



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA  
UNIDADE DE EXECUÇÃO DE PESQUISA DE ÂMBITO  
ESTADUAL DE MANAUS

## 1º SIMPÓSIO BRASILEIRO DO GUARANÁ

24 a 28 de outubro de 1983

Manaus, AM

**ANAIS**

Manaus, AM  
1983

## ESTRUTURAS FLORAIS, FLORAÇÃO E TÉCNICAS PARA A POLINIZAÇÃO CONTROLADA DO GUARANAZEIRO

José Ricardo Escobar<sup>1</sup>

Maria Pinheiro Fernandes Corrêa<sup>2</sup>

Francisco J. P. Aguilera<sup>3</sup>

### INTRODUÇÃO

As primeiras referências botânicas do guaraná foram realizadas por Humboldt & Bonpland segundo Ducke (1946). Descrições das inflorescências e flores do guaraná foram efetuadas por Cabral (1932), Ducke (1946), Pantoja citado por Vasconcelos (1976) e Cavalcante (1976). O mecanismo de floração e frutificação do guaranzeiro 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 guaranzeiro, 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 guaranzeiro, foram realizadas observações complementares à literatura existente, acerca da estrutura floral e floração do guaranzeiro. As informações obtidas foram aplicadas para a execução de cruzamentos controlados entre matrizes selecionadas de guaraná no Campo Experimental de Maués, durante os anos de 1981 e 1982.

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.Sc., Convênio IICA/EMBRAPA - UEPAE de Manaus, Caixa Postal, 455, CEP 69.000, Manaus, AM.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.Sc., pesquisadora da EMBRAPA - UEPAE de Manaus

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Programa de Pós-Graduação da INPA.

## MATERIAL E MÉTODOS

**Estruturas florais e floração**

As observações foram realizadas em dois locais: Estação Experimental do km 30 da rodovia AM-010, Manaus e Campo Experimental de Maués, ambas pertencentes a UEPAE de Manaus e durante dois anos (1981-1982). Para a descrição das inflorescências, foram amostradas ao acaso 10 inflorescências de ramos e 10 de gavinha. Determinou-se por inflorescência o número de fascículos florais, número de botões florais, número médio de botões florais por fascículo, comprimento da inflorescência (cm) e tipo de pedicelo. As estruturas florais foram descritas dissecando-se 20 flores de cada sexo 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 10 plantas durante uma noite a partir das 12 horas até as 6:00. Para verificar a existência ou não de polen 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 de 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 x 60 cm com uma janela de plástico de 10 x 15 cm, de papel manteiga de 35 x 23 cm, de plástico de diversos tipos e tamanhos e de papel celofane, 42 x 50 cm.

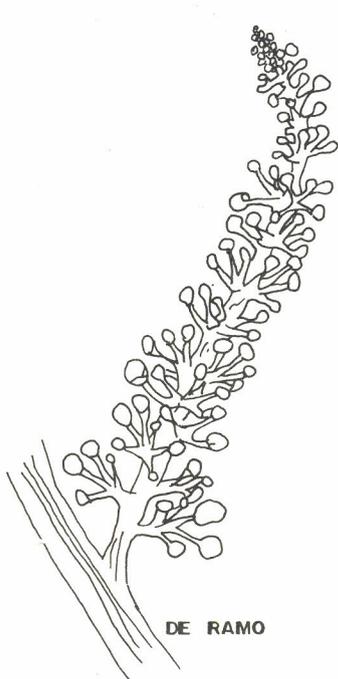
O isolamento das inflorescências de guaraná tem por objetivo prevenir principalmente as contaminações por insetos voadores. Dos materiais testados para os sacos de isolamento, o papel celofane transparente incolor resistiu adequadamente à umidade, e permitiu uma floração normal das inflorescências. Por outro lado, foi possível observar a evolução da antese e realizar os cruzamentos sem tirar o saco de isolamento (Figural). O papel celofane é também utilizado para isolamento de inflorescência 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 (1 ou 2 dias antes) fixa-se com fita plástica 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 uma podridão das mesmas.

### 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 plásticos fechados, de preferência pretos (por exemplo: embalagens de filmes), para

## TIPOS DE INFLORESCÊNCIAS

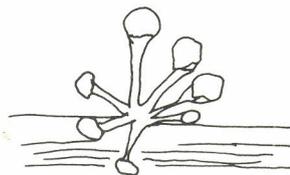
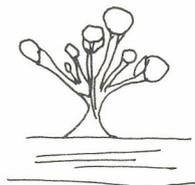


DE RAMO



DE GAVINHA

## TIPOS DE PEDICELO



FIGURA\_1\_ TIPOS DE INFLORESCÊNCIAS E INSERÇÕES DE BOTÕES FLORAIS DO GUARANAZEIRO.

melhor conservação das mesmas. 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 a realização dos cruzamentos planejados entre matrizes selecionadas por sua 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 (3 a 6), 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 (Figura 1). Devido ao fato das 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, devido a que neste estágio é onde 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 as mesmas não causa

ram contaminações. As autofecundações controladas foram possíveis em virtude do guaranazeiro apresentar antese simultânea dos dois sexos num mesmo dia.

Os sacos de celofane foram retirados somente quando os frutos encontraram-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. Contabilizou-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: de ramo que nascem das axilas das folhas e as de gavinha que se desenvolvem nas gavinhas (pendunculadas) (Figura 1). Geralmente todas as plantas possuem os dois tipos de inflorescências em números variáveis. Todavia, observou-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 os 30 cm. Na Tabela 1 se apresentam as características de 10 inflorescências de ramo (não pendunculadas) e 10 de gavinha (pendunculadas). Nas inflorescências de ramo o maior comprimento observado foi de 46,5 cm e o menor de 14,5 cm e 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.

TABELA 1. Características de inflorescências de ramo e de gavi  
nha do guaranazeiro. Campo Experimental de Maués  
(observações (18.08.81)).

	Número de inflores- cências	Compri- mento (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	308	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	
Gavi- nha	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	5.9	Curto
	Média	15.3	68	415	5.9	

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 se situam entre aproximadamente 10 e 20 cm.

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

As flores do guaranazeiro são pequenas, de comprimento aproximado entre 1,5 a 2 cm a partir do ponto de inserção do pedúnculo. São zigomorfas, de cor branca com cálice contendo 5 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 (Figuras 3 e 4). 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 Figura 2 (A). Do total de 8 estames deiscentes que possui a flor masculina, 5 são expostos e 3 ficam no interior da corola. As duas sépalas menores (mais grossas) se situam uma a cada lado das fileiras de estames. Partindo-se da frente da fileira dos três estames não expostos (5A), as três sépalas restantes se situam duas na parte de trás e uma na frente dos referidos estames (2A). Finalmente as 4 pétalas com as escamas coriáceas internas com crista amarela

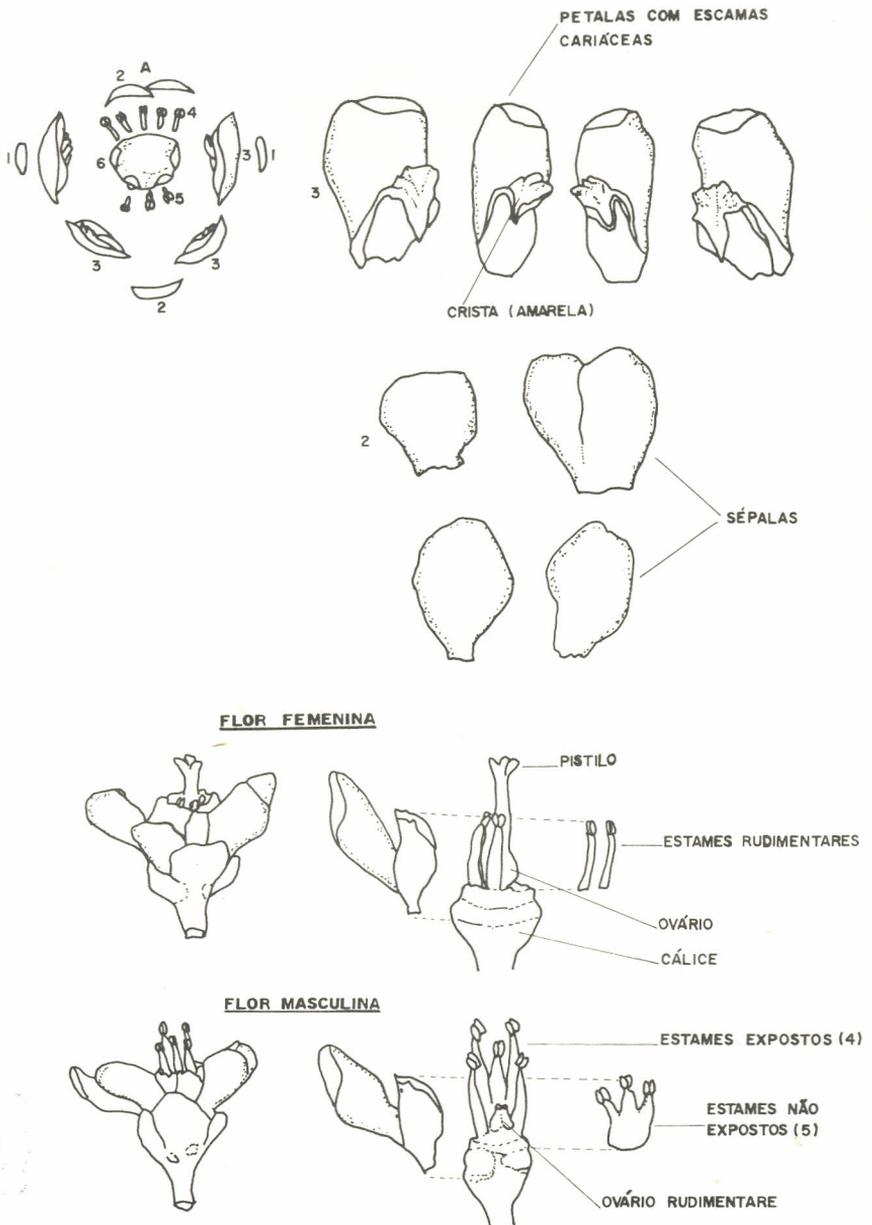


FIGURA 2 .ESTRUTURA FLORAL DO GUARANAZEIRO. A: 1 e 2 SÉPALAS; 3 PÉTALAS COM ESCAMAS; 4 ESTAMES EXPOSTOS; 5. ESTAMES NÃO EXPOSTOS; 6. BASE CÁLICE.

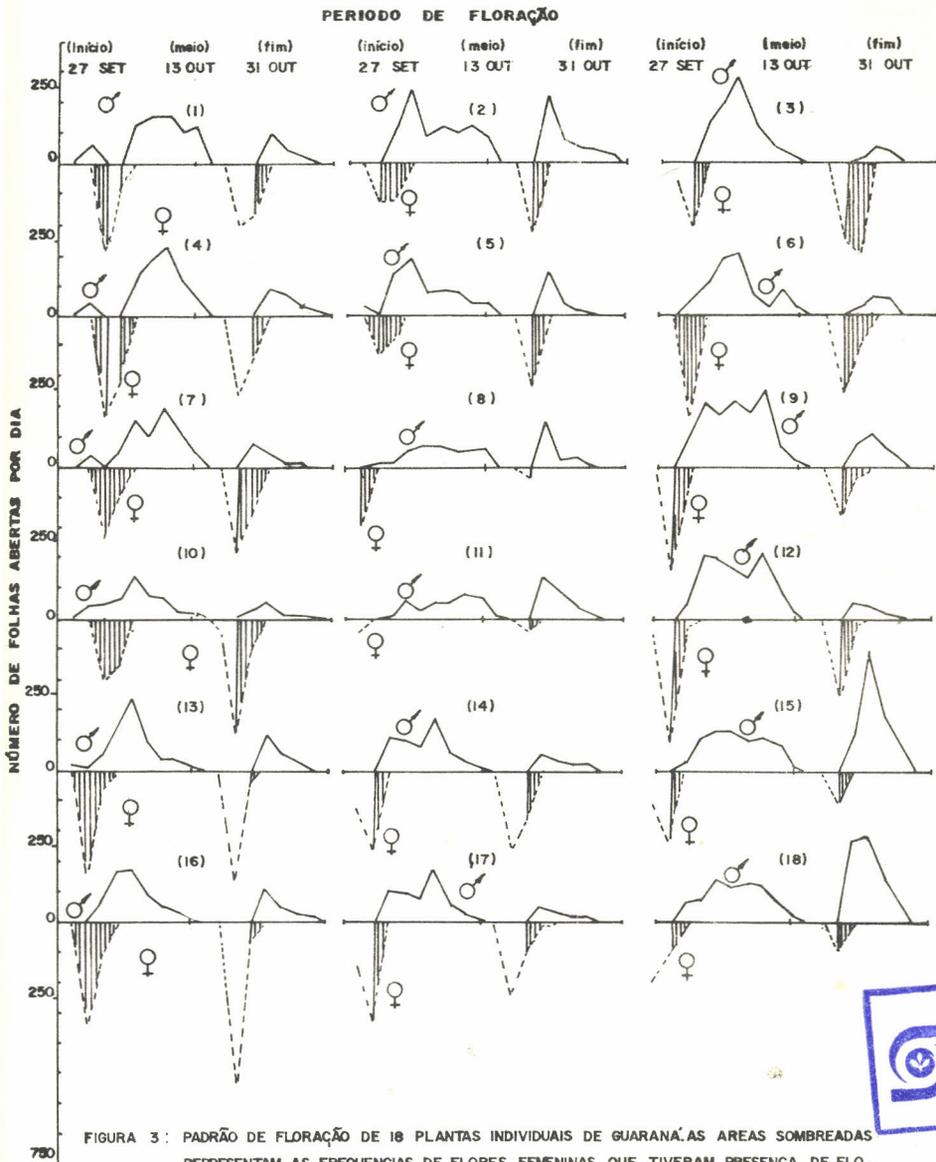


FIGURA 3: PADRÃO DE FLORAÇÃO DE 18 PLANTAS INDIVIDUAIS DE GUARANA. AS ÁREAS SOMBREADAS REPRESENTAM AS FREQUÊNCIAS DE FLORES FEMININAS QUE TIVERAM PRESENÇA DE FLORES MASCULINAS NO MESMO DIA.

FONTE: GONDIM, C. J. E. (1978).

(3A), formam um semicírculo na frente dos estames não expostos (Figura 2 ).

## Floração

O período de floração do guaranzeiro (*Paullinia cupana* var. *Sorbilis*) coincide com a época seca (julho a setembro) e aparentemente se comporta como uma planta sensível ao hidroperiodismo, termo proposto por Alvim citado por Vasconcelos (1972). 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 a 68 dias (Tabela 2 ). Certas plantas concentraram a floração em períodos notavelmente 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 12 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 a 32 dias. Os fluxos de flores femininas abertas numa inflorescência variam entre 1 a 5 dias e das masculinas entre 1 a 30 dias, observando-se em média períodos de dormência entre ciclos de floração de um sexo e outro de aproximadamente de 2 a 4 dias. A relação média 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 (1976) indicaram ser o guaranzeiro uma espécie monóica, alógama cuja polinização natural é efetuada por

TABELA 2 . Distribuição de frequências 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 dloração (dias)															Média (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

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 observou-se, sem exceção, em cada planta da amostra, a ocorrência de ramos com floração feminina e ramos com floração masculina no mesmo dia. A referida antese simultânea de ambos sexos do guaranazeiro numa mesma planta, leva a supor que também é altamente provável a ocorrência de um número considerável de autofecundações naturais, o que mudaria o conceito de que o guaraná seja uma espécie predominantemente alógama. Por outro lado, foi possível obter sementes por autofecundações artificiais, o que sugere a possível ausência de mecanismos de autoincompatibilidade.

Gondim (1978), em seus estudos relacionados com a biologia reprodutiva do guaranazeiro com ênfase na atividade dos insetos, descreveu a frequência 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 se apresentam na Figura 3. No eixo horizontal de cada histograma, se indicam as datas de início, meio e final da floração. No eixo vertical, se apresentam o número (frequência) de flores abertas para cada sexo, sendo as frequências de flores masculinas apresentadas acima da horizontal e das femininas abaixo da horizontal. As zonas sombreadas representam as frequência (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 sexos no guaranazeiro é variável, tendo-se plantas que quase toda a floração feminina foi simultânea com a masculina (plantas 6, 7, 10 Figura 3). 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 autofecundações naturais.

A abertura das flores de guaraná ocorre durante a noite, o processo de abertura se inicia aproximadamente às duas horas e termina entre 4 e 4:30 horas. As flores masculinas apresentam suas anteras com pólen ao término do processo de abertura antes da saída do sol. As flores masculinas só permanecem com pólen em suas 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 suas anteras. A presença de pólen se reconhece pela cor branca das anteras. Quando se tornam de cor marrom significa que já não há mais pólen. Tanto as flores masculinas como as femininas fecham suas pétalas quando terminam as anteses (após o meio dia). As pétalas fechadas começam a secar, mostrando uma cor amarronzada. Neste estágio as flores masculinas frequentemente 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 1 a 3 dias.

### **Efetividade das técnicas de polinização controlada**

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

No ano de 1982, os números de polinizações controladas efetivas do total efetuado (sucesso = 67%) foi superior ao ano de 1981 (sucesso = 43%). Esta diferença pode ser atribuída a 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 pro

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) <sup>2</sup>
	Total	Efetivas	Sucesso <sup>1</sup> (%)	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	$\bar{x} = 70$

<sup>1</sup>Número de polinizações controladas efetivas/nº total de polinizações. (Polinização efetiva - produziu pelo menos um fruto).

<sup>2</sup>Desde a antese (fecundação) até a colheita : média das polinizações efetivas.

duzidos em média 24 frutos e 26 sementes por 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 autofecundações 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, as inflorescências cujas flores foram fecundadas num mesmo dia, seus frutos 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 sessenta sacos de isolamento 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 de 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 Antônio Fernando Santos da Silva e a Auxiliar Admi-nistrativo Maria William Cardoso Nêo, pela valiosa colaboração na execução dos trabalhos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CABRAL, C. O. O guaraná: a planta, propriedades gerais e classificação botânica. **Agric. e pec.** Rio de Janeiro (94): 727-9, 1982
- CAVALCANTE, P. B. **Frutas 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. d., 1964, mimeografado.
- GONDIM, C. J. E. **Alguns aspectos da biologia reprodutiva do guaraná** (*Paullina cupana* var. *Sorbilis* (Mart.) Ducke). Manaus, INPA, 1978, 82 p. Tese de 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. IPEAAOc,** 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: INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIÊNCIAS AGRÍCOLAS, Turrialba, Costa Rica. **Simpósio Internacional sobre Plantas de interesse econômico de la flora amazônica.** Belém, 1972. Turrialba, 1976. p. 61-71. (IICA. Informes de conferências, cursos y reuniones, 93).