

ESTRUTURAS FLORAIS, FLORAÇÃO E TÉCNICAS PARA A POLINIZAÇÃO CONTROLADA DO GUARANAZEIRO¹

JOSÉ RICARDO ESCOBAR², MARIA PINHEIRO FERNANDES CORRÊA³
e FRANCISCO PERALTA AGUILERA⁴

RESUMO - O guaranazeiro (*Paullinia cupana*) é uma espécie monóica, alógama, cuja polinização natural é entomófila, efetuada principalmente por abelhas. Pelo fato de apresentar, em grau variável, a abertura de flores de ambos os sexos em ramos diferentes, numa mesma planta, num mesmo dia, é provável a ocorrência de um número considerável de auto-fecundações naturais. As flores iniciam sua abertura durante a noite, a partir das 2 horas, terminando ao redor das 4:30 horas. As flores masculinas apresentam pólen nas anteras antes do nascer do sol. A duração da antese é de, aproximadamente, nove horas. Pelas técnicas de polinização controlada desenvolvidas, obteve-se de todos os cruzamentos uma média de 24 frutos e 26 sementes por saco de isolamento, tendo, entretanto, cruzamentos de até 150 sementes, dependendo do número de inflorescências isoladas. Com uma média de 60 sacos de isolamento foi possível produzir até 900 sementes por matriz.

Termos para indexação: polinização controlada, abelhas, auto-fecundação, *Paullinia cupana*.

FLORAL STRUCTURES, FLOWERING AND CONTROLLED POLLINATION TECHNIQUES IN GUARANÁ

ABSTRACT - The natural pollination of the guaraná (*Paullinia cupana*), a monoecious, allogamous species, is performed by insects, mainly by bees. The flowering of both sexes in different branches in a single plant occurs the same day. Consequently the occurrence of considerable natural self pollinations is probable. The flowers start opening from two o'clock until approximately 4:30 o'clock in the morning. The male flowers show pollen in the anthers before sunrise. The anthesis takes about a nine-hour period to be performed. By the pollination techniques developed, it was possible to obtain an average of 24 fruits and 26 seeds per isolation bag, with a maximum of 150 seeds, depending on the number of inflorescences isolated per bag. With an average of 60 isolation bags, it is possible to obtain as many as 900 seeds per plant.

Index terms: controlled pollination, bees, self pollination, *Paullinia cupana*.

INTRODUÇÃO

As primeiras referências botânicas do guaraná foram realizadas por Humboldt & Bonpland, segundo Ducke (1937). Descrições das inflorescências e flores do guaraná foram efetuadas por Cabral (1932), Ducke (1937), Pantoja, citado por Vasconcelos et al. (1976), e Cavalcante (1976). O mecanismo de floração e frutificação do guaranazeiro foi descrito por Schultz & Valois (1974). Moreira et al. (1975) e Gondim (1978). A referida literatura constitui uma contribuição importante para o conhecimento da biologia reprodutiva do guaranazeiro, porém ainda não é completa. São necessárias informações detalhadas acerca das relações inseto-

-flor, crescimento de inflorescências e flores e estudos citológicos.

Com o objetivo de desenvolver técnicas de polinização controladas, adequadas ao sistema reprodutivo do guaranazeiro, foram realizadas observações complementares à literatura existente, acerca da estrutura floral e floração do guaranazeiro. As informações obtidas foram aplicadas à execução de cruzamentos controlados entre matrizes selecionadas de guaraná.

MATERIAL E MÉTODOS

Estruturas florais e floração

As observações foram realizadas, durante os anos de 1981 e 1982, em dois locais: Estação Experimental do km 30 da rodovia AM-010, Manaus, e Campo Experimental de Maués, pertencentes à UEPAE de Manaus. Para a descrição das inflorescências, foram amostradas, ao acaso, dez inflorescências de ramos e dez de gavinha. Determinou-se, por inflorescência, o número de fascículos florais, número de botões florais, número médio de botões flo-

¹ Aceito para publicação em 15 de março de 1984.

² Eng.^o Agr.^o, M.Sc., Convênio IICA/EMBRAPA/UEPAE de Manaus, Caixa Postal 455, CEP 69000 Manaus, AM.

³ Eng.^o Agr.^o, M.Sc., EMBRAPA/UEPAE de Manaus.

⁴ Biólogo, Programa de Pós-Graduação do INPA.

rais por fascículo, comprimento da inflorescência (cm) e tipo de pedúnculo. As estruturas florais foram descritas dissecando-se 20 flores de cada seco e observando-as com um microscópio estereoscópio (ZEISS : x 40). Mediu-se o comprimento em mm de 30 flores, a partir do ponto de inserção com a inflorescência, com a ajuda de um paquímetro.

A duração da antese efetiva das flores masculinas e femininas foi determinada, visualmente, acompanhando a floração de algumas inflorescências de 200 plantas de guaraná, com idade variando de 4 a 20 anos.

O início da abertura das flores foi observado cada 2 horas em inflorescências de dez plantas, durante uma noite, a partir das 24 h até as 6 h. Para verificar a existência ou não de pólen nas flores masculinas abertas no referido período, passaram-se as anteras na base inferior da unha do dedo polegar.

Os períodos de floração por planta foram determinados, observando 28 plantas de guaraná, em Manaus e em Maués, no ano de 1982. Verificou-se o início e o fim da floração a partir da data de antese da primeira inflorescência até a data da antese da última inflorescência em cada planta.

Técnicas para polinizações controladas

Foram testados diferentes materiais para o isolamento das inflorescências, objetivando evitar a entrada de insetos e facilitar a observação da evolução da antese. Realizaram-se isolamentos preliminares com sacos de papel de 30 cm x 60 cm com uma janela de plástico de 10 cm x 15 cm, de papel-manteiga de 35 cm x 23 cm, de plástico de diversos tipos e tamanhos e de papel celofane, 42 cm x 50 cm.

O isolamento das inflorescências de guaraná tem por objetivo prevenir principalmente as contaminações por insetos voadores. Dos materiais testados para os sacos de isolamento, o papel celofane transparente incolor resistiu adequadamente à umidade e permitiu uma floração normal das inflorescências. Por outro lado, foi possível observar a evolução da antese e realizar os cruzamentos sem tirar o saco de isolamento. O papel celofane é também utilizado para isolamento de inflorescências de juta (Singh 1980).

Os sacos de isolamento são abertos em ambos os extremos. Para colocá-los na inflorescência ou inflorescências próximas a iniciar a abertura das flores (um ou dois dias antes), fixa-se, com fita de plástico ao ramo na base das inflorescências, um extremo do saco de celofane. O outro extremo do saco foi fechado amarrado com barbante, para facilitar descobrir as inflorescências no momento da polinização controlada. No segundo ano (1982), colocou-se no interior do saco uma armação de arame igualmente fixada ao ramo, com o objetivo de evitar que o celofane, quando úmido, encoste nas inflorescências, ocasionando a podridão destas.

Fecundação dirigida

Diariamente, a partir das 6 horas da manhã, foram observadas todas as inflorescências isoladas, para verificar

a ocorrência da antese ao mesmo tempo; com ajuda de uma pinça foram coletadas flores masculinas abertas, unicamente das inflorescências isoladas, as quais foram mantidas em recipientes de plástico fechados, de preferência pretos (por exemplo, embalagens de filmes), para melhor conservação. Nestas condições, as flores foram mantidas até seu uso, aproximadamente, duas horas após a coleta.

De acordo com o número de inflorescências em antese feminina e o número de flores masculinas coletadas, procedeu-se à realização dos cruzamentos planejados entre matrizes selecionadas pela alta produção e ausência de doenças. Realizaram-se fecundações nas inflorescências isoladas que apresentaram, no mínimo, uma média de 20 flores femininas abertas. Desta maneira, evitou-se fecundar inflorescências que no início abrem poucas flores femininas (três a seis), passando depois ao ciclo masculino sem emitir posteriormente outras flores femininas, o que se traduz num baixo número de frutos. As referidas inflorescências isoladas foram descartadas, utilizando-as unicamente como fontes de pólen.

Para a realização das polinizações, abriu-se o saco de isolamento pela extremidade fechada com barbante, descobrindo a inflorescência com cuidado. As fecundações foram efetuadas com ajuda de uma pinça ou manualmente, passando várias vezes sobre os estigmas receptivos as anteras com pólen; procurou-se utilizar uma flor masculina para cada flor feminina receptiva. Devido ao fato de as flores femininas não abrirem todas no mesmo dia, houve necessidade de repetir os cruzamentos mais uma vez no dia seguinte.

Geralmente, na presença do polinizador, no momento da fecundação manual, os insetos não se aproximam, porém deve-se tomar cuidados extremos, pois é neste estágio que existe um alto risco de contaminação. Imediatamente após as fecundações, procedeu-se novamente ao isolamento das inflorescências, fechando o extremo aberto, com barbante. No caso de sacos de isolamento rasgados, colocou-se um novo em cima do original. Às vezes, depois de uma chuva, concentrou-se água dentro dos sacos; para esvaziá-los, foi efetuado um furo com um alfinete fino que de maneira nenhuma permitiu a entrada de insetos voadores. Por outro lado, ocasionalmente, as formigas penetraram nos sacos de isolamento, geralmente após as fecundações controladas. Acredita-se que elas não causaram contaminações. As auto-fecundações controladas foram possíveis em virtude de o guaranzeiro apresentar antese simultânea dos dois sexos num mesmo dia.

Os sacos de celofane foram retirados somente quando os frutos encontravam-se bem desenvolvidos, tendo a segurança de que a antese nas inflorescências fecundadas estava completamente encerrada.

A eficiência do trabalho de polinização controlada foi avaliada pelo número de frutos e sementes produzidas por cruzamento. Contabilizaram-se os dias transcorridos desde a fecundação das flores femininas em antese, até a colheita das sementes de cada cruzamento (período de maturação de frutos).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estruturas florais

Schultz & Valois (1974) indicaram que as inflorescências do guaraná têm forma de cacho e apresentam dois tipos diferentes: as de ramo que nascem das axilas das folhas, e as de gavinha que se desenvolvem nas gavinhas (pedunculadas) (Fig. 1). Geralmente todas as plantas possuem os dois tipos de inflorescências em números variáveis. Todavia, observaram-se algumas plantas com tendência a apresentar só inflorescências de ramo.

Vasconcelos et al. (1976) indicaram que o tamanho das inflorescências do guaraná é variável, chegando a ultrapassar 30 cm. A Tabela 1 apresen-

ta as características de dez inflorescências de ramo (não pedunculadas) e dez de gavinha (pedunculadas). Nas inflorescências de ramo, o maior comprimento observado foi de 46,5 cm, e o menor, de 14,5 cm; nas inflorescências de gavinha a amplitude foi de 31,5 a 7,5 cm. Os resultados encontrados mostram que efetivamente as inflorescências podem apresentar comprimentos maiores que 30 cm.

Schultz & Valois (1974) mediram o comprimento de 100 inflorescências de guaraná, encontrando uma média de 13,43 cm com extremos de 5 a 26,5 cm. Os comprimentos médios encontrados na amostragem realizada no presente trabalho foram de 24,1 cm para inflorescências de ramo e de 15,3 para inflorescências de gavinha. Estas observações mostram que os comprimentos médios situam-se aproximadamente, entre 10 e 20 cm.

Normalmente, uma inflorescência de guaraná compõe-se de um ráquis sobre o qual se inserem fascículos de 4 a 7 botões florais que, por sua vez, variam entre 30 e mais de 100 (Tabela 1). Por outro lado, o número total de botões florais por inflorescência é também variável, em média, entre 300 e 400, podendo ser, entretanto, superior a 500. Distinguem-se dois tipos de pedúnculos das cúmulas: pedúnculos curtos e longos (Fig. 1). As inflorescências de gavinha têm a tendência de apresentar só pedúnculos curtos.

As flores do guaranzeiro são pequenas, de comprimento aproximado entre 1,5 cm e 2 cm, a partir do ponto de inserção do pedúnculo. São zigomorfas, de cor branca, com cálice contendo cinco sépalas. A corola é formada por quatro pétalas que internamente possuem escamas em forma de crista, com as pontas de coloração amarela. Nas flores femininas, os estames são normais em aparência, porém suas anteras são indeiscentes, enquanto nas masculinas o ovário é rudimentar (Fig. 2 e 3). Estas descrições coincidem com as de Cavalcante (1976) e Pantoja, citado por Vasconcelos et al. (1976).

A flor masculina do guaraná apresenta diferenças no comprimento dos estames, o que constitui uma referência adequada para a esquematização da disposição de sépalas e pétalas da Fig. 2 (A). Do total de oito estames deiscentes que possui a flor masculina, cinco são expostos e três ficam no interior da corola. As duas sépalas menores (mais gros-

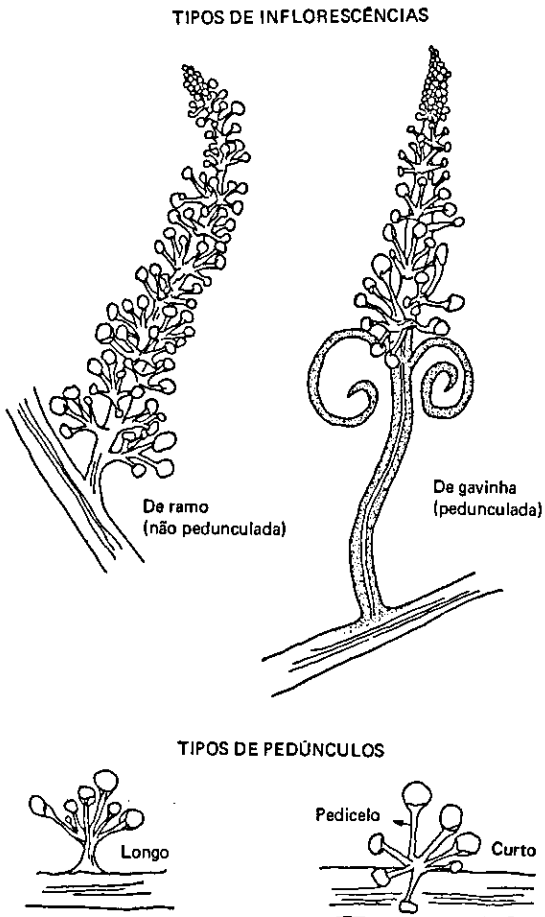


FIG. 1. Tipos de inflorescências e inserções dos fascículos de flores do guaranzeiro.

TABELA 1. Características de inflorescências de ramo e de gavinha do guaranazeiro, Campo Experimental de Maués (observações 18.8.81).

Número de inflorescências		Comprimento (cm)	Nº de fascículos de flores	Nº total de botões florais	Nº médio de botões por fascículo	Tipo de pedúnculo
Ramo	01	46,5	106	584	5,5	Curto
	02	32,5	74	534	7,2	Curto
	03	26,4	89	478	5,4	Longo
	04	25,5	76	340	4,4	Longo
	05	23,0	65	327	5,0	Longo
	06	20,0	63	415	6,5	Curto
	07	18,5	72	269	3,7	Curto
	08	18,5	67	309	4,6	Longo
	09	16,0	43	191	4,4	Curto
	10	14,5	43	218	5,0	Longo
	Média	24,1	70	366	5,2	
Gavinha	01	31,5	91	537	5,9	Curto
	02	18,5	77	540	7,0	Curto
	03	17,5	73	383	5,2	Curto
	04	17,0	82	590	7,1	Curto
	05	15,5	57	416	7,2	Curto
	06	14,0	100	699	6,9	Curto
	07	13,5	53	308	5,8	Curto
	08	9,5	34	133	3,9	Curto
	09	8,5	54	206	3,8	Curto
	10	7,5	57	335	3,9	Curto
	Média	15,3	68	415	5,9	

sas) situam-se uma a cada lado das fileiras de estames. Partindo-se da frente da fileira dos três estames não expostos (Fig. 2-A5), as três sépalas restantes situam-se duas na parte de trás e uma na frente dos referidos estames (Fig. 2-A2). Finalmente, as quatro pétalas com as escamas coriáceas internas com crista amarela (Fig. 2-A3) formam um semicírculo na frente dos estames não expostos (Fig. 2).

Floração

O período de floração do guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *Sorbilis*) coincide com a época seca (julho a setembro) e, aparentemente, comporta-se como uma planta sensível ao hidroperiodismo, termo proposto por Alvim, citado por Vasconcelos et al. (1976). A floração de plantas individuais de guaraná foi muito variável, encontrando-se plantas que floraram apenas durante 35 dias e outras até mais de 100 dias. Em média, o guaraná florou nas condições locais entre 65 e 68 dias (Tabela 2). Certas

plantas concentraram a floração em períodos notadamente mais curtos que outras. Será interessante determinar os fatores que afetam os períodos de floração de plantas individuais de guaraná, e que relação guardam com os períodos de colheita e produção.

Schultz & Valois (1974), estudando o mecanismo de floração em doze plantas de guaraná, durante dois anos, no município de Maués, evidenciaram que a unidade de floração é o ramo do ano, sendo que as inflorescências individuais apresentam ciclos variáveis de floração feminina e masculina em dias diferentes numa mesma inflorescência. Os períodos de abertura de flores nas inflorescências variam entre 14 e 32 dias. Os fluxos de flores femininas abertas numa inflorescência variam entre um e cinco dias, e das masculinas, entre um e 30 dias, observando-se, em média, períodos de dormência entre ciclos de floração de um sexo e outro de, aproximadamente, dois a quatro dias. A relação média

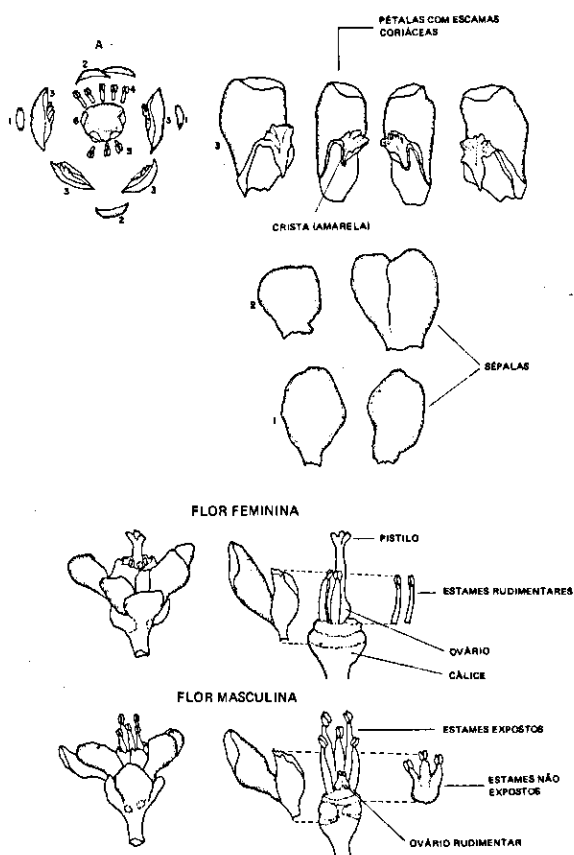


FIG. 2. Estrutura floral do guaranazeiro. A: 1 e 2 sépalos; 3 pétalas com escamas; 4 estames expostos; 5 estames não expostos; 6. base do cálice.

do número de flores femininas e masculinas está em torno de 1:5,54 (Schultz & Valois 1974). Algumas plantas apresentam tendência a produzir só um tipo de flores, sejam estas masculinas ou femininas.

As descrições de Gonçalves (1964), Moreira et al. (1975) e Schultz & Valois (1974) indicaram ser o guaranazeiro uma espécie monóica, alógama, cuja polinização natural é efetuada por insetos, principalmente abelhas. Pelas observações efetuadas em 200 plantas de guaraná em floração, verificou-se que todas as plantas apresentaram a floração só de um tipo de flor em ramos individuais, confirmando os resultados de Schultz & Valois (1974) de que a unidade de floração é o ramo do ano.

No entanto, também se observou, sem exceção,

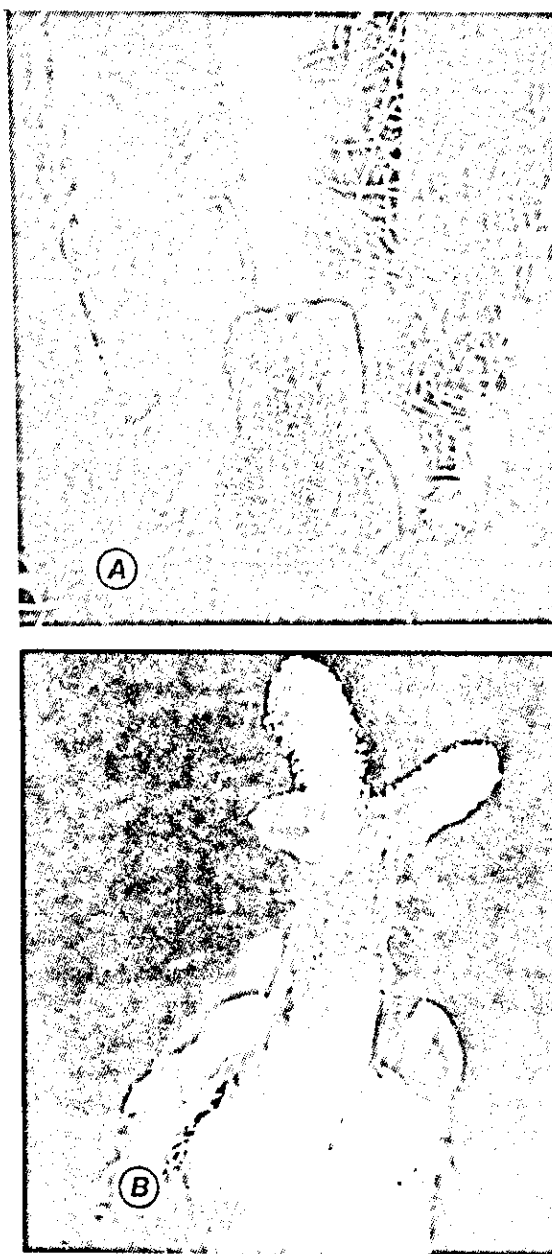


FIG. 3. Flores do guaranazeiro. A: flor masculina com o ovário rudimentar; B: flor feminina com anteras indeiscentes de menor tamanho.

em cada planta da amostra, a ocorrência de ramos com floração feminina e de ramos com floração masculina no mesmo dia. A referida antese simultânea de ambos os sexos do guaranazeiro numa mesma planta leva a supor que também é altamen-

TABELA 2. Distribuição de freqüências do período de floração de duas amostras de 28 plantas de guaraná, Campo Experimental de Maués e Estação do km 30, Manaus, 1982.

Local	Período de floração (dias)														Médias (dias)	
	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		105
Manaus	0	1	1	3	3	1	4	8	2	0	1	1	0	0	0	65
Maués	1	4	1	3	3	0	1	3	2	2	5	3	0	0	1	68

te provável a ocorrência de um número considerável de auto-fecundações naturais, o que mudaria o conceito de que o guaraná seja uma espécie predominantemente alógama. Por outro lado, foi possível obter sementes por auto-fecundações artificiais, o que sugere a possível ausência de mecanismos de auto-incompatibilidade.

Gondim (1978), em estudos relacionados com a biologia reprodutiva do guaranazeiro com ênfase na atividade dos insetos, descreveu a freqüência de floração no tempo, das flores femininas e masculinas de 18 plantas individuais de guaraná, comprovando a existência de uma antese simultânea dos dois sexos. Os resultados apresentam-se na Fig. 4. No eixo horizontal de cada histograma, indicam-se as datas de início, meio e final da floração. No eixo vertical, apresenta-se o número (freqüência) de flores abertas para cada sexo, sendo as freqüências de flores masculinas apresentadas acima da horizontal e das femininas abaixo da horizontal. As zonas sombreadas representam as freqüências (número) de flores femininas por planta, que tiveram presença de flores masculinas em antese no mesmo dia. Estas observações mostram que o padrão e o grau de antese simultânea de ambos os sexos no guaranazeiro é variável, havendo plantas em que quase toda a floração feminina foi simultânea com a masculina (plantas 6, 7, 10 Fig. 4). Por outro lado, as condições nutricionais da planta e o clima, provavelmente, afetam o padrão de floração de um ano para outro, afetando, conseqüentemente, o nível de ocorrência de auto-fecundações naturais.

A abertura das flores de guaraná ocorre durante a noite; o processo de abertura inicia-se, aproximadamente, às 2 h e termina entre 4 e 4:30 h. As flores masculinas apresentam as anteras com pólen ao término do processo de abertura antes da saída do sol, e só permanecem com pólen nas

anteras até, aproximadamente, 10 horas da manhã. A atividade dos insetos danifica as anteras diminuindo a duração da antese efetiva; contrariamente, as flores masculinas nos sacos de isolamento permanecem por mais tempo com pólen nas anteras. A presença de pólen reconhece-se pela cor branca das anteras. Quando se tornam de cor marrom isto significa que já não há mais pólen. Tanto as flores masculinas como as femininas fecham as pétalas quanto terminam as anteses (após o meio-dia). As pétalas fechadas começam a secar, mostrando uma cor amarronzada. Neste estágio, as flores masculinas freqüentemente caem, enquanto as femininas permanecem por mais tempo. Se o ovário apresenta uma cor verde é sinal de que ocorreu uma fecundação, enquanto os ovários não fecundados apresentam-se de cor amarela, caindo depois de um a três dias.

Efetividade das técnicas de polinização controlada

Na Tabela 3, são apresentados o número de fecundações realizadas e os números de frutos e de sementes obtidas por cruzamento nos trabalhos de polinização e auto-fecundações controladas, efetuados nos anos de 1981 e 1982, no Campo Experimental de Maués.

No ano de 1982, o número de polinizações controladas efetivas do total efetuado (sucesso = 67%) foi superior ao do ano de 1981 (sucesso = 43%). Esta diferença pode ser atribuída à introdução, no segundo ano, de uma armação de arame dentro dos sacos de isolamento, que ajudou a melhorar a conservação das inflorescências. Por outro lado, a experiência prática ganha no primeiro ano, também, contribuiu para os melhores resultados obtidos em 1982. Porém o aumento da efetividade não alterou o número de frutos e sementes por cruzamento, que foi similar nos dois anos. Foram produzidos, em média, 24 frutos e 26 sementes por

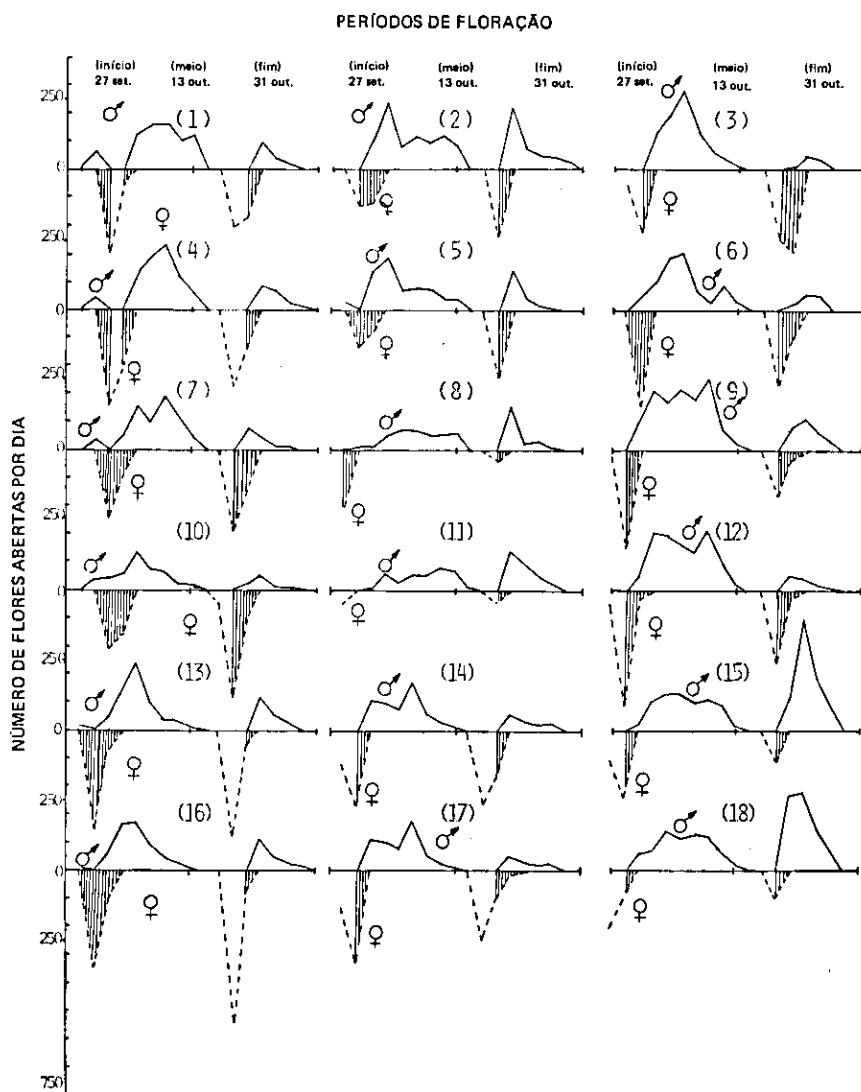


FIG. 4. Padrão de floração de 18 plantas individuais de guaraná. As áreas sombreadas representam as freqüências de flores femininas que tiveram presença de flores masculinas no mesmo dia. Fonte: Gondim (1978).

cruzamento (Tabela 3). Alguns cruzamentos chegaram a produzir até 150 sementes, dependendo do número de inflorescências isoladas e número de flores femininas por inflorescências.

O período de maturação dos frutos de guaraná nos dois anos, desde a antese até a colheita, em média de todos os cruzamentos e auto-fecundações, situou-se entre 68 e 73 dias, com uma amplitude de 63 a 86 e 51 a 86 dias, respectivamente

(Tabela 2). Por outro lado, os frutos das inflorescências, cujas flores foram fecundadas num mesmo dia, foram colhidos em períodos que variaram de 2 a 10 dias.

Pelos resultados obtidos, conclui-se que as técnicas de polinização controladas desenvolvidas permitem obter sementes suficientes para os testes de progênies. Aproximadamente, 60 sacos de isola-

TABELA 3. Número de polinizações controladas, produção de frutos e produção de sementes dos programas de cruzamentos dos anos 1981 e 1982, Campo Experimental de Maués, 1982.

Ano	Polinizações controladas			Frutos		Sementes		Período de maturação dos frutos (dias)**
	Total	Efetivas	Sucesso* (%)	Total	Por cruzamento	Total	Por cruzamento	
1981	297	127	43	2.813	22	3.263	26	73
1982	329	222	67	5.450	24	5.965	27	68
(1981 + 82)	626	349	56	8.263	24	9.228	26	x = 70

* Número de polinizações controladas efetivas/nº total de polinizações (polinização efetiva: produziu pelo menos um fruto).

** Desde a antese (fecundação) até a colheita: média das polinizações efetivas.

mento por planta são necessários para obter até 900 sementes ou mais por matriz.

Para a prática de cruzamentos controlados entre matrizes de floração precoce com matrizes de floração tardia, serão necessários futuros estudos visando a conservação do pólen. Também é preciso conhecer com mais exatidão os períodos de viabilidade do pólen e receptividade do estigma.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos os funcionários da EMBRAPA lotados no Campo Experimental de Maués, AM, em especial, ao Técnico Agrícola Antonio Fernando Santos da Silva e à Auxiliar Administrativa Maria Wiliam Cardoso Neó, pela valiosa colaboração na execução dos trabalhos.

REFERÊNCIAS

- CABRAL, C.O. O guaraná: a planta, propriedades gerais e classificação botânica. *Agri. e Pec.*, Rio de Janeiro, (94):727-9, 1932.
- CAVALCANTE, P.B. Frutos comestíveis da Amazônia. 3.ed. Belém, INPA. 1976. p.135-40.
- DUCKE, A. Diversidade dos guaranazais. *Rodriguesia*, Rio de Janeiro, 3(10):155-6, 1937.
- GONÇALVES, J.R.C. Relatório sobre o trabalho de seleção de guaraná em água fria. Município de Manaus. Estado do Amazonas. s.l., s.ed., 1964.
- GONDIM, C.J.E. Alguns aspectos da biologia reprodutiva do guaraná (*Paullinia cupana* var. *Sorbilis* (Mart.) Ducke). Manaus, INPA, 1978. 82p. Tese Mestrado.
- MOREIRA, F.A.; RIBEIRO, O.C.; FERREIRA, M.A. & MARTINS, G.A. Observações sobre polinização controlada em guaraná. *Inf. téc. ACAR-AM*. Manaus, 3(12):4-6, 8-10, maio 1975.
- SCHULTZ, Q.S. & VALOIS, A.C.C. Estudos sobre o mecanismo de floração e frutificação do guaranazeiro. *B. téc. Int. Pesq. Agropec. Amaz. Ocíd.*, Manaus (4):35-8, 1974.
- SINGH, D.P. Jute. In: FEHR, W.P. & HADLEY, H., eds. *Hybridization of crop plants*. Madison, American Society of Agronomy, 1980. p.407-16.
- VASCONCELOS, A.; NASCIMENTO, J.C. & MAIA, A.L. A cultura do guaraná. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PLANTAS DE INTERÉS ECONÓMICO DE LA FLORA AMAZÓNICA. Belém, 1972. Turiialba, IICA, 1976. p.61-71. (IICA. Informes de Conferências, Cursos y Reuniones, 93).