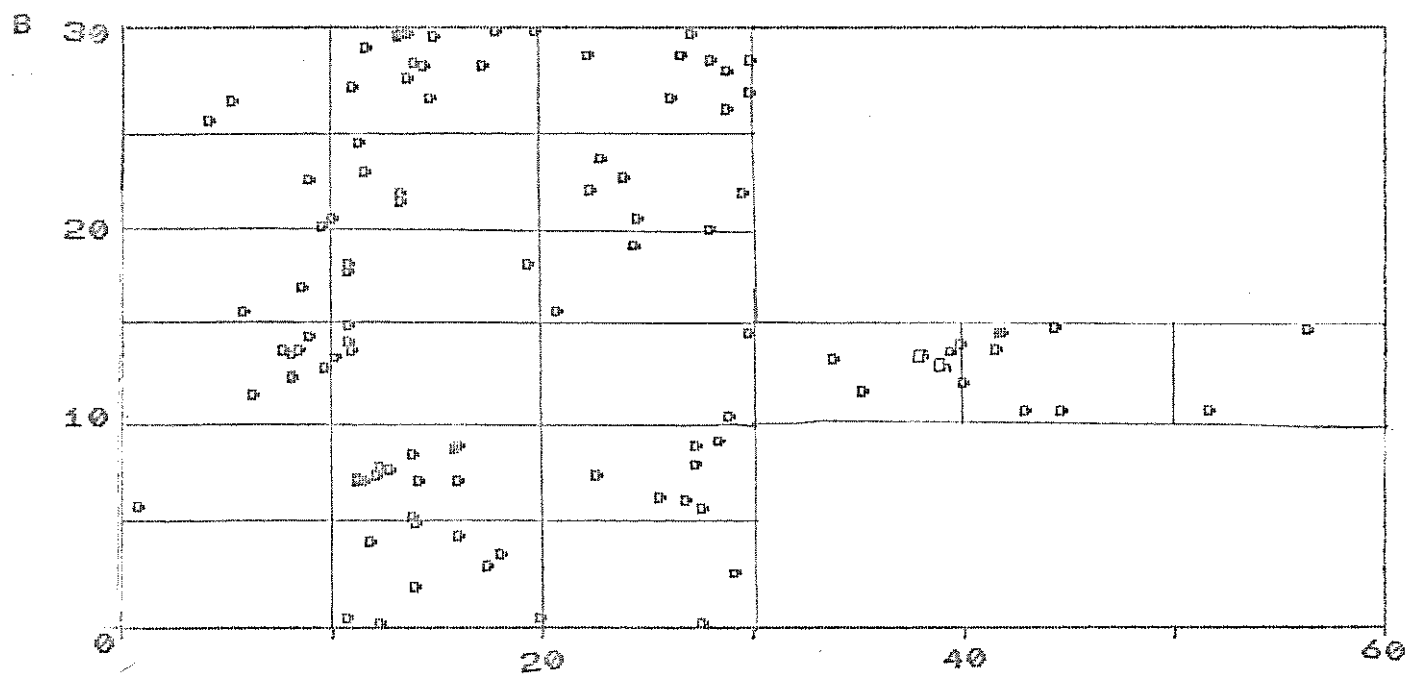
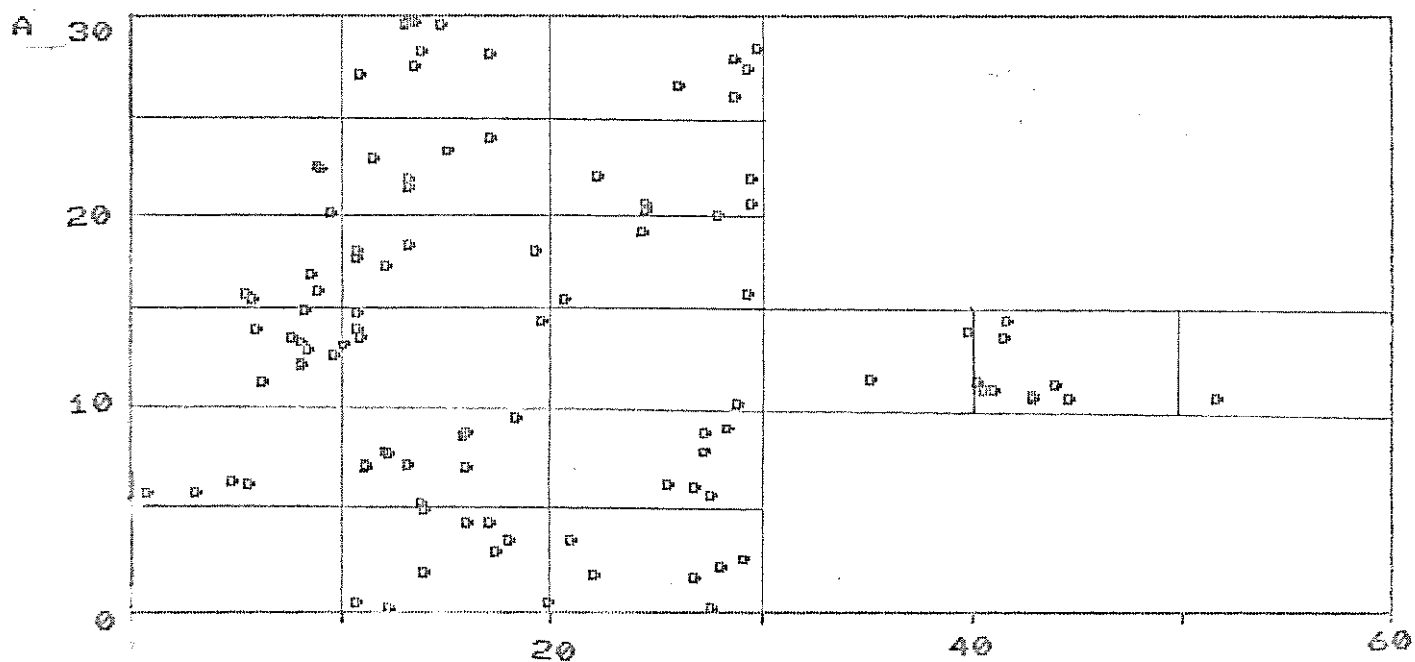


Fig 13-Distribuição espacial de plantas JUVENIS de *Inga affinis* na área de estudo. A-1987; B-1988. Fazenda Gamelão, Brotas, SP.

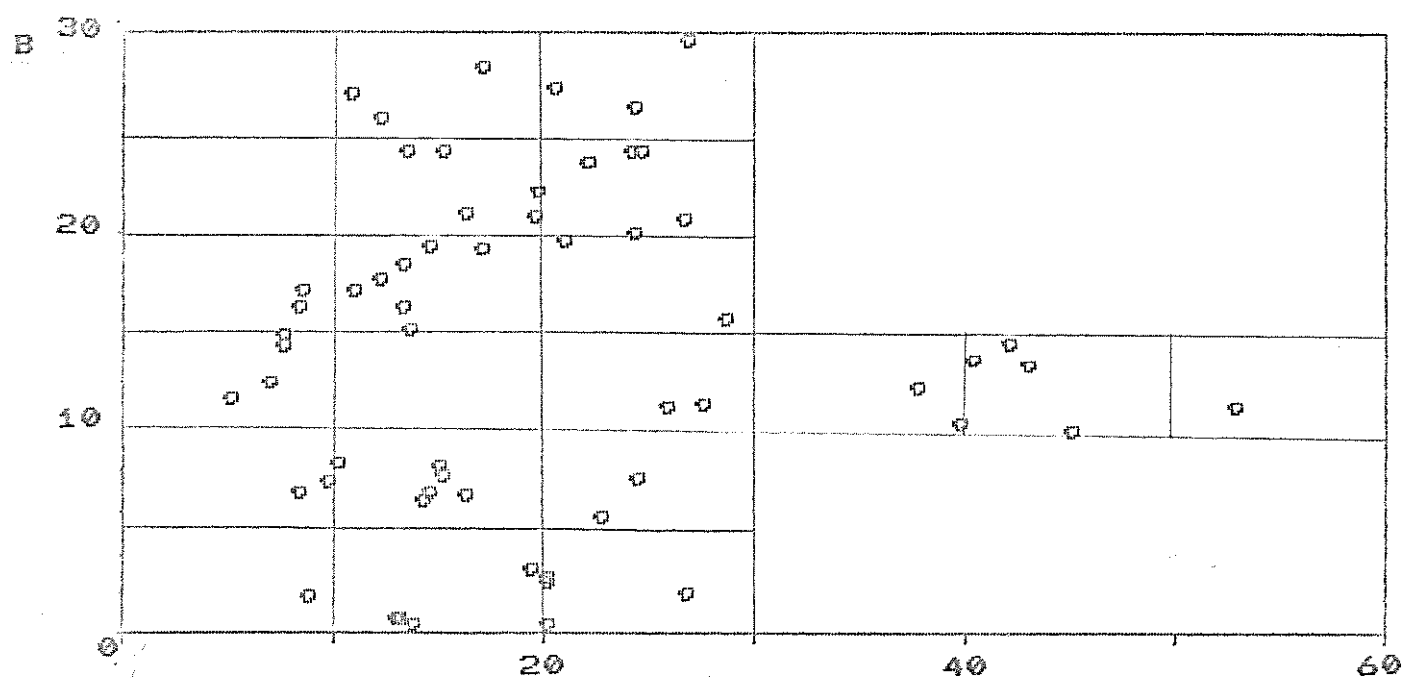
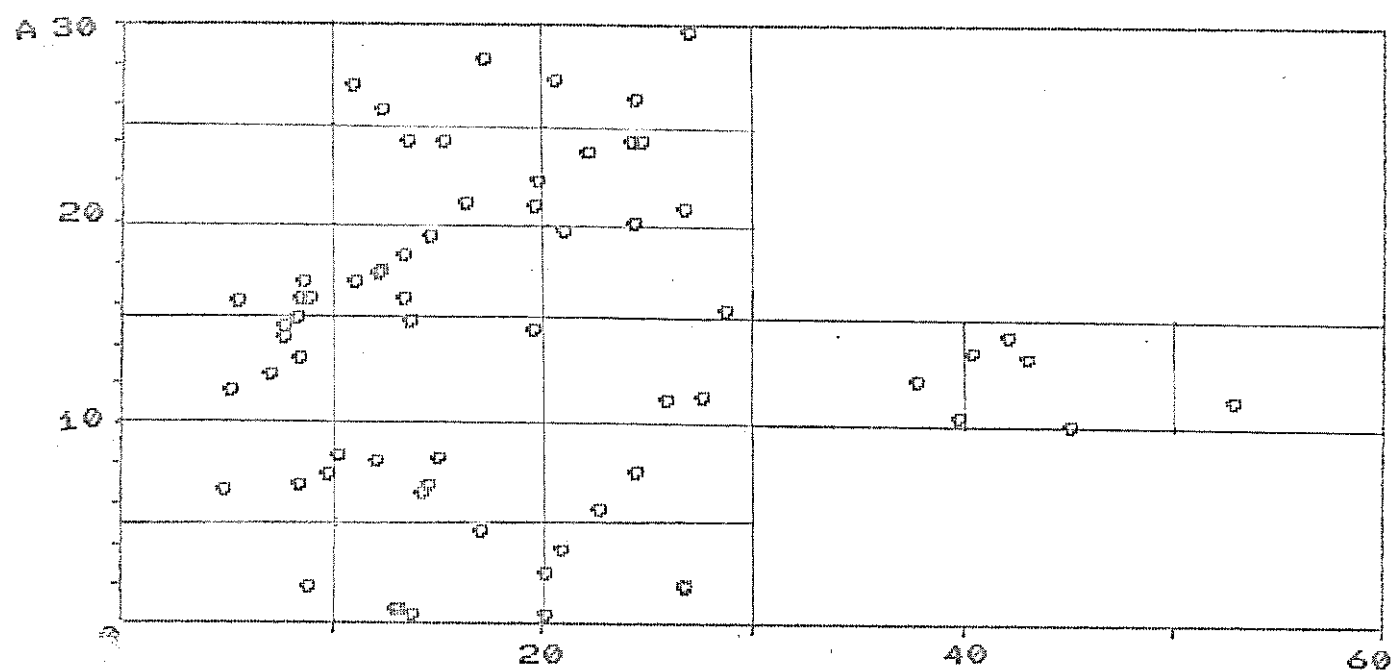


Fig 14-Distribuição espacial de plantas ADULTAS de *Inga affinis* na área de estudo. A-1987; B-1988. Fazenda Gamelão, Brotas, SP.

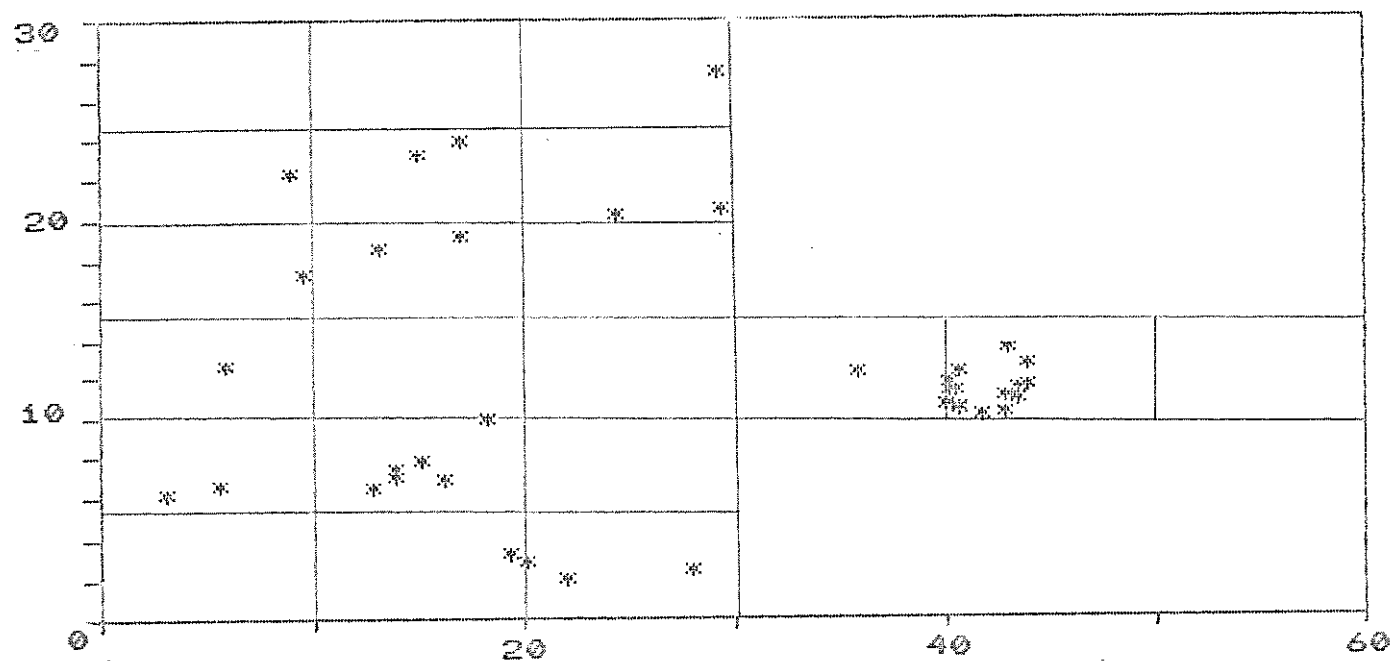


Fig 15-Distribuição espacial de plantas MORTAS de *Inga affinis* na área de estudo, entre o levantamento de 1987 e 1988. Fazenda Gamelão, Brotas, SP.

4.2 PESO FRESCO DE FRUTOS

O peso fresco de frutos de *Inga affinis* é de $19,84 \pm 6,77$ g. Desse total 43% ($8,47 \pm 3,13$ g) de biomassa são alocados para vagem, 30% ($6,06 \pm 2,44$ g) para o arilo e 27% ($5,3 \pm 1,54$ g) para semente. A média do peso fresco de cada semente é de 0,65g. A taxa de predação é de 25% e o número de semente por fruto varia de 3 a 13.

4.3 TAXA DE TRANSFORMAÇÃO BOTÃO FLORAL-FRUTO

O tempo de desenvolvimento para a formação do fruto, a partir do botão, é de cerca de 4 meses com as fenofases sincronizadas na população. O fruto é disperso na época das chuvas, podendo ser carregado pela correnteza e/ou podendo servir de alimentação para pássaros e peixes. A semente pode germinar dentro do fruto com a radícula perfurando a casca.

No pico das águas, o rio invade a área de estudo podendo trazer frutos de *Inga affinis* de outras partes. Quando o nível da água abaixa há uma inversão do fluxo da água e esta sai da área de estudo podendo carregar frutos produzidos na área. Isso sugere que uma parte dos frutos produzidos na área é exportada. Da mesma forma, haveria entrada de frutos produzidos em outras áreas, o que possivelmente aumentaria a variabilidade genética dos indivíduos instalados na área de estudo.

Nas 400 (quatrocentas) inflorescências nas quais foi contado o número de botões, houve formação de 5.462 botões florais, destes 418 desenvolveram frutos. Portanto, a porcentagem de conversão de botão em fruto foi de 8%. A média do número de botões por inflorescência foi de $13,75 \pm 4,93$, com formação de 1,05 frutos por inflorescência. O número de botões por inflorescência não é constante, variando de 4 a 32 botões. O número mínimo de frutos formados por inflorescência é 0 e o máximo de 6.

A flor apresenta perianto reduzido, possui numerosos estames creme. Estes provavelmente, atuam como principal atrativo visual aos polinizadores.

4.4 TESTE DE GERMINAÇÃO

4.4.1 TESTE DE GERMINAÇÃO EM LABORATÓRIO

Houve diferença significativa entre os tratamentos com sementes de *Inga affinis*, ao longo do tempo. Três dias após iniciar o experimento, as sementes sem arilo (claro e escuro) germinaram em maior número do que sementes com arilo. No quarto dia as sementes sem arilo ainda apresentaram uma taxa de germinação maior do que sementes com arilo. No sexto e sétimo dia não existe diferença entre os tratamentos. No terceiro dia, as sementes inundadas tem o mesmo comportamento que as com arilo ($P < 0.05$ pelo teste "à posteriori" LSD). A partir do oitavo dia as sementes inundadas diferem dos demais tratamentos, por apresentarem um percentual mais baixo (figura 16).

O teste relativo ao potencial germinativo de sementes armazenadas a temperatura ambiente, mostrou que as sementes armazenadas por 10 dias mantém seu poder germinativo. Entretanto o início da germinação é retardado em três dias. Não houve germinação de sementes armazenadas por 20 e 25 dias a temperatura ambiente (figura 17).

Nos 21 frutos intactos houve germinação das sementes conforme mostra a tabela 5. O total de sementes deste frutos foi de 144, sendo que 118 germinaram totalizando 81.9% de germinação em 13 dias.

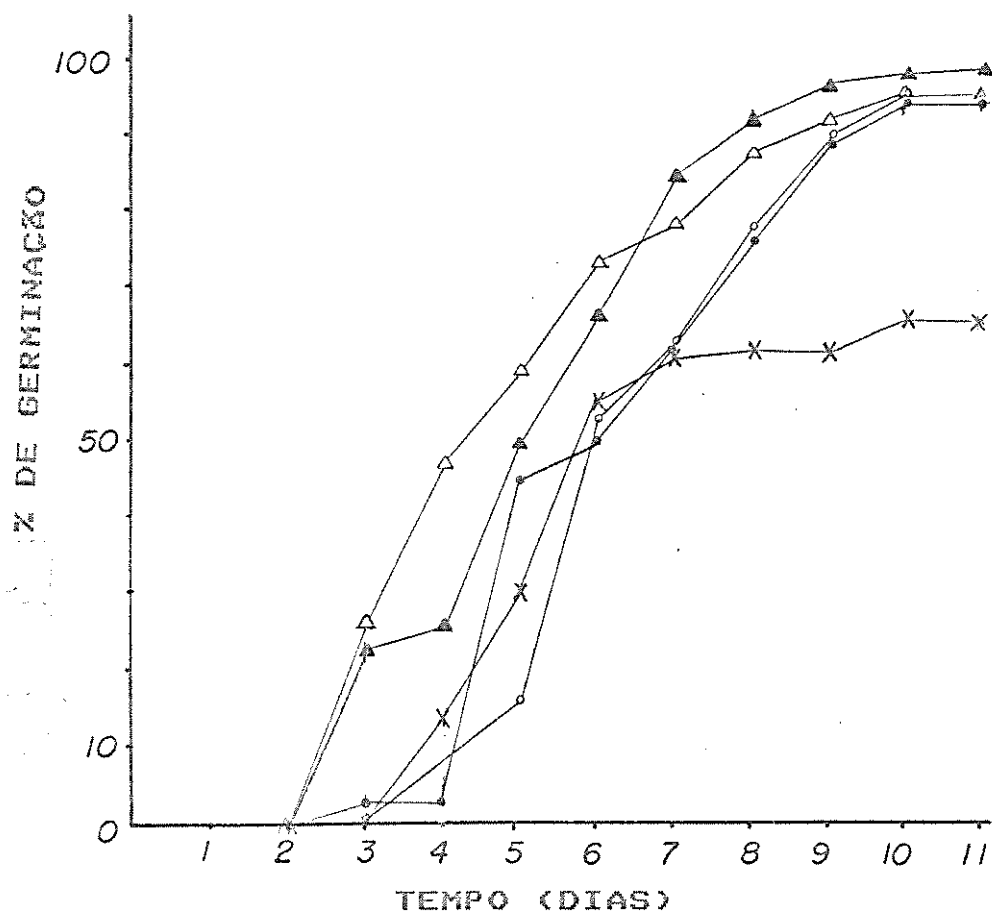


Fig 16-Teste de germinação com sementes não armazenadas de *Inga affinis*. Temperatura 25° C; luz constante; 5 repetições de 20 sementes cada.

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| —○— com arilo no claro | —●— com arilo no escuro |
| —△— sem arilo no claro | —▲— sem arilo no escuro |
| —X— sementes inundadas | |

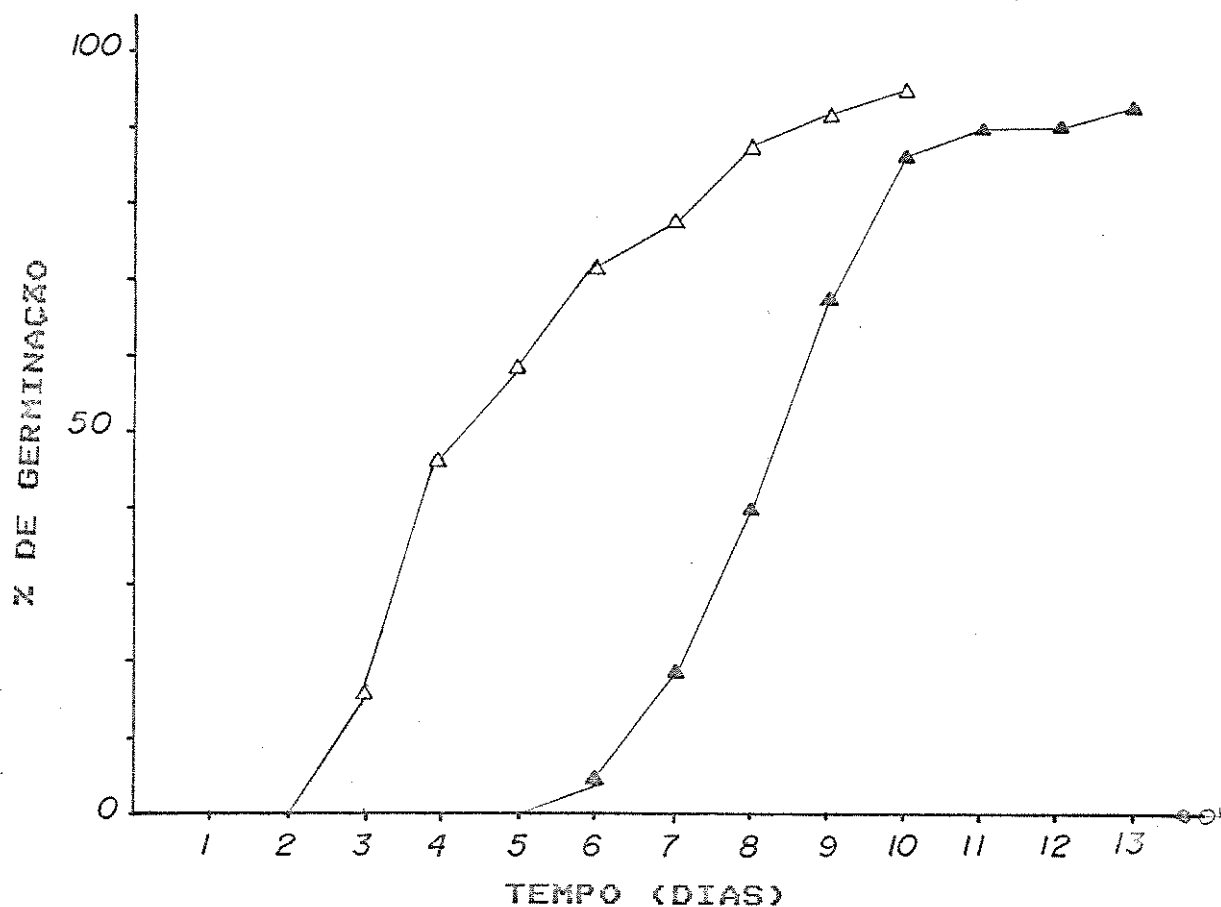


Fig 17-Teste de germinação com sementes armazenadas de *Inga affinis*. Temperatura 25° C; luz constante; 5 repetições de 20 sementes cada.

dias de armazenamento: —△— zero; —▲— 10; —○— 20; —●— 25.

Tabela 5 - Germinação de sementes de *Inga affinis* dentro de frutos intactos. A - Total de sementes por fruto. B - Total de sementes germinadas

PLACA	1		2		3		4		5		6	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
	6	5	7	7	7	6	4	3	14	11	5	5
	4	3	10	10	3	3	5	5	6	6	10	7
	7	5	6	5	9	7	6	3	6	5	9	9
	6	4			8	7	6	2				
TOTAL	23	17	23	22	27	23	21	13	26	22	24	21

4.4.2 PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO NO VIVEIRO

Do total de sementes colocadas para germinar sob terra, houve 71% de emergência. Algumas sementes apresentam poliembrião, isto é, ocorre o desenvolvimento de dois ou mais embriões em uma semente.

4.5 TESTE DO EFEITO DA INUNDAÇÃO

4.5.1 PLANTAS INUNDADAS EM DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS

Após 15 dias de inundação as plantas sujeitas a solo hidricamente saturado apresentam desenvolvimento de lenticelas hipertróficas abaixo do nível d'água. Após um mês de inundação, algumas plantas apresentam raízes adventícias (foto 1). O sistema radicular original praticamente se deteriora com a inundação, sendo substituído por algumas raízes novas. Estas são mais grossas e esbranquiçadas que as originais. A coloração das folhas difere visualmente nos três tratamentos. As folhas de plantas não inundadas são verde escuro, as de plantas inundadas com água corrente são verde claro e as que estão em água parada são mais claras, comparativamente.

A regressão linear e a análise de covariância mostraram comportamentos distintos entre as plantas, resultando em diferenças nas alturas. Plantas não inundadas (controle) de *Inga affinis* diferem de plantas inundadas (tabela 6). Estas últimas não diferem entre plantas que estão em regime de água corrente ou parada (figura 18), pelo teste "a posteriori" Student-Newman-Keuls.

A raiz tem comportamento de crescimento diferente quando as plantas são inundadas com água corrente, água parada e plantas não inundadas (figura 19). As plantas não inundadas têm aumento no crescimento da raiz, enquanto plantas inundadas têm um crescimento nas primeiras semanas de inundação, seguido de um decréscimo de crescimento. As plantas que estão em água corrente

sofrem menos esse efeito do que plantas que estão em água parada.

Tabela 6 - Regressão linear entre altura e tempo. * = $p < 0,001$.
Tratamento: 1- plantas inundadas com água corrente; 2- plantas inundadas água parada; 3- plantas não inundadas. A análise de covariância comparando os diferentes tratamentos é significativa ($F = 62,91$; $GL = 2$; 882 ; $P = 0$).

tratamento	b	a	r^2	GL	F
1	0,14	28,34	0,35	1; 306	161,42*
2	0,09	32,04	0,34	1; 307	155,13*
3	0,23	25,20	0,74	1; 269	751,77*

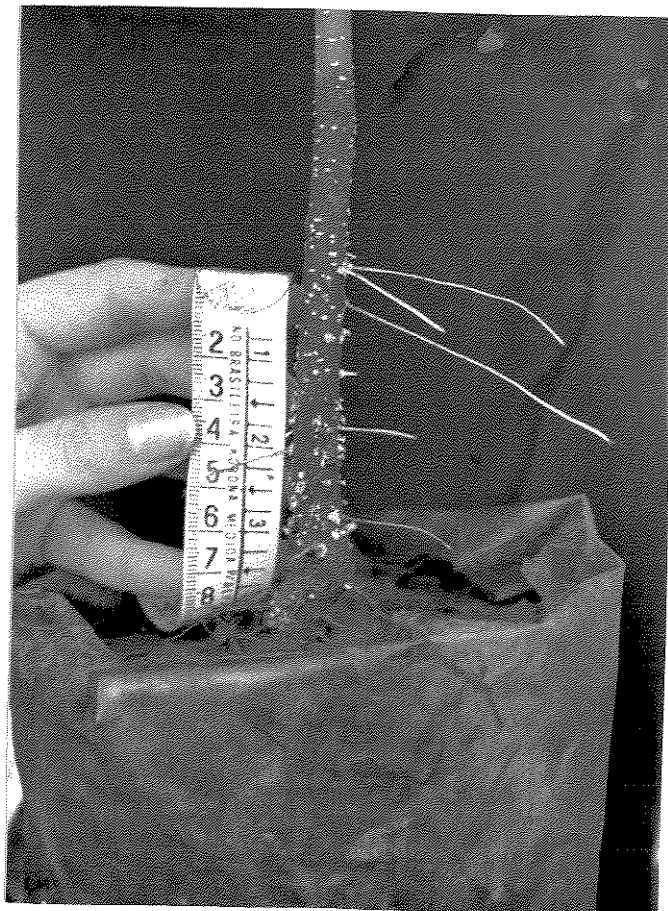


Foto 1- Planta de *Inga affinis* após três meses de inundação. Note a presença de lenticelas hipertróficas e raízes adventícias.

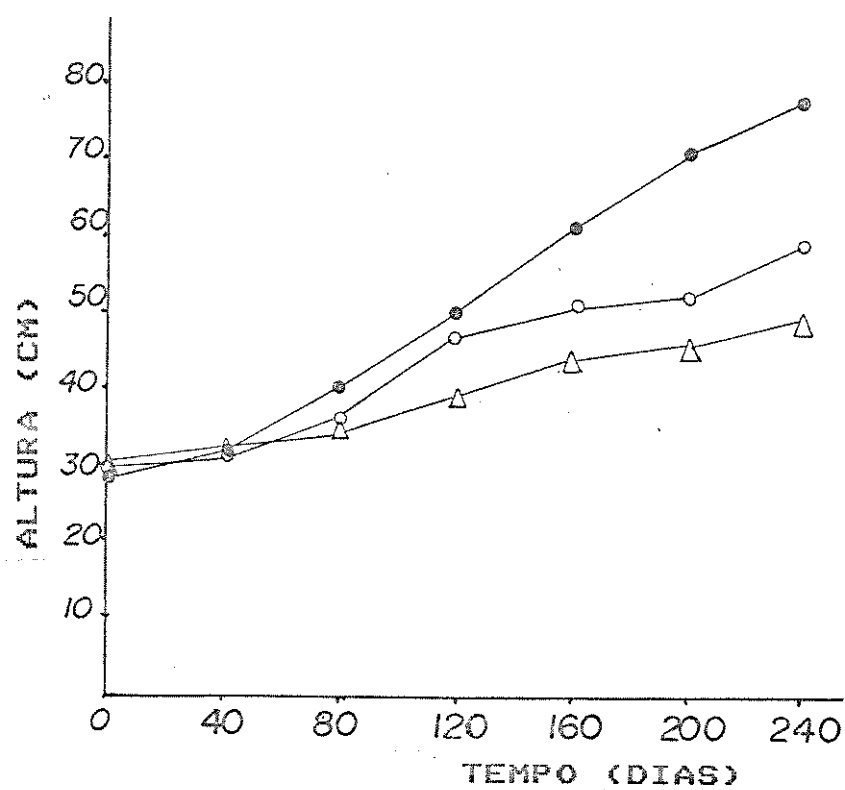


Fig 18- Altura de plantas (cm) de *Inga affinis*, ao longo do tempo, submetidas a diferentes tratamentos de saturação hídrica do solo.

—○— água corrente; —△— água parada; —●— controle

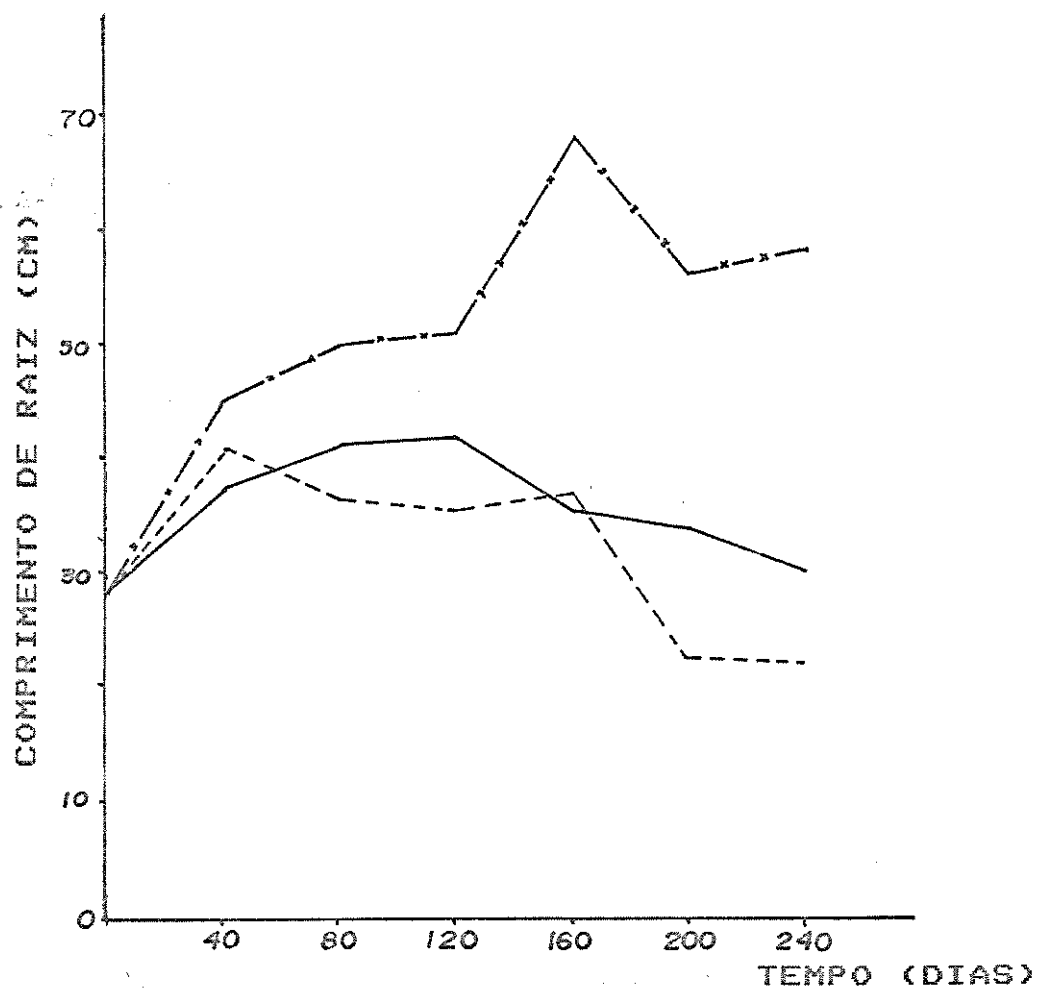


Fig 19- Comprimento da raiz de plantas de *Inga affinis*, ao longo do tempo, submetidas a diferentes tratamentos de saturação hídrica do solo. n= 4 plantas por coleta, por tratamento.

— água corrente; - - - água parada; -x- controle

A figura 20 mostra a média do peso seco total de plantas de *Inga affinis* submetidas a inundação com água corrente, água parada e plantas não inundadas ao longo do tempo

A análise de regressão e a análise de covariância mostraram que há diferença entre os tratamentos na proporção de alocação de biomassa total. Plantas não inundadas (controle) diferem de plantas inundadas. Na proporção de alocação para as diferentes estruturas da planta (raiz, caule e folha), constatamos, que as probabilidades estão próximas de 5% e nesse caso muito próximas do limite, para afirmar se são coincidentes ou paralelas (tabela 8; figuras 21, 22 e 23).

Plantas não inundadas (controle) tem forma de alocação diferente do que plantas inundadas (água corrente e parada), não havendo uma função para descrevê-la. Possivelmente porque a variação que ocorre dentro do tratamento é muito grande.

A porcentagem alocada para a raiz é significativamente maior em plantas não inundadas (controle) do que em plantas inundadas, após cinco meses de inundação. (figuras 21, 22 e 23).

A estimativa de porcentagem de aerênquima nas raízes e raízes adventícias, mostrou uma tendência de haver mais aerênquima nas raízes adventícias (figura 24).

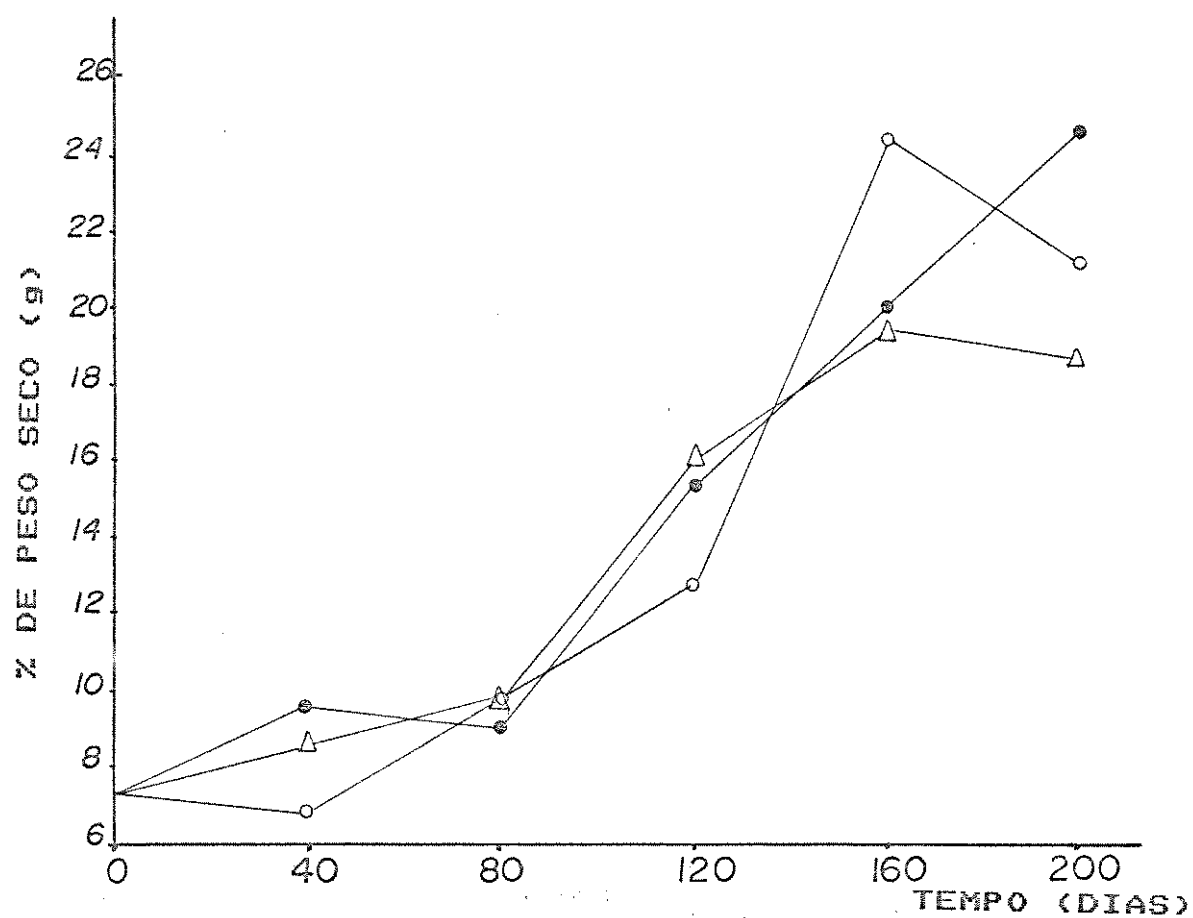


Fig 20- Média do peso seco total de plantas de *Inga affinis* ao longo do tempo, submetidas a diferentes tratamentos de saturação hídrica.

—○— água corrente; —△— água parada; —●— controle

Tabela 7 - Parâmetros da Regressão Linear entre a porcentagem de peso seco e o tempo em plantas de *Inga affinis*. Os dados de porcentagem foram transformados em valores angular. Em todos os tratamentos os graus de liberdade são 1 e 26. * = $p < 0,001$; ns = $p > 0,05$.

tratamento\parâmetro	a	b	r ²	F
ÁGUA CORRENTE				
raiz	0,62	$-1,53 \times 10^{-3}$	0,88	190,26*
caule	0,54	$1,78 \times 10^{-3}$	0,90	223,30*
folha	0,70	$-6,18 \times 10^{-4}$	0,40	17,29*
ÁGUA PARADA				
raiz	0,63	$-1,38 \times 10^{-3}$	0,77	86,07*
caule	0,55	$1,83 \times 10^{-3}$	0,84	138,93*
folha	0,68	$-7,27 \times 10^{-4}$	0,55	31,12*
CONTROLE				
raiz	0,67	$2,69 \times 10^{-5}$	0,00	0,02ns
caule	0,53	$2,45 \times 10^{-4}$	0,11	3,35ns
folha	0,65	$-2,78 \times 10^{-4}$	0,07	1,98ns

Tabela 8 - Covariância entre os pesos secos dos tratamentos de água corrente e água parada para plantas de *Inga affinis*.

		GL	F	P
RAIZ	b	1; 52	0,73	0,4024
	a	1; 53	3,71	0,0564
CAULE	b	1; 52	0,07	0,7817
	a	1; 53	0,33	0,5744
FOLHA	b	1; 52	0,30	0,5909
	a	1; 53	4,21	0,0425

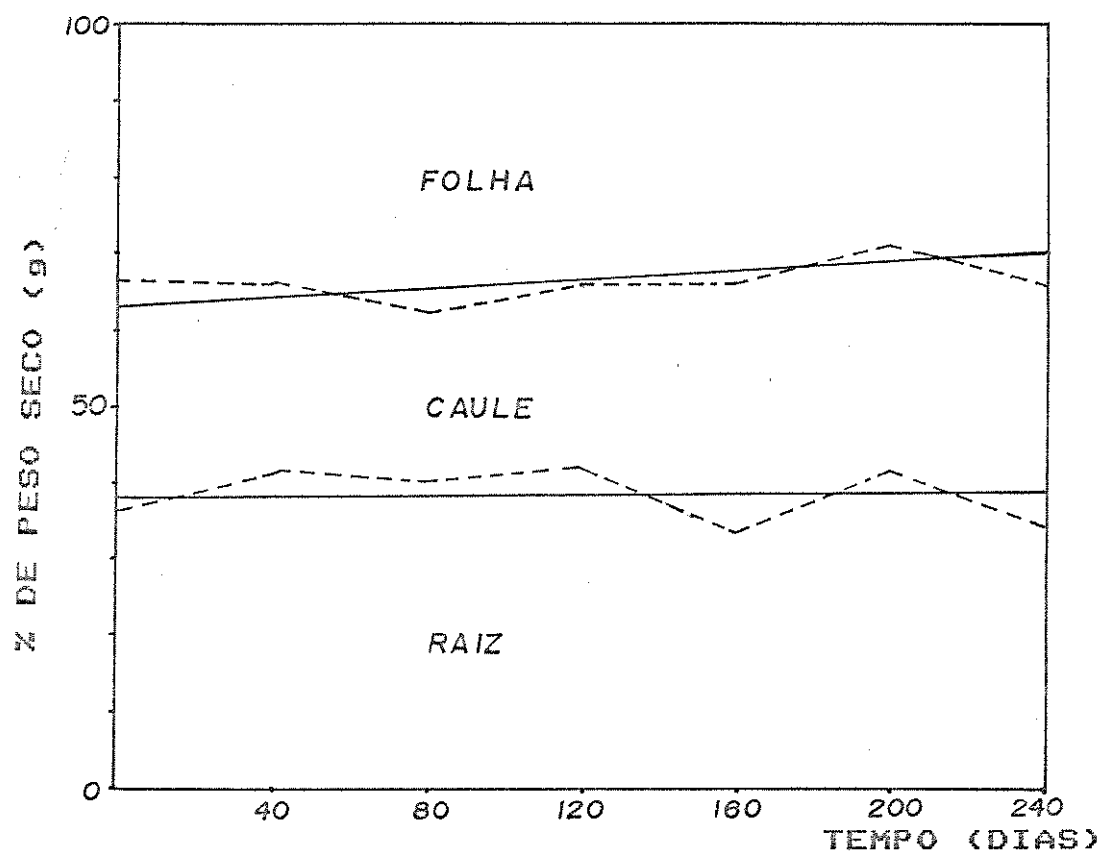


Fig 24- Porcentagem acumulativa de peso seco alocado para diferentes estruturas de plantas de *Inga affinis* ao longo do tempo. PLANTAS NÃO INUNDADAS. n= 4, por coleta.

----- dado de peso seco

_____ linha de regressão

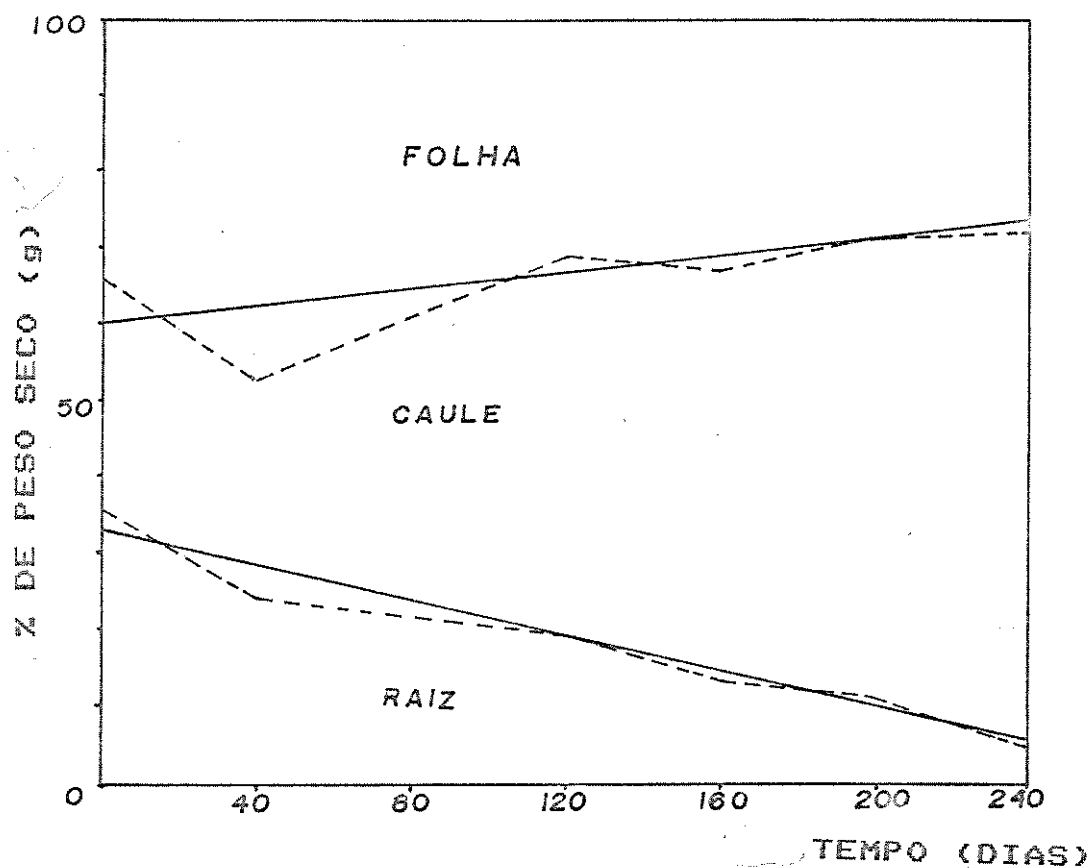


Fig 22- Porcentagem acumulativa de peso seco alocado para diferentes estruturas de plantas de *Inga affinis* ao longo do tempo. PLANTAS INUNDADAS COM ÁGUA CORRENTE. $n = 4$, por coleta.

----- dado de peso seco
 ————— linha de regressão

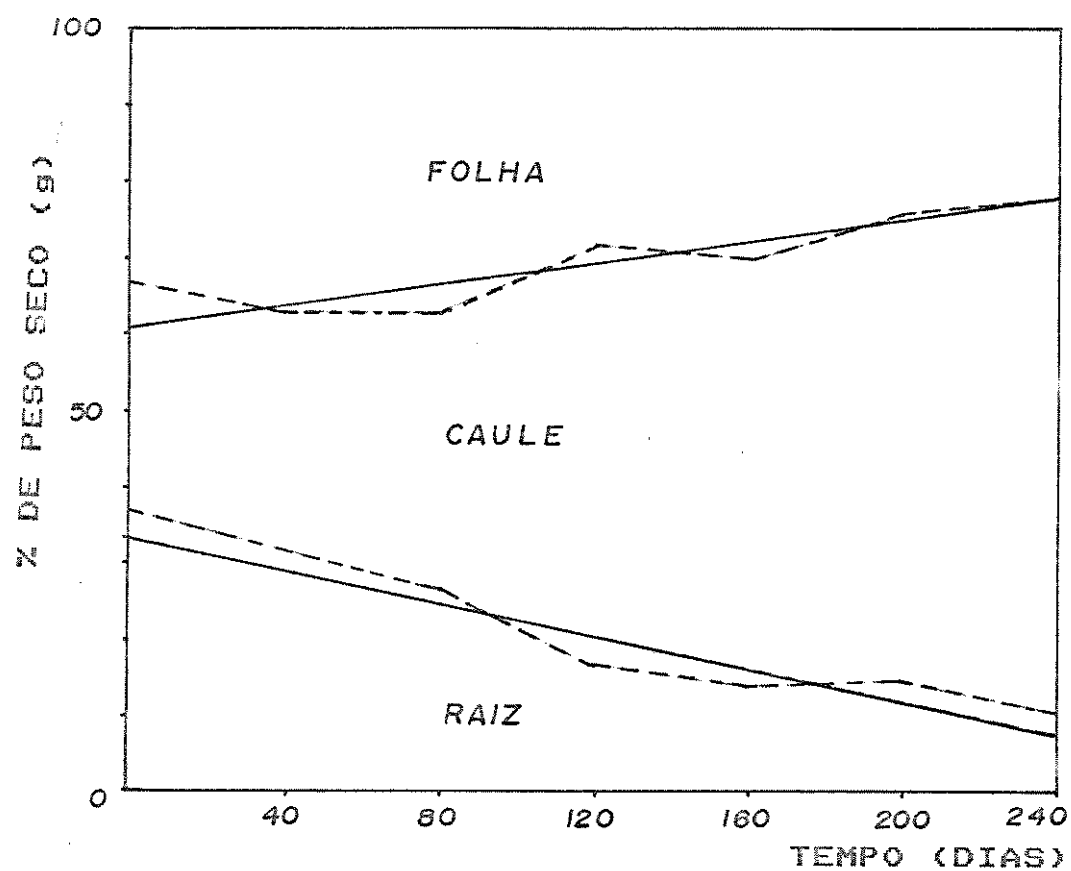


Fig 23- Porcentagem acumulativa de peso seco alocado para diferentes estruturas de plantas de *Inga affinis* ao longo do tempo. PLANTAS INUNDADAS COM ÁGUA PARADA. n= 4, por coleta.

----- dado de peso seco
 ————— linha de regressão

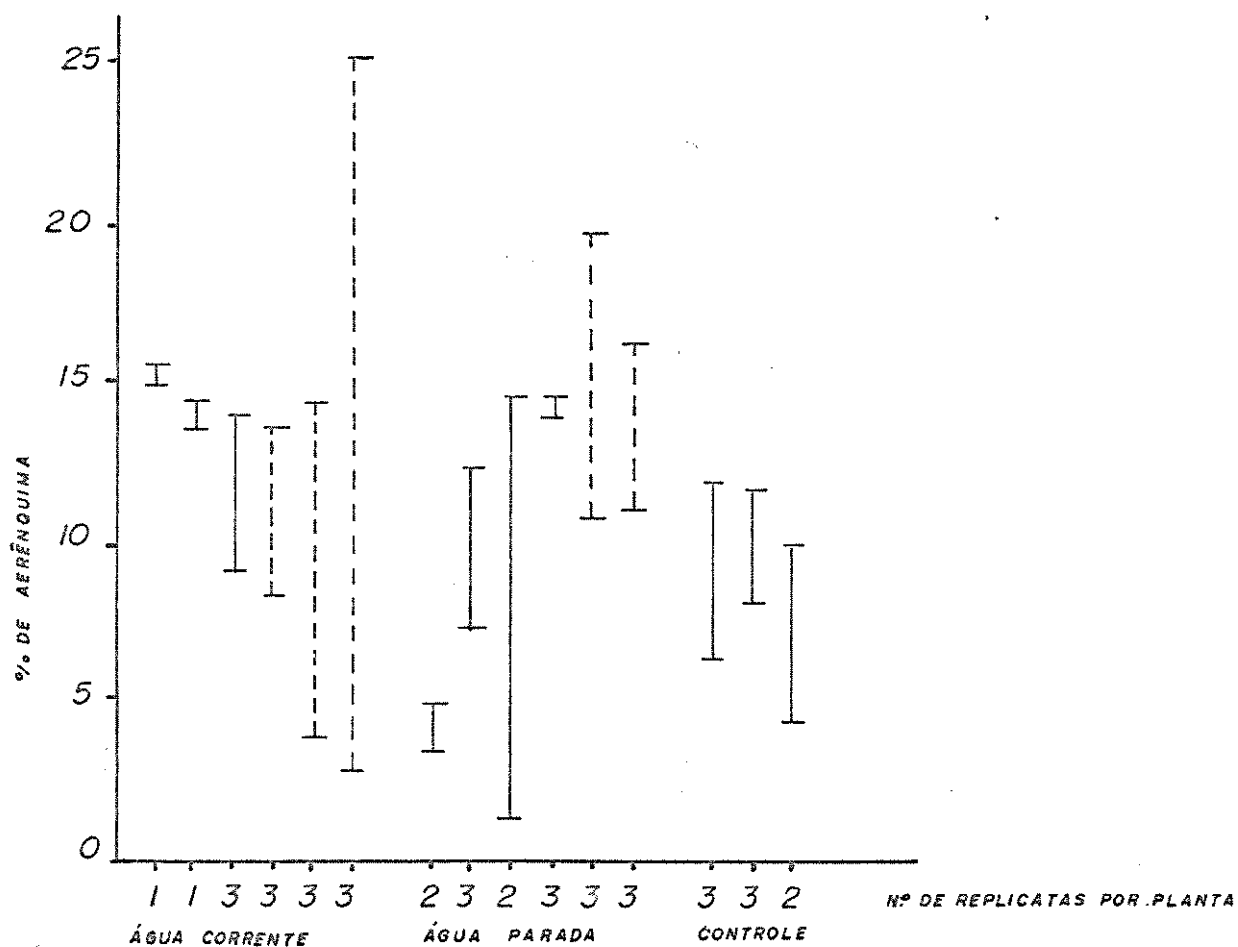


Fig 24- Porcentagem de aerênquima em raiz de *Inga affinis* submetida a diferentes tratamentos de saturação hídrica do solo. — raiz; ---- raiz adventícia.

4.5.2 PAPEL DAS LENTICELAS HIPERTRÓFICAS E RAÍZES ADVENTÍCIAS NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS INUNDADAS.

A análise de regressão linear e a análise de covariância comparando os diferentes tratamentos foi significativa ($F = 17,75$; $GL = 3$; 379 ; $P = 4,77 \times 10^{-7}$) (tabela 9). Há diferença em relação ao comportamento de crescimento entre plantas não inundadas e plantas inundadas de *Inga affinis*. Porém essa diferença não foi detectada entre tratamentos com plantas inundadas. Isto sugere que a retirada de lenticelas hipertróficas e raízes adventícias não interferem no crescimento em altura de plantas inundadas de *Inga affinis* (figura 25).

Tabela 9 - Parâmetros da Regressão Linear entre log (altura) e tempo em plantas de *Inga affinis* com remoção ou não de raízes adventícias e/ou lenticelas hipertróficas e plantas não inundadas. * = $p < 0,001$; ns = $p > 0,05$. Tratamento 1: plantas sem lenticelas hipertróficas e sem raízes adventícias; 2: plantas com lenticelas hipertróficas e com raízes adventícias; 3: plantas com lenticelas hipertróficas e sem raízes adventícias e 4: plantas não inundadas (controle). Os valores de b seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes ao nível de 5%, segundo o teste "a posteriori" Student-Newman-Keuls.

tratamento	a	b	r^2	GL	F
1	2,89	0,11 ^c	0,73	1; 94	249,45*
2	2,88	0,13 ^c	0,68	1; 93	196,72*
3	2,88	0,14 ^c	0,82	1; 89	402,07*
4	2,88	0,19 ^d	0,79	1; 103	393,75*

A regressão linear (tabela 10) e a análise de covariância (tabela 11) mostraram que os valores de "b" são diferentes entre si, portanto as três estruturas (raiz, caule e folha) tem comportamento de alocação de biomassa diferente. Todos tratamentos inundados diferem de plantas que não estão em solo hidricamente saturado. A remoção de raízes adventícias e/ou lenticelas hipertróficas pode causar variação em relação a alocação de biomassa para as diferentes partes de plantas de inundadas de *Inga affinis*.

Tabela 10- Parâmetros da Regressão Linear entre porcentagem de peso seco e tempo em plantas de *Inga affinis*. Os dados de porcentagem foram transformados em valores angular. Em todos os tratamentos os graus de liberdade são 1 e 28. * = $p < 0,001$; ns = $p > 0,05$. Tratamentos: 1- sem lenticelas hipertróficas e sem raízes adventícias; 2- com lenticelas hipertróficas e com raízes adventícias; 3- com lenticelas hipertróficas e sem raízes adventícias; 4- plantas não inundadas.

tratamento\parâmetro	a	b	r ²	F
1				
RAIZ	0,40	$-8,54 \times 10^{-4}$	0,32	13,20*
CAULE	-	-	-	0,26 ns
FOLHA	0,87	$6,84 \times 10^{-4}$	0,29	11,53*
2				
RAIZ	0,40	$-1,31 \times 10^{-3}$	0,51	29,57*
CAULE	0,56	$1,87 \times 10^{-3}$	0,61	43,32*
FOLHA	0,84	$-9,82 \times 10^{-4}$	0,37	16,14*
3				
RAIZ	0,39	$-1,25 \times 10^{-3}$	0,48	25,34*
CAULE	0,55	$2,17 \times 10^{-3}$	0,76	89,28*
FOLHA	0,86	$-1,31 \times 10^{-3}$	0,55	35,05*
4				
RAIZ	0,44	$1,48 \times 10^{-3}$	0,66	53,37*
CAULE	0,52	$6,61 \times 10^{-3}$	0,38	17,29*
FOLHA	0,85	$-1,94 \times 10^{-3}$	0,78	101,84*

Tabela 11 - Covariância entre peso seco do experimento da importância de lenticelas hipertróficas e raízes adventícias no desenvolvimento de plantas de *Inga affinis*.

		GL	F	P
RAIZ	b	3;112	32,59	0
	a	3;115	57,11	0
CAULE	b	2;84	12,04	$1,02 \times 10^{-4}$
	a	2;86	36,01	$2,38 \times 10^{-7}$
FOLHA	b	3;112	27,02	$5,96 \times 10^{-8}$
	a	3,115	40,46	0

Em relação ao peso seco para diferentes estruturas das plantas, o tratamento não inundado têm proporção crescente de biomassa alocada para raiz, ao longo do tempo (figura 26). Enquanto em plantas inundadas ocorre um decréscimo acentuado de biomassa alocada para essa estrutura ao longo do tempo (figuras 27, 28 e 29). Nos três tratamentos com plantas inundadas, a alocação de biomassa para raiz é igual (figuras 27, 28 e 29).

Em plantas não inundadas há um aumento da proporção de biomassa alocado para o caule. Porém esse incremento é menor do que aquele apresentado por plantas inundadas com ambas estruturas retiradas e plantas que tiveram retiradas somente as raízes adventícias (figuras 26, 27 e 28). A alocação de recursos para o caule, em plantas inundadas, quando são retiradas as lenticelas

hipertróficas e raízes adventícias (figura 29) e em plantas com a retirada de somente as raízes adventícias (figura 28) permanece constante ao longo do tempo. Quando ambas estruturas são retiradas, ocorre um de incremento da proporção de biomassa alocada para o caule (figura 27).

Em plantas não inundadas, plantas inundadas com lenticelas hipertróficas e com raízes adventícias e plantas inundadas com lenticelas hipertróficas e sem raízes adventícias, há um decréscimo gradativo de alocação para folhas (figuras 26, 27 e 28). Por outro lado, em plantas inundadas, quando são removidas ambas estruturas, há um aumento da proporção de biomassa alocada para essa estrutura (figura 29).

Após 130 dias de inundação, quando verificamos o peso seco total das plantas de *Inga affinis* (tabela 12), notamos que as plantas controle (não inundadas), têm cerca de três vezes o peso seco total de plantas inundadas com lenticelas e com raízes adventícias e plantas sem ambas as estruturas após 130 dias de inundação (tabela 12). Plantas com lenticela e sem raízes adventícias apresentam cerca da metade do peso seco total de plantas não inundadas.

Em termos de média e desvio padrão de peso seco para raiz, caule e folha, plantas não inundadas tem de 12 a 18 vezes mais biomassa investida para raiz, do que plantas inundadas (tabela 12). É interessante notar que plantas de *Inga affinis* com lenticelas hipertróficas e sem raízes adventícias investem mais em raiz, caule e folha do que plantas com ambas estruturas após cinco meses de inundação. Plantas que tiveram ambas estruturas retiradas apresentam peso médio maior para raiz e folha do que plantas sem raízes adventícias.

Tabela 12. Peso seco(g) e desvio padrão total e para as diferentes estruturas de *Inga affinis* após cinco meses de inundação. n= 6 plantas por tratamento. Tratamentos: 1-plantas sem lenticelas hipertróficas e sem raízes adventícias; 2- com lenticelas hipertróficas e com raízes adventícias; 3- com lenticelas hipertróficas e sem raízes adventícias; 4- plantas não inundadas

	tratamento			
estrutura	1	2	3	4
RAIZ	0,40 ± 0,08	0,28 ± 0,09	0,46 ± 0,15	5,97 ± 2,34
CAULE	1,17 ± 0,28	2,84 ± 0,91	4,29 ± 0,97	5,79 ± 0,99
FOLHA	2,89 ± 0,48	2,13 ± 0,91	3,31 ± 0,77	5,24 ± 0,74
TOTAL	4,40 ± 0,77	5,24 ± 1,48	8,06 ± 1,68	17,00 ± 3,52

O número de folhas de plantas de *Inga affinis* após cinco meses de semeadura foi praticamente constante, por tratamento durante quatro meses de observação. Essa espécie produziu, cerca de 10 folhas por indivíduo com um pequeno desvio padrão. A maior variação do número de folhas ocorreu em plantas não inundadas (tabela 13).

Tabela 13- Média e desvio padrão do número de folhas produzidas por *Inga affinis* por tratamento ao longo do tempo. n=6. Tratamentos: 1- sem lenticelas hipertróficas e sem raízes adventícias; 2- com lenticelas hipertróficas e com raízes adventícias; 3- com lenticelas hipertróficas e sem raízes adventícias; 4- plantas não inundadas.

tempo-dias	1	30	60	90	120
tratamento	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	:
1	9 ± 1,4	11 ± 2,6	10 ± 2,4	10 ± 1,5	10 ± 3,1
2	10 ± 3,1	9 ± 1,4	10 ± 1,1	9 ± 2,1	11 ± 2,1
3	9 ± 1,4	- -	10 ± 1,2	9 ± 2,5	9 ± 1,2
4	9 ± 1,4	12 ± 3,9	10 ± 3,1	10 ± 3,3	10 ± 3,2

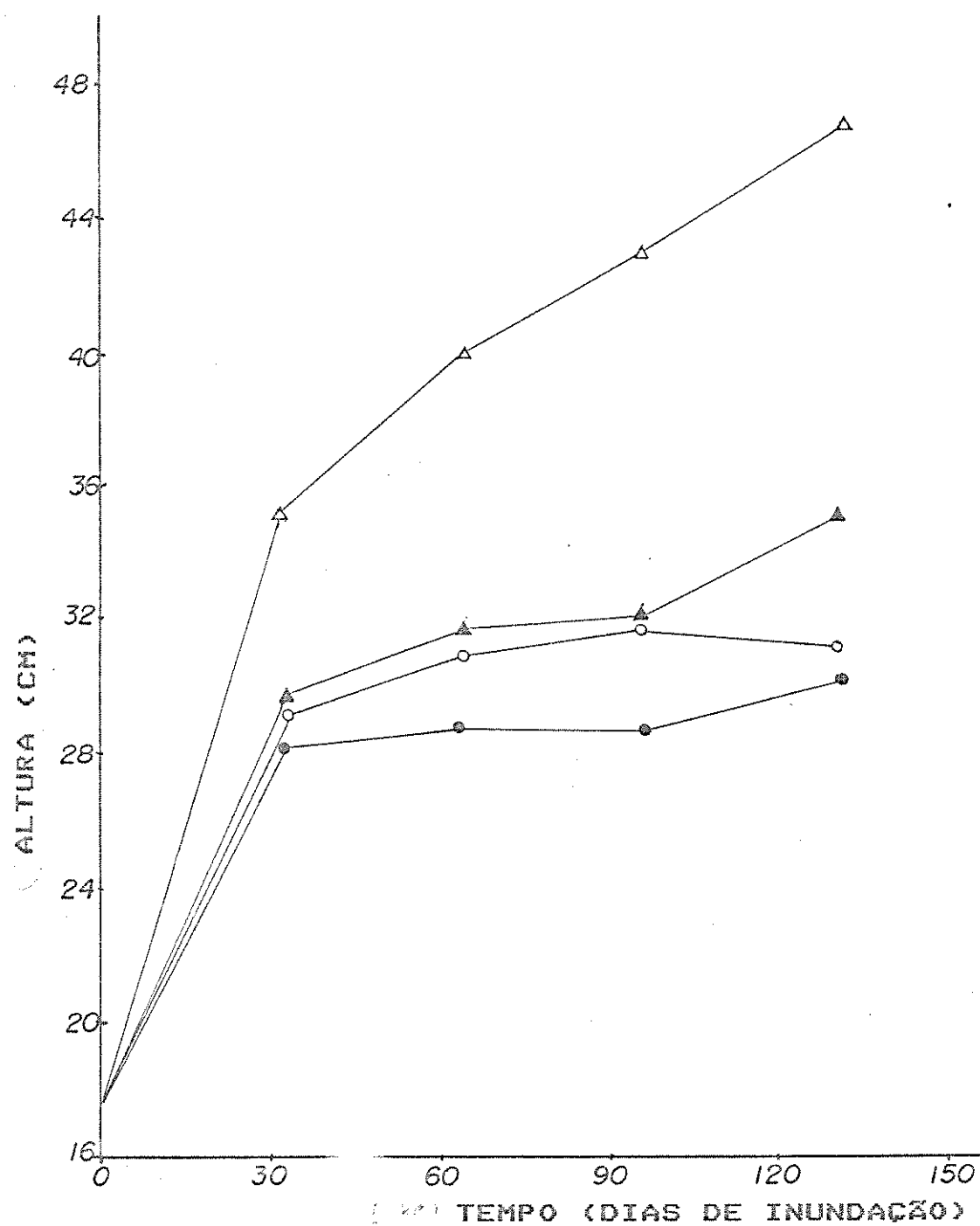


Fig 25-Altura média de plantas de *Inga affinis* submetidas a diferentes tratamentos:

Plantas inundadas:

- com raiz adventícia e com lenticela hipertrófica
- sem raiz adventícia e sem lenticela hipertrófica
- ▲— sem raiz adventícia e com lenticela hipertrófica

Plantas não inundadas: —△—

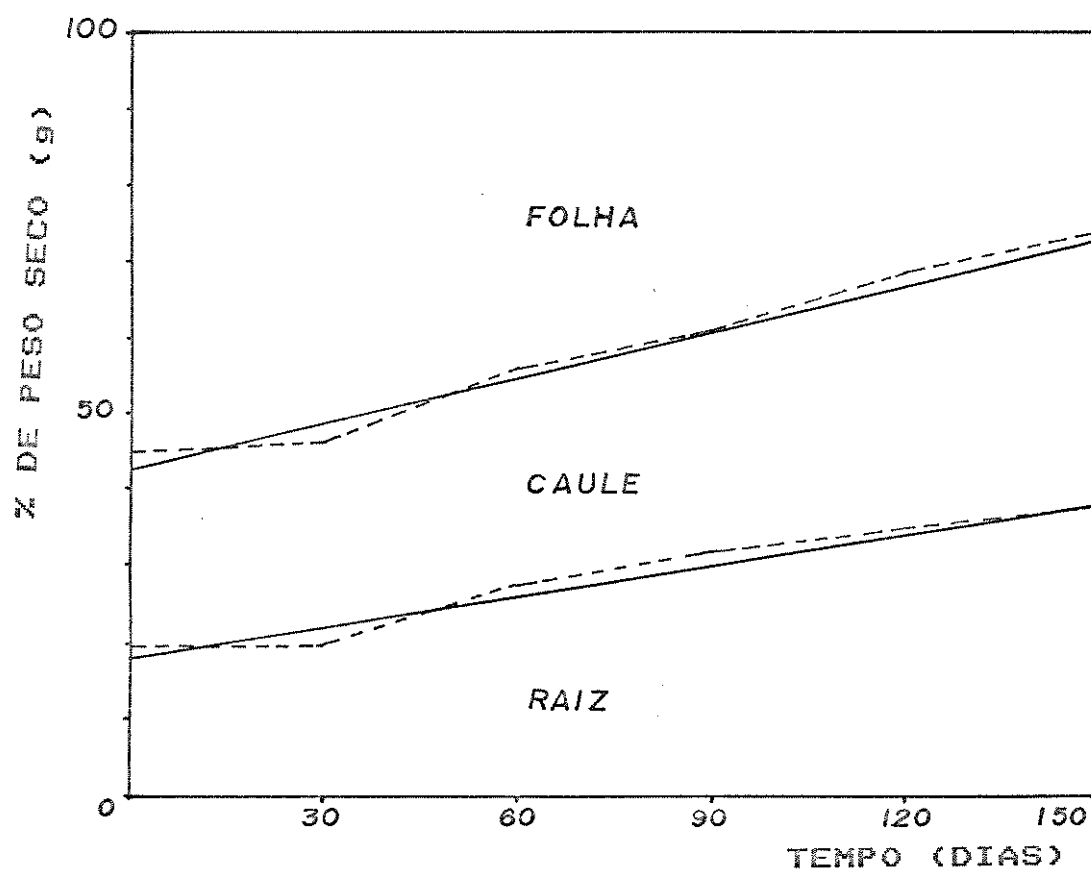


Fig 26-Porcentagem acumulativa de peso seco (---) e regressão linear (—) para diferentes estruturas de plantas de *Inga affinis*. PLANTAS NÃO INUNDADAS. n= 6 plantas por tratamento e por coleta.

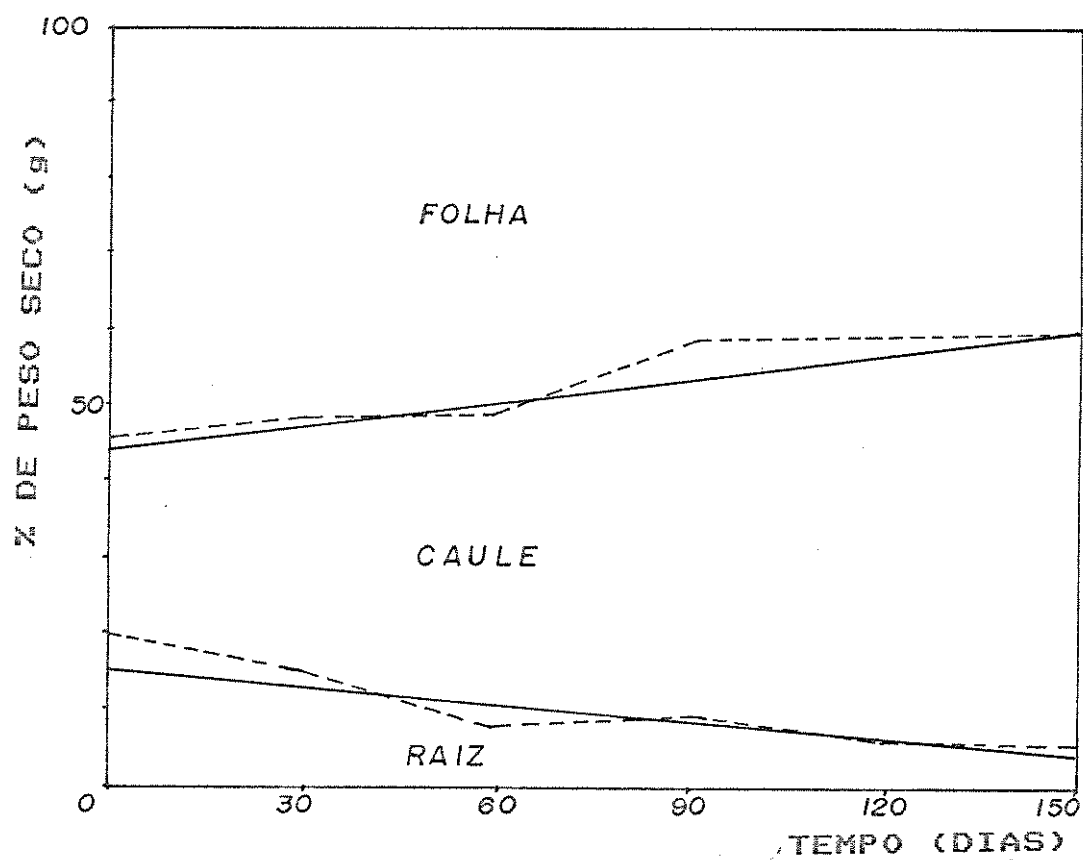


Fig 27- Porcentagem acumulativa de peso seco (---) e regressão linear (—) para diferentes estruturas de plantas de *Inga affinis*. PLANTAS INUNDADAS, COM LENTICELAS HIPERTRÓFICAS E COM RAÍZES ADVENTÍCIAS. n= 6 plantas por tratamento e por coleta.

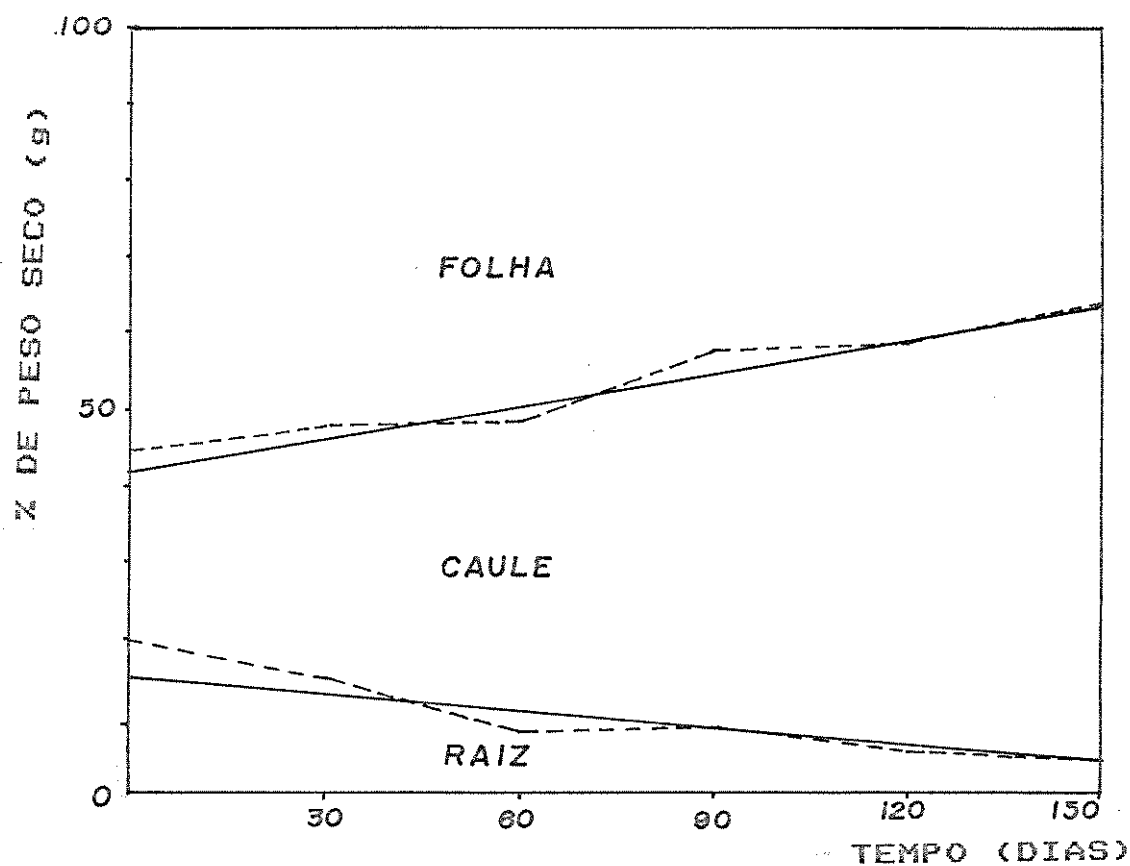


Fig 28- Porcentagem acumulativa de peso seco (---) e regressão linear (—) para diferentes estruturas de plantas de *Inga affinis*. PLANTAS INUNDADAS, COM LENTICELAS HIPERTRÓFICAS E SEM RAÍZES ADVENTÍCIAS. n= 6 plantas por tratamento e por coleta.

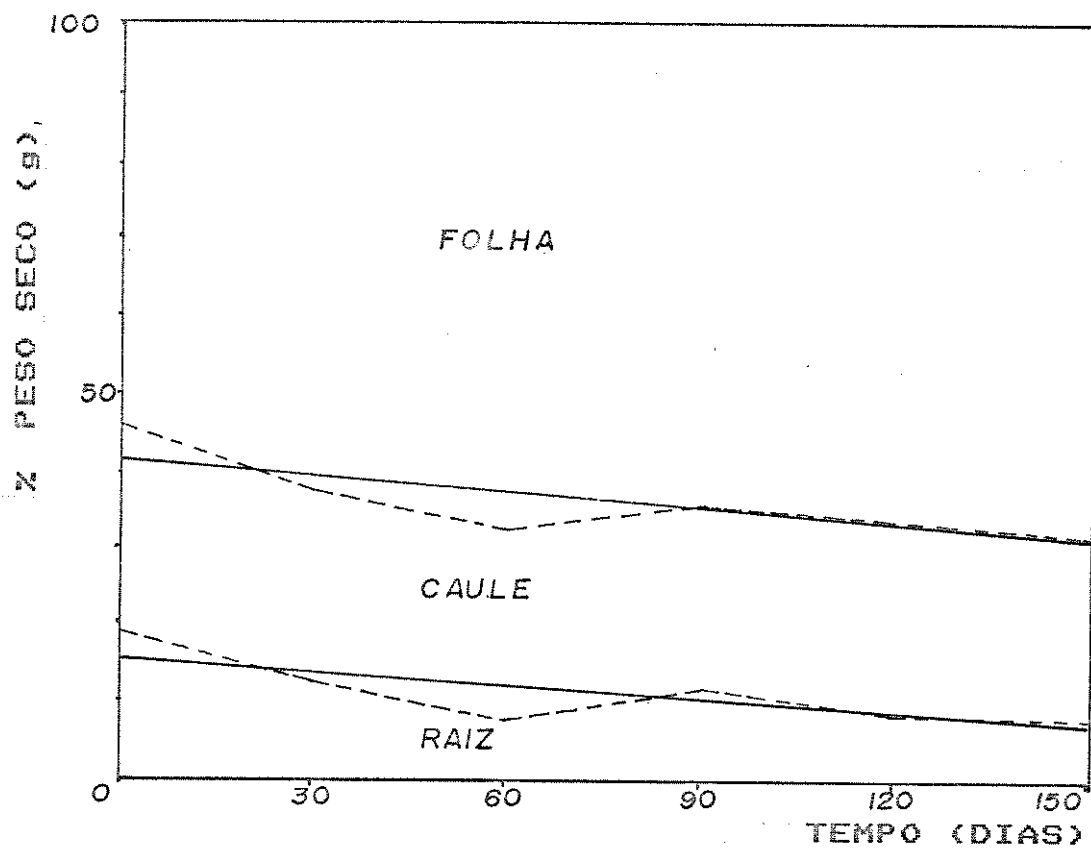


Fig 29—Porcentagem acumulativa de peso seco (---) e regressão linear (—) para diferentes estruturas de plantas de *Inga affinis*. PLANTAS INUNDADAS, SEM LENTICELAS HIPERTRÓFICAS E SEM RAÍZES ADVENTÍCIAS. n= 6 plantas por tratamento e por coleta

DISCUSSÃO

5.1 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E ESTRUTURA DA POPULAÇÃO DA ESPÉCIE

A estrutura da população por estágio de desenvolvimento mostra que há uma quantidade menor de plantas nos três estádios no ano de 1987 em relação a 1988 (figuras 6 e 7). Para o estágio de plântula a diferença é de 134 indivíduos, sugerindo, que ou no ano anterior a frutificação foi menor ou que houve alguma restrição na germinação e/ou estabelecimento das plântulas. Para o ano de 1988 o acréscimo no estágio juvenil foi de 4 indivíduos e para o estágio adulto foi de 6 indivíduos.

As figuras 8 e 10 sugerem, a primeira vista, que a população alterna anos com grande e com pouca frutificação. Através dessas figuras, verificamos que as classes de altura são alternadas. Por exemplo: no ano de 1987 temos poucos indivíduos na classe com 1m de altura, muitos com 2m de altura, poucos com 3m e assim sucessivamente. A análise do crescimento anual planta por planta, mostrou que estas têm taxas de crescimento variando de 0 a 4m em diferentes indivíduos, portanto esta alternância de classes de altura deve ter uma outra origem.

As margens do rio Jacaré-Pepira têm uma vegetação muito reduzida, devido ao desmatamento irracional para expansão de áreas de cultivo, pastagem e/ou exploração de madeira. A diminuição da cobertura vegetal alterou o regime de água. Uma fração da chuva que incide sobre o solo cai diretamente na superfície líquida da rede de drenagem, o restante divide-se em

infiltração e escoamento superficial (LIMA, 1989). Da porção que se infiltra parte adquire movimentação lateral e parte vai para o aquífero (LIMA 1989). Com a retirada da mata ciliar, a chuva incide diretamente no solo, sendo que a maior parte da água escorre pela sua superfície juntamente com partículas de solo, atingindo diretamente os cursos d'água. O grande volume de água nos rios, principalmente nas estações chuvosas, se origina de escoamento direto da água sobre o solo e não do lençol freático. Quando ocorrem fortes chuvas a extravasão do rio é grande e o seu retorno ao nível médio ocorre em alta velocidade. Áreas que seriam normalmente sujeitas a inundação durante todo o período chuvoso, agora revesam curtos períodos com elevação do nível da água acima do solo e curtos períodos sem água, dentro de uma estação. Estas flutuações podem estar causando o desequilíbrio das populações de *Inga affinis*.

A distribuição de *Inga affinis* na área de estudo, pode estar relacionada com a microtopografia e a distância das plantas em relação ao rio. Nas parcelas mais afastadas do rio há predominância de movimentação lenta da água. As sementes produzidas nessa parcela são menos sujeitas à deslocamentos do que as produzidas em parcelas influenciadas pelo fluxo-refluxo. Por ser mais afastado do rio o ambiente nessa parcela é mais estável e as plântulas estão menos sujeitas a serem carregadas e/ou enterradas. Na época de inundação, essa parcela é pouco afetada pela invasão das águas. A baixa concentração de plântulas na parcela 21 se deve, provavelmente, ao fato dessa parcela estar localizada na zona de transição entre a área sujeita à inundação e a área não

inundável, onde há poucos indivíduos de *Inga affinis*.

O clima da região vem sofrendo mudanças gradativas, principalmente em relação a distribuição das chuvas. Em *Inga affinis* a floração é sincronizada e ocorre no início da estação chuvosa (setembro). Possivelmente, a floração nessa espécie está correlacionada com a chuva (aspecto não estudado nesse trabalho) e qualquer alteração no período das chuvas, interfere diretamente na fenologia da espécie.

PALMBLAD (1968) demonstrou o efeito mortalidade e fecundidade dependentes da densidade em uma experiência com *Bromus tectorum*. Em recipientes iguais foram semeadas diferentes densidades de sementes. Após um ciclo, estas produziram igual número de sementes, independente da densidade inicial de cada recipiente. Em recipientes com um elevado número inicial de sementes, houve uma alta mortalidade de plântulas e em recipientes com pequeno número inicial de sementes, houve um aumento da fecundidade.

A análise do padrão de distribuição espacial de *Inga affinis* pelo índice de Morisita mostrou que as plantas seguem uma distribuição contagiosa para os três estádios (plântula, juvenil e adulto). Porém comparando os índices (tabela 5) verificamos que este é maior nos estádios iniciais de desenvolvimento das plantas. Isto indica, que estas são mais agregadas no estágio de plântula. O coeficiente de dispersão confirma esses resultados, indicando uma distribuição contagiosa. A análise da distribuição de plantas mortas sugere que a mortalidade de *Inga affinis* não é dependente da densidade, pois a proporção de mortalidade é seme-

lhante nas áreas com poucos e muitos indivíduos.

A análise, pela distribuição de Poisson, confirma esses resultados, pois a espécie não segue uma distribuição randômica para os diferentes estádios de desenvolvimento. Apesar de ser tipicamente de cerrado *Emmilia nitens* também apresenta este mesmo tipo de padrão de distribuição espacial (MOREIRA, 1987).

5.2 TAXA DE TRANSFORMAÇÃO DE BOTÃO FLORAL/FRUTO

Muitos trabalhos enfatizam que a maior mortalidade em populações de plantas ocorre a nível de semente e plântula (COOK, 1979). Recentemente tem-se voltado a atenção para a porcentagem de conversão de botão em frutos e constatou-se que existe uma grande variação da taxa na formação de frutos em espécies tropicais.

Trabalhos desenvolvidos na Venezuela demostram que ocorrem altas porcentagens da transformação de flores em frutos, como em *Curatella americana* com 56% e em *Byrsonima crassifolia* com 74% (ATAROFF, 1975). Em contra partida, em espécies brasileiras de cerrado essas porcentagens são mais baixas, tendo sido observado 6% em *Kielmeyera speciosa*, 9% em *K. coriacea* (OLIVEIRA, 1986) e 7% em *Emmotum nitens* (MOREIRA, 1987) de flores transformadas em frutos.

Uma panícula de mangueira pode produzir até 6.000 flores, sendo que somente de 2 a 4 frutos se estabelecem (VÁLIO, 1979). O autor sugere que isso se deva a limitações de nutrientes e/ou limitação de polinização, pois essa espécie permanece por um curto período com o estigma receptivo.

Em *Inga affinis* a porcentagem de formação de frutos é de 8%. Como essa espécie produz um grande número de flores, essa taxa (8%) parece ser suficiente para uma grande produção de frutos. A grande produção de flores pode atuar como atrativo vantajoso de recursos para polinizadores, garantindo a polinização efetiva de um grande número de flores.

Um estudo realizado com sete espécies de *Inga* na Costa Rica mostrou que a antese da flor varia com a espécie. Em *Inga mertoniana* e *Inga guatemalata* a antese é vespertina e *Inga oerstediana* é matutina. As inflorescências de *Inga brenesii*, *Inga densiflora*, *Inga longispica* e *Inga punctata* abrem suas flores em vários períodos do dia e todas as espécies estudadas são auto-incompatíveis (KOPTUR, 1983). Essas espécies mostram picos de floração diferentes ao longo do ano. Algumas espécies como *Inga mertoniana* tem um extenso período de floração e sobrepõem-se por algum tempo com o pico de floração de *Inga densiflora* e *Inga longispica*. Por outro lado, ocorre maior sobreposição de frutificação. Das setes espécies estudadas, seis tem a maturação dos frutos durante a interfase da estação seca/úmida e dentro da estação úmida (KOPTUR, 1983). O néctar é relativamente diluído e corresponde com a composição de néctar característico de flores polinizadas por beija-flor (BAKER, 1975) e mariposa (PERCIVAL, 1965); além disso é acessível a uma variedade de visitantes (SALAS, 1974). O estudo com as espécies de *Inga*, sugere que a mariposa é um importante polinizador para as flores noturnas e borboletas e beija-flores para as flores de antese diurna (KOPTUR, 1983).

Outro estudo mostrou que *Inga brenesii* e *Inga punctata* são importantes recursos para beija-flores (FEINSINGER, 1978). Porém STILES (1978) estudou a interação de beija-flores com várias espécies vegetais e observou que *Inga* sp é ocasionalmente e irregularmente visitada por esses pássaros e sugere que o provável polinizador efetivo é um morcego.

Estudos com *Inga striata* e *I. uruguensis* indicam que essas espécies são auto-incompatíveis e que não ocorre desenvolvimento de sementes apomíticas em ambas as espécies (MACHADO et al., 1986). Essas espécies florescem simultaneamente e em cruzamentos interespecíficos, os autores obtiveram sucesso indicando um grau de fertilidade que varia de 6% a 80%.

Flores de *Inga affinis* tem antese noturna e são visitadas por mariposas, beija-flores e diversas abelhas (FISCHER, E.; comunicação pessoal)

5.3 GERMINAÇÃO

A germinação de sementes e o subsequente estabelecimento da plântula, não são somente fases essenciais do ciclo de vida de tôdas as plantas superiores, mas representam também períodos de máxima vulnerabilidade à mudanças físicas no ambiente (ANGEVINE & CHABOT, 1979).

A perda do poder germinativo de sementes de curta longevidade é atribuída a diversos fatores, como perda da umidade, troca de gases, ataque de microorganismos que penetram facilmente na semente e a velocidade de desidratação, muitas vezes relacionada com variações de temperatura (HEYDECKER, 1972).

O estabelecimento de plântulas pode ser estimulado ou prejudicado pela inundação, dependendo da espécie e duração desse estresse. Sementes de *Inga affinis* tem sua taxa de germinação reduzida quando totalmente imersas em água. Porém as sementes permanecem viáveis por três meses quando armazenadas em água a baixa temperatura, provavelmente devido ao baixo metabolismo a que são submetidas. Nessa condição a semente não adquire dormência e o desenvolvimento da germinação ocorre lentamente devido a baixa temperatura. Por outro lado, sementes armazenadas a temperatura ambiente perdem sua viabilidade após dez dias. Algumas sementes podem continuar viáveis por até sete anos quando imersas em água como *Juncus tenuis* e *J. bufonius* (METIVIER, 1979). Outras espécies de curta longevidade são *Hexea brasiliensis* (3 meses), *Litchi chinensis* (3 semanas), *Theobroma cacao* (4 meses) entre outras (METIVIER, 1979).

Sementes de espécies que ocupam ambientes encharcados como *Nyssa sylvatica* var *biflora*, *Nyssa aquatica* e *Taxodium distichum* permanecem viáveis por longos períodos quando submersas, porém dependem de um período seco para germinar (DEBELL & NAYLOR, 1972). Outras espécies como: *Populus deltoides*, *Salix nigra* e *Platanus occidentalis* germinam dentro d'água (HOOK, 1984). BARBOSA (1982) em testes de germinação com sementes de *Inga edulis*, obteve 100% de germinação em 14 dias. Espécies brasileiras que ocupam ambientes inundados, como *Enterolobium contortisiliquum*, apresentam altas taxas de germinação (90%) quando submetidas a tratamentos pré-germinativo (ALCALAY & AMARAL, 1982). Porém essa espécie assim como *Peltophorum dubium*, não germina em condições anaeróbicas (JOLY, 1982). Em *Chorisia speciosa* não há diferença na taxa de germinação (100%) em condições aeróbicas e anaeróbicas. Nesse caso, a capacidade de germinar na ausência de oxigênio está relacionada com a formação de uma mucilagem que envolve a semente (JOLY & CRAWFORD, 1983). Sementes de *Veronica peregrina* germinam na época das chuvas, sob água originando indivíduos que podem ficar nessa situação por 2 meses ou mais (LINHART & BAKER, 1973).

Em *Inga edulis*, o principal fator responsável pela baixa longevidade das sementes é a umidade. A perda da viabilidade das sementes é detectada quando a umidade cai abaixo de 35%. Mesmo dentro do fruto, com ou sem arilo, a taxa de germinação é baixa após 14 dias de armazenamento. Dentro desse período a porcentagem de germinação é de 90% (BACCHI, 1961).

Em *Panicum laxum* a taxa de germinação de sementes é afetada pela inundação, temperatura e intensidade de luz. Sementes inundadas tem a taxa de germinação duas vezes maiores que sementes não inundadas, sendo que a germinação inicia-se após cinco dias nos dois tratamentos. Nessa espécie não ocorre germinação de sementes colocadas para germinar no escuro, porém se transportadas para ambiente de luz, tanto as sementes inundadas como as não inundadas apresentam taxas de germinação similares as sementes inundadas e expostas a luz (AYODELE COLE, 1977).

Em *Inga affinis* a dispersão da semente ocorre no período chuvoso, caso a semente não encontre de imediato um lugar para se estabelecer, ela ficará encharcada mantendo assim sua viabilidade por um período mais longo. Apesar da semente ser muito sensível a dessecação, ela é muito plástica em ambiente encharcado, mantendo-se viável mesmo quando carregada pela correnteza do rio.

A semente que permanece com o arilo aderido, retarda mais a germinação, pois a água do meio, encharca primeiro o arilo, para depois ficar disponível para a semente.

5.4 TESTE DO EFEITO DA INUNDAÇÃO

5.4.1 SOB DIFERENTES REGIMES 'ÁGUA

Com o desenvolvimento de raízes adventícias e aerênquima na base do caule, em plantas de *Inga affinis* submetidas a saturação hídrica do solo, o sistema radicular original possivelmente passaria a ter somente função de fixação.

Em *Inga affinis* a porcentagem de biomassa alocada para raiz, caule e folha difere entre os tratamentos com água corrente, água parada e plantas não inundadas (controle). No controle, a variação de alocação de recursos entre os indivíduos é muito grande, não sendo possível descrever uma função. Essa variação dentro das plantas controle poderia ser devida ao pequeno tamanho da amostra, porém podemos descartar essa possibilidade tendo em vista que nos outros tratamentos essa variação não foi detectada.

Outra hipótese que podemos levantar seria o curto espaço de tempo de observação. Como esta variação também não ocorreu nos demais tratamentos, descartamos também essa hipótese. Acrescentem-se ainda que, em condições naturais, as plantas não permanecem inundadas por longos períodos.

A explicação mais plausível se encontra quando comparamos plantas inundadas e plantas controle (não inundadas). Por ter características de pioneira, isto é, ter seu desenvolvimento muito diferenciado, quando não estão sob estresse, os indivíduos podem expressar melhor suas diferenças individuais. Por outro lado, quando as plantas são inundadas essas diferenças ficam mascaradas

devido ao estresse acentuado.

Entre os tratamentos de água corrente e água parada não há diferença de alocação de recursos para raiz, caule e folha, sendo que as retas de regressão são coincidentes. A forma de crescimento entre estes dois tratamentos é idêntica. Portanto, o regime hídrico não interfere na alocação destinada a diferentes partes de plantas de *Inga affinis*. Por ocupar ambientes periodicamente inundados, no início das chuvas essa espécie fica exposta ao movimento vertical das águas. Esse movimento vai sendo gradativamente substituído por movimentos horizontais de entrada e saída de água, ficando a planta exposta a períodos com água corrente e períodos com água parada.

Por ser uma espécie perene, todo indivíduo inundado está sujeito às alterações hídricas do solo, que por sua vez afetam negativamente a velocidade de incremento de biomassa, quando comparado com plantas não inundadas. Entretanto, a inundação não atua nas taxas de mortalidade da espécie e os indivíduos reagem após passar o estresse.

Em *Sebastiania klotzschiana* e *Genipa americana* o peso seco não foi afetado após um mês de inundação, sendo que as plantas são idênticas ao controle (JOLY, 1982). Já em *Hymenaea stilbocarpa* e *Chorisia speciosa*, o autor encontrou um menor peso seco da parte aérea em plantas inundadas comparado com o controle, após um mês de inundação.

Há uma tendência de haver mais aerênquima em raízes adventícias nas plantas de *Inga affinis* em água parada do que em plantas em água corrente (figura 24). Como o oxigênio dissolvido

na água parada é menor do que em água corrente, a função das raízes adventícias nessa situação é essencial para complementar o suprimento de oxigênio. Para isso seriam necessários testes de difusão de oxigênio e metabolismo respiratório. Em *Geniza americana* ocorre aumento da porcentagem de aerênquima em plantas inundadas, enquanto que em *Sebastiania klotzschiana* não há mudança da porcentagem de aerênquima no sistema radicular (JOLY, 1982).

Em *Nyssa aquatica* e *Nyssa silvatica* o peso seco e o crescimento são menores tanto em água parada como em água corrente, comparado com plantas não inundadas (HARMS, 1973). Porém o peso seco de *N. silvatica* não difere estatisticamente entre os tratamentos de regime de água enquanto em *N. aquatica* ocorre diferença significativa, sendo que as plantas que estão em água parada crescem menos (HARMS, 1973). O autor relaciona a resposta dessas espécies com as condições ambientais nas quais elas crescem, pois *N. silvatica* ocorre principalmente em pântanos onde a água livre geralmente é superficial e de movimento lento, sendo a chuva a única origem da água, enquanto *N. aquatica* é encontrada nas margens de rios em áreas frequentemente sujeitas à inundação, com constante renovação de água.

VOESENEK et al (1989) trabalharam com três espécies de *Rumex*, que ocorrem ao longo de um gradiente úmido. *Rumex acetosa* é encontrada em áreas raramente inundadas, sendo que essa espécie desenvolve pobremente raízes adventícias quando inundada. *Rumex palustris* que é encontrada em ambientes frequentemente inundados e *Rumex crispus* que ocupa ambientes intermediários desenvolvem raízes adventícias quando inundadas. O autor relaciona o grau de re-

sistência das espécies à inundação com a distribuição no campo, assim a distribuição (zonação) é determinada principalmente pela frequência e duração da inundação.

Muitas espécies intolerantes à inundação perdem parte do sistema radicular original e não regeneram novas raízes, enquanto espécies tolerantes frequentemente regeneram novas raízes no sistema radicular original ou na parte submersa do caule. Essas novas raízes geralmente são mais suculentas e permeáveis do que as originais (HOOK, 1984; JOLY, 1990).

Betula papyrifera não se adapta à inundação, devido a alta resistência da difusão foliar, a rápida senescência das folhas, a severa inibição de crescimento do caule e raiz, a alta mortalidade de plântulas e a falta de modificações morfológicas adaptativas como formação de lenticelas hipertróficas e raízes adventícias (TANG & KOZLOWSKI, 1982b).

Assim como em *Inga affinis*, outras espécies quando inundadas, a parte mais prejudicada é o sistema radicular. Em *Ulmus americana* o peso seco total de plantas inundadas foi reduzido a metade em relação a plantas não inundadas, sendo que o feito mais drástico foi a redução do peso seco de raízes (NEWSOME et al, 1982). Outras espécies apresentam resultados semelhantes quando inundadas como em *Platanus occidentalis* (TANG & KOZLOWSKI, 1982a; TSUKAHARA & KOZLOWSKI, 1985); *Eraxinus pennsylvanica* (SENA GOMES & KOZLOWSKI, 1980b); *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus globulus* (SENA GOMES & KOZLOWSKI, 1980a), entre outras.

Em *Hevea brasiliensis*, plantas submetidas à inundação, desenvolvem lenticelas hipertróficas e raízes adventícias após

duas semana de inundação. Nessa espécie o peso seco da raiz é menor em plantas inundadas do que em plantas controle, porém o peso seco do caule não difere entre os dois tratamentos, provavelmente devido ao desenvolvimento de raízes adventícias (SENA GOMES & KOZLOWSKI, 1988).

5.4.2 TOLERÂNCIA À INUNDAÇÃO: IMPORTÂNCIA DE LENTICELAS HIPERTRÓFICAS E RAÍZES ADVENTÍCIAS.

Apesar de haver grande variação de mudanças morfológicas entre espécies sujeitas à inundação, a resposta típica inclui hipertrofia das lenticelas, desenvolvimento de raízes adventícias e regeneração de novas raízes a partir do sistema radicular original. Essas modificações morfológicas podem ter implicações fisiológicas ou não. Existem muitos experimentos que demonstram que essas estruturas são fisiologicamente adaptativas para diversas espécies, enquanto que para outras espécies estas modificações não estão relacionadas com atividades fisiológicas.

Em *Eraxinus pennsylvanica* plântulas que desenvolvem raízes adventícias têm maior eficiência na absorção de água em cerca de 80% comparado com plantas que tiveram retiradas tais estruturas (SENA GOMES & KOZLOWSKI, 1980b).

Apesar dos vários estudos realizados, existe muita controvérsia à respeito do efeito da formação de raízes adventícias no sentido delas serem benéficas ou não em das plantas inundadas. Algumas espécies, como *Helianthus annuus*, mesmo desenvolvendo raízes adventícias, têm seu crescimento muito afetado (WAMPLE & REID, 1978). GILL (1975) removeu as raízes adventícias de *Alnus glutinosa* e esse tratamento não causou efeito no crescimento do caule e peso seco das folhas, porém o tratamento parece reduzir o número de folhas. O mesmo ocorre com plantas de *Acer rubrum* e *Betula nigra* onde, através de estudos se concluiu que as raízes adventícias não exercem um importante

papel na sobrevivência de plantas quando estas são inundadas (KOZLOWSKI, 1984).

Por outro lado, estudos com outras espécies como *Plantanus occidentalis* indicam evidências da importância fisiológica das raízes adventícias quando as plântulas são inundadas. Nessa espécie o crescimento foi reduzido quando as plântulas foram inundadas com água parada e a retirada de raízes adventícias reduziu significativamente o crescimento de plântulas (TSUKAHARA & KOZLOWSKI, 1985). Em *Melaleuca quinguanervia* a abundância da produção de raízes adventícias foi relacionada com o alto grau de tolerância à inundação (SENA GOMES & KOZLOWSKI, 1980c).

Pelos resultados obtidos com *Inga affinis*, verificamos que as plantas não inundadas (controle) aumentam proporcionalmente a biomassa para as três estruturas, principalmente para folha e para a raiz.

Nos três tratamentos com plantas inundadas, a baixa proporção de alocação destinada para a raiz é esperada, pois a raiz passa a ter apenas função de fixação.

O incremento de biomassa para o caule está relacionado com sua nova função. Em condições de inundação, o caule é responsável pelo desenvolvimento das raízes adventícias e lenticelas hipertróficas. A raiz adventícia é responsável pela absorção de nutrientes e água. Por ser porosa, a raiz adventícia permite que o oxigênio, que entrou através da lenticela hipertrófica, seja distribuído para todo o sistema radicular (JOLY, 1990).

A retirada das raízes adventícias não causa diferença na proporção de alocação destinada para as diferentes partes da planta. O desenvolvimento da raiz adventícia pode ser adaptativa para muitas espécies, enquanto para outras é causado por um desbalanço hormonal (JOLY, 1970). Porém, pelos dados brutos de peso seco, observamos que plantas de *Inga affinis* que tiveram retiradas somente as raízes adventícias, investiram mais em raiz do que plantas que não tiveram essa estrutura retirada. Com a retirada das raízes adventícias, supõem-se que o sistema radicular original seja "forçado" a continuar funcional. Quando as plantas são inundadas, verificamos que o sistema radicular se deteriora, porém desenvolve algumas raízes mais grossas e esbraquiçadas, provavelmente a um custo energético maior. Com a retirada de raízes adventícias sugere-se que a planta invista mais nas raízes do sistema radicular original, que passariam a executar as funções de absorção de água e nutrientes.

No tratamento em que ambas estruturas foram retiradas, é provável que o oxigênio passe a ser transportado das folhas para o sistema radicular (CHIRKOVA, 1973) ocasionado incremento de biomassa da folha. Porém essa teoria é muito discutível e de difícil aceitação entre os fisiologistas.

Verificamos que o número de folhas em *Inga affinis* não varia nos diferentes tratamentos, após quatro meses de inundação e em plantas controle, ocorrendo uma diferença no peso médio das folhas entre os tratamentos. Esse comportamento é variável, já que em *Mayra brasiliensis* o número de folha, assim como o peso médio das folhas são menores em plantas inundadas (SENA GOMES &

KOZLOWSKI, 1988).

Apesar dessas controvérsias, é evidente a importância de raízes adventícias em algumas espécies tolerantes. Muitas delas ao desenvolverem tais estruturas, aumentam a capacidade de absorção de água e nutrientes. Compensando, assim, a perda da capacidade de absorção do sistema radicular original, pois este se deteriora quando o solo está hidricamente saturado (HOOK & SCHOLTENS, 1978). As raízes adventícias em espécies tolerantes têm importante papel de oxidar a rizosfera e transformar produtos tóxicos do solo em substâncias menos nocivas. Dessa forma aumenta também a disponibilidade de sintetizadores de hormônios de crescimento principalmente giberilina e citocinina para o caule (REID & BRADFORD, 1984).

A distribuição de qualquer espécie está muito relacionada com a sua síndrome de dispersão e com a sua habilidade de encontrar um "safe site" (SILVERTOWN, 1987). Em *Inga affinis* a dispersão é de difícil determinação devido a influencia que o rio exerce nas sementes. Muitas vezes são encontrados frutos boiando, que podem servir de alimento para peixes e quando as sementes são liberadas, por ruptura da vagem, estas afundam. As sementes então, podem ficar depositadas no fundo do rio ou nas suas margens, em lugares onde haja depressões. Porém se o fruto não se abre, este é levado pela correnteza até ser depositado nas margens, podendo se estabelecer. O fato da semente germinar dentro do fruto, proporciona proteção contra predadores e mantém uma umidade mais constante.

A ocupação de ambientes periodicamente inundados é muito controvertida. No caso de *Inga affinis*, verificamos que sua ocorrência ao longo do rio Jacaré-Pepira está concentrada em áreas sujeitas à inundação. Através dos experimentos, verificamos que essa espécie não depende necessariamente de um período de inundação para se desenvolver, pois a germinação e o estabelecimento de plantas pode ocorrer em áreas não inundadas. A não ocorrência dessa espécie em áreas não inundadas talvez seja devido a exclusão competitiva, pois seu desempenho em áreas inundadas, apesar de ser menor do que em áreas secas, é satisfatório.

6. CONCLUSÕES

. O padrão de distribuição espacial de *Inga affinis* DC. é contagioso para os três estádios de desenvolvimento (plântula, juvenil e adulto).

. A taxa de transformação de botão floral em fruto é 8%.

. A semente é fotoblástica neutra.

. O arilo da semente retarda o início do processo germinativo, porém após 10 dias de germinação, a taxa é a mesma para sementes com e sem arilo, no claro e escuro.

. Sementes colocadas para germinar imersas em água destilada germinam em torno de 70%.

. A viabilidade da semente é de cerca de 10 dias.

. A semente germina dentro do fruto com a radícula perfurando a vagem.

. Plantas inundadas tem o peso seco e o crescimento em altura menor do que plantas não inundadas.

. Plantas de *Inga affinis*, quando inundadas, desenvolvem raízes adventícias e lenticelas hipertróficas.

. Não há diferença entre crescimento em altura e peso seco, quando as plantas são inundadas com água corrente e água parada.

. A estrutura mais prejudicada, quando as plantas são inundadas, é o sistema radicular.

BIBLIOGRAFIA

- ANGEVINE, M.W. & CHABOT, B.F. 1979. Seed germination syndromes in higher plantas. IN *Topics in plant population biology*. SOLBRIG, O.; S.JAIN; G.B. JOHNSON & P.H. RAVEN eds. New York, Columbia University Press.
- ALCALAY, N. & AMARAL, D.M. 1982. Quebra de dormência em sementes de Timbauva, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell) Morang. IV Congresso Florestal Brasileiro, Belo Horizonte.
- ARMSTRONG, W. 1979. Aeration in higher plants. *Advances in Botany Research* 7: 225-332.
- ATAROFF, M. 1975. Estudios ecologicos poblacionales en dos especies de árboles de las sabanas de los llanos IN MOREIRA, A.G. 1987. Aspectos demográficos de *Emmotum nitens* (Benth) Miers em um cerradão distrófico do DF. Dissertação de mestrado. Biologia Vegetal, UNICAMP.
- AYODELE COLE, N.H. 1977. Effect of lighth, temperature, and flooding on seed germination of the neotropical *Panicum laxum* Sw. *Biotropica*. 9: 191-194.
- BACCHI, O. 1961. Estudo sôbre a conservação de sementes-IX-Ingá. *Brasantia*, vol 20, 35: 805-814.
- BAKER, H.G. 1975. Sugar concentrations in nectars from hummingbird flowers. *Biotropica* 7: 37-41.
- BARBOSA, J.M. 1982. Germinação de sementes de sete essencias nativas. IV Congresso Florestal Brasileiro, Belo Horizonte, MG.
- BARROSO, G.M. 1984. *Sistemática de angiospermas do Brasil*. Volume 2. Viçosa, UFV, Impre. Univ.
- BERTONI, J.E. de A. & MARTINS, F.R. 1987. Composição florística de uma floresta ripária na Reserva Estadual de Porto Ferreira, SP. *Acta Botânica Brasílica* 1: 17-26.
- BRADFORD, K.J. & YANG, S.F. 1981. Physiological responses of plants to waterlogging. *Horticulture Science* 16: 25-30.
- BROWER, J.E. & ZAR, J.H. 1984. *Field and laboratory methods for general ecology* 2ª ed. Dubuque, WCB publ.
- BURDICK, D.M. 1989. Root aerenchyma development in *Spartina patens* in response to flooding. *American Journal of Botany*. 76: 777-780.
- BURKART, A. 1979. Leguminosas. Mimosoideas. *Floca Ilustrada Catarinense*, 1a parte. pag. 77-78.

- CAMARGO, J.C.G.; CESAR, A.L.; GENTIL, J.P.; FERREIRA PINTO, S.A. & TROPPIAIR, H. 1971. Estudo fitossociológico e ecológico da vegetação ciliar do rio Corumbataí, SP. *Biogeografia* 3: 1-14.
- CHIRKOVA, T.V. 1973. The role of anaerobic respiration in the adaptation of some woody plants to temporal anaerobiosis. IN *Plant life in anaerobic environments*. Ed. D.D. Hook & R.M.M. Crawford. Ann Arbor Science, Ann Arbor.
- CHIRKOVA, T.V. 1978. Some regulatory mechanisms of plant adaptation to temporal anaerobiosis. IN *Plant life in anaerobic environments*. Ed. D.D. Hook & R.M.M. Crawford. Ann Arbor Science, Ann Arbor.
- CLEMENS, J.; KIRK, A.M. & MILLS, P.D. 1978. The resistance to waterlogging of three *Eucalyptus* species: effect of flooding on ethylene-raising growth substance on *E. robusta*, *E. grandis* and *E. saligna*. *Oecologia* (Bell) 34: 125-131.
- CRAWFORD, R.M.M. 1978. Metabolic adaptations to anoxia. IN *Plant life in anaerobic environments*. Ed. D.D. Hook & R.M.M. Crawford. Ann Arbor Science, Ann Arbor.
- CRAWFORD, R.M.M. 1982. Physiological responses to flooding. *New Ser.* 12B: 453-477.
- COOK, R.E. 1979. Patterns of juvenile mortality and recruitment in plants. *Topics in plant population biology*. New York, Columbia University Press.
- DEBELL, D. & NAYLOR, A.W. 1972. Some aspects affecting germination of swamp tupelo seeds. *Ecology* 53(3): 504-506.
- DREW, M.C. & SISWORO, E.J. 1979. The development of waterlogging damage in young barley plants in relation to plant nutrient status and changes in soil properties. *New Phytologist* 82: 301-314.
- DREW, M.C.; JACKSON, M.B. & GIFFARD, S.C. 1979. Ethylene promoted adventitious rooting and development of cortical air spaces in roots may be adaptative responses to flooding in *Zea mays* L. *Planta* 147: 83-88.
- FEINSINGER, P. 1978. Ecological interactions between plants and hummingbirds in a successional tropical community. *Ecological Monographs* 48: 269-287.
- GATSUK, L.E.; SMIRNOVA, O.V.; VORONTZONA, L.I.; ZAUGOLNOVA, L.B. & ZHUKOVA, L.A. 1980. Age states of plants of various growth forms: A Review. *Journal of Ecology* 68: 675-696.
- GEISLER, G. 1965. The morphogenetic effect of oxygen on roots. *Plant Physiology* 40: 85-88.

- GIBBS, P.E. & LEITÃO FILHO, H.F. 1978. Floristic composition of an area of gallery forest near Mogi-Guaçu, state of São Paulo, S.E. Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 1(1): 151-156.
- GIBBS, P.E.; LEITÃO FILHO, H.F. & ABBOTT, R.J. 1980. Application of the point-centred quarter method in a floristic survey of an area of gallery forest at Mogi-Guaçu, SP, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 3: 17-22.
- GILL, C.J. 1975. The ecological significance of adventitious rooting as a response to flooding in woody species with special reference to *Alnus glutinosa* (L) Gaertn. *Flora (Jena)* 165: 85-97.
- GOTTSBERGER, G. 1978. Seed dispersal by fish in the inundated regions of Humaitá, Amazonia. *Biotropica* 10: 170-183.
- GUNN, C.R. 1984. Fruits and seeds of genera in the subfamily Mimosoidae (Fabaceae). IN *Agricultural research service. Technical bulletin number 1681*.
- HALL, T.F. & SMITH, G.E. 1955. Effect of flooding on woody plants, west sandy wattering project. Kentucky Reservoir. *Journal of Ecology* 53: 281-285.
- HARBORNE, J.B. 1977. Introduction to ecological biochemistry. IN *Plant life in anaerobic environments*. Ed. D.D. Hook & R.M.M. Crawford. Ann Arbor Science, Ann Arbor.
- HARMS, W.R. 1973. Some effects of soil type and water regime on growth of tupelo seedlings. *Ecology* 54: 188-193.
- HARPER, J.L. 1977. *Population Biology of Plants*. Oxford, Aldren Press.
- HEYDECKER, W. 1972. *Seed ecology*. Butterworths, Londres.
- HOOK, D.D. 1984. Adaptation to flooding with fresh water IN *Flooding and plant growth*. KOZLOWSKI, T.T. Academic Press.
- HOOK, D.D.; BROWN, C.L. & KORMANIK, P.P. 1971. Inductive flood tolerance in swamp tupelo (*Nyssa sylvatica* var. *biflora*) *Journal of Experimental Botany* 22: 78-89.
- HOOK, D.D.; LANGDON, O.G.; STUBBS, J. & BROWN, C.L. 1970. Effect of water regimes on the survival, growth and morphology of tupelo seedlings. *Ecological Science* 16: 304-311.
- HOOK, D.D. & SCHOLTENS, J.R. 1978. Adaptations and flood anaerobic tolerance of tree species. IN *Plant life environments*. Eds D.D. Hook and R.M.M. Crawford. Ann Arbor Science Publ. Ann Arbor, Michigan.

- HOSNER, J.F. & BOYCE, S.G. 1962. Tolerance to water saturated soil of various bottomland hardwoods. *Forest Science* 8: 180-186.
- HUBER, J. 1910. Matas e madeiras amazônicas. IN GOTTSBERGER, G. 1978. Seed dispersal by fish in the inundated regions of Humaitá, Amazonia. *Biotropica* 10: 170-183.
- JACKSON, M.B. & DREW, M.C. 1984. Effects of flooding on growth and metabolism of herbaceous plants. IN *Flooding and plant growth*. KOZLOWSKI, T.T. Academic Press.
- JACKSON, M.B.; HERMAN, B. & GOODENOUGH, A. 1982. An examination of the importance of ethanol in causing injury to flooded plants. *Plant Cell Environment*. 5(2): 163-172.
- JOLY, C.A. 1982. Flooding tolerance mechanisms of some Brazilian trees. PhD Thesis, University of St. Andrews, Scotland.
- JOLY, C.A. 1986. Heterogeneidade ambiental e diversidade de estratégias adaptativas de espécies arbóreas de Mata de Galeria. *Anais do X Simpósio Anual da ACIESP* 50: 19-38.
- JOLY, C.A. 1988. Adaptações de plantas de savanas e florestas neo-tropicais à inundação. IN *Ecologia e manejo de savanas neotropicais*. Ed. SARMIENTO, G. (no prelo).
- JOLY, C.A. 1990. Flooding tolerance in tropical trees. IN *Plant life under oxygen deprivation*. Ed. M.B. Jackson, D.D. Davies and H. Lambers.
- JOLY, C.A. & CRAWFORD, R.M.M. 1982. Variation metabolic responses in flooding in some tropical trees. *Journal of Experimental Botany* 33(135): 799-809.
- JOLY, C.A. & CRAWFORD, R.M.M. 1983. Germination and some aspects of the metabolism of *Chorisia speciosa* St. Hil seeds under anoxia. *Revista Brasileira de Botânica* 6(2): 85-90.
- JOLY, C.A.; LIEBERG, S.A. & SPIGOLON, J.R. 1988. Recuperação do rio Jacaré-Pepira (Brotas, SP) com base no estudo fitossociológico de relictos desta formação. XXXIX Congresso Nacional de Botânica, Belém, PA.
- KAWASE, M. 1981. Anatomical and morphological adaptations of plants to water-logging. *Horticultura Science* 16: 8-12.
- KEELEY, J.E. 1979. Population differentiation along a flood frequency gradient: physiological adaptations to flooding in *Nyssa sylvatica*. *Ecological Monographs* 49: 89-108.
- KONINGS, H. & VERSCHUREN, G. 1980. Formation of aerenchyma in roots of *Zea mays* in aerated solutions and its relation to nutrient supply. *Physiologia Plantarum* 49: 265-270.

- KOPTUR, S. 1983. Flowering phenology and floral biology of *Inga* (Fabaceae: Mimosoideae). *Systematic Botany* 4: 354-368.
- KOZLOWSKI, T.T. 1982. Water supply and tree growth: II Flooding. *Ecorestry Abstract* 43: 145-161.
- KOZLOWSKI, T.T. 1984. Responses of woody plants to flooding. IN *Flooding and plant growth*. Ed. KOZLOWSKI, T.T. 1984. Academic Press. London.
- KOZLOWSKI, T.T. & PALLARDY, S.G. 1984. Effect of flooding on water, carbohydrate and mineral relations. IN *Flooding and plant growth*. Ed. KOZLOWSKI, T.T. 1984. Academic Press. London.
- KUHLMANN, M. & KUHN, E. 1947. A flora do distrito de Ibiti. IN GOTTSBERG, G. 1978. Seed dispersal by fish in the inundated regions of Humaitá, Amazônia. *Biotropica* 10: 170-183.
- LEITÃO FILHO, H.F. 1982. Aspectos taxonômicos das florestas do Estado de São Paulo. *Silvicultura em São Paulo*, 16 A: 572-574.
- LIMA, W. de P. 1989. Função hidrológica da mata ciliar. IN *Simpósio sobre mata ciliar*. Ed. BARBOSA, L.M. Fundação Cargill.
- LINHART, Y.B. & BAKER, I. 1973. Intra population differentiation of physiological response to flooding in a population of *Veronica peregrina* L. *Nature* 242: 275-276.
- LUXMOORE, R.J.; SOJKA, R.E. & STOLZY, L.H. 1972. Root porosity and growth responses of wheat to aeration and light intensity. *Soil Science* 113: 354-357.
- MACHADO, I.C.S.; MARTINS, A.B.; SHEPHERD, G.J. 1986. Estudos preliminares sobre o sistema de reprodução em três espécies de *Inga* (Leguminosae: Mimosoideae). XXXVII Congresso Nacional de Botânica. Ouro Preto, MG.
- MANTOVANI, W.; ROSSI, L.; ROMANIUC NETO, S.; ASSAD-LUDEWIGS, I.Y.; WANDELEY, M.G.L.; FIUZA DE MELI, M.M.R. & TOLEDO, C.B. 1989. Estudos fitossociológico de áreas de mata ciliar em Moji-Guaçu, SP, Brasil. IN BARBOSA, L.M. *Simpósio sobre mata ciliar* Ed. BARBOSA, L.M. Fundação Cargill.
- MARIANO, G.; GIANNOTTI, E.; TIMONI, J.L. & VEIGA, A.A. 1982. Reconstituição de floresta de essências indígenas. *Silvicultura em São Paulo* 16: 1086-1091.
- MARQUES, J.Q. de A.; BERTONI, J. & BARRETO, G.B. 1961. As perdas por erosão no Estado de São Paulo. *Brasília* 20 (47): 1143-1181.

- MCPHERSON, D.C. 1939. Cortical air spaces in the roots of *Zea mays* L. *New Phytology* 38: 190-202.
- METIVIER, J.R. 1979. Dormência e germinação. IN *Fisiologia vegetal*. FERRI, M.G. Volume 2. Editora USP.
- MOLDAU, H. 1973. Effects of various water regimes on stomatal and mesophyll conductances of bean leaves. *Photosynthetica* 7: 1-7.
- MOREIRA, A.G. 1987. Aspectos demográficos de *Emmetum nitens* (Benth) Miers em um cerradão distrófico do DF. Dissertação de mestrado, Biologia Vegetal, UNICAMP, SP.
- NEWSONE, R.D.; KOZLOWSKI, T.T. & TANG, Z.C. 1982. Responses of *Ulmus americana* seedlings to flooding of soil. *Canadian Journal of Botany* 6(9): 1688-1695.
- NILSSON, C.; GRELSSON, G.; JOHANSSON, M. & SPERENS, U. 1988. Can rarity and diversity be predicted in vegetation along river banks? *Biological Conservation* 44: 201-212.
- ODUM, E.P. 1985. *Ecologia*. Rio de Janeiro, Interamericana.
- OLIVEIRA, P. 1986. Biologia de reprodução de espécies de *Kielmevaca* em cerrados de Brasília, DF. Dissertação de mestrado, Biologia Vegetal, UNICAMP, SP.
- OSNOBI, O. & OSUNDINA, M.A. 1987. Stomatal responses of woody seedlings to flooding in relation to nutrient status in leaves. *Journal of Experimental Botany* (38) 192: 1166-1173.
- PALMBLAD, S.W. 1968. Competition studies on experimental population of weed with emphasis on the regulation of regulation size. IN *Introduction to plant population ecology*. SILVERTOWN, J.W. 1987. London, Longman ed.
- PERCIVAL, M.S. 1965. *Eleccal biology*. Oxford.
- PRADET, A. & BOMSEL, J.L. 1978. Energy metabolism in plants under hypoxia and anoxia. IN *Plant life in anaerobic environments*. eds D.D. HOOK e R.M.M. CRAWFORD: 89-118.
- PONNAMPERUMA, F.N. 1984. Effects of flooding on soil. IN *Flooding and Plant Growth*. Ed T.T. KOZLOWSKI, Academic Press, New York
- REGEHR, D.L.; BAZZAZ, F.A. & BOGGESS, W.R. 1975. Photosynthesis, transpiration, and leaf conductance of *Populus deltoides* in relation to flooding and drought. *Photosynthetica* 9: 52-61.
- REID, D.M. & BRADFORD, K.J. 1984. Effects of flooding on hormone relations IN *Flooding and Plant Growth*. Ed T.T. KOZLOWSKI, Academic Press, New York

- RICHARDS, P.W. 1952. *The tropical rain forest*. Univ. Press, England.
- RIZZINI, C.T. 1979. *Tratado de fitogeografia do Brasil*. EDUSP & HUCITEC.
- RODRIGUES, R.R. 1989. Análise estrutural das formações florestais ripárias. IN *Simpósio sobre mata ciliar*. BARBOSA, L.M. Fundação Cargill.
- SALAS, D.S. 1974. Analisis del sistema de polinization de *Inga vera* subespecie *spurius*. Thesis, Univ. Costa Rica. IN KOPTUR, S. 1983. Flowering phenology and floral biology of *Inga* (Fabaceae: Mimosoideae). *Systematic Botany* 4: 354-368.
- SALIS, S.M.de & JOLY, C.A. 1988. Estudo florístico e fitossociológico de um relicto de mata ciliar do Rio Jacaré-Pepira, Brotas, SP. XXXIX Congresso Nacional de Botânica, Belém, PA.
- SENA GOMES, A.R. & KOZLOWSKI, T.T. 1980a. Effects of flooding on *Eucalyptus camaldulensis* and *Eucalyptus globulus* seedlings. *Oecologia* 46: 139-142.
- SENA GOMES, A.R. & KOZLOWSKI, T.T. 1980b. Growth responses and adaptation of *Eraxinus pensylvanica* seedlings to flooding. *Plant Physiology* 66: 267-271.
- SENA GOMES, A.R. & KOZLOWSKI, T.T. 1980c. Responses of *Melaleuca guineensis* seedlings to flooding. *Physiologia Plantarum* 49: 373-377.
- SENA GOMES, A.R. & KOZLOWSKI, T.T. 1988. Physiological and growth responses to flooding of seedlings of *Myrsine brasiliensis*. *Biotropica* 20: 286-293.
- SILVERTOWN, J.W. 1987. *Introduction to plant population ecology*. London, Longman ed.
- SIOLI, H. 1986. Tropical continental aquatic habitats. IN *Conservation biology: The science of scarcity and diversity*. SOULÉ, E. 1986. Ed. Sinauer Publ.
- SMIRNOFF, N. & CRAWFORD, R.M.M. 1983. Variation in the structure and response to flooding of root aerenchyma in some wetland plants. *Annals of Botany* 51: 237-249.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F. J. 1981. *Biometry*. 2^a ed. New York, W.H. Freeman & Co.
- SOLBRIG, O.T. 1980. *Demography and evolution in plant populations*. Berkeley, University of California Press.

- SPIGOLON, J.R.; LIEBERG, S.A. & JOLY, C.A. 1989. Recuperação da bacia do rio Jacaré Pepira, Estado de São Paulo. XL Congresso Nacional de Botânica, Cuiabá, MT.
- STEINBLUMS, I.J.; FROELICH, H.A., & LYONS, J.K. 1984. Designing stable buffer strips for stream protection. *Journal of Ecology* 82: 49-52.
- STILES, F.G. 1978. Temporal organization of flowering among the hummingbird floodplains of a tropical wet forest. *Biotropica* 10: 194-210.
- TANG, Z.C. & KOZLOWSKI, T.T. 1982a. Physiological, morphological and growth responses of *Platanus occidentalis* seedlings to flooding. *Plant and Soil* 66: 243-255.
- TANG, Z.C. & KOZLOWSKI, T.T. 1982a. Some physiological and growth responses of *Betula papyrifera* seedlings to flooding. *Physiologia Plantarum* 55: 415-420.
- TANG, Z.C. & KOZLOWSKI, T.T. 1982b. Some physiological and morphological responses of *Quercus macrocarpa* seedlings to flooding. *Canadian Journal of Ecology Research* 12: 196-202.
- THORNTONWAITE, C.W. & MATHER, J.R. 1955. IN Balanco hídrico. PESSOA, N.S. 1985. Boletim Técnico, 190. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, Campinas, SP.
- TROUGHT, M.C.T. & DREW, M.C. 1980. The development of waterlogging damage in wheat seedlings (*Triticum aestivum* L.). I. Shoot and root growth in relation to changes in the concentrations of dissolved gases and solutes in the soil solution. *Plant and Soil* 54: 77-94.
- TROUGHT, M.C.T. & DREW, M.C. 1981. Alleviation of injury to young wheat plants in aerobic solution culture in relation to the supply of nitrate and other inorganic nutrients. *Journal of Experimental Botany* 32: 509-522.
- TSUKAHARA, T. & KOZLOWSKI, T.T. 1985. Importance of adventitious roots to growth of flooded *Platanus occidentalis* seedlings. *Plant and Soil* 88: 123-132.
- VALIO, I.F.M. 1979. Reprodução em plantas superiores. IN *Fisiologia Vegetal*. FERRI, M.G. Volume 2. Ed. USP.
- VAN DER PILJ, L. 1969. Principles of dispersal in higher plants. Springer, New York.
- VARTAPETIAN, B.B.; ANDREEVA, I.N. & NURITDINOV, N. 1978. Plant cells under oxygen stress. IN *Plant life in anaerobic environment*. HOOK, D.D. & CRAWFORD, M.M. eds. Ann Arbor Sci Publ., Ann Arbor, Michigan.

- VICTOR, M.A.M. 1975. A devastação florestal. Sociedade Brasileira de Silvicultura, São Paulo.
- VOESENEK, L.A.C.J.; BLOM, C.W.P.M. & POUWELS, R.H.W. 1989. Root and shoot development of *Rumex* species under waterlogged conditions. Canadian Journal of Botany 67: 1865-1869.
- WALDREN, S.; DAVIES, M.S. & ETRERINGTON, J.R. 1987. Comparative studies of plant growth and distribution in relation to waterlogging. XI Growth of *Geum rivale* L. and *Geum urbanum* L. and soil chemical conditions in experimentally flooded soil. New Phytology 105: 551-562.
- WAMPLE, R.L. & REID, D.M. 1978. Control of adventitious root production and hypocotyl hypertrophy of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in response to flooding. Physiologia Plantarum 44: 351-358.
- WENKERT, W.; FAUSEY, N.R. & WATTERS, H.D. 1981. Flooding responses in *Zea mays* L. Plant and Soil 62: 351-366.
- YU, P.T.; STOLZY, L.H. & LETEY, J. 1969. Survival of plants under prolonged flooded conditions. Agronomy Journal 61: 844-847.