

# RECRUTAMENTO DE PLÂNTULAS DE *Genipa americana* L. (RUBIACEAE) EM MATA RIPÁRIA\*

Cybele de Souza Machado CRESTANA\*\*

## RESUMO

O recrutamento de plântulas de *Genipa americana* L. foi realizado em área de mata ciliar do rio Moji-Guaçu, SP, através da observação e acompanhamento do processo em 3 indivíduos adultos, mediante amostragem em transecções instaladas nas direções NO-SE e SO-NE, em parcelas de 4 m<sup>2</sup>, a distâncias variando entre 0 e 30 m do tronco. A partir do início da germinação foram realizadas 54 coletas semanais em que as unidades de acompanhamento foram buquês emergidos dos frutos/sementes. Os resultados foram expressos em termos da função de densidade, tabela de vida da coorte e relação entre densidade, distância e idade das plântulas, ao longo do ano. Como dados complementares foram levantados, para cada árvore matriz, o diâmetro da copa, sua situação em relação a clareiras e a variação de gradiente de luz nas parcelas. Finalmente, procurou-se indicar as possíveis influências de diferentes condições de luz sobre o estabelecimento. Os resultados mostraram: abundância de sementes; germinação maciça; grande intensidade de deposição de frutos a pequenas distâncias da árvore matriz; densidade como restrição ao recrutamento e pequena taxa de sobrevivência, a distâncias situadas além do limite de projeção da copa, sob condições de luz próprias de clareiras pequenas.

Palavras-chave: *Genipa americana*; mata ciliar; germinação; plântulas; recrutamento; regeneração natural; demografia.

## 1 INTRODUÇÃO

Ocorrida a dispersão de sementes, a regeneração natural é condicionada ao processo de recrutamento de plântulas, que envolve a germinação,

## ABSTRACT

Seedling recruitment of *Genipa americana* L. was studied in riparian forest by sampling transects installed from adult trees in Northwest-Southeast (NW-SE) and Southwest-Northeast (SW-NE) directions. Samples of four square meters with distances varying between 0 to 30 m of the trunk were installed. Fifty-four collections were done, at one-week intervals, from the beginning of germination. The units of monitoring were bouquets emerged of dropped fruits in the soil. Results were expressed in terms of density, survival and seedling density, distance and age ratio along the year. As supplementary data, each matrix tree was characterized in terms of crown diameter, distance from gaps and light variation on each sample. Influence of different light conditions on establishment was indicated. Results shown seeds abundance; massive germination; fall intensity close to mother trees; density as limiting factor to recruitment; low survival rate in some distance from mother trees, in gap conditions.

Key words: *Genipa americana*; riparian forest; germination; seedling; seedling recruitment; forest dynamics; demography.

o crescimento inicial e a incorporação de novos indivíduos à população. A produção de sementes e o recrutamento de plântulas estabelecem o ponto de partida para todos os processos posteriores (SARUKHÁN, 1980).

(\*) Parte da Tese de Doutorado apresentada em 06/12/93 ao Instituto de Biociências da UNESP, Campus de Rio Claro e aceito para publicação em março de 1998.

(\*\*) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

Segundo SCHUPP (1990), a maioria dos estudos de demografia em florestas tropicais tem ignorado a natureza dinâmica dos estádios críticos de produção de sementes e recrutamento de plântulas (SARUKHÁN, 1978). Estudos sobre diferenças anuais na produção e sobrevivência de sementes e recrutamento de plântulas para espécies tropicais são praticamente ausentes na literatura. Além disso, pouco se sabe sobre os fatores que limitam o recrutamento: o meio abiótico (VASQUEZ-YÁNES & OROZCO-SEGOVIA, 1984); o meio biótico (SORK, 1987); ou certa interação entre os dois (AUGSPURGER, 1983; 1984).

Segundo PICKETT (1983) a abundância de sementes e a alta porcentagem de germinação são algumas características de espécies da floresta tropical, onde a germinação, além de constituir resposta à luz, faz parte da dinâmica de ocupação de clareiras.

Por outro lado, a abundância de sementes pode ser analisada sob o ponto de vista dos fatores bióticos, como é apontado por JANZEN (1970 *apud* HARPER & WHITE, 1974; HOWE & WESTLEY, 1988). A hipótese de JANZEN é de que a superabundância de sementes seria uma resposta evolutiva da planta como mecanismo de saciação dos predadores.

Quanto às distâncias de recrutamento, efeitos de densidade e taxas de sobrevivência, é bem conhecida a explicação de JANZEN-CONNELL (1970; 1971, *apud* FENNER, 1985 e HOWE & WESTLEY, 1988) de que a diversidade da floresta tropical e o espaçamento de árvores de mesma espécie são maiores do que se poderia esperar a partir dos padrões de dispersão de sementes, em virtude de muitas espécies não terem regeneração bem sucedida na vizinhança imediata de um adulto coespecífico. Segundo a teoria de JANZEN-CONNELL, a alta densidade de sementes e plântulas na vizinhança da árvore parental atrai predadores específicos que impedem a regeneração nesse local.

De acordo com SCHUPP (1990) as variações no recrutamento são explicadas pela combinação entre queda e predação e explicam, por sua vez, a densidade de adultos na população.

O efeito de clareiras e de outros processos abióticos sobre a germinação e recrutamento foi

discutido por autores como BROKAW & CHEINER (1989), CANHAM (1989) e POULSON & PLATT (1989), em estudos comparativos sobre o desenvolvimento inicial de espécies pioneiras e tolerantes à sombra, de florestas de clima tropical e temperado. Os resultados desses estudos mostraram que a variação de luz durante o estabelecimento inicial é mais importante nas espécies tolerantes, e em florestas tropicais. Assim, para espécies tolerantes, o padrão de distribuição entre indivíduos, no recrutamento, se reflete na distribuição espacial das populações, anos após.

Os estudos de DENSLOW (1980) sobre o regime de clareiras reforçam a explicação: em florestas tropicais úmidas, clareiras pequenas ocorrem em maior frequência do que clareiras grandes. Essa predominância, segundo a autora, é importante, pois o tamanho da abertura no dossel afeta o microclima da floresta e as condições para o estabelecimento, sendo possível observar, em cada tipo de floresta, a coexistência de árvores que dependem de clareiras de mesmo tamanho para se estabelecerem. Dessa forma, o tamanho de clareiras que predominam em uma certa floresta condiciona as espécies de árvores e a densidade de cada espécie nessa floresta. Quanto à dispersão secundária por fatores abióticos, os mesmos estudos, focalizando a ação da água, consideram a dispersão à longa distância como resultado da flutuabilidade dos propágulos.

Examinando os processos de dispersão e recrutamento do ponto de vista da interação entre fatores bióticos e abióticos, MARTÍNEZ-RAMOS & ÁLVAREZ-BUYLLA (1986) exploraram as relações entre a dispersão de sementes em clareiras e as características das comunidades em floresta tropical úmida, mediadas por dispersores de diferentes alcances. Estabeleceram duas síndromes gerais de dispersão/recrutamento: a de espécies pioneiras (intolerantes à sombra) e a de espécies persistentes (tolerantes à sombra). Os mesmos autores, reconhecendo que uma das importantes interações planta-animal nas regiões tropicais úmidas é a frugivoria, destacam a coexistência de um grande número de espécies vegetais que produzem frutos carnosos ou sementes ariladas e de frugívoros mamíferos e pássaros, que podem levá-los a lugares distantes da planta matriz; isso, associado a altos níveis de predação na sua vizinhança,

alcançando locais de clareiras mais favoráveis ao estabelecimento.

No ambiente de mata ciliar do rio Moji-Guaçu, os estudos de CRESTANA (1996) retomaram a interação dos fatores bióticos e abióticos na dispersão de frutos/sementes de *Genipa americana*. A dinâmica de dispersão evidenciou, para a espécie, a síndrome de barocoria associada à zoocoria. Os frutos são grandes, carnosos, suculentos e indeiscentes. Quando maduros, caem preferencialmente sob a copa e são dispersos pela água do rio e pela ação de mamíferos e roedores. Quanto às relações entre a espécie e o ambiente biótico e abiótico da mata ciliar, evidenciou-se, ainda, coincidência entre a abundância, forma, densidade, flutuação do fruto e a topografia local, época de inundação, e presença de macacos e serelepes na floresta, efetivando a dispersão (CRESTANA *et al.*, 1992).

No presente trabalho é focalizada a regeneração natural de *Genipa americana* pelo monitoramento contínuo, dentro de um ano, da coorte de plântulas. Procurou-se conhecer o processo de estabelecimento e os efeitos de densidade, distância da árvore matriz e condições de luz.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local da Pesquisa

A pesquisa foi realizada em área de mata ciliar na Estação Ecológica de Moji-Guaçu, SP, situada entre os paralelos 22°15' S e 22°30' S e entre os meridianos 47°00'W.G. e 47°15'W.G., com altitude média de 680 m. O clima é caracterizado como úmido, mesotérmico, com pouco ou nenhum déficit hídrico e grande excesso no verão, segundo a classificação de Thorntwaite, citada por DE VUONO *et al.*, (1982).

### 2.2 Desenvolvimento das Plântulas até o Estabelecimento

A caracterização das plântulas foi efetuada segundo DUKE (1965).

### 2.3 Recrutamento

#### 2.3.1 Amostragem

Para se avaliar a regeneração natural pelo

recrutamento de plântulas foram utilizadas três árvores matrizes adultas, separadas, localizadas no interior da mata. Para amostragem, fixaram-se transectos nas direções Noroeste-Sudeste (NO-SE) e Sudoeste-Nordeste (SO-NE). Centralizando-se cada árvore, estabeleceu-se transectos de 30 m de comprimento por 2,0 m de largura, com parcelas de coleta delimitadas em áreas de 4,0 m<sup>2</sup>. Nesses limites, procedeu-se ao monitoramento de plântulas através de observações semanais, durante aproximadamente um ano, até a ocorrência de nova queda de frutos. Assim, entre o início da germinação, em abril de 1990 e abril de 1991 totalizaram-se 54 coletas, em que as unidades de acompanhamento foram buquês emergidos dos frutos/sementes.

#### 2.3.2 Parâmetros

Para cada árvore matriz foram levantados:

- a) o diâmetro da copa;
- b) a situação da árvore com relação a aberturas no dossel (clareiras);
- c) a variação de gradiente de luz para cada parcela, nas 4 direções, em termos de: claro; claro/médio; médio; médio/escuro e escuro, por comparação, a critério estabelecido pelo observador. Identificação da intensidade de luz nas parcelas com sobrevivência de plântulas;
- d) a função de densidade; germinação de sementes a diferentes distâncias da árvore matriz. A função de densidade de germinação ao final da deposição de frutos/sementes foi examinada pela contagem em parcelas a diferentes distâncias, utilizando-se a média dos dados das três árvores matrizes. O resultado final foi expresso em termos de número de plântulas por m<sup>2</sup>, com identificação das parcelas com maiores densidades;
- e) a função de germinação de sementes e sobrevivência de plântulas: Tabela de Vida da coorte. O estudo da seqüência da germinação-sobrevivência iniciou-se pelos registros do número de sementes

germinadas em cada parcela. Completada a germinação, passou-se ao monitoramento das plântulas, registrando-se o número de buquês sobreviventes nas parcelas. Foram totalizadas 54 semanas de observação até o início da queda de frutos de nova safra. A relação germinação/sobrevivência foi obtida pelas médias das porcentagens quinzenais das três árvores matrizes. O resultado foi expresso em termos de porcentagem final de sobrevivência, no período observado, e

- f) a relação entre densidade, distância e idade das plântulas, estimada comparando-se os comportamentos médios de germinação e sobrevivência das três árvores matrizes, em suas densidades, ao longo do ano. O resultado foi expresso através do exame das relações entre deposição, sobrevivência e recrutamento.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Germinação e Recrutamento

Durante o mês de março, pode-se observar frutos maduros de *G. americana* caídos ao solo, imersos num tapete de vegetação baixa, sazonal. Nesse meio a espécie predominante é *Hydrocotyle umbellata* L. (Umbelliferae), planta herbácea, rizomatosa que, entremecendo o folheto, surge acompanhada de algumas gramíneas. Exibe exuberante multiplicação, aparentemente condicionada à estação quente e chuvosa, cobrindo extensas áreas no estrato inferior da floresta. O ambiente favorece o apodrecimento dos frutos de *G. americana* (às vezes encontrados predados por larvas de moscas) e a seqüência da germinação das sementes.

No início do processo as sementes são embebidas pela umidade local e pela polpa dos frutos que vai se modificando. Decorrido cerca de um mês, muitas raízes primárias são evidenciadas (FIGURA 1-A). Aproximadamente uma semana depois, algumas plântulas, cujos cotilédones ainda não se libertaram da testa, antecipam o crescimento

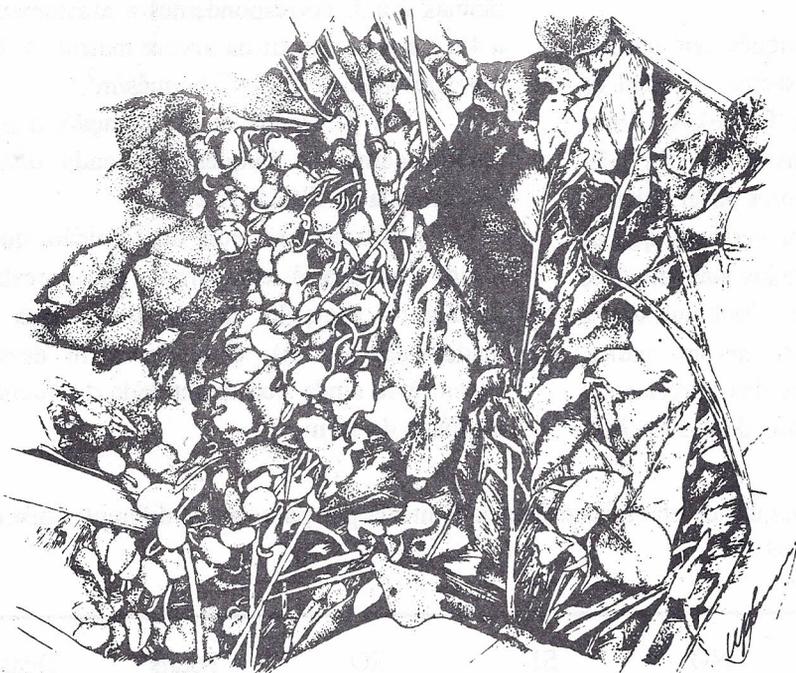
e chegam aos 3,0 cm de altura. A partir de então, o processo se generaliza e plântulas de um mesmo fruto são encontradas em diferentes estádios. À altura aproximada de 4,0 cm, o primeiro par de folhas, deltóides, é liberado da testa e se expande, enquanto algumas raízes, já com cerca de 3,0 cm e providas de ramificações secundárias, começam a fixar-se no solo. Em abril e maio a maior parte dos frutos se transforma em buquês de aproximadamente 18,0 cm de diâmetro, com cerca de 150 plântulas cada, cuja altura média é 5,0 cm (FIGURA 1-B). Inicia-se um período de cerca de 30 dias em que as plântulas se mantêm viçosas, seguido por uma diminuição no ritmo de crescimento. Decorrida essa fase, começa a apresentar-se o primeiro par de cófilos inteiros, opostos, ápice acuminado e cruzado em relação às folhas cotiledonares.

Em pleno outono, com a chegada dos dias frios, observa-se que as plântulas das bordas dos buquês começam a perder a turgescência em vista da grande competição individual. Advém um período crítico para a sobrevivência, com enorme redução no número de indivíduos nos buquês, a maioria destes desaparecendo por completo.

Por volta dos 210 dias após a germinação, as plântulas sobreviventes às mudanças apresentam o segundo par de cófilos, opostos, morfologicamente semelhantes ao primeiro par. Transcorridos mais ou menos 20 dias, verifica-se a queda do par cotiledonar, ocasião em que as plântulas têm, em média, 6,5 cm de altura e raízes de até 4,5 cm.

Assim permanecem até os 360 dias, quando contam 4, às vezes 6 metáfilos. Ao final do primeiro ano de vida, as poucas plantas sobreviventes, embora prejudicadas pela herbivoria, já apresentam estrutura caulinar lenhosa.

Assim, a descrição do desenvolvimento das plântulas de *G. americana*, em contraste com as chaves de identificação de espécies florestais estabelecidas por DUKE (1965), apontam a espécie como apresentando plântulas do tipo fanerocotilar, ou seja, caracterizado por cotilédones que se libertam da testa durante a germinação.



A



B

FIGURA 1 - Regeneração natural de *Genipa americana* L.

A - Sementes germinadas no solo

B - Buquê de plantas emergidas dos frutos

### 3.2 Densidade

O número médio de buquês por parcela nas diferentes distâncias de transectos, ao final da germinação está representado na TABELA 1, bem como as médias gerais e as densidades, nas diferentes distâncias, para as três árvores observadas.

Os resultados permitem verificar que as maiores densidades são encontradas nas direções SO e NO, com médias de 1,13 e 1,06 buquês/m<sup>2</sup> e às distâncias 2 e 3 a partir da árvore matriz. Considerando-se as médias gerais das parcelas, as densidades máximas de germinação, de 9,57 e 7,92

buquês/m<sup>2</sup>, ocorreram, respectivamente, nas distâncias 2 e 3, correspondentes a afastamentos de 2 a 4 e 4 a 6 m a partir da árvore matriz. A densidade amostral média é de 3,42 buquês/m<sup>2</sup>.

A densidade de germinação, a partir das médias gerais de buquês, em cada distância, é apresentada na FIGURA 2.

Observa-se, pela distribuição, que a densidade máxima é encontrada em parcelas localizadas na projeção do limite da copa (aproximadamente 3,0 m). Contudo, além desse limite encontra-se ainda boa quantidade de buquês, até a distância de 10 m.

TABELA 1 - Número médio de buquês de plântulas e densidade média por parcela nas diferentes distâncias e direções de transectos.

Distância	NE	NO	SE	SO	Totais (média geral)	Densidade (buquês/m <sup>2</sup> )
1 - (0 a 2 m)	3,0	4,7	2,7	5,0	15,4	3,85
2 - (2 a 4 m)	9,0	10,0	8,0	11,3	38,3	9,58
3 - (4 a 6 m)	8,3	9,0	2,0	12,3	31,6	7,92
4 - (6 a 8 m)	3,3	4,7	0,7	5,0	13,7	3,43
5 - (8 a 10 m)	1,7	4,3	0,0	1,7	7,7	1,93
6 - (10 a 12 m)	0,3	1,0	0,0	0,3	1,6	0,40
7 - (12 a 14 m)	0,3	0,0	0,0	0,3	0,6	0,15
8 - (14 a 16 m)	0,0	0,3	0,0	0,3	0,6	0,15
Total (média geral)	26,0	34,0	13,3	36,3	109,7	27,43
Densidade Média	0,81	1,06	0,42	1,13	3,42	3,42

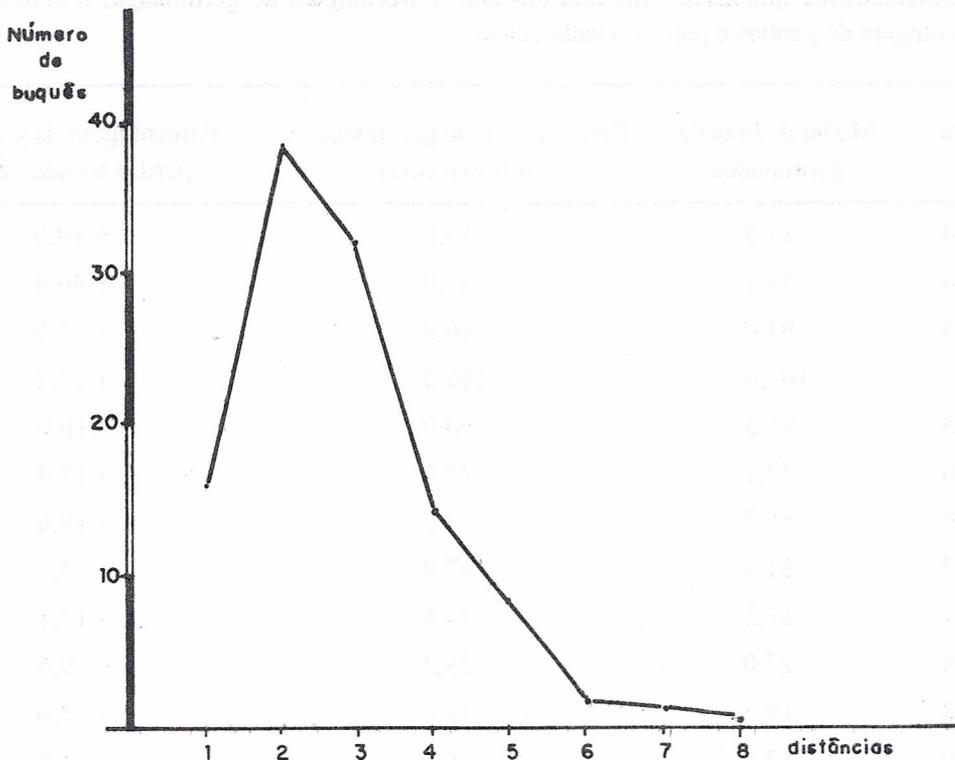


FIGURA 2 - Densidade de germinação de *Genipa americana* L., com a distância da árvore matriz. Diâmetro médio das copas: 5,7 m.

### 3.3 Germinação e Sobrevivência de Plântulas

Na TABELA 2 seqüenciam-se, da 1ª à 27ª coletas quinzenais, os resultados da contagem de "buquês germinados" para cada árvore, registrando-se a média das três matrizes em números absolutos e em porcentagem. Para o cálculo das porcentagens tomou-se como referência (100%) o resultado obtido em 16 de maio, quando a germinação foi completa. Apresentam-se ainda as porcentagens de ganhos e perdas, a cada coleta, calculadas pela diferença entre os resultados de uma coleta e a anterior.

Através da porcentagem de buquês germinados e sobreviventes presentes nas parcelas, a cada coleta, mostram-se as variações no ritmo dos processos, ao longo do ano. No início, a contagem representa o número de buquês; ao final, representa o número de mudas sobreviventes.

A Tabela de Vida da coorte, com base nas porcentagens apresentadas na tabela anterior é apresentada na FIGURA 3. Na linha horizontal

estão registradas as coletas realizadas a intervalos quinzenais no período de um ano; no eixo vertical, as porcentagens de buquês e plântulas. Pela figura, observa-se que os processos de germinação e sobrevivência não ocorrem em ritmo uniforme. A germinação, que se havia iniciado lentamente há cerca de um mês, à data da 1ª coleta (0,4/4) toma um ritmo acelerado e, no prazo de um mês, todos os "frutos" estão germinados. A sobrevivência das plântulas nos sete intervalos de coletas seguintes, entre maio e agosto, sofre seu período mais crítico, apresentando altas porcentagens de perda, que variam entre 5,1% e 19,6% dos buquês, por intervalo. Da 12ª coleta até a 16ª, a mortalidade continua em ritmo menos acelerado, diminuindo 2,5% a cada coleta, no decorrer dos meses de setembro e outubro. Depois deste período, o ritmo da mortalidade é ainda mais lento até o final das coletas. Lentamente se define a taxa de sobrevivência: 1,9% em média, por árvore, no período de um ano.

TABELA 2 - Número médio de “buquês germinados”, nas diferentes datas de coletas, realizadas a intervalos aproximadamente quinzenais, durante um ano. Porcentagem de germinação e sobrevivência e porcentagem de ganhos e perdas a cada coleta.

Coleta	Data	Média de buquês germinados	Porcentagem de germinação e sobrevivência	Porcentagem de ganhos e perdas a cada coleta
1 <sup>a</sup>	04/4	11,3	10,6	+ 10,6
2 <sup>a</sup>	18/4	54,7	51,0	+ 40,4
3 <sup>a</sup>	02/5	93,0	86,9	+ 35,9
4 <sup>a</sup>	16/5	107,0	100,0	+ 13,1
5 <sup>a</sup>	30/5	96,3	90,0	- 10,0
6 <sup>a</sup>	12/6	77,7	72,6	- 17,4
7 <sup>a</sup>	27/6	56,7	53,0	- 19,6
8 <sup>a</sup>	11/7	51,3	47,9	- 5,1
9 <sup>a</sup>	25/7	37,3	34,8	- 13,1
10 <sup>a</sup>	08/8	27,0	25,2	- 9,6
11 <sup>a</sup>	22/8	19,3	18,0	- 7,6
12 <sup>a</sup>	05/9	17,3	16,2	- 1,8
13 <sup>a</sup>	19/9	14,3	13,4	- 2,8
14 <sup>a</sup>	04/10	11,3	10,6	- 2,8
15 <sup>a</sup>	17/10	8,3	7,7	- 2,9
16 <sup>a</sup>	31/10	7,7	7,2	- 0,5
17 <sup>a</sup>	14/11	7,0	6,5	- 0,7
18 <sup>a</sup>	28/11	5,7	5,3	- 1,2
19 <sup>a</sup>	12/12	4,7	4,4	- 0,9
20 <sup>a</sup>	26/12	3,3	3,1	- 1,3
21 <sup>a</sup>	10/1	2,3	2,1	- 1,0
22 <sup>a</sup>	24/1	2,3	2,1	- 0,0
23 <sup>a</sup>	17/2	2,3	2,1	- 0,0
24 <sup>a</sup>	21/2	2,3	2,1	- 0,0
25 <sup>a</sup>	08/3	2,3	2,1	- 0,0
26 <sup>a</sup>	22/3	2,0	1,9	- 0,2
27 <sup>a</sup>	05/4	2,0	1,9	- 0,0

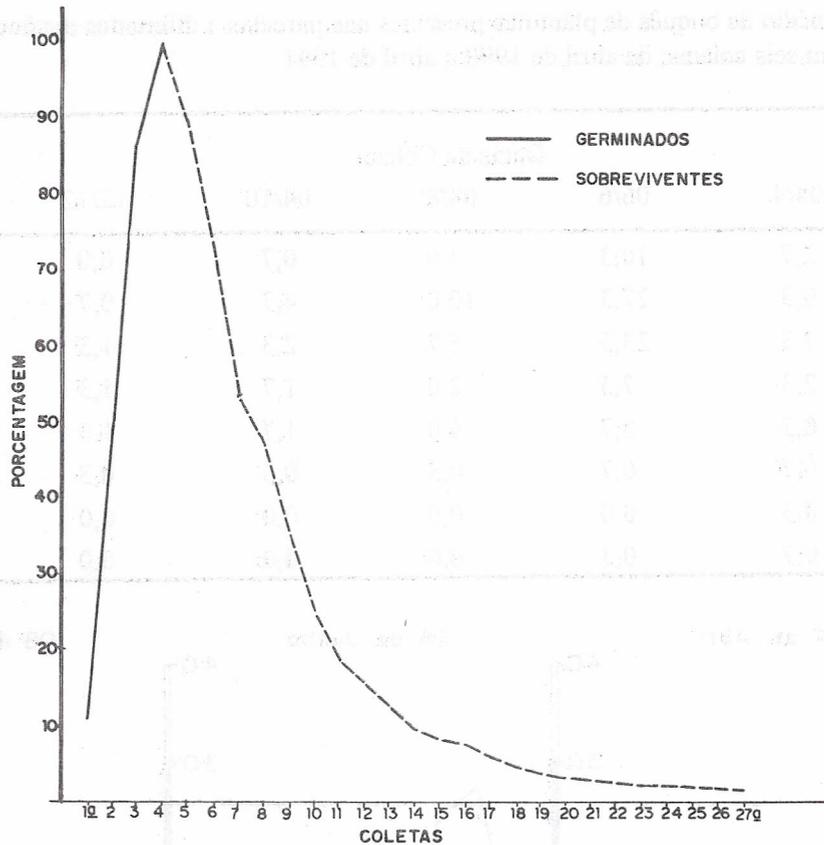


FIGURA 3 - Tabela de Vida da coorte. Porcentagem de buquês de *Genipa americana* L. germinados e sobreviventes nas coletas quinzenais realizadas durante um ano, de abril de 1990 a abril de 1991.

### 3.4 Relação entre Densidade, Distância e Idade das Plântulas

Na TABELA 3 e FIGURA 4 combinam-se as funções de densidade e sobrevivência, apresentando-se o número médio de buquês de plântulas presentes nas parcelas a diferentes distâncias da árvore matriz, em diferentes datas de coleta, a intervalos de dois meses, aproximadamente, no decorrer de um ano. Também podem-se comparar as funções de densidade de germinação e sobrevivência de plântulas ao longo do ano, com base nas médias das árvores matrizes observadas.

Nota-se que o período crítico de mortalidade situa-se entre os meses de junho e agosto, quando a maior parte das plântulas tem entre um e dois meses de idade.

As distâncias críticas de mortalidade são as que apresentam maior densidade de plântulas e situam-se na projeção do limite da copa. Ao final do processo encontram-se sobreviventes, em pequeno

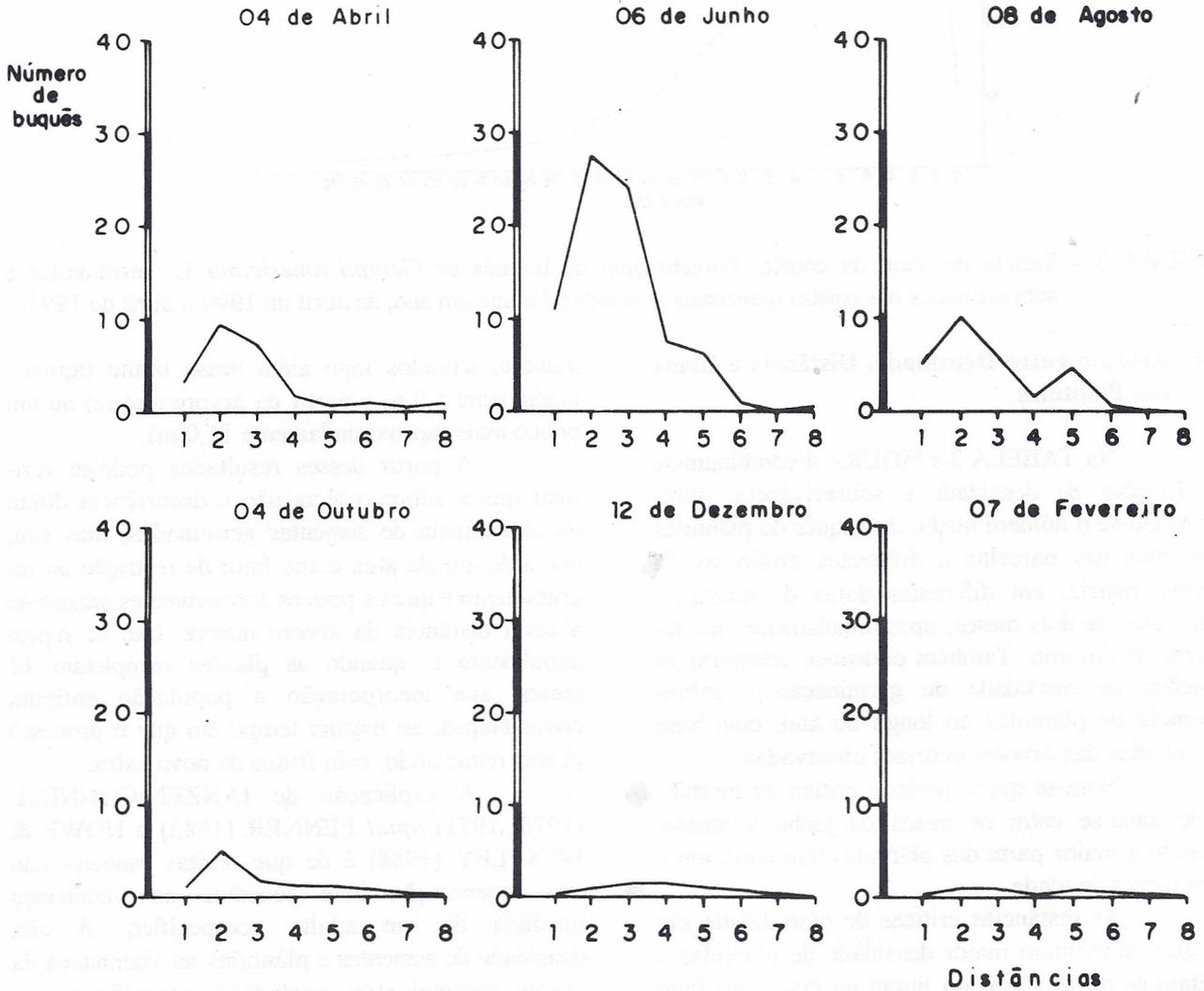
número, situados logo além desse limite (aproximadamente 5,0 m a partir da árvore matriz) ou um pouco mais (aproximadamente 11,0 m).

A partir desses resultados pode-se verificar que a sobrevivência não é decorrência direta da abundância de sementes germinadas, mas sim, que a densidade atua como fator de restrição ao recrutamento e que os poucos sobreviventes situam-se a certa distância da árvore matriz. Isso se repete anualmente e, quando as plantas completam 12 meses, sua incorporação à população enfrenta novas etapas, ao mesmo tempo em que o processo já está reiniciando, com frutos da nova safra.

A explicação de JANZEN-CONNELL (1970; 1971) apud FENNER (1985) e HOWE & WESTLEY (1988) é de que muitas espécies não têm regeneração bem sucedida na vizinhança imediata de um adulto coespecífico. A alta densidade de sementes e plântulas na vizinhança da árvore parental atrai predadores específicos, que impedem a regeneração nesse local.

TABELA 3 - Número médio de buquês de plântulas presentes nas parcelas a diferentes distâncias da árvore matriz, em seis coletas, de abril de 1990 a abril de 1991.

Distância	Datas de Coleta					
	04/4	06/6	08/8	04/10	12/12	07/2
1 - (0 a 2 m)	2,7	10,3	5,0	0,7	0,0	0,0
2 - (2 a 4 m)	9,3	27,3	10,0	4,7	0,7	0,7
3 - (4 a 6 m)	7,3	23,3	5,7	2,3	1,3	0,7
4 - (6 a 8 m)	2,3	7,3	2,0	1,7	1,3	0,0
5 - (8 a 10 m)	0,3	5,7	4,0	1,7	1,0	0,7
6 - (10 a 12 m)	0,7	0,7	0,3	0,3	0,3	0,3
7 - (12 a 14 m)	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8 - (14 a 16 m)	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0

FIGURA 4 - Seqüência de germinação e sobrevivência de buquês de plântulas de *Genipa americana* L. presentes nas parcelas a diferentes distâncias da árvore matriz, a intervalos de dois meses.

Combinando a probabilidade de deposição de sementes, que diminui à medida que se afasta da árvore matriz, com a probabilidade de que uma semente ou plântula atinja a maturidade, que, pelo escape aos predadores, aumenta a essa mesma medida, JANZEN (1970) chega à função de recrutamento, que pode ser vista como um pico a uma certa distância da árvore matriz, que é a distância na qual um novo adulto tem maior probabilidade de se estabelecer.

De acordo com SCHUPP (1990) as variações no recrutamento são explicadas pela combinação entre queda e predação e explicam, por sua vez, a densidade de adultos na população. Por outro lado, a dispersão secundária por insetos, roedores ou água pouco alteraria o padrão de recrutamento, enquanto condições especiais de umidade no solo ou aberturas de luz podem aumentar a sobrevivência. O trabalho de HOWE (1989) diferencia os modos de dispersão esparsa e agrupada, como resultado da ação de pequenos e grandes frugívoros, que se refletem em padrão de distribuição espacial esparsa ou agrupada na população. Contraria o modelo de JANZEN-CONNELL (1970; 1971), opondo ao efeito escape, a hipótese de que espécies de dispersão agrupada, e que produzem buquês de plântulas, desenvolvem resistência à predação, de modo que a alta sobrevivência das plântulas sob e próximo às árvores parentais asseguraria densa agregação dessas espécies na população.

A distribuição espacial agregada seria também resultado do "efeito HUBBELL", de persistência de jovens perto dos pais devido à baixa sobrevivência, mas não nula, do grande número de sementes e plântulas dispersas perto dos parentais (HOWE, 1989).

Em *G. americana* confirmou-se o modelo de JANZEN-CONNELL pela alta mortalidade nas parcelas de maior densidade, próximas à árvore matriz, e pela localização dos sobreviventes.

### 3.5 Influência de Diferentes Condições de Luz sobre o Estabelecimento e Sobrevivência de Plântulas

Na TABELA 4 constam os valores de diâmetro e inclinação das copas e a situação geral de luz resultante da localização de cada árvore matriz,

matriz, assim como as variações nas condições de luz nos transectos, nas diferentes direções e distâncias a partir da árvore matriz. Os seguintes registros foram verificados para as condições de luz: C - clara; C/M - clara para média; M - média; M/E - média para escura. A situação E - escura, não foi observada.

Os asteriscos indicam as parcelas nas quais estão localizadas as plântulas sobreviventes, ao final do monitoramento.

Localizadas na TABELA 4 as plantas sobreviventes, observa-se que a sobrevivência ocorreu quase que exclusivamente no eixo NO-SE e não nas direções de inclinação das copas, mais sombreadas (dossel). Observa-se ainda que a ocorrência deu-se em parcelas sob condições "médias" de luz, resultado que pouco esclarece sobre a influência dessa variável, não permitindo quantificá-la. A análise das condições gerais de luz em cada árvore poderá oferecer uma avaliação geral das condições favoráveis à sobrevivência.

Na TABELA 5, apresentada a seguir, são resumidas as condições de luz das três árvores matrizes.

O exame da TABELA 5 mostra que as árvores A e B, que tiveram sobreviventes, têm maior número de parcelas sob condições de luz média para clara, principalmente a árvore B. São árvores situadas sob clareiras. A árvore C, sem sobreviventes, apresenta a maior proporção de parcelas situadas em condições de luz de média para escura. A partir desses dados pode-se afirmar que, se não é possível relacionar a sobrevivência com condições de "micro-site", é possível relacioná-la com condições do ambiente um pouco mais amplo, correspondente à árvore e seu entorno.

Como resultado final depreende-se que a germinação e o desenvolvimento inicial ocorrem em condições de clareiras pequenas, ou seja, em claros que correspondem à árvore matriz e seu entorno, e não sob dossel.

A importância da luz no processo de recrutamento é coerente com o que foi discutido por BROKAW & SCHEINER (1989), CANHAM (1989) e POULSON & PLATT (1989). No caso de *G. americana*, espécie de estabelecimento dependente de clareiras pequenas e tolerante à sombra, pode-se esperar, portanto, baixa densidade e distribuição esparsa na população.

TABELA 4 - Dados individuais de diâmetro, inclinação da copa e situação geral de luz das árvores matrizes observadas. Condições de luz (clara; clara/média; média; média/escuro ou escuro) nas diferentes distâncias da árvore matriz e direções de transectos.

	Árvore A				Árvore B				Árvore C			
	Diâmetro da copa = 5 m				Diâmetro da copa = 6 m				Diâmetro da copa = 6 m			
	Inclinação - 60% a Nordeste				Inclinação - 70% a Sudoeste				Inclinação - 75% a Sudoeste			
	Localização - sob clareira				Localização - sob clareira				Localização - sob dossel fechado			
Distâncias das Parcelas	Transectos				Transectos				Transectos			
	NE	NO	SE	SO	NE	NO	SE	SO	NE	NO	SE	SO
1 - (0 a 2 m)	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
2 - (2 a 4 m)	M	M	M*	C	M	M	M*	M	M	M	C/M	M
3 - (4 a 6 m)	C/M	C/M	M	C	M	M	M*	M*	M	M	C/M	M
4 - (6 a 8 m)	C/M	C	C/M	C	M	C/M	M	M	M	M	C/M	M
5 - (8 a 10 m)	C/M	M*	C	C	M	M/E	M	M	M/E	M	M	C/M
6 - (10 a 12 m)	C/M	M*	C	C	M	M/E	M	M	M/E	M/E	C/M	M
7 - (12 a 14 m)	C/M	M/E	C	C/M	M	M/E	M	M	M/E	M/E	M	M/E
8 - (14 a 16 m)	M	M/E	C	C/M	M	M/E	M	M	M/E	M/E	M/E	M/E

(\*) Parcelas que contêm plântulas sobreviventes.

TABELA 5 - Número e porcentagem de parcelas sob diferentes condições de luz, nas árvores A, B e C. Cl = clara; M = média; E = escura.

Condição de Luz	Árvore A		Árvore B		Árvore C		Média
	Número de Parcelas	%	Número de Parcelas	%	Número de Parcelas	%	
Cl	10	31,2	0	0	0	0	10,4
Cl/M	9	28,1	1	3,1	5	15,4	15,5
M	11	34,4	27	84,3	17	53,1	57,3
M/E	2	6,3	4	12,5	10	31,2	16,7
E	0	0	0	0	0	0	0

Para DENSLOW (1980) a dispersão de espécies especialistas em clareiras pequenas é fraca e a taxa de mortalidade das plântulas muito alta, o que configura, nas populações adultas da floresta, uma distribuição espacial pouco densa e bastante dispersa ou "suficientemente uniforme", na expressão de PIJL (1982). Nesse microclima de clareiras pequenas as sementes são grandes e têm pequena capacidade de dormência; mas as plântulas são grandes, com sistema radicular profundo, e muitas folhas grandes. As mudas podem ter desenvolvimento muito lento no ano.

Quanto à dispersão secundária por fatores abióticos, focalizando a ação da água, DIRZO & DOMÍNGUEZ (1986) consideram que, embora a flutuabilidade dos propágulos possa levá-los para longe da planta matriz, resultando em dispersão à longa distância, isso é altamente acidental, dependendo da coincidência entre períodos de flutuabilidade do fruto e cheias ou inundações, da mortalidade dos propágulos durante o transporte, e do encontro de condições favoráveis ao estabelecimento no lugar aonde a cheia os leva.

Em *G. americana* o efeito da cheia é o de um agente dispersor de pequena mobilidade e as sementes, uma vez depositadas, passam a sofrer as desvantagens desse dispersor. Os mesmos efeitos são salientados nos estudos de padrão de crescimento e incremento à população realizados por LIEBERMAN & LIEBERMAN (1987), registrando a mortalidade em consequência do regime hídrico, em qualquer idade.

Quanto às síndromes gerais de dispersão/recrutamento estabelecidas por MARTÍNEZ-RAMOS & ÁLVAREZ-BUYLLA (1986) os resultados obtidos com *G. americana* são coerentes com as espécies persistentes e tolerantes à sombra. A dispersão ampla (espacial e temporalmente) das espécies pioneiras é associada com recrutamento em clareiras grandes ( $> 100 \text{ m}^2$ ), que são pouco freqüentes no tempo e no espaço. Nas florestas neotropicais essas clareiras têm um índice de ocorrência de uma por hectare a cada 1,8 - 2,8 anos. A dispersão restrita das persistentes, tanto de dossel superior como inferior, é associada com recrutamento em clareiras pequenas ( $< 20 \text{ m}^2$ ), que são cerca de sete vezes mais freqüentes do que as clareiras grandes nas florestas neotropicais úmidas.

A distribuição desigual, no tempo e no espaço, das grandes clareiras, resulta na produção de

"ondas" de recrutamento nas populações arbóreas, que se manifestam como "manchas" ou aglomerados (agregação), na distribuição espacial e como "degraus" de descontinuidade na distribuição de idades na população.

A distribuição mais freqüente, no tempo e no espaço das clareiras pequenas, resulta, ao contrário, em populações "sem ondas" de recrutamento, que se manifestam como distribuição espacial aleatória, não-segregação entre gerações de jovens e adultos e curvas contínuas ou tendentes à normalidade na distribuição de freqüência de idades. Configuram-se assim, florestas com grande diversidade, compostas por muitas espécies e poucos indivíduos por espécie.

Reconhecendo que uma das importantes interações planta-animal nas regiões tropicais úmidas é a frugivoria, MARTÍNEZ-RAMOS & ÁLVAREZ-BUYLLA (1986) destacam a coexistência de espécies vegetais que produzem frutos carnosos ou sementes ariladas e de frugívoros mamíferos e pássaros que levam os frutos a lugares distantes da árvore matriz, até locais de clareiras mais favoráveis ao estabelecimento. Em *G. americana*, sendo a deposição dependente de agentes bióticos e abióticos, o conjunto de relações pôde ser observado. Seria importante verificar, em estudo posterior, os reflexos dessas ocorrências na população.

#### 4 CONCLUSÕES

Os resultados do monitoramento do processo de germinação e sobrevivência indicaram as seguintes características de *G. americana*, na mata ripária:

- abundância de sementes;
- germinação maciça;
- grande densidade de deposição a pequenas distâncias da árvore matriz;
- densidade como restrição ao recrutamento, e
- pequena taxa de sobrevivência, a certa distância da árvore matriz, sob condições de luz próprias de clareiras pequenas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUGSPURGER, C. K. 1983. Seed dispersal of the tropical tree *Platypodium elegans*, and the scape of its seedlings from frugal pathogens. *Journal of Ecology*, London, 71:759-771.
- \_\_\_\_\_. 1984. Seedling survival of tropical tree species: interactions of dispersal distance, light-gaps, and pathogens. *Ecology*, New York, 65:1705-1712.
- BROKAW, N. V. L. & SCHEINER, S. M. 1989. Species composition in gaps and structure of a tropical forest. *Ecology*, New York, 70(3):538-541.
- CANHAM, C. D. 1989. Different responses to gaps among shade-tolerant tree species. *Ecology*, New York, 70(3):548-556.
- CRESTANA, C. de S. M. et al. 1992. Fenologia do fruto de *Genipa americana* L. (Rubiaceae) em mata ciliar do Rio Moji-Guaçu, SP. *IPEF*, Piracicaba, (45):31-34.
- CRESTANA, C. de S. M. 1996. Dispersão de frutos/sementes de *Genipa americana* L. (Rubiaceae) em mata ciliar do Rio Moji-Guaçu, SP. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 8(2):213-221.
- CONNELL, J. H. 1971. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rainforest trees. In: BOER, P. J. den & GRADWELL, G.-R. (eds.) *Dynamics of populations*. Wageningen, Holland, Centre for Agricultural Publishing and Documentation. p. 298-312
- DENSLOW, J. S. 1980. Gap partitioning among tropical rain forest trees. *Biotropica*, St. Louis, 12: 47-55. (Tropical Succession)
- DIRZO, R. & DOMÍNGUEZ, C. A. 1986. Seed shadow, seed predation and the advantages of dispersal. In: ESTRADA, A. & FLEMING, T. H. (eds.) *Frugivores and seed dispersal*. The Netherlands, Dordrecht, Dr. W. Junk Publishers. v. 19. p. 237-249.
- DUKE, J. A. 1965. Keys for the identification of seedlings of some prominent woody species in light forests types in Puerto Rico. *Ann. Mo. Bot. Garden*, St. Louis, 52(3):314-350.
- DE VUONO, Y. S.; BARBOSA, L. M. & BATISTA, E. A. 1982. A Reserva Biológica de Mogi-Guaçu. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão - SP, set. 12-18, 1982. *Anais ... Silv. S. Paulo*, São Paulo, 16A:548-558. Pt. 1. (Edição Especial)
- FENNER, F. 1985. *Seed Ecology*. London, Chapman and Hall. 151p.
- HARPER, J. L. & WHITE, J. R. 1974. The demography of plants. *Ann. Rev. Ecol. System.* 5:419-463.
- HOWE, H. F. 1989. Scatter and clump-dispersal and seedling demography: hypothesis and implications. *Oecologia*, Berlin, (79):417-426.
- \_\_\_\_\_. & WESTLEY, L. C. 1988. *Ecological relationships of plants and animals*. New York, Oxford University Press. 273p.
- JANZEN, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forest. *The American Naturalist*, Chicago, (104):501-528.
- LIEBERMAN, D. & LIEBERMAN, M. 1987. Forest tree growth and dynamics at La Selva, Costa Rica (1969-1982). *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge, 3:347-358.
- MARTÍNEZ-RAMOS, M. & ÁLVAREZ-BUYLLA, E. 1986. Seed dispersal gap dynamics and tree recruitment: the case of *Cecropia obtusifolia* at Los Tuxtlas, Mexico. In: ESTRADA, A. & FLEMING, T. H. (eds.) *Frugivores and seed dispersal*. The Netherlands, Dordrecht, Dr. W. Junk Publishers. v. 25. p. 333-346.
- PICKETT, S. T. A. 1983. Differential adaptation of tropical species to canopy gaps and its role community dynamics. *Tropical Ecology*, Varanasi, 24(1):68-84.
- PIJL, L. van der. 1982. *Principles of dispersal in higher plants*. 3ed. Berlin, Springer-Verlag. 214p.
- POULSON, T. L. & PLATT, W. J. 1989. Gap light regimes influence canopy tree diversity. *Ecology*, New York, 40(3):553-555.
- SARUKHÁN, J. 1978. Studies of plant demography: *Ramunculus repens* L., *R. bulbosus* L. and *R. acris* L. II. Reproductive strategies and seed population dynamics. *Journal of Ecology*, London, 62:151-177.
- \_\_\_\_\_. 1980. Demographic problems in tropical systems. In: SOLBRIG, O. T. (ed.) *Demography and evolution in plant populations*. Oxford, England, Blackwell Scientific. 219p. (Botanical Monographs, 15)

CRESTANA, C. de S. M. Recrutamento de plântulas de *Genipa americana* L. (Rubiaceae) em mata ripária.

- SCHUPP, E. W. 1990. Annual variation in seedfall, postdispersal predation and recruitment of neotropical tree. *Ecology*, New York, 71(2):504-515.
- SORK, V. L. 1987. Effects of predation and light on seedling establishment in *Gustívia superba*. *Ecology*, New York, 68(5):1341-1350.
- VASQUEZ-YÁNES, C. & OROZCO-SEGOVIA, A. 1984. Ecophysiology of seed germination in the tropical humid forests of the world: a review. In: MEDINA, E.; MOONEY, H. A. & VASQUEZ-YÁNES, C. (eds.). *Physiological ecology of plants of the wet tropics*. La Haya, Dr. W. Junk Public. p. 37-51.