

A POLINIZAÇÃO MANUAL DO CUPUAÇUZEIRO (*Theobroma grandiflorum*)¹

Giorgini Augusto VENTURIER², Alexandre Antunes RIBEIRO FILHO³

RESUMO — O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*, Sterculiaceae) é uma frutífera da Amazônia usada na fabricação de sucos, sorvetes, doces e chocolate. A sua popularidade vem aumentando e atualmente é considerada uma das culturas mais lucrativas da região Amazônica. O cupuaçu é uma espécie predominantemente alógama e muitas flores não chegam a dar frutos mesmo quando polinizadas com pólen compatível. A taxa de polinização natural é baixa (estimado em 1,6% para pistilos polinizados com mais de 60 grãos de pólen). No presente trabalho, foram estudados alguns aspectos da sua polinização. Polinizações manuais foram feitas próximo à antese (entre 17-18:00 h) e na manhã seguinte após a antese, da seguinte maneira: retiraram-se três estaminódios da flor que iria ser polinizada para facilitar o acesso ao pistilo; da flor doadora de pólen retirou-se um estame, cujas anteras foram passadas nos braços estigmáticos. O maior êxito foi obtido nas polinizações feitas próximas à antese, atribuído ao maior número de grãos depositados durante as polinizações. Polinizações controladas entre plantas compatíveis mostraram que as flores que receberam 60 grãos de pólen tiveram 20% de probabilidade de formar fruto; as flores que receberam mais de 400 grãos de pólen, sempre formaram frutos. O uso de polinização manual aumentou o número de frutos maduros colhidos. O número de sementes nos frutos derivados de polinização natural e manual foi similar. A polinização manual poderá ser utilizada tanto no melhoramento como para aumentar a produtividade dos cupuaçuzeiros que estejam com problemas de polinização.

Palavras chaves: *Theobroma grandiflorum*, cupuaçu, polinização manual.

Hand Pollination of Cupuassu Trees (*Theobroma grandiflorum*).

ABSTRACT — Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*, Sterculiaceae) is an Amazonian tree whose fruits are used to make juice, ice-cream, candies and chocolate. It has gained popularity recently and is considered one of the most profitable crops in the Amazon region. The species is predominantly allogamous and many flowers do not set fruit, even when pollinated with compatible pollen. The rate of natural pollination is low (estimated at 1.6% for pistils pollinated with more than 60 pollen grains). In the present work, some aspects of its pollination were studied. Hand pollination was performed close to anthesis (between 17-18:00 h) and on the morning following anthesis, in the following way: three staminodes of the flower to be pollinated were removed to allow access to the pistil; a stamen was then taken from the donor flower with a pair of tweezers and its anthers were brushed against the stigmatic branches of the receptor flower. Best results with hand pollination were obtained with recently opened flowers and attributed to a high deposition of pollen grains. Controlled pollinations between compatible plants, using a variable number of pollen grains, showed that flowers that received 60 pollen grains had a 20% probability to set fruit; flowers that received more than 400 pollen grains always set fruit. Hand pollination increased the number of harvested fruits. The number of seeds from fruits obtained by natural and hand pollination was similar. Hand pollination, therefore, can be used both for breeding and for yield enhancement of trees that would otherwise have pollination problems.

Key words: *Theobroma grandiflorum*, cupuassu, hand pollination.

¹ Trabalho desenvolvido com o apoio financeiro da Fundação Botânica Margaret Mee.

² Eng. Agrônomo, PhD em Botânica Agrícola, pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Coordenação de Pesquisas em Ciências Agrárias, atualmente como professor visitante da Universidade Federal do Pará/Centro de Ciências Biológicas-Dep. de Genética. Campus do Guamá; 66.075-900, Belém PA-Brasil.

³ Biólogo - estagiário voluntário da Universidade Federal do Pará. UFPa/CCB-Dep. de Genética. Campus do Guamá; 66.075-900, Belém PA-Brasil.

INTRODUÇÃO

O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willdenow ex Sprengel) Schumann), Sterculiaceae) é uma fruteira de porte arbóreo, nativa do Sudeste da Amazônia, de onde foi dispersa para toda a bacia Amazônica pelos ameríndios e mais recentemente pelos caboclos e colonos vindos do Sul (CLEMENT & VENTURIERI, 1990; VENTURIERI, 1993). Esta espécie vem alcançando expressão econômica na região e começa a atrair a atenção do mercado mundial de frutas "exóticas" tropicais. A sua polpa é usada na fabricação de sorvetes, sucos e geléias, além de uma grande variedade de doces caseiros. A utilização das sementes ainda é pequena, mas delas pode-se fazer chocolate (NAZARÉ, *et al.*, 1990; VENTURIERI & AGUIAR, 1988), e

extrair uma gordura apropriada para a fabricação de cremes para a pele (BERBERT, 1981). O sorvete de cupuaçu já vem sendo comercializado nos EUA e os cremes para a pele no Reino Unido (VENTURIERI, 1993).

O cupuaçu demonstra baixíssima fecundidade. Em plantas de 7 anos de idade a relação flor:fruto é de 2.500:4 (FALCÃO & LLERAS, 1983). É comum observarem-se plantas de cupuaçu que floram bastante mas não produzem frutos. A causa até o momento apontada é o baixo índice de polinização natural com pólen compatível e em número suficiente para induzir a formação do fruto (VENTURIERI, 1994).

A flor do cupuaçuzeiro possui barreiras morfológicas que evitam o contato espontâneo entre as partes sexuais da flor, tornando muito pouco provável a autogamia (Fig.1). A

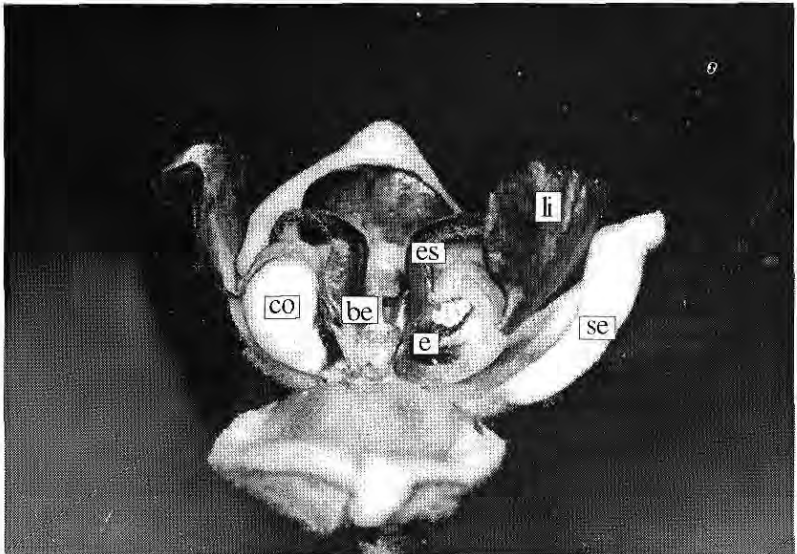


Figura 1. Seção longitudinal de uma flor aberta de cupuaçu; se = sépala; co = cógula; li = lígula; e = estame; es = estaminódio; be = braços estigmáticos. Notar a barreira entre os braços estigmáticos e as antenas.

espécie é também auto-incompatível e os polinizadores efetivos são raros (VENTURIERI, 1994). No cupuaçu são mencionados como possíveis polinizadores efetivos duas espécies de abelhas, que são: *Plebeia minima* e *Trigonisca pediculana* (estudadas em Benevides; PA; Brasil), ambas com no máximo 3 mm de comprimento (VENTURIERI, 1994). As flores do cupuaçuzeiro começam a sua abertura em qualquer hora do dia (maior frequência às 12:00 h= 38%), mas permanecem semi-abertas até o início da segunda metade da tarde, quando desabrocham (maior frequência às 16:00 h= 62%). As flores não fertilizadas permanecem nas plantas por um período de 22 a 46 horas (VENTURIERI, 1994). Na antese, os grãos de pólen estão viáveis e os braços estigmáticos estão receptivos. A receptividade permanece alta até às 10:00 h do dia seguinte, quando começa a decair (SILVA *et al.*, 1993; VENTURIERI, 1994).

A abelha *P. minima* inicia a sua atividade aproximadamente às 8:00 da manhã e termina próximo das 17:30 (VENTURIERI, 1994). Se assumirmos que o comportamento desta abelha neste aspecto é similar ao das outras abelhas possíveis polinizadoras do cupuaçuzeiro, isto significa que os polinizadores dispõem de um período curto para coletarem o pólen e promoverem a polinização. Além disto, o cupuaçuzeiro produz poucas flores por dia, o que torna esta espécie pouco atrativa para o polinizador que a visita com pouca frequência (VENTURIERI, 1994). Estas características colocam o cupuaçuzeiro como uma espécie que possui condições especiais que restringem a polinização.

Como conseqüência, tem-se uma alta relação flor:fruto.

Em cacau, que tem o mesmo problema de baixa taxa de polinização natural, observou-se que a polinização manual não conseguiu elevar a produtividade em plantas não adubadas. Embora tenha-se elevado o número de frutos jovens, a maioria destes foram abortados até níveis similares ao das plantas polinizadas naturalmente (LEITE *et al.*, 1990). Em um outro experimento, também com cacau, onde provavelmente foram usadas plantas em melhores condições de nutrição do que no caso anterior, conseguiu-se com o uso de polinização manual praticada durante três anos, um incremento de 211% (para 40 flores/planta/polinizadas 2 x por semana) e 131% (para 10 flores/planta/polinizadas 2 x por semana). Durante o experimento, a produtividade das plantas polinizadas manualmente sempre esteve acima da média das polinizadas naturalmente. No entanto, no tratamento com grande número de polinizações, a elevada carga de frutos provocou a exaustão das plantas (MÜLLER *et al.*, 1987).

No presente trabalho é estudado um método de polinização manual que poderá ser utilizado tanto por pesquisadores interessados no melhoramento do cupuaçuzeiro, como por agricultores que estejam com problemas de produtividade devido a baixas taxas de polinização natural.

MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram desenvolvidos no Banco Ativo de Germoplasma de *Theobroma*, da Comissão

Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), localizada na Estação Experimental de Recursos Genéticos do Cacau "José Haroldo" (ERJOH), no município de Benevides, Pará, Brasil (Lat. 1°12'S; Long. 49°13'W). Para o acesso às flores situadas nos ramos mais altos, plataformas de madeira foram construídas.

A. Horário da polinização e a formação dos frutos

Dez plantas (F13-2; F13-8; 182-8; 229-25; 283-56; 296-1; 332-17; 338-33; 339-42; 492-16) foram, sempre que possível, intercruzadas durante a floração de 1992 (VENTURIERI, 1994). Doze flores/cruzamento foram usadas. As flores a serem polinizadas foram marcadas ainda na fase de botão. Destas, 6 foram polinizadas próximo da antese (entre 17:00 e 18:00 h) e 6 no dia posterior (entre 5:00 e 7:00 h) ou seja, cerca de 12 a 14 horas após a antese. As polinizações foram feitas do seguinte modo: 3 dos 5 estaminódios foram retirados com uma pinça para facilitar o acesso ao pistilo, e duas anteras recentemente colhidas de flores do genótipo compatível foram passadas, de baixo para cima, nos braços estigmáticos até que copiosa quantidade de grãos de pólen fosse depositada (polinização saturada (PAULIN, 1981)) (Fig. 2).

As flores polinizadas foram visitadas em intervalos de 2 dias e os frutos obtidos foram visitados semanalmente até a maturação. A sanidade dos frutos foi verificada durante as visitas para observar se as

possíveis perdas dos frutos estaria sendo devido a uma eventual sobrecarga das plantas ou ao ataque causado por pragas e/ou doenças.

O número de frutos obtidos nos dois horários foram comparados e testados pelo teste de χ^2 (SOKAL & ROHLF, 1981). Para esta análise, todos os frutos obtidos foram considerados, ou seja, inclusive os frutos danificados por insetos ou atacados pela doença "Vassoura de Bruxa" (*Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer), por serem decorrentes de fatores independentes da polinização.

B. Número de sementes por fruto

O número de sementes normais/fruto induzido por polinização manual e natural de 3 plantas (229-25, 296-1 e 492-60) foi tomado. Consideraram-se como sementes normais, aquelas que possuíam endosperma. A homocedasticidade das amostras foi avaliada pelo teste de aderência. Por não serem homocedásticas, o teste não paramétrico de χ^2 foi aplicado (SOKAL & ROHLF, 1981).

C. Número mínimo de grãos de pólen necessário para induzir a formação do fruto

Com um estilete previamente passado em uma antera recentemente aberta, 59 flores de 2 plantas previamente determinadas como completamente compatíveis (plantas 229-25♀ x 283-56♂) (VENTURIERI, 1994) foram polinizadas entre 12 e 15 de novembro de 1992, próximos da antese (16:00 às 18:00 h). O estilete foi passado 1, 2 ou 3 vezes nos braços

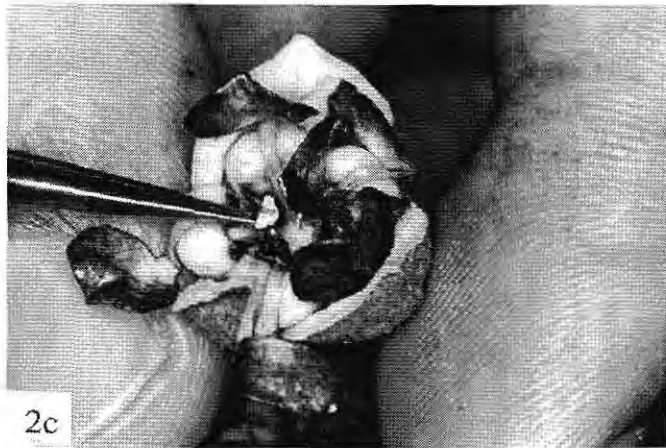
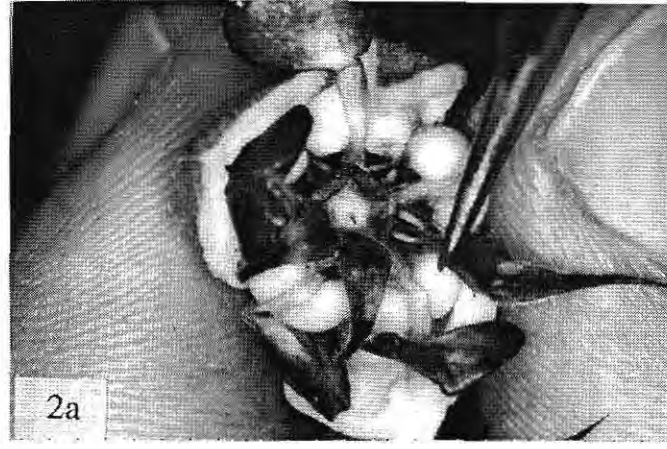
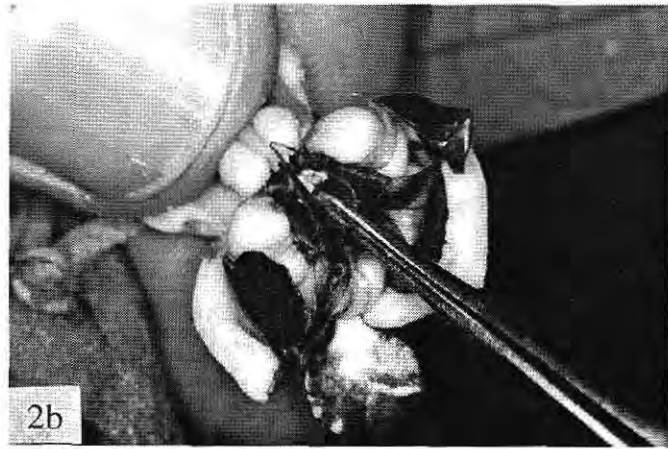


Figura 2. Passos tomados para apolinização manual: **2a.** retirada dos estaminódios; **2b.** retirada do estame; **2c.** as anteras são passadas nos braços estigmáticos em movimentos de baixo para cima.

estigmáticos, de modo a proporcionar uma variação no número de grãos de pólen depositados. Para evitar possíveis perdas das flores polinizadas, estas foram amarradas com uma linha de algodão a um ramo. Dois dias após a polinização, os braços estigmáticos foram cuidadosamente retirados e corados com uma solução 1:1 de K_2PO_4 1N com 0,1% de Metil Azul (modificado de KHO & BAER, 1968) com Auramina-O a 1% em solução aquosa de glicerina a 30% (modificado de BUTT, 1992). O Metil Azul cora a calose de amarelo fluorescente e a Auramina-O a cutina dos grãos de pólen com uma amarelo fluorescente distinto do da calose. Os braços estigmáticos foram observados no microscópio com luz U.V. e os grãos de pólen contados. O censo dos frutos obtidos foi feito 10 dias após a polinização, quando foram considerados como pegos. A relação entre o número de grãos de pólen depositados e fruto obtido foi assinalada. Os dados foram ordenados em ordem crescente de acordo com o número de grãos de pólen depositados. A análise de regressão simples foi aplicado para testar a frequência dos frutos pegos segundo o número de grãos de pólen depositados (SOKAL & RHOLF, 1981).

RESULTADOS

A. Horário da polinização e a formação dos frutos

O proporção de frutos obtidos foi dependente do horário da polinização ($\chi^2 = 14,3$; $p = 0,00015$; $GL = 1$) (Tab. 1).

Os frutos perdidos até o 10º dia após a polinização (19 frutos ou seja 10,5% do total obtido), foram devidos ao ataque de insetos ou da doença "Vassoura de Bruxa", indicando que, até aquele ponto, as árvores não estavam promovendo aborto fisiológico. Depois do 10º dia, com a exceção de dois frutos que não se conseguiu identificar as causas da perda e por isto foi assumida como fisiológica, todos os demais foram perdidos devido ao ataque de doenças (principalmente "Vassoura de Bruxa") ou ao ataque de animais (Fig. 3).

B. Número de sementes por fruto

Apenas uma das amostras apresentou distribuição normal para o número de sementes por fruto (frutos da planta 229-25 obtidos por polinização natural), o que inviabilizou a aplicação de uma análise de variância.

Embora a planta 296-1 tenha mostrado um número superior de sementes por frutos quando polinizada manualmente, as plantas 229-25 e 492-60 apresentaram números similares de sementes por fruto, tanto para os derivados de polinização natural como para os derivados de polinização manual. As diferenças observadas não foram significativas (Tab. 2).

C. Número mínimo de grãos de pólen necessários para induzir a formação dos frutos.

Embora a formação de frutos pudesse ter sido induzida com 39 grãos de pólen, o pegamento atingiu o grau máximo quando 415 ou mais grãos

de pólen foram depositados (Fig. 4). A probabilidade do pegamento dos frutos depende do número de grãos de pólen depositados nos braços estigmáticos.

DISCUSSÃO

A diferença no pegamento dos frutos nas polinizações feitas logo após a antese e no dia posterior ao da antese, não pode ser atribuída à variação na viabilidade dos grãos de

pólen, uma vez que esta é alta em ambos os períodos testados (VENTURIERI, 1994). Entretanto, próximo da antese, as anteras estão com mais grãos de pólen do que no dia posterior (VENTURIERI, 1994). Consequentemente, nas polinizações feitas próximas da antese, foi depositado mais pólen nos braços estigmáticos do que nas polinizações feitas no dia seguinte. Como o pegamento dos frutos é proporcional

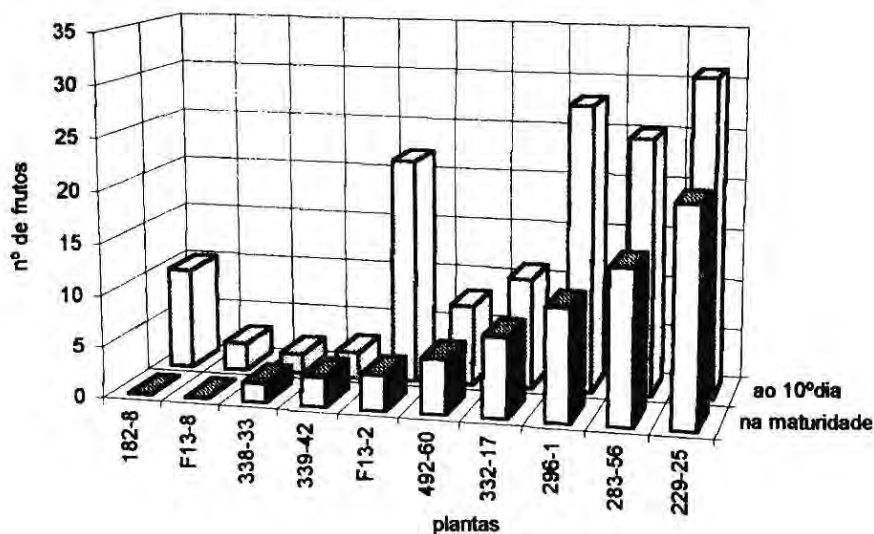


Figura 3. Número de frutos obtidos por polinização manual ao 10º dia após a polinização e na maturidade.

Tabela 1: Pegamento dos frutos obtidos por polinização manual feita em dois períodos. O maior pegamento dos frutos ocorreu quando a polinização foi feita próximo da antese (N= 360 pistilos/período).

| Período da polinização | Polinizações que geraram frutos | Polinizações que não geraram frutos | X | X ² |
|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|---|----------------|
| Próximo da antese | 113 | 247 | | 14,3 |
| No dia posterior ao da antese | 68 | 292 | | |

ao número de grãos de pólen depositados nos braços estigmáticos, explica-se o maior pegamento dos frutos quando as polinizações foram feitas próximas da antese.

Embora o sistema de polinização não tenha influenciado no número de sementes por fruto, o alto número de sementes por fruto obtido por polinização

manual na planta 296-1 pode ser atribuído ao efeito de origem do pólen. Quase todos os 12 frutos obtidos nesta planta foram derivados de dois pais (7 frutos com a planta paterna 229-25 e 4 com a F13-8). Foi com estes pais que a planta 296-1 mostrou maior nível de pegamento de frutos ao 10º dia após a polinização, numa quase completa

Tabela 2. Número de sementes normais por fruto induzido por polinização natural e manual. O teste de χ^2 para o número de sementes normais por sistema de polinização mostrou que as diferenças observadas não foram consideradas significativas ($p=0,11$).

| Plantas | Sistema de polinização | Nº | Média de sementes/frutos | Desvio padrão | Probabilidade da série amostral ser homocedástica |
|----------|------------------------|----|--------------------------|---------------|---|
| 229 - 5 | Natural | 13 | 38.6 | 10.0 | 0.95 |
| | Manual | 22 | 40.0 | 6.9 | 0.01 |
| 296 - 1 | Natural | 10 | 24.6 | 13.7 | 0.10 |
| | Manual | 12 | 41.9 | 3.8 | 0.03 |
| 492 - 60 | Natural | 25 | 39.0 | 10.7 | 0.06 |
| | Manual | 6 | 32.7 | 13.7 | 0.07 |

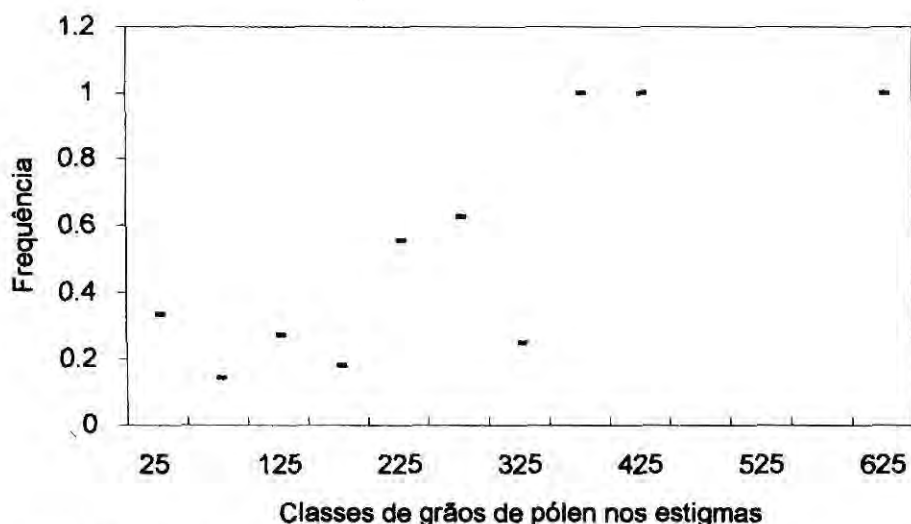


Figura 4. Número de grãos de pólen depositado nos braços estigmáticos/pistilo e o respectivo pegamento ao 10º dia após a polinização. A probabilidade do pegamento dos frutos depende do número de grãos de pólen depositados nos braços estigmáticos ($R^2 = 0,66$ com $p < 0,01\%$).

compatibilidade (VENTURIERI, 1994).

A variação no número de sementes por fruto em cada planta, mesmo quando derivados de polinizações feitas com um mesmo pai, mostra que outros fatores além do paternal está influenciando no número de óvulos que se tornam sementes. Por outro lado, a variação no número médio de sementes por fruto entre as plantas mãe sugere que o efeito do genótipo maternal também é influente.

O número de grãos de pólen necessários para formar um fruto pode ser baixo (p. ex. 39). No entanto, a probabilidade de pegamento de frutos parece aumentar rapidamente a medida que o número de grãos de pólen depositados aumenta. Como o "efeito de massa" ("mass stimulation effect" RICHARDS, 1986), ou seja, os grãos de pólen germinam melhor em grupo do que quando isolados, aparentemente não ocorre no cupuaçu (VENTURIERI, 1994), é provável que este incremento na probabilidade de pegamento dos frutos esteja mais relacionado com o aumento do número de óvulos que conseguiram ser fertilizados.

A perda de frutos durante o desenvolvimento, entre as plantas que tiveram suas flores polinizadas manualmente, foi causada basicamente por doenças ou ataque de insetos. Isto, porém, não pode ser tomado como conclusivo de que a produtividade do cupuaçu possa ser aumentada com uma melhor polinização e proteção dos frutos contra pragas e doenças. Pode ter ocorrido que, o baixo índice de aborto observado no experimento foi porque os frutos danificados estavam dentro da

"cota de contingência" de frutos que as plantas geralmente produzem a mais para cobrir os "eventos incertos", como o ataque de pragas e doenças, secas, etc. (LEE & BAZZAS, 1992; LLOYD, 1980).

Na mesma população das árvores usadas no presente experimento, observou-se que em uma planta que não foi polinizada manualmente foram produzidos 5 frutos em um galho apenas, mas todos estes frutos foram abortados ainda jovens, com aproximadamente 10 cm de comprimento. No entanto, 3 frutos de flores polinizadas naturalmente cresceram em um ramo de uma planta (296-1) onde já haviam 2 frutos induzidos por polinização manual. Todos estes frutos maturaram e o galho teve que ser apoiado por mostrar risco de quebrar-se. Isto demonstra que a capacidade de suporte de frutos é variável entre plantas e embora parte desta variação tenha sido devido ao ataque da doença "Vassoura de Bruxa" esta não foi a causa predominante porque os danos causados por esta doença foram pequenos. Entre as causas apontadas para o aborto (ver revisão de STEPHENSON, 1981) está a limitação de recursos (p. ex., fertilidade e água) que provavelmente não era a mesma entre as duas plantas mencionadas.

Em Tomé-Açu, no Estado do Pará, em plantios que receberam fertilizações pesadas, as plantas floram o ano inteiro. Em alguns casos, ocorre uma sobrecarga de frutos que são abortados principalmente no período seco. Com o uso de polinização manual conseguiu-se que plantas existentes na ERJOH, que não produziram frutos em 1991, pasassem

a produzir em 1992. Estas evidências, que embora não sejam experimentais, sugerem que a polinização manual poderá ser mais efetiva em plantas que estejam suficientemente bem nutridas e irrigadas e nos casos em que a baixa produtividade seja devido a problemas de polinização natural.

Durante as polinizações obtiveram-se alguns indicativos práticos como: a) Duas a três passadas de uma única antera bem cheia de pólen são suficientes para promover uma boa polinização. Com as anteras de um estame ainda bem cheias de pólen, pode-se polinizar duas flores. Cada polinização dura em torno de um minuto e estima-se que um trabalhador possa fazer de 60 a 100 polinizações por tarde, já incluído o tempo de coleta de pólen e deslocamento na plantação. b) Para se evitar uma sobrecarga de peso para a planta, sugere-se distribuir as polinizações pela copa da árvore.

O grau de compatibilidade entre as plantas de cupuaçu é variável (VENTURIERI, 1994). Logo, o agricultor que desejar aumentar a produtividade do seus cupuaçuzeiros, precisará determinar antes quais são as plantas mais compatíveis para daí passar a usá-las como fonte de pólen. Procedendo desta maneira, simplificará o processo de polinização, pois poucos pais poderão ser usados para um maior número de plantas mãe.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação Botânica Margaret Mee pelo suporte financeiro para a execução deste trabalho; a Comissão Executiva

do Plano da Lavoura Cacaueira-CEPLAC (especialmente na pessoa do Dr. Ivan Crespo Silva) pela concessão do uso da coleção de *T. grandiflorum*, e a Universidade Federal do Pará pelas facilidades laboratoriais oferecidas. Agradecemos também ao Sr. Edilson de Freitas Leal, nosso dedicado e atencioso auxiliar de campo, ao Prof. Arno Hamel pelo acessoramento estatístico e aos Drs. Hiroshi Noda, Charles R. Clement e aos MS Samuel Almeida e Ricardo Secco pela revisão dos manuscritos.

Bibliografia Citada

- BERBERT, P.R.F. 1981. Determinação do teor, ácidos graxos e características físicas das gorduras das sementes de *Theobroma grandiflora* L. e do *Theobroma bicolor* L. e comparação com a gordura do *Theobroma cacao* L. *Revista Theobroma*, 11(2):91-98.
- BUTT, T. M. 1992. *Practical Fluorescence Microscopy For Mycologists*. Rothamsted Experimental Station, 56p. (typed).
- CLEMENT, C.R. ; VENTURIERI, G.A. 1990. Bacuri and Cupuassu. In: Nagy, S., P.E. Shaw & W. Wardowski (eds). *Fruits of Tropical and Subtropical Origin: Composition, Properties, Uses*. p. 178-192. Florida Science Source, Lake Alfred, Florida.
- FALCÃO, M.A. ; E. LLERAS. 1983. Aspectos fenológicos, ecológicos e de produtividade do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.). *Acta Amazônica*, 13:725-735.
- KHO, Y. O. & BAER, J. 1968. Observing pollen tubes by means of fluorescence. *Euphytica*, 17:298-302.
- LEE, T.D. ; BAZZAZ, F.A. 1982. Regulation of fruit and seed production in an annual legume, *Cassia fasciculata*. *Ecology*, 63:1363-73.
- LEITE, O.; VALLE, R.R.; SILVA, C.P. ; DIAS, B.R. 1990. Relação entre floração e a

- frutificação do cacauero. *Agrotropica*, 2(1):11-16.
- LLOYD, D.G. 1980. Sexual strategies in plants. I. An hypothesis of serial adjustment of maternal investment during one reproductive session. *New Phytologist*, 86:69-79.
- MÜLLER, M.W.; PINHO, A. de F.S. ; ALVIM, P.T. 1987. Efeito da polinização manual sobre a produção e fenologia do cacauero. *10ª Conferência Internacional de Pesquisas do Cacau*. Santo Domingo, 275-281.
- NAZARÉ, R.F.R. de; BARBOSA, W.C.; VIÉGAS, R.M.F. 1990. Processamento das sementes de cupuaçu para a obtenção de cupulate. *EMBRAPA/CPATU Boletim de Pesquisa n°108*. Belém PA. 38p.
- PAULIN, D. 1981. Contribution a l'étude de la biologie florale du cacaoyer bilan de pollinisation artificielles. *Cacao Café Thé*, 25:105-112.
- RICHARDS, A.J. 1986. *Plant Breeding Systems*. London: George Allen & Unwin Publishers, 529 p.
- SILVA, R.M. da; NEVES, M.P.H. das; OLIVEIRA, R.P. de ; MOTA, M.G. da 1993. Sistema reprodutivo do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) Determinação da receptividade do estigma e estilete. *Resumos do XLIV Cong. Nac. de Botânica*, 24-30 de jan., São Luís MA.
- SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. 1981. *Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research* (2nd ed.). San Francisco: State University of New York at Stony Brook, 776 p.
- STEPHENSON, A.G. 1981. Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 12:253-279.
- VENTURIERI, G.A. 1993. *Cupuaçu: a espécie, sua cultura, usos e processamento*. Clube do Cupu, Belém, PA, 108p.
- VENTURIERI, G.A. 1994. *Floral Biology of Cupuassu (Theobroma grandiflorum (Willdenow ex Sprengel) Schumann)*. PhD thesis, Univ. of Reading, UK, 211 p.
- VENTURIERI, G.A.; AGUIAR, J.P.L. 1988. Composição do chocolate de amêndoas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). *Acta Amazônica*, 18(1/2):3-8.

Aceito para publicação em 13.12.95